

STADTWERKE MÜNCHEN GMBH

TRAM MÜNCHENER NORDEN
VERLÄNGERUNG TRAM 23 SCHWABING NORD – KIEFERNGARTEN
PLANFESTSTELLUNGSABSCHNITT 1

LEISTUNGSFÄHIGKEITSUNTERSUCHUNG – TEIL A BERICHT

Evgeniya Schimpf (M.Sc.)
Dipl.-Ing. Frank Trebus

07. Juni 2021

VERSIONIERUNG

Datum	Version	Änderung	Bearbeiter
22.02.2021	0.1	Berichtsentwurf	ESc, FTr
07.06.2021	1.0	Erarbeitung Anmerkungen Kapitel 3.5, 3.7, 3.9	ESc, FTr

Dateiname: 210603_VU_Tram 23_Teil A_Bericht_V1.0.docx

INHALTSVERZEICHNIS

Abbildungsverzeichnis	3
Tabellenverzeichnis	3
1 Aufgabenstellung	5
2 Methodische Grundlagen	7
2.1 Datengrundlagen	7
2.2 Ermittlung der Spitzenstundenbelastungen	7
2.3 Verfahren Leistungsfähigkeitsberechnungen	8
2.3.1 Knotenpunkte mit LZA	8
2.3.2 Knotenpunkte ohne LZA	10
3 Leistungsfähigkeitsnachweise	11
3.1 Am Nordring / Frankfurter Ring – LZA 1195	11
3.2 Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße – LZA 1163	14
3.3 Helene-Wessel-Bogen / U-1763	17
3.4 U-1763 / U-1765	19
3.5 U-1764 / U-1761	21
3.6 Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen – LZA 0945	23
3.7 Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße – LZA 0961	27
3.8 Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße – LZA 0647	30
3.9 Heidemannstraße / Kieferngartenstraße – LZA 0752	34
3.10 Kieferngartenstraße / Burmesterstraße	38
4 Zusammenfassung	41
Quellenverzeichnis	44
Anlagenverzeichnis	45

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Planungsgebiet	5
-----------------------------	---

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit LZA für den Kraftfahrzeugverkehr [1]	9
Tabelle 2: Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten ohne LZA für den Kraftfahrzeugverkehr [1]	10
Tabelle 3: Am Nordring / Frankfurter Ring – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall	11
Tabelle 4: Am Nordring / Frankfurter – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	12
Tabelle 5: Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall	14
Tabelle 6: Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	15
Tabelle 7: Helene-Wessel-Bogen / U-1763 – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	17
Tabelle 8: U-1763 / U-1765 – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	19
Tabelle 9: U-1764 / U-1761 – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	21
Tabelle 10: Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall	23
Tabelle 11: Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognosenullfall und Prognoseplanfall 2035	24
Tabelle 12: Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall	27
Tabelle 13: Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	28
Tabelle 14: Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall	30
Tabelle 15: Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	31
Tabelle 16: Heidemannstraße / Kiefernartenstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall	34
Tabelle 17: Heidemannstraße / Kiefernartenstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	35

Tabelle 18:	Kieferngartenstraße / Burmesterstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenufall	38
Tabelle 19:	Kieferngartenstraße / Burmesterstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035	39
Tabelle 20:	Übersicht Leistungsfähigkeitsbilanzen	43

1 Aufgabenstellung

Die Stadtwerke München GmbH planen den Bau der Tram Münchner Norden, speziell die Verlängerung der Tram 23 von Schwabing Nord zur U-Bahn-Station Kieferngarten Planfeststellungsabschnitt 1. Die Tramstrecke quert den Frankfurter Ring, wird mittels eines Brückenbauwerks über den DB Nordring und durch das städtebauliche Entwicklungsprojekt Bayernkaserne, entlang der Heidemannstraße zum U-Bahnhof Kieferngarten geführt. Inhalt dieser Untersuchung ist die Überprüfung der Signalisierungskonzepte und Leistungsfähigkeiten der Knotenpunkte im Streckenverlauf für die Planfeststellungsunterlagen.

Es werden jeweils die folgenden drei Fälle betrachtet:

- der Analysenullfall 2018 (ANF),
- der Prognosenullfall 2035 (PNF inkl. Entwicklung Bayernkaserne) und
- der Prognoseplanfall 2035 (PPF inkl. Entwicklung Bayernkaserne und Tram 23).

In Abbildung 1 ist das Planungsgebiet mit der roten Fläche dargestellt.

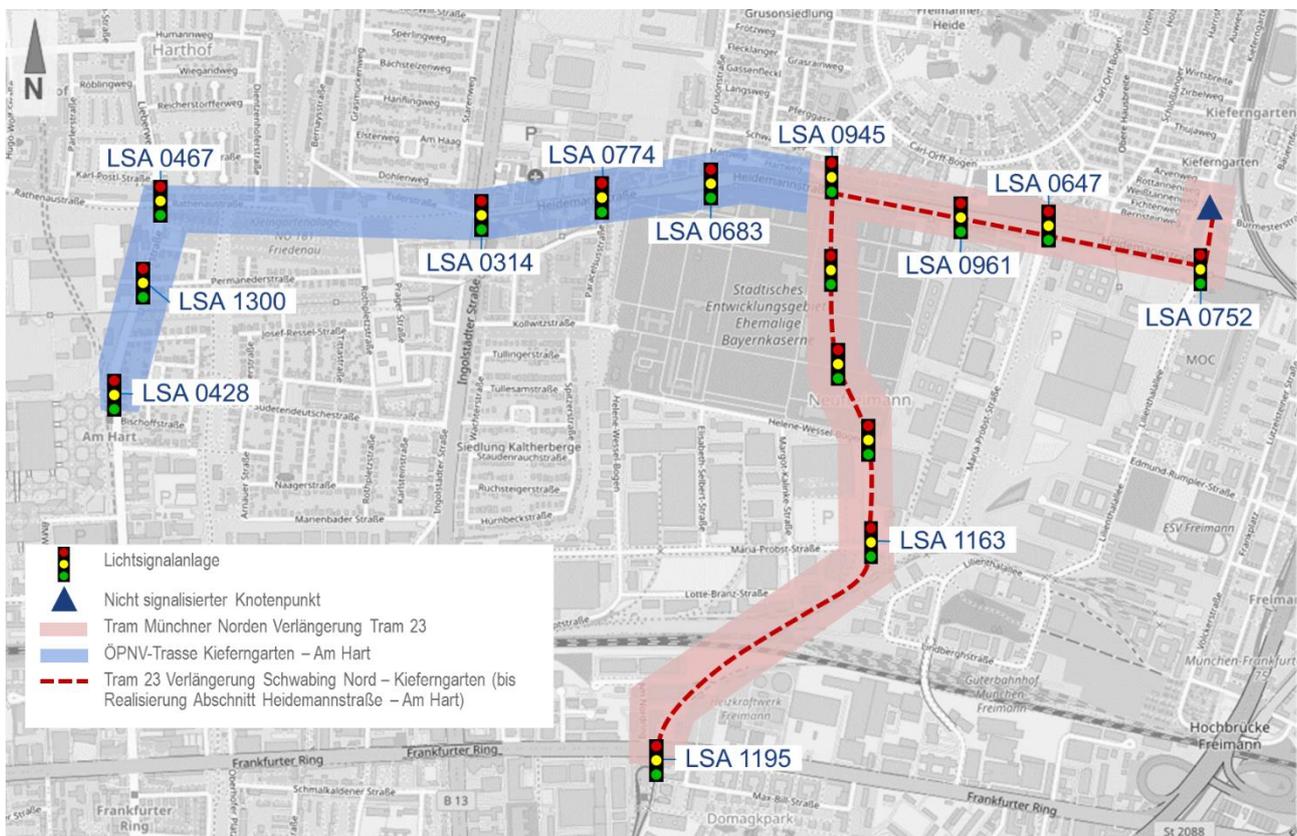


Abbildung 1: Planungsgebiet

Konkret werden die folgenden Knotenpunkte betrachtet.

- LZA Am Nordring / Frankfurter Ring (1195)
- LZA Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße (1163)
- Helene-Wessel-Bogen / U-1763
- U-1763 / U-1765
- U-1764 / U-1761
- LZA Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen (0945)
- LZA Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße (0961)
- LZA Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße (0647)
- LZA Heidemannstraße / Kieferngartenstraße (0752)
- Kieferngartenstraße / Burmesterstraße

2 Methodische Grundlagen

Inhalt dieses Berichts sind die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsberechnungen an den Knotenpunkten im Trassenverlauf. In Kapitel 2.1 werden die Datengrundlagen für die Verkehrsuntersuchung genannt. Im ersten Schritt werden die Verkehrsbelastungen für die Betrachtungsfälle auf Basis von Zählungen und dem Verkehrsmodell der Landeshauptstadt München ermittelt sowie die Eingangsdaten für die schalltechnischen Untersuchungen bereitgestellt (Kapitel 2.2).

Die Leistungsfähigkeitsuntersuchungen werden nach Verfahren des Handbuchs für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen [1] durchgeführt. Es werden alle relevanten Knotenpunkte von Süden nach Norden sortiert betrachtet. Einige dieser Knotenpunkte sind im Bestand noch nicht signalisiert bzw. nicht vorhanden. Details zu den Berechnungen sowie die zugrunde gelegten Signallagepläne sind in den Anlagen enthalten. Bei den Darstellungen der empfohlenen Phasenfolgepläne sind die als notwendig erachteten Änderungen im Vergleich zum Bestand rot hervorgehoben.

2.1 Datengrundlagen

Die Verkehrsuntersuchung basiert auf den folgenden Datengrundlagen:

- Stadtwerke München GmbH: Unterlagen zur Verkehrsanlagenplanung der Tram, bereitgestellt am 18.12.2020
- Firma iTP: Geplante Tram- und Buslinien für die Prognose 2035, Stand 15.09.2020 (bereitgestellt durch Stadtwerke München GmbH)
- Planungsreferat der Landeshauptstadt München: Teilnetz MIV des Verkehrsmodells der Landeshauptstadt München für den Analysenullfall, Prognosenullfall und Prognoseplanfall 2035
- Verkehrszählungen im Planungsgebiet durchgeführt durch Schuh & Co. GmbH und gevas humberg und partner (verschiedene Erhebungszeitpunkte)

2.2 Ermittlung der Spitzenstundenbelastungen

Aufgrund des Ausbruchs der Corona-Pandemie ist das Verkehrsaufkommen im Frühjahr 2020 deutlich zurückgegangen und es konnten keine repräsentativen Erhebungen nach dem Untersuchungsbeginn durchgeführt werden. Daher wurde auf ältere vorliegende Verkehrszählungen zurückgegriffen, die jedoch zu unterschiedlichen Zeitpunkten erhoben wurden. Die erhobenen Verkehrsmengen wurden mit Detektorauswertungen der Jahre 2017, 2019 und 2020 verglichen. In Abstimmung mit dem Mobilitätsreferat der Landeshauptstadt München wurde der Mittelwert des detektierten Verkehrsaufkommens von 2017 und 2019 als Zuflusswert der jeweiligen Zufahrten für den Analysenullfall angesetzt. Die prozentuale Aufteilung der Ströme (rechts / geradeaus / links) wurde aus den

Zählungen übernommen. Für benachbarte Knotenpunkte wurde beachtet, dass Zufluss und Abfluss auf einem ähnlichen Niveau liegen.

Zur Ermittlung der Spitzenstundenbelastungen für den Prognosehorizont 2035 wurde das Verkehrsmodell der Landeshauptstadt München in Kombination mit dem ÖV-Modell der Stadtwerke München GmbH eingesetzt. Das Prognosemodell 2035 berücksichtigt allgemeine Entwicklungen wie Wachstum der Bevölkerung und der Beschäftigtenanzahl sowie Infrastrukturmaßnahmen (z. B. Zweite S-Bahn-Stammstrecke, Tram Westtangente und Bahnübergang Lilienthalallee – Maria-Probst-Straße), die als fertiggestellt vorausgesetzt werden können. Es erfolgte eine bimodale Umlegung für den Prognosenullfall (ohne Verlängerung Tram 23) und den Prognoseplanfall (mit Verlängerung Tram 23 und Berücksichtigung Tram Nordtangente). Es wird konstatiert, dass im Verkehrsmodell nur ein sehr geringer Rückgang des Tagesverkehrsaufkommens mit der Tramverlängerung im Untersuchungsgebiet resultiert. Aus dem Teilmodell des motorisierten Individualverkehrs (MIV) wurden jeweils die relativen Änderungen der Kantenbelastungen vom Analysenull- zu Prognosenull- bzw. Prognoseplanfall herausgelesen. Mittels dieser Änderung wurden die Spitzenstunden für den Horizont 2035 berechnet. Es wurde dabei das Verfahren für „Verkehrsprognosen bei starkem Wachstum in der Landeshauptstadt München“ [3] angewendet. Die Kernaussage des Verfahrens ist, dass aufgrund der bestehenden Netzauslastung von 80 % bis 100 % im Hauptverkehrsstraßennetz bzw. der wichtigen Netzknotenpunkte während der Spitzenzeiten ein weiteres Anwachsen des absoluten Verkehrsaufkommens kaum noch möglich ist. Daher werden für die Spitzenstunden in Abhängigkeit der Zunahme des Tagesverkehrsaufkommens Abminderungsfaktoren zur Spitzenstundenermittlung angesetzt. In der Folge wird die Verkehrsqualität für den Prognosenullfall überwiegend analog zum Analysenullfall beurteilt.

2.3 Verfahren Leistungsfähigkeitsberechnungen

2.3.1 Knotenpunkte mit LZA

Die Leistungsfähigkeitsuntersuchung der Knotenpunkte mit LZA basiert auf zwei verschiedenen Verfahren. Entsprechend den Richtlinien der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen wird das im Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen 2015 (HBS) [1] eingeführte Verfahren angewendet, das die mittleren Wartezeiten je Fahrstreifen berechnet. Anhand dieser Werte erfolgt die Beurteilung mit einer von sechs Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV). Die Grenzwerte und Erläuterungen zu den Qualitätsstufen sind in Tabelle 1 dargestellt. Qualitätsstufen bis einschließlich Qualitätsstufe D gelten gemeinhin als akzeptabel. An Knotenpunkten mit sehr hoher verkehrlicher Belastung wird auch die Qualitätsstufe E für einzelne Knotenströme akzeptiert. Die Qualität des Verkehrsablaufs für Verkehrsströme deren Auslastungsgrad größer als 1,0 ist, wird der

Qualitätsstufe F zugeordnet. Für die Gesamtbeurteilung der LZA wird die gewichtete mittlere Wartezeit der Verkehrsströme herangezogen. Sie bestimmt auch die Verkehrsqualität des gesamten Knotenpunkts. Werden ein oder mehrere Verkehrsströme mit der Qualitätsstufe F bewertet, so gilt dies auch für den gesamten Knotenpunkt. Sind jedoch einzelne Verkehrsströme mit dieser Bewertung aufgrund ihrer geringen Verkehrsstärke von nachrangiger Bedeutung, so können sie bei der Beurteilung der Verkehrsqualität der gesamten LZA vernachlässigt werden und die gewichtete mittlere Wartezeit bestimmt die Qualität des Verkehrsablaufs. Trifft dieser Fall zu, so wird dies erläutert und ist im Berechnungsprotokoll dokumentiert.

Als Ergänzung wird darüber hinaus das sogenannte Zeitbedarfsverfahren angewendet. Mittels dieses Verfahrens werden die Leistungsfähigkeitsreserven eines jeden Fahrstreifens und des Gesamtknotenpunkts berechnet. Womit zusätzlich eine Aussage über die vorhandene Gesamtleistungsfähigkeit des Knotenpunkts getroffen werden kann.

Qualitätsstufe	Mittlere Wartezeit [s]	Bedeutung
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 Kraftfahrzeuge 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 ankommenden Kraftfahrzeuge können in der nachfolgenden Freigabezeit weiterfahren. Auf dem betrachteten Fahrstreifen tritt im Kfz-Verkehr am Ende der Freigabezeit nur gelegentlich ein Rückstau auf.
D	≤ 70	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 Fällen ein Rückstau auf.
F	⁻¹⁾	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. ¹⁾ Die QSV F ist erreicht, wenn die nachgefragte Verkehrsstärke q über der Kapazität C liegt ($q > C$).

Tabelle 1: Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten mit LZA für den Kraftfahrzeugverkehr [1]

2.3.2 Knotenpunkte ohne LZA

Die Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs für Knotenpunkte ohne Lichtzeichenanlage erfolgt nach dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen 2015 (HBS) [1]. Wie auch bei den Knotenpunkten mit LZA erfolgt die Beurteilung anhand der Wartezeiten, wobei für die Gesamtbeurteilung eines Knotenpunkts ohne LZA die maximal auftretende Wartezeit aller Ströme maßgebend ist. Die Grenzwerte sind in Tabelle 2 dargestellt.

Qualitätsstufe	Mittlere Wartezeit [s]	Bedeutung
A	≤ 10	Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann nahezu ungehindert den Knotenpunkt passieren. Die Wartezeiten sind sehr gering.
B	≤ 20	Die Fahrmöglichkeiten der wartepflichtigen Kraftfahrzeugströme werden vom bevorrechtigten Verkehr beeinflusst. Die dabei entstehenden Wartezeiten sind gering.
C	≤ 30	Die Fahrzeugführer in den Nebenströmen müssen auf eine merkbare Anzahl von bevorrechtigten Verkehrsteilnehmern achten. Die Wartezeiten sind spürbar. Es kommt zu Bildung von Stau, der jedoch weder hinsichtlich seiner räumlichen Ausdehnung noch bezüglich der zeitlichen Dauer eine starke Beeinträchtigung darstellt.
D	≤ 45	Die Mehrzahl der Fahrzeugführer muss Haltevorgänge, verbunden mit deutlichen Zeitverlusten, hinnehmen. Für einzelne Fahrzeuge 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 führen. Die Kapazität wird erreicht.
F	-	Die Anzahl der Fahrzeuge, die in einem Verkehrsstrom dem Knotenpunkt je Zeiteinheit zufließen, ist über ein längeres Zeitintervall größer als die Kapazität für diesen Verkehrsstrom. Der Knotenpunkt ist überlastet.

Tabelle 2: Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs an Knotenpunkten ohne LZA für den Kraftfahrzeugverkehr [1]

3 Leistungsfähigkeitsnachweise

Es werden die Knotenpunkte des Planfeststellungsabschnitts 1 der Verlängerung Tram 23 untersucht. Im Prognoseplanfall 2035 mit der Tram werden alle ÖV-Linien beschleunigt. Es wird von einer absoluten Beschleunigung der Tram ausgegangen. Es sind in allen Signalprogrammen – auch bei ÖV-Eingriff – die Standardgehenzeiten gemäß Münchner Standard hinterlegt, sofern es nicht anders erläutert ist.

3.1 Am Nordring / Frankfurter Ring – LZA 1195

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 2 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall und den Prognosenullfall sind in Tabelle 3 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 4 angegeben.

M O R G E N S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Am Nordring (Nord)	fv02 RL	343 %	35 s – C	343 %	35 s – C
Frankfurter Ring (Ost)	fv03 RG	32 %	24 s – B	32 %	24 s – B
	fv03 G	32 %	21 s – B	32 %	21 s – B
Frankfurter Ring (West)	fv01 G	115 %	7 s – A	115 %	7 s – A
	fv01 L	46 %	25 s – B	46 %	25 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		55 %	17 s – A	55 %	17 s – A

A B E N D S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Am Nordring (Nord)	fv02 RL	297 %	34 s – B	297 %	35 s – B
Frankfurter Ring (Ost)	fv03 RG	67 %	18 s – A	67 %	18 s – A
	fv03 G	68 %	16 s – A	68 %	16 s – A
Frankfurter Ring (West)	fv01 G	74 %	10 s – A	74 %	10 s – A
	fv01 L	101 %	18 s – A	101 %	18 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		93 %	14 s – A	93 %	14 s – A

Tabelle 3: Am Nordring / Frankfurter Ring – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Am Nordring (Nord)	fv03 RL	343 %	35 s – C
Frankfurter Ring (Ost)	fv06 RG	2 %	>90 s – E
	fv06 G	3 %	>90 s – E
	fv04 G	3 %	>90 s – E
Frankfurter Ring (West)	fv05 G	102 %	9 s – A
	fv01 G	85 %	13 s – A
	la02	32 %	77 s – E
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		27 %	76 s – E

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Am Nordring (Nord)	fv03 RL	270 %	36 s – C
Frankfurter Ring (Ost)	fv06 RG	28 %	36 s – C
	fv06 G	28 %	34 s – B
	fv04 G	32 %	34 s – B
Frankfurter Ring (West)	fv05 G	64 %	11 s – A
	fv01 G	51 %	16 s – A
	la02	148 %	43 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		66 %	23 s – B

Tabelle 4: Am Nordring / Frankfurter – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 2.1 bis 2.3)

Die Hauptrichtung verläuft entlang des Frankfurter Rings. In der östlichen Zufahrt sind ein Rechts-Geradeaus-Misch- und ein Geradeausfahrstreifen, in der westlichen Zufahrt zwei durchgehende Geradeaus- und ein Linksabbiegefahrstreifen vorhanden. In der Zufahrt Am Nordring steht ein Mischfahrstreifen zur Verfügung. Die Einmündung wird mit Hauptrichtung-Dauergrün-Schaltung betrieben. Das bedeutet, dass die Nebenrichtung und der Nachlauf für den Linksabbiegestrom nur auf Anforderung freigegeben werden. Im Bestand ist eine Querung des Frankfurter Rings für Fußgänger und Radfahrer nur über die Furt im östlichen Knotenpunktarm möglich.

Es verkehrt die Buslinie 177 entlang des Frankfurter Rings, die derzeit nicht beschleunigt wird. Direkt östlich der Fußgängerfurt befinden sich in beiden Fahrtrichtungen Kaphaltestellen.

Im Bestand verfügt der Knotenpunkt über reichliche Leistungsfähigkeitsreserven von morgens 55 % und abends 93 %. Der Verkehrsablauf wird in beiden Spitzenstunden sehr gut mit QSV A beurteilt.

Prognosenullfall (Anlage 2.4 bis 2.5)

Im Prognosenullfall erhöht sich das Tagesverkehrsaufkommen von Westen um +15 % und von Osten um +19 %, während es in der nördlichen Zufahrt konstant bleibt. Aufgrund der Dämpfung des Verkehrsaufkommens in den Spitzenstunden bleiben die Leistungsfähigkeitsreserven erhalten (QSV A) morgens und (QSV A) abends. Der Knotenpunkt wird als weiterhin leistungsfähig mit guten Verkehrsqualitäten beurteilt.

Prognoseplanfall (Anlage 2.6 bis 2.8)

Die geplante Tramtrasse quert den Frankfurter Ring östlich des bestehenden Knotenpunkts. Auf diesem Abschnitt wird die Tramlinie 23 verkehren und der Bus 177 fährt wie im Bestand entlang des Frankfurter Rings. Das Tagesverkehrsaufkommen am Frankfurter Ring nimmt gegenüber dem Prognosenullfall marginal ab.

Zusätzlich zur bestehenden Fußgängerfurt sind im westlichen Knotenpunktarm und östlich der Tramquerung neue Fußgängerfurten geplant. Durch die Tramquerung und die Fußgänger- / Radfahrerfurten wird die Haltlinie in der östlichen Zufahrt Frankfurter Ring um ca. 30 m vom Knotenpunkt abgerückt. Es wird weiterhin das verkehrsabhängige Steuerkonzept Hauptrichtung-Dauergrün-Schaltung angewendet. Mit der Eigensignalisierung ist damit für den Linksabbiegestrom ein Anforderungsdetektor vorzusehen. Linksabbiegende Fahrzeuge der Nebenrichtung sind wie der durchgehende Hauptstrom von West nach Ost nicht verträglich mit der Tram und auch das senkrechte Zufahren auf den Konfliktpunkt mit der Fußgängerfurt fg55 veranlasst aus Sicherheitsgründen, dass der Signalquerschnitt fv05 im Abfluss der Einmündung vorgesehen wird. Der Linksabbiegestrom der Nebenrichtung muss damit zwei Mal halten. Die Progression bei Abschaltung der Hauptrichtung ist bei der Projektierung zu beachten, damit der Wartebereich vor fv05 für die einfahrenden Linksabbieger (durchschnittlich weniger als 2 Kfz je Umlauf) aus der Nebenrichtung und auch die Tramquerung auf der Fahrbahn in Ost-West-Richtung geräumt ist. Durch den gleichzeitigen Freigabebeginn von fv01 und fv05 ist der Abfluss bei Freigabe der Hauptrichtung gegeben. Auch für die Abschaltung von fv04 und fv06 ist die Progression im Signalprogramm hinterlegt. Die Tram und die Busse werden beschleunigt.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass morgens in der östlichen Zufahrt nur noch eine geringe Reserve von 2 % vorhanden ist (QSV E), die berechneten Wartezeiten liegen über der Umlaufzeit der LZA. Auch der Linksabbiegestrom West-Nord erreicht seine Kapazitätsgrenze. In der Gesamtbilanz hat der Knotenpunkt noch 27 % Reserve, aber die Verkehrsqualität wird mit QSV E beurteilt, jedoch wird für die östlichen Zufahrt eine Überlastung erwartet. In der Abendspitzenstunde sind Leistungsfähigkeitsreserven vorhanden und die Verkehrsqualität wird mit QSV B beurteilt.

3.2 Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße – LZA 1163

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 3 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall und den Prognosenullfall sind in Tabelle 5 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 6 angegeben.

M O R G E N S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Helene-Wessel-Bogen (Nord)	fv02 R	255 %	30 s – B	272 %	30 s – B
	fv02 L	418 %	28 s – B	466 %	28 s – B
Maria-Probst-Straße (Ost)	fv03 R	221 %	13 s – A	145 %	15 s – A
	fv03 G	309 %	12 s – A	197 %	13 s – A
Maria-Probst-Straße (West)	fv01 G	363 %	8 s – A	276 %	8 s – A
	fv01 L	336 %	10 s – A	203 %	13 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		231 %	14 s – A	174 %	14 s – A

A B E N D S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Helene-Wessel-Bogen (Nord)	fv02 R	272 %	26 s – B	273 %	27 s – B
	fv02 L	147 %	28 s – B	158 %	28 s – B
Maria-Probst-Straße (Ost)	fv03 R	230 %	16 s – A	155 %	17 s – A
	fv03 G	188 %	16 s – A	107 %	18 s – A
Maria-Probst-Straße (West)	fv01 G	44 %	18 s – A	16 %	37 s – C
	fv01 L	211 %	15 s – A	117 %	19 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		68 %	19 s – A	42 %	28 s – B

Tabelle 5: Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Helene-Wessel-Bogen (Nord)	fv02 R	218 %	33 s – B
	fv02 L	384 %	31 s – B
Maria-Probst-Straße (Ost)	fv03 R	97 %	22 s – B
	fv03 G	139 %	19 s – A
Maria-Probst-Straße (West)	fv01 G	232 %	11 s – A
	fv01 L	167 %	17 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		125 %	19 s – A

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Helene-Wessel-Bogen (Nord)	fv02 R	173 %	34 s – B
	fv02 L	89 %	38 s – C
Maria-Probst-Straße (Ost)	fv03 R	128 %	21 s – B
	fv03 G	86 %	22 s – B
Maria-Probst-Straße (West)	fv01 G	12 %	51 s – D
	fv01 L	109 %	20 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		26 %	37 s – C

Tabelle 6: Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 3.1 bis 3.3)

Der Knotenpunkt liegt in einem Gewerbegebiet und ist eine Einmündung mit durchgehender Haupttrichtung von Ost nach West entlang der Maria-Probst-Straße. Im nordwestlichen Knotenpunktquadranten befindet sich ein Einkaufszentrum. Eine von zwei Zufahrtsmöglichkeiten befindet sich im nördlichen Knotenpunkt ca. 100 m vom Knotenpunkt entfernt. Der überwiegende Anteil der Verkehrsströme vom bzw. in den Helene-Wessel-Bogen hat das Einkaufszentrum als Quelle bzw. Ziel. In allen Zufahrten sind zwei Fahrstreifen vorhanden. Sie sind als Rechts- und Linksabbiegefahrstreifen in der nördlichen, als Rechtsabbiege- und Geradeausfahrstreifen in der östlichen sowie als Geradeaus- und Linksabbiegefahrstreifen in der westlichen Zufahrt markiert. Die Verkehrszählung zeigt, dass die Knotenströme in der Morgenspitzenstunde gleichmäßig verteilt sind, wohingegen in der Abendspitzenstunde der Verkehrsstrom von West nach Ost am stärksten belastet ist.

Im Bestand wird die LZA durch die Buslinie 178 in West-Ost-Relation passiert.

Die Steuerung der Lichtsignalanlage erfolgt verkehrsabhängig mit den drei Phasen Haupttrichtung – Nachlauf für Linksabbieger – Nebenrichtung.

Die Leistungsfähigkeitsbetrachtung beurteilt die Qualität des Verkehrsablaufs in beiden Spitzenstunden sehr gut mit QSV A. Es sind große Leistungsfähigkeitsreserven von 231 % morgens und von 68 % abends vorhanden.

Prognosenullfall (Anlage 3.4 bis 3.5)

Das Verkehrsmodell der LH München prognostiziert eine deutliche Zunahme der Tagesverkehrsbelastung von 62 % von Westen und 81 % von Osten. In der Nebenrichtung nimmt die Verkehrsbelastung geringfügig ab.

Für den Prognosenullfall reduzieren sich leicht die Leistungsfähigkeitsreserven gegenüber der Analyse. Die Verkehrsqualität wird morgens weiterhin mit QSV A beurteilt, abends wird QSV B erreicht.

Prognoseplanfall (Anlage 3.6 bis 3.8)

Die geplante Tram quert den Knotenpunkt in Süd-Nord-Relation und wird im Helene-Wessel-Bogen in westlicher Seitenlage auf besonderem Bahnkörper geführt. Im nördlichen Knotenpunktarm befindet sich die geplante Haltestelle Helene-Wessel-Bogen. Die Buslinie 178 verkehrt weiterhin am Knotenpunkt in Ost-West-Relation. Die Anzahl der zuführenden Fahrstreifen bleibt in den beiden Zufahrten der Maria-Probst-Straße gegenüber dem Bestand unverändert, wohingegen die Anzahl der wegführenden Fahrstreifen nach Westen auf einen reduziert wird. Die Furt im westlichen Knotenpunktarm wird vom Knotenpunkt abgerückt, um Platz für die Tramquerung zu schaffen. In der nördlichen Zufahrt ist ein Rechts-Links-Mischfahrstreifen vorgesehen, wobei die Haltlinie des zuführenden Fahrstreifens vom Knotenpunkt abgesetzt ist. Für den Radverkehr ist ein Zweirichtungsradweg westlich des Tramplanums vorgesehen. Weiterhin ist es möglich von Süden mittels des Radfahrtsignal RD24 auf die Fahrbahn nach Norden zu queren.

Das bestehende Signalisierungskonzept mit den drei Phasen Haupttrichtung – Nachlauf für Linksabbieger – Nebenrichtung wird mit zwei ÖV-Sonderphasen zur Beschleunigung sowie den Signalgruppen RD22 und FG55 ergänzt.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass in der Morgen- und Abendspitzenstunde die Verkehrsqualität an der Einmündung gut beurteilt wird (QSV A). Abends erhöhen sich die Wartezeiten in der nördlichen Zufahrt durch die Reduktion auf einen Fahrstreifen etwas auf QSV C, aber dies ist akzeptabel. Der Knotenpunkt verfügt über große Leistungsfähigkeitsreserven.

3.3 Helene-Wessel-Bogen / U-1763

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 4 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 7 zusammengefasst.

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
U-1763 (Nord)	ra01/fv02 fv02 GL	>900 % 78 %	25 s – B 30 s – B
Grundstückszufahrt (Ost)	fv03 RGL	54 %	56 s – D
Helene-Wessel-Bogen (Süd)	fv04 RG la05	134 % 389 %	18 s – A 38 s – C
Helene-Wessel-Bogen (West)	fv06 RGL	169 %	32 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		131 %	26 s – B

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
U-1763 (Nord)	ra01/fv02 fv02 GL	>900 % 83 %	25 s – B 29 s – B
Grundstückszufahrt (Ost)	fv03 RGL	54 %	56 s – D
Helene-Wessel-Bogen (Süd)	fv04 RG la05	146 % 511 %	17 s – A 37 s – C
Helene-Wessel-Bogen (West)	fv06 RGL	148 %	33 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		133 %	26 s – B

Tabelle 7: Helene-Wessel-Bogen / U-1763 – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Prognoseplanfall (Anlage 4.1 bis 4.3)

Im Bestand handelt es sich um eine Kurve von Süd nach West des Helene-Wessel-Bogens mit einer Grundstückszufahrt von Osten. Es ist geplant, im Norden einen neuen Knotenpunktarm als Zufahrt zur Bayernkaserne zu schaffen, so dass eine dreiarmlige Einmündung mit Hauptrichtung Nord-Süd, Nebenrichtung West und der Grundstückseinfahrt im Osten entsteht. Die geplante Tram quert den Knotenpunkt in Süd-Nord-Relation und wird in westlicher Seitenlage der Magistrale Bayernkaserne U-1763 auf besonderem Bahnkörper geführt. Am Knotenpunkt verkehren keine Buslinien und es sind keine Haltestellen vorgesehen.

In der südlichen Zufahrt stehen dem Kraftfahrzeugverkehr ein Rechts-Geradeaus-Misch- und ein Linksabbiegefahrstreifen zur Verfügung. Die nördliche Zufahrt verfügt über einen Geradeaus- und einen separaten Rechtsabbiegefahrstreifen. Über alle Zufahrten bestehen Fußgängerfurten. Der Radverkehr wird auf dem Zweirichtungsradweg westlich des Tram-Planums nach Norden weitergeführt. In der westlichen und östlichen Zufahrt wird jeweils einen Mischfahrstreifen angeboten, wobei es sich bei der östlichen Zufahrt um eine Grundstückszufahrt handelt. Aus Verkehrssicherheitsgründen (nicht verträglich mit Tramüberfahrt) muss die Grundstückszufahrt in die Signalisierung eingebunden werden.

Aufgrund des Versatzes der östlichen und westlichen Zufahrt wird empfohlen, beide Zufahrten aus Verkehrssicherheitsgründen getrennt freizugeben. In diesem Fall kann die Grundstückszufahrt wegen des geringen Verkehrsaufkommens auf Anforderung freigegeben werden (Anforderungsdetektor notwendig), die in der Leistungsfähigkeitsberechnung in jedem zweiten Umlauf berücksichtigt ist. Die Entscheidung über den Sachverhalt obliegt dem Kreisverwaltungs- bzw. Mobilitätsreferat.

Das verkehrsabhängige Steuerungskonzept sieht die Phasen Hauptrichtung – Nachlauf aus Süden und eigne signalisierte Linksabbieger – Nebenrichtung (West) – Grundstückszufahrt (Ost) auf Anforderung – Tramüberfahrt vor. Für eine parallele Freigabe der Rechtsabbieger von Norden und der Fußgängerfurt FG56 im westlichen Arm, ist der Rechtsabbieger mit Vollscheibe freigegeben. Wegen des Abstands wird ein Fußgängerblinker empfohlen. Die geplante Tram kann gemeinsam mit dem parallel geradeausfahrenden Kraftfahrzeugverkehr aus Norden und dem geradeaus-, rechtsabbiegenden Kraftfahrzeugverkehr aus Süden freigegeben werden. Jedoch muss in Phase 5 bei Tramanwesenheit der Rechtsabbieger aus Norden gesperrt werden. Es wird dies über ein zusätzliches Rechtsabbiegesignal (2 Rot-, 1 Gelbkammer) wie an der LZA Ammersee- / Fürstenrieder Straße (0167) in der östlichen Zufahrt umgesetzt. Im Normalfall steht die Signalgruppe RA01 auf Dunkel und der Rechtsabbieger kann auf Vollscheibe abbiegen. In Phase 5 wird der Strom gesperrt und die Tram kann beschleunigt werden.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung ergibt für die Morgenspitze eine Reserve von 131 % und für die Abendspitze von 133 % und führt zu einer Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs mit der QSV B in der Gesamtbilanz für beide Spitzenstunden.

3.4 U-1763 / U-1765

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 5 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 8 zusammengefasst.

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
U-1765 (Ost)	fv03 GL	558 %	11 s – A
U-1763 (Süd)	fv02 RL	125 %	35 s – B
U-1765 (West)	fv01 RG	544 %	11 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		322 %	20 s – A

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
U-1765 (Ost)	fv03 GL	647 %	11 s – A
U-1763 (Süd)	fv02 RL	130 %	34 s – B
U-1765 (West)	fv01 RG	609 %	11 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		346 %	21 s – B

Tabelle 8: U-1763 / U-1765– Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Prognoseplanfall (Anlage 5.1 bis 5.3)

Die Einmündung entsteht als neuer Knotenpunkt auf dem Gelände der Bayernkaserne. Die geplante Tram wird in westlicher Seitenlage parallel zur Magistrale Bayernkaserne U-1763 auf einem besonderen Bahnkörper in Nord-Süd-Relation geführt, wobei der nördliche Knotenpunktarm für den MIV gesperrt ist. Für eine hohe Qualität der Trambeschleunigung werden die Tram und der MIV aus Süden getrennt freigegeben. Die Zufahrten verfügen jeweils über einen Mischfahrstreifen. An diesem Knotenpunkt verkehrt die Buslinie 170 in Nord-West-Relation. Im westlichen Knotenpunktarm befinden sich die geplanten Bushaltestellen in beiden Fahrtrichtungen. Über alle Zufahrten sind gesicherte Querungen für Fußgänger und Radfahrende geplant. Der Radverkehr wird westlich des Trampplans auf einem Zweirichtungsradweg geführt.

Um der Tram eine priorisierte Überfahrt zu sichern und um eine gute Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmergruppen zu gewährleisten, wird der Knotenpunkt vollständig signalisiert. Im Steuer-

ungskonzept der LZA werden der Tram zwei Beschleunigungsfenster angeboten, die vor und nach der Freigabe der Hauptrichtung realisiert werden. Das Steuerungskonzept der LZA sieht ebenfalls eine Beschleunigung des Busses West → Nord durch den Nachlauf von fv01 (Phase 2) bzw. in der Fahrtrichtung Nord → West ebenfalls in Phase 2 und in der ÖV-Sonderphase 5 gemeinsam mit dem Tram vor.

Wie aus der Tabelle 8 ersichtlich wird, kann der Knotenpunkt mit den geschilderten Rahmenbedingungen in beiden Spitzenstunden das Verkehrsaufkommen sehr gut bewältigen. Es bestehen große Leistungsfähigkeitsreserven von 322 % morgens und von 346 % abends. Die Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs erfolgt mit der QSV A morgens und mit der QSV B abends.

3.5 U-1764 / U-1761

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 6 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 9 zusammengefasst.

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
U-1761 (Nord)	fv02 RL	76 %	36 s – C
U-1764 (Ost)	fv03 RG	319 %	13 s – A
U-1764 (West)	fv01 GL	540 %	11 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		191 %	21 s – B

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
U-1761 (Nord)	fv02 RL	37 %	45 s – C
U-1764 (Ost)	fv03 RG	257 %	14 s – A
U-1764 (West)	fv01 GL	496 %	11 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		137 %	26 s – B

Tabelle 9: U-1764 / U-1761 – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Prognoseplanfall (Anlage 6.1 bis 6.3)

Der Knotenpunkt entsteht neu im Rahmen der Entwicklung Bayernkaserne. Es handelt sich um eine Einmündung. Die geplante Tram wird in Mittellage auf besonderem Bahnkörper in Süd-Nord-Relation im nördlichen Knotenpunktarm geführt. Südlich des Knotenpunkts befindet sich in beiden Fahrtrichtungen eine Haltestelle mit Wartebereichen für die Fahrgäste auf der Magistrale Bayernkaserne, die für den MIV nicht zugänglich ist. Die Buslinie 170 verkehrt in Süd-Ost-Relation vom Tramsonderplanum auf die öffentliche Straße im Osten. Weiterhin sind im östlichen Knotenpunktarm in beiden Richtungen Bushaltestellen vorgesehen. Für eine gute Beschleunigungsqualität werden der MIV aus der nördlichen Zufahrt und die Tram getrennt freigegeben. In allen Zufahrten sind jeweils ein Mischfahrstreifen und gesicherte Querungen für Fußgänger und Radfahrende geplant. Der von Süden kommende Zweirichtungsradweg wird am Knotenpunkt erweitert. Es sind Zweirichtungsquerungen über die Gleise der südlichen Zufahrt, den westlichen und östlichen Knotenpunktarm vorgesehen. Für die Dreifachfurt im nördlichen Knotenpunktarm sind neben dem Tramplanum Fußgängerwarteflächen geplant.

Zur Beschleunigung der Tram und um eine gute Verkehrssicherheit für alle Verkehrsteilnehmer zu gewährleisten, wird der Knotenpunkt mit einer vollständigen Signalisierung versehen. Das Signalisierungskonzept sieht einen zweiphasigen Grundablauf Hauptrichtung – Nebenrichtung vor. Es sind zwei ÖV-Sonderphasen zur Beschleunigung der Tram und ein Nachlauf für die östliche Zufahrt zur Beschleunigung der Buslinie in der Übereckbeziehung Ost ↔ Süd vorgesehen

Der Leistungsfähigkeitsnachweis ermittelt morgens und abends eine gute Verkehrsqualität (QSV B). In beiden Spitzenstunden sind große Leistungsfähigkeitsreserven vorhanden.

3.6 Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen – LZA 0945

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 7 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall sind in Tabelle 10 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognosenullfall und -planfall 2035 mit der Verlängerung Tram 23 in der Übereck-Beziehung Süd ↔ Ost befindet sich in Tabelle 11.

M O R G E N S		Analysenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Werner-Egk-Bogen (Nord)	fv02 R	45 %	50 s – D
	fv02 L	141 %	39 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv03 R	>900 %	3 s – A
	fv03 G	410 %	4 s – A
Heidemannstraße (West)	fv01 G	400 %	4 s – A
	fv01 L	509 %	6 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		254 %	11 s – A

A B E N D S		Analysenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Werner-Egk-Bogen (Nord)	fv02 R	82 %	42 s – C
	fv02 L	799 %	34 s – B
Heidemannstraße (Ost)	fv03 R	>900 %	3 s – A
	fv03 G	252 %	4 s – A
Heidemannstraße (West)	fv01 G	424 %	4 s – A
	fv01 L	240 %	8 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		197 %	7 s – A

Tabelle 10: Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall

M O R G E N S		Prognosenullfall		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Werner-Egk-Bogen (Nord)	fv03 RG	137 %	32 s – B	90 %	37 s – C
	fv03 L	157 %	31 s – B	112 %	36 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	146 %	25 s – B	160 %	23 s – B
	fv04 G	147 %	24 s – B	161 %	21 s – B
	la05	336 %	38 s – C	344 %	39 s – C
Zufahrt Bayernkaserne (Süd)	fv06 RG	174 %	31 s – B	138 %	34 s – B
	fv06 L	99 %	34 s – B	75 %	38 s – C
Heidemannstraße (West)	fv01 RG	129 %	26 s – B	131 %	26 s – B
	fv01 G	130 %	24 s – B	132 %	24 s – B
	la02	525 %	37 s – C	499 %	38 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		135 %	28 s – B	126 %	28 s – B

A B E N D S		Prognosenullfall		Prognoseplanfall PA 1	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Werner-Egk-Bogen (Nord)	fv03 RG	234 %	29 s – B	152 %	34 s – B
	fv03 L	299 %	29 s – B	258 %	32 s – B
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	63 %	31 s – B	83 %	27 s – B
	fv04 G	63 %	29 s – B	83 %	25 s – B
	la05	284 %	39 s – C	122 %	44 s – C
Zufahrt Bayernkaserne (Süd)	fv06 RG	186 %	30 s – B	147 %	34 s – B
	fv06 L	185 %	30 s – B	142 %	34 s – B
Heidemannstraße (West)	fv01 RG	138 %	26 s – B	140 %	25 s – B
	fv01 G	138 %	24 s – B	140 %	24 s – B
	la02	145 %	43 s – C	133 %	44 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		106 %	29 s – B	105 %	29 s – B

Tabelle 11: Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognosenullfall und Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 7.1 bis 7.3)

Im Bestand ist der dreiarmige Knotenpunkt mit der Hauptrichtung Ost-West signalisiert. In beiden Knotenpunktzufahrten der Heidemannstraße stehen zwei Fahrstreifen für den Geradeausverkehr und ein Rechts- bzw. Linksabbiegefahrstreifen zur Verfügung. Die Buslinie 180 verkehrt in Ost-West-Relation. Die Bushaltestellen sind für beide Fahrrichtungen jeweils hinter dem Knotenpunkt angeordnet. Im Bestand ist Querung für Fußgänger und Radfahrende über allen Knotenpunktarme möglich.

Die Signalanlage wird im Bestand in Hauptrichtung-Dauergrün-Schaltung betrieben. Die Einmündung des Werner-Egk-Bogens hat einen Rechts-, und einen Linksabbiegefahrstreifen und wird

gemeinsam mit östlichen und westlichen Fußgängerfurten der Heidemannstraße nur auf Anforderung freigegeben. Für die Leistungsfähigkeitsberechnung wird von einer Anforderung in 75 % der Umläufe ausgegangen. Die Buslinie wird im Bestand nicht beschleunigt.

Die Berechnung zeigt, dass die LZA in beiden Spitzenstunden über große Leistungsfähigkeitsreserven (morgens 254 %, abends 197 %) verfügt und die Qualität des Verkehrsablaufs mit QSV A beurteilt wird.

Prognosenullfall (Anlage 7.4 bis 7.5)

Für den Prognosenullfall wird eine Zunahme des Tagesverkehrs um 30 % von Westen und Osten erwartet. Von Süden erfolgt die Erschließung der Bayernkaserne. Für die Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs werden die Buslinie 171 in Ost-West-Richtung und die Buslinie 124 in Süd-Ost-Relation berücksichtigt. Dabei wird die Knotenpunktgeometrie vom Prognoseplanfall ohne die Tramgleise angesetzt. Gegenüber dem Bestand gehen die Leistungsreserven etwas auf 135 % morgens und auf 106 % abends zurück, die Verkehrsqualität wird weiterhin gut mit QSV B in beiden Spitzenstunden beurteilt.

Prognoseplanfall (Anlage 7.6 bis 7.8)

Für den Anschluss der Bayernkaserne und der Realisierung der Tram ist ein großzügiger Umbau des Knotenpunkts vorgesehen. Es entsteht die neue südliche Zufahrt Bayernkaserne, die wie die nördliche Zufahrt dem Kraftfahrzeugverkehr einen Rechts-Geradeaus-Mischfahrstreifen und einen Linksabbiegefahrstreifen zur Verfügung stellt. Des Weiteren sind in der westlichen und östlichen Knotenpunktzufahrt jeweils einen Rechts-Geradeaus-Misch-, ein Geradeaus- und ein Linksabbiegefahrstreifen vorhanden.

Die Tram verkehrt in Mittellage auf einem besonderen Bahnkörper in der Heidemannstraße und biegt nach Süden in die Bayernkaserne ebenso auf ein Tramsonderplanum in Mittellage ab. Die Tramhaltestellen sind für beide Fahrtrichtungen im östlichen Knotenpunktarm positioniert. Des Weiteren verkehrt am Knotenpunkt im Zuge der Heidemannstraße die Buslinie 171.

Der Radverkehr wird auf Radwegen geführt und mit eigenen Signalgruppen geschaltet. Alle Radfurten können in beide Richtungen befahren werden. Über alle Zufahrten bestehen ebenfalls Fußgängerfurten. Die nördliche Fußgängerfurt ist deutlich kürzer als die anderen Furten. Im westlichen Knotenpunktarm wird ein ÖV-Sonderplanum in Mittellage für eine spätere Realisierung einer Schnellbus- oder Tramtrasse vorgehalten.

Das Steuerungskonzept der LZA sieht eine Eigensignalisierung der Linksabbiegeströme der Hauptrichtung vor. Durch die Knotenpunktgeometrie mit Führungslinien ist eine gleichzeitige Freigabe

möglich. Für die Trampriorisierung werden zwei Beschleunigungsfenster vor und nach der Hauptrichtung angeboten. Im ersten Fenster kann ein Nachlauf für die östliche Zufahrt realisiert werden.

Mit diesen Rahmenbedingungen ergibt sich in der morgendlichen Spitzenstunde eine große Leistungsfähigkeitsreserve von 126 % und in der abendlichen Spitzenstunde von 105 %. In der Gesamtbilanz wird der Verkehrsablauf morgens und abends mit QSV B beurteilt.

3.7 Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße – LZA 0961

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 8 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall und den Prognosenullfall sind in Tabelle 12 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 13 angegeben.

M O R G E N S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Gustav-Mahler-Straße (Nord)	fv02 RGL	212 %	37 s – C	212 %	37 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv03 RG	397 %	4 s – A	394 %	4 s – A
	fv03 G	397 %	4 s – A	395 %	4 s – A
	fv03 L	129 %	7 s – A	127 %	7 s – A
Gustav-Mahler-Straße (Süd)	fv05/ra04	645 %	35 s – B	645 %	35 s – B
	fv05 GL	673 %	35 s – B	673 %	35 s – B
Heidemannstraße (West)	fv01 G	394 %	6 s – A	390 %	6 s – A
	fv01 L	466 %	8 s – A	462 %	8 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		349 %	7 s – A	137 %	7 s – A

A B E N D S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Gustav-Mahler-Straße (Nord)	fv02 RGL	122 %	41 s – C	122 %	41 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv03 RG	313 %	4 s – A	309 %	4 s – A
	fv03 G	313 %	4 s – A	309 %	4 s – A
	fv03 L	721 %	5 s – A	713 %	5 s – A
Gustav-Mahler-Straße (Süd)	fv05/ra04	94 %	44 s – C	94 %	44 s – C
	fv05 GL	61 %	49 s – C	61 %	49 s – C
Heidemannstraße (West)	fv01 G	445 %	5 s – A	441 %	5 s – A
	fv01 L	281 %	9 s – A	277 %	9 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		231 %	15 s – A	207 %	15 s – A

Tabelle 12: Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Gustav-Mahler-Straße (Nord)	fv03 R	255 %	36 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv01 RG	291 %	4 s – A
	fv01 G	288 %	3 s – A
Heidemannstraße (West)	fv02 G	343 %	3 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		282 %	4 s – A

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Gustav-Mahler-Straße (Nord)	fv03 R	150 %	38 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv01 RG	335 %	4 s – A
	fv01 G	334 %	3 s – A
Heidemannstraße (West)	fv02 G	487 %	3 s – A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		150 %	5 s – A

Tabelle 13: Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 8.1 bis 8.3)

Im Bestand besitzen die beiden Zufahrten der Heidemannstraße drei Fahrstreifen. In der westlichen Zufahrt stehen dem Kraftfahrzeugverkehr zwei Geradeausfahrstreifen und einen Linksabbiegefahrstreifen zur Verfügung, wohingegen die östliche Zufahrt über einen Rechts-Geradeaus-Misch-, einen Geradeaus- und einen Linksabbiegefahrstreifen verfügt. In der nördlichen Zufahrt ist ein Mischfahrstreifen vorhanden. Die südliche Zufahrt hat einen Rechtabbiegefahrstreifen und einen Links-Geradeaus-Mischfahrstreifen. Die Lichtzeichenanlage wird nach dem Steuerungsverfahren „Haupttrichtung-Dauergrün“ betrieben.

Am Knotenpunkt verkehrt die Buslinie 180 im Zuge der Heidemannstraße. Die Bushaltestellen sind für beide Fahrtrichtungen jeweils hinter dem Knotenpunkt angeordnet. Über alle Zufahrten bestehen Fußgänger- und Radfahrerfurten. Die Freigabe der Fußgänger und der Nebenrichtung erfolgt auf Anforderung. Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit wird von einer Anforderung in 25 von 40 Umläufen in den Spitzenstunden ausgegangen. Damit ergibt sich für die morgendliche Spitzenstunde eine Leistungsfähigkeitsreserve von 349 % und für die abendliche Spitzenstunde von 231 %. Die Wartezeiten sind sehr kurz, so dass die Qualität des Verkehrsablaufs in beiden Zeiträumen mit der Qualitätsstufe A beurteilt wird.

Prognosenullfall (Anlage 8.4 bis 8.5)

Im Vergleich zum Analysenullfall steigt das Tagesverkehrsaufkommen bis zum Prognosejahr 2035 um 31 % von Westen und von Osten. Es bestehen weiterhin hohe Leistungsfähigkeitsreserven und die Wartezeiten führen auch für den Prognosenullfall zu einer durchgängigen Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs mit der Qualitätsstufe A.

Prognoseplanfall (Anlage 8.6 bis 8.8)

Der Entwurf sieht eine Einmündung von Norden mit Rechts-rein / Recht-raus vor, die linksabbiegenden Verkehrsströme West → Nord und Nord → Ost entfallen gegenüber dem Bestand und damit auch die Abbiegefahrsteifen. Beide Ströme verlagern sich zur östlich benachbarten LZA Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße. Für den Fuß- und Radverkehr besteht eine signalisierte Querungsmöglichkeit über die Heidemannstraße. Die Tram wird in Mittellage auf besonderem Bahnkörper in Ost-West-Relation geführt. Im südlichen Seitenraum wird der Radverkehr von Westen kommend auf einem Einrichtungsradweg geführt. Zur Verbesserung der Verbindung für den Radverkehr zwischen dem Wohngebiet nördlich der Heidemannstraße und dem Neubaugebiet Bayernkaserne sind zwei signalisierte Radfurten in Nord-Süd-Relation in der Mitte des Knotenpunkts geplant. Auf der Südseite der Heidemannstraße ist ein Zweirichtungsradweg bis zum Durchlass zum Neubaugebiet Bayernkaserne östlich der Einmündung vorgesehen.

Mit diesen genannten Randbedingungen wird der Knotenpunkt verkehrabhängig nach dem Steuerungsverfahren „Haupttrichtung-Dauergrün-Schaltung“ betrieben. Das Steuerungskonzept der LZA sieht eine Freigabe der Tram gleichzeitig mit den Fahrverkehr in der Haupttrichtung vor.

Die Freigabe der zu Haupttrichtung nichtverträglichen Ströme aus Norden sowie die Querungen von Fußgängern und Radfahrern erfolgt auf Anforderung. Für die Berechnung der Leistungsfähigkeit wird von einer Anforderung in 50 % der Umläufe ausgegangen.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung ergibt für die Morgen- und Abendspitze üppige Reserven und führt zu einer Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs mit der Stufe QSV A in der Gesamtbilanz für beide Spitzenstunden. Auch bei Anforderungen in jedem Umlauf ist der Knotenpunkt leistungsfähig und es würde eine gute Verkehrsqualität erreicht.

3.8 Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße – LZA 0647

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 9 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall und den Prognosenullfall sind in Tabelle 14 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 15 angegeben.

M O R G E N S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Paul-Hindemith-Allee (Nord)	fv03 R	212 %	34 s – B	212 %	34 s – B
	fv03 G	430 %	31 s – B	430 %	31 s – B
	fv03 L	58 %	43 s – C	58 %	43 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	62 %	27 s – B	60 %	27 s – B
	fv04 G	63 %	25 s – B	60 %	25 s – B
	la05	6 %	>90 s – E	4 %	>90 s – E
Maria-Probst-Straße (Süd)	ra06	421 %	34 s – B	421 %	34 s – B
	fv07 GL	286 %	31 s – B	286 %	31 s – B
Heidemannstraße (West)	fv01 R	288 %	23 s – B	267 %	23 s – B
	fv01 G	229 %	22 s – B	220 %	22 s – B
	la02	>900 %	37 s – C	773 %	38 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		49 %	56 s – D	47 %	59 s – D
A B E N D S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Paul-Hindemith-Allee (Nord)	fv03 R	202 %	34 s – B	202 %	34 s – B
	fv03 G	647 %	30 s – B	647 %	30 s – B
	fv03 L	56 %	43 s – C	56 %	43 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	154 %	20 s – B	147 %	20 s – B
	fv04 G	154 %	18 s – A	148 %	19 s – A
	la05	91 %	45 s – C	86 %	46 s – C
Maria-Probst-Straße (Süd)	ra06	14 %	>90 s – E	14 %	>90 s – E
	fv07 GL	119 %	34 s – B	119 %	34 s – B
Heidemannstraße (West)	fv01 R	227 %	26 s – B	211 %	26 s – B
	fv01 G	207 %	24 s – B	198 %	24 s – B
	la02	312 %	41 s – C	247 %	43 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		78 %	50 s – C	74 %	49 s – C

Tabelle 14: Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Paul-Hindemith-Allee (Nord)	fv03 R	303 %	29 s – B
	fv03 G	585 %	26 s – B
	fv03 L	101 %	33 s – B
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	55 %	29 s – B
	fv04 G	55 %	28 s – B
	la05	46 %	54 s – D
Maria-Probst-Straße (Süd)	ra06	406 %	35 s – B
	fv07 GL	363 %	27 s – B
Heidemannstraße (West)	fv01 RG	103 %	31 s – B
	fv01 G	102 %	30 s – B
	la02	221 %	49 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		65 %	35 s – B

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Paul-Hindemith-Allee (Nord)	fv03 R	305 %	28 s – B
	fv03 G	>900 %	25 s – B
	fv03 L	105 %	33 s – B
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	32 %	54 s – D
	fv04 G	32 %	56 s – D
	la05	180 %	34 s – B
Maria-Probst-Straße (Süd)	ra06	23 %	70 s – E
	fv07 GL	168 %	29 s – B
Heidemannstraße (West)	fv01 RG	63 %	39 s – C
	fv01 G	63 %	38 s – C
	la02	276 %	30 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		50 %	48 s – C

Tabelle 15: Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 9.1 bis 9.3)

Im Bestand stehen dem MIV in der westlichen Knotenpunktzufahrt Heidemannstraße vier Fahrstreifen zur Verfügung. Von diesen kann der rechte zum Rechtsabbiegen und der linke zum Linksabbiegen genutzt werden. Die mittleren Fahrstreifen dienen dem Geradeausverkehr. Die östliche Zufahrt verfügt über vier Fahrstreifen (einen Rechts-Geradeaus-Misch-, einen Geradeaus- und zwei Linksabbiegefahrstreifen). In der nördlichen Zufahrt ist jeweils ein Fahrstreifen pro Richtung vorhanden. In der südlichen Zufahrt werden dem Kraftfahrzeugverkehr ein Links-Geradeaus-Misch- und zwei Rechtsabbiegerfahrstreifen angeboten. Entlang der Heidemannstraße verkehrt die Buslinie 180. Die

Buslinien 140, 170 verkehren in der Übereck-Beziehung Nord ↔ Ost. Die Buslinie 178 verkehrt in der Übereck-Beziehung Süd ↔ Ost.

Das im Analysenullfall auftretende Verkehrsaufkommen wird vom Knotenpunkt gerade noch bewältigt. In der morgendlichen Spitzenstunde erreicht der starke Linksabbiegerstrom aus Osten seine Kapazitätsgrenze (QSV E). Durch Reserven anderer Ströme werden morgens 49 % Reserven berechnet, die aber in der Realität u.a. wegen der Gewährleistung der Standardgehzeiten praktisch nicht vorhanden sind. Die Verkehrsqualität wird mit QSV D beurteilt. In der abendlichen Spitzenstunde erreicht der starke Rechtsabbiegerstrom von Süden seine Kapazitätsgrenze und wird mit QSV E beurteilt. Die Qualität des Verkehrsablaufs wird abends mit QSV C bei einer theoretischen Leistungsfähigkeitsreserve von 78 % beurteilt.

Prognosenullfall (Anlage 9.4 bis 9.5)

Das Tagesverkehrsaufkommen steigt in allen Zufahrten an. Die Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass die Reserven leicht zurückgehen und die Verkehrsqualität weiterhin morgens mit QSV D und abends mit QSV C beurteilt wird.

Prognoseplanfall (Anlage 9.6 bis 9.8)

Gegenüber der Bestandsgeometrie entfällt lediglich ein Geradeausfahrstreifen in der westlichen Zufahrt, so dass ein Rechts-Geradeaus-Mischfahrstreifen entsteht. Die im Bestand an diesem Knotenpunkt verkehrende Buslinie 180 wird von der Buslinie 171 ersetzt. Die Buslinien 140 und 170 verkehren wie im Bestand in der Übereck-Beziehung Nord ↔ Ost. Die Tram wird entlang der Heidemannstraße auf einem besonderen Bahnkörper in der Mittellage geführt. Die Tramhaltestellen sind für beide Fahrrichtungen jeweils vor dem Knotenpunkt geplant. Die Bushaltestellen werden für beide Fahrrichtungen der Heidemannstraße jeweils hinter dem Knotenpunkt als Haltestellenkap vorgesehen sowie in beiden Richtungen in der Paul-Hindemith-Allee geplant. Radverkehr wird auf Radwegen geführt und aus allen Richtungen in die Signalisierung einbezogen. Für das indirekte Linksabbiegen sind aus Süden und aus Osten Radfahrertaschen vorgesehen. Es wird empfohlen für das indirekte Linksabbiegen aus Norden analog eine Radfahrertasche vorzusehen. Wegen des eigensignalisierten Rechtsabbiegers aus Süden kann keine Radfahrertasche für das Linksabbiegen der Radfahrer von Westen nach Norden markiert werden. Dieser Strom muss im Seitenraum warten. Eigene dreifeldige Radfahrersignale vor der Haltlinie bieten die Möglichkeit die Radfahrer vorzeitig gegenüber dem Fahrverkehr aufgrund der höheren Zwischenzeiten abzuschalten. Für die indirekten Linksabbieger werden zusätzliche Signalgeber hinter den Radfahrfurten notwendig.

Neben der Haupt- und Nebenrichtungsphase werden zwei weitere Phasen für die starken Abbiegeströme geschaltet. Aufgrund der unterschiedlichen Lastrichtungen erweist sich morgens der Ablauf

Phase 1-2-3-4 und abends Phase 1-3-4 als günstig. In Bezug auf die ÖV-Beschleunigung ist anzumerken, dass die neue Tramlinie gemeinsam mit dem parallelen Kraftfahrzeugverkehr in der Hauptrichtung zyklisch freigegeben wird und in dieser Zeit den Knotenpunkt unbeeinträchtigt passieren kann. Bei Bedarf kann die Phase verlängert werden. Die Buslinien werden ebenfalls beschleunigt.

Mit dieser Steuerung wird in der morgendlichen Spitzenstunde eine Leistungsfähigkeitsreserve von 65 % berechnet und die Verkehrsqualität mit QSV B beurteilt. In der abendlichen Spitzenstunde erreicht der starke Rechtsabbiegestrom von Süden seine Kapazitätsgrenze und wird mit QSV E beurteilt. In der Gesamtbilanz ergibt sich in der abendlichen Spitzenstunde ein Leistungsfähigkeitsreserve von 50 %. Die Verkehrsqualität wird mit QSV C beurteilt.

3.9 Heidemannstraße / Kieferngartenstraße – LZA 0752

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 10 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall und den Prognosenullfall sind in Tabelle 16 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 sind in Tabelle 17 angegeben.

M O R G E N S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Kieferngartenstraße (Nord)	fv02 R	140 %	34 s – B	125 %	36 s – C
	fv02 G	280 %	30 s – B	256 %	32 s – B
	fv02 L	136 %	33 s – B	121 %	35 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv03 R	143 %	26 s – B	-	-
	fv03 RG	-	-	11 %	77 s – E
	fv03 G	19 %	56 s – D	11 %	78 s – E
	la12	3 %	>90 s – E	77 %	44 s – C
Lilienthalallee (Süd)	fv04/ra05	360 %	20 s – A	330 %	21 s – B
	fv04 G	>900 %	27 s – B	>900 %	29 s – B
	fv04 L	142 %	34 s – B	127 %	36 s – C
Heidemannstraße (West)	fv01 R	136 %	28 s – B	166 %	24 s – B
	fv01 G	133 %	27 s – B	162 %	23 s – B
	la11	304 %	33 s – B	213 %	39 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		33 %	56 s – D	42 %	51 s – D

A B E N D S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Kieferngartenstraße (Nord)	fv02 R	134 %	34 s – B	111 %	37 s – C
	fv02 G	>900 %	27 s – B	>900 %	29 s – B
	fv02 L	181 %	32 s – B	154 %	34 s – B
Heidemannstraße (Ost)	fv03 R	197 %	25 s – B	-	-
	fv03 RG	-	-	87 %	25 s – B
	fv03 G	120 %	25 s – B	87 %	23 s – B
	la12	763 %	31 s – B	>900 %	32 s – B
Lilienthalallee (Süd)	fv04/ra05	46 %	31 s – B	34 %	38 s – C
	fv04 G	>900 %	28 s – B	881 %	29 s – B
	fv04 L	144 %	33 s – B	93 %	37 s – C
Heidemannstraße (West)	fv01 R	342 %	24 s – B	398 %	21 s – B
	fv01 G	37 %	39 s – C	55 %	29 s – B
	la11	230 %	34 s – B	156 %	40 s – C
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		61 %	32 s – B	56 %	31 s – B

Tabelle 16: Heidemannstraße / Kieferngartenstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Kieferngartenstraße (Nord)	fv03 RG	80 %	36 s – C
	fv03 L	32 %	48 s – C
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	6 %	>90 s – E
	fv04 G	6 %	>90 s – E
	la05	136 %	34 s – B
Lilienthalallee (Süd)	ra06	395 %	31 s – B
	fv07 GL	72 %	38 s – C
Heidemannstraße (West)	fv01 RG	38 %	42 s – C
	fv01 G	38 %	42 s – C
	la02	82 %	59 s – D
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		20 %	72 s – E
A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Kieferngartenstraße (Nord)	fv03 RG	148 %	32 s – B
	fv03 L	19 %	59 s – D
Heidemannstraße (Ost)	fv04 RG	18 %	66 s – D
	fv04 G	18 %	69 s – D
	la05	>900 %	31 s – B
Lilienthalallee (Süd)	ra06	22 %	79 s – E
	fv07 GL	38 %	46 s – C
Heidemannstraße (West)	fv01 RG	19 %	56 s – D
	fv01 G	19 %	56 s – D
	la02	270 %	31 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		41 %	61 s – D

Tabelle 17: Heidemannstraße / Kieferngartenstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 10.1 bis 10.3)

Der Knotenpunkt verfügt im Bestand über sehr großzügig gestaltete Zufahrten. In beiden Knotenpunktzufahrten der Heidemannstraße stehen vier Fahrstreifen zur Verfügung (rechts, 2x geradeaus und links). Alle Abbiegebeziehungen sind erlaubt. Dabei ist jedoch zu beachten, dass die Linksabbieger der Hauptrichtung eigensignalisiert sind. Die Zufahrt aus Norden verfügt über einen überbreiten Rechts-Geradeaus-Mischfahrstreifen und einen Linksabbiegefahrstreifen. In der südlichen Zufahrt sind ein Rechts-, ein Linksfahrstreifen und ein Fahrstreifen ohne Pfeilmarkierung vorhanden. Am Knotenpunkt verkehren Buslinien 140, 170, 178 und 180 in Nord-West-Beziehung, die an dieser LZA in beiden Fahrtrichtungen beschleunigt werden.

Im Analysenullfall treten durch das hohe Verkehrsaufkommen morgens längere Wartezeiten in der Ostzufahrt auf. Am Abend ist der Verkehrsablauf durch den Rückstau der östlichen benachbarten LZA beeinträchtigt. Die Leistungsfähigkeitsreserve des gesamten Knotenpunkts liegt morgens bei 33 % und abends bei 61 %, was unter anderem der langen Freigabezeit für Die Nebenrichtung aufgrund der Standardgehzeiten liegt. Der aus Osten kommende Linksabbiegestrom wird morgens aufgrund des starken Verkehrsaufkommens mit QSV E beurteilt. Die Gesamtbeurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs am Knotenpunkt erfolgt morgens QSV D und abends QSV B, der Verkehrsablauf wird aber als beeinträchtigt bewertet.

Prognosenufall (Anlage 10.4 bis 10.6)

Das Tagesverkehrsaufkommen nimmt von Westen, von Osten und von Süden um ca. 20 % zu und von Norden bleibt konstant. Zur Verbesserung der Erreichbarkeit des MOC und der Neubaumaßnahmen in der Lilienthalallee wurde mit dem Beschluss des Referates für Stadtplanung und Bauordnung „Konzeptionelle Verkehrsplanung für Maßnahmen zur Leistungssteigerung des Verkehrsnetzes im Bereich der Lilienthalallee“ (Vorlagen-Nr. 14-20 / V 07352) vom 13.12.2017 die geänderte Fahrstreifenaufteilung mit zwei Linksabbiegefahrstreifen in der Zufahrt Heidemann Ost beschlossen. Dementsprechend wird die Veränderung der Fahrstreifenaufteilung in der östlichen Zufahrt mit einem Rechts-Geradeaus-Misch-, einem Geradeaus- und zwei Linksabbiegefahrstreifen für die Leistungsfähigkeitsberechnung im Prognosenufall berücksichtigt. Mit dieser Geometrie ergibt sich in der morgendlichen Spitzenstunde QSV D mit einer Leistungsfähigkeitsreserve von 42 %, wobei die östliche Zufahrt die Kapazitätsgrenze erreicht. und in der abendlichen Spitzenstunde QSV B mit einer Leistungsfähigkeitsreserve von 56 %. Die vergleichsweise großen Reserven resultieren aus der langen Freigabe für die teilweise schwach belasteten Nebenrichtungen, die aufgrund der erforderlichen Standardgehzeiten für Fußgänger notwendig sind.

Prognoseplanfall (Anlage 10.7 bis 10.9)

Die Tram wird in Mittellage auf besonderem Bahnkörper in Nord-West-Relation geführt und hat in beiden Fahrrichtungen im nördlichen Knotenpunktarm eine Haltestelle mit Wartebereichen für die Fahrgäste. Die Buslinien 140 und 170/171 verkehren in Nord-West-Relation. Die Buslinie 178 verkehrt in Nord-Süd-Richtung. Im nördlichen Knotenpunktarm sind die Bushaltestellen in beiden Richtungen am Fahrbahnrand vorgesehen.

Für den Kraftfahrzeugverkehr sieht der Entwurf aufgrund der zu geringen Platzverhältnisse und Grundstücken Dritter in der westlichen Zufahrt die Reduzierung auf drei Fahrstreifen vor. Es werden ein Rechts-Geradeaus-Misch-, ein Geradeaus- und ein Linksabbiegefahrstreifen angeboten. In der östlichen Zufahrt stehen dem Kraftfahrzeugverkehr ein Rechts-Geradeaus-Misch-, ein Geradeaus-

und zwei Linksabbiegefahrstreifen zur Verfügung. Die Fahrstreifenaufteilung der nördlichen Zufahrt bleibt wie im Bestand erhalten. In der südlichen Knotenpunktzufahrt sind einen Links-Geradeaus-Misch- und zwei Rechtsabbiegefahrstreifen vorgesehen. Weiterhin sind über alle Knotenpunktarme Fußgängerfurten vorhanden. Der Radverkehr wird auf Radwegen geführt und aus allen Richtungen mit zweifeldigen Signalgebern, die sich am Ende der Furten befinden, signalisiert.

Das Steuerungskonzept sieht die Eigensignalisierung der Linksabbieger in der Hauptrichtung vor. Dies ist für den zweistreifigen Linksabbieger aus Osten und den Rechtseinbieger aus Süden zwingend.

Für den MIV-Ablauf sind 4 Phasen definiert: Hauptrichtung – Nachlauf Zufahrt Ost mit Linksabbieger aus Osten und mit Rechtseinbieger aus Süden – eigensignalisierte Abbiegeströme – Nebenrichtung. Für ÖPNV-Beschleunigung stehen der Tram zwei zusätzliche Beschleunigungsfenster vor und nach der Bedienung der Hauptrichtung zur Verfügung (Phase 04 und 06). Das erste Tramfenster enthält die Freigabe der eigensignalisierten Abbiegeströme und das zweite Tramfenster die Freigabe der Zufahrt West. Entsprechend der Lastrichtung kann morgens zusätzliche Freigabezeit der Ostzufahrt und abends den Rechtseinbieger von Süden bereitgestellt werden. Aufgrund der gemeinsamen Freigabe der Tram mit dem Linksabbiegestrom aus Westen muss hier das Wenden verboten werden. Die sehr lange Furt über den südlichen Knotenpunktarm verursacht eine lange Zwischenzeit.

Mit diesen Rahmenbedingungen erreicht in der Morgenspitze die östliche Zufahrt ihre Kapazitätsgrenze und wird mit QSV E bewertet. In der Abendspitze erreicht der Rechtseinbiegestrom aus Süden seine Kapazitätsgrenze und wird ebenfalls mit QSV E beurteilt. Der Knotenpunkt verfügt in der Gesamtbilanz morgens über 20 % und abends über 41 % Reserven, da für die Nebenrichtungsphase die Standardgehzeiten der Fußgänger und nicht die Stärke der Verkehrsströme maßgebend sind. Die Verkehrsqualität des Gesamtknotenpunkts wird morgens mit QSV E und abends mit QSV D beurteilt.

3.10 Kieferngartenstraße / Burmesterstraße

Detaillierte Informationen zu diesem Knotenpunkt und den Berechnungen der Leistungsfähigkeit können Anlage 11 entnommen werden. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Analysenullfall sowie den Prognosenullfall sind in Tabelle 18 zusammengefasst. Die Ergebnisse der Leistungsfähigkeitsuntersuchung für den Prognoseplanfall 2035 finden sich in Tabelle 19.

M O R G E N S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Burmesterstraße (West)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Kieferngartenstraße (Süd)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Burmesterstraße (Ost)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Kieferngartenstraße (Nord)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		-	A	-	A

A B E N D S		Analysenullfall		Prognosenullfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV	Reserve	QSV
Burmesterstraße (West)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Kieferngartenstraße (Süd)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Burmesterstraße (Ost)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Kieferngartenstraße (Nord)	Re. / Ge. / Li.	-	A	-	A
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		-	A	-	A

Tabelle 18: Kieferngartenstraße / Burmesterstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Analysenullfall und Prognosenullfall

M O R G E N S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Kieferngartenstraße (Nord)	fv01 RGL	249 %	13 s – A
Burmesterstraße (Ost)	fv02 RGL	100 %	34 s – B
Kieferngartenstraße (Süd)	fv03 RGL	260 %	13 s – A
Burmesterstraße (West)	fv04 RGL	439 %	28 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		183 %	19 s – A

A B E N D S		Prognoseplanfall	
Zufahrt	Signalgruppe / Fahrtrichtung	Reserve	QSV
Kieferngartenstraße (Nord)	fv01 RGL	418 %	12 s – A
Burmesterstraße (Ost)	fv02 RGL	158 %	32 s – B
Kieferngartenstraße (Süd)	fv03 RGL	183 %	13 s – A
Burmesterstraße (West)	fv04 RGL	465 %	28 s – B
Knotenpunktbilanz / Gesamtbeurteilung		295 %	18 s – A

Tabelle 19: Kieferngartenstraße / Burmesterstraße – Leistungsfähigkeitsuntersuchung Prognoseplanfall 2035

Analysenullfall (Anlage 11.1 bis 11.3)

Im Bestand stellt die Kreuzung einen nicht signalgeregelten Knotenpunkt dar. Die Kieferngartenstraße ist vorfahrtberechtigt. Alle Knotenpunktzufahrten verfügen über einen Mischfahrstreifen, der in der Südzufahrt überbreit ist.

Für die Fußgänger ist im nördlichen östlichen und südlichen Knotenpunktarm eine Mittelinsel vorhanden. Im südlichen und im nördlichen Abfluss der Kieferngartenstraße sind Haltestellenkaps angeordnet. Die Haltestelle wird von den Buslinien 140, 170, 178, 180 bedient.

Das im Analysenullfall auftretende Verkehrsaufkommen kann vom Knotenpunkt ohne Schwierigkeiten bewältigt werden. Die Qualität des Verkehrsablaufs am Knotenpunkt wird morgens und abends mit QSV A beurteilt.

Prognosenufall (Anlage 11.4 bis 11.5)

Die Qualität des Verkehrsablaufs wird weiterhin in der Morgenspitze mit der Qualitätsstufe A und in der Abendspitze mit der QSV A beurteilt.

Prognoseplanfall (Anlage 11.6 bis 11.8)

Die Tram 23 wird in Mittellage in Nord-Süd-Relation auf besonderem Bahnkörper geführt und hat im südlichen Knotenpunktarm in beiden Fahrrichtungen eine Haltestelle mit Wartebereichen für die Fahrgäste. Die Buslinien 140, 170, 171, 178 verkehren in Nord-Süd-Relation auf dem MIV-Planum. In allen Knotenpunktzufahrten ist ein Mischfahrstreifen vorgesehen. Im südlichen Knotenpunktarm sind zwei wegführende Fahrstreifen geplant.

Das Signalisierungskonzept sieht zwei Phasen Hauptrichtung – Nebenrichtung mit der Aktiven-Räum-Phasen-Schaltung zur Beschleunigung in zwei ÖV-Fenstern vor.

Die Leistungsfähigkeitsberechnung zeigt, dass der Knotenpunkt auch mit der Tram 23 weiterhin leistungsfähig ist. Die Leistungsfähigkeitsreserve beträgt morgens 183 % und abends 295 %. Die Qualität des Verkehrsablaufs wird in beiden Spitzenstunden mit QSV A beurteilt.

4 Zusammenfassung

In der vorliegenden Untersuchung wurden Leistungsfähigkeitsuntersuchungen der Knotenpunkte entlang der geplanten Verlängerung der Tram 23 durchgeführt. Betrachtet wurden jeweils der Analysenullfall, der Prognosenullfall 2035 und der Prognoseplanfall 2035.

Aus vorliegenden Verkehrszählungen und den prognostizierten Änderungen des Tagesverkehrsaufkommens vom Analysenullfall zum Prognosenullfall 2035 bzw. zum Prognoseplanfall 2035 (mit Tram 23) wurden die Spitzenstundenbelastungen für die Leistungsfähigkeitsberechnungen ermittelt. Für die Einordnung der Berechnungsergebnisse ist zu beachten, dass Knotenpunkte im Umfeld des Untersuchungsgebiets bereits im Bestand stark ausgelastet sind und die prognostizierten Verkehrszuwächse des Tagesverkehrs in den Spitzenstunden so nicht eintreten werden. Dieser Effekt wurde durch die Anwendung des Verfahrens „Verkehrsprognosen bei starkem Wachstum in der Landeshauptstadt München“ [3] berücksichtigt.

Die Tabelle 20 fasst die Knotenpunktbilanzen und die Bewertung der Verkehrsqualität für Analysenullfall, Prognosenullfall 2035 und Prognoseplanfall 2035 zusammen. Es wird festgestellt, dass die Verkehrsqualität von Analyse und Prognosenullfall sehr ähnlich beurteilt wird. Entlang der Heidemannstraße sind teilweise scheinbar große Leistungsfähigkeitsreserven vorhanden. Sie entstehen jedoch durch die Gewährleistung der Standardgehenzeiten über die Heidemannstraße, die deutlich größer sind als die erforderliche Grünzeit der schwach belasteten Nebenrichtungen. Für den Prognoseplanfall 2035 mit Tram 23 können die untersuchten Knotenpunkte in zwei Gruppen unterschieden werden. Eine Gruppe umfasst die Knotenpunkte, die eine sehr gute Verkehrsqualität erreichen und deren Leistungsfähigkeit gewährleistet ist. Sie sind durch niedrige Verkehrsbelastungen in den Spitzenstunden, weitgehend einfache Geometrien und dadurch mit Standardlösungen hinsichtlich des Signalisierungskonzepts und ÖV-Beschleunigung gekennzeichnet. Die Gruppe beinhaltet

- Helene-Wessel-Bogen / U-1763,
- U-1763 / U-1765,
- U-1764 / U-1761,
- LZA Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen (0945),
- LZA Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße (0961) und
- Kiefern Gartenstraße / Burmesterstraße.

Für die LZA der zweiten Gruppe gilt allgemein, dass bei einer Steigerung des Verkehrsaufkommens gegenüber den Berechnungen leistungskritische Situationen eintreten können. Sie werden nachfolgend einzeln erläutert.

An der LZA Am Nordring / Frankfurter Ring (1195) vergrößert sich im Prognoseplanfall durch die regelmäßigen Tramüberfahrten die Sperrzeit des Frankfurter Rings und morgens erreicht die östliche Zufahrt ihre Kapazitätsgrenze. Die berechneten Wartezeiten liegen über der Umlaufzeit der LZA.

Die LZA Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße (1163) ist für die Prognose 2035 geprägt durch eine starke Zunahme des Tagesverkehrsaufkommens unter anderem als Folge des künftigen neuen Bahnübergangs Lilienthalallee – Maria-Probst-Straße. Dennoch wird die Verkehrsqualität morgens mit QSV A und abends mit QSV C beurteilt, wobei die westliche Zufahrt nur noch QSV D erreicht.

Die LZA Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße (0647) ist durch die starken Übereckströme Ost ↔ Süd von und zum Euroindustriepark geprägt. Im Bestand werden morgens für den Linksabbieger von Osten und abends für den Rechtseinbieger von Süden Wartezeiten, die über der Umlaufzeit liegen, berechnet. Damit muss, anders als die Berechnungsergebnisse zeigen, von einer Überlastung (auch für den Prognosefall) gesprochen werden. Mit der Tram kann durch eine Grünzeitumverteilung die Situation morgens etwas optimiert werden, jedoch erreicht auch abends der Rechtseinbiegestrom von Süden seine Kapazitätsgrenze.

Am Knotenpunkt LZA Heidemannstraße / Kieferngartenstraße (0752) ist im Bestand der Linksabbieger von Osten morgens überlastet. Künftig ist in der Ostzufahrt die neun Fahrstreifen aufteilung rechts/geradeaus, geradeaus, links, links vorgesehen. Als Folge der neuen Fahrstreifen aufteilung verbessert sich die Verkehrsqualität des Linksabbiegerstroms von QSV E auf QSV C, wobei die Verkehrsqualität des Geradeausstroms auf QSV E absinkt. Im Prognoseplanfall werden ÖV-Sonderfenster für die abbiegende Tram erforderlich. Daraus resultierend erreichen stark belasteten Ströme morgens bzw. abends ihre Kapazitätsgrenzen und werden mit QSV E beurteilt.

Knotenpunkte		Analysenullfall 2020		Prognosenufall 2035		Prognoseplanfall 2035	
		Reserve	QSV	Reserve	QSV	Reserve	QSV
LZA Am Nordring / Frankfurter Ring (1195)	Morgens	+55 %	A	+55 %	A	+27 %	E
	Abends	+93 %	A	+93 %	A	+66 %	B
LZA Helene-Wessel-Bogen / Maria-Probst-Straße (1163)	Morgens	+231 %	A	+174 %	A	+125 %	A
	Abends	68 %	A	+42 %	B	+26 %	C
Helene-Wessel-Bogen / U-1763	Morgens	-	-	-	-	+131 %	B
	Abends	-	-	-	-	+133 %	B
U-1763 / U-1765	Morgens	-	-	-	-	+322 %	A
	Abends	-	-	-	-	+346 %	B
U-1764 / U-1761	Morgens	-	-	-	-	+191 %	B
	Abends	-	-	-	-	+137 %	B
LZA Heidemannstraße / Werner-Egk-Bogen (0945)	Morgens	+254 %	A	+135 %	B	+126 %	B
	Abends	197 %	A	+106 %	B	+105 %	B
LZA Gustav-Mahler-Straße / Heidemannstraße (0961)	Morgens	+349 %	A	+137 %	A	+282 %	A
	Abends	+231 %	A	+207 %	A	+150 %	A
LZA Heidemannstraße / Maria-Probst-Straße (0647)	Morgens	+49 %	D	+47 %	D	+65 %	B
	Abends	+78 %	C	+74 %	C	+50 %	C
LZA Heidemannstraße / Kiefernartenstraße (0752)	Morgens	+33 %	D	+42 %	D	+20 %	E
	Abends	+61 %	B	+56 %	B	+41 %	D
Kiefernartenstraße / Burmesterstraße	Morgens	-	A	-	A	+183 %	A
	Abends	-	A	-	A	+295 %	A

Tabelle 20: Übersicht Leistungsfähigkeitsbilanzen

QUELLENVERZEICHNIS

- [1] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:
Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015)
- [2] Landeshauptstadt München, Mobilitätsreferat - Verkehrssteuerung:
Leitfaden zur LSA-Planung, Version 2021
- [3] Landeshauptstadt München, Referat für Stadtplanung und Bauordnung:
Verkehrsprognosen bei starkem Wachstum in der Landeshauptstadt München, Stand
07.05.2019