

● ● ● **Tram Westtangente**
Haltestelle Andreas-Vöst-Straße

Tram Westtangente – Haltestelle Andreas-Vöst-Straße

Rahmenvertrag für die Erstellung von Leistungsfähigkeitsuntersuchungen
ohne und mit Simulation

Im Auftrag der Stadtwerke München GmbH
Resort Mobilität
Verkehrsinfrastruktur
Planung
Bus und Verkehrstechnik

März 2026

Bearbeiter: Claus Helmrich, Dipl.-Ing (FH)
Florian Grimmer, M. Sc. (TUM)
Gerhard Listl, Dr.-Ing.
Peter Schäffner, M. Sc. (TUM)
Alexander Zender, staatl. gepr. Verkehrstechniker

gevas humberg & partner
Ingenieurgesellschaft
für Verkehrsplanung und
Verkehrstechnik mbH
München - Karlsruhe
Aschauer Straße 30
81549 München

Telefon 089 489085-0
Telefax 089 489085-55
E-Mail muenchen@gevas-ingenieure.de
www.gevas-ingenieure.de

© gevas humberg & partner 2026

Inhaltsverzeichnis

1	Anlass und Aufgabenstellung	8
2	Datengrundlagen	10
3	Datenaufbereitung	11
3.1	IV-Verkehrsbelastungen	11
3.2	ÖV-Konzept	12
3.3	LSA-Steuerung im Bestand	14
3.4	Planungsvarianten	16
4	Leistungsfähigkeitsberechnungen	18
4.1	Methodik	18
4.2	Ergebnisse LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505)	20
4.3	Ergebniszusammenfassung	22
5	Verkehrsabhängige LSA-Steuerungen für den Planfall	23
5.1	Verkehrstechnische Randbedingungen	23
5.2	Planungsvariante 1: Überfahrbares Kap	23
5.3	Planungsvariante 2: Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung	24
5.4	Planungsvariante 3: Inselhaltestelle	24
5.5	Vergleich der Varianten	25
6	Verkehrsflusssimulation	27
6.1	Simulationsfälle	27
6.2	Methodik	27
6.3	Auswertung der Simulationen für die Planfälle	30
6.3.1	Kenngrößen	30
6.3.2	Prognose-Planfälle 2035 mit Ausbauvariante 1 (überfahrbares Kap)	32
6.3.3	Prognose-Planfälle 2035 mit Ausbauvariante 2	38
6.3.4	Prognose-Planfälle 2035 mit Ausbauvariante 3	44
6.3.5	Ergebnisbewertung	50
7	Zusammenfassung und Empfehlungen	52
7.1	Aufgabenstellung und Untersuchungsansatz	52

7.2	Gesamtbeurteilung	52
7.3	Empfehlungen	60
8	Quellenverzeichnis	61
9	Anhang	62
9.1	Verkehrsbelastungszahlen Bestand (Analyse 2016)	
9.2	Verkehrsbelastungszahlen Nullfall (Prognose 2030)	
9.3	Verkehrsbelastungszahlen Planfall (Prognose 2035)	
9.4	Signallage-, Phasenfolge- und Funkmeldepunktpläne	
9.4.1	LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)	
9.5	Signalprogramme	
9.5.1	LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)	
9.6	HBS-Berechnungstabellen	
9.6.1	LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)	
9.7	MIV- und ÖV-Verlustzeiten aus der Verkehrssimulation (LSA 505 Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße)	

Abbildungen

Abbildung 1:	Räumlicher Umgriff der Untersuchung (Quelle: siehe [1])	9
Abbildung 2:	Tramkonzept für die Prognosefälle in der Verkehrsflusssimulation [Quelle: SWM GmbH, geringfügige Anpassungen durch gevas]	14
Abbildung 3:	Ausbauvariante 1 [Quelle: SWM GmbH]	17
Abbildung 4:	Ausbauvariante 2 [Quelle: SWM GmbH]	17
Abbildung 5:	Ausbauvariante 3 [Quelle: SWM GmbH]	17
Abbildung 6:	Ausschnitt Simulationsnetz	28
Abbildung 7:	Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes (HBS 2015) bei signalisierten Knotenpunkten für den ÖPNV	31
Abbildung 8:	Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten – Morgenspitze	32
Abbildung 9:	Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)	33
Abbildung 10:	Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)	34
Abbildung 11:	Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Abendspitze	35
Abbildung 12:	Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)	36
Abbildung 13:	Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)	37
Abbildung 14:	Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Morgenspitze	38
Abbildung 15:	Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)	39

Abbildung 16:	Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)	40
Abbildung 17:	Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Abendspitze	41
Abbildung 18:	Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)	42
Abbildung 19:	Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)	43
Abbildung 20:	Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Morgenspitze	44
Abbildung 21:	Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)	45
Abbildung 22:	Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)	46
Abbildung 23:	Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Abendspitze	47
Abbildung 24:	Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)	48
Abbildung 25:	Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)	49
Abbildung 26:	Bewertung der LSA 505 bzgl. Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit	50
Abbildung 27:	Gegenüberstellung der mittleren ÖV-Verlustzeiten (max. Verlustzeiten) aller Ausbauvarianten an der LSA 505 – Morgenspitze	55
Abbildung 28:	Gegenüberstellung der mittleren ÖV-Verlustzeiten (max. Verlustzeiten) aller Ausbauvarianten an der LSA 505 – Abendspitze	56

Abbildung 29:	Gegenüberstellung der Qualitätsstufen und der mittleren Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des MIV aller Ausbauvarianten an der LSA 505	57
---------------	--	----

Tabellen

Tabelle 1:	Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (HBS 2015) für motorisierten Individualverkehr	19
Tabelle 2:	Übersicht der ermittelten Qualitätsstufen für den MIV – LSA 505	22

1 Anlass und Aufgabenstellung

Im Rahmen des Projekts „Tram Westtangente – Haltestelle Andreas-Vöst-Straße“ wurden für den Neubau der Tram Westtangente drei Ausbauvarianten für die künftige Tramhaltestelle Andreas-Vöst-Straße entworfen. In allen Varianten ist für die Fahrtrichtung nach Süden eine Inselhaltestelle mit einem Tramgleis in Mittellage vorgesehen. Für die Fahrtrichtung nach Norden wird zwischen den drei folgenden Ausbauvarianten unterschieden:

- Variante 1: Ausbau als überfahrbares Kap
- Variante 2: Ausbau als Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung
- Variante 3: Ausbau als Inselhaltestelle

Für jede Planungsvariante sind jeweils zwei ÖV-Betriebskonzepte – mit drei bzw. zwei Tramlinien - zu untersuchen.

Neben Leistungsfähigkeitsberechnungen wurde eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation durchgeführt. Die Simulation dient auch dazu, die Rad- und Fußgängerströme im Bereich der Haltestelle bzw. der Lichtsignalanlage (LSA), gerade zum Schulbeginn der benachbarten Gymnasien, mit darzustellen.

Der Untersuchungsumgriff umfasst die LSA Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Str. (0505). In der Simulation werden die benachbarten LSA Fürstenrieder-/ Meier-Helmbrecht-Straße (1093) und Ammersee-/ Fürstenrieder Straße (0167) schematisch hinterlegt um eine mögliche Einflussnahme dieser Anlagen auf den Verkehrsablauf der LSA Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße bewerten zu können.

Eine Übersicht über den Streckenzug befindet sich in Abbildung 1:

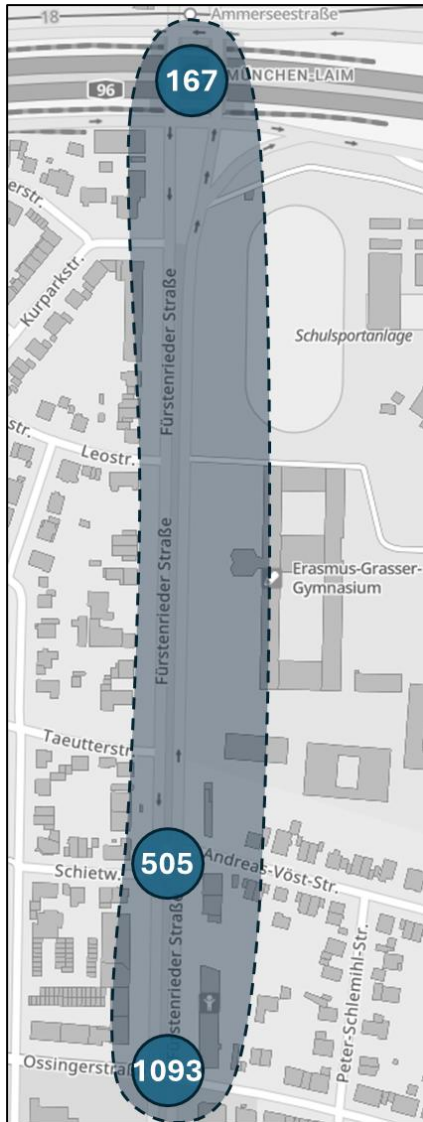


Abbildung 1: Räumlicher Umgriff der Untersuchung (Quelle: siehe [1])

Die Ergebnisse der verkehrstechnischen Untersuchung sollen in einen Variantenentscheid einfließen. Hierfür werden die Planungsvarianten mit den zugehörigen ÖV-Betriebskonzepten im Bericht gegenübergestellt und die Vor- und Nachteile jeder Variante tabellarisch aufgezeigt.

Abschließend wird eine Empfehlung aus verkehrstechnischer Sicht gegeben.

2 Datengrundlagen

Folgende für die Untersuchung erforderlichen Daten wurden von der Auftraggeberin zur Verfügung gestellt:

- Ausführungsplanungen für die Tram Westtangente zwischen den Haltestellen Holzapfelkreuth und Ammerseestraße
- Neubaustrecke Tram Westtangente, Leistungsfähigkeitsuntersuchung, Stand 17.08.2018 Arbeitsunterlagen – Teil B: Anlagen (Vössing Ingenieure)
 - LSA Ammersee- / Fürstenrieder Straße (0167)
 - LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)
 - LSA Meier-Helmbrecht- / Fürstenrieder Straße (1093)
- Verkehrsstärken
 - 2018 Arbeitsunterlagen – Teil B: Anlagen (Vössing Ingenieure):
 - Analysenullfall 2016
 - Prognosenußfall 2030
 - Landeshauptstadt München, Mobilitätsreferat:
 - Verkehrserhebung LSA 0167 vom 12.07.2023
 - Verkehrsmodell Landeshauptstadt München Analysenullfall 2024 (DTV)
 - Verkehrsmodell Landeshauptstadt München Prognoseplanfall 2035 (DTV)
- Hardwareunterlagen zu den Lichtsignalanlagen für die Varianten 1 und 2
- Entwurfsskizze für die Variante 3 vom Februar 2026
- ÖPNV-Betriebskonzepte für den Planfall

Verkehrsbelastungszahlen für den Fuß- und Radverkehr am Knotenpunkt der LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505) liegen nicht vor. Die Schülerverkehre wurden im Rahmen von zwei Orts-terminen am 25.02.2025 am Morgen und am Mittag stichprobenhaft erhoben und in einer groben Abschätzung in der Simulation dargestellt.

3 Datenaufbereitung

3.1 IV-Verkehrsbelastungen

Analysezahlen (2016)

Für die Leistungsfähigkeitsberechnungen an der LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505) wurden die IV-Verkehrsbelastungszahlen in den Spitzenstunden aus der zur Verfügung gestellten Leistungsfähigkeitsuntersuchung zugrunde gelegt. Diese sind dem Anhang 9.1 zu entnehmen.

An der LSA 505 ist morgens (2016: 7:15-8:15 Uhr) eine stärkere Lastrichtung auf der Fürstenrieder Straße nach Norden vorhanden. Im Prognose-Planfall sind dies ca. 2250 Kfz/h gegenüber ca. 1550 Kfz/h nach Süden. Abends (2016: 17:00-18:00 Uhr) ist die Fürstenrieder Straße nach Süden mit ca. 1700 Kfz/h nur geringfügig höher belastet als die Fahrtrichtung nach Norden mit ca. 1500 Kfz/h. Die Nebenrichtungsbelastung aus der Andreas-Vöst-Straße fällt in beiden Spitzenstunden mit weniger als 100 Kfz/h gering aus.

Prognose 2030 (Nullfall)

Für die Leistungsfähigkeitsberechnungen an der LSA 505 wurden im Prognose-Nullfall 2030 die IV-Verkehrsbelastungszahlen in den Spitzenstunden aus der zur Verfügung gestellten Leistungsfähigkeitsuntersuchung zugrunde gelegt. Diese sind dem Anhang 9.2 zu entnehmen.

Prognose 2035 (Planfall)

Auf Grundlage der im Verkehrsmodell der Landeshauptstadt München prognostizierten Verkehrsentwicklung im Zuge der Fürstenrieder Straße und der Querschnittsbelastung südlich der LSA 167 aus der Verkehrserhebung vom Juli 2023 wurde eine Prognose 2035 ermittelt und aufbereitet.

In Fahrtrichtung Süden ergibt sich mit einer Verringerung des Verkehrsaufkommens um 1100 Kfz/Tag bezogen auf das Modell eine Reduzierung der Verkehrsbelastungszahlen im Zuge der Fürstenrieder Straße um 4,8 % im Jahr 2035 im Vergleich zum Jahr 2024. In Fahrtrichtung Norden mit 2400 Kfz/Tag weniger ergibt sich eine Verkehrsreduzierung von 11,4 %.

Die prognostizierte Verkehrsabnahme im Zuge der Fürstenrieder Straße wurde, auf Basis der Verkehrszählung 2023, vom Querschnitt südlich der Lindauer Autobahn A96 rechnerisch auf die beiden Lichtsignalanlagen an der Andreas-Vöst-Straße und der Meier-Helmbrecht- Straße übertragen.

Ein- und Abbieger auf Höhe der Andreas-Vöst-Straße wurden, gemäß den Abstimmungen mit dem Mobilitätsreferat, aus der Verkehrserhebung 2016 übernommen.

In Fahrtrichtung nach Norden ist das Verkehrsaufkommen der Ein- und Abbieger in einer gleichen Größenordnung und daher für die durchzuführenden Leistungsfähigkeitsbetrachtungen von untergeordneter Bedeutung.

Die Verkehrsbelastungen der für die Simulation maßgeblichen Ströme der Lichtsignalanlagen der LSA 167 und 1093 sind in Anhang 9.3 enthalten.

3.2 ÖV-Konzept

Im Analysefall und im Prognose-Nullfall verkehren Linienbusse mit dem Individualverkehr auf den dreispurigen Richtungsfahrbahnen. Der derzeitige Bauzustand für die Erneuerung der Hauptwasserleitung HW5 im Rahmen der Tram-Westtangente findet in den Berechnungen keine Berücksichtigung.

Im Prognose-Planfall wird von der Umsetzung der Tram Westtangente ausgegangen. Der eigene Gleiskörper befindet sich im betrachteten Streckenzug in Mittellage.

In der Fahrtrichtung nach Süden ist in allen Varianten eine Inselhaltestelle vorgesehen. Für die Fahrtrichtung nach Norden sind folgende drei Planungsvarianten zu untersuchen:

Planungsvariante 1: Überfahrbares Kap

In Planungsvariante 1 wird im Haltestellenbereich Andreas-Vöst-Straße für die Straßenbahn mit Fahrtrichtung nach Norden ein überfahrbares Kap eingerichtet. Das Ein- und Aussteigen der Fahrgäste wird für die Dauer des Fahrgastwechsels signaltechnisch gesichert.

Planungsvariante 2: Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung.

In Planungsvariante 2 befindet sich die Haltestelle für die Straßenbahn mit Fahrtrichtung nach Norden in Seitenlage. Vor der Haltestelle verschwenkt das Gleis von der Mittel- in die Seitenlage und

danach wieder zurück in die Mittellage. Die Gleisverschwenkung wird gegen die Fahrverkehre signaltechnisch gesichert.

Planungsvariante 3: Inselhaltestelle.

In Planungsvariante 3 befinden sich beide Haltestellen in Mittellage.

Kapitel 3.4 enthält die Lagepläne zu den Varianten.

ÖV-Betriebskonzepte

Für jede Planungsvariante werden zwei ÖV-Betriebskonzepte unterstellt:

- **ÖV-Betriebskonzept 1:**
3 Tramlinien (Linien 12 und 16 sowie „14“ als Verstärkerlinie zur Linie 12) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Vierteiler“ (Länge ca. 35 Meter).
- **ÖV-Betriebskonzept 2:**
2 Tramlinien (Linie 12 und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Sechsteiler“ (Länge ca. 54 Meter)

Das Tramkonzept, welches auch für die Verkehrssimulation von Bedeutung ist, ist in Abbildung 2 dargestellt.

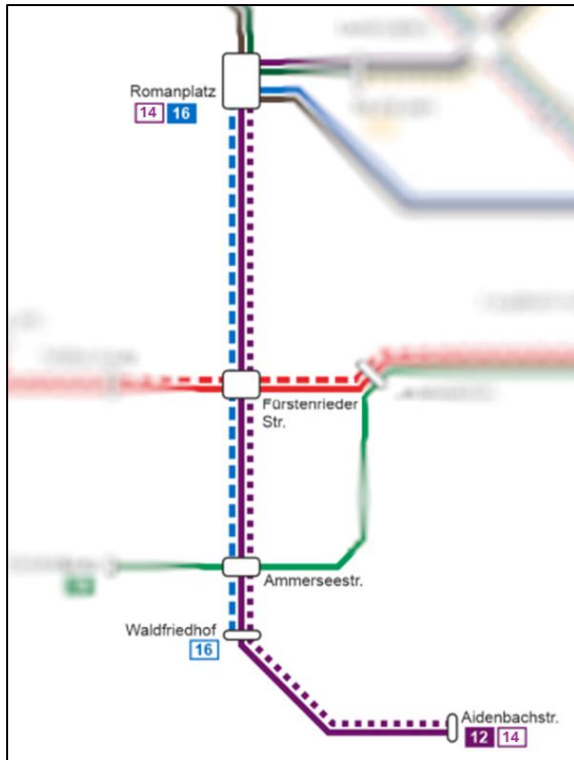


Abbildung 2: Tramkonzept für die Prognosefälle in der Verkehrsflusssimulation [Quelle: SWM GmbH, geringfügige Anpassungen durch gevas]

3.3 LSA-Steuerung im Bestand

LSA 0505 Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

Die Grundlagen zu den verkehrstechnischen Unterlagen der Bestandssteuerung sind der VTU „Neubaustrecke Tram Westtangente, Leistungsfähigkeitsuntersuchung, Stand 17.08.2018 Arbeitsunterlagen – Teil B: Anlagen (Vössing Ingenieure)“ zu entnehmen.

Der Signallage- und Phasenfolgeplan ist im Anhang unter 9.4.1 dargestellt. Die Fußgängerschutzanlage ist mit Anforderungstastern für die Fußgänger und jeweils einer Anforderungsschleife in der Einmündung der Andreas-Vöst-Straße und dem Schietweg ausgestattet. Das Ausfahren aus der Andreas-Vöst- in die Fürstenrieder Straße wird mit einem der Fußgängerschutzanlage vorgelagerten Fang-Signal teilsignalisiert.

Es findet ein zweiphasiger Betrieb im Wechsel zwischen den Fahrverkehren der Fürstenrieder Straße und der Fußgänger-Doppelfurt über die Fürstenrieder Straße statt.

Die ursprünglich je Fahrtrichtung dreispurige Fahrbahn ist derzeit auf eine Spur je Fahrtrichtung reduziert. Durch die Spurreduzierung ergeben sich in den Spitzenstunden starke Rückstauungen im Individualverkehr, wodurch die Linienbusse ebenfalls betroffen sind.

Die Bushaltestelle auf der Ostseite der Fürstenrieder Straße wurde gegenüber der ursprünglichen Lage weiter nach Norden verschoben. Die Bushaltestelle auf der Westseite wurde südlich des Schietwegs verlegt.

Fußgänger und Radfahrer queren die Fürstenrieder Straße in der Morgenspitze zwischen 7:40 und 7:55 Uhr mit Pulks von bis zu 40 Personen pro Umlauf überwiegend von Westen nach Osten, in Richtung der Schulen. Circa die Hälfte davon sind Radfahrende. Ein Drittel der Fußgänger sind Fahrgäste der Linienbusse aus Richtung Norden.

In der Mittagszeit ist ein erhöhtes Aufkommen von Fußgängern und Radfahrern zwischen 13:15 und 13:25 Uhr festzustellen. In diesem Zeitraum queren pro Umlauf bis zu 30 Personen im Bereich der Fußgängerschutzanlage die Fürstenrieder Straße von Osten nach Westen.

3.4 Planungsvarianten

LSA 0505 Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

In den Planungsvarianten 1 und 2 befindet sich nördlich und südlich der Tramhaltestellen jeweils eine Doppelfurt für Fußgänger zum Queren der Fürstenrieder Straße. Den Mittelteiler der Furten bilden der Beginn und das Ende der Haltestelle für die von Norden kommende Tram. Den Fußgängerdoppelfurten werden jeweils einteilige, eigens signalisierte Zweirichtungsfurten für Radfahrende zugeordnet. In der Planungsvariante 3 sind die Furten, aufgrund der Inselhaltestelle in Mittellage, als Dreifachfurten ausgeführt. Eine signalisierte Zweirichtungsfurt für Radfahrende ist der südlichen Fußgängerfurt zugeordnet. Für die Fußgänger sind Bord-Bord-Querungsbedingungen zum Queren des gesamten Straßenquerschnitts der Fürstenrieder Straße während der Grünzeit der Furten einzuhalten. Für die LSA 505 sind für die Planfälle sechs Ausbau- bzw. Betriebsvarianten zu untersuchen:

- **Variante 1.1:**
Planungsvariante 1: Überfahrbares Kap
ÖV-Betriebskonzept 1: 3 Tramlinien (Linie 12, „14“ und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Vierteiler“ (Länge ca. 35 Meter)
- **Variante 1.2:**
Planungsvariante 1: Überfahrbares Kap
ÖV-Betriebskonzept 2: 2 Tramlinien (Linie 12 und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Sechsteiler“ (Länge ca. 54 Meter)
- **Variante 2.1:**
Planungsvariante 2: Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung
ÖV-Betriebskonzept 1: 3 Tramlinien (Linie 12, „14“ und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Vierteiler“ (Länge ca. 35 Meter)
- **Variante 2.2:**
Planungsvariante 2: Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung
ÖV-Betriebskonzept 2: 2 Tramlinien (Linie 12 und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Sechsteiler“ (Länge ca. 54 Meter)
- **Variante 3.1:**
Planungsvariante 3: Inselhaltestelle
ÖV-Betriebskonzept 1: 3 Tramlinien (Linie 12, „14“ und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Vierteiler“ (Länge ca. 35 Meter)
- **Variante 3.2:**
Planungsvariante 3: Inselhaltestelle
ÖV-Betriebskonzept 2: 2 Tramlinien (Linie 12 und 16) in 10 Minuten, jeweils mit Fahrzeugtyp „Sechsteiler“ (Länge ca. 54 Meter)

Die Ausbauvarianten sind in den Plänen der folgenden Abbildung 3, Abbildung 4 und Abbildung 5 dargestellt.

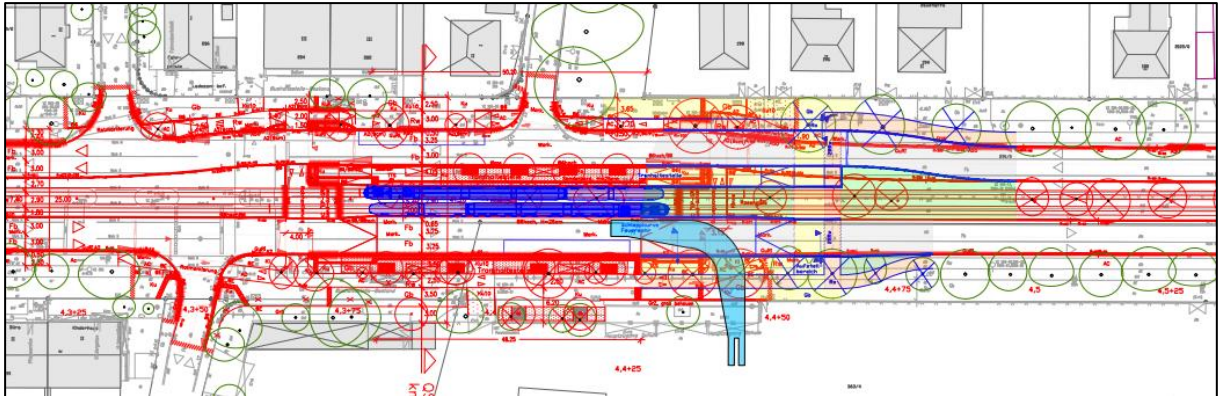


Abbildung 3: Ausbauvariante 1 [Quelle: SWM GmbH]

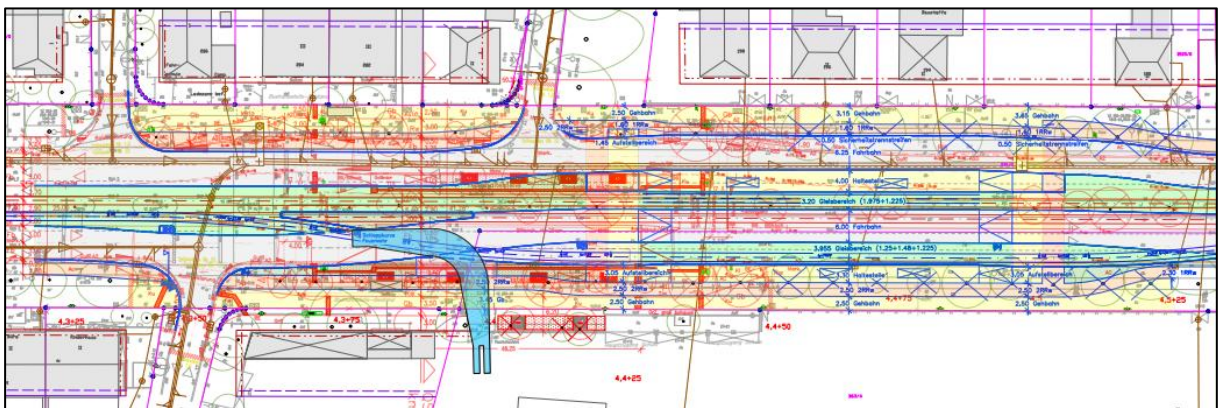


Abbildung 4: Ausbauvariante 2 [Quelle: SWM GmbH]

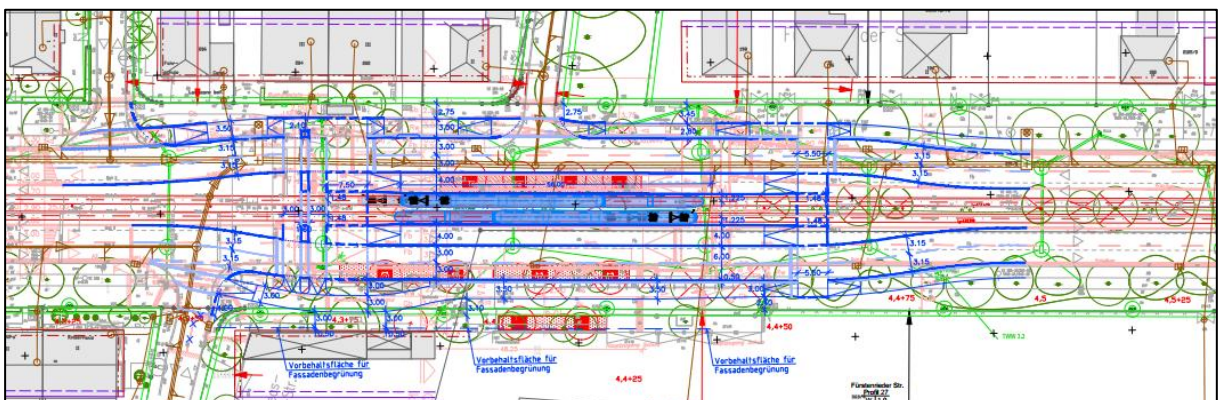


Abbildung 5: Ausbauvariante 3 [Quelle: SWM GmbH]

4 Leistungsfähigkeitsberechnungen

4.1 Methodik

Die Beurteilung der Knotenpunkte im Hinblick auf den Verkehrsablauf erfolgt gemäß dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) [2]. In dem Verfahren wird die Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs (QSV) aus Verkehrsteilnehmersicht in einer sechsstufigen Einteilung in Abhängigkeit von der mittleren Wartezeit, bzw. dem Auslastungsgrad vorgenommen. Die Schwellenwerte zwischen den einzelnen Qualitätsstufen sind in Tabelle 1 dargestellt. Die Qualitätsstufen QSV A bis QSV E weisen dabei auf die grundsätzliche Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes hin, allerdings sind die Wartezeiten bei QSV E bereits deutlich verlängert. QSV F bedeutet hingegen, dass die Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes nicht mehr gegeben ist.

Maßgebend für die Gesamtbewertung der Verkehrsqualität ist an signalisierten Knotenpunkten die schlechteste Qualitätsstufe, die sich für einen einzelnen Fahrstreifen im Kfz-Verkehr ergibt. Sind einzelne Kfz-Ströme an Lichtsignalanlagen aufgrund ihrer geringen Verkehrsstärke von nachrangiger Bedeutung, so können sie bei der Bewertung der Verkehrsqualität des gesamten Knotenpunktes vernachlässigt werden. Es ist dann die schlechteste Qualitätsstufe, die sich für einen der übrigen Verkehrsströme ergibt, für die Beurteilung der Verkehrsqualität des Knotenpunktes maßgebend [2].

Über die Verkehrsqualität hinaus ist die Länge des 95 %-Rückstaus, der sich in den Zufahrten durch die wartepflichtigen Fahrzeuge bildet, von Bedeutung. Sie kann für die Bemessung von Knotenpunkten maßgebend werden, wenn die Gefahr besteht, dass hierdurch andere Verkehrsströme oder der Verkehrsfluss an einem benachbarten Knotenpunkt beeinträchtigt werden.

Tabelle 1: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (HBS 2015) für motorisierten Individualverkehr

Zulässige mittlere Wartezeit für Kfz-Verkehr an...	signalisierten Knotenpunkten
QSV A	$\leq 20 \text{ s}$
QSV B	$\leq 35 \text{ s}$
QSV C	$\leq 50 \text{ s}$
QSV D	$\leq 70 \text{ s}$
QSV E	$> 70 \text{ s}$
QSV F	$q > C$
QSV... Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs q... Verkehrsstärke C... Kapazität	

An signalisierten Knotenpunkten können die sechs Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes QSV A bis QSV F gemäß dem HBS 2015 [2] wie folgt beschrieben werden:

- QSV A:** Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr kurz.
- QSV B:** 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.
- QSV C:** 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.
- QSV D:** 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.

QSV E: 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.

QSV F: Auf dem betrachteten Fahrstreifen wird die Kapazität im Kfz-Verkehr überschritten (Auslastungsgrad > 1). Die Wartezeiten sind für die jeweils betroffenen Verkehrsteilnehmer sehr lang. Der Rückstau wächst stetig. Die Kraftfahrzeuge müssen bis zur Weiterfahrt mehrfach vorrücken.

Für die Leistungsfähigkeitsberechnungen nach HBS erfolgt eine Einzelknotenbetrachtung der jeweiligen lokalen Spitzenstunde.

4.2 Ergebnisse LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505)

Analyse

In der Morgen- und Abendspitze des Analysefalls wird der Knotenpunkt der LSA 505 mit einer Qualitätsstufe A bewertet. Der maximale Auslastungsgrad liegt in der Hauptrichtung bei ca. 67 %. Die max. 95 %-Rückstaulängen liegen in der Hauptrichtung bei ca. 130 m. Die dazugehörigen Signallage- und Phasenfolgepläne sind im Anhang 9.4.1.1 dargestellt. Die detaillierten Leistungsfähigkeitsberechnungen sind dem 9.6.1.1 zu entnehmen.

Prognose-Nullfall

In der Morgenspitze des Prognose-Nullfalls wird der Knotenpunkt der LSA 505 mit einer Qualitätsstufe B und in der Abendspitze mit einer Qualitätsstufe A bewertet und kann leistungsfähig betrieben werden. Der maximale Auslastungsgrad liegt in der Hauptrichtung bei ca. 83 %. Die max. 95 %-Rückstaulängen liegen in der Hauptrichtung bei ca. 190 m. Maßgebend ist hierbei die Südzufahrt. Die detaillierten Leistungsfähigkeitsberechnungen sind dem Anhang 9.6.1.2 zu entnehmen.

Prognose-Planfall 1 (Kap)

In der Morgenspitze des Prognose-Planfalls 1 weist der Knotenpunkt der LSA 505 in beiden ÖV-Betriebskonzepten eine Qualitätsstufe F auf. Die Auslastung liegt bei 118 % mit Konzept 1 bzw. 137 % mit Konzept 2. In der Abendspitze wird für beide ÖV-Konzepte die Qualitätsstufe D erreicht. Die Lichtsignalanlage ist mit beiden Betriebskonzepten für den Planfall 1 (Kap) mit einer Qualitätsstufe F insgesamt nicht ausreichend leistungsfähig.

Die zum Planfall 1 gehörenden Signallage-, Phasenfolge- und Funkmeldepunktpläne sind im Anhang 9.4.1.2 dargestellt. Die jeweiligen Signalprogramme und die detaillierten Leistungsfähigkeitsberechnungen sind dem Anhang 9.5.1.1 und 9.6.1.3 zu entnehmen.

Prognose-Planfall 2 (Gleisverschwenkung)

Mit der für das Jahr 2035 prognostizierten Verkehrsabnahme wird für das ÖV-Konzept 1 in der Morgenspitze die Qualitätsstufe E (Auslastungsgrad bei ca. 95 %) erreicht. Für das ÖV-Konzept 2 wird die Verkehrsqualität mit der Qualitätsstufe C (Auslastungsgrad bei ca. 87 %) bewertet. Die Verkehrsqualität in der Abendspitze liegt für beide ÖV-Konzepte bei Qualitätsstufe B.

Die Lichtsignalanlage ist mit beiden Betriebskonzepten für den Planfall 2 (Gleisverschwenkung) leistungsfähig, wobei die Verkehrsqualität mit ÖV-Konzept 2 deutlich besser ausfällt als mit ÖV-Konzept 1.

Die zum Planfall 2 gehörenden Signallage-, Phasenfolge- und Funkmeldepunktpläne sind im Anhang unter 9.4.1.3 dargestellt. Die jeweiligen Signalprogramme und die detaillierten Leistungsfähigkeitsberechnungen sind dem Anhang 9.5.1.2 und 9.6.1.4 zu entnehmen.

Prognose-Planfall 3 (Inselhaltestelle)

In der Morgenspitze des Prognose-Planfalls 3 weist der Knotenpunkt der LSA 505 für Betriebskonzept 1 eine Qualitätsstufe C auf. Unter Annahme von Betriebskonzept 2 wird der Knotenpunkt mit QSV B bewertet. Der maximale Auslastungsgrad liegt bei ca. 54 %. In der Abendspitze erreicht der Knotenpunkt mit beiden ÖV-Betriebskonzepten die Qualitätsstufe B. Vor allem in Fahrtrichtung Nord verbessert sich die Verkehrsqualität für den MIV im Vergleich zu den Planfällen 1 und 2, da die Häufigkeit der Eingriffe abnimmt.

Die zum Planfall 3 gehörenden Signallage-, Phasenfolge- und Funkmeldepunktpläne sind im Anhang unter 9.4.1.4 dargestellt. Die jeweiligen Signalprogramme und die detaillierten Leistungsfähigkeitsberechnungen sind dem Anhang 9.5.1.3 und 9.6.1.5 zu entnehmen.

In allen Prognose-Planfällen ist der Stauraum zur südlich gelegenen Fürstenrieder-/ Meier-Helmbrecht-Straße (LSA 1093), auch im Prognosejahr 2035, kürzer als die rechnerische Rückstaulänge. Die hierdurch entstehenden Wechselwirkungen zwischen den Lichtsignalanlagen werden im Rahmen der Simulation untersucht.

4.3 Ergebniszusammenfassung

In der nachfolgenden Tabelle sind die Qualitätsstufen des Knotenpunktes der LSA Andreas-Vöst-/Fürstenrieder Straße (505) noch einmal zusammengefasst dargestellt. Die LSA 505 kann im Analyse- und im Nullfall leistungsfähig betrieben werden. Mit der für das Jahr 2035 prognostizierten Verkehrsabnahme können die Planungsvarianten 2 und 3 mit beiden ÖV-Konzepten in den Spitzenstunden leistungsfähig betrieben werden, wobei in Planungsvariante 3 eine höhere Qualität des Verkehrsablaufs zu erwarten ist (min. QSV C gegenüber QSV E für Variante 2). Für beide Planungsvarianten 2 und 3 wird unter Annahme des ÖV-Konzepts 2 eine höhere QSV erreicht als mit ÖV-Konzept 1. Die Planungsvariante 1 ist in der Morgenspitze mit beiden ÖV-Konzepten nicht leistungsfähig.

	Analysefall		PNF		Planungsvariante 1				Planungsvariante 2				Planungsvariante 3				
					ÖV-Konzept 1		ÖV-Konzept 2		ÖV-Konzept 1		ÖV-Konzept 2		ÖV-Konzept 1		ÖV-Konzept 2		
					PPF 2035												
Knotenpunkt	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	
LSA 505	A	A	B	A	F	D	F	D	E	B	C	B	C	B	B	B	B
Nordzufahrt	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	B	B	B	B	B
Südzufahrt	A	A	B	A	F	D	F	D	E	B	C	B	C	A	B	B	A

Tabelle 2: Übersicht der ermittelten Qualitätsstufen für den MIV – LSA 505

5 Verkehrsabhängige LSA-Steuerungen für den Planfall

5.1 Verkehrstechnische Randbedingungen

Um in der Simulation einen möglichst realitätsnahen Verkehrsablauf abzubilden, wurde die Steuerung der Lichtsignalanlagen LSA 0505 (Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße) im Rahmen der vorliegenden verkehrstechnischen Untersuchung für die Simulation der Verkehrsabläufe in den Planfällen auf Grundlage der RiLSA 2015 [3] und dem Planungsleitfaden für Lichtsignalanlagen der Landeshauptstadt München [4] mit folgenden übergeordneten Festlegungen neu projektiert:

- In der Zwischenzeitenberechnung wird beim Räumen der Straßenbahnen, einheitlich bei allen Konfliktfällen, eine Fahrzeuglänge von 35 m angesetzt.
- Die Lichtsignalanlagensteuerungen wurden für die unterschiedlichen Planfälle jeweils mit einer freien Umlaufzeit geplant.
- Für die Fußgänger-Mehrfachfurten über die Hauptrichtung wurden Bord-Bord-Gehenzeiten berücksichtigt.
- Gemäß dem LSA-Planungsleitfaden des Mobilitätsreferats wurde eine Wartezeitbegrenzung für den Fall des ÖV-Eingriffs in den LSA-Steuerungen vorgesehen. Im Begegnungsfall können hierdurch für das zweite ÖV-Fahrzeug zusätzliche Verlustzeiten entstehen.

In allen Planungsvarianten ist in den Zwischenzeitenberechnungen für die zu planenden Steuerungen nach Vorgabe der Auftraggeberin der sechsteilige Fahrzeugtyp (Länge ca. 54 m) zu berücksichtigen.

Für die baulich unterschiedlichen Varianten sind unterschiedliche Steuerungskonzepte erforderlich.

5.2 Planungsvariante 1: Überfahrbares Kap

Bei einem Ausbau mit einem überfahrbaren Haltestellenkap erfolgt eine signaltechnische Sicherung der ein- und aussteigenden Fahrgäste mit Einfahrt der Tram aus Süden in die Haltestelle. Für die Dauer der Fahrgastwechselzeiten und der Schutzzeiten zwischen den Fahrverkehrssignalen und den Furten findet eine Vollsperrung für die Fahrverkehre auf der Fürstenrieder Straße statt.

Um einer Missachtung des Rotlichtes der Hauptrichtung, durch Fahrverkehre aus der Andreas-Vöst-Straße bei der Einfahrt in die Fürstenrieder Straße, und damit Konflikten mit ein- und aussteigenden Fahrgästen vorzubeugen, ist die Ausfahrt der Andreas-Vöst-Straße signaltechnisch gesichert. Auf eine getrennte Freigabe der Andreas-Vöst-Straße und der Fußgängerfurten wurde im Rahmen der

Abstimmungen zu den Ausbauplanungen im Vorfeld dieser Untersuchung aus Sicherheitsgründen bereits Wert gelegt. Bei Anforderung der Ausfahrt kann der Fahrverkehr von Norden bereits fahren, während der Fahrverkehr im Zuge der Fürstenrieder Straße von Süden noch gesperrt ist.

Der Steuerungsablauf ist im Phasenfolgeplan im Anhang 9.4.1.2 dargestellt.

Gegenüber der vorangegangenen Verkehrsuntersuchung aus dem Jahr 2018 wurde eine Vollsignalisierung der Zufahrt Andreas-Vöst-Straße in Variante 1 ergänzend vorgesehen. Dieses Signalisierungskonzept erhöht die Verkehrssicherheit der ein- und aussteigenden Fahrgäste, erfordert allerdings eine extra Kfz-Phase im Signalumlauf.

5.3 Planungsvariante 2: Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung

Bei einem Ausbau mit einer Gleisverschwenkung erfolgt eine signaltechnische Sicherung der Gleisüberfahrt. Straßenbahnen von Süden fordern Sonderphasen bei der Einfahrt in die Haltestelle und bei der Ausfahrt aus der Haltestelle an. Der Steuerungsablauf ist im Anhang 9.4.1.3 dargestellt.

Die Haltestelle befindet sich gegenüber der Variante 1 weiter nördlich. Auf eine Signalisierung der Andreas-Vöst-Straße kann in dieser Ausbauvariante verzichtet werden, da die Sicht auf das Fahrverkehrssignal in der Fürstenrieder Straße gegenüber Variante 1 deutlich besser ist.

5.4 Planungsvariante 3: Inselhaltestelle

Der Ausbau als Inselhaltestelle erfordert keine Sperrung der Fahrverkehre bei Einfahrt der Tram in die Haltestelle. Die Tramsignale stehen gemeinsam mit den Fahrverkehrssignalen in Hauptrichtung Dauergrün. Zu Zeiten mit erhöhtem Schülerverkehr erfolgt eine Zwangsbedienung der Fußgänger nach Einfahrt der Trambahnen von Süden. So ist, auch im Sinne der Vergleichbarkeit der Planungsvarianten, sichergestellt, dass ein- und aussteigende Fahrgäste der Trambahnen von Süden die Fahrbahn weiterhin komfortabel und signaltechnisch gesichert queren können. Für Trambahnen von Norden wird aufgrund der Vergleichbarkeit der Varianten auf die Zwangsbedienung verzichtet. Bei Freigabe der Fußgängerfurt werden alle Fahrverkehrssignale zeitgleich gesperrt, eine Progression zwischen den Signalquerschnitten ist nicht vorgesehen.

Die östliche Haltestelle befindet sich gegenüber der Variante 1 klassisch in Mittellage. Die Fußgänger können über die signalisierten Furten beide Bahnsteige in Mittellage erreichen, um die Trambahn nach Norden oder Süden zu nutzen. Auf eine Signalisierung der Andreas-Vöst-Straße kann verzichtet

werden, da ein gut sichtbares Wiederholersignal für die Fahrzeuge aus der Andreas-Vöst-Straße installiert wird.

Der Steuerungsablauf ist im Phasenfolgeplan im Anhang 9.4.1.4 dargestellt.

5.5 Vergleich der Varianten

Verkehrsablauf

Im Vergleich der Varianten sind die Sperrzeiten für die Fahrverkehre im Zuge der Fürstenrieder Straße in den Planungsvarianten 2 und 3 kürzer.

In Variante 1 muss während des gesamten Haltestellenaufenthaltes die Fürstenrieder Straße für die Fahrverkehre gesperrt bleiben. Zudem fehlen der südlichen Hauptrichtungszufahrt durch die Signalisierung der Andreas-Vöst-Straße in Variante 1 ca. 5-10 Sekunden Freigabezeit. Die Steuerung ist in Variante 2, wo diese Notwendigkeit nicht besteht, deutlich flexibler. Verlustzeiten für die Tram aus Richtung Süden sind daher geringer und der Freigabezeitanteil für die Fahrverkehre höher. In Variante 3 erhöht sich der Freigabezeitanteil für die Fahrverkehre weiter, da die Tram gemeinsam mit den Fahrverkehren freigegeben wird und eine Sperrung nur bei vorliegender Anforderung der Fußgänger erfolgt.

Generell entstehen in allen Varianten Verlustzeiten bei Begegnungsfällen zweier Trambahnen, bei gegensätzlichen Anforderungen bezüglich einer Freigabezeitverlängerung oder eines Freigabezeitabbruchs, oder einer aufgrund von Verspätungen bzw. Verfrühungen nachfolgenden Bahn. Hierbei wird für die Dauer der Belegung der Haltestelle durch das erste Fahrzeug die ÖV-Beschleunigung für das zweite, nachfolgende ÖV-Fahrzeug ausgesetzt. Zudem kann auch die Wartezeitbegrenzung für die Fußgänger maßgebend werden.

Verkehrssicherheit

Die Sicherheit der in der Tram nach Norden ein- und aussteigenden Fahrgäste ist in den Ausbauvarianten 2 und 3 besser zu bewerten. In der Ausbauvariante 1 bietet das Haltestellenkap durch die signaltechnische Sicherung des Fahrgastwechsels ein hohes Maß an Verkehrssicherheit, aber im Gegensatz zur Ausbauvariante 2 teilen sich der zweistreifig geführte Fahrverkehr und ein- und aussteigende Fahrgäste zeitlich getrennt eine ca. 50 m lange Verkehrsfläche. Spät eintreffende Fahrgäste, die bei schließenden Türen den Zustieg zur Tram nicht schaffen, müssen über die zweispurige Fahrbahn wieder zur Wartefläche der Haltestelle zurückkehren. Diese Verkehrssituation ist insbesondere im Schülerverkehr nicht ausschließbar. In Ausbauvariante 3 besteht diese Problematik durch die Mittellage der Haltestelle ebenfalls nicht. Um das hohe Fahrgastaufkommen zu Schulbeginn und -ende zu

bewältigen und Rotläufer in diesen Zeiten möglichst zu unterbinden, erfolgt eine Zwangsbedienung der Fußgänger bei Einfahrt der Trambahnen von Süden. Die Ausbauvariante 2 mit Haltestelle in Seitenlage stellt für die Richtung Norden ein- und aussteigenden Fahrgäste generell das höchste Maß an Verkehrssicherheit dar.

Ausfall der Lichtsignalanlage

Allgemein besteht bei einem Ausfall der Lichtsignalanlage ein Sicherheitsrisiko, vor allem für Fußgänger und Radfahrer, die unsignalisiert eine Fahrbahn queren müssen.

In **Ausbauvariante 1** (dynamische Haltestelle) wird die Verkehrssicherheit in so einem Fall besonders kritisch eingestuft, da Fahrgäste im Osten bei Eintreffen einer Trambahn von Süden ungesichert die Fahrbahn zum Ein- und Aussteigen queren müssen.

Bei **Ausbauvariante 2** befindet sich die Trambahn für Fußgänger und Radfahrer zum Ein- und Ausstieg in Seitenlage. Ein ungesichertes Queren für Fahrgäste aus Osten ist daher nicht erforderlich. Allerdings ist für die Trambahn das Ausfahren auf Sicht aus der Haltestelle in Richtung Norden risikobehaftet. Mangels linkem Außenspiegel ist für den Trambahnfahrer der parallele Kfz-Verkehr nicht einsehbar. Es droht die Gefahr von Flankenfahrten der Tram, also tangentialen Unfällen, mit dem Kfz-Verkehr.

Die **Variante 3** stellt mit einem Ausbau von Inselhaltestellen in beiden Fahrtrichtungen einen Standardausbau dar und birgt daher bei Ausfall der Lichtsignalanlage kein besonderes Risiko.

6 Verkehrsflusssimulation

6.1 Simulationsfälle

Mit den drei Ausbauvarianten und den zwei ÖV-Betriebskonzepten als Untervarianten ergeben sich insgesamt 6 Simulationsfälle, die jeweils in der Morgen- und der Abendspitze im Prognose-Planfall 2035 simuliert werden.

- **Variante 1.1:**
Planungsvariante 1 mit dem ÖV-Betriebskonzept 1
- **Variante 1.2:**
Planungsvariante 1 mit dem ÖV-Betriebskonzept 2
- **Variante 2.1:**
Planungsvariante 2 mit dem ÖV-Betriebskonzept 1
- **Variante 2.2:**
Planungsvariante 2 mit dem ÖV-Betriebskonzept 2
- **Variante 3.1:**
Planungsvariante 3 mit dem ÖV-Betriebskonzept 1
- **Variante 3.2:**
Planungsvariante 3 mit dem ÖV-Betriebskonzept 2

6.2 Methodik

Die mikroskopische Verkehrsflusssimulation ermöglicht es, den Verkehrsablauf in Straßennetzen mit seinen verkehrsablaufrelevanten Abschnitts- und Knotenpunktcharakteristika als digitalen Zwilling virtuell und trotzdem realitätsnah abzubilden. Durch die Einzelfahrzeugbetrachtung im Netz können aussagekräftige Ergebnisse über den Verkehrsablauf an einzelnen oder zusammenhängenden Straßenverkehrsanlagen (Knotenpunkte, Verflechtungsbereiche, Streckenabschnitte, Straßenzüge und -netze) gewonnen werden [5]. Die Verkehrsflusssimulation ermöglicht eine detaillierte Beurteilung der Betriebsqualität des ÖV sowie der Wechselwirkungen zwischen den verschiedenen Verkehrsteilnehmern und zwischen den Knotenpunkten.

Die vorliegende Untersuchung fokussiert auf die LSA 505 (Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße), berücksichtigt aber auch die benachbarten Lichtsignalanlagen, um deren Einfluss auf den Verkehrsablauf an der LSA 505 zu bewerten. Das Simulationsnetz ist in Abbildung 6 (Ausbau in Planfallvariante 1) dargestellt.

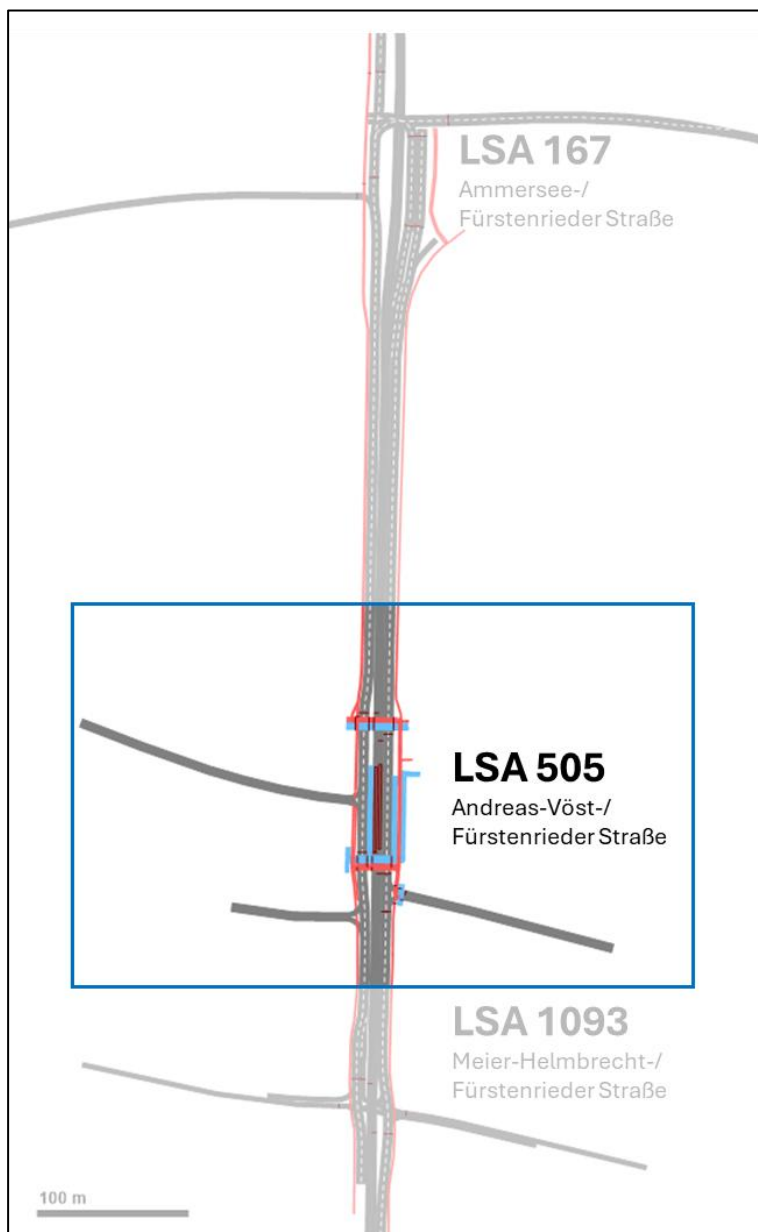


Abbildung 6: Ausschnitt Simulationsnetz

Bei der fachlichen Umsetzung werden die „Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation: Grundlagen und Anwendung“ [6] berücksichtigt. Die Verkehrsflusssimulation wird mit der Software VISSIM, Version 2025, der PTV GmbH erstellt.

Die Erstellung und Durchführung der Simulation baut auf folgenden Schritten auf:

1. Aufbereiten des maßstäblichen Lageplanvorentwurfs im dwg-Format
2. Modellieren des Simulationsnetzes auf Basis des Planungsentwurfes
 - a. Strecken und Verbinder
Die Knotenpunkte werden anhand der möglichen Fahrbeziehungen und Fahrstreifen-aufteilungen als Strecken mit Fahrtrichtungsbezug digitalisiert. Strecken werden sowohl an Knotenpunkten als auch außerhalb von Knotenpunkten über Verbindungsstrecken miteinander verknüpft.
 - b. Geschwindigkeiten und Langsamfahrbereiche
Die Streckengeschwindigkeiten werden gemäß den zulässigen Höchstgeschwindigkeiten versorgt. In den Knotenpunktbereichen und in den Kurven wird entsprechend der möglichen Fahrdynamik automatisch eine reduzierte Geschwindigkeit angesetzt.
 - c. Konfliktflächen
Über Konfliktflächen werden die Vorfahrtsregeln modelliert. Konfliktflächen werden sowohl bei vorfahrtsgeregelten Knotenpunkten für den Kfz-Verkehr als auch für den Vorrang von parallelen Fußgängern gegenüber abbiegenden Kfz-Strömen angewendet.
 - d. Konfiguration der Simulation für die Auswertung verkehrlicher Kenngrößen
3. Integration der Verkehrsnachfrage
Die Verkehrsnachfrage wird über Fahrzeugzuflüsse in das Simulationsmodell eingespeist.
 - a. Die Fahrzeuge werden getrennt nach Pkw und Lkw abgebildet. Die Routenwahl der einzelnen Knotenströme erfolgt statisch nach festen Prozentsätzen.
 - b. Bei den Fahrten des ÖPNV werden Verfrühungen (max. 0,5 min) und Verspätungen (bis max. 2,5 min) im Fahrplan angenommen. Für die Haltestellenaufenthaltszeiten der Trambahnen wurde eine Verteilungsbreite von 10-25 s angesetzt.
4. Konzeption und Integration der LSA
zur Konzeption der LSA-Steuerungen siehe Kapitel 5

5. Plausibilisieren der Simulation anhand der Verkehrsbelastung und aus Beobachtungen der heutigen verkehrlichen Situation
6. Ermitteln der verkehrlichen Kennwerte
Für alle Szenarien (Prognose-Nullfall und Prognose-Planfälle mit jeweils 2 Spitzenstunden) werden zur Ergebniseingrenzung für die verkehrstechnischen Kenngrößen Mittelwerte aus 10 Simulationsläufen gebildet, u. a. die mittleren Verlustzeiten sowie die mittleren und maximalen Rückstaulängen ermittelt.

Zur Visualisierung und damit auch zur besseren Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse werden kurze Videoanimationen in 3D-Darstellung für jedes Szenario erstellt. In den Animationen werden sämtliche Verkehrsteilnehmer am Knotenpunkt dargestellt.

6.3 Auswertung der Simulationen für die Planfälle

6.3.1 Kenngrößen

Ausgewertet werden mit der Simulation die mittleren Verlustzeiten des MIV, die mittleren und maximalen Rückstaulängen des MIV sowie die mittleren Verlustzeiten des ÖPNV.

Die mittlere Verlustzeit (des MIV und des ÖPNV) ergibt sich aus den Verlustzeiten aller Einzelfahrzeuge eines Verkehrsstroms. Errechnet wird sie als Differenz zwischen der Reisezeit bei schnellstmöglicher Fahrt und der tatsächlichen Reisezeit auf einem Streckenabschnitt im Zulauf zu den einzelnen Knotenpunkten.

Bei der Bestimmung der Verlustzeit von ÖV-Fahrzeugen wird dabei die Haltestellenaufenthaltszeit herausgerechnet.

Zur Ermittlung der Rückstaulänge wird in der Simulation für jedes Fahrzeug bestimmt, ob es sich im Stau befindet oder nicht. Dafür wurde definiert, dass sich Fahrzeuge, deren aktuelle Reisegeschwindigkeit bei $< 5 \text{ km/h}$ liegt, im Stau befinden. Wenn die Reisegeschwindigkeit eines Fahrzeuges wieder auf $> 10 \text{ km/h}$ steigt, wird dieses Fahrzeug nicht mehr als im Stau befindlich gewertet. Zwei aufeinanderfolgende Fahrzeuge, die dieses Staukriterium beide erfüllen und zwischen denen ein Abstand von maximal 20 m besteht, werden einem zusammenhängenden Stau zugeordnet. Ist der Abstand größer, so gilt der Stau als unterbrochen. Mithilfe dieser Staubedingungen wird in der Simulation der Rückstau im Zufluss zu einem Knotenpunkt bestimmt. Die Länge des Rückstaus ergibt sich aus dem Abstand des letzten Fahrzeuges im Stau bis zur Haltlinie am Knotenpunkt.

Alle in den Simulationsläufen bestimmten Kennwerte werden über alle 10 Simulationsläufe eines Szenarios gemittelt.

Für die mittlere Verlustzeit des MIV wird den einzelnen Verkehrsströmen in Anlehnung an das „Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen“ (HBS, [2]) eine Qualitätsstufe des Verkehrsablaufes (QSV) zugewiesen. In Tabelle 1 aus Kapitel 4.1 sind die Schwellenwerte zur Einstufung der Verkehrsqualität gemäß HBS dargestellt. Da sich durch Verlustzeitmessungen in der Simulation eine Überlastung, d. h. der Zustand, in dem die Verkehrsnachfrage q die Kapazität C übersteigt und damit eine Bewertung mit QSV F geboten ist, nicht eindeutig bestimmen lässt, erfolgt hier eine visuelle Einschätzung des Verkehrsablaufes, in der v. a. die Rückstaulänge betrachtet wird. Eine dauerhaft zunehmende Rückstaulänge weist auf eine anhaltende Überlastung hin.

Maßgebend für die Beurteilung der Verkehrsablaufqualität eines Knotenpunktes mit LSA ist gemäß HBS die schlechteste Qualitätsstufe, die sich für einen einzelnen Fahrstreifen im Kfz-Verkehr ergibt. Dieses Prinzip wird hier auf die Simulationsergebnisse übertragen, indem der jeweils am schlechtesten bewertete Verkehrsstrom maßgeblich für die Gesamtbewertung des Knotenpunktes ist.

Für die Ermittlung der Qualitätsstufen der Trambahnen werden die mittleren Verlustzeiten an die für den ÖPNV gesonderte Einstufung des HBS angelehnt (siehe Abbildung 7).

QSV	Kfz-Verkehr mittlere Wartezeit t_w [s]	ÖPNV auf Sonderfahrstreifen ¹⁾ mittlere Wartezeit t_w [s]	Fußgänger- und Radverkehr ²⁾ maximale Wartezeit $t_{w,max}$ [s]
A	≤ 20	≤ 5	≤ 30
B	≤ 35	≤ 15	≤ 40
C	≤ 50	≤ 25	≤ 55
D	≤ 70	≤ 40	≤ 70
E	> 70	≤ 60	≤ 85
F	– ³⁾	> 60	> 85 ⁴⁾

¹⁾ Die Werte gelten auch für den ÖPNV, der durch eine verkehrsabhängige Steuerung priorisiert wird.

Abbildung 7: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes (HBS 2015) bei signalisierten Knotenpunkten für den ÖPNV

6.3.2 Prognose-Planfälle 2035 mit Ausbauvariante 1 (überfahrbares Kap)

6.3.2.1 Morgenspitze

Mittlere und maximale Verlustzeiten für den ÖPNV

In nachfolgender Abbildung 8 sind die mittleren und maximalen Verlustzeiten (je ÖV-Angebotskonzept) für die Trambahnen in der Hauptrichtung der LSA 505 dargestellt. Das ÖV-Angebotskonzept 2 weist insgesamt geringfügig niedrigere Verlustzeiten auf, da in diesem Konzept zwei statt – wie in ÖV-Angebotskonzept 1 – drei Tramlinien je Fahrtrichtung verkehren und somit weniger ÖV-Eingriffe der Trambahnen stattfinden.

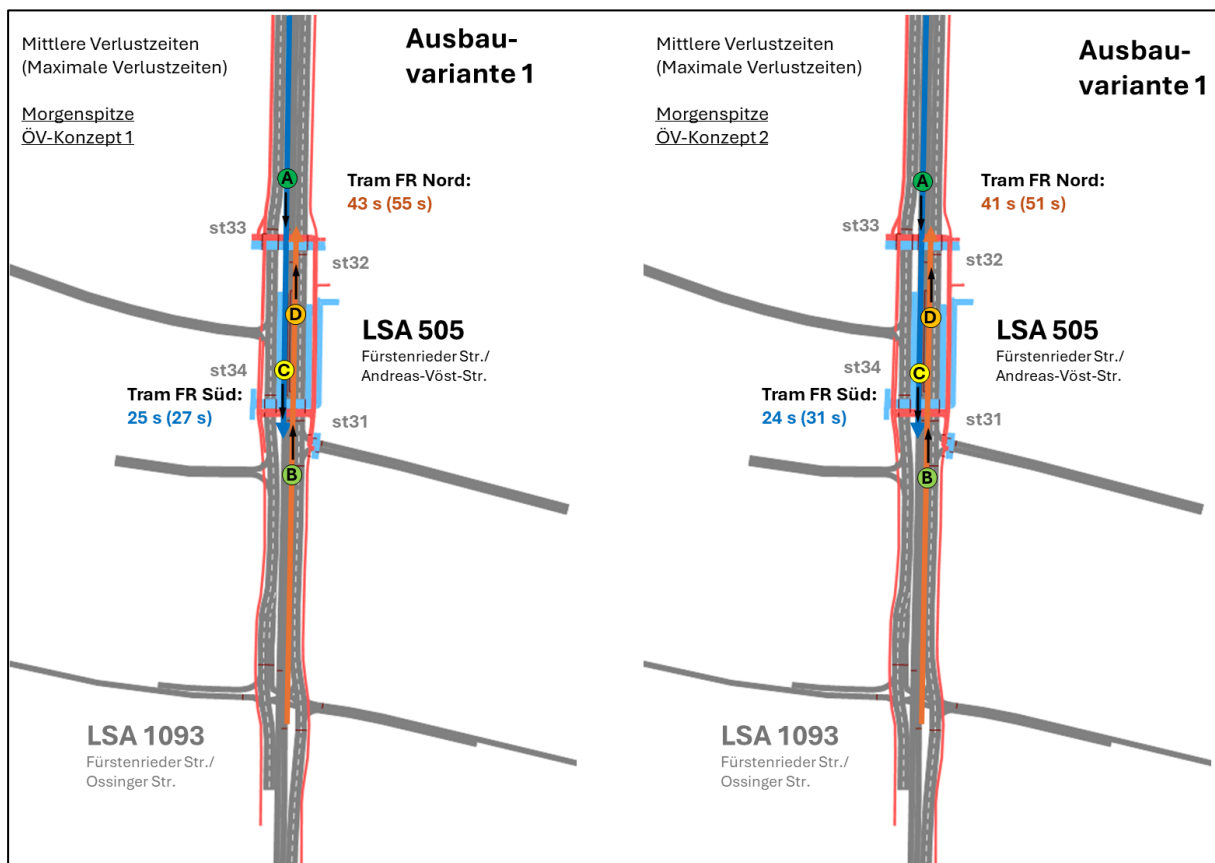
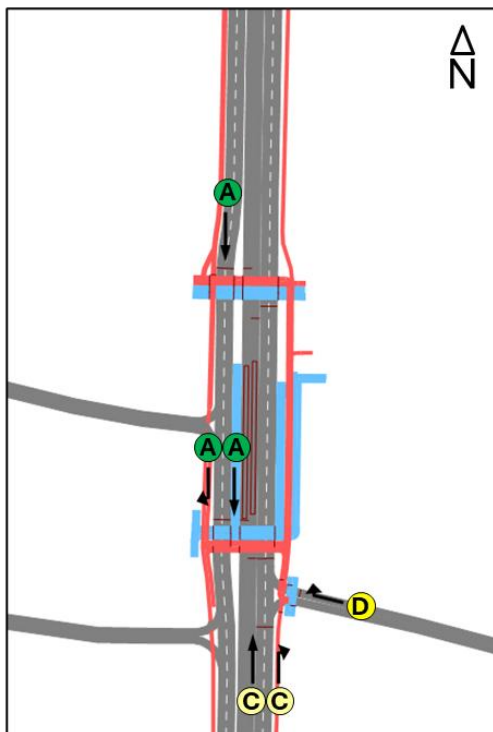


Abbildung 8: Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten – Morgenspitze

Mittlere Verlustzeiten für den MIV (in Anlehnung an die Wartezeiten und Qualitätsstufen des HBS)

Die mittleren Verlustzeiten im MIV und die daraus resultierenden Qualitätsstufen sind für die beiden ÖV-Angebotskonzepte für die LSA 505 in Abbildung 9 gegenübergestellt. Die Qualitätsstufen in der südlichen Zufahrt fallen im ÖV-Konzept 2 besser aus. Die Nebenrichtung erhält in beiden Konzepten längere Verlustzeiten und wird mit QSV D bewertet.

Variante 1 ÖV1



Variante 1 ÖV2

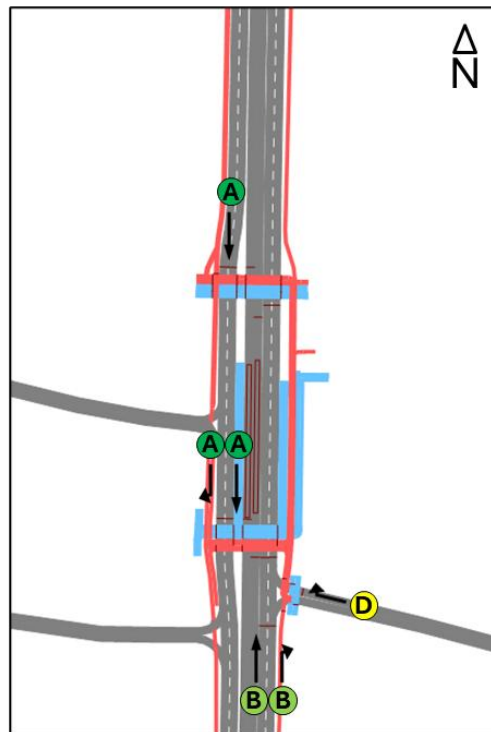


Abbildung 9: Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)

Alle weiteren LSA-spezifischen mittleren und maximalen Verlustzeiten des Knotenpunkts 505 können dem Anhang 9.7 entnommen werden.

Rückstaulängen

Die mittleren und maximalen Rückstaulängen im MIV liegen in beiden ÖV-Angebotskonzepten in einer ähnlichen Größenordnung. Die mittlere Rückstaulänge in der Zufahrt Süd fällt in ÖV-Konzept 1 etwas höher aus. In Abbildung 10 sind die mittleren Rückstaulängen schematisch dargestellt, die maximalen Rückstaulängen jeweils in Klammern angegeben.

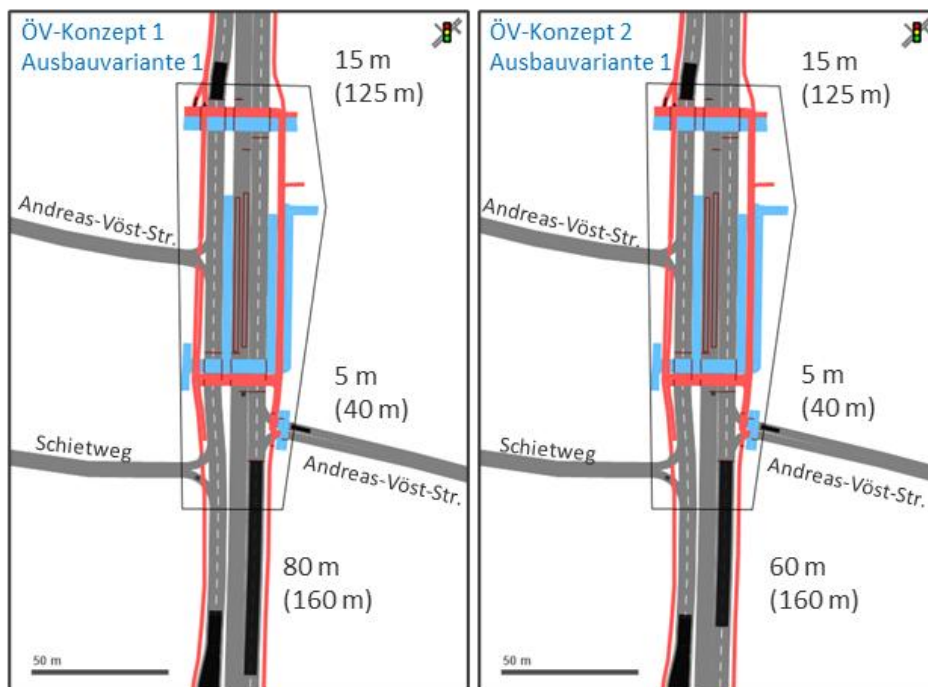


Abbildung 10: Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)

Es treten Überstauungen zum südlichen Nachbarknoten (Entfernung ca. 125 m, Messung in Vissim bis max. 160 m zur LSA 1093) der LSA 1093 Fürstenrieder Straße / Meier-Helmbrecht-Straße auf, insbesondere bei und nach den Eingriffen zur ÖPNV-Priorisierung. Dies hat zur Folge, dass bei Überstauung die bereits an der Belastungsgrenze liegende Nachbar-LSA 1093 ein Leistungsdefizit durch Beeinflussungen im Abfluss und durch die Wechselwirkungen zwischen beiden LSA aufweist. Die Überstauung an der LSA 1093 baut sich während der simulierten Spitzenstunden nicht mehr ab.

6.3.2.2 Abendspitze

Mittlere und maximale Verlustzeiten für den ÖPNV

In nachfolgender Abbildung 11 sind die mittleren und maximalen Verlustzeiten (je ÖV-Angebotskonzept) für die Trambahnen in der Hauptrichtung der LSA 505 dargestellt. Wie auch in der Morgen-
spitze weist das ÖV-Konzept 2 in der Abendspitze insgesamt etwas geringere Verlustzeiten auf.

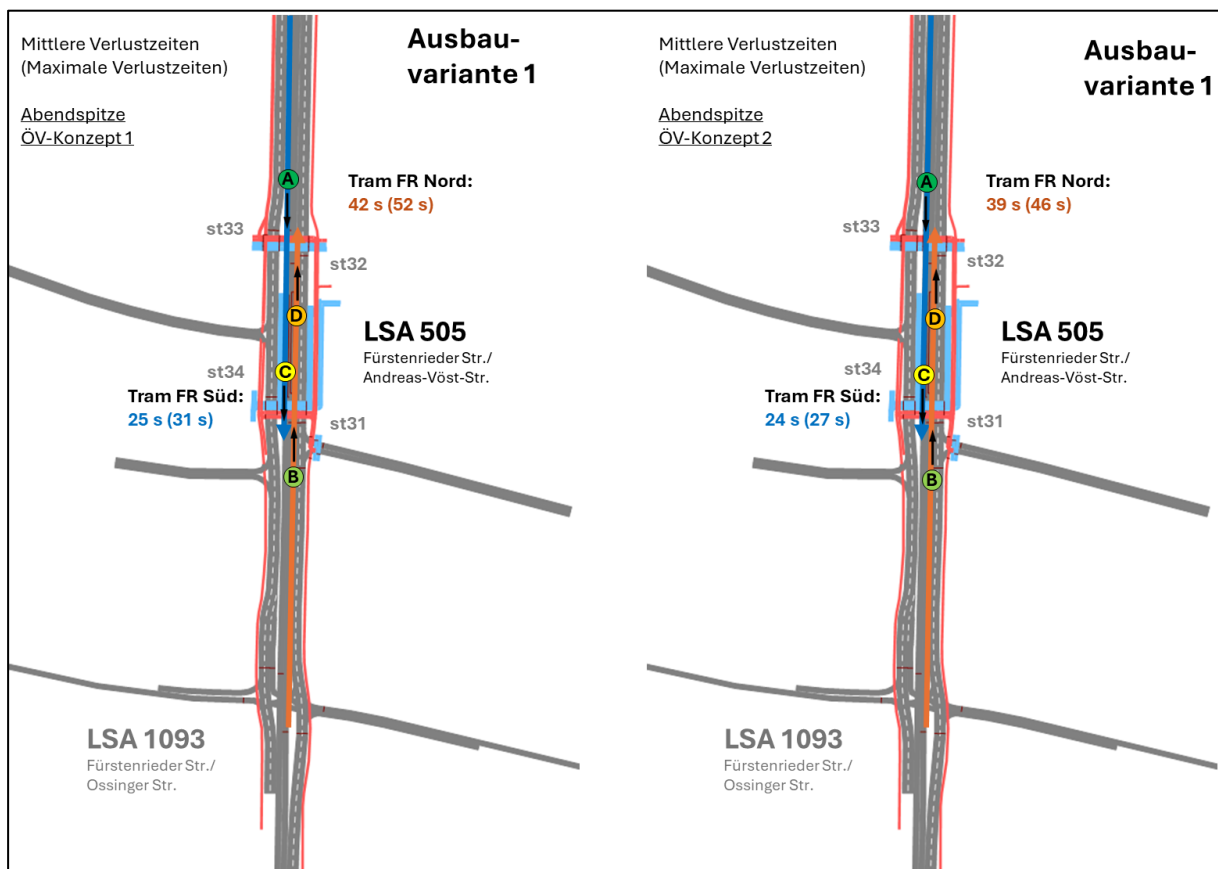
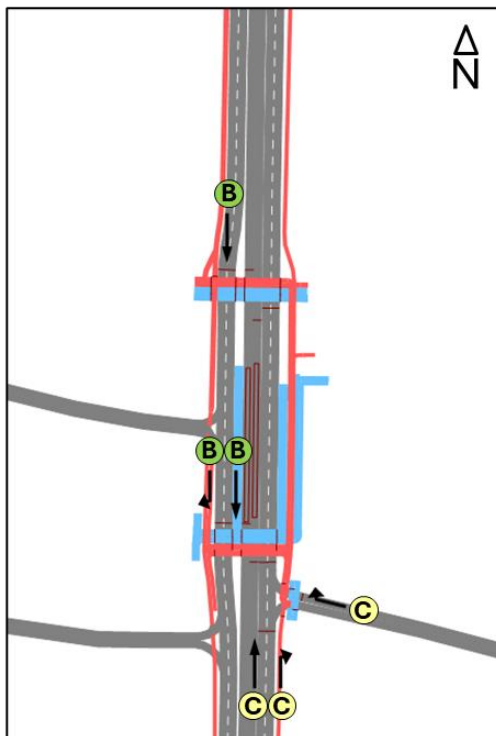


Abbildung 11: Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Abendspitze

Mittlere Verlustzeiten für den MIV (in Anlehnung an die Wartezeiten und Qualitätsstufen des HBS)

Die mittleren Verlustzeiten im MIV und die daraus resultierenden Qualitätsstufen sind für die beiden ÖV-Angebotskonzepte an der LSA 505 in Abbildung 12 gegenübergestellt.

Variante 1 ÖV1



Variante 1 ÖV2

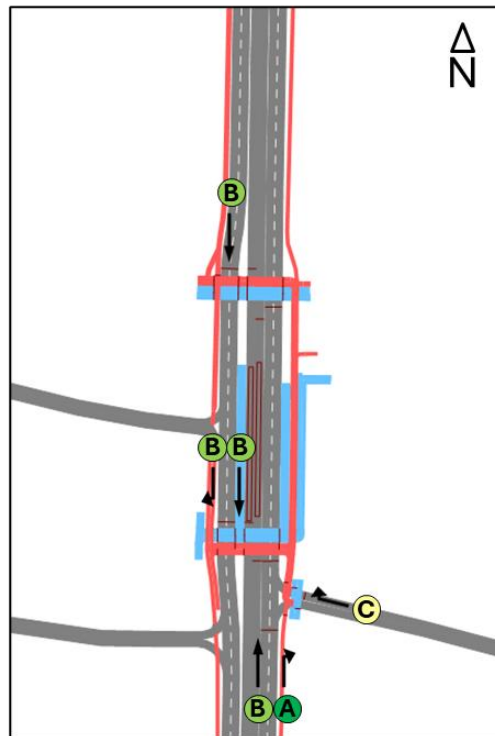


Abbildung 12: Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)

Alle weiteren LSA-spezifischen mittleren und maximalen Verlustzeiten des Knotenpunkts 505 können dem Anhang 9.7 entnommen werden.

Rückstaulängen

Die mittleren und maximalen Rückstaulängen im MIV liegen in beiden ÖV-Angebotskonzepten in einer ähnlichen Größenordnung. Die mittlere Rückstaulänge in der Zufahrt Süd fällt in ÖV-Konzept 1 etwas höher aus. In Abbildung 13 sind die mittleren Rückstaulängen schematisch dargestellt, die maximalen Rückstaulängen jeweils in Klammern angegeben.

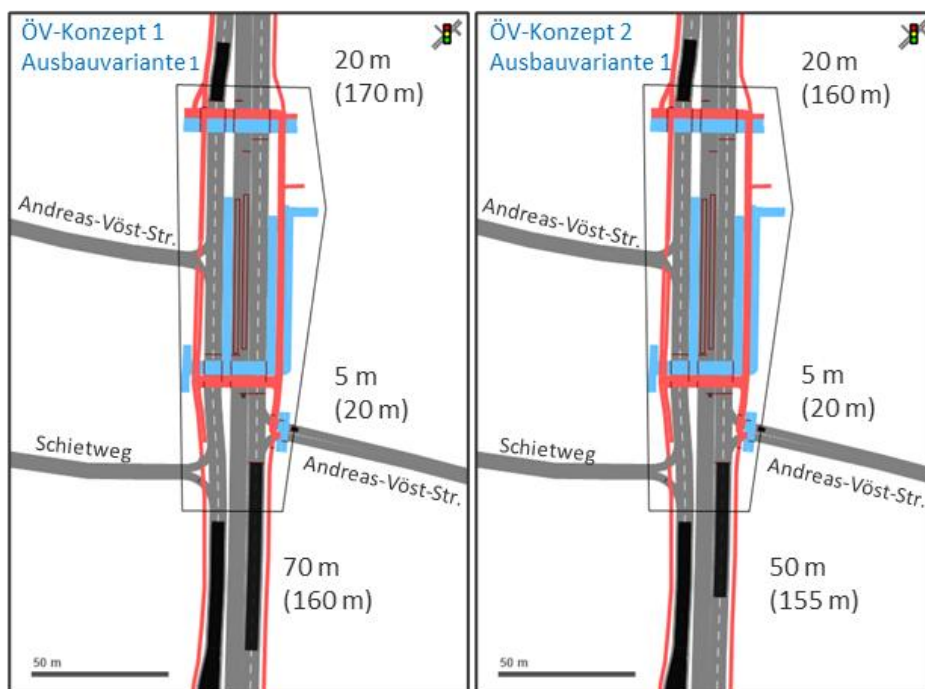


Abbildung 13: Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)

Es treten Überstauungen zum südlichen Nachbarknoten (Entfernung ca. 125 m, Messung in Vissim bis max. 160 m zur LSA 1093 Fürstenrieder Straße / Meier-Helmbrecht-Straße auf, insbesondere bei und nach den Eingriffen zur ÖPNV-Priorisierung. Dies hat zur Folge, dass bei Überstauung die bereits an der Belastungsgrenze liegende Nachbar-LSA 1093 ein Leistungsdefizit durch Beeinflussungen im Abfluss und durch die Wechselwirkungen zwischen beiden LSA aufweist. Die Überstauung an der LSA 1093 baut sich während der simulierten Spitzenstunden nicht mehr ab.

6.3.3 Prognose-Planfälle 2035 mit Ausbauvariante 2

6.3.3.1 Morgenspitze

Mittlere und maximale Verlustzeiten für den ÖPNV

In nachfolgender Abbildung 14 sind die mittleren und maximalen Verlustzeiten (je ÖV-Angebotskonzept) für die Trambahnen in der Haupttrichtung der LSA 505 dargestellt. Das ÖV-Angebotskonzept 2 weist auch hier in FR Nord insgesamt etwas niedrigere Verlustzeiten auf. Im Vergleich zu den mittleren Verlustzeiten der Ausbauvariante 1 (ca. 40 s) sind diese in der südlichen Zufahrt mit 35 s bzw. 27 s deutlich reduziert. In Fahrtrichtung Süden sind die Verlustzeiten der Trambahnen nahezu gleich.

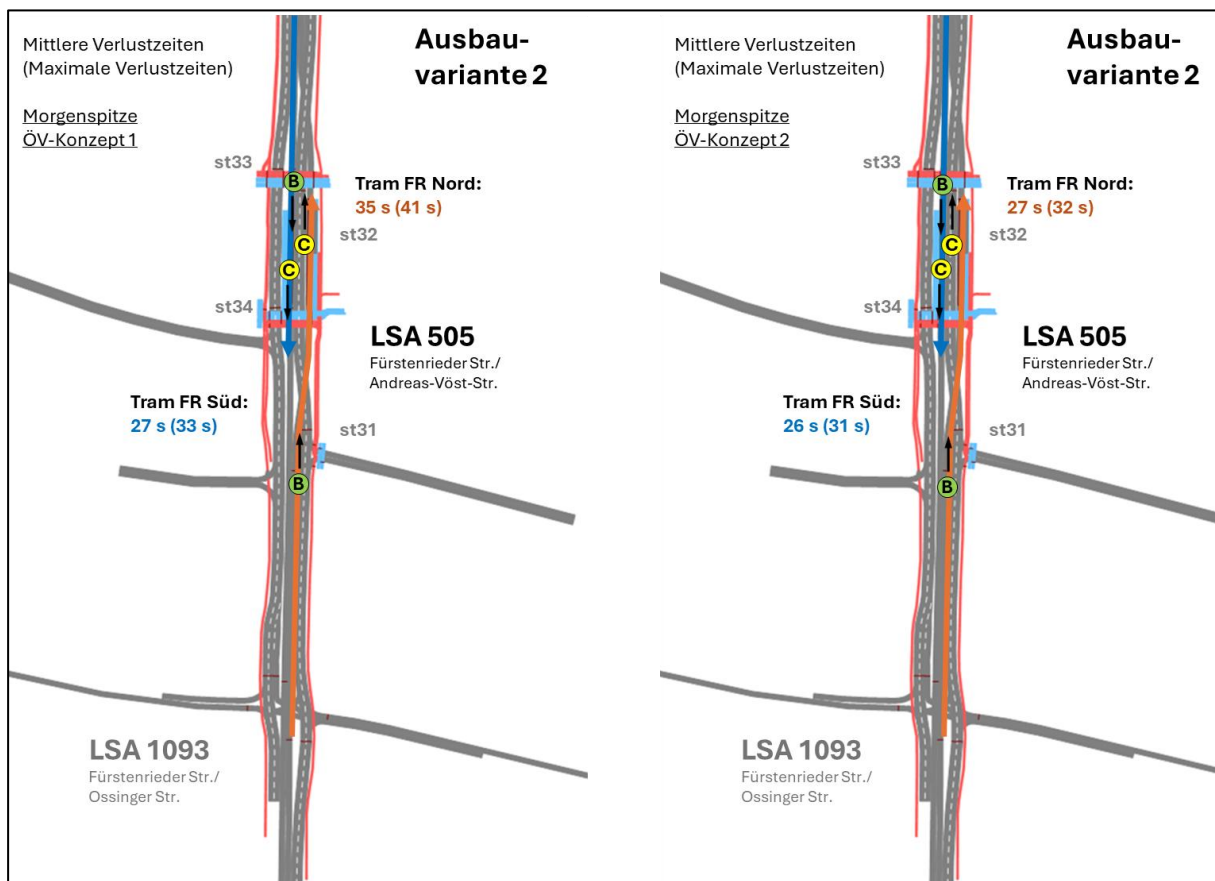
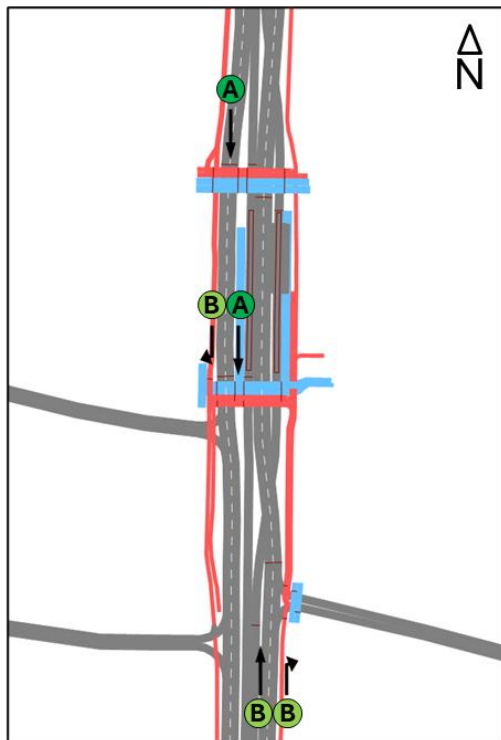


Abbildung 14: Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Morgenspitze

Mittlere Verlustzeiten für den MIV (in Anlehnung an die Wartezeiten und Qualitätsstufen des HBS)

Die mittleren Verlustzeiten im MIV und die daraus resultierenden Qualitätsstufen sind für die beiden ÖV-Angebotskonzepte für die LSA 505 in Abbildung 15 gegenübergestellt.

Variante 2 ÖV1



Variante 2 ÖV2

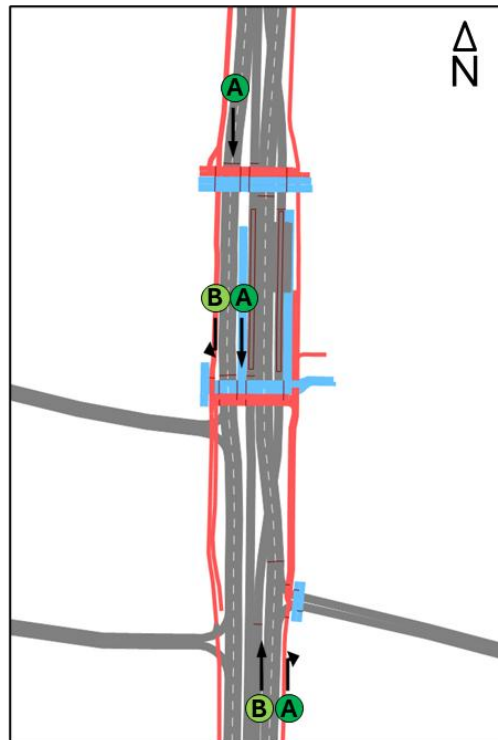


Abbildung 15: Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)

Alle weiteren LSA-spezifischen mittleren und maximalen Verlustzeiten des Knotenpunkts 505 können dem Anhang 9.7 entnommen werden.

Rückstaulängen

Die mittleren und maximalen Rückstaulängen im MIV liegen in beiden ÖV-Angebotskonzepten in einer ähnlichen Größenordnung. Die mittlere Rückstaulänge in der Zufahrt Süd fällt in ÖV-Konzept 1 etwas höher aus. In Abbildung 16 sind die mittleren Rückstaulängen schematisch dargestellt, die maximalen Rückstaulängen jeweils in Klammern angegeben.

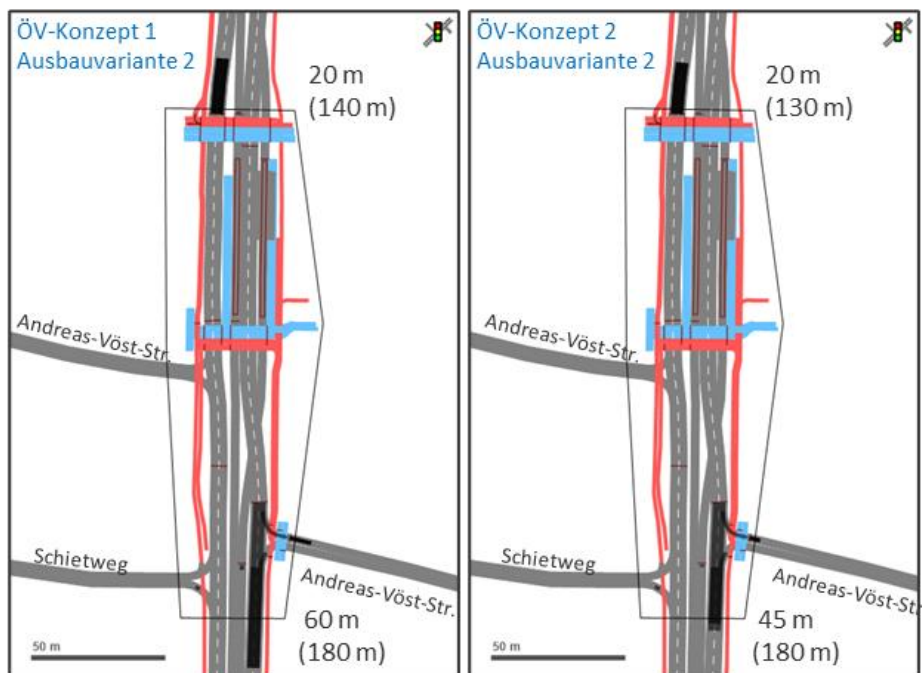


Abbildung 16: Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)

Es treten auch hier regelmäßig Überstauungen zum südlichen Nachbarknoten (Entfernung ca. 150 m, Messung in Vissim bis max. 180 m zur LSA 1093) der LSA 1093 Fürstenrieder Straße / Meier-Helmbrecht-Straße auf, insbesondere bei und nach den Eingriffen zur ÖPNV-Priorisierung. Dies hat zur Folge, dass bei Überstauung die bereits an der Belastungsgrenze liegende Nachbar-LSA 1093 ein Leistungsdefizit durch Beeinflussungen im Abfluss und durch die Wechselwirkungen zwischen beiden LSA aufweist. Die Überstauung an der LSA 1093 baut sich während der simulierten Spitzenstunden nicht mehr ab.

6.3.3.2 Abendspitze

Mittlere und maximale Verlustzeiten für den ÖPNV

In nachfolgender Abbildung 17 sind die streckenbezogenen mittleren und maximalen Verlustzeiten (je ÖV-Angebotskonzept) für die Trambahnen in der Hauptrichtung der LSA 505 dargestellt. Wie in der Morgenspitze weist auch in der Abendspitze das ÖV-Angebotskonzept 2 insgesamt geringere Verlustzeiten auf. Im Vergleich zu den mittleren Verlustzeiten der Ausbauvariante 1 (ca. 40 s) sind diese in der südlichen Zufahrt mit 35 s bzw. 28 s deutlich reduziert. In Fahrtrichtung Süden sind die Verlustzeiten der Trambahnen nahezu gleich.

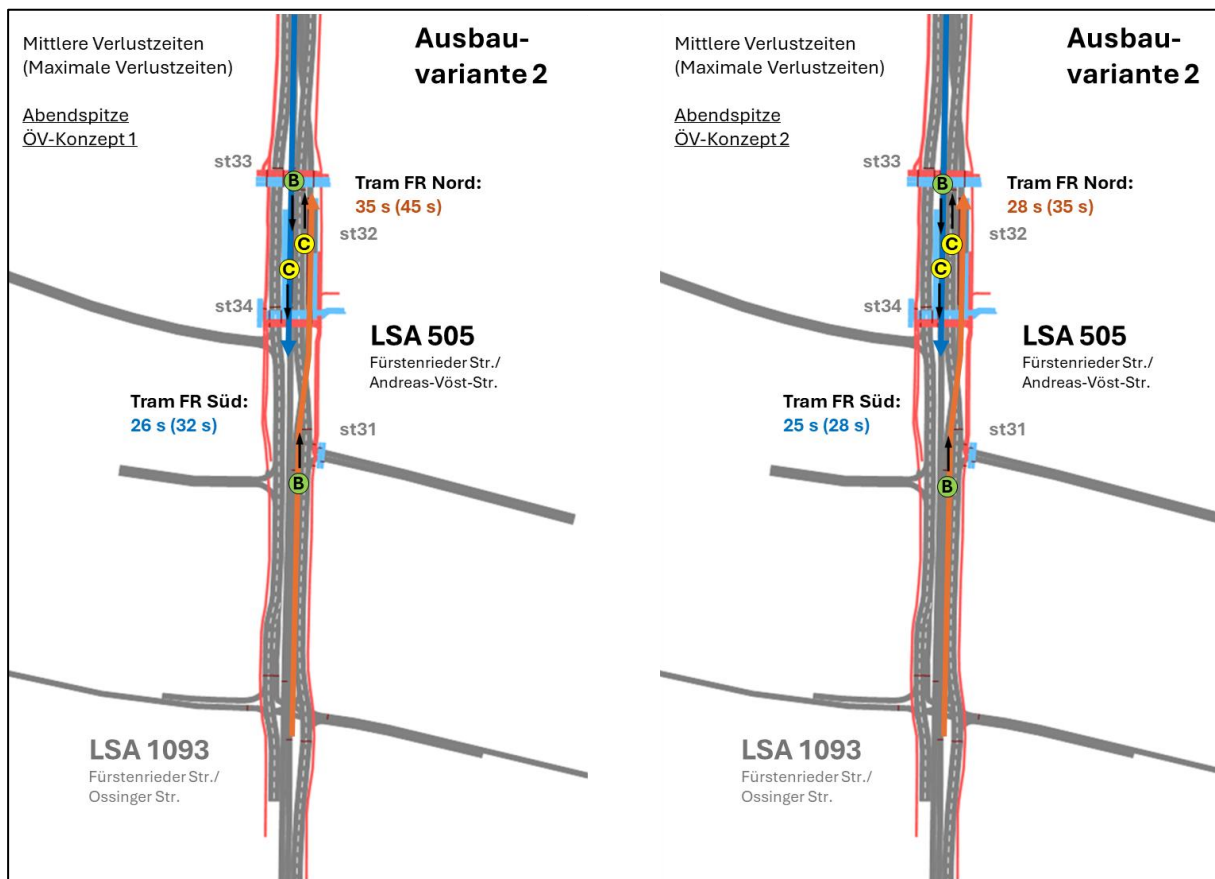
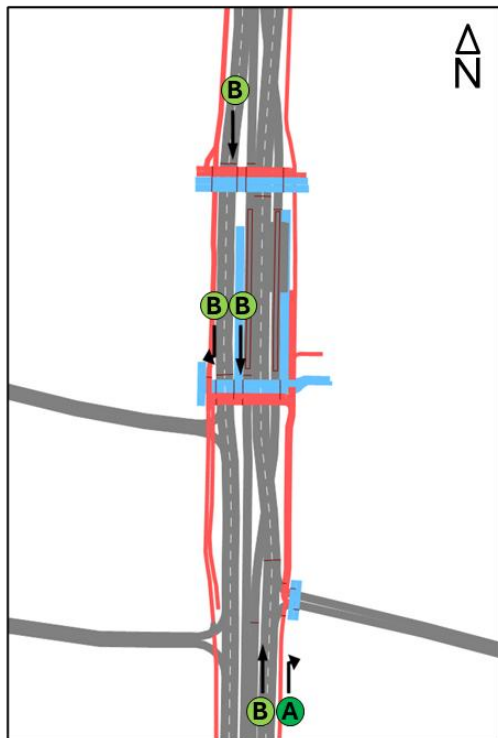


Abbildung 17: Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Abendspitze

Mittlere Verlustzeiten für den MIV (in Anlehnung an die Wartezeiten und Qualitätsstufen des HBS)

Die mittleren Verlustzeiten im MIV und die daraus resultierenden Qualitätsstufen sind für die beiden ÖV-Angebotskonzepte für die LSA 505 in Abbildung 18 gegenübergestellt.

Variante 2 ÖV1



Variante 2 ÖV2

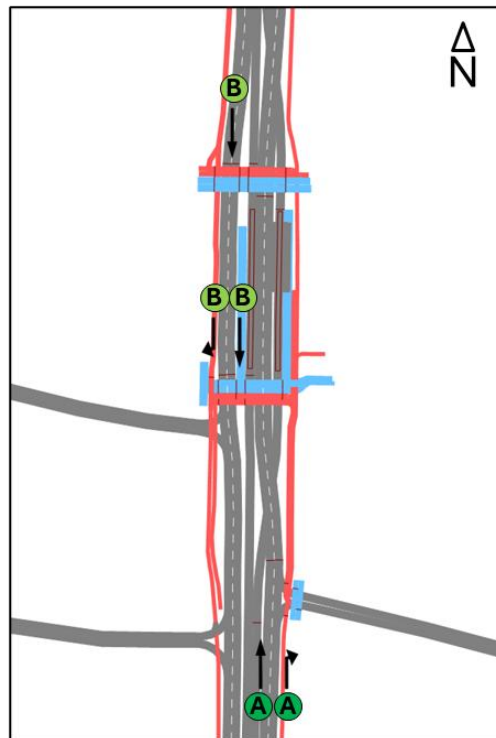


Abbildung 18: Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)

Alle weiteren LSA-spezifischen mittleren und maximalen Verlustzeiten des Knotenpunkts 505 können dem Anhang 9.7 entnommen werden.

Rückstaulängen

Die mittleren und maximalen Rückstaulängen im MIV liegen in beiden ÖV-Angebotskonzepten in einer ähnlichen Größenordnung. Die mittlere Rückstaulänge in der Zufahrt Süd fällt in ÖV-Konzept 1 etwas höher aus. In Abbildung 19 sind die mittleren Rückstaulängen schematisch dargestellt, die maximalen Rückstaulängen jeweils in Klammern angegeben.

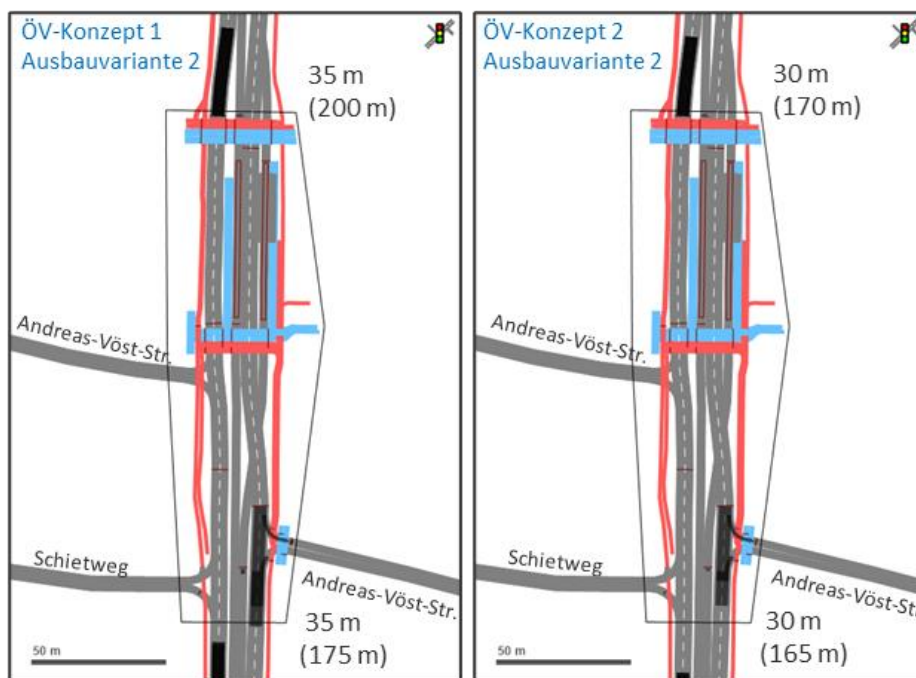


Abbildung 19: Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)

Es treten regelmäßig Überstauungen zum südlichen Nachbarknoten (Entfernung ca. 150 m, Messung in Vissim bis max. 180 m zur LSA 1093) der LSA 1093 Fürstenrieder Str. / Meier-Helmbrecht-Str. auf, insbesondere bei und nach den Eingriffen zur ÖPNV-Priorisierung. Dies hat zur Folge, dass bei Überstauung die bereits an der Belastungsgrenze liegende Nachbar-LSA 1093 ein Leistungsdefizit durch Beeinflussungen im Abfluss und durch die Wechselwirkungen zwischen beiden LSA aufweist. Die Überstauung an der LSA 1093 baut sich während der simulierten Spitzenstunden nicht mehr ab.

6.3.4 Prognose-Planfälle 2035 mit Ausbauvariante 3

6.3.4.1 Morgenspitze

Mittlere und maximale Verlustzeiten für den ÖPNV

In nachfolgender Abbildung 20 sind die mittleren und maximalen Verlustzeiten (je ÖV-Angebotskonzept) für die Trambahnen in der Haupttrichtung der LSA 505 dargestellt. Das ÖV-Angebotskonzept 2 weist in FR Nord insgesamt etwas niedrigere Verlustzeiten auf. Im Vergleich zu den mittleren Verlustzeiten der Ausbauvariante 1 (ca. 40 s) sind diese in der südlichen Zufahrt mit 34 s bzw. 31 s deutlich reduziert. In Fahrtrichtung Süden sind die Verlustzeiten der Trambahnen geringfügig höher.

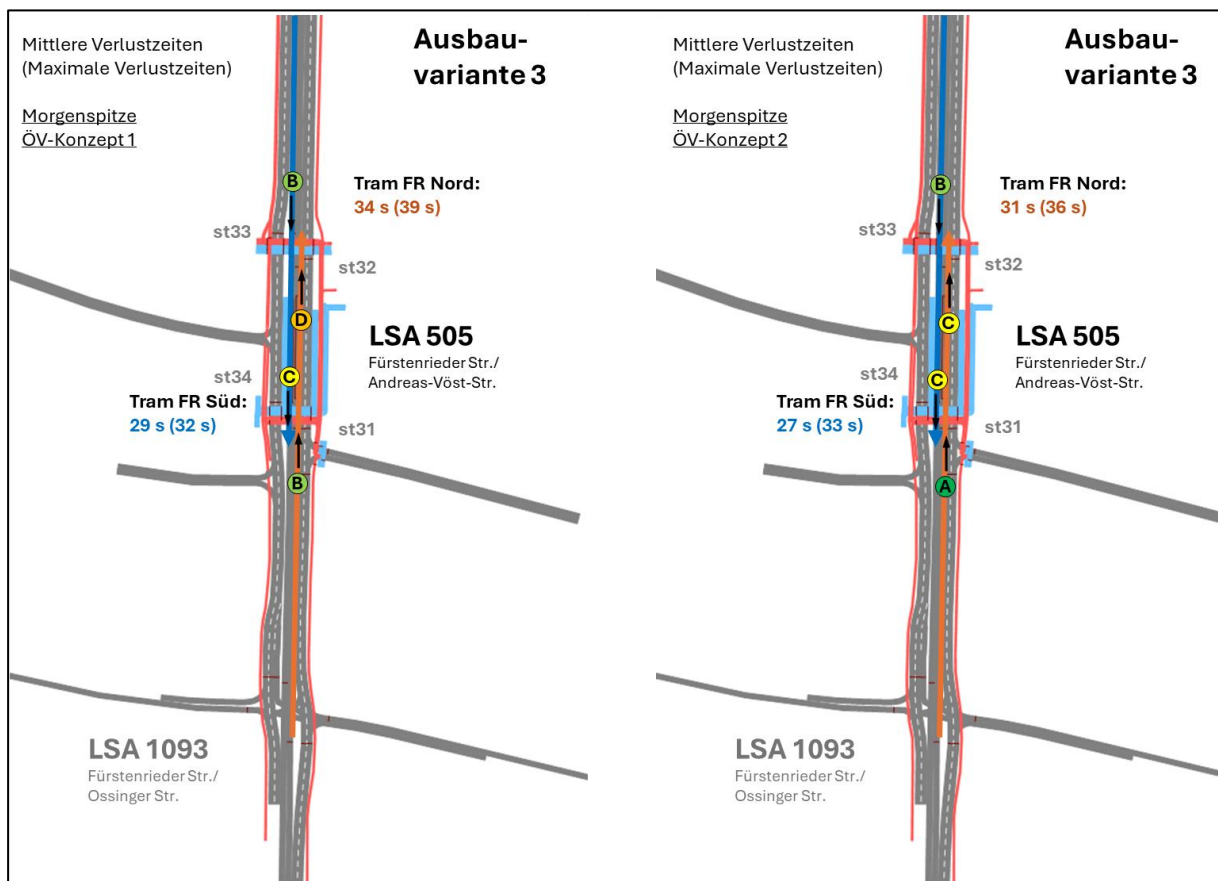
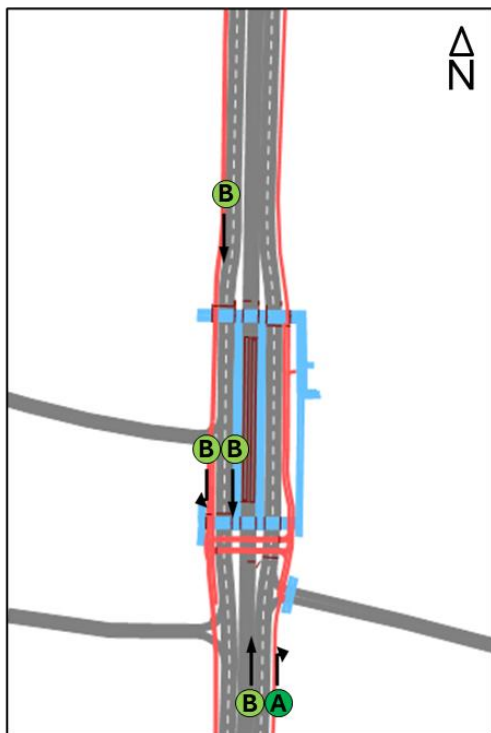


Abbildung 20: Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Morgenspitze

Mittlere Verlustzeiten für den MIV (in Anlehnung an die Wartezeiten und Qualitätsstufen des HBS)

Die mittleren Verlustzeiten im MIV und die daraus resultierenden Qualitätsstufen sind für die beiden ÖV-Angebotskonzepte für die LSA 505 in Abbildung 27 gegenübergestellt.

Variante 3 ÖV1



Variante 3 ÖV2

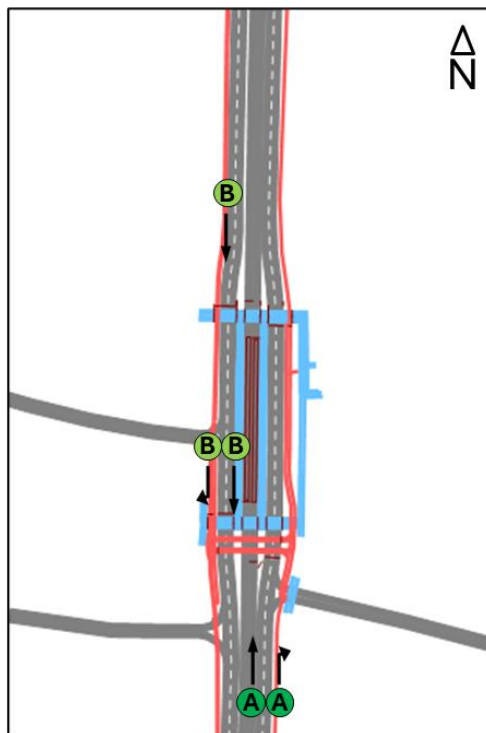


Abbildung 21: Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)

Die Verlustzeiten in der nördlichen Zufahrt fallen gegenüber den anderen beiden Ausbauvarianten etwas schlechter aus. Gründe hierfür sind die höheren Querungsbedingungen der Dreifachfurt, die Gleichschaltung der Fahrverkehrssignale zwischen den Querschnitten (keine Progression) sowie die Zwangsbedienung der Fußgängerquerung in der Morgenspitze. Die Zwangsbedienung führt in einzelnen Fällen dazu, dass für die Fahrverkehre nur die Mindestfreigabe geschaltet wird.

Alle weiteren LSA-spezifischen mittleren und maximalen Verlustzeiten des Knotenpunkts 505 können dem Anhang 9.7 entnommen werden.

Rückstaulängen

Die mittleren und maximalen Rückstaulängen im MIV liegen in beiden ÖV-Angebotskonzepten in einer ähnlichen Größenordnung. Die mittlere Rückstaulänge in der Zufahrt Süd fällt in ÖV-Konzept 1 etwas höher aus. In Abbildung 22 sind die mittleren Rückstaulängen schematisch dargestellt, die maximalen Rückstaulängen jeweils in Klammern angegeben.

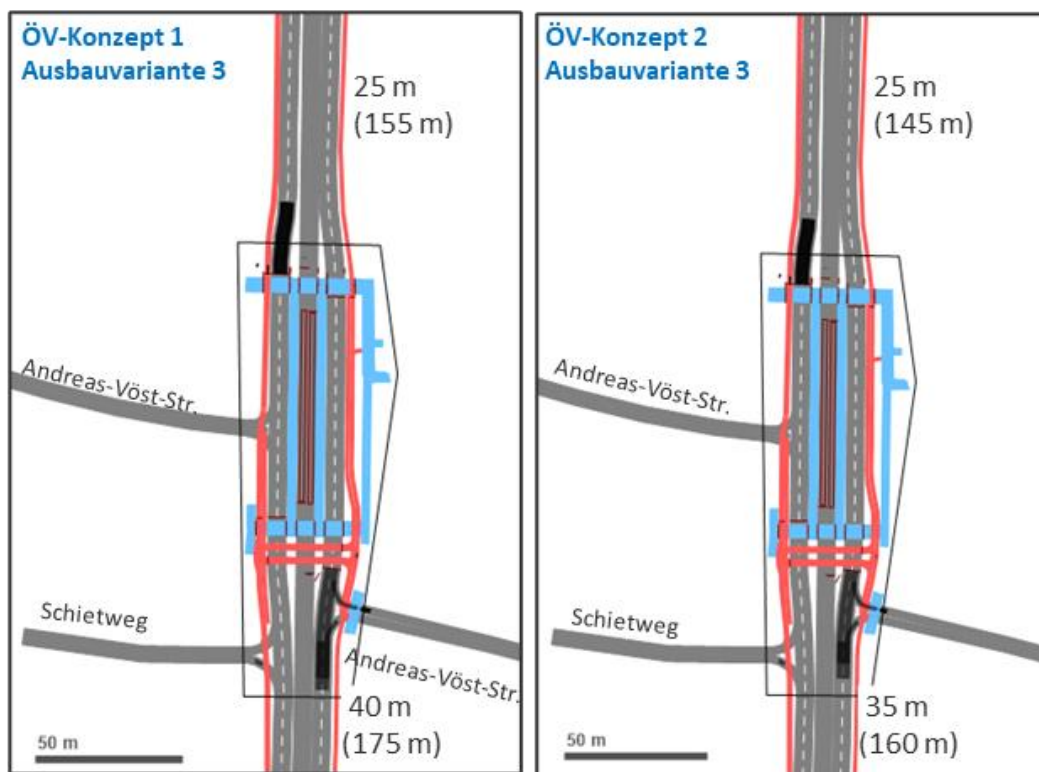


Abbildung 22: Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Morgenspitze)

Es treten auch hier Überstauungen zum südlichen Nachbarknoten (Entfernung ca. 150 m, Messung in Vissim bis max. 180 m zur LSA 1093) der LSA 1093 Fürstenrieder Straße / Meier-Helmbrecht-Straße auf, insbesondere bei und nach den Eingriffen zur ÖPNV-Priorisierung. Dies hat zur Folge, dass bei Überstauung die bereits an der Belastungsgrenze liegende Nachbar-LSA 1093 ein Leistungsdefizit durch Beeinflussungen im Abfluss und durch die Wechselwirkungen zwischen beiden LSA aufweist. Die Überstauung an der LSA 1093 baut sich während der simulierten Spitzenstunden nicht mehr ab.

6.3.4.2 Abendspitze

Mittlere und maximale Verlustzeiten für den ÖPNV

In nachfolgender Abbildung 23 sind die streckenbezogenen mittleren und maximalen Verlustzeiten (je ÖV-Angebotskonzept) für die Trambahnen in der Hauptrichtung der LSA 505 dargestellt. Entgegen der Morgenspitze weist in der Abendspitze das ÖV-Angebotskonzept 2 insgesamt ähnliche Verlustzeiten auf. Im Vergleich zu den mittleren Verlustzeiten der Ausbauvariante 1 (ca. 40 s) sind diese in der südlichen Zufahrt mit 25 s bzw. 22 s deutlich reduziert. In Fahrtrichtung Süden sind die Verlustzeiten der Trambahnen nahezu gleich.

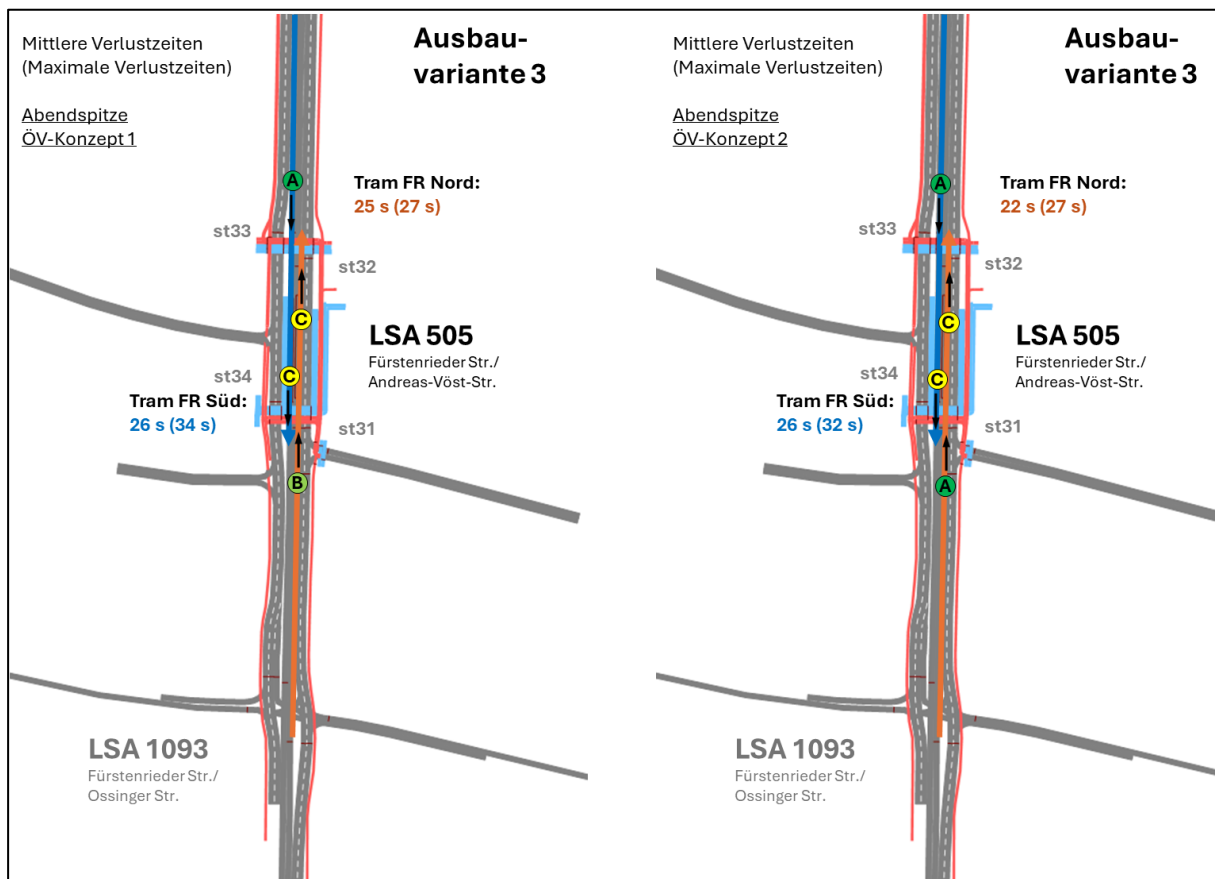


Abbildung 23: Mittlere und maximale ÖV-Verlustzeiten je ÖV-Angebotskonzept – Abendspitze

Mittlere Verlustzeiten für den MIV (in Anlehnung an die Wartezeiten und Qualitätsstufen des HBS)

Die mittleren Verlustzeiten im MIV und die daraus resultierenden Qualitätsstufen sind für die beiden ÖV-Angebotskonzepte für die LSA 505 in Abbildung 24 gegenübergestellt.

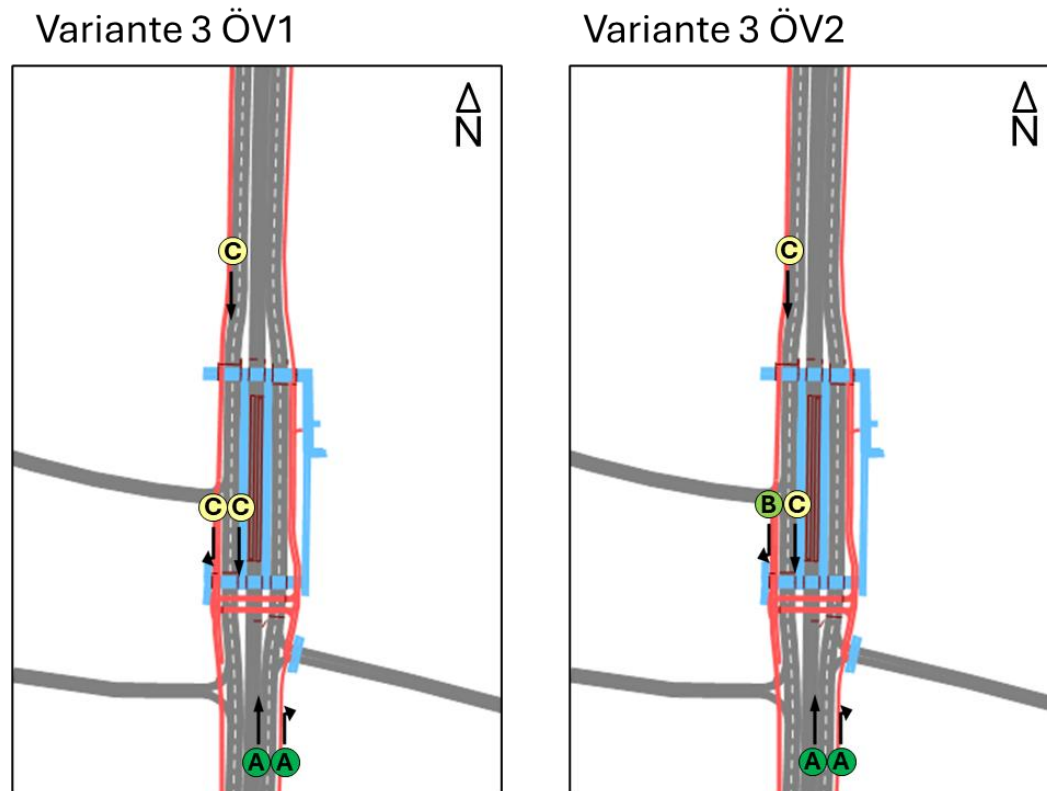


Abbildung 24: Mittlere Verlustzeiten (QSV) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)

Die Qualitätsstufen C in der nördlichen Zufahrt fallen gegenüber den anderen beiden Ausbauvarianten etwas schlechter aus. Gründe hierfür sind die höheren Querungsbedingungen der Dreifachfurt sowie die Gleichschaltung der Fahrverkehrssignale zwischen den Querschnitten (keine Progression). Alle weiteren LSA-spezifischen mittleren und maximalen Verlustzeiten des Knotenpunkts 505 können dem Anhang 9.7 entnommen werden.

Rückstaulängen

Die mittleren und maximalen Rückstaulängen im MIV liegen in beiden ÖV-Angebotskonzepten in einer ähnlichen Größenordnung. In Abbildung 25 sind die mittleren Rückstaulängen schematisch dargestellt, die maximalen Rückstaulängen jeweils in Klammern angegeben.

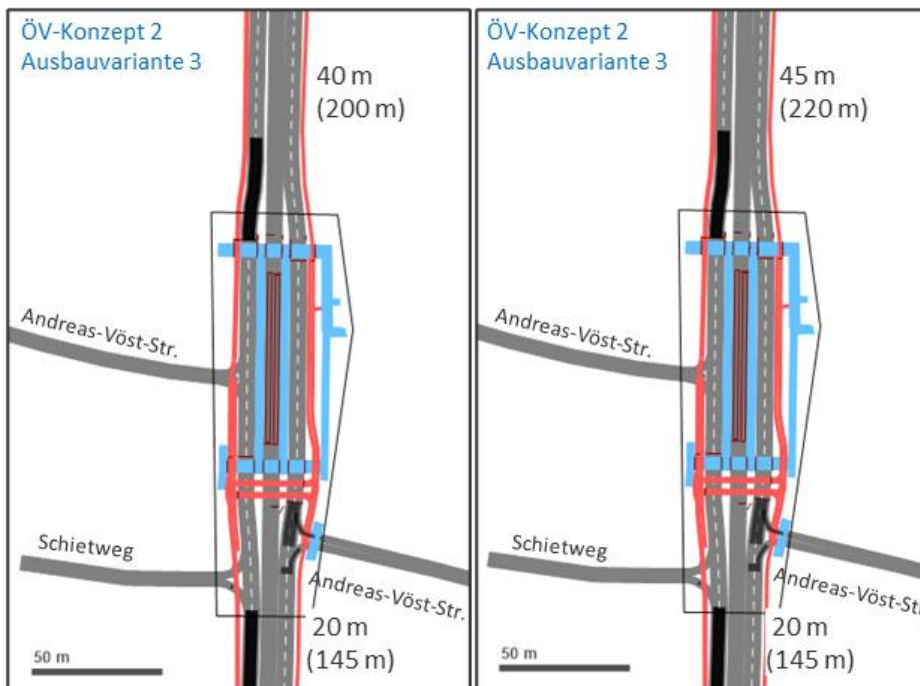


Abbildung 25: Mittlere Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des Prognose-Planfalls 2035 im MIV – Gegenüberstellung der ÖV-Angebotskonzepte an LSA 505 (Abendspitze)

Es können Rückstauungen bis zum südlichen Nachbarknoten (Entfernung ca. 150 m, Messung in Vis-sim bis max. 180 m zur LSA 1093) der LSA 1093 Fürstenrieder Str. / Meier-Helmbrecht-Str. auftreten, insbesondere bei und nach den Eingriffen zur ÖPNV-Priorisierung. Dies hat zur Folge, dass bei Überstauung die bereits an der Belastungsgrenze liegende Nachbar-LSA 1093 ein Leistungsdefizit durch Beeinflussungen im Abfluss und durch die Wechselwirkungen zwischen beiden LSA aufweist. Die Überstauung an der LSA 1093 baut sich während der simulierten Spitzenstunden nicht mehr ab.

6.3.5 Ergebnisbewertung

Bei den drei Planfällen zeigt sich sowohl in den Auswertungen der Verlustzeiten als auch der Rückstaulängen, dass die Ausbauvarianten 2 (Haltestelle in Seitenlage) und 3 (Inselhaltestelle in Mittel-lage) mit dem ÖV-Konzept 2 (zwei Trambahnlinien mit 54 m Länge) an der LSA 505 grundsätzlich am besten funktionieren. Unter dem Aspekt der Verkehrssicherheit (siehe dazu auch 5.4) haben die beiden Ausbauvarianten 2 und 3 einen Vorteil gegenüber Variante 1, da an der Haltestelle wartende Fahrgäste die Fahrbahn zum Erreichen der Trambahn nicht queren müssen. Vor allem Variante 2 mit der Haltestelle in Seitenlage bietet hier ein hohes Maß an Sicherheit für ein- und aussteigende Fahrgäste. In Abbildung 26 ist eine Bewertung hinsichtlich dieser Kriterien ÖV- und MIV-Leistungsfähigkeit sowie auch der Verkehrssicherheit (bei funktionsfähiger LSA) dargestellt.

Bei einem Ausfall der Lichtsignalanlage ist generell ein Sicherheitsrisiko gegeben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass in Variante 1 für ein- und aussteigende Fahrgäste ein besonderes Risiko beim Queren der Fahrbahn besteht. In Variante 2 ist beim Ein- und Ausfahren der Trambahnen die Gefahr von Unfällen mit dem MIV gegeben, da der Trambahnfahrer aufgrund seines nicht vorhandenen linken Außenspiegels den parallelen Fahrverkehr nicht einsehen kann. Variante 3 birgt bei Ausfall der Lichtsignalanlage kein besonderes Gefahrenpotenzial (siehe dazu auch Kapitel 5.5).

Planfall 2035	MIV	ÖV	Verkehrssicherheit*
Variante 1, ÖV1	—	—	+
Variante 1, ÖV2	—	—	+
Variante 2, ÖV1	○	+	++ ++
Variante 2, ÖV2	○	++ ++	++ ++
Variante 3, ÖV1	○	+	++ ++
Variante 3, ÖV2	○	++ ++	++ ++

Bewertungsskala:
 ++ sehr gut
 + gut
 ○ befriedigend
 - ungeeignet

*Die Bewertung der Verkehrssicherheit wird bzgl. der Thematik Konflikt Fußgänger und Radfahrer mit ÖV/MIV vorgenommen.

Abbildung 26: Bewertung der LSA 505 bzgl. Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit

Die neue Projektierung der LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505) wurde unter Berücksichtigung der Vorgaben des LSA-Planungsleitfadens des MOR erstellt. Für die Fußgänger-Furten über die Hauptrichtung sind Bord-Bord-Gehenzeiten für jede Variante hinterlegt. Zudem wurde eine

Wartezeitbegrenzung für den Fall des ÖV-Eingriffs in der LSA-Steuerung vorgesehen. In Kombination der neuen Vorgaben der Fußgänger und einer möglichst optimalen ÖV-Beschleunigung wurde der Knoten als Freiläufer geplant. Die Freigabezeiten des MIV richten sich daher immer an den Eingriffen der Fußgänger und des ÖV.

Die Vorzugsvarianten sind die Ausbauvarianten 2 und 3 in Verbindung mit dem ÖV-Konzept 2, da sie im Vergleich die geringeren Rückstaulängen im Kfz-Verkehr und die geringeren Verlustzeiten für den ÖV aufweisen.

Allerdings muss darauf hingewiesen werden, dass bei ÖV-Eingriffen in allen Planfallvarianten Überstauungen zur südlich benachbarten LSA Meier-Helmbrecht- / Fürstenrieder Straße (1093) auftreten (in Variante 3 Risiko etwas geringer), welche zu einem Leistungsdefizit an diesem Knotenpunkt führen. Jede Beeinflussung im Abfluss beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit der bereits an der Belastungsgrenze liegenden Lichtsignalanlage 1093.

Durch den im Abfluss der LSA Meier-Helmbrecht- / Fürstenrieder Straße (1093) zeitweise vorhandenen Rückstau von der LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505), können an der LSA 1093 die Prognoseverkehrsmengen in beiden Spitzenstunden nicht vollständig abgewickelt werden. Infolgedessen kommen in der Simulation an der LSA 505 in der Südzufahrt weniger Fahrzeuge an. Hieraus ergeben sich an der LSA 505 folglich geringere Verlustzeiten als in den HBS-Berechnungen, wo auf Grund der Einzelknotenbetrachtung mit dem vollen Durchsatz der Prognoseverkehrsmengen gerechnet wird. In der Simulation entstehen dadurch sehr hohe Verlustzeiten in der Südzufahrt der LSA 1093.

Die in der Simulation gemessene, knotenpunktbezogene Verkehrsqualität an der LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505) muss im Hinblick auf die Rückstaulängen und die Verlustzeiten im Kontext mit den Wechselwirkungen der LSA Meier-Helmbrecht- / Fürstenrieder Straße (1093) kritisch betrachtet werden.

Es wird empfohlen, die prognostizierten Zuflussmengen der südlich von der LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (505) gelegenen Lichtsignalanlagen auf der Fürstenrieder Straße bezüglich dieser Erkenntnis genauer zu untersuchen, um Leistungsdefiziten auf diesem Streckenzug vorzubeugen. Um Überstauungen der LSA Meier-Helmbrecht- / Fürstenrieder Straße (1093) möglichst zu vermeiden, wurde bei der Neuprojektierung der LSA 1093 bereits eine Staudetektion im Abfluss der LSA berücksichtigt.

7 Zusammenfassung und Empfehlungen

7.1 Aufgabenstellung und Untersuchungsansatz

In der verkehrstechnischen Untersuchung „Tram Westtangente – Haltestelle Andreas-Vöst-Straße“ wurden drei Ausbauvarianten für die neue Tramhaltestelle Andreas-Vöst-Straße entwickelt: eine Inselhaltestelle für die Fahrtrichtung Süden und drei unterschiedliche Lösungen für die Fahrtrichtung Norden (ein überfahrbares Kap, eine Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung und eine Inselhaltestelle).

Für jede Variante wurden zwei ÖV-Betriebskonzepte mit unterschiedlichen Tramlinien geprüft. Neben Leistungsfähigkeitsberechnungen wurde eine mikroskopische Verkehrsflusssimulation durchgeführt. Die Simulation dient auch dazu, die Rad- und Fußgängerströme im Bereich der Haltestelle bzw. der Lichtsignalanlage (LSA), gerade zum Schulbeginn des benachbarten Ludwigsgymnasiums und des Erasmus-Grasser-Gymnasiums, darzustellen.

Die Untersuchung fokussiert auf die LSA 505 (Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße), berücksichtigt aber auch benachbarte Lichtsignalanlagen, um deren Einfluss auf den Verkehrsablauf an der LSA 505 zu bewerten. Die Ergebnisse fließen in den Variantenvergleich ein, wobei die Vor- und Nachteile jeder Variante tabellarisch dargestellt werden. Abschließend wird eine verkehrstechnische Empfehlung für eine Variante gegeben.

7.2 Gesamtbeurteilung

Leistungsfähigkeitsberechnungen

Die Beurteilung der Knotenpunkte im Hinblick auf den Verkehrsablauf erfolgt gemäß dem Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS 2015) [2]. In dem Verfahren wird die Beurteilung der Qualität des Verkehrsablaufs (QSV) aus Verkehrsteilnehmersicht in einer sechsstufigen Einteilung in Abhängigkeit von der mittleren Wartezeit, bzw. dem Auslastungsgrad vorgenommen. Die Schwellenwerte zwischen den einzelnen Qualitätsstufen sind in nachfolgender Tabelle dargestellt.

Tabelle: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs für motorisierten Individualverkehr (HBS 2015)

Zulässige mittlere Wartezeit für Kfz-Verkehr an...	signalisierten Knotenpunkten
QSV A	≤ 20 s
QSV B	≤ 35 s
QSV C	≤ 50 s
QSV D	≤ 70 s
QSV E	> 70 s
QSV F	$q > C$
QSV... Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs q... Verkehrsstärke C... Kapazität	

Die Qualitätsstufen QSV A bis QSV E weisen dabei auf die grundsätzliche Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes hin, allerdings sind die Wartezeiten bei QSV E bereits deutlich verlängert. QSV F bedeutet hingegen, dass die Leistungsfähigkeit eines Knotenpunktes nicht mehr gegeben ist.

Maßgebend für die Gesamtbewertung der Verkehrsqualität ist an signalisierten Knotenpunkten die schlechteste Qualitätsstufe, die sich für einen einzelnen Fahrstreifen im Kfz-Verkehr ergibt. Die LSA Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße (505) kann im Analyse- und im Nullfall leistungsfähig betrieben werden. Mit der für das Jahr 2035 prognostizierten Verkehrsabnahme können die Planungsvarianten 2 und 3 mit beiden ÖV-Konzepten in den Spitzenstunden leistungsfähig betrieben werden, wobei für Planungsvariante 3 mit QSV C bzw. QSV B die besseren Qualitätsstufen erreicht werden. Für das ÖV-Konzept 2 ist, im Vergleich zu Konzept 1, jeweils eine höhere Qualität des Verkehrsablaufs zu erwarten. In Planfall 2 max. QSV C gegenüber QSV E für ÖV-Konzept 1 und in Planfall 3 QSV B gegenüber QSV C. Die Planungsvariante 1 ist in der Morgenspitze weiterhin nicht leistungsfähig.

	Analysefall		PNF		Planungsvariante 1				Planungsvariante 2				Planungsvariante 3				
					ÖV-Konzept 1		ÖV-Konzept 2		ÖV-Konzept 1		ÖV-Konzept 2		ÖV-Konzept 1		ÖV-Konzept 2		
					PPF 2035												
Knotenpunkt	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	MS	AS	
LSA 505	A	A	B	A	F	D	F	D	E	B	C	B	C	B	B	B	B
Nordzufahrt	A	A	A	A	A	A	A	A	A	B	A	B	B	B	B	B	B
Südzufahrt	A	A	B	A	F	D	F	D	E	B	C	B	C	A	B	A	A

Abbildung: Übersicht der ermittelten Qualitätsstufen für den MIV – LSA 505

Verkehrssimulation

Mit der Verkehrssimulation wurden die Wechselwirkungen der LSA 505 mit den benachbarten Lichtsignalanlagen Fürstenrieder Str./ Ammerseestraße (LSA 167) und Fürstenrieder Str./ Meier-Helmbrecht-Straße (LSA 1093) analysiert.

Für die Ermittlung der Qualitätsstufen der Trambahnen werden die mittleren Verlustzeiten an die für den ÖPNV gesonderte Einstufung des HBS angelehnt (siehe Abbildung).

QSV	Kfz-Verkehr mittlere Wartezeit t_w [s]	ÖPNV auf Sonderfahrstreifen ¹⁾ mittlere Wartezeit t_w [s]	Fußgänger- und Radverkehr ²⁾ maximale Wartezeit $t_{w,max}$ [s]
A	≤ 20	≤ 5	≤ 30
B	≤ 35	≤ 15	≤ 40
C	≤ 50	≤ 25	≤ 55
D	≤ 70	≤ 40	≤ 70
E	> 70	≤ 60	≤ 85
F	– ³⁾	> 60	> 85 ⁴⁾

¹⁾ Die Werte gelten auch für den ÖPNV, der durch eine verkehrsabhängige Steuerung priorisiert wird.

Abbildung: Qualitätsstufen des Verkehrsablaufes (HBS 2015) bei signalisierten Knotenpunkten für den ÖPNV

Zwischen den beiden ersten Planfällen zeigt sich sowohl in den Auswertungen der Verlustzeiten bzw. Qualitätsstufen als auch der Rückstaulängen, dass die Ausbauvariante 2 (Haltestelle in Seitenlage mit Gleisverschwenkung) mit dem ÖV-Konzept 2 (zwei Trambahnlinien mit 54 m Länge) an der LSA 505 grundsätzlich am besten funktioniert. Mit der zusätzlich untersuchten Variante 3 (Inselhaltestellen) fallen die Rückstaulängen in der Zufahrt Nord gegenüber Variante 2 zwar etwas höher aus, jedoch sind die Verlustzeiten für den MIV ähnlich und für den ÖV sogar deutlich niedriger.

In Abbildung 27 und Abbildung 28 sind die Verlustzeiten für die Trambahnen in Fahrtrichtung Nord und Süd für die jeweilige Spitzenstunde, Ausbauvariante und ÖV-Konzept dargestellt. Die Ausbauvarianten 2 und 3 weisen gegenüber Ausbauvariante 1 in Fahrtrichtung Norden niedrigere ÖV-Verlustzeiten auf.

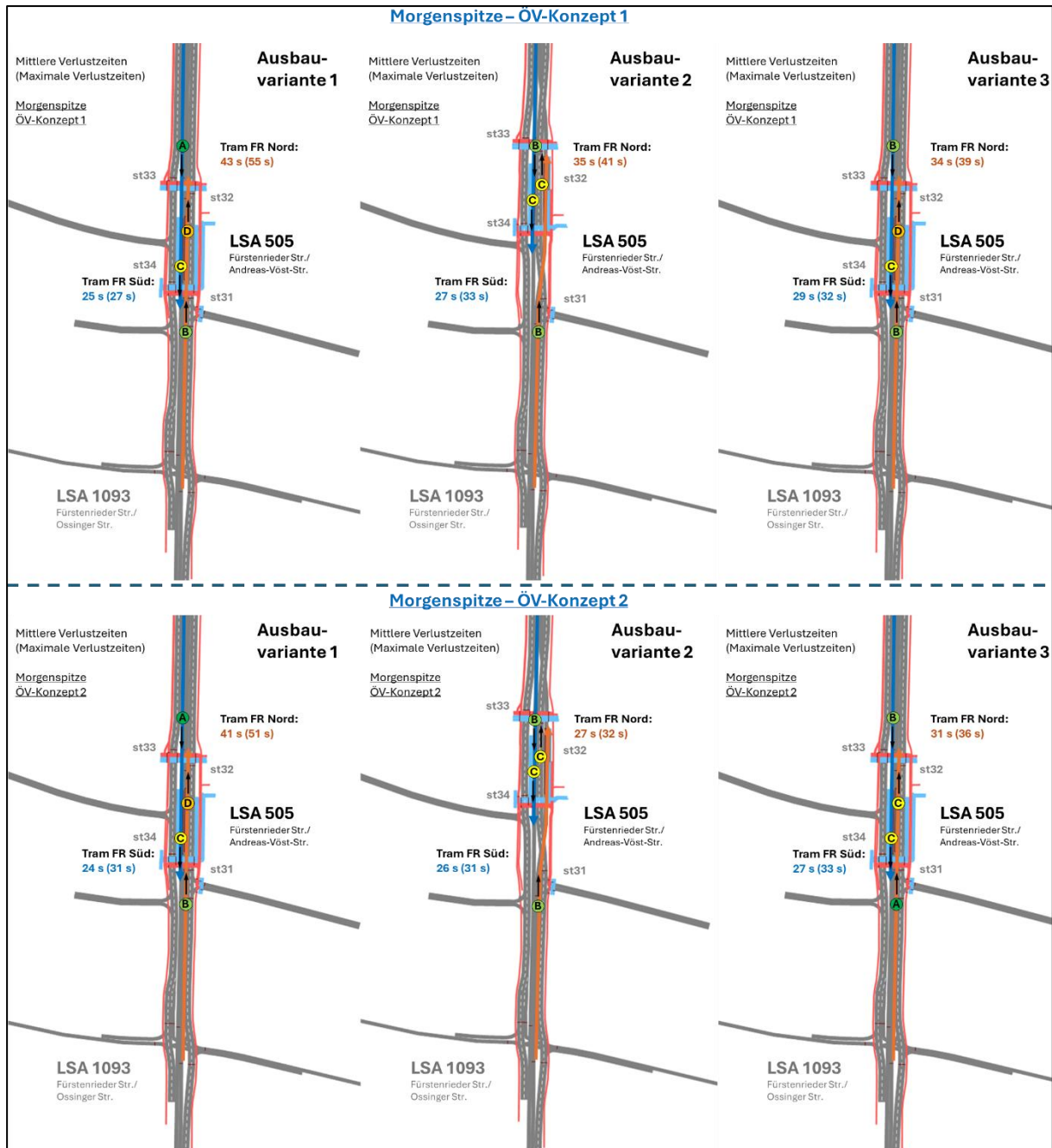


Abbildung 27: Gegenüberstellung der mittleren ÖV-Verlustzeiten (max. Verlustzeiten) aller Ausbauvarianten an der LSA 505 – Morgenspitze

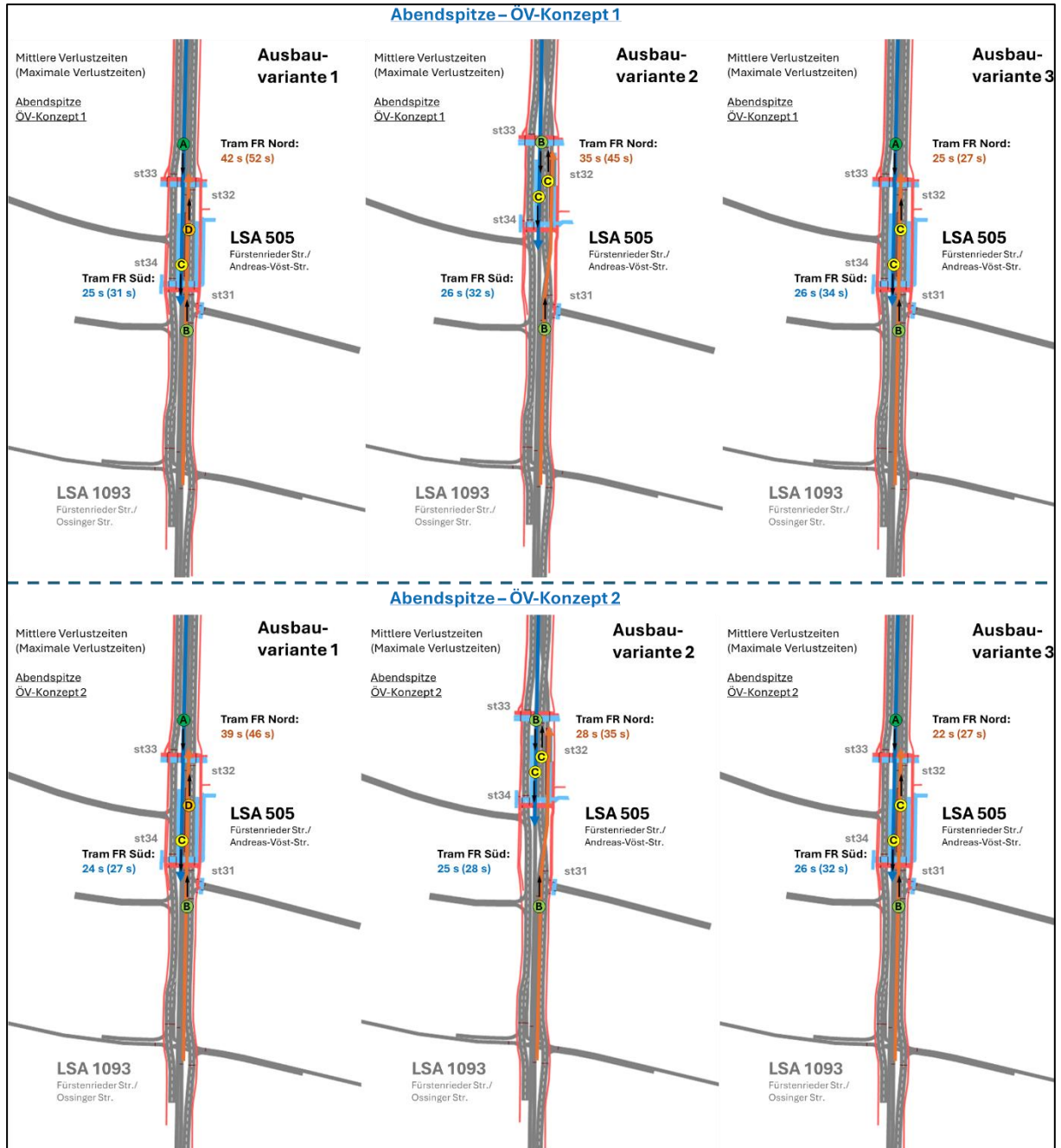


Abbildung 28: Gegenüberstellung der mittleren ÖV-Verlustzeiten (max. Verlustzeiten) aller Ausbauvarianten an der LSA 505 – Abendspitze

Bei den Verlustzeiten bzw. Qualitätsstufen für den MIV in Fahrtrichtung Nord und Süd fallen alle Ausbauvarianten hinsichtlich der QSV-Bewertungen und der mittleren Rückstaulängen in Summe ähnlich aus (siehe Abbildung 29).

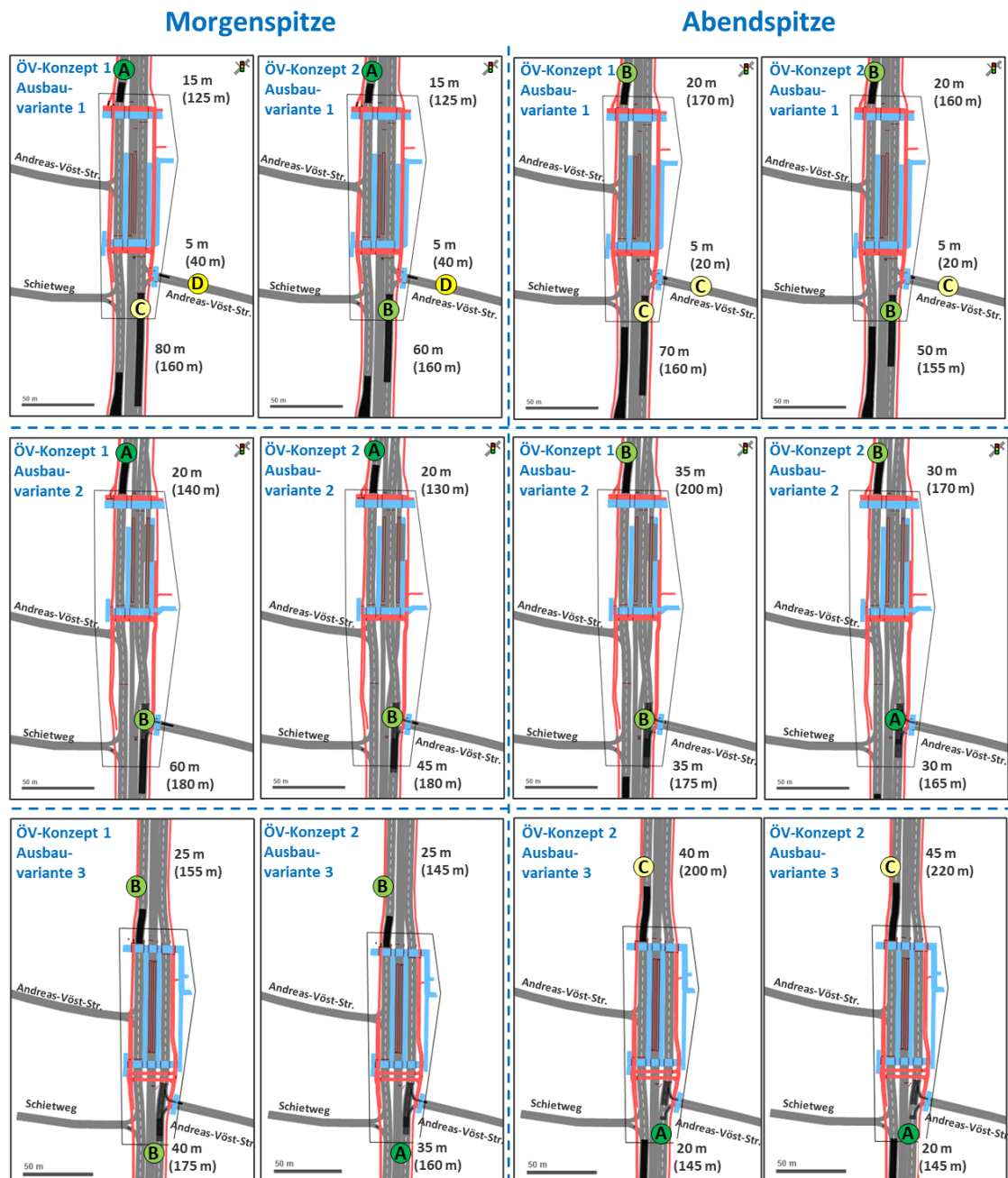


Abbildung 29: Gegenüberstellung der Qualitätsstufen und der mittleren Rückstaulängen (max. Rückstaulängen) des MIV aller Ausbauvarianten an der LSA 505

Die östliche Zufahrt der Andreas-Vöst-Straße ist in Variante 2 und 3 unsignalisiert und wird daher nicht bewertet. Gegenüber der aus Sicherheitsgründen erforderlichen Signalisierung in Variante 1 ergeben sich dadurch zusätzliche Leistungsfähigkeitskapazitäten. Es sind allerdings ähnliche QSV-Werte für die östliche Zufahrt anzunehmen, da die mittleren Rückstaulängen niedriger sind und sich ausreichende Zeitlücken für ein Einbiegen in die Hauptrichtung ergeben.

Verkehrssicherheit

Bei den drei Planfällen zeigt sich sowohl in den Auswertungen der Verlustzeiten als auch der Rückstaulängen, dass die Ausbauvarianten 2 (Haltestelle in Seitenlage) und 3 (Inselhaltestelle in Mittel-lage) mit dem ÖV-Konzept 2 (zwei Trambahnlinien mit 54 m Länge) an der LSA 505 grundsätzlich am besten funktionieren. Unter dem Aspekt der Verkehrssicherheit haben die beiden Ausbauvarianten 2 und 3 einen Vorteil gegenüber Variante 1, da an der Haltestelle wartende Fahrgäste die Fahrbahn zum Erreichen der Trambahn nicht queren müssen. Vor allem Variante 2 mit der Haltestelle in Seiten-lage bietet hier ein hohes Maß an Sicherheit für ein- und aussteigende Fahrgäste. In nachfolgender Abbildung ist eine Bewertung hinsichtlich dieser Kriterien ÖV- und MIV-Leistungsfähigkeit sowie auch der Verkehrssicherheit (bei funktionsfähiger LSA) dargestellt.

Planfall 2035	MIV	ÖV	Verkehrs-sicherheit*
Variante 1, ÖV1	—	—	+
Variante 1, ÖV2	—	—	+
Variante 2, ÖV1	○	+	++ ++
Variante 2, ÖV2	○	++ ++	++ ++
Variante 3, ÖV1	○	+	++ ++
Variante 3, ÖV2	○	++ ++	++ ++

Bewertungsskala:

- ++ sehr gut
- + gut
- befriedigend
- ungeeignet

*Die Bewertung der Verkehrssicherheit wird bzgl. der Thematik Konflikt Fußgänger und Radfahrer mit ÖV/MIV vorgenommen.

Abbildung: Bewertung der LSA 505 bzgl. Leistungsfähigkeit und Verkehrssicherheit

Bei einem Ausfall der Lichtsignalanlage ist generell ein Sicherheitsrisiko gegeben. Es wird jedoch darauf hingewiesen, dass in Variante 1 für ein- und aussteigende Fahrgäste ein besonderes Risiko beim Queren der Fahrbahn besteht. In Variante 2 ist beim Ein- und Ausfahren der Trambahnen die Gefahr von Unfällen mit dem MIV gegeben, da der Trambahnfahrer aufgrund seines nicht vorhandenen

linken Außenspiegels den parallelen Fahrverkehr nicht einsehen kann. Variante 3 birgt bei Ausfall der Lichtsignalanlage kein besonderes Gefahrenpotenzial.

Aufgrund des hohen Schüleraufkommens im Fuß- und Radverkehr ist ein besonderer Fokus auf die Verkehrssicherheit erforderlich:

In Variante 1 besteht dabei die Herausforderung darin, dass Nachzügler die Straßenbahn möglicherweise nicht mehr rechtzeitig vor dem Schließen der Türen erreichen und ggf. auf der Fahrbahn stehen, was ein Sicherheitsrisiko darstellt.

In der Ausbauvariante 2 entfällt das Queren der Fahrbahn für Fahrgäste, die aus Richtung Süden ankommen oder dorthin abfahren. Damit bietet diese Variante für Ein- und Aussteiger in Fahrtrichtung Norden ein deutlich höheres Maß an Sicherheit gegenüber Variante 1.

In Variante 3 („Standardausbau“) ist aufgrund der kurzen Querungswege über zwei Fahrbahnen nicht auszuschließen, dass Fußgänger unerlaubte oder ungesicherte Querungen vornehmen. Den Rotläufern kann baulich mit Geländern entgegengewirkt werden. Zur Erhöhung der signaltechnischen Sicherheit wurde daher die Lösung einer Freigabe der Fußgängerfurt bei Einfahrt einer Trambahn während der Hauptzeiten des Schülerverkehrs berücksichtigt (Zwangsbedienung). Diese Maßnahme kann zu zusätzlichen Verlustzeiten für Gegenbahnen in Fahrtrichtung Süden und zu längeren Rückstaus im motorisierten Individualverkehr in Fahrtrichtung Süden führen.

7.3 Empfehlungen

Eine Umsetzung der Ausbauvariante 1 an der LSA Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße (505) kann aufgrund der fehlenden Leistungsfähigkeit und des niedrigeren Maßes an Verkehrssicherheit gegenüber den Ausbauvarianten 2 und 3 nicht empfohlen werden.

Die Ausbauvarianten 2 und 3 in Verbindung mit dem ÖV-Konzept 2 werden daher als Vorzugsvarianten empfohlen, da sie im Variantenvergleich insgesamt die geringeren Rückstaulängen im Kfz-Verkehr und die geringeren Verlustzeiten für den ÖV aufweisen.

Aufgrund der Sicherheitsbedenken bei Ausfall der Lichtsignalanlage ist die Ausbauvariante 3 mit Inselhaltestellen vorzuziehen.

Es wird darauf hingewiesen, dass bei ÖV-Eingriffen in allen Planfallvarianten Überstauungen zur südlich benachbarten LSA Meier-Helmbrecht- / Fürstenrieder Straße (1093) auftreten (in Variante 3 Risiko etwas geringer), welche zu einem Leistungsdefizit an diesem Knotenpunkt führen. Jede Einschränkung des ungehinderten Abflusses beeinträchtigt die Leistungsfähigkeit der bereits an der Belastungsgrenze liegenden Lichtsignalanlage 1093. Aus diesem Grund wurde bei der Planung bereits eine Staubemessung im Abfluss berücksichtigt.

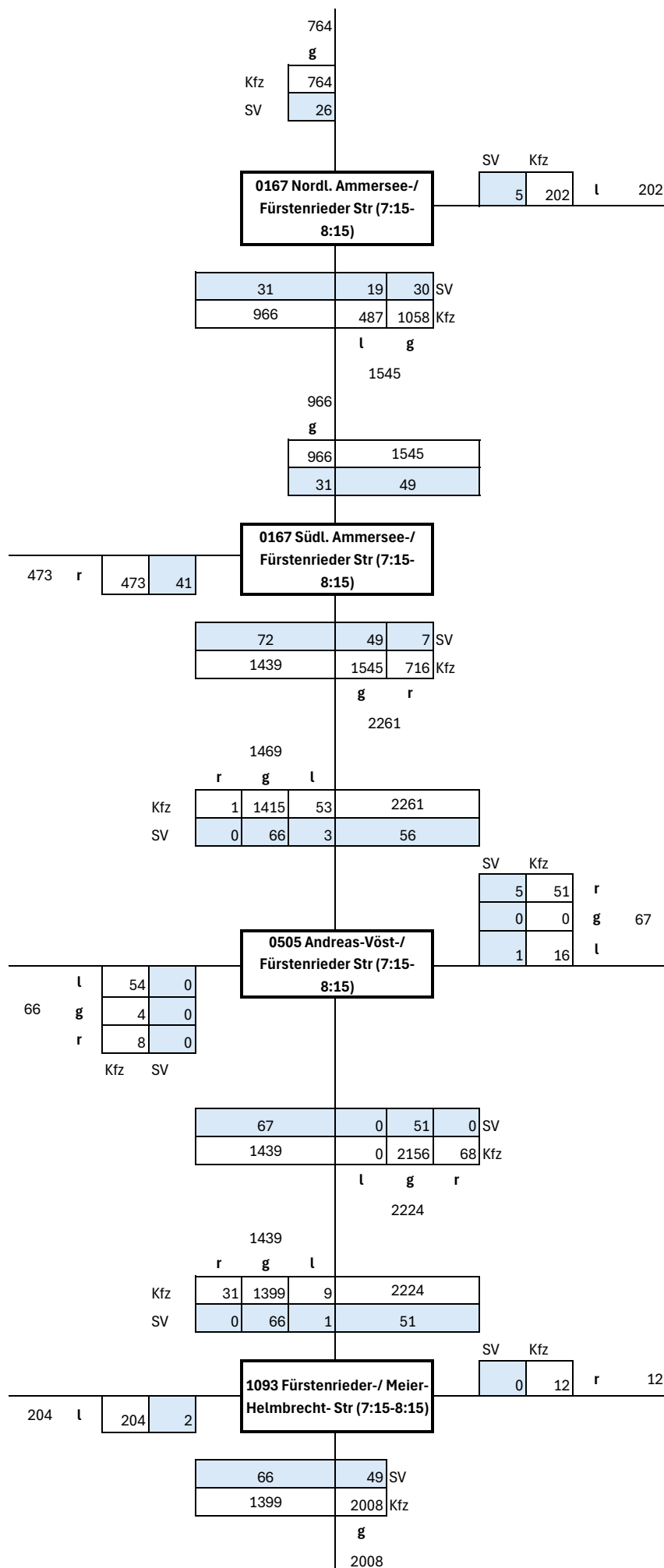
8 Quellenverzeichnis

- [1] © Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2025), Datenquellen: http://sg.geodatenzentrum.de/web_public/Datenquellen_TopPlus_Open_12.03.2025.pdf
- [2] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:
Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), Ausgabe 2015,
Köln, 2015.
- [3] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen - FGSV:
RiLSA - Richtlinien für Lichtsignalanlagen - Lichtzeichenanlagen für den Straßenverkehr.
Köln, 2015.
- [4] Landeshauptstadt München, Mobilitätsreferat – Verkehrssteuerung (MOR):
Leitfaden zur LSA-Planung, Version 2025.
München, 01.01.2025.
- [5] PTV Planung Transport Verkehr GmbH:
PTV VISSIM 2023 Handbuch,
Karlsruhe, 2022.
- [6] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen:
Hinweise zur mikroskopischen Verkehrsflusssimulation: Grundlagen und Anwendung,
Ausgabe 2006.
Köln 2006.

9 Anhang

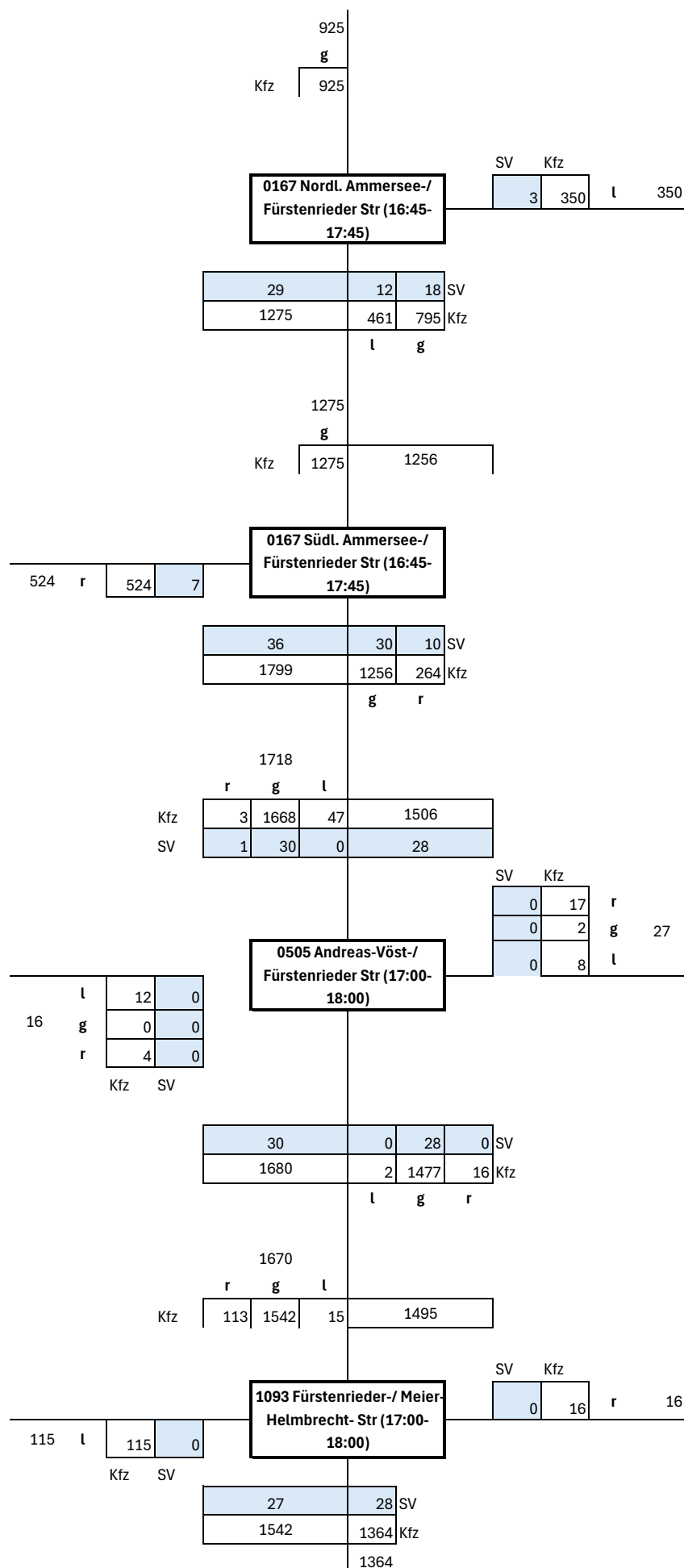
9.1 Verkehrsbelastungszahlen Bestand (Analyse 2016)

Analyse 2016 (Morgen)*



*(LSA 0167 und LSA 1093: nur für die Simulation maßgebliche Ströme dargestellt)

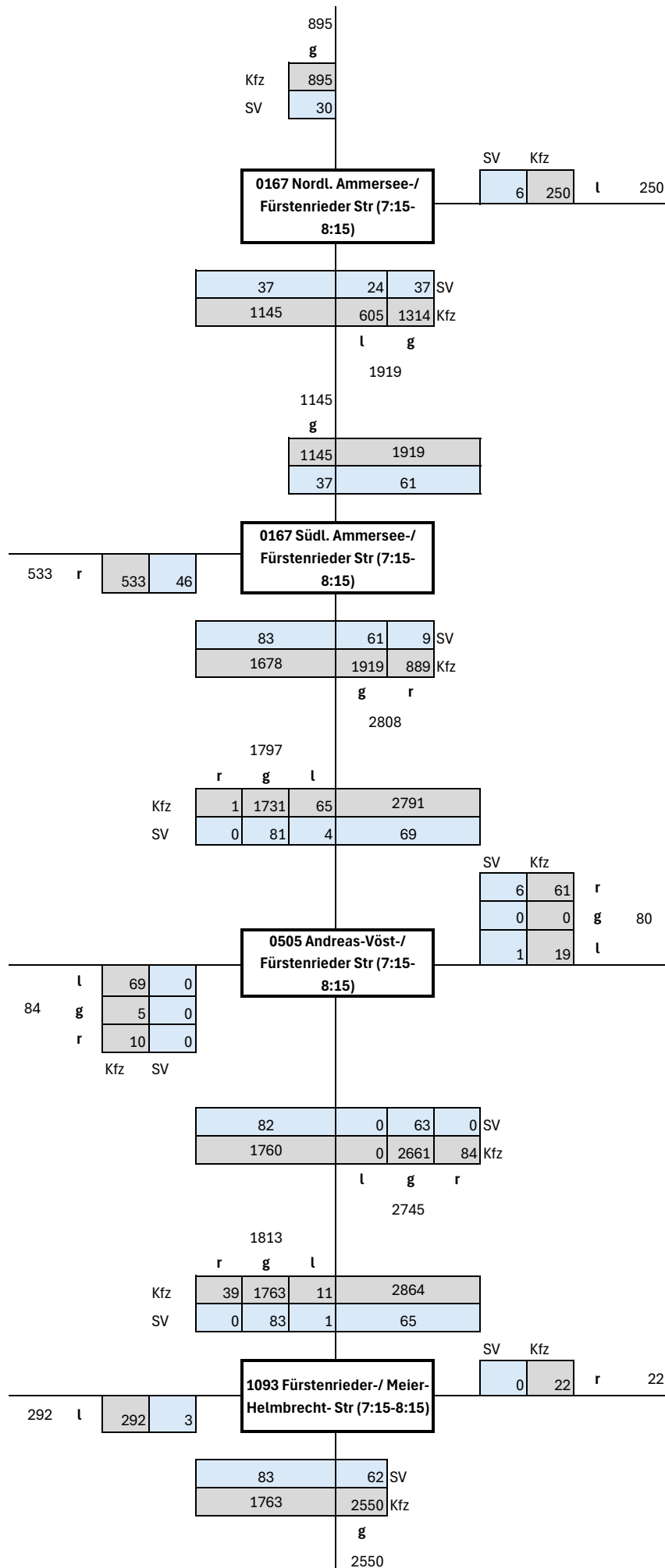
Analyse 2016 (Abend)*



*(LSA 0167 und LSA 1093: nur für die Simulation maßgebliche Ströme dargestellt)

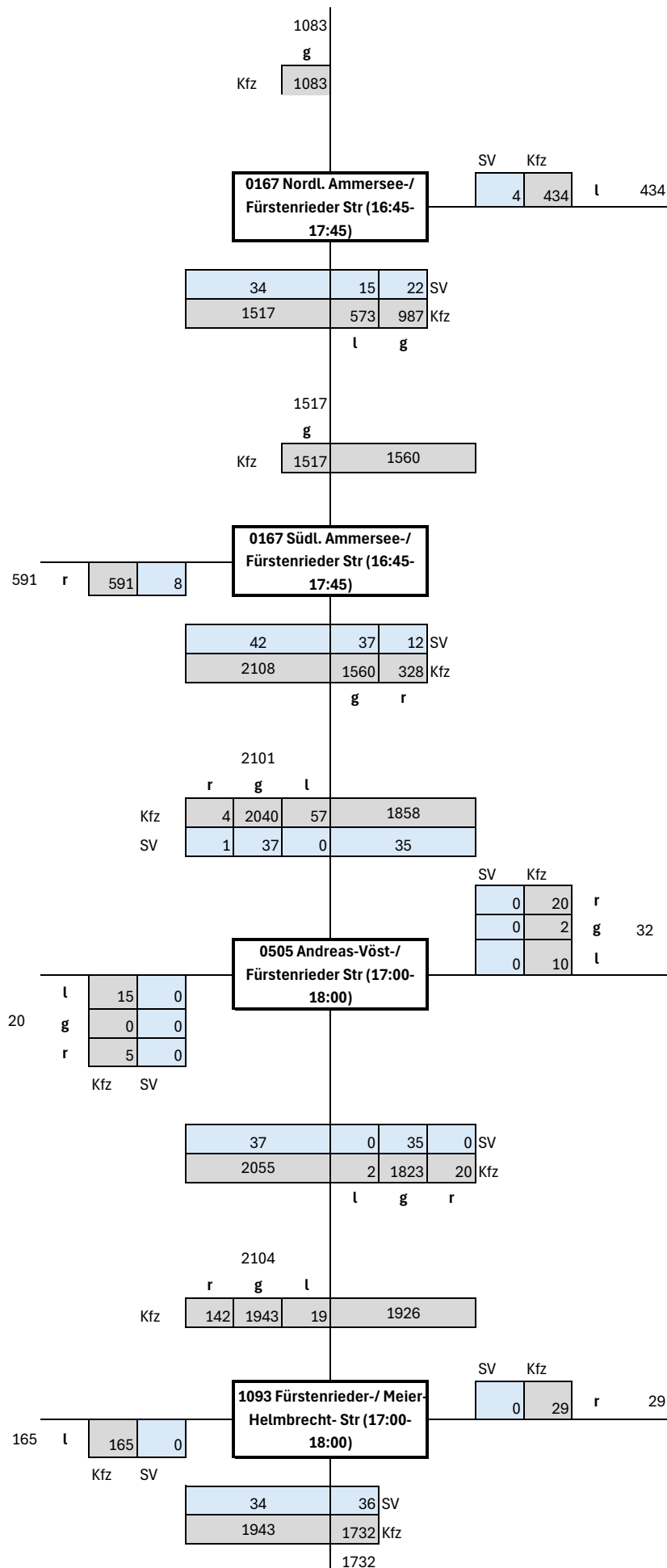
9.2 Verkehrsbelastungszahlen Nullfall (Prognose 2030)

Prognose Nullfall 2030 (Morgen)*



*(LSA 0167 und LSA 1093: nur für die Simulation maßgebliche Ströme dargestellt)

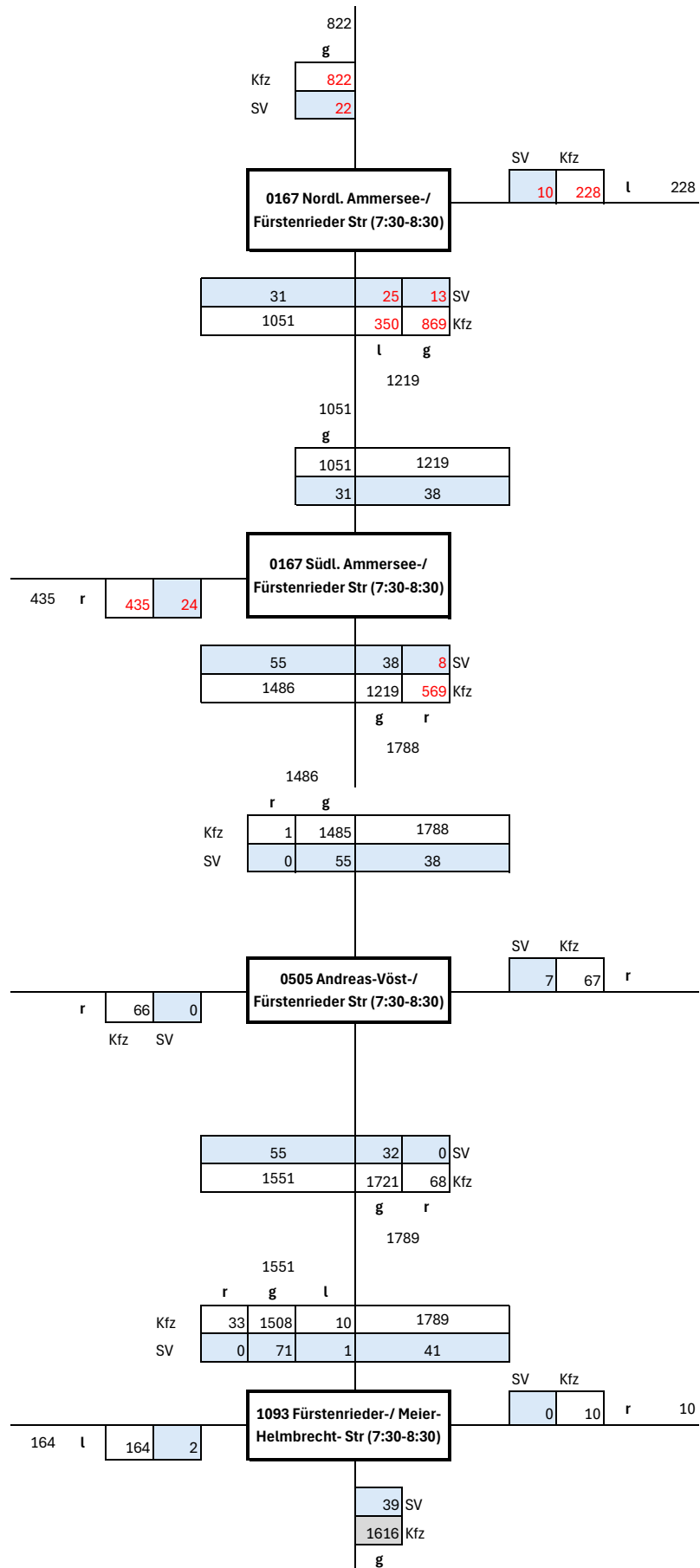
Prognose Nullfall 2030 (Abend)*



*(LSA 0167 und LSA 1093: nur für die Simulation maßgebliche Ströme dargestellt)

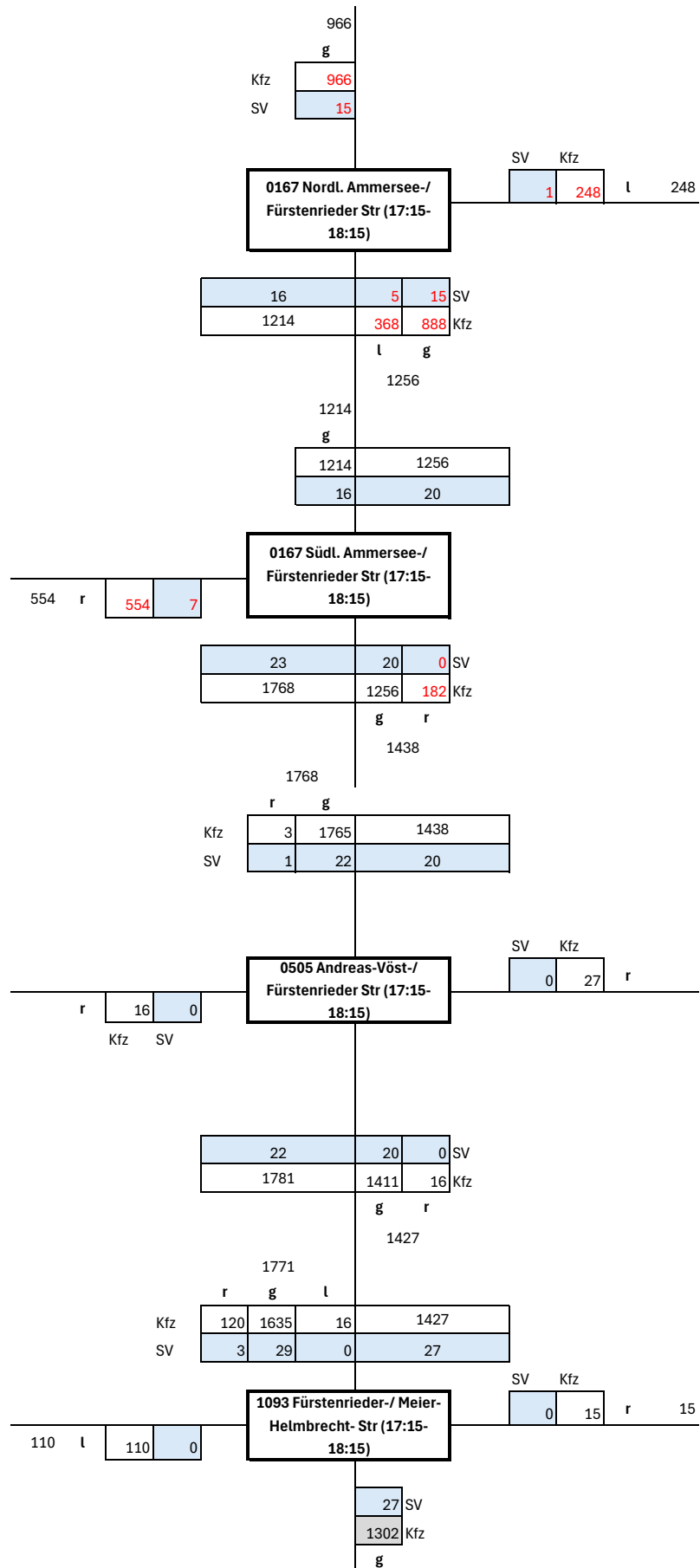
9.3 Verkehrsbelastungszahlen Planfall (Prognose 2035)

Prognose 2035 (Morgen)*



*(LSA 0167 und LSA 1093: nur für die Simulation maßgebliche Ströme dargestellt)

Prognose 2035 (Abend)*



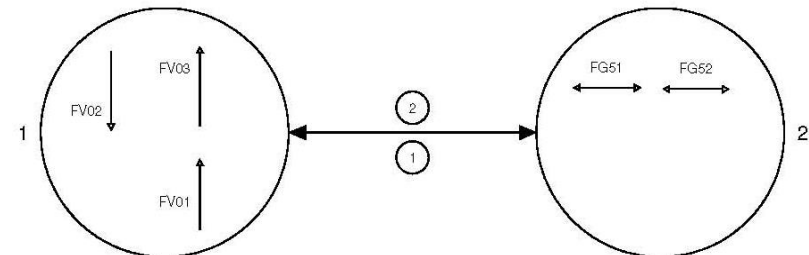
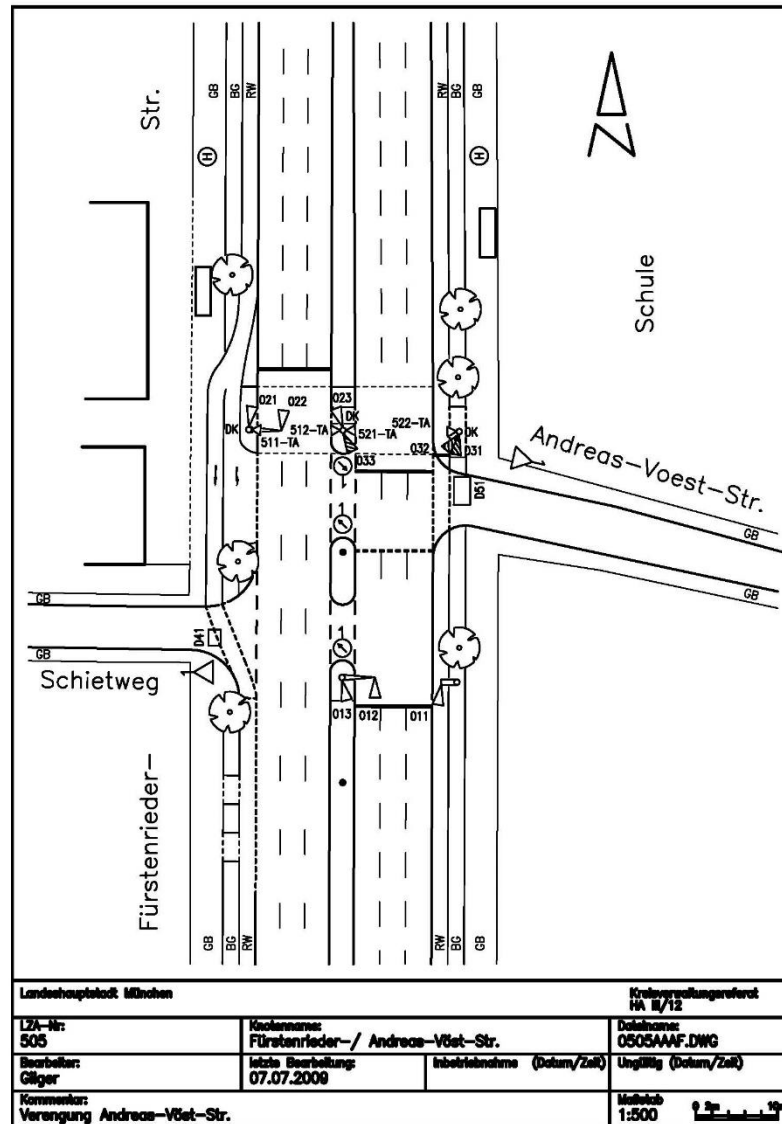
*(LSA 0167 und LSA 1093: nur für die Simulation maßgebliche Ströme dargestellt)

9.4 Signallage-, Phasenfolge- und Funkmeldepunktpläne

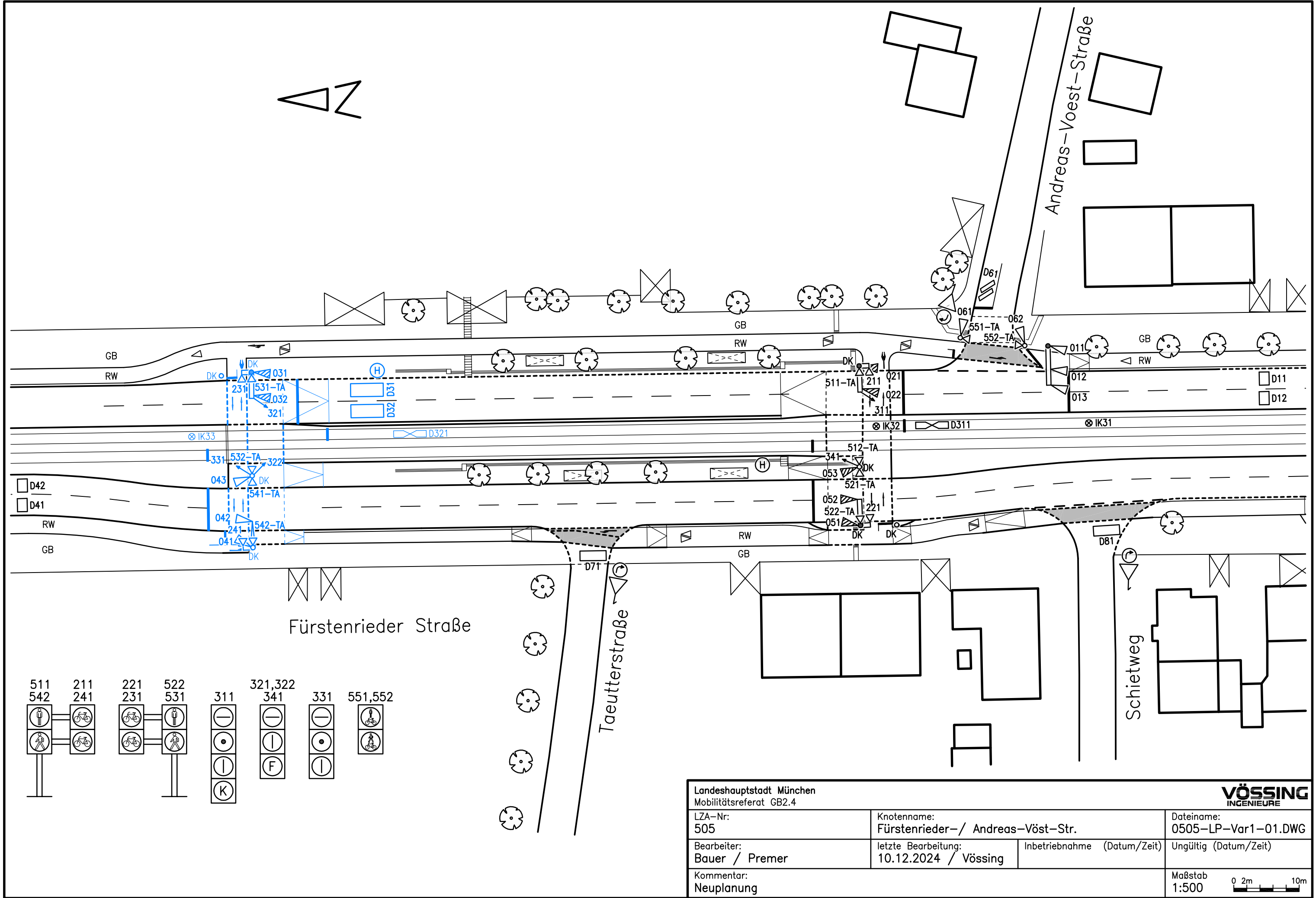
9.4.1 LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)

9.4.1.1 Bestand und Nullfall (ohne Funkmeldepunktplan)

Anlage 11.1 – Analysenullfall – Signallageplan, Phasenfolgeplan



9.4.1.2 Planfall 1



0505SIM1

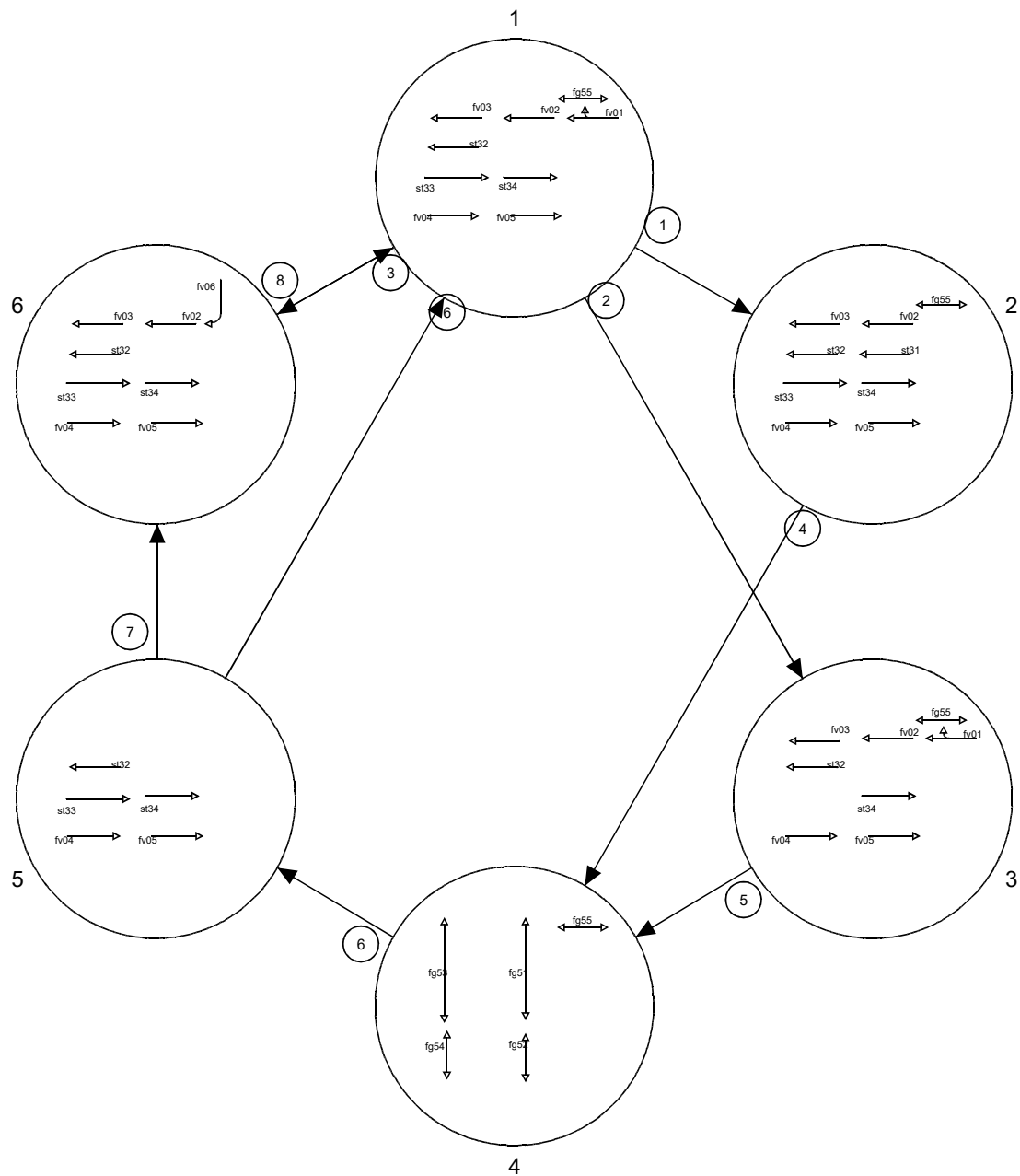
Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

C.Helmrich

/

Phasenfolgeplan

12.03.2025



/

Geprüft gegen ZWZ-ID: 5

C.Helmrich

10.03.2025

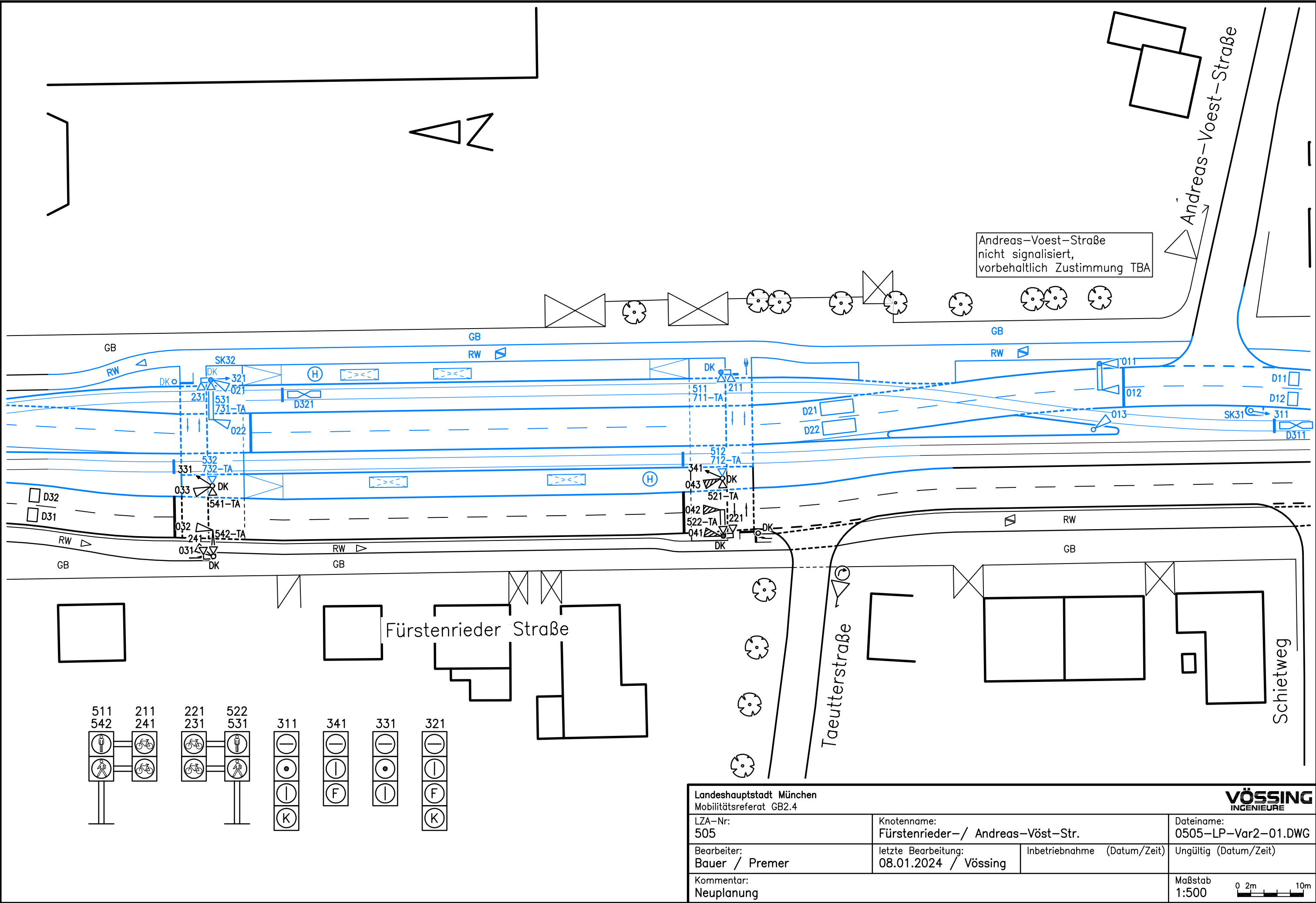
C.Helmrich

10.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

1

9.4.1.3 Planfall 2



0505SIM2

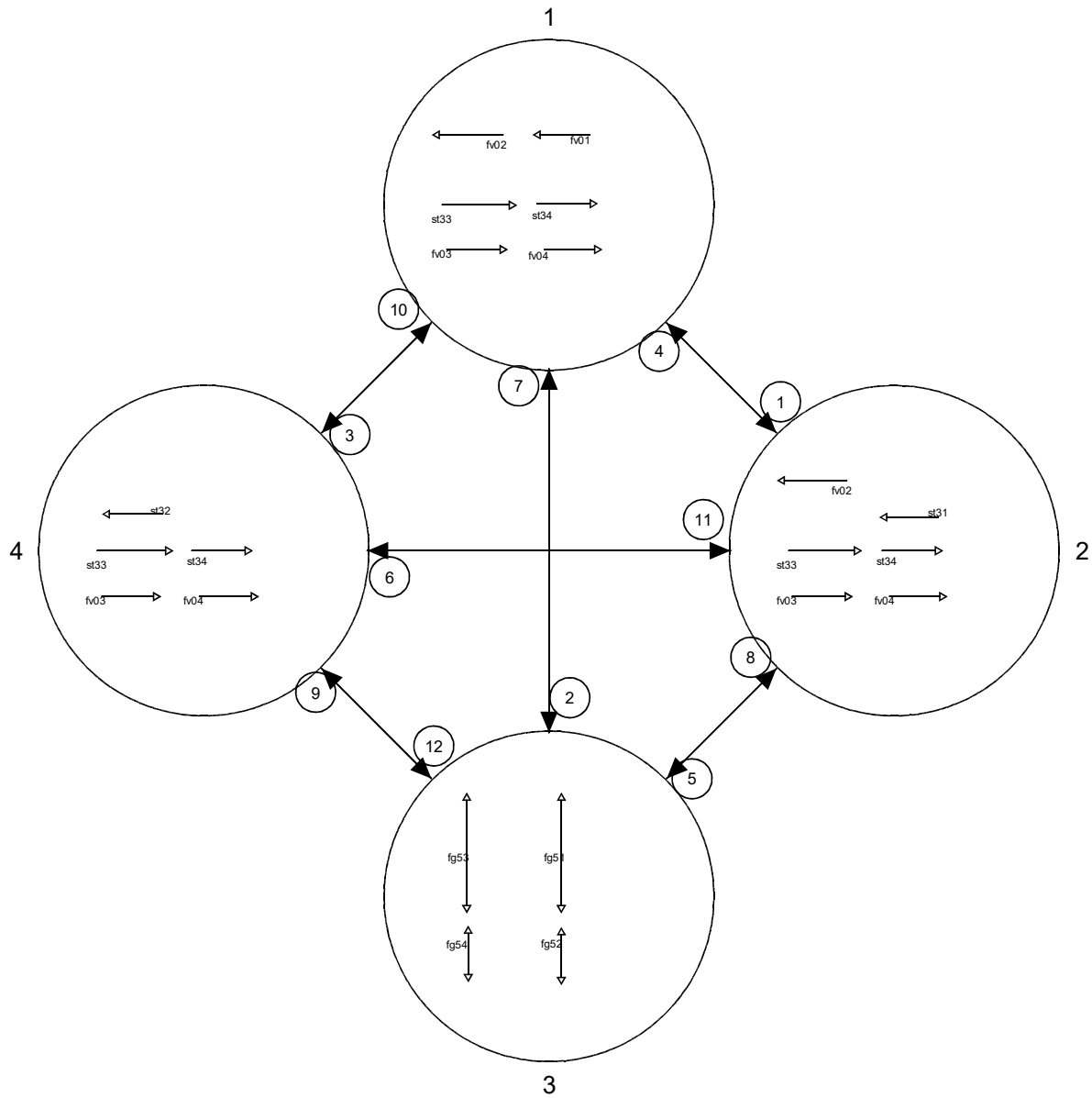
Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

C.Helmrich

/

Phasenfolgeplan

24.03.2025



/

Geprüft gegen ZWZ-ID: 8

C.Helmrich

10.03.2025

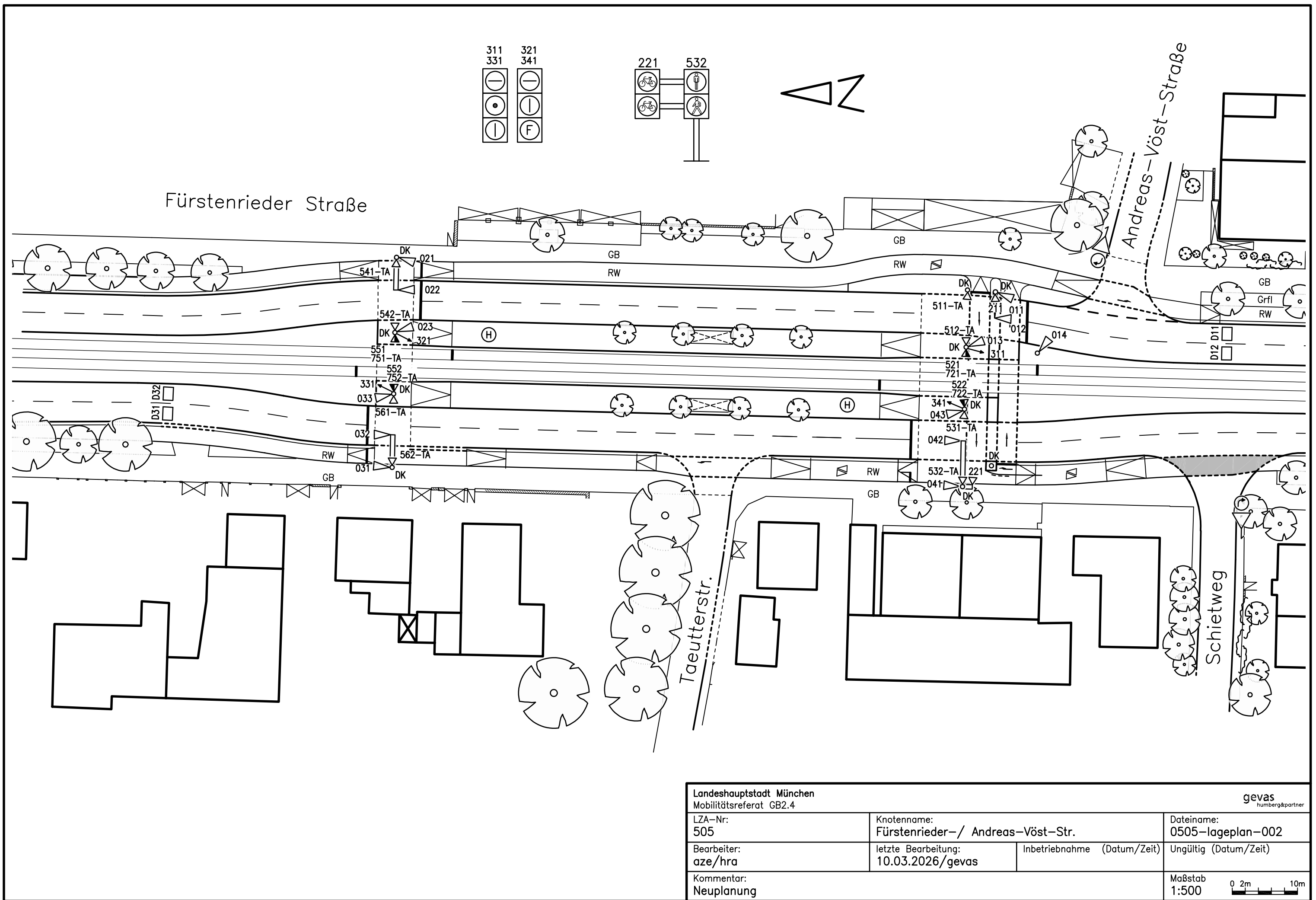
C.Helmrich

10.03.2025

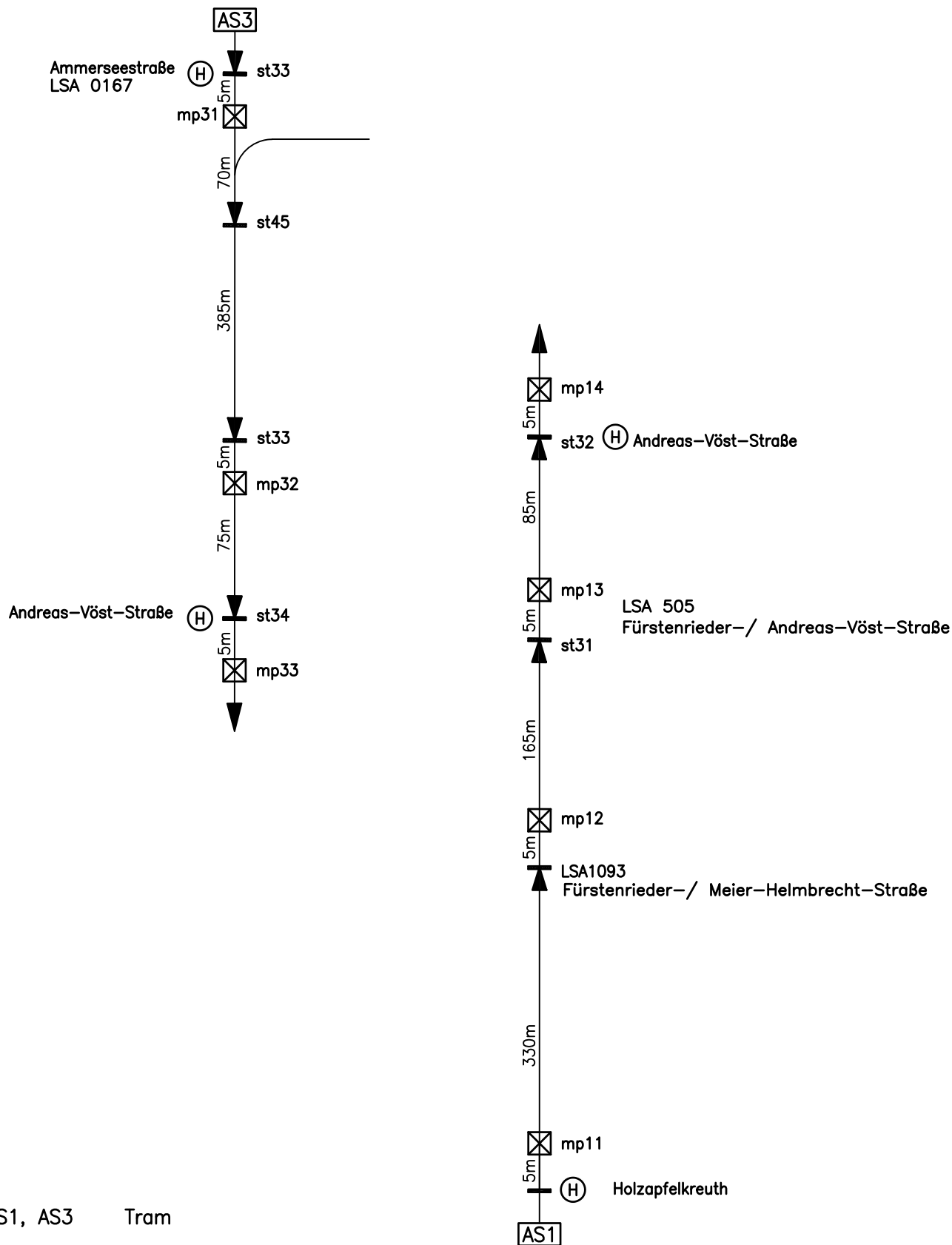
gevas Ingenieurgesellschaft mbH

1

9.4.1.4 Planfall 3



Landeshauptstadt München Mobilitätsreferat GB2.4			gevas humberg&partner
LZA-Nr: 505	Knotenname: Fürstenrieder-/ Andreas-Vöst-Str.		Dateiname: 0505-lageplan-002
Bearbeiter: aze/hra	letzte Bearbeitung: 10.03.2026/gevas	Inbetriebnahme (Datum/Zeit)	Ungültig (Datum/Zeit)
Kommentar: Neuplanung			Maßstab 1:500 0 2m 10m



Landeshauptstadt München
Mobilitätsreferat GB2.4

gevas
humbert&partner

LZA-Nr: 505	Knotenname: Fürstenrieder-/ Andreas-Vöst-Straße		Dateiname: 0505-funkmp-SIM
Bearbeiter: aze/hra	letzte Bearbeitung: 10.03.2026/gevas	Inbetriebnahme (Datum/Zeit)	Ungültig (Datum/Zeit)
Kommentar: VTU Andreas-Vöst-Straße			Maßstab ---

0505SIM3 (AAB)

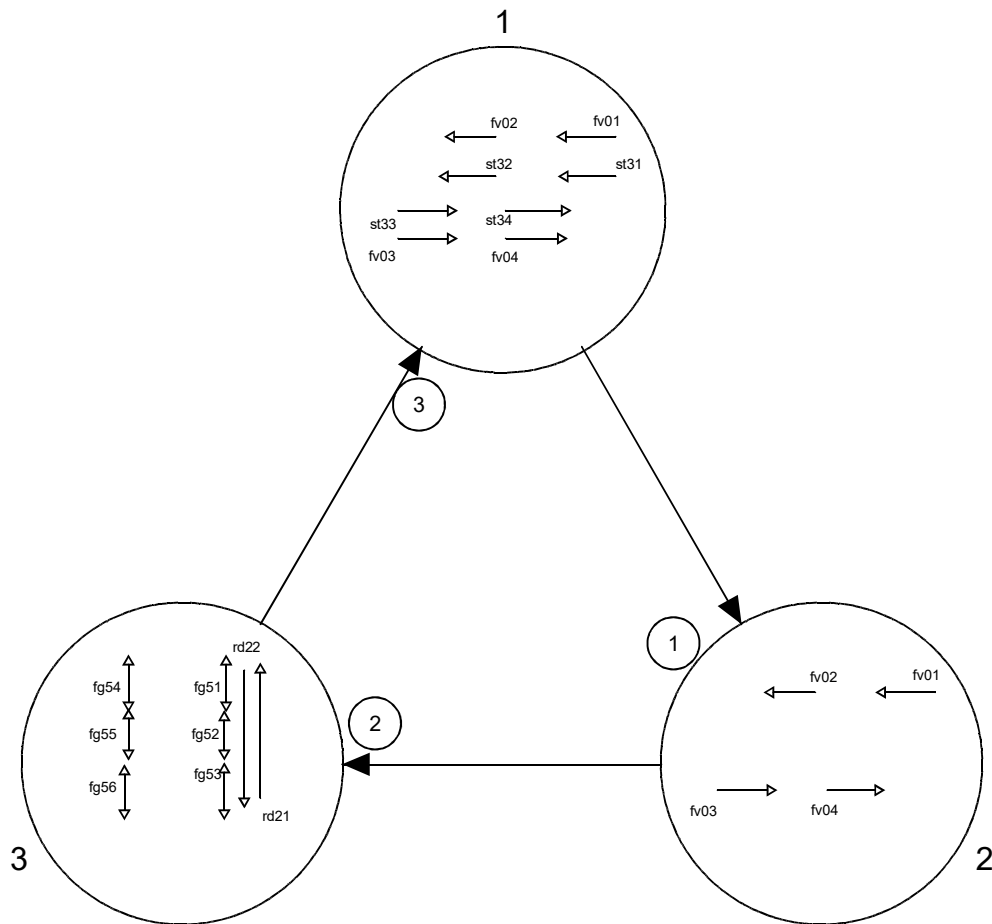
Fürstenrieder Straße / Andreas-Vöst-Straße

A.Zender

/

Phasenfolgeplan

16.03.2026



/

Geprüft gegen ZWZ-ID: 10

A.Zender

11.03.2026

A.Zender

11.03.2026

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

1

9.5 Signalprogramme

9.5.1 LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)

9.5.1.1 Planfall 1

0505SIM1

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

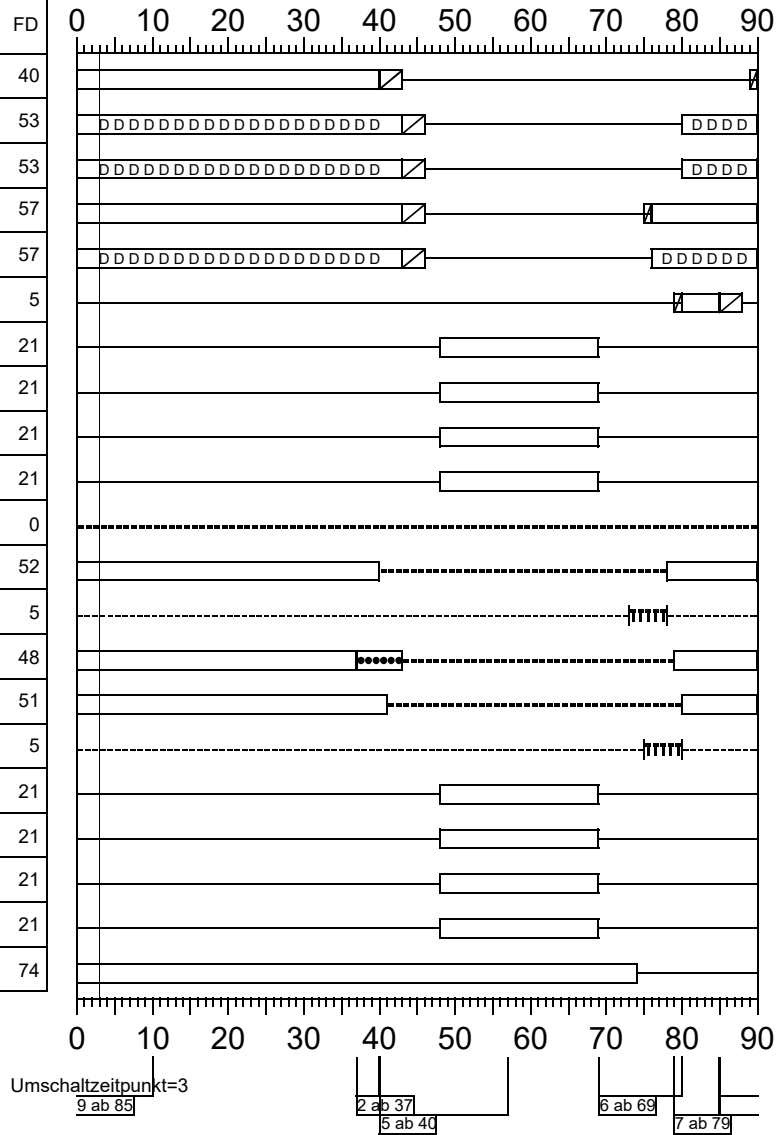
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	40	40
fv02	80	43	53
fv03	80	43	53
fv04	76	43	57
fv05	76	43	57
fv06	80	85	5
rd21	48	69	21
rd22	48	69	21
rd23	48	69	21
rd24	48	69	21
st31	---	---	0
st32	78	40	52
sa32	73	78	5
st33	79	37	48
st34	80	41	51
sa34	75	80	5
fg51	48	69	21
fg52	48	69	21
fg53	48	69	21
fg54	48	69	21
fg55	90	74	74



Morgenprogramm IV-Ablauf und ÖV-Ablauf st33->st34 Phasen 1-4-5-6-1

TU = 90 s / UZP = 3 s 2 / SP 2 Var 0 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 5

Normalprogramm

C.Helmrich

17.03.2025

C.Helmrich

-

10.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

1

0505SIM1

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

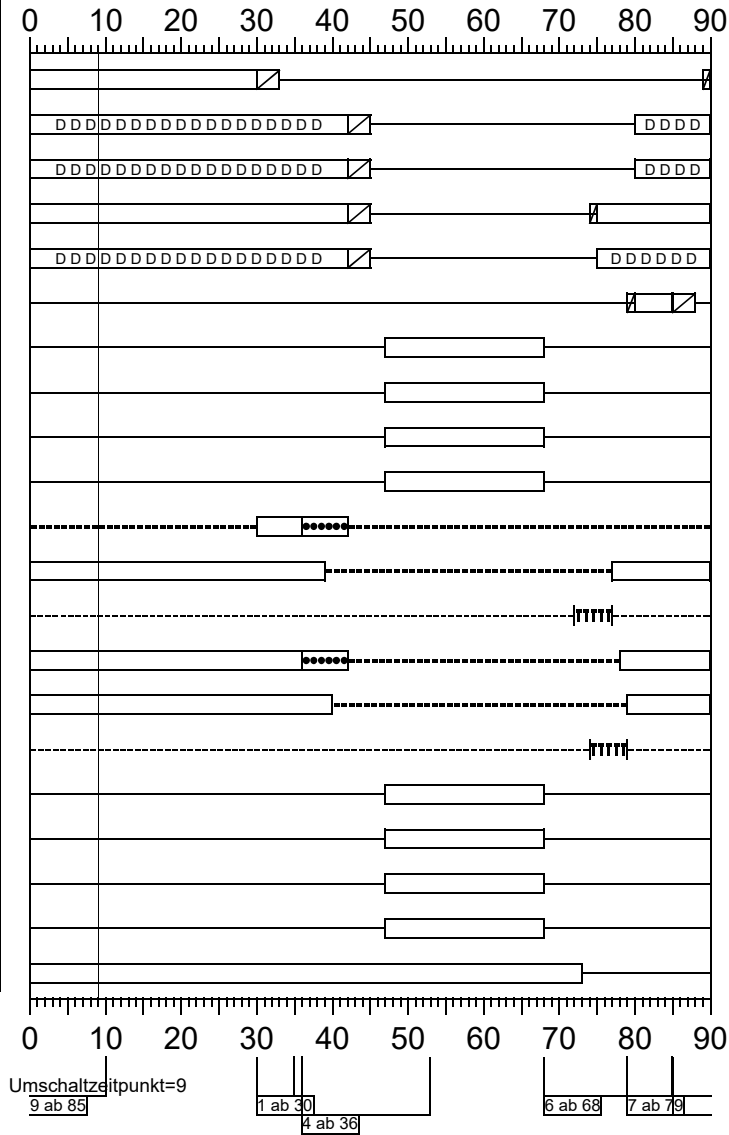
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	30	30
fv02	80	42	52
fv03	80	42	52
fv04	75	42	57
fv05	75	42	57
fv06	80	85	5
rd21	47	68	21
rd22	47	68	21
rd23	47	68	21
rd24	47	68	21
st31	30	36	6
st32	77	39	52
sa32	72	77	5
st33	78	36	48
st34	79	40	51
sa34	74	79	5
fg51	47	68	21
fg52	47	68	21
fg53	47	68	21
fg54	47	68	21
fg55	90	73	73



Morgenprogramm ÖV-Ablauf st31->st32 Phasen 1-2-4-5-6-1

TU = 90 s / UZP = 9 s 2 / SP 2 Var 1 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 5

Verkehrsabhängige Steuerung

C.Helmrich

17.03.2025

C.Helmrich

-

10.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

2

0505SIM1

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

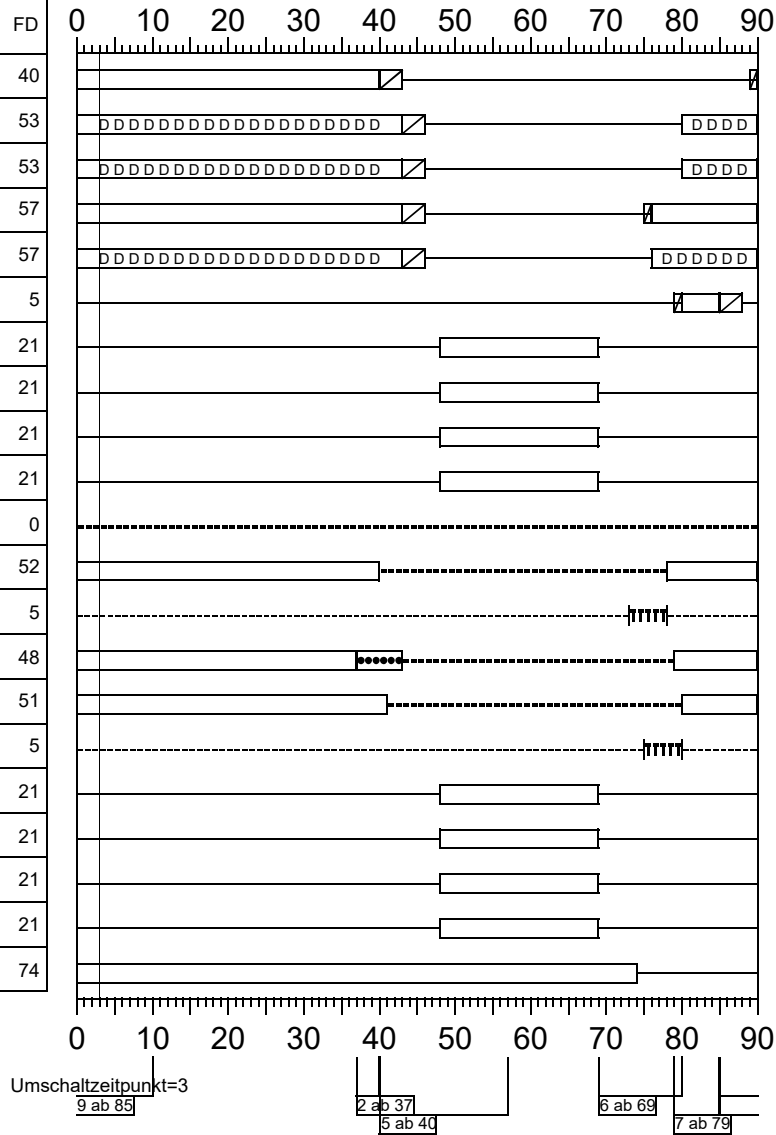
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	40	40
fv02	80	43	53
fv03	80	43	53
fv04	76	43	57
fv05	76	43	57
fv06	80	85	5
rd21	48	69	21
rd22	48	69	21
rd23	48	69	21
rd24	48	69	21
st31	---	---	0
st32	78	40	52
sa32	73	78	5
st33	79	37	48
st34	80	41	51
sa34	75	80	5
fg51	48	69	21
fg52	48	69	21
fg53	48	69	21
fg54	48	69	21
fg55	90	74	74



Abendprogramm IV-Ablauf und ÖV-Ablauf st33->st34 Phasen 1-4-5-6-1

TU = 90 s / UZP = 3 s 4 / SP 4 Var 0 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 5

Normalprogramm

C.Helmrich

17.03.2025

C.Helmrich

-

10.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

3

0505SIM1

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

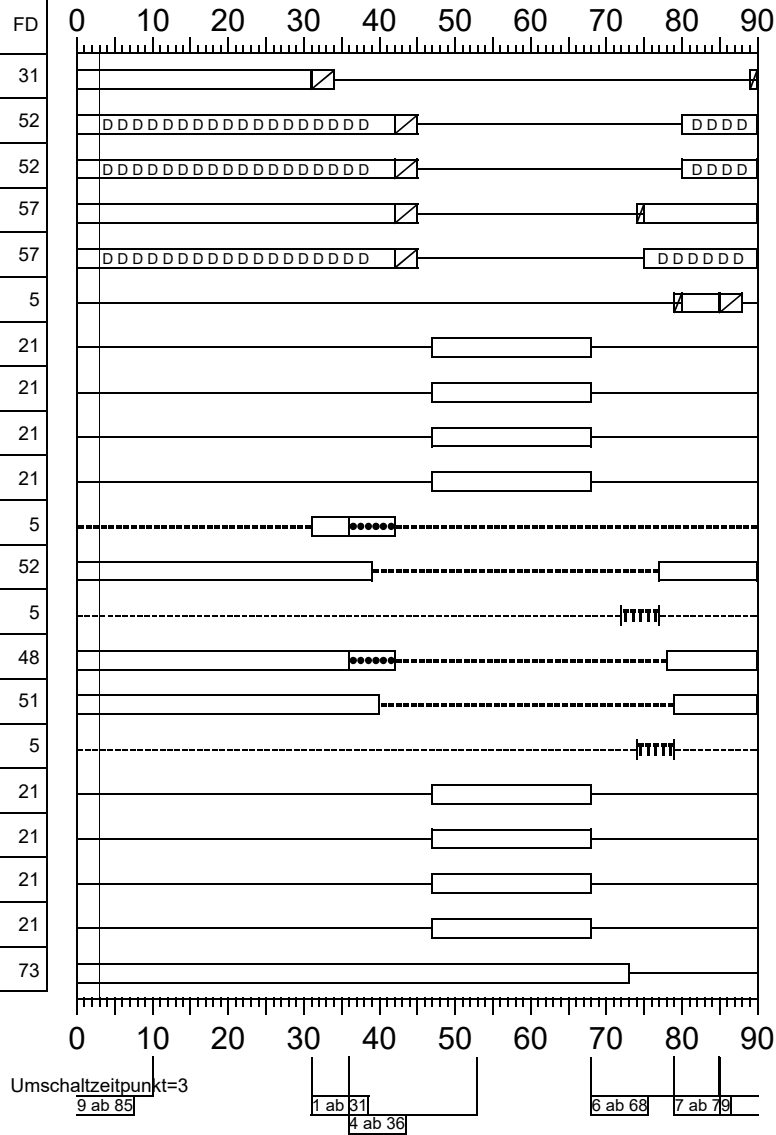
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	31	31
fv02	80	42	52
fv03	80	42	52
fv04	75	42	57
fv05	75	42	57
fv06	80	85	5
rd21	47	68	21
rd22	47	68	21
rd23	47	68	21
rd24	47	68	21
st31	31	36	5
st32	77	39	52
sa32	72	77	5
st33	78	36	48
st34	79	40	51
sa34	74	79	5
fg51	47	68	21
fg52	47	68	21
fg53	47	68	21
fg54	47	68	21
fg55	90	73	73



Abendprogramm ÖV-Ablauf st31->st32 Phasen 1-2-4-5-6-1

TU = 90 s / UZP = 3 s 4 / SP 4 Var 1 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 5

Verkehrsabhängige Steuerung

C.Helmrich

25.03.2025

C.Helmrich

-

10.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

4

9.5.1.2 Planfall 2

0505SIM2

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

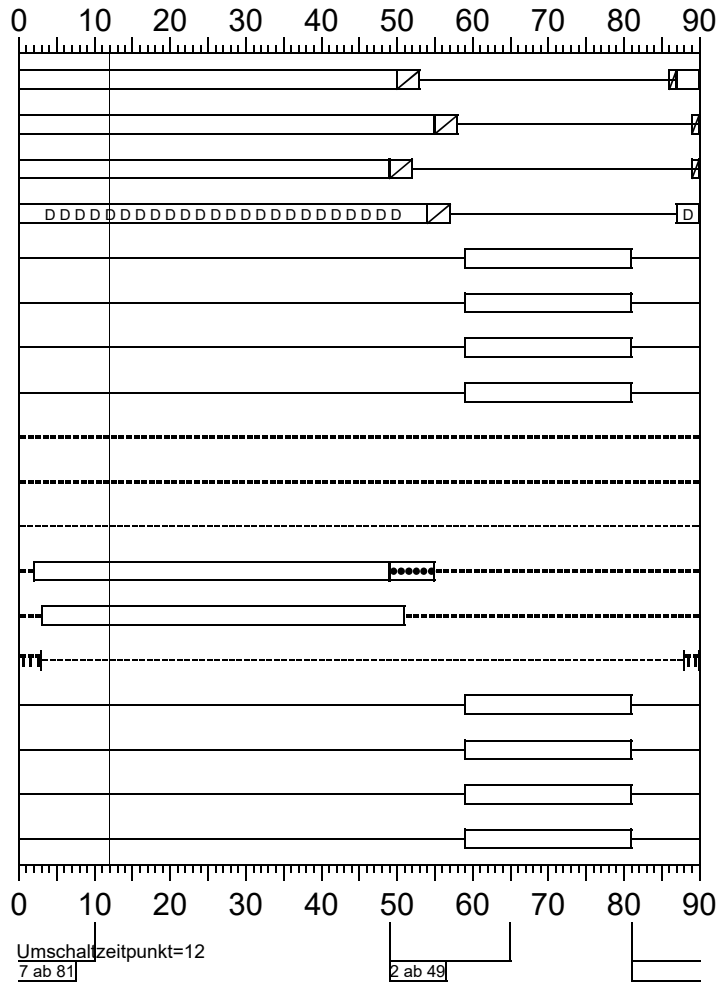
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	87	50	53
fv02	90	55	55
fv03	90	49	49
fv04	87	54	57
rd21	59	81	22
rd22	59	81	22
rd23	59	81	22
rd24	59	81	22
st31	---	---	0
st32	---	---	0
sa32	---	---	0
st33	2	49	47
st34	3	51	48
sa34	88	3	5
fg51	59	81	22
fg52	59	81	22
fg53	59	81	22
fg54	59	81	22



Morgenprogramm IV-Ablauf und ÖV-Ablauf st33->st34 Phasen 1-3-1

TU = 90 s / UZP = 12 s 2 / SP 2 Var 0 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 8

Normalprogramm

C.Helmrich

20.03.2025

C.Helmrich

-

19.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

1

0505SIM2

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

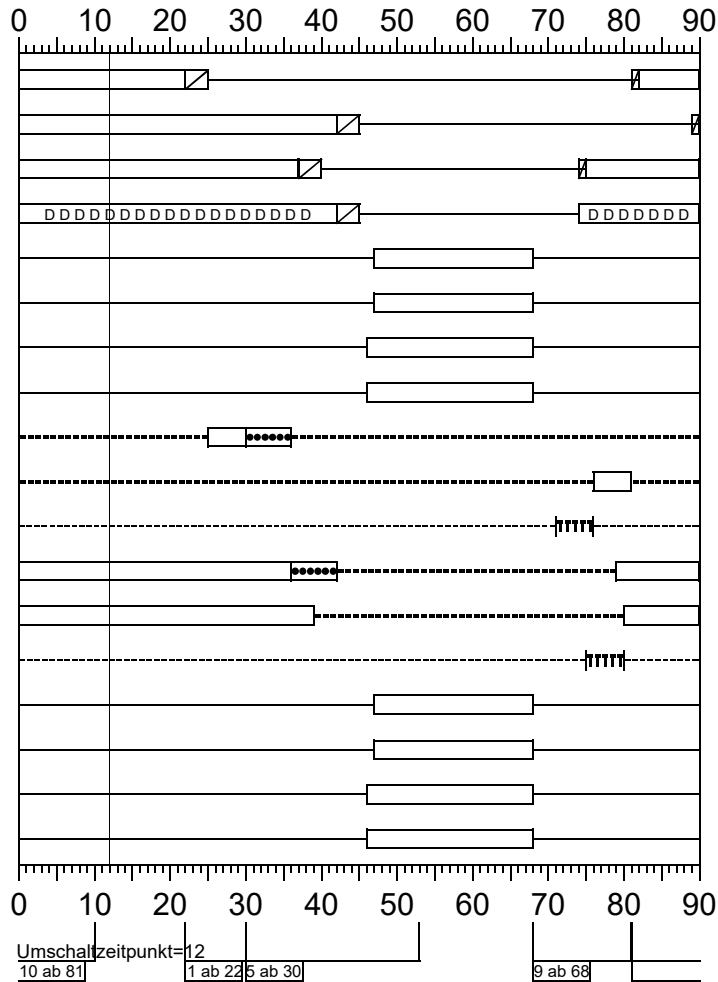
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	82	22	30
fv02	90	42	42
fv03	75	37	52
fv04	74	42	58
rd21	47	68	21
rd22	47	68	21
rd23	46	68	22
rd24	46	68	22
st31	25	30	5
st32	76	81	5
sa32	71	76	5
st33	79	36	47
st34	80	39	49
sa34	75	80	5
fg51	47	68	21
fg52	47	68	21
fg53	46	68	22
fg54	46	68	22



Morgenprogramm ÖV-Ablauf st31->st32 Phasen 1-2-3-4-1

TU = 90 s / UZP = 12 s 2 / SP 2 Var 3 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 8

C.Helmrich

20.03.2025

C.Helmrich

-

19.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

2

0505SIM2

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

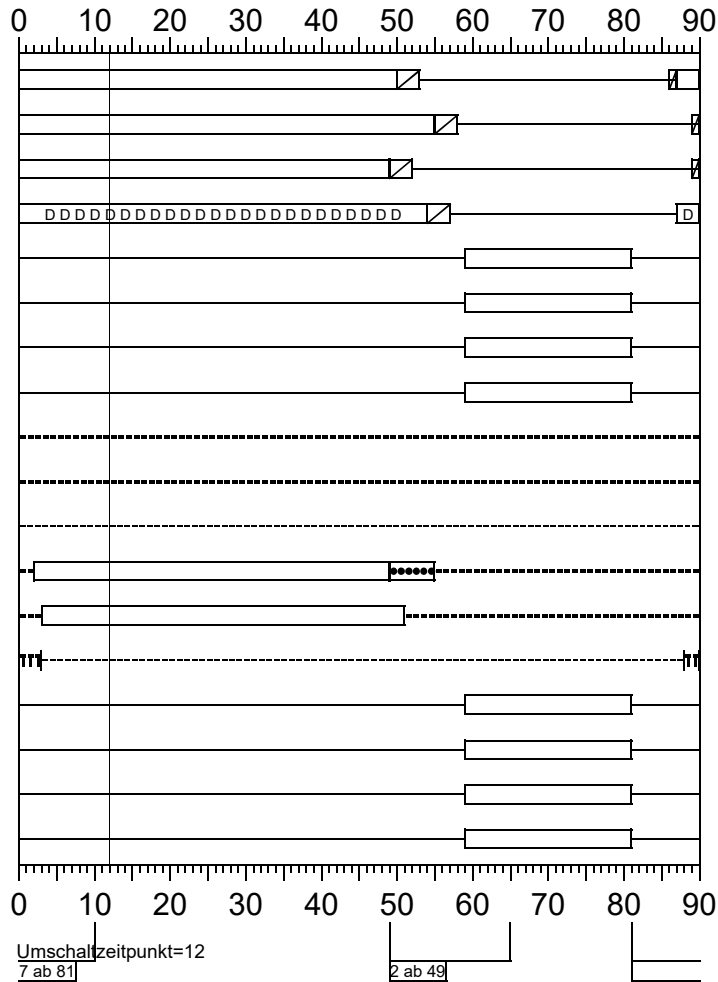
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	87	50	53
fv02	90	55	55
fv03	90	49	49
fv04	87	54	57
rd21	59	81	22
rd22	59	81	22
rd23	59	81	22
rd24	59	81	22
st31	---	---	0
st32	---	---	0
sa32	---	---	0
st33	2	49	47
st34	3	51	48
sa34	88	3	5
fg51	59	81	22
fg52	59	81	22
fg53	59	81	22
fg54	59	81	22



Abendprogramm IV-Ablauf und ÖV-Ablauf st33->st34 Phasen 1-3-1

TU = 90 s / UZP = 12 s4 / SP 4 Var 0 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 8

Normalprogramm

C.Helmrich

20.03.2025

C.Helmrich

-

19.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

4

0505SIM2

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

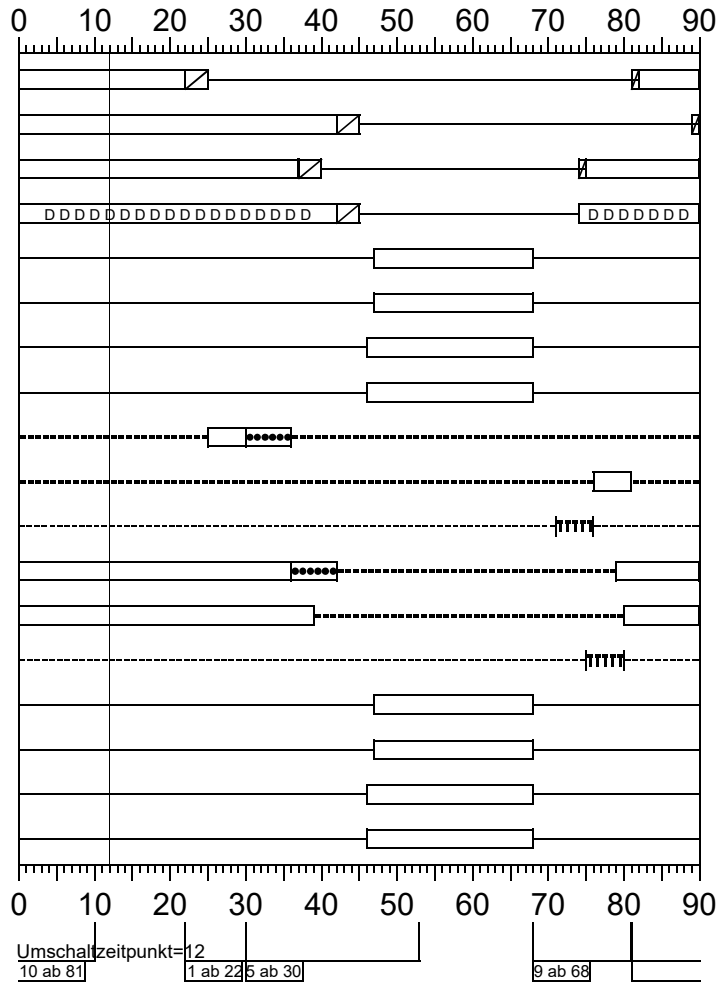
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	82	22	30
fv02	90	42	42
fv03	75	37	52
fv04	74	42	58
rd21	47	68	21
rd22	47	68	21
rd23	46	68	22
rd24	46	68	22
st31	25	30	5
st32	76	81	5
sa32	71	76	5
st33	79	36	47
st34	80	39	49
sa34	75	80	5
fg51	47	68	21
fg52	47	68	21
fg53	46	68	22
fg54	46	68	22



Abendprogramm ÖV-Ablauf st31->st32 Phasen 1-2-3-4-1

TU = 90 s / UZP = 12 s 4 / SP 4 Var 3 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 8

C.Helmrich

20.03.2025

C.Helmrich

-

19.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

5

0505SIM2

Andreas-Vöst-/ Fürstenrieder Straße

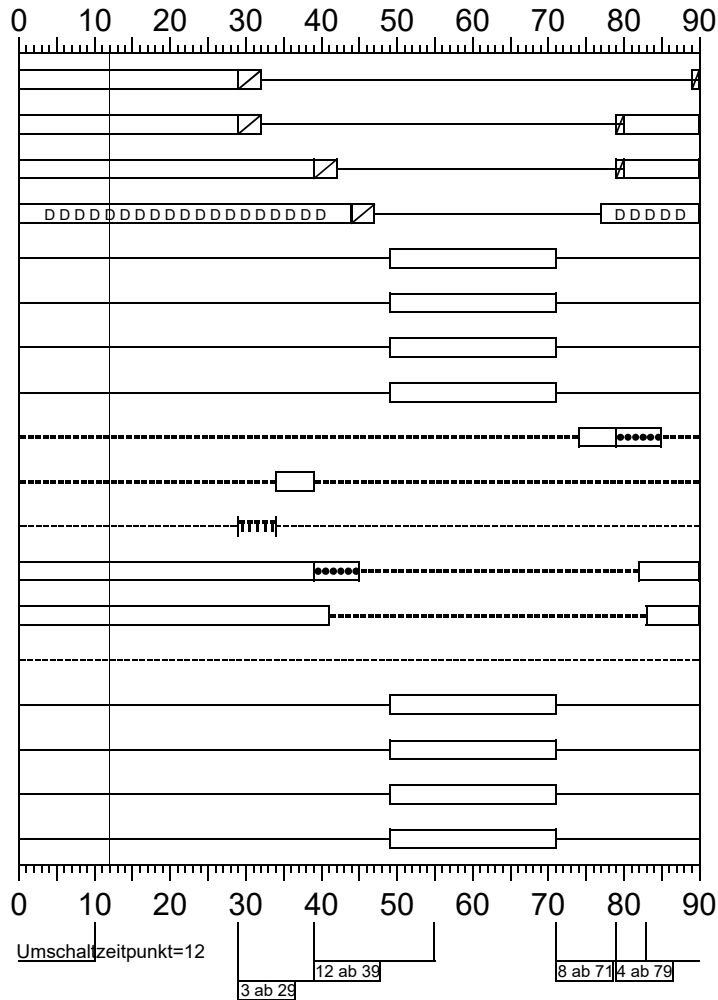
C.Helmrich

/

Signalprogramm

25.03.2025

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	29	29
fv02	80	29	39
fv03	80	39	49
fv04	77	44	57
rd21	49	71	22
rd22	49	71	22
rd23	49	71	22
rd24	49	71	22
st31	74	79	5
st32	34	39	5
sa32	29	34	5
st33	82	39	47
st34	83	41	48
sa34	---	---	0
fg51	49	71	22
fg52	49	71	22
fg53	49	71	22
fg54	49	71	22



Abendprogramm ÖV-Ablauf st31->st32 Phasen 1-4-3-2-1

TU = 90 s / UZP = 12 s4 / SP 4 Var 4 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 8

C.Helmrich

20.03.2025

C.Helmrich

-

19.03.2025

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

6

9.5.1.3 Planfall 3

0505SIM3 (AAB)

Fürstenrieder Straße / Andreas-Vöst-Straße

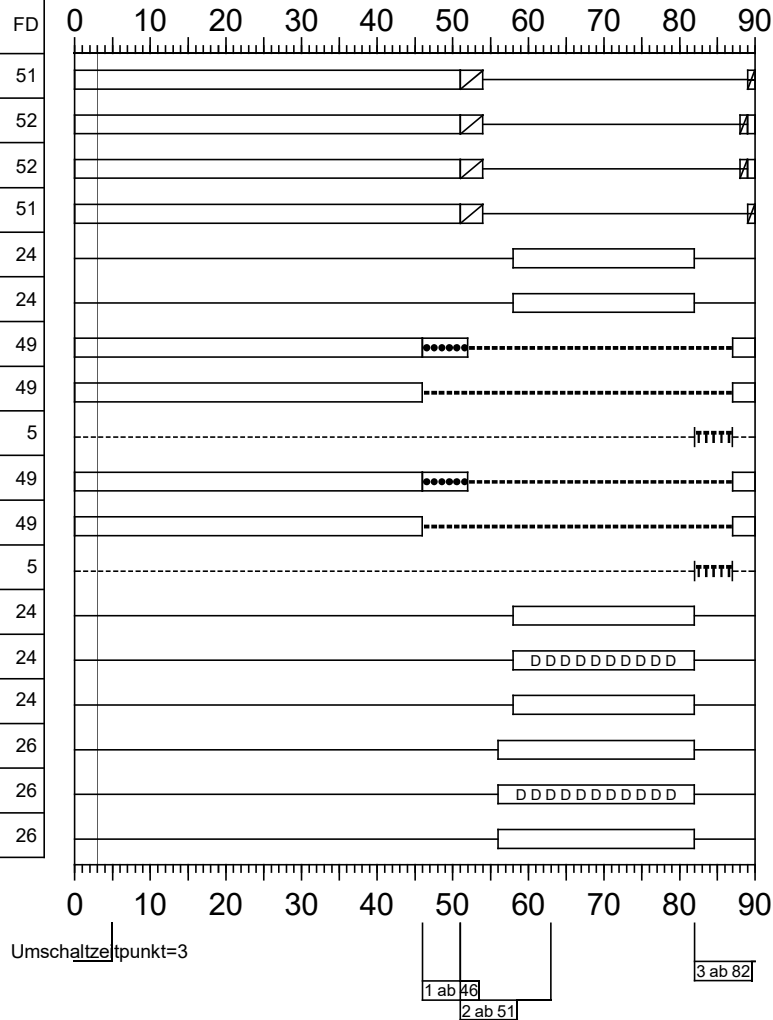
A.Zender

/

Signalprogramm

16.03.2026

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	51	51
fv02	89	51	52
fv03	89	51	52
fv04	90	51	51
rd21	58	82	24
rd22	58	82	24
st31	87	46	49
st32	87	46	49
sa32	82	87	5
st33	87	46	49
st34	87	46	49
sa34	82	87	5
fg51	58	82	24
fg52	58	82	24
fg53	58	82	24
fg54	56	82	26
fg55	56	82	26
fg56	56	82	26



Morgenspitze

TU = 90 s / UZP = 3 s p2 / SP 2 Var 0 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 10

Normalprogramm

A.Zender

11.03.2026

A.Zender

-

11.03.2026

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

1

0505SIM3 (AAB)

Fürstenrieder Straße / Andreas-Vöst-Straße

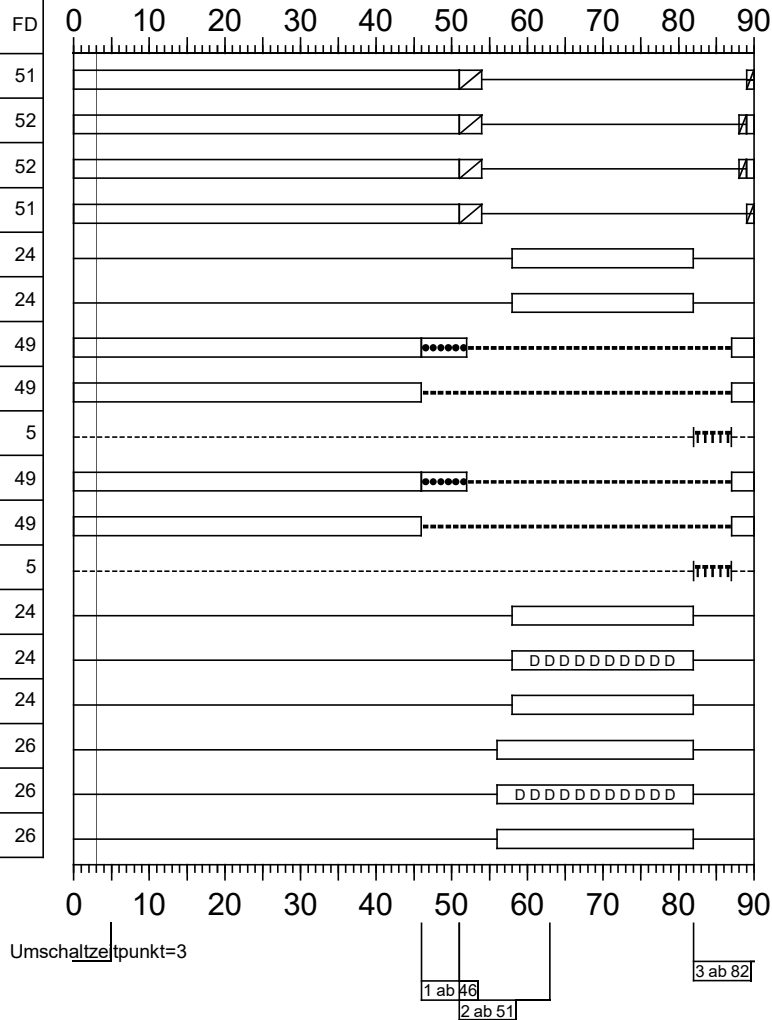
A.Zender

/

Signalprogramm

16.03.2026

SG	F1A	F1E	FD
fv01	90	51	51
fv02	89	51	52
fv03	89	51	52
fv04	90	51	51
rd21	58	82	24
rd22	58	82	24
st31	87	46	49
st32	87	46	49
sa32	82	87	5
st33	87	46	49
st34	87	46	49
sa34	82	87	5
fg51	58	82	24
fg52	58	82	24
fg53	58	82	24
fg54	56	82	26
fg55	56	82	26
fg56	56	82	26



Abendspitze

TU = 90 s / UZP = 3 s p4 / SP 4 Var 0 - Geprüft gegen ZWZ-ID: 10

Normalprogramm

A.Zender

11.03.2026

A.Zender

-

11.03.2026

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

2

0505SIM3 (AAB)

Fürstenrieder Straße / Andreas-Vöst-Straße

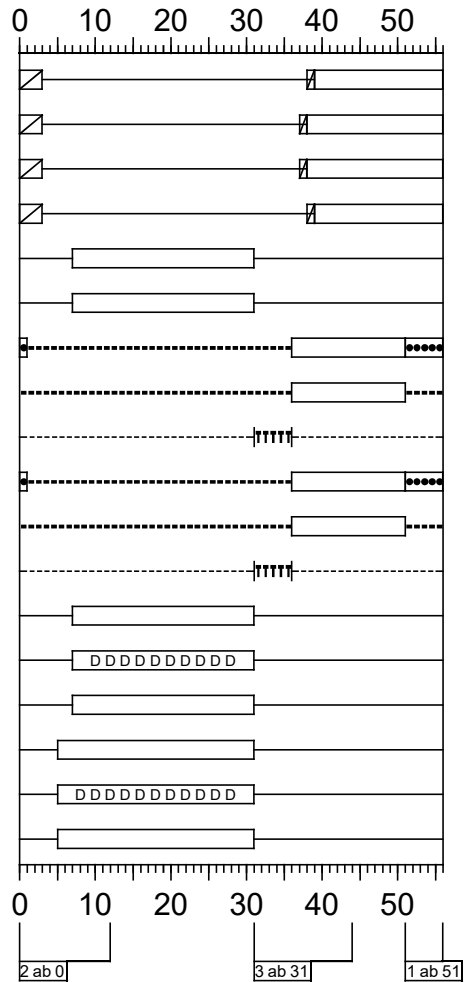
A.Zender

/

Signalprogramm

16.03.2026

SG	F1A	F1E	FD
fv01	39	56	17
fv02	38	56	18
fv03	38	56	18
fv04	39	56	17
rd21	7	31	24
rd22	7	31	24
st31	36	51	15
st32	36	51	15
sa32	31	36	5
st33	36	51	15
st34	36	51	15
sa34	31	36	5
fg51	7	31	24
fg52	7	31	24
fg53	7	31	24
fg54	5	31	26
fg55	5	31	26
fg56	5	31	26



TU = 56 s / UZP = ? s p2/p4 Minimalablauf FG-Bedienung / SP 50 Var 0 - GepNötigenfalls: 10

A.Zender

16.03.2026

A.Zender

-

11.03.2026

gevas Ingenieurgesellschaft mbH

3

9.6 HBS-Berechnungstabellen

9.6.1 LSA Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße (0505)

9.6.1.1 Bestand

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Analysenfall

Zeitabschnitt: Morgenspitzenstunde (7:15-8:15)

Kennwerte: $t_U [s] = 90$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$

Datum: 11.03.2025

Bearbeiter: mju

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t _B [s/Kfz]	t _F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	f _{in, FS} [-]	t _w [s]	L _s [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T _w [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	704	17,6	2,0	51	1052	0,669	1,100	19	124	ja	A	3,80
22	FV01	G	760	19,0	1,8	51	1135	0,670	1,100	17	128	ja	A	3,68
23	FV01	G, L	760	19,0	1,8	51	1135	0,670	1,100	17	128	ja	A	3,68
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV02	R, G	496	12,4	1,9	55	1190	0,417	1,100	10	70	ja	A	1,37
42	FV02	G	496	12,4	1,9	55	1191	0,417	1,100	10	70	ja	A	1,37
43	FV02	G, L	477	11,9	2,0	55	1144	0,417	1,100	11	70	ja	A	1,41
Summe:			3693	gew. Mittel:			0,569			14,9	max. QSV:		A	15,32

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Analysenfall

Zeitabschnitt: Abendspitzenstunde (17:00-18:00)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 11.03.2025

Bearbeiter: mju

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	493	12,3	1,9	51	1116	0,442	1,100	13	74	ja	A	1,72
22	FV01	G	501	12,5	1,8	51	1135	0,441	1,100	12	75	ja	A	1,71
23	FV01	G, L	501	12,5	1,8	51	1133	0,442	1,100	12	75	ja	A	1,71
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV02	R, G	577	14,4	1,8	55	1218	0,474	1,100	11	80	ja	A	1,72
42	FV02	G	579	14,5	1,8	55	1222	0,474	1,100	11	80	ja	A	1,72
43	FV02	G, L	562	14,1	1,9	55	1188	0,473	1,100	11	80	ja	A	1,76
Summe:			3213				gew. Mittel:	0,459		11,6		max. QSV:	A	10,35

9.6.1.2 Nullfall

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose Nullfall

Zeitraum: Morgenspitzenstunde (7:15-8:15)

Kennwerte: $t_U [s] = 90$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$

Datum: 11.03.2025

Bearbeiter: mju

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t _B [s/Kfz]	t _F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	f _{in, FS} [-]	t _w [s]	L _s [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T _w [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	869	21,7	2,0	51	1052	0,826	1,100	32	185	ja	B	7,67
22	FV01	G	938	23,5	1,8	51	1135	0,826	1,100	29	192	ja	B	7,60
23	FV01	G, L	938	23,5	1,8	51	1135	0,826	1,100	29	192	ja	B	7,60
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV02	R, G	607	15,2	1,9	55	1190	0,510	1,100	11	89	ja	A	1,91
42	FV02	G	607	15,2	1,9	55	1191	0,510	1,100	11	88	ja	A	1,91
43	FV02	G, L	583	14,6	2,0	55	1143	0,510	1,100	12	88	ja	A	1,96
Summe:			4542	gew. Mittel:			0,701			22,7	max. QSV:		B	28,66

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose Nullfall

Zeitraum: Abendspitzenstunde (17:00-18:00)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 11.03.2025

Bearbeiter: mju

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	608	15,2	1,9	51	1116	0,545	1,100	14	95	ja	A	2,44
22	FV01	G	619	15,5	1,8	51	1135	0,545	1,100	14	96	ja	A	2,42
23	FV01	G, L	618	15,5	1,8	51	1134	0,545	1,100	14	96	ja	A	2,42
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV02	R, G	705	17,6	1,8	55	1218	0,579	1,100	13	104	ja	A	2,48
42	FV02	G	708	17,7	1,8	55	1222	0,579	1,100	13	104	ja	A	2,48
43	FV02	G, L	688	17,2	1,9	55	1188	0,579	1,100	13	103	ja	A	2,53
Summe:			3946											
							gew. Mittel:	0,563		13,5		max. QSV:	A	14,76

9.6.1.3 Planfall 1

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 1 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitraum: Morgenspitzenstunde (7:30-8:30)

Kennwerte: t_u [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	847	21,2	2,0	36	716	1,182	1,100	(372)	644	ja	F	(87,6)
22	FV01	G	942	23,6	1,8	36	797	1,182	1,100	(369)	709	ja	F	(96,5)
Zufahrt 3: Andreas-Vöest-Straße														
31	FV06	R	67	1,7	2,3	5	105	0,638	1,100	77	36	ja	E	1,44
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	743	18,6	1,9	57	1244	0,597	1,100	12	109	ja	A	2,48
42	FV05	G	743	18,6	1,9	57	1244	0,597	1,100	12	109	ja	A	2,48
Summe:			3342											
							gew. Mittel:	0,911		205,2		max. QSV:	F	190,48

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 1 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitraum: Abendspitzenstunde (17:15-18:15)

Kennwerte: t_u [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	707	17,7	1,8	36	790	0,895	1,100	66	206	ja	D	12,98
22	FV01	G	720	18,0	1,8	36	804	0,896	1,100	66	209	ja	D	13,17
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
31	FV06	R	27	0,7	2,1	5	114	0,236	1,100	45	14	ja	C	0,34
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	884	22,1	1,8	57	1277	0,692	1,100	15	136	ja	A	3,61
42	FV05	G	884	22,1	1,8	57	1277	0,692	1,100	15	136	ja	A	3,61
Summe:			3222											
							gew. Mittel:	0,778		37,7		max. QSV:	D	33,70

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 1 ÖV Betriebskonzept 2

Zeitraum: Morgenspitzenstunde (7:30-8:30)

Kennwerte: t_u [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t _B [s/Kfz]	t _F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	f _{in, FS} [-]	t _w [s]	L _s [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T _w [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	850	21,3	2,0	37	752	1,130	1,100	(293)	558	ja	F	(69,1)
22	FV01	G	938	23,5	1,8	37	830	1,131	1,100	(291)	611	ja	F	(75,9)
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
31	FV06	R	67	1,7	2,3	5	105	0,638	1,100	77	36	ja	E	1,44
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	743	18,6	1,9	57	1244	0,597	1,100	12	109	ja	A	2,48
42	FV05	G	743	18,6	1,9	57	1244	0,597	1,100	12	109	ja	A	2,48
Summe:			3341											
							gew. Mittel:	0,883		163,1		max. QSV:	F	151,37

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 1 ÖV Betriebskonzept 2

Zeitraum: Abendspitzenstunde (17:15-18:15)

Kennwerte: t_u [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	R, G	708	17,7	1,8	37	823	0,860	1,100	50	182	ja	D	9,84
22	FV01	G	719	18,0	1,8	37	837	0,859	1,100	49	183	ja	C	9,82
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
31	FV06	R	27	0,7	2,1	5	114	0,236	1,100	45	14	ja	C	0,34
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	884	22,1	1,8	57	1277	0,692	1,100	15	136	ja	A	3,61
42	FV05	G	884	22,1	1,8	57	1277	0,692	1,100	15	136	ja	A	3,61
Summe:			3222											
							gew. Mittel:	0,762		30,4		max. QSV:	D	27,20

9.6.1.4 Planfall 2

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 2 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitraum: Morgenspitzenstunde (7:30-8:30)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t _B [s/Kfz]	t _F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	f _{in,FS} [-]	t _W [s]	L _S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T _W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	894	22,4	1,8	42	948	0,943	1,100	91	305	ja	E	22,60
22	FV01	G	894	22,4	1,8	42	948	0,943	1,100	91	305	ja	E	22,60
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	743	18,6	1,9	50	1087	0,684	1,100	19	132	ja	A	3,90
42	FV05	G	743	18,6	1,9	50	1087	0,684	1,100	19	132	ja	A	3,90
Summe:			3274					0,825		58,3		max. QSV:	E	53,00

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 2 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitraum: Abendspitzenstunde (17:15-18:15)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t _B [s/Kfz]	t _F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	f _{in,FS} [-]	t _W [s]	L _S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T _W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	719	18,0	1,8	42	956	0,752	1,100	27	144	ja	B	5,49
22	FV01	G	719	18,0	1,8	42	956	0,752	1,100	27	144	ja	B	5,49
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	884	22,1	1,8	50	1116	0,792	1,100	26	171	ja	B	6,30
42	FV05	G	884	22,1	1,8	50	1116	0,792	1,100	26	171	ja	B	6,30
Summe:			3206					0,774		26,5		max. QSV:	B	23,58

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 2 ÖV Betriebskonzept 2

Zeitraum: Morgenspitzenstunde (7:30-8:30)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	894	22,4	1,8	46	1025	0,872	1,100	45	218	ja	C	11,11
22	FV01	G	894	22,4	1,8	46	1025	0,872	1,100	45	218	ja	C	11,11
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	743	18,6	1,9	49	1082	0,687	1,100	19	132	ja	A	3,95
42	FV05	G	743	18,6	1,9	49	1082	0,687	1,100	19	132	ja	A	3,95
Summe:			3274					0,788		33,1		max. QSV:	C	30,13

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 2 ÖV Betriebskonzept 2

Zeitraum: Abendspitzenstunde (17:15-18:15)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 12.05.2025

Bearbeiter: he

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	719	18,0	1,8	46	1034	0,695	1,100	22	131	ja	B	4,33
22	FV01	G	719	18,0	1,8	46	1034	0,695	1,100	22	131	ja	B	4,33
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV05	G	884	22,1	1,8	49	1111	0,796	1,100	26	172	ja	B	6,43
42	FV05	G	884	22,1	1,8	49	1111	0,796	1,100	26	172	ja	B	6,43
Summe:			3206					0,751		24,2		max. QSV:	B	21,53

9.6.1.5 Planfall 3

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 1 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitabschnitt: Morgenspitzenstunde (7:30-8:30)

Kennwerte: $t_U [s] = 82$ $T [h] = 1,0$ $S [\%] = 95$

Datum: 11.03.2026

Bearbeiter: aze

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_w [s]	L_s [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_w [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	894	20,4	1,8	43	1044	0,856	1,100	37	194	ja	C	9,24
22	FV01	G	894	20,4	1,8	43	1044	0,856	1,100	37	194	ja	C	9,24
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV04	G	743	16,9	1,9	43	1026	0,724	1,100	21	132	ja	B	4,39
42	FV04	G	743	16,9	1,9	43	1026	0,724	1,100	21	132	ja	B	4,39
Summe:			3274											
							gew. Mittel:	0,796		30,0		max. QSV:	C	27,26

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 1 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitraum: Morgenspitzenstunde (7:30-8:30)

Kennwerte: t_U [s] = 85 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 11.03.2026

Bearbeiter: aze

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	894	21,1	1,8	45	1068	0,837	1,100	33	187	ja	B	8,11
22	FV01	G	894	21,1	1,8	45	1068	0,837	1,100	33	187	ja	B	8,11
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV04	G	743	17,5	1,9	45	1049	0,708	1,100	20	132	ja	B	4,19
42	FV04	G	743	17,5	1,9	45	1049	0,708	1,100	20	132	ja	B	4,19
Summe:			3274											
							gew. Mittel:	0,779		27,1		max. QSV:	B	24,61

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 3 ÖV Betriebskonzept 1

Zeitraum: Abendspitzenstunde (17:15-18:15)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 11.03.2026

Bearbeiter: aze

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	719	18,0	1,8	51	1145	0,628	1,100	16	116	ja	A	3,21
22	FV01	G	719	18,0	1,8	51	1145	0,628	1,100	16	116	ja	A	3,21
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV04	G	884	22,1	1,8	51	1145	0,772	1,100	23	163	ja	B	5,62
42	FV04	G	884	22,1	1,8	51	1145	0,772	1,100	23	163	ja	B	5,62
Summe:			3206					0,707		19,8		max. QSV:	B	17,65

Knotenpunkt mit Lichtsignalanlage (HBS 2015) - Zusammenfassung der Berechnungsergebnisse

Projekt: 03_TWT H Andreas-Vöst-Straße

Stadt: München



Knotenpunkt: Andreas-Vöst-Straße / Fürstenrieder Straße

Variante: Prognose 2035 Planfall 3 ÖV Betriebskonzept 2

Zeitabschnitt: Abendspitzenstunde (17:15-18:15)

Kennwerte: t_U [s] = 90 T [h] = 1,0 S [%] = 95

Datum: 11.03.2026

Bearbeiter: aze

Kfz-Verkehrsströme

Bez. FS	Bez. SG	Bez. Ri	q [Kfz/h]	m [Kfz]	t_B [s/Kfz]	t_F [s]	C [Kfz/h]	x [-]	$f_{in,FS}$ [-]	t_W [s]	L_S [m]	Wertung [ja/nein]	QSV [-]	T_W [h]
Zufahrt 2: Fürstenrieder Str. Süd														
21	FV01	G	719	18,0	1,8	51	1145	0,628	1,100	16	116	ja	A	3,21
22	FV01	G	719	18,0	1,8	51	1145	0,628	1,100	16	116	ja	A	3,21
Zufahrt 3: Andreas-Voest-Straße														
Zufahrt 4: Fürstenrieder Str. Nord														
41	FV04	G	884	22,1	1,8	51	1145	0,772	1,100	23	163	ja	B	5,62
42	FV04	G	884	22,1	1,8	51	1145	0,772	1,100	23	163	ja	B	5,62
Summe:			3206		gew. Mittel:			0,707		19,8	max. QSV:		B	17,65

9.7 MIV- und ÖV-Verlustzeiten aus der Verkehrssimulation (LSA 505 Andreas-Vöst- / Fürstenrieder Straße)

[illegible]

