Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Bericht

Auftraggeber

BLT Baselland Transport AG
Grenzweg 1
4104 Oberwil

10.91.02

Auftragsbezeichnung

BLT Linie 10/17
Gesamterneuerung Leimental, Planungslos 3
Auflageprojekt

Berichttitel

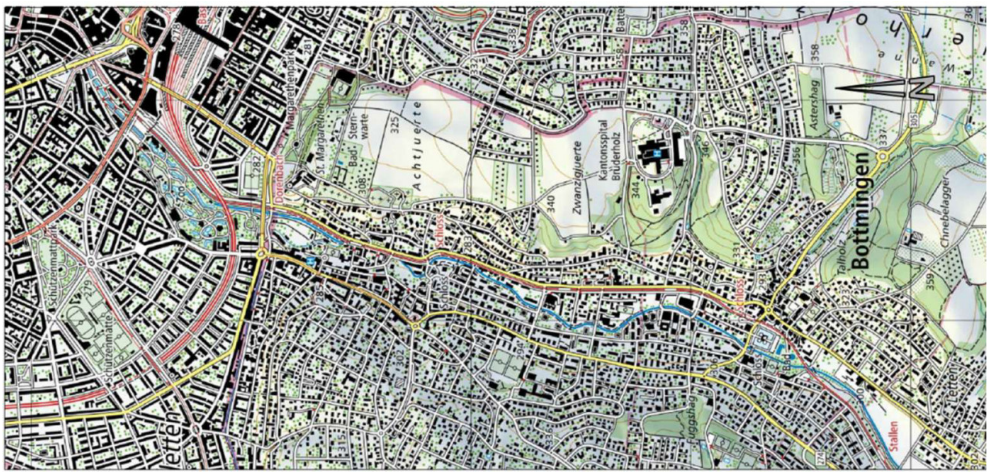
Technischer Bericht Verkehrstechnik Knoten Schlossgasse, Binningen

DER PROJEKTVERFASSER
Gruner AG

Signiert von: 52C780866929453...
Signiert von: Urs Willimann 8FC4FA537D2E49A...

DIE BAUHERRSCHAFT
BLT Baselland Transport AG

i.V. DocuSigned by: Patrick Zeller 12B2990D6C90422...
DocuSigned by: E932A2C7A837447...



Verfasser

Urs Willimann
Bernhard Senn

Gruner AG
St. Jakobs-Strasse 199
CH-4020 Basel
T +41 61 317 61 61
www.gruner.ch

Auftragsnummer
E2402020000

Datum
10. August 2026

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Tiefbauamt Kanton Basel-Landschaft
Baselland Transport AG

Binningen, Schlossgasse

Simulation - VT-Analyse



Bildquelle: Google Maps

Bericht

875279B_Sim_Schlossgasse_v02-00-00 / Version 02-00-00 [13] / 27.05.2026 / lie

RK&P

VERKEHRSPLANUNG
VERKEHRSANLAGEN
VERKEHRSTECHNIK

Rudolf Keller & Partner
Verkehrsingenieure AG
www.rkag.ch
rkp.info@rkag.ch

4132 Muttenz
Neue Bahnhofstrasse 160
061 466 68 00

3006 Bern
Egelbergstrasse 33
031 544 75 50

4051 Basel
Elisabethenanlage 11
061 466 68 00

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

DokName / Version	Versions-datum	Kommentar	Status	Geprüft
875279B_Sim_Schloss-gasse_v00-00-01.docx / 00-00-01	14.11.2025	Initialfassung	In Bearbeitung	lie
875279B_Sim_Schloss-gasse_v00-00-02.docx / 00-00-02	17.11.2025	Kapitel 1-4	In Bearbeitung	lie
875279B_Sim_Schloss-gasse_v00-00-03.docx / 00-00-03	24.11.2025	Kapitel 5-6	In Bearbeitung	lie
875279B_Sim_Schloss-gasse_v00-00-04.docx / 00-00-04	24.11.2025	Inputs aus Protokoll PS1, Zusammenfas-sung(en)	In Bearbeitung	lie
875279B_Sim_Schloss-gasse_v00-00-05.docx / 00-00-05	25.11.2025	Rückmeldungen	Zur internen Prüfung	let
875279B_Sim_Schlossgasse_v00-00-06.docx / 00-00-06	01.12.2025	Korrekturen	Zur internen Prüfung	bae, pru, akv
875279B_Sim_Schlossgasse_v00-01-00.docx / 00-01-00	03.12.2025		Zur externen Prüfung	TBA BL, sr; BLT, fr
875279B_Sim_Schlossgasse_v01-00-00.docx / 01-00-00	06.01.2026	Letzte Einarbeitungen	Freigegeben	
875279B_Sim_Schlossgasse_v02-00-00.docx / 02-00-00	27.05.2026	Aktualisierung Anhang 6	Freigegeben	akv

Impressum

Auftragsnummer:	875279.0000
Datei:	875279B_Sim_Schlossgasse_v02-00-00
Version/Datum:	02-00-00 [13] / 27.05.2026
Speicherdatum:	27.05.2026
Autor(en):	Hannes Liesch, Daniel Bärlocher
Qualitätssicherung:	SQS-zertifiziertes Qualitätssystem nach ISO 9001:2015 (Reg.Nr. 34856)
© Copyright:	Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG
Hinweis geistiges Eigentum:	Dieses Dokument ist geistiges Eigentum der Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG und ist urheberrechtlich geschützt. Die Nutzungsrechte des Bauherrn sind vertraglich geregelt. Die Rechte Dritter, welche rechtsmässig in den Besitz des Dokumentes kommen, sind ebenfalls durch deren Verträge mit dem Bauherrn geregelt. Eine über diese Verträge hinausgehende Verwendung wie kopieren, vervielfältigen, weitergeben etc. ist nur mit Zustimmung der Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG erlaubt.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG 6

1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG 7
1.1 Ausgangslage 7
1.2 Zielsetzung 7
1.3 Rahmenbedingungen BLT Linie 10/17 8

2 VORGEHEN & DATENGRUNDLAGEN 9
2.1 Vorgehen 9
2.2 Datengrundlagen 9

3 UMSETZUNG – GEOMETRIE & LINIENFÜHRUNG 11
3.1 Ausgangslage 11
3.2 Bestvariante (REFZU) – Anpassungen K1 & K2 11
3.3 Platzverhältnisse & Schleppkurven 13
3.4 Zwischenfazit Umsetzung 14

4 STEUERUNG – ANALYSE & OPTIMIERUNG 16
4.1 Ausgangslage der bestehenden LSA-Steuerung 16
4.2 Optimierungen gemäss Analyse der Steuerungsabläufe 17
4.3 Tramppriorisierung und Umsetzung 18
4.4 Zwischenfazit Steuerung 20

5 SIMULATION – AUFBAU, SZENARIEN & ERGEBNISSE 21
5.1 Methodik & Zielsetzung 21
5.2 Bewertungsmethodik (VQS nach VSS-Norm) 22
5.3 Modellaufbau 22
5.4 Szenariomanagement 23
5.5 Simulationsergebnisse – Staulängen & Verkehrsqualität (VQS) 24
5.6 Zwischenfazit Simulation 26

6 ERKENNTNISSE & FAZIT 28
6.1 Erkenntnisse 28
6.2 Fazit & Empfehlung 28

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Simulations- und Analyseperimeter 7
Abbildung 2: Methodisches Vorgehen 9
Abbildung 3: Belastungsplan ASP 2018 MIV und ÖV 10
Abbildung 4: Optimierte Linienführung und Haltebalken K1 (Bestvariante REFZU) 12
Abbildung 5: Optimierte Linienführung und Haltebalken K2 (Bestvariante REFZU) 13
Abbildung 6: Staulängen und Aufstellflächen K1 / K2 (Bestvariante REFZU) 14
Abbildung 7: FESA-Phasenstruktur und Signalgruppen K1 16
Abbildung 8: 95%-Rückstaulängen IST-Zustand (K1/K2) 16
Abbildung 9: Optimierte Phasenstruktur und Signalgruppen K1/K2 17
Abbildung 10: Lage Anmeldemittel für LSA Schlossgasse 19
Abbildung 11: Leistungsfähigkeit IST vs. REFZU (SN 40 023a) 20
Abbildung 12: Screenshot der Simulation (Bestvariante REFZU) 21
Abbildung 13: Berechnungsvorgang VQS bei LSA 22
Abbildung 14: Verkehrsqualitätsstufen gemäss Norm SN 40’023a 22
Abbildung 15: Szenariomanagement VISSIM-Simulationen 23
Abbildung 16: Szenariovergleich 5 ↔ 12 – IST vs. REFZU 24
Abbildung 17: Szenariovergleich 10 ↔ 13 – IST+ÖV vs. REFZU+ÖV 25
Abbildung 18: Szenariovergleich 11 ↔ 14 – +5 % + ÖV (IST vs. REFZU) 26
Abbildung 19 : Knoten K1 - Signalprogramm - SP02 32
Abbildung 20 : Knoten K2 - Signalprogramm - SP02 33

ANHANGSVERZEICHNIS

ANHANG 1 Belastungspläne 31
ANHANG 2 Signalprogramme (vs | plus) – ASP 32
ANHANG 3 LSA-Kennwert-Ermittlung 34
ANHANG 4 Verkehrsqualitätsstufen gemäss VSS SN Norm 35
ANHANG 5 Ergebnisse VQS-Auswertung / Rückstaulängen 36
ANHANG 6 Bestvariantenlayout – M 1:500 38
ANHANG 7 Visualisierungen 41
ANHANG 8 Zeit-Weg-Diagramm LSA 1-06-11 Weihermattstrasse 43

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS

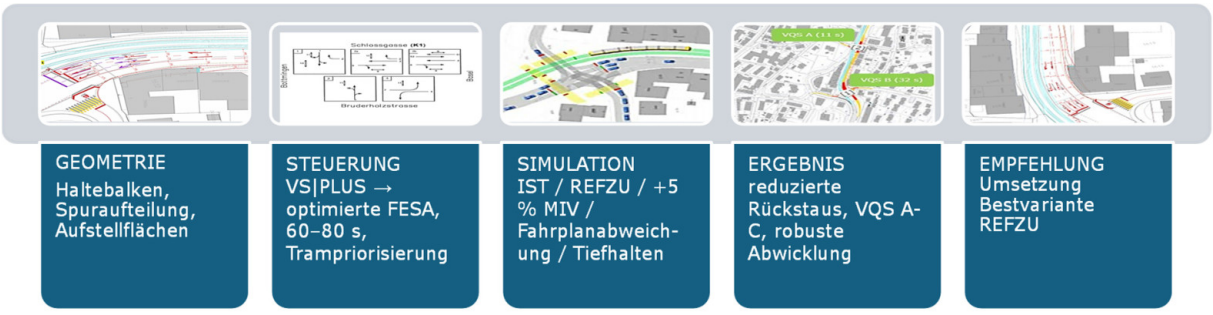
ASP	Abendspitze / Abendspitzenstunde
BL	Kanton Basel-Landschaft
BLT	Baselland Transport AG
FG	Fussgänger
FESA	Verkehrsabhängiges Steuerungsverfahren für Lichtsignalanlagen
FU	Fahrplanuntreue (ÖV-Störung / Fahrplanabweichung)
Fz	Fahrzeug(e)
Hst	Haltestelle
K1/K2	Knoten Schlossgasse / Knoten Weihermattstrasse
LSA	Lichtsignalanlage
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitze / Morgenspitzenstunde
ÖV	Öffentlicher Verkehr
REFZU	Optimierte Bestvariante Schlossgasse
RK&P	Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG
SG	Signalgruppe
SN	Schweizer Norm
TH	Tiefhalten (ÖV-Störung durch überlappende Tram-Anmeldungen)
VISSIM	Mikroskopische, multi-modale Verkehrsfluss-Simulationssoftware
VQS	Verkehrsqualitätsstufe
vs | plus	Verkehrsabhängiges Steuerungsverfahren für Lichtsignalanlagen
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen-& Verkehrsfachleute
Zst.	Zählstelle

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ZUSAMMENFASSUNG

Die beiden Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) liegen im Perimeter der Gesamterneuerung der BLT-Linien 10/17. Das neue Grüntrassee mit fester Fahrbahn und der aufgrund von aktuellen Normen und Vorgaben vergrösserte Gleisachsabstand führen zu sehr knappen Fahrbahnbreiten entlang der Baslerstrasse. Unter diesen Bedingungen wurde die verkehrstechnische Leistungsfähigkeit des heutigen IST-Zustands sowie der optimierten Bestvariante REFZU geprüft.

Die Bestvariante REFZU nutzt die begrenzten Platzverhältnisse aus verkehrstechnischer Sicht optimal aus. Sie umfasst angepasste Haltebalkenlagen, verbesserte Spuraufteilungen sowie ausreichend dimensionierte Aufstellflächen. Die Befahrbarkeit aller Fahrbeziehungen, auch für grosse Fahrzeuge, ist mittels Schleppkurven bestätigt. Die Geometrie ist realisierbar und entspricht den betrieblichen Anforderungen der BLT.



Die Analyse der bestehenden LSA-Steuerung (FESA) hat wesentliche Defizite aufgezeigt: eine lange Umlaufzeit von 100 s, eine separate Tramphase sowie eine fehlende Koordination zwischen den Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2). Aufbauend auf der Analyse der bestehenden LSA-Steuerung (FESA) wurde eine kompakte und robuste Steuerungslogik (60–80 s) entwickelt, die eine Tramprioriserung integriert, die Grünzeiten stabilisiert und die Koordination der beiden Knoten verbessert. Die Optimierungen können ohne Systemwechsel in die bestehende LSA-Steuerung integriert werden.

Zur Beurteilung der Wirkung wurde ein detailliertes VISSIM-Modell erstellt, welches Geometrie, Steuerungslogik und relevante Betriebszustände realitätsnah abbildet. Simuliert wurden der IST-Zustand, die Bestvariante REFZU sowie Sensitivitäten (+5 % MIV und kritische ÖV-Störungen wie Fahrplan-abweichungen und Tiefhalten). Die Simulationsergebnisse zeigen eine klare Verbesserung der Rückstauentwicklung, stabile Verkehrsqualitäten (VQS A–C) sowie eine erhöhte Systemrobustheit an beiden Knoten. Dabei zeigt sich, dass längere Einzelkonflikte durch Tiefhalten im Gesamtsystem durch insgesamt weniger Eingriffe kompensiert werden und sich die befürchtete Verschärfung der Rückstaus nicht bestätigt.

Auch unter anspruchsvollen Belastungen bleibt die Abwicklung robust und es kommt zu keinen Stauraumüberläufen (Rückstaulängen 95 %). Die verkürzten Umlaufzeiten und die integrierte Tramprioriserung verbessern die Zuverlässigkeit des Gesamtsystems und reduzieren die maximalen Staulängen auf der Hauptachse. Die Bestvariante REFZU mit der optimierten LSA-Regelung erfüllt die verkehrstechnischen und betrieblichen Anforderungen und stabilisiert die Verkehrsabwicklung entlang der Baslerstrasse nachhaltig.

Auf Basis der Ergebnisse empfiehlt RK&P die Umsetzung der Bestvariante REFZU mit den optimierten Steuerungsabläufen sowie eine Feinjustierung der Grünzeiten und Meldepunkte.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

1 AUSGANGSLAGE UND ZIELSETZUNG

1.1 Ausgangslage

Die Knotenpunkte Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) befinden sich im Perimeter der geplanten Gesamterneuerung der BLT-Linien 10/17 zwischen Zoo und Bottmingen. Aufgrund des erweiterten Gleisachsabstands, des Grüntrassees mit fester Fahrbahn und der engen Strassenräume entlang der Baslerstrasse reduzieren sich die verfügbaren Fahrbahnbreiten deutlich. Diese Rahmenbedingungen erfordern eine angepasste Geometrie, optimierte Linienführungen sowie eine leistungsfähige LSA-Steuerung, um die Verkehrsabwicklung in den Spitzenstunden weiterhin zu gewährleisten.



Abbildung 1: Simulations- und Analyseperimeter

Da im Projektperimeter aufgrund der Bauarbeiten keine aktuellen Zählungen möglich waren, wurde die Simulation auf den ASP-Belastungen von 2018 aufgebaut. Ergänzend wurden die aktuellen LSA-Steuerungsdaten (FESA) beider Knoten berücksichtigt.

Für die Grundlagenprüfung wurden sowohl Morgen- als auch Abendspitze berücksichtigt. Die Analyse basiert jedoch auf der massgebenden Abendspitzenstunde (ASP).

1.2 Zielsetzung

Ziel der Untersuchung ist eine verkehrstechnische Simulationsüberprüfung des IST-Zustands sowie der Bestvariante (REFZU) unter den baulichen und betrieblichen Randbedingungen der BLT-Linien 10/17. Dabei sollen die Leistungsfähigkeit, die Rückstaus und Verlustzeiten (VQS) sowie die Systemrobustheit explizit beurteilt werden.

Die Analyse soll klären

- ob die Bestvariante funktional machbar ist,
- ob eine optimierte Steuerungslogik die heutige Abwicklung verbessert,
- wie stabil das System bei +5 % Verkehr und ÖV-Überlagerungen (Fahrplanuntreue, Tiefhalten) bleibt und
- ob die von BLT und TBA BL vorgeschlagene Bestvariante zur Umsetzung empfohlen werden kann.

Aus Sicht der BLT ist es insbesondere entscheidend, dass die Abwicklung auch bei engen Platzverhältnissen und häufigen Trameingriffen weiterhin störungsfrei erfolgt. Die Untersuchung soll zudem nachweisen, dass die bestehenden Betriebsabläufe der Linien

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

10/17 möglichst verlustzeitenfrei bleiben und keine zusätzlichen Verspätungsrisiken entstehen.

1.3 Rahmenbedingungen BLT Linie 10/17

Die Untersuchung erfolgt im Rahmen der Gesamterneuerung der BLT-Linien 10/17 zwischen Zoo und Bottmingen. Durch die Realisierung eines Grüntrassees mit fester Fahrbahn und einem erweiterten Gleisachsabstand von 2,8 m + e reduzieren sich die verfügbaren Fahrbahnbreiten für den MIV entlang der Baslerstrasse teilweise. Die Fahrbahnen der Schlossgasse und der Weihermattstrasse können gegenüber dem Bestand nur begrenzt verbreitert werden.

Ziel des Gesamtprojekts ist es, die Leistungsfähigkeit der Knoten unter den neuen geometrischen Rahmenbedingungen zu erhalten und zu optimieren. Der heutige Tramtakt von 7,5 Minuten je Richtung bleibt unverändert, sodass die Belastung des öffentlichen Verkehrs konstant bleibt. Das TBA BL verfolgt zudem die Strategie, den Schleichverkehr über Gemeindestrassen zu reduzieren und den Durchgangsverkehr gezielt über die Kantonsstrassen zu führen.

Die Knotenpunkte Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) liegen im Bereich der BLT-Gesamterneuerung der Linien 10/17. Dort reduzieren das neue Grüntrassee und der erweiterte Gleisachsabstand die Fahrbahnbreiten teilweise. Da aktuelle Zählungen fehlen, basiert die Analyse auf ASP-2018-Belastungen und den bestehenden LSA-Steuerungsdaten (nach Prüfung beider Spitzenstunden). Ziel ist die Überprüfung der Leistungsfähigkeit und Robustheit des IST-Zustands und der Bestvariante REFZU unter realistischen MIV- und ÖV-Einflüssen. Dabei soll sichergestellt werden, dass die Abwicklung stabil bleibt und die BLT-Betriebsabläufe zuverlässig eingehalten werden.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

2 VORGEHEN & DATENGRUNDLAGEN

Die Analyse basiert auf einem strukturierten Vorgehen mit den drei Bausteinen Umsetzung (Geometrie), Steuerung (LSA) und Simulation (IST, Bestvariante). Das Ziel bestand darin, die Leistungsfähigkeit der beiden Knoten unter den heutigen baulichen Rahmenbedingungen und den Anforderungen der BLT-Linien 10/17 konsistent zu beurteilen.

2.1 Vorgehen

Zunächst wurden alle verfügbaren Grundlagen (Geometrien, Verkehrsdaten, Steuerungsunterlagen) geprüft und konsolidiert. Auf dieser Grundlage wurde der IST-Zustand mit der aktuellen Linienführung und der bestehenden LSA-Steuerung modelliert.

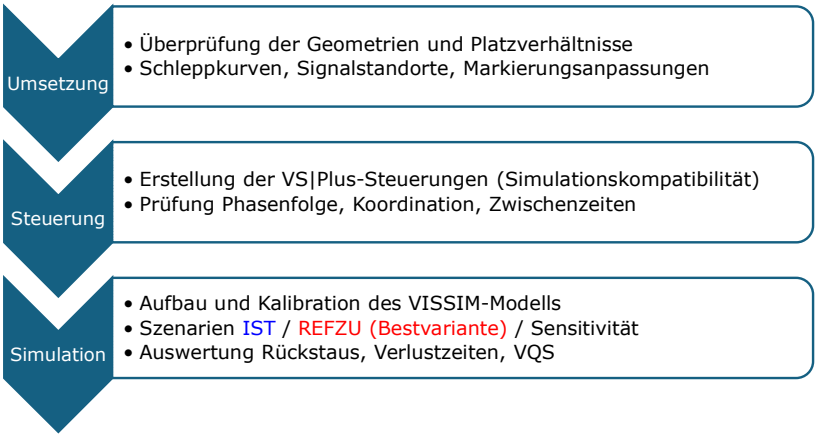


Abbildung 2: Methodisches Vorgehen

Parallel dazu wurde die Bestvariante (REFZU) definiert. Diese umfasst optimierte Haltebalkenlagen, angepasste Spuraufteilungen und eine verbesserte Nutzung der knappen Platzverhältnisse. Die Befahrbarkeit wurde mittels Schleppkurven geprüft.

Anschliessend wurde für die Bestvariante eine optimierte Steuerlogik (in vs | plus) entwickelt, um die Simulation des IST-Zustands und der vorgeschlagenen Bestvariante zu ermöglichen. Sie reduziert die Umlaufzeiten, integriert die Trampriorisierung und verbessert die Verteilung der Grünzeiten. Diese Steuerung bildet den angestrebten späteren Betriebszustand ab und wurde für die Simulation übernommen.

Abschliessend wurden die Szenarien «IST», «REFZU» und «REFZU mit Sensitivität (+5 % Verkehr sowie ÖV-Einflüsse)» simuliert. Bewertet wurden die Rückstaulängen, die Verkehrsqualitätsstufen und die Systemstabilität.

2.2 Datengrundlagen

Aufgrund der laufenden Bauarbeiten konnten im Projektperimeter keine aktuellen Verkehrszählungen durchgeführt werden. Für die Simulation wurden deshalb die ASP-Belastungen aus dem Jahr 2018 als beste verfügbare Datengrundlage verwendet. Die Werte wurden mit ergänzenden Zählstellen im Umfeld (u. a. Zählstelle 601 Baslerstrasse) abgeglichen und ergeben ein konsistentes Mengengerüst für den motorisierten Individualverkehr (MIV) in der Abendspitze. Der Schwerverkehrsanteil wurde aus dem Projekt «Margarethenstich» übernommen und beträgt 0.5 %. Es wurden beide Spitzenstunden geprüft; die Analyse basiert auf der massgebenden Abendspitze (ASP).

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Der öffentliche Verkehr wurde auf Basis der aktuellen Fahrplandaten der BLT abgebildet. Die Linien 10 und 17 verkehren im 7,5-Minuten-Takt je Richtung, was im Perimeter zu 32 Tramdurchfahrten pro Stunde führt. Diese Belastung des öffentlichen Verkehrs ist ein zentraler Einflussfaktor für die Leistungsfähigkeit der Knoten.

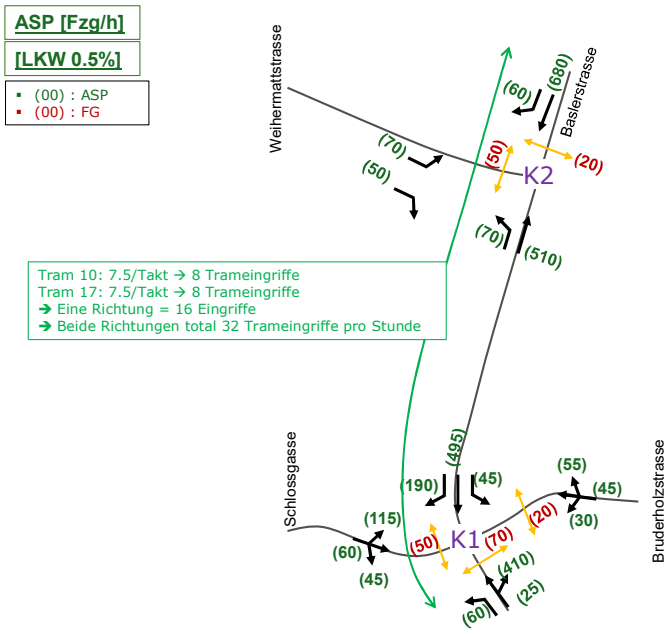


Abbildung 3: Belastungsplan ASP 2018 MIV und ÖV

Die ÖV-Ströme wurden so modelliert, dass neben den regulären Taktfahrten auch relevante Fahrplanvariationen wie Fahrplanabweichungen, Kreuzungen, Haltevorgänge und Wechselwirkungen im Mischbetrieb realistisch abgebildet werden. Da diese Variationen im späteren Betrieb wesentliche Einflussgrössen für die Phasenfolgen, Phasenverfügbarkeit und die Grünfenster an den Knoten darstellen, werden sie in der Simulation vollständig berücksichtigt.

Die LSA-Regelung wurde sowohl mit den bestehenden als auch mit den optimierten LSA-Steuerungsabläufen nachgebildet (Phasenfolge, Grünzeiten, Koordination K1–K2, Meldepunkte). Die Geometrie basiert auf den aktuellen Projektunterlagen der BLT-Linie 10/17 einschliesslich Haltebalkenlagen, Spurbreiten, Aufstelllängen und Querungsbeziehungen.

Die Geometriedaten bilden zugleich die Grundlage für die modellierte Bestvariante (REFZU). Zur Prüfung der Systemrobustheit wurden zusätzlich +5 % MIV-Sensitivitäten sowie massgebliche ÖV-Einflüsse wie Fahrplanabweichungen (Fahrplanuntreue[1]) und überlappende Tram-Anmeldungen (Tiefhalten[2]) berücksichtigt. Dadurch bildet die Simulation sowohl im IST- als auch im REFZU-Zustand realitätsnahe Belastungs- und Störungssituationen ab und ermöglicht eine fundierte Beurteilung der Systemstabilität.

Die Analyse folgt einem strukturierten Vorgehen aus Geometrieüberprüfung, Steuerungsoptimierung und dynamischer Simulation, um den IST-Zustand und die Bestvariante (REFZU) konsistent beurteilen zu können. Grundlage bilden die ASP-2018-Belastungen, die aktuellen BLT-Fahrplandaten sowie die bestehende und die optimierte LSA-Steuerung. Die Bestvariante basiert auf einer angepassten Linienführung und Haltebalkenlage, deren Befahrbarkeit mittels Schleppkurvenprüfung bestätigt wurde. In der Simulation werden neben dem Grundfall auch Sensitivitäten (+5 % MIV, Fahrplanabweichungen, Tiefhalten) berücksichtigt, um die Robustheit des Systems realitätsnah zu bewerten.

1 Zwei Trams treffen fast gleichzeitig am Knoten ein → MIV erhält zwischen den Tramdurchfahrten ein sehr kurzes oder gar kein Grünfenster mehr (Worst-Case-Situation)

2 Ein Tram fährt durch, während sich das Gegen-Tram bereits anmeldet → Knoten bleibt zweifach gesperrt für alle MIV-Ströme (gegenseitige Überlappung der ÖV-Phasen)

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

3 UMSETZUNG – GEOMETRIE & LINIENFÜHRUNG

3.1 Ausgangslage

Aufgrund des neuen Grüntrassees mit fester Fahrbahn und des durch aktuelle Normen, Weisungen und Richtlinien erweiterten Gleisachsabstands stehen im Bereich der Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) nur sehr begrenzte Fahrbahnbreiten zur Verfügung. Besonders im Bereich der Maststandorte, Querungsstellen und Fahrbahnverschwenkungen sind die Platzverhältnisse knapp. Im Lichtraumprofil zwischen Strasse und Bahn existiert ein Überlappungskonflikt, der zu lösen ist.

Der bestehende Winkelmast bei K2 kann aufgrund der angrenzenden Schaufensterfassade nur mit erheblichem baulichem Aufwand verschoben werden. Deshalb wurde die Bestvariante REFZU so ausgelegt, dass sie mit dem heutigen Maststandort kompatibel bleibt.

Eine Optimierung der bestehenden Geometrie ist nur punktuell möglich. Gleichzeitig wirken sich die hohe Zahl an Tramdurchfahrten (32/h) und die Priorisierungsanforderungen direkt auf die Abwicklung des MIV aus.

Zur Aufhebung des Lichtraumprofilkonflikts zwischen dem schienengebundenen und dem strassengebundenen Verkehr wurden mehrere geometrische Varianten untersucht. Die bisherige Bestvariante (Stand: September 2025) sah eine maximale Optimierung der Geometrie vor, unter anderem das Ausreizen der Fahrstreifenbreiten und der Aufstelllängen, vorgezogene Haltebalken und eine Verschiebung des Winkelmasts. Aufbauend darauf wurde die neue Bestvariante REFZU entwickelt.

Die Weiterentwicklung erfolgte jedoch nicht aufgrund der beschränkten Realisierbarkeit der Mastverschiebung, sondern aus zwei zentralen Gründen: (1) Die Gemeinde Binningen wollte den bestehenden Rechtsabbieger zwingend beibehalten, ohne die Signalisation zu ändern. (2) Es war eine Prüfung der Leistungsfähigkeit bzw. der prozentualen Leistungsfähigkeitsreduktion unter Ausreizung der geometrischen Verhältnisse erforderlich, insbesondere hinsichtlich der Länge der Abbiegestreifen.

3.2 Bestvariante (REFZU) – Anpassungen K1 & K2

Die Bestvariante basiert auf den geprüften Platzverhältnissen und dient als Grundlage für die spätere Steuerungsoptimierung und Simulation. Die Anpassungen sind realisierbar und erfordern keine wesentlichen baulichen Veränderungen.

3.2.1 Knoten Schlossgasse (K1)

Um die vorhandenen knappen Platzverhältnisse optimal zu nutzen und die spätere Steuerungsabwicklung zu stabilisieren, wurden am Hauptknoten Schlossgasse in der Bestvariante REFZU mehrere gezielte Anpassungen vorgenommen.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

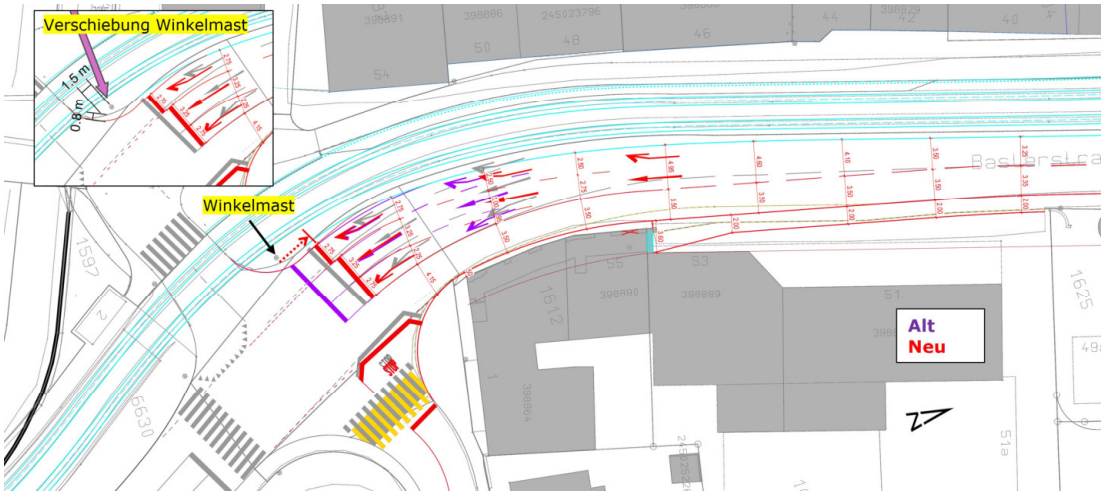


Abbildung 4: Optimierte Linienführung und Haltebalken K1 (Bestvariante REFZU)

Linienführung und Haltebalken: Die Haltebalken aller Fahrbeziehungen aus Richtung Basel werden 5 Meter hinter dem Winkelmast angeordnet (VSS-konform). Dadurch werden die VSS-Normen eingehalten, der Aufstellbereich klar definiert und die Interaktion zwischen MIV und ÖV verbessert.

Die BLT bestätigte, dass die gewählten Haltebalkenlagen betrieblich korrekt sind und keine zusätzlichen Sicherungsmassnahmen im Gleisbereich erforderlich machen.

Rechts- und Linksabbieger: Der Rechtsabbieger in die Schlossgasse wird verlängert und bietet künftig Platz für sieben bis acht Fahrzeuge. Dadurch wird die Hauptverkehrsachse deutlich entlastet. Der Linksabbieger Richtung Bruderholzstrasse wird entsprechend der geringen Nachfrage verkürzt, um zusätzliche Breite für die durchgehende Spur zu schaffen.

Die **Geradeausspur** Richtung Bottmingen bietet eine Aufstelllänge für rund 14–15 Fahrzeuge und erfüllt damit die Anforderungen der Abendspitze.

Signalgeberstandort: Der heutige Winkelmast kann bei Bedarf um bis zu 1,5 m verschoben werden, sofern dies technisch möglich ist (Fundament, Leitungen). Durch diese Verschiebung entstehen zusätzliche Breitenreserven, welche die Befahrbarkeit und die Position der Haltebalken weiter verbessern.

Gesamtwirkung: Mit diesen Anpassungen entsteht eine funktionale und platzsparende Linienführung, welche die Grundlage für die optimierte LSA-Steuerung bildet. Die Befahrbarkeit ist vollständig gewährleistet und die Aufstellbereiche sind auf die erwarteten MIV-Lasten der ASP ausgelegt.

3.2.2 Knoten Weihermattstrasse (K2)

Um die verfügbaren Aufstellflächen optimal zu nutzen und die Anforderungen der künftigen LSA-Steuerung zu erfüllen, wurden am Knoten Weihermattstrasse die Linienführung und die Haltebalkenlage gezielt angepasst. In Fahrtrichtung Basel wird der Haltebalken auf Höhe des Linksabbiegers um fünf Meter zurückversetzt. Dadurch werden die Anforderungen gemäss den VSS-Normen erfüllt und es entstehen klar definierte Aufstellbereiche für die links- und geradeausführenden Fahrbeziehungen.

Der zurückversetzte Haltebalken in Fahrtrichtung Basel ermöglicht eine klarere Trennung der Verkehrsströme und ist für den späteren Steuerungsbetrieb zwingend erforderlich.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

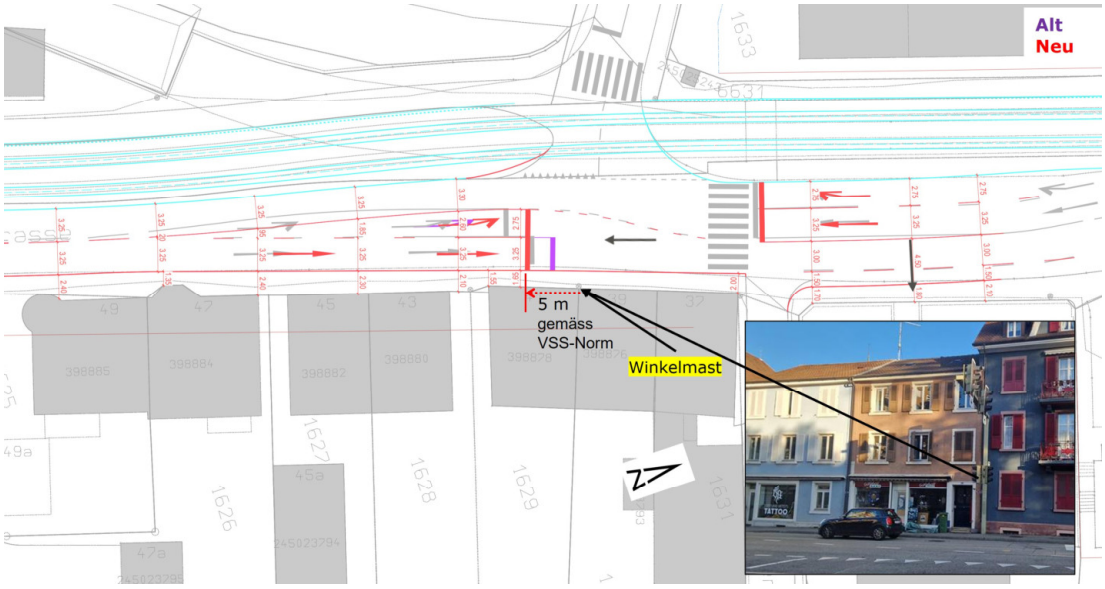


Abbildung 5: Optimierte Linienführung und Haltebalken K2 (Bestvariante REFZU)

Der bestehende Winkelmast soll an seinem aktuellen Standort verbleiben, da eine Verschiebung aufgrund der angrenzenden Schaufensterfassade nicht möglich ist. Die Lage der Haltelinien wurde so gewählt, dass trotz des fixen Maststandorts die erforderlichen Fahrstreifenbreiten eingehalten werden, wobei diese bereits vollständig ausgereizt sind (vgl. Schleppkurvenplan).

Durch diese Anpassungen ist die Befahrbarkeit vollständig gewährleistet und die Geometrie erfüllt die funktionalen Anforderungen für die spätere Umsetzung der optimierten Steuerlogik.

3.3 Platzverhältnisse & Schleppkurven

Die Platzverhältnisse im Abschnitt zwischen Schlossgasse und Weihermattstrasse sind aufgrund des neuen Grüntrassees und der reduzierten Fahrbahnbreiten insgesamt knapp. Die optimierte Linienführung wurde daher so ausgelegt, dass die verfügbaren Breiten bestmöglich genutzt werden und die Befahrbarkeit für alle massgebenden Fahrzeugtypen trotz der ausgereizten Platzverhältnisse gewährleistet bleibt.

Für die Bestvariante REFZU wurden die Aufstelllängen beider Knoten überprüft. Die möglichen Staulängen der optimierten Geometrie entsprechen den verfügbaren Aufstellflächen:

Knoten Schlossgasse (K1): Linksabbieger: 2–3 Fahrzeuge, Rechtsabbieger: 7–8 Fahrzeuge**,** Geradeaus Richtung Bottmingen: 14–15 Fahrzeuge

Bei Grossfahrzeugen bleibt der Querschnitt knapp, die Befahrbarkeit ist jedoch gesichert.

Knoten Weihermattstrasse (K2): Linksabbieger (aus Bottmingen): 3–4 Fahrzeuge**,** Rechtsabbieger (aus Basel): 3–4 Fahrzeuge

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

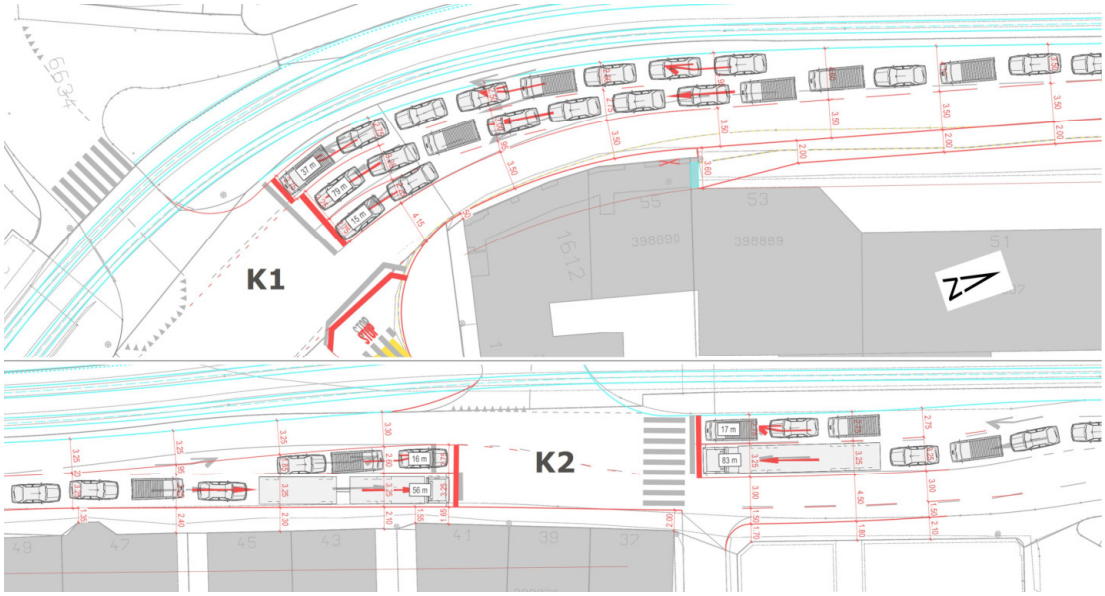


Abbildung 6: Staulängen und Aufstellflächen K1 / K2 (Bestvariante REFZU)

Die Schleppkurvenprüfungen bestätigen die konfliktfreie Befahrbarkeit aller relevanten Fahrbeziehungen, auch für grosse Fahrzeuge wie Sattelschlepper. Seitliche Versätze und Engstellen liegen innerhalb der zulässigen Toleranzen und können signaltechnisch sowie über die Haltebalkenlage kompensiert werden.

Zusätzlich wurde bestätigt, dass die vorhandenen Aufstellflächen für die massgebenden MIV-Ströme ausreichen und die Geometrie insbesondere für Grossfahrzeuge (Linienfahrzeuge, Lieferverkehr) keine betrieblichen Einschränkungen verursacht. Diese Anforderungen werden durch die durchgeführte Schleppkurvenprüfung vollständig erfüllt (siehe ANHANG 6).

Insgesamt zeigen die Prüfungen, dass die optimierte Geometrie trotz der engen Strassenräume eine funktionsfähige Abwicklung ermöglicht und die Anforderungen für die spätere LSA-Steuerung erfüllt.

3.4 Zwischenfazit Umsetzung

Die Prüfung der Geometrie hat ergeben, dass die erforderlichen Anpassungen an den Knotenpunkten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) realistisch umsetzbar sind und keine wesentlichen baulichen Eingriffe erforderlich machen. Die Platzverhältnisse im Bereich Schlossgasse sind zwar knapp, aber ausreichend für die erwarteten Verkehrsströme und die definierten Aufstelllängen.

Die Befahrbarkeit aller Fahrbeziehungen, einschliesslich der grossen Fahrzeuge, ist bestätigt. Die Haltebalkenlagen und Spuraufteilungen sind funktional und unterstützen eine stabile Abwicklung der MIV- und ÖV-Ströme.

Die Signalgeberstandorte können grundsätzlich beibehalten werden. Bauliche Anpassungen, insbesondere am Winkelmast, sind nicht erforderlich; dessen Lage bleibt unverändert. Damit liegen keine geometrischen Blockaden vor, sodass die weiteren Optimierungen primär signaltechnisch über die LSA-Steuerung erfolgen können.

Insgesamt bildet die Bestvariante REFZU somit eine tragfähige Grundlage für die nachfolgende Steuerungsoptimierung und die Simulationsanalyse.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Die engen Platzverhältnisse entlang der Baslerstrasse erfordern eine optimierte Linienführung an den Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2). Maststandorte, Querungen und das neue Grüntrassee schränken die Fahrbahnbreiten teilweise ein. Die Bestvariante REFZU nutzt die verfügbaren Breiten vollständig aus und berücksichtigt die fixen Maststandorte sowie die Lage der Querungen. Sie umfasst angepasste Haltebalkenlagen, optimierte Abbiegespuren (verlängert bzw. verkürzt) und bestätigt durch Schleppkurvenprüfungen die vollständige Befahrbarkeit aller Fahrzeugtypen trotz der ausgereizten Querschnittsbreiten. Die Aufstellflächen entsprechen den erwarteten Staulängen und unterstützen eine stabile LSA-Abwicklung. Insgesamt zeigt die Geometrieprüfung, dass die Bestvariante realisierbar ist und eine funktionale Grundlage für die Optimierung der Steuerung bildet.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

4 STEUERUNG – ANALYSE & OPTIMIERUNG

4.1 Ausgangslage der bestehenden LSA-Steuerung

Die beiden Lichtsignalanlagen (LSA) an den Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) werden derzeit durch eine LSA-Steuerung mit FESA-Logik mit einer Umlaufzeit von 100 Sekunden betrieben. Diese lange Zykluszeit führt zu trägen Steuerungsabläufen, hohen Verlustzeiten und verlängerten Rückstaubildungen, insbesondere während der Abendspitze. Eine separate Tramphase (6) verursacht zusätzliche Zyklusunterbrüche, wodurch sich die Grünanteile für den MIV weiter reduzieren.

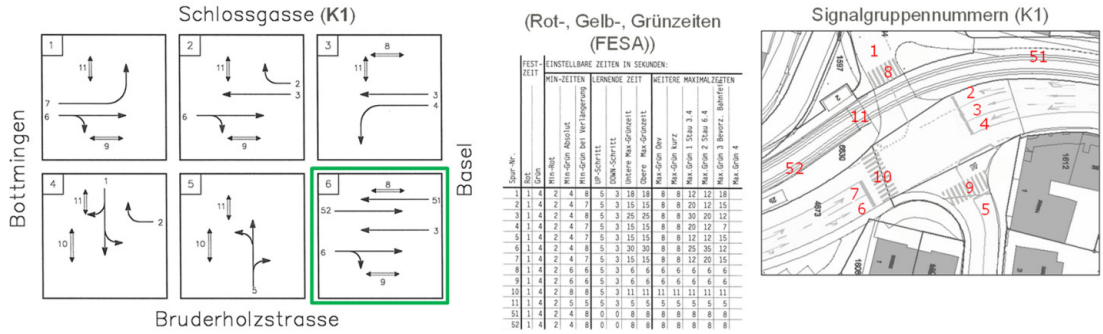


Abbildung 7: FESA-Phasenstruktur und Signalgruppen K1

Da zwischen K1 und K2 keine aktive Koordination besteht, beeinflussen sich die Rückstaus gegenseitig und wirken teilweise bis in den jeweils anderen Knoten. Die vorhandene Grünverteilung weist Defizite auf, was sich in den im April 2025 ermittelten statischen Rückstaulängen von bis zu 305 m im Bereich K1 widerspiegelt.



Abbildung 8: 95%-Rückstaulängen IST-Zustand (K1/K2)

Die analysierten Defizite und insbesondere die lange Umlaufzeit, die separate Tramphase sowie die fehlende Koordination zwischen K1 und K2 entsprechen den im Betrieb beobachteten Einschränkungen und bestätigen die Notwendigkeit einer Optimierung der Steuerung.

Aufgrund dieser Analyse ergibt sich ein klarer Optimierungsbedarf hinsichtlich:

- Verkürzung der Umlaufzeit
- Verbesserung der Phasenlogik
- Reduktion der Verlustzeiten
- Integration einer stabilen Tramppriorisierung
- Verbesserung der Koordination zwischen K1 und K2

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Diese Punkte bilden die Grundlage für die nachfolgende Analyse der Steuerungsabläufe.

4.2 Optimierungen gemäss Analyse der Steuerungsabläufe

Die Steuerungsoptimierung basiert auf einer neu entwickelten, optimierten Phasenlogik in vs | plus, die speziell auf die engen Platzverhältnisse, die vielen Tramdurchfahrten der Linien 10/17 und die Rückstauanfälligkeit der Baslerstrasse abgestimmt wurde.

Kern des optimierten Steuerungskonzepts ist die Einführung eines kompakten 4-Phasen-Systems mit integrierter Trampriorisierung. Die Tramfreigabe erfolgt nun in Phase 2(b), sodass keine zusätzliche Tramphase mehr erforderlich ist und Zyklusstörungen minimiert werden.

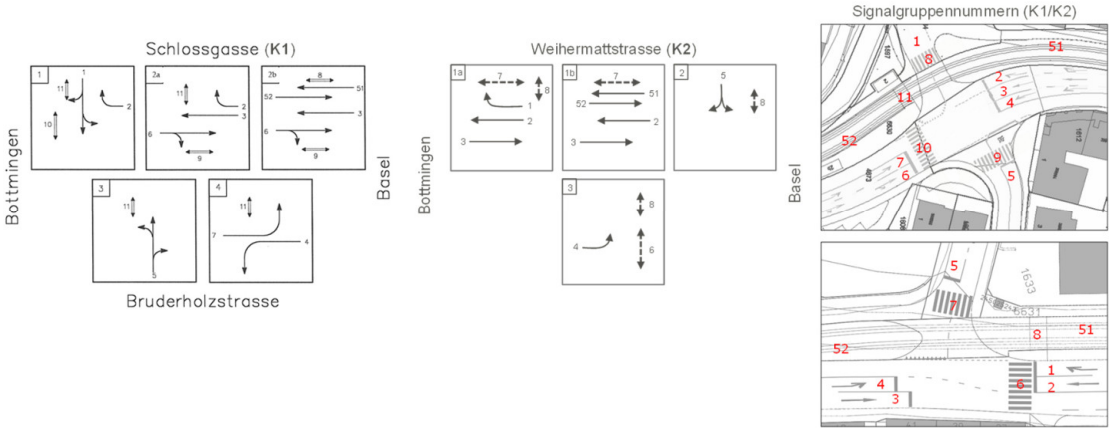


Abbildung 9: Optimierte Phasenstruktur und Signalgruppen K1/K2

Die wesentlichen Optimierungen sind:

- Umlaufzeitverkürzung auf 60–80 s: erhöhte Reaktionsfähigkeit, kürzere Verlustzeiten
- Direkte Trampriorisierung ohne Extra-Phase: stabilere Abwicklung, keine Zyklusunterbrüche
- Optimierte Grünverteilung: schnellerer und gezielter Rückstauabbau, geringere Spitzenbelastungen
- Koordination der Knoten K1–K2: realistische Meldepunkte, abgestimmte Phasenwechsel
- Robustheit für Trameingriffe: K1 (80 s) ist bei komplexerer Geometrie stabil, während K2 (60 s) einfacher und flexibler koordiniert werden kann

Die optimierte vs | plus-Logik dient als Analysewerkzeug: Die daraus gewonnenen Erkenntnisse können in die spätere Anpassung der bestehenden FESA-Steuerung übernommen werden.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

4.3 Tramppriorisierung und Umsetzung

Die Tramppriorisierung ist ein zentrales Element der optimierten Steuerungslogik. Das Ziel besteht nicht darin, das Tram stärker zu priorisieren, sondern dessen Freigabe präzise und rechtzeitig zu schalten, damit bei der Durchfahrt keine Zusatzwartezeiten entstehen. Die bestehende FESA-Steuerung unterstützt dieses Prinzip bereits heute, wird jedoch anhand der vs | plus-Erkenntnisse gezielt verfeinert. Dabei wird der Grundsatz berücksichtigt, dass das Tram bereits heute maximal priorisiert ist und es nicht um «mehr Grün», sondern um «rechtzeitig Grün» geht. Dieser betriebliche Ansatz bleibt unverändert bestehen.

Das System erkennt automatisch, wann ein Tram eintrifft, und schaltet die entsprechende Freigabe etwa 10-15 Sekunden vor dem Eintreffen auf Grün. Dadurch bleibt der Fahrplan stabil und Konflikte mit dem MIV werden minimiert. Eine späte Anmeldung, etwa nach dem Fahrgastwechsel, führt lediglich zu einem kleinen Zeitverlust von rund 6 Sekunden, ohne die Systemstabilität zu beeinträchtigen. Erfolgt die Anmeldung früher (ca. 10 s vor dem Fahrgastwechsel), kann das Tram vollständig verlustfrei weiterfahren.

Konkret sind die Anmeldemittel der BLT im vorliegenden Perimeter optimal zu platzieren. Für die Festlegung der Anmeldemittel sind dabei einerseits die einzelnen Fahrtrichtungen getrennt zu betrachten und andererseits die Situationen mit Gegentram (inkl. Tiefhalten) sowie ohne Gegentram zu unterscheiden.

LSA Schlossgasse - Fahrtrichtung Basel

In diese Richtung befährt das Tram die LSA aus Halt nach einem Fahrgastwechsel. Als Konzept sind in dieser Fahrrichtung zwei Anmeldepunkte und ein Abmeldepunkt zu realisieren. Der erste Anmeldepunkt befindet sich dabei vor dem Fahrgastwechsel und der zweite wird nach Beendigung des Fahrgastwechsel durch den Tramchauffeur ausgelöst. Mit dem Ersten werden die feindlichen Signalgruppen geschlossen und die freundliche Phase ausgelöst. Mit dem Zweiten wird anschliessend eine Freigabe für die Tramsignalgruppe realisiert. Für die Durchfahrt ohne Verlust ist somit die erste Anmeldung relevant.

Wird der Fall ohne Gegentram berücksichtigt, muss die erste Anmeldung spätestens 12 s vor der geplanten Durchfahrt der LSA erfolgen. Beim Fall mit Gegentram (Tiefhalten) muss die erste Anmeldung spätestens 18 s vorher erfolgen.

Bei einer erwarteten Zeit für den Fahrgastwechsel von 10 s muss eine Anmeldung ca. 8 s und somit ca. 30 m vor der Haltelinie des Fahrgastwechsels realisiert werden.

LSA Schlossgasse – Fahrtrichtung Bottmingen

In diese Richtung befindet sich die Haltestelle «Binningen Schloss» unmittelbar nach der Knotenüberfahrt. Die Knotenzufahrt erfolgt bis 50 m vor der Haltelinie mit 40 km/h. Die Kurve danach wird mit 25 km/h befahren. Bei dieser Geschwindigkeit wird eine Voranzeigezeit (Vorfreigabe) von 4 s angestrebt.

Wird der Fall ohne Gegentram berücksichtigt, muss die Anmeldung spätestens 17 s (inkl. 4 s Voranzeigezeit) vor der geplanten Durchfahrt der LSA erfolgen. Beim Fall mit Gegentram (Tiefhalten) muss die erste Anmeldung spätestens 23 s (inkl. 4 s Voranzeigezeit) vorher erfolgen. Die erste Anmeldung ist demnach min. 225 m (vor Schlüsselgasse) und die zweite min. 160 m (Höhe Weihermattstrasse) vor der Haltelinie liegen.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C



Abbildung 10: Lage Anmeldemittel für LSA Schlossgasse

LSA Weihermattstrasse

Für diese LSA sollten die Lagen der aktuellen Steuerung (ANHANG 8: Zeit-Weg-Diagramm LSA Weihermattstrasse) übernommen werden. Diese werden hauptsächlich durch die bestehende Disziplinierungsschranken beeinflusst.

Die optimierte vs | plus-Logik erfordert keinen Systemwechsel: Die FESA-Steuerung kann bestehen bleiben und würde lediglich durch kleinere Anpassungen in Phasenlogik, Meldepunkten und Grünverteilung optimiert werden. Das Tram erhält weiterhin «rechtzeitig Grün», nicht «mehr Grün». Dies entspricht der heutigen betrieblichen Philosophie der BLT und gewährleistet die Einhaltung des 7,5-Minuten-Takts der Linien 10/17.

Die Trams sind bereits heute maximal priorisiert. Der Mehrwert der Optimierungen liegt in einer integrierten Priorisierung, kürzeren Umlaufzeiten von maximal 80 Sekunden und einer stabileren Grünverteilung im Gesamtsystem.

Um die Robustheit auch im Realbetrieb sicherzustellen, wird der Einsatz geeigneter Detektionsmittel (z. B. Video- oder Präsenzdetektoren) empfohlen. Diese sollen insbesondere die Aufstellflächen des Rechtsabbiegers in die Schlossgasse sowie den Zwischenraum zwischen K1 und K2 überwachen, um Überstauungen frühzeitig zu erkennen und die Steuerung entsprechend anzupassen bzw. mit der Steuerung rechtzeitig reagieren zu können. Ebenso ist sicherzustellen, dass Tramanmeldungen ausreichend früh, d. h. ca. 20-30 s vor dem Eintreffen, ausgelöst werden können, damit die optimierte Phasenlogik zuverlässig reagiert und die Integration in den Steuerungsablauf stabil bleibt.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

4.4 Zwischenfazit Steuerung

Die Optimierung der Steuerungslogik sorgt für deutlich stabilere Verkehrsabläufe an beiden Knoten. Durch die Verkürzung der Umlaufzeiten auf rund 60 Sekunden reagiert die Steuerung schneller auf Belastungsspitzen und Trameingriffe. Die integrierte Trampriorisierung bleibt stabil und zwischen den Tramdurchfahrten können reguläre MIV-Phasen zuverlässig abgewickelt werden.

Die Rückstaus bauen sich in den optimierten Varianten schneller ab, was sich in einer verbesserten Verkehrsgüte (VQS von C auf B) zeigt. Insbesondere an den kritischen Signalgruppen sinken die Verlustzeiten und die Koordination zwischen K1 und K2 wird durch realistische Meldepunkte und eine angepasste Grünverteilung wirksam unterstützt. Dies trägt zugleich zu einer erhöhten Sicherheit bei, da sich die Fahrstreifen und Knoten unter optimierten Bedingungen gegenseitig weniger überstauen.

Schlossgasse (K1)

Leistungsfähigkeit (IST-Steuerung)		
Umlaufzeit	Auslastungsgrad	VQS
100	0.72	F

Max. mittlere Verlustzeit [s]		
FG 8	FG 9	FG 10
41	22	16

Schlossgasse (K1)

Leistungsfähigkeit K1 (REFZU-Steuerung)		
Umlaufzeit	Auslastungsgrad	VQS
80	0.72	C

Max. mittlere Verlustzeit [s]		
FG 8	FG 9	FG 10
24	18	24

Weihermattstrasse (K1)

Leistungsfähigkeit K2 (REFZU-Steuerung)		
Umlaufzeit	Auslastungsgrad	VQS
60	0.83	B

Max. mittlere Verlustzeit [s]	
FG 6	FG 7
19	18

Abbildung 11: Leistungsfähigkeit IST vs. REFZU (SN 40 023a)

vs | plus diente in diesem Projekt als Analyse- und Optimierungswerkzeug. Die gewonnenen Erkenntnisse können gezielt in die bestehende FESA-Steuerung übertragen werden, sodass kein Systemwechsel erforderlich ist.

Die optimierte Steuerungslogik bildet die Grundlage für die anschliessende VISSIM-Simulation des IST-Zustands sowie der Bestvariante REFZU unter realitätsnahen Betriebsbedingungen.

Die bestehende LSA-Steuerung mit einer Umlaufzeit von 100 Sekunden führt zu hohen Verlustzeiten, einer fehlenden Koordination zwischen K1 und K2 sowie zu spürbaren Rückstaus. Die Analyse der Optimierung der Steuerungsabläufe ergibt auf dieser Grundlage eine kompakte 4-Phasen-Logik mit verkürzten Umlaufzeiten (60–80 s), integrierter Trampriorisierung und optimierter Grünverteilung. Diese Optimierungen stabilisieren die Abläufe, reduzieren die Rückstaus und ermöglichen eine zuverlässige Koordination beider Knoten. Die analysierten Defizite entsprechen den im Betrieb beobachteten Einschränkungen und bestätigen die Notwendigkeit einer gezielten Optimierung der Steuerung. Die gewonnenen Erkenntnisse könnten ohne Systemwechsel in die bestehende FESA-Steuerung übernommen werden und bilden die Grundlage für die anschliessende Simulation.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

5 SIMULATION – AUFBAU, SZENARIEN & ERGEBNISSE

5.1 Methodik & Zielsetzung

Für die komplexen Verkehrsverhältnisse zwischen den Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2) ist eine statische Berechnung nach Norm nicht ausreichend aussagekräftig. Einflussfaktoren wie Trameingriffe, Fussgängerquerungen, Haltezeiten, Fahrplanunregelmässigkeiten und die gegenseitigen Rückstauwirkungen können nur mit einer dynamischen Simulation realitätsnah abgebildet werden.

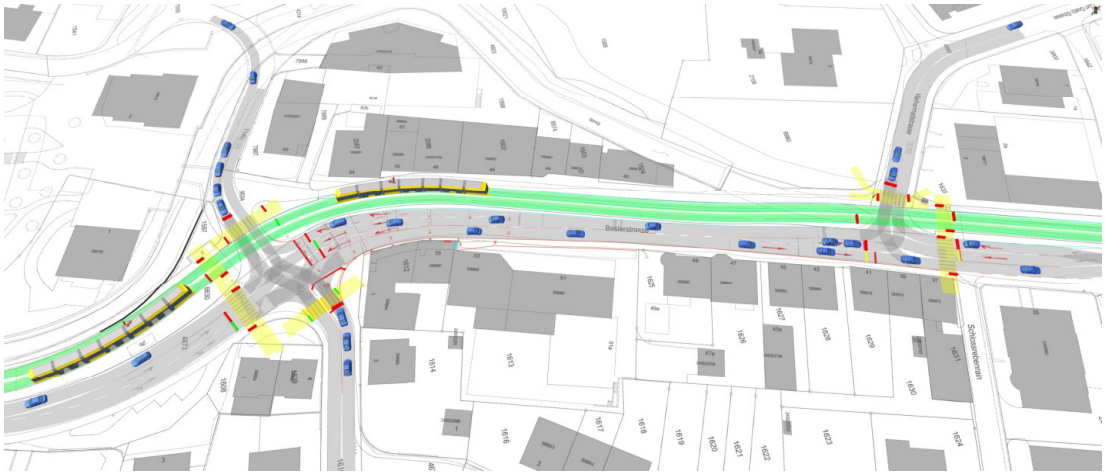


Abbildung 12: Screenshot der Simulation (Bestvariante REFZU)

Mit der Simulation können die Leistungsfähigkeit, die Rückstauentwicklung und die Verkehrsqualität (VQS) im Spitzenstundenverkehr geprüft werden. Grundlage bildet die in vs | plus optimierte Steuerungslogik (Umlaufzeiten 60–80 s, integrierte Trampriorisierung), welche in VISSIM signaltechnisch nachgebildet wurde.

Ziele der Simulation sind:

- die Bewertung der Abwicklung im **IST-Zustand** und der **Bestvariante REFZU**,
- die Beurteilung der **Systemrobustheit** unter Trameingriffen,
- die Identifikation allfälliger **Engpässe**,
- sowie die Ableitung von **Empfehlungen** für die Umsetzung.

Zur Beurteilung der Abläufe werden zusätzlich AVI-Videoausschnitte erstellt und ausgewertet. Diese ermöglichen eine nachvollziehbare Darstellung der Trameingriffe, Haltevorgänge und Rückstauentwicklungen im Zeitverlauf und ergänzen die numerischen Ergebnisse sinnvoll.

Somit erlaubt die Simulation eine realitätsnahe Einschätzung der Wirkung geometrischer und signaltechnischer Optimierungen im Spitzenstundenverkehr, vor allem der Abendspitzenstunde.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

5.2 Bewertungsmethodik (VQS nach VSS-Norm)

Die Bewertung der Verkehrsqualität erfolgt gemäss den Schweizer Normen SN 640 023a (LSA). Bewertet werden:

- Auslastungsgrad
- mittlere Verlustzeit (VZ) der relevanten Signalgruppen
- Rückstauverhalten (Mittelwert und 95 %)
- Stabilität der Koordination zwischen K1 und K2
- Systemreaktion auf Trameingriffe

Die Leistungsfähigkeit der Knotenpunkte wird gemäss Norm über die gewichteten Verlustzeiten der massgebenden Verkehrsströme an den Lichtsignalanlagen bestimmt. Diese Kenngrösse bildet die Grundlage für die Einordnung der Verkehrsgüte (VQS).

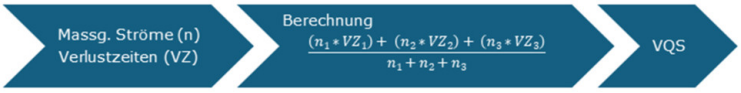


Abbildung 13: Berechnungsvorgang VQS bei LSA

Die VQS-Stufen der Norm dienen als Beurteilungsgrundlage:

LSA SN 40'023a	A	Sehr gut	≤ 20s	B	Gut	≤ 35s	C	Zufrieden-stellend	≤ 50s	D	Ausreichend	≤ 70s	E	Mangelhaft	≤ 100s	F	Völlig ungenügend	> 100s

Abbildung 14: Verkehrsqualitätsstufen gemäss Norm SN 40’023a

Für die Beurteilung der Stauraumentwicklung werden zwei Kenngrössen verwendet:

- **Mittlere Rückstaulänge**: durchschnittlicher Rückstau, der im Mittel während ca. 30 Minuten pro Stunde besteht.
- **Maximale Rückstaulänge (95 %)**: Spitzenwert, der in einer Stunde nur für ca. 3 Minuten überschritten wird. Dieser Wert ist für die Dimensionierung von Abbiegestreifen und Staustrecken entscheidend, um Überlastungen benachbarter Knotenpunkte zu vermeiden.

Zur Ergänzung werden Simulationsergebnisse in Videoausschnitten visualisiert. Gezeigt werden die Abläufe der Abendspitzenstunde (17-18 Uhr) in vierfacher Geschwindigkeit, sowohl für den IST-Zustand als auch für die Bestvariante REFZU unter ASP 2018 und der Sensitivität +5 % MIV + ÖV.

Das rund 15-minütige AVI-Video ermöglicht eine transparente und gut nachvollziehbare Darstellung der Verkehrsabläufe, Trameingriffe und Rückstauentwicklungen (siehe ANHANG 7).

Diese Bewertungsmethodik wird für alle Varianten einheitlich angewendet.

5.3 Modellaufbau

Für die verkehrstechnische Analyse wurde ein detailliertes VISSIM-Modell erstellt, das die aktuellen Geometrien und Platzverhältnisse sowie die in vs | plus entwickelte Steuerungslogik vollständig abbildet. Das Modell umfasst beide Knoten (K1 und K2) und berücksichtigt sämtliche relevanten Einflussgrössen des Spitzenverkehrs.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Der Aufbau erfolgte in drei Schritten:

1) Geometrie & Infrastruktur: Alle Fahrstreifen, Haltebalken, Fussgängerquerungen, Tramtrassen und Konfliktbereiche wurden für den IST-Zustand und die Bestvariante REFZU exakt modelliert. Die Linienführung entspricht den definierten Aufstelllängen und Spurbreiten.

2) Steuerung: Die optimierte Phasenfolge in der Steuerung, die Koordination K1–K2, die Meldepunkte sowie die Grünzeiten wurden 1:1 in VISSIM überführt. Damit bildet das Modell das Steuerungsverhalten realistisch ab.

3) Fahrverhalten & Belastungen: Das Modell wurde mit den ASP-2018-MIV-Belastungen kalibriert und um die heutigen ÖV-Fahrplandaten ergänzt. Tramdurchfahrten, Haltevorgänge, Fahrplanabweichungen sowie Fussgängerströme wurden vollständig und realitätsnah abgebildet.

5.4 Szenariomanagement

Zur Prüfung der Leistungsfähigkeit und Robustheit wurden der aktuelle IST-Zustand und die Bestvariante REFZU in mehreren Varianten getestet.

Pro Szenario wurden fünf Simulationsläufe durchgeführt und anschliessend die entsprechenden Mittelwerte gebildet.

IST-Szenarien (heutige Situation)

- Szenario 5: IST-Zustand ASP 2018 (Basisszenario)
- Szenario 10: IST-Zustand ASP 2018 + ÖV (Fahrplanuntreue)
- Szenario 11: IST-Zustand ASP 2018 + 5 % MIV + ÖV (Verkehrszunahme + Fahrplanuntreue)

REFZU-Szenarien (Bestvariante)

- Szenario 12: Bestvariante REFZU ASP 2018
- Szenario 13: Bestvariante REFZU ASP 2018 + ÖV (Fahrplanuntreue)
- Szenario 14: Bestvariante REFZU ASP 2018 + 5 % MIV + ÖV (Verkehrszunahme + Fahrplanuntreue)

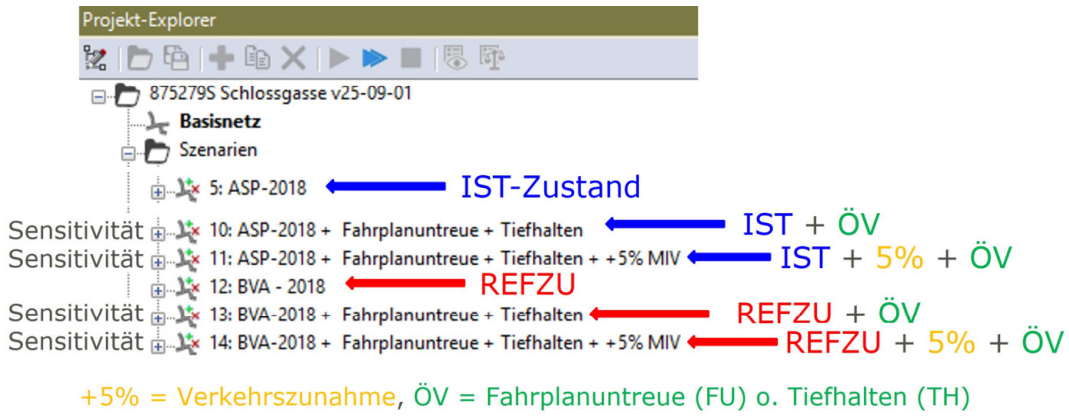


Abbildung 15: Szenariomanagement VISSIM-Simulationen

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Sensitivitäten (Worst-Case-Betrieb): Für die Beurteilung der Steuerungs- und Systemrobustheit sind diese Sensitivitäten wesentlich.

Von besonderer Bedeutung sind dabei die +5 %-MIV-Sensitivität sowie die ÖV-Spezialfälle (Fahrplanuntreue, Tiefhalten), da sie realistische Belastungs- und Störungssituationen im Betrieb abbilden.

Mithilfe aller Szenarien werden die Reaktionsfähigkeit der Steuerung, die Rückstauentwicklung und die Verlustzeiten unter unterschiedlichen Belastungs- und Störungslagen (normal, belastet, kritisch) verglichen.

Damit bildet dieser Abschnitt die Grundlage für die nachfolgenden Simulationsergebnisse und die Bewertung des IST-Zustands sowie der Bestvariante REFZU.

5.5 Simulationsergebnisse – Staulängen & Verkehrsqualität (VQS)

Die Simulationen zeigen für alle geprüften Szenarien (IST, REFZU, +5 % MIV, Fahrplanuntreue, Tiefhalten) eine konsistente und stabile Abwicklung des Verkehrs an den Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2). Die optimierte Bestvariante REFZU führt in sämtlichen Varianten zu verbesserten oder mindestens gleichwertigen Resultaten hinsichtlich Rückstaus, Verlustzeiten und Verkehrsqualität (VQS) gegenüber dem IST-Zustand.

5.5.1 Szenariovergleich 1: IST vs. REFZU (Szenario 5 ↔ Szenario 12)

Ein direkter Vergleich zwischen dem heutigen IST-Zustand (Szenario 5) und der Bestvariante REFZU (Szenario 12) zeigt:

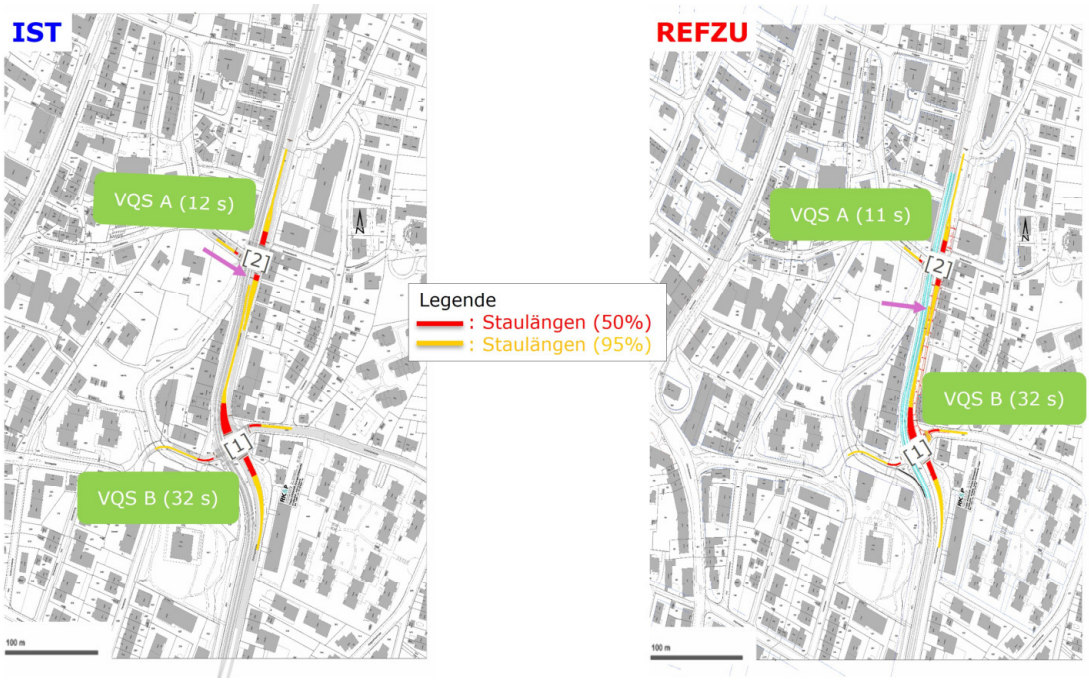


Abbildung 16: Szenariovergleich 5 ↔ 12 – IST vs. REFZU

- Die Rückstaulängen 95 % auf der Hauptstrasse (von Knoten 2 bis Knoten 1) werden in der Bestvariante spürbar reduziert.
- Die mittlere Rückstaulänge bleibt unverändert, was auf eine stabile Grundabwicklung hinweist.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

- Die Verkehrsqualität (VQS) bleibt auf beiden Fahrbeziehungen (A/B) mindestens gleich gut, teils ist sie leicht verbessert.

Ergebnis: Die Bestvariante zeigt eine robustere Abwicklung und reduziert die Spitzenrückstaus, ohne dass es zu Verschlechterungen bei den mittleren Staulängen, resp. der Verkehrsqualität kommt.

5.5.2 Szenariovergleich 2: IST + ÖV vs. REFZU + ÖV (Szenario 10 ↔ Szenario 13)

Unter zusätzlichem Einfluss des ÖV (Fahrplanuntreue/Tramkonflikte) bestätigt die Simulation:

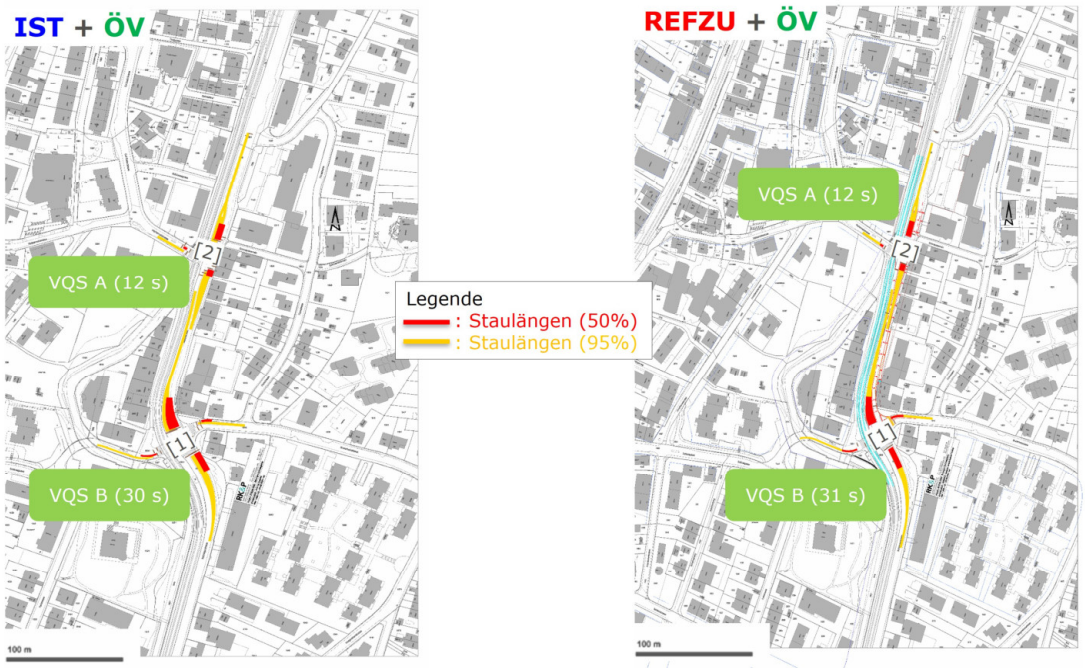


Abbildung 17: Szenariovergleich 10 ↔ 13 – IST+ÖV vs. REFZU+ÖV

- Sowohl die mittleren als auch die maximalen (95 %) Rückstaulängen bleiben in beiden Varianten nahezu identisch.
- Die Bestvariante REFZU zeigt trotz gleicher Belastung und gleicher Störungseinflüsse keine Verschlechterungen.
- Die Verkehrsqualität (VQS) bleibt auf vergleichbarem Niveau (A/B).

Ergebnis: Die Bestvariante ist genauso stabil wie der Ist-Zustand, auch bei realistischen ÖV-Störungen.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

5.5.3 Szenariovergleich 3: IST + 5 % MIV + ÖV vs. REFZU + 5 % MIV + ÖV (Szenario 11 ↔ Szenario 14)

Bei zusätzlicher Verkehrsbelastung (+5 % MIV) und gleichzeitigen ÖV-Einflüssen zeigt die Simulation:

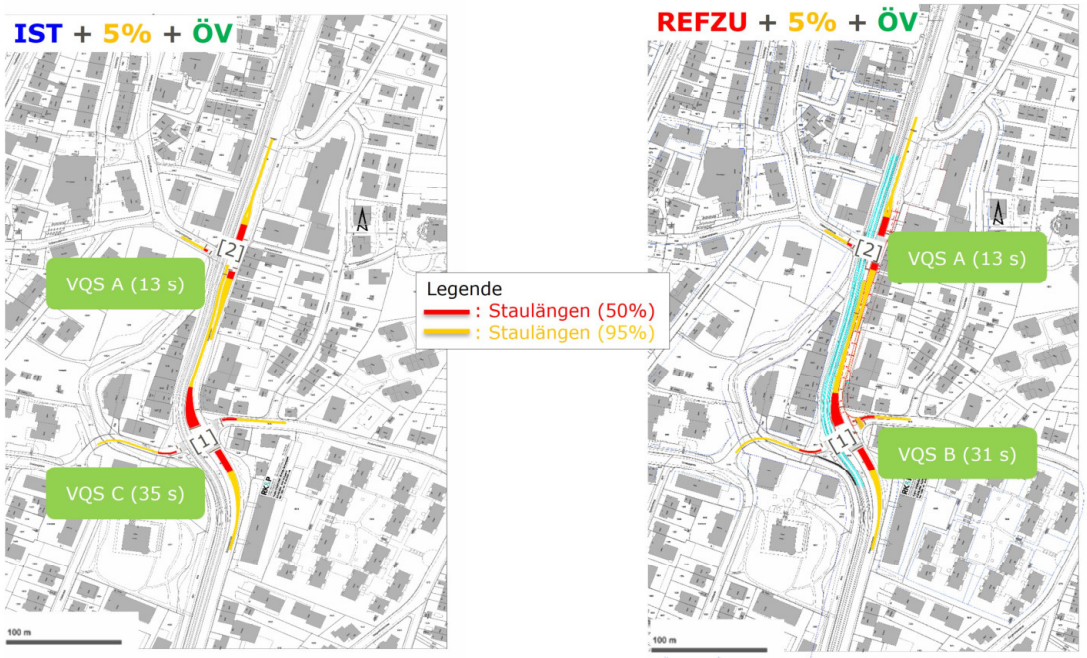


Abbildung 18: Szenariovergleich 11 ↔ 14 – +5 % + ÖV (IST vs. REFZU)

- Die Rückstaulängen 95 % verkürzen sich in der Bestvariante, insbesondere am Knoten 1.
- Die Verkehrsqualität (VQS) verbessert sich im REFZU sowohl im Norden (A) als auch im Süden (B/C).
- Auch unter Worst-Case-Annahmen bleibt die Abwicklung stabil und es gibt keine kritischen Stauraumüberläufe.

Ergebnis: Die Bestvariante zeigt die besten Resultate unter erhöhter Belastung (kürzere Spitzenrückstaus, bessere VQS und stabile Abwicklung trotz ÖV-Einflüssen).

Die Simulation bestätigt, dass die Bestvariante REFZU unter allen geprüften Szenarien (normal, belastet und kritisch) eine mindestens gleich gute, meist aber spürbar verbesserte Abwicklung gegenüber dem IST-Zustand gewährleistet.

5.6 Zwischenfazit Simulation

Die Simulationen bestätigen, dass die Bestvariante (REFZU) in allen geprüften Szenarien eine bessere und stabilere Verkehrsabwicklung als im IST-Zustand ermöglicht. Die Rückstaulängen 95 % werden reduziert und die Verkehrsqualität (VQS) erreicht durchgehend Werte im Bereich A–C, also sehr gut bis zufriedenstellend.

Die optimierte Steuerungslogik (verkürzte Umlaufzeiten, integrierte Tramppriorisierung, verbesserte Koordination K1–K2) arbeitet robust: Trotz häufiger Trameingriffe bleibt der MIV mit ausreichend Grünzeiten versorgt, ohne zusätzliche Leistungsverluste.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Bei den Tiefhalten-Szenarien zeigt sich, dass zwar einzelne Trameingriffe länger dauern können, gleichzeitig aber über die gesamte Spitzenstunde hinweg weniger Eingriffe auftreten. Diese beiden Effekte wirken hinsichtlich Rückstau und Verlustzeiten in entgegengesetzte Richtungen und kompensieren sich weitgehend. Die ursprünglich erwartete Verschärfung der kritischen Rückstausituation durch Tiefhalten bestätigt sich in der Simulation daher nicht. Dank der optimierten Steuerungslogik bleibt die Abwicklung stabil.

Auch bei Sensitivitäten wie +5 % MIV, Fahrplanuntreue oder Tiefhalten zeigt das System eine hohe Robustheit. Rückstaubildung und Verlustzeiten bleiben kontrollierbar und die Abendspitzenstunden-Nachfrage kann vollständig abgewickelt werden.

Die Bestvariante ist somit verkehrstechnisch leistungsfähig, stabil und störungsresistent. Die Steuerungsoptimierungen wirken und bilden eine belastbare Grundlage für die Umsetzung.

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass die Bestvariante auch unter erhöhten Belastungen und kritischen ÖV-Einflüssen zuverlässig funktioniert und damit die Anforderungen an einen stabilen und sicheren Betrieb erfüllt.

Die dynamische VISSIM-Simulation ermöglicht eine realitätsnahe Beurteilung der Verkehrsabläufe an den Knoten Schlossgasse (K1) und Weihermattstrasse (K2), da Tram-Eingriffe, Fahrplanabweichungen und Rückstauverkettungen mit statischen Methoden nicht abbildbar sind. Aufbauend auf der optimierten Steuerlogik wurden der IST-Zustand, die Bestvariante REFZU und Sensitivitäten (+5 % MIV, Fahrplanuntreue, Tiefhalten) modelliert und ausgewertet. Die Ergebnisse zeigen in allen Szenarien eine stabile Abwicklung, reduzierte Spitzenrückstaus und eine mindestens gleich gute, meist aber verbesserte Verkehrsqualität (VQS). Durch das Tiefhalten dauern einzelne Trameingriffe zwar länger, insgesamt treten jedoch weniger Eingriffe pro Stunde auf. Diese gegenläufigen Effekte kompensieren sich, sodass keine Verschärfung der Stauentwicklung entsteht. Damit bestätigt die Simulation die Leistungsfähigkeit und Robustheit der Bestvariante unter normalen, belasteten und kritischen Betriebsbedingungen.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

6 ERKENNTNISSE & FAZIT

6.1 Erkenntnisse

Die Analyse zeigt, dass die heutigen Steuerungsabläufe an den Knoten «Schlossgasse» (K1) und «Weihermattstrasse» (K2) aufgrund langer Umlaufzeiten, separater Tramphasen und fehlender Koordination zwischen den Knoten zu hohen Verlustzeiten und ausgeprägten Rückstaus führen. Die Analyse der Steuerungsabläufe hat diese Defizite sichtbar gemacht und bildet die Grundlage für die Optimierungen.

Mit der Bestvariante REFZU verbessern sich die Verkehrsqualität und die Rückstauentwicklung in allen betrachteten Szenarien. Die verkürzten Umlaufzeiten (ca. 80 s/60 s), die zweckmässigere Grünzeitverteilung und die integrierte Trampriorisierung ermöglichen eine deutlich robustere Abwicklung. Die Rückstaulängen werden reduziert, die VQS verbessert sich in einen unkritischen Bereich A-C und die Koordination zwischen K1 und K2 funktioniert auch bei +5 % MIV, Fahrplanabweichungen oder Tiefhalten zuverlässig.

Die vorgenommenen geometrischen Anpassungen (optimierte Linienführung, Haltebalkenversatz, Aufstellflächen) unterstützen die Steuerungslogik und nutzen die knappen Platzverhältnisse optimal aus.

Zudem unterstützt die Bestvariante die strategische Zielsetzung, den Verkehr im Bereich Schlossgasse geordnet abzuwickeln und die Durchgangsverkehre über die Kantonsstrassen zu führen.

6.2 Fazit & Empfehlung

Die Bestvariante REFZU weist eine ähnliche Leistung bzw. eine moderate Leistungssteigerung gegenüber dem aktuellen Zustand auf: unkritische Rückstaus, bessere VQS und eine stabile Abwicklung auch unter erschwerten Bedingungen. Die IST-Steuerung kann mithilfe der Optimierungserkenntnisse gezielt angepasst werden, ohne dass ein Systemwechsel oder bauliche Erweiterungen erforderlich sind.

Empfehlung:

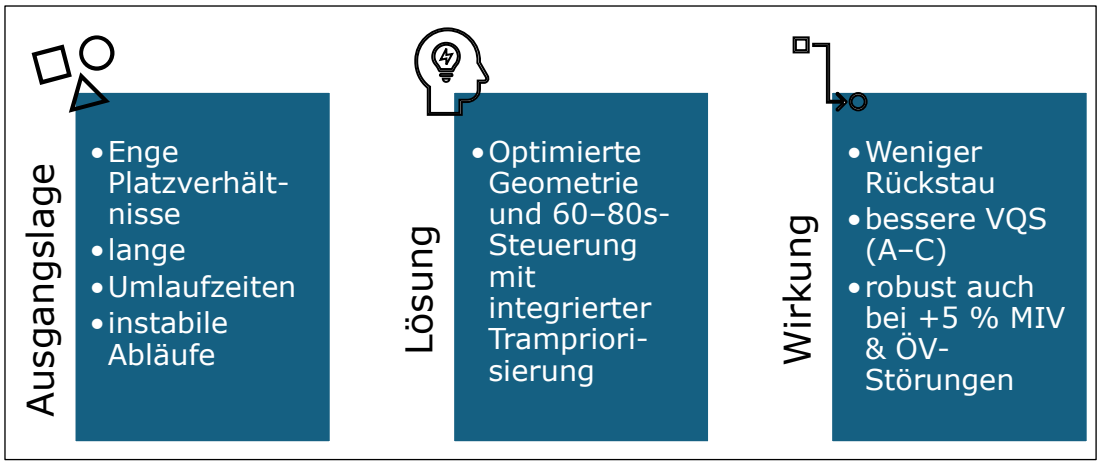
- **Umsetzung der Bestvariante REFZU** mit optimierter FESA-Steuerung
- **Feinjustierung** der Grünzeiten und Meldepunkte in der Umsetzung
- **Beibehaltung der Linienführung und Markierungen** gemäss Bestvariante

Damit wird die verkehrstechnische Leistungsfähigkeit im Bereich Schlossgasse langfristig gesichert und der Betrieb der BLT-Linien zuverlässig unterstützt.

Idealerweise wird vor der Umsetzung der neuen Software der Verkehr nochmals erhoben und die Berechnungen unter Berücksichtigung der neuen Belastungen aktualisiert.

Für die Phase nach der Inbetriebnahme wird ein systematisches Monitoring empfohlen, um die Steuerung anhand der realen Verkehrsströme zu validieren und bei Bedarf zielgerichtet nachzujustieren. Insbesondere sollen dabei Rückstausituationen, Trameingriffe und die Koordinationsstabilität zwischen K1 und K2 überwacht werden, um die optimierte Steuerungslogik im laufenden Betrieb weiter stabil zu halten.

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C



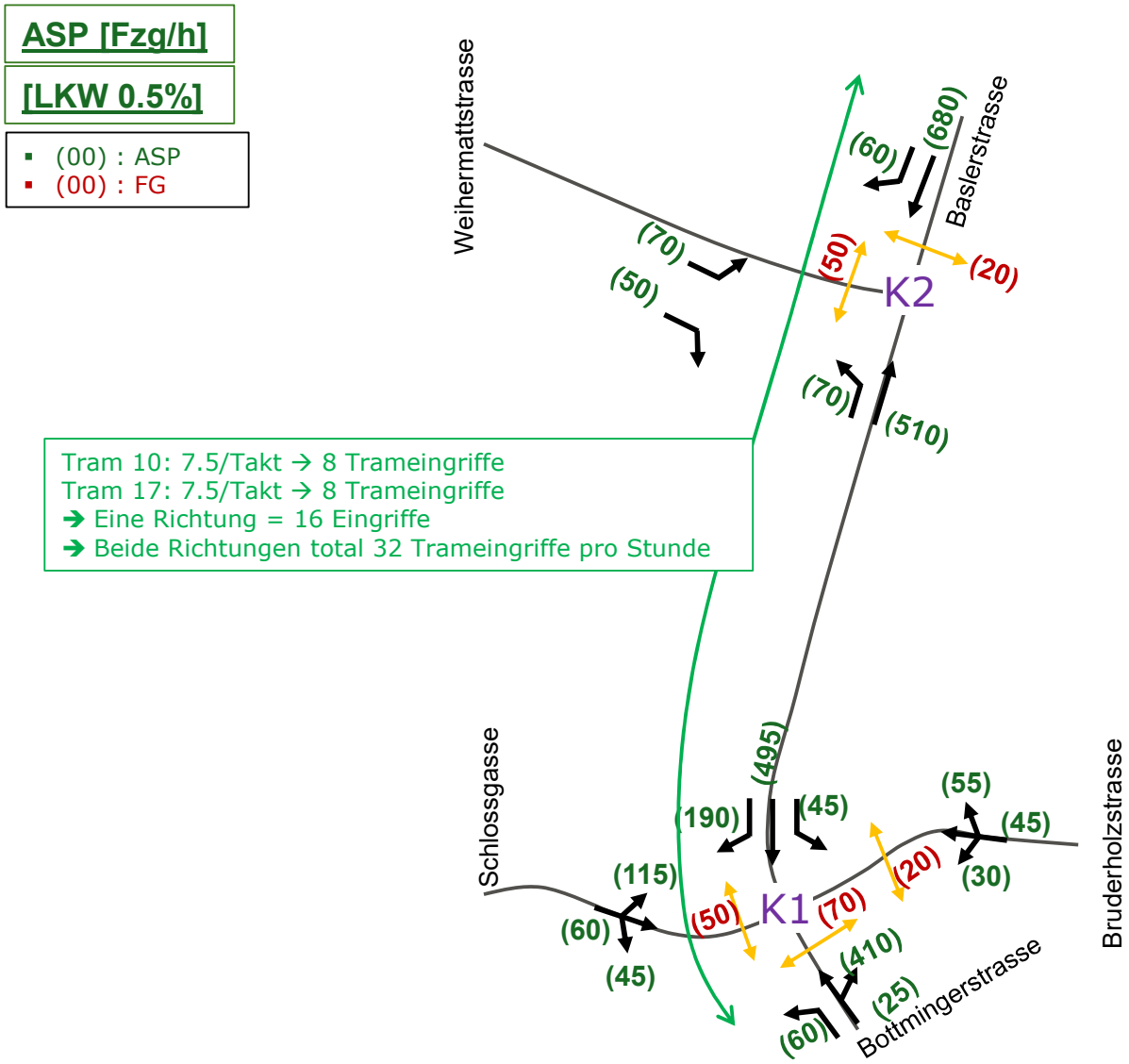
Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 1 Belastungsplan

ASP 2018 (massgebender Belastungsplan Simulation MIV & ÖV)



Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 2 Signalprogramme (vs | plus) – ASP

Knoten Schlossgasse (K1)

Nr.	Name	Syv	Anmerkung	Umlaufzeit	OCIT-Outstations Nr.	Versatz	Zwischenzeitenmatrix
2	SP02			80	2	0	SZM01(00)

Nr.	Versatzmatrix: Beginn	Versatzmatrix: Ende	Syh	Sym	Einschaltprogramm	Ausschaltprogramm
2						

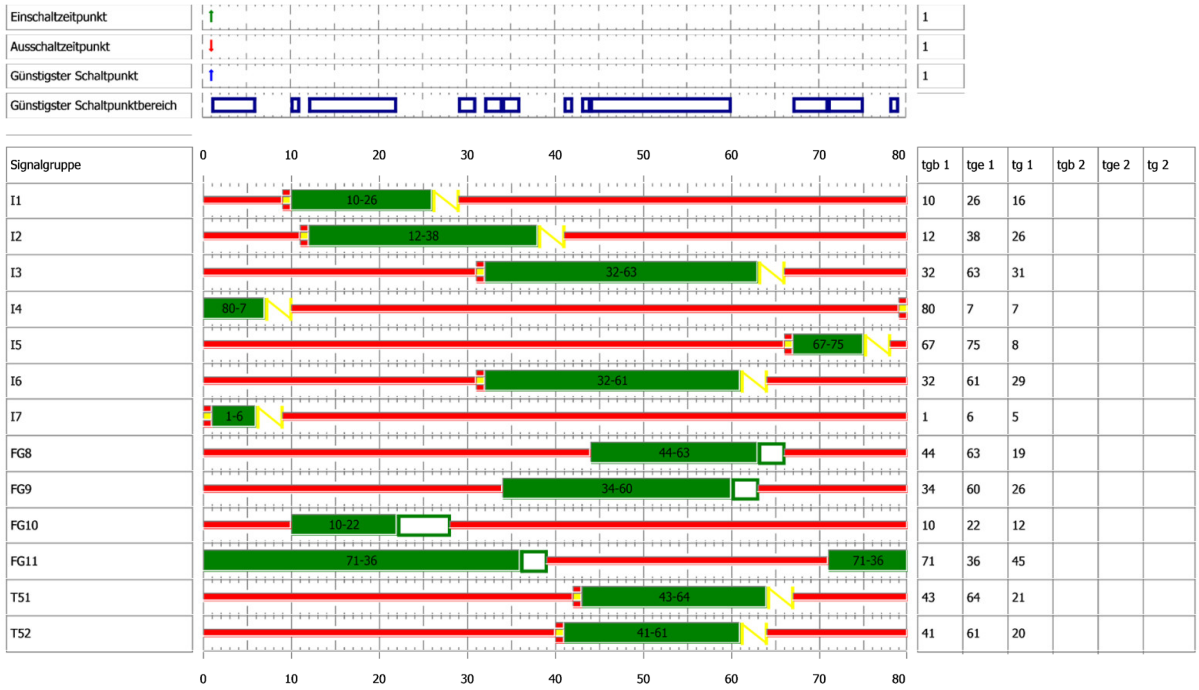


Abbildung 19 : Knoten K1 - Signalprogramm - SP02

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Knoten Weihermattstrasse (K2)

Nr.	Name	Syv	Anmerkung	Umlaufzeit	OCIT-Outstations Nr.	Versatz	Zwischenzeitenmatrix
2	SP02			72	2	0	SZM00

Nr.	Versatzmatrix: Beginn	Versatzmatrix: Ende	Syh	Sym	Einschaltprogramm	Ausschaltprogramm
2						

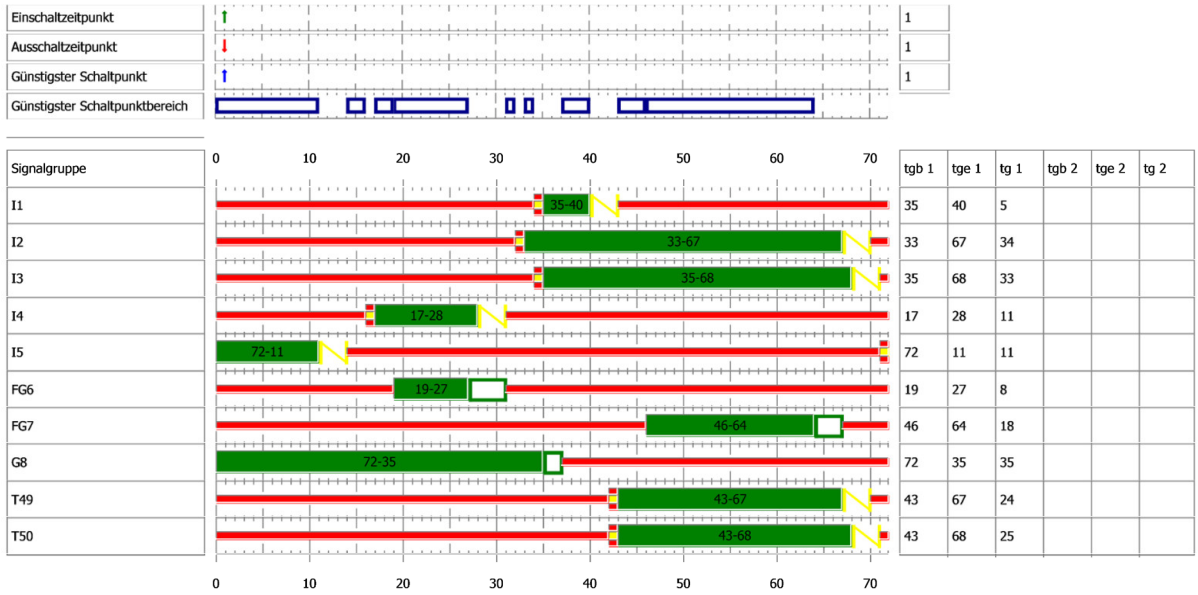


Abbildung 20 : Knoten K2 - Signalprogramm - SP02

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 3 LSA-Kennwert-Ermittlung

Schlossgasse (K1) – ASP 2018

LSA BL1-06-06: Ermittlung LSA-Kennwerte

t_U	C
80	0.5

Lastfall ASP

Eingaben									Zwischenresultate			Wartezeit			LOS	Rückstau		Bemerkung
MF	SG	Typ	Q	S	$t_{Gr,erf}$	t_{Gr}	$t_{V/G,OV}$	$t_{Gr,2}$	λ	L	X	w_1	w_0	w		l_{Rst}	$l_{ST,RE95}$	
1	1	Kfz	220	1800	10	15	2	13	0.16	293	0.75	32	18	50	C	28	52	
0	2	Kfz	190	1800	9	26	4	22	0.28	495	0.38	24	2	26	B	21	37	
1	3	Kfz	495	1800	22	28	0	28	0.35	630	0.79	23	10	33	B	59	79	
0	4	Kfz	45	1800	2	9	0	9	0.11	203	0.22	32	3	35	B	5	15	
1	5	Kfz	130	1800	6	10	1	9	0.11	203	0.64	34	15	49	C	17	35	
0	6	Kfz	435	1800	20	25	0	25	0.31	563	0.77	25	11	35	C	53	74	
1	7	Kfz	60	1800	3	7	1	6	0.08	135	0.44	35	10	46	C	8	19	
Total massg.			**905**								**0.72**			**40**	**C**			
Total alle SG			**1575**															

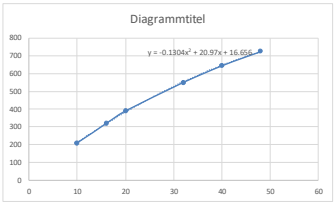
Feindlicher ÖV

	Fhz/h	λ	töv	tv
32x Tram	32	0.19	554	2.31
32x Tram	32	0.33	554	4.00
	0	0.35	17	0.13
	0	0.11	17	0.04
32x Tram	32	0.13	554	1.54
	0	0.31	17	0.12
32x Tram	32	0.09	554	1.08

t_U Umlaufzeit [s]
C Konstante abhängig von der Betriebsart der LSA (für isolierte LSA: C=0.5)
MF Angabe massgebende Fahrstreifen (MF=1 Massgebend; MF=0 Nicht Massgebend)
SG Signalgruppe
Typ Typ der Signalgruppe
Q Fahrstreifenbelastung [PWE/h]
S Sättigungsstärke [PWE/h]
$t_{Gr,erf}$ Erforderliche Grünzeit [s]
t_{Gr} Grünzeit [s] gemäss Festzeitenplan (ohne Gelbzeit-Korrektur)
$t_{V/G,OV}$ Grünzeitverlust /-gewinn [s] aufgrund OeV-Einfluss gemäss SN 640 023a
$t_{Gr,2}$ Resultierende Grünzeit [s] inkl. OeV-Einfluss

λ Grünzeitanteil des betrachteten Fahrstreifens
L Fahrstreifenleistung [PWE/h] gemäss SN 640 023a
X Auslastungsgrad
w_1 Deterministischer Anteil der mittl. Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
w_0 Stochastischer Anteil der mittl. Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
w Mittlere Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
LOS Verkehrsqualitätsstufe gemäss SN 640 023a
0 (1: nur massgebende; 0: alle SG)
$l_{zykl.}$ Mittlere zyklische Rückstaulänge [m] gemäss Bilanz Zufluss-/Abflussmenge
$l_{ST,RE95}$ 95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende [m] gemäss SN 640 023a

TU= 80	
10	210
16	320
20	390
32	550
40	645
48	725



Weihermattstrasse (K2) – ASP 2018

LSA BL1-06-11: Ermittlung LSA-Kennwerte

t_U	C
60	0.5

Lastfall ASP

Eingaben									Zwischenresultate			Wartezeit			LOS	Rückstau		Bemerkung
MF	SG	Typ	Q	S	$t_{Gr,erf}$	t_{Gr}	$t_{V/G,OV}$	$t_{Gr,2}$	λ	L	X	w_1	w_0	w		l_{Rst}	$l_{ST,RE95}$	
0	1	Kfz	60	1800	2	5	1	4	0.07	120	0.50	27	15	42	C	6	17	
1	2	Kfz	680	1800	23	26	0	26	0.43	780	0.87	15	15	30	B	62	83	
0	3	Kfz	510	1800	17	25	0	25	0.42	750	0.68	14	5	19	A	42	56	
0	4	Kfz	70	1800	3	11	2	9	0.15	270	0.26	23	2	25	B	6	16	
1	5	Kfz	120	1800	4	7	1	6	0.10	180	0.67	26	19	45	C	12	28	
Total massg.			**800**								**0.83**			**32**	**B**			
Total alle SG			**1440**															

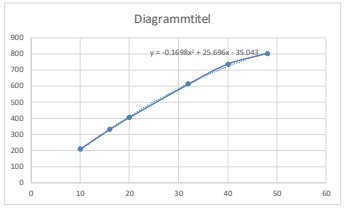
Feindlicher ÖV

	Fhz/h	λ	töv	tv
32x Tram	32	0.08	613	0.85
	0	0.43	-35	-0.25
	0	0.42	-35	-0.24
32x Tram	32	0.18	613	1.87
32x Tram	32	0.12	613	1.19

t_U Umlaufzeit [s]
C Konstante abhängig von der Betriebsart der LSA (für isolierte LSA: C=0.5)
MF Angabe massgebende Fahrstreifen (MF=1 Massgebend; MF=0 Nicht Massgebend)
SG Signalgruppe
Typ Typ der Signalgruppe
Q Fahrstreifenbelastung [PWE/h]
S Sättigungsstärke [PWE/h]
$t_{Gr,erf}$ Erforderliche Grünzeit [s]
t_{Gr} Grünzeit [s] gemäss Festzeitenplan (ohne Gelbzeit-Korrektur)
$t_{V/G,OV}$ Grünzeitverlust /-gewinn [s] aufgrund OeV-Einfluss gemäss SN 640 023a
$t_{Gr,2}$ Resultierende Grünzeit [s] inkl. OeV-Einfluss

λ Grünzeitanteil des betrachteten Fahrstreifens
L Fahrstreifenleistung [PWE/h] gemäss SN 640 023a
X Auslastungsgrad
w_1 Deterministischer Anteil der mittl. Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 6
w_0 Stochastischer Anteil der mittl. Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640
w Mittlere Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
LOS Verkehrsqualitätsstufe gemäss SN 640 023a
0 (1: nur massgebende; 0: alle SG)
$l_{zykl.}$ Mittlere zyklische Rückstaulänge [m] gemäss Bilanz Zufluss-/Abflussmenge
$l_{ST,RE95}$ 95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende [m] gemäss SN 640 023a

TU= 60	
10	210
16	330
20	405
32	610
40	735
48	800



Schlossgasse (K1) – ASP 2018 (FESA)

LSA BL1-06-06: Ermittlung LSA-Kennwerte

t_U	C
99	0.5

Lastfall ASP

Eingaben									Zwischenresultate			Wartezeit			LOS	Rückstau		Bemerkung
MF	SG	Typ	Q	S	$t_{Gr,erf}$	t_{Gr}	$t_{V/G,OV}$	$t_{Gr,2}$	λ	L	X	w_1	w_0	w		l_{Rst}	$l_{ST,RE95}$	
1	1	Kfz	215	1800	12	18	3	15	0.16	280.27	0.77	40	20	60	D	34	60	
0	2	Kfz	188	1800	11	41	6	35	0.35	638.4	0.29	23	1	24	B	22	39	
1	3	Kfz	496	1800	28	25	0	25	0.25	454.55	1.09	201	199	400	F	84	305	
0	4	Kfz	46	1800	3	15	0	15	0.15	272.73	0.17	37	1	38	C	7	17	
1	5	Kfz	126	1800	7	15	2	13	0.13	233.56	0.54	40	9	49	C	19	37	
0	6	Kfz	434	1800	24	30	0	30	0.30	545.45	0.80	32	12	44	C	66	88	
1	7	Kfz	58	1800	4	15	0	15	0.15	272.73	0.21	37	2	39	C	8	20	
Total massg.			**895**								**0.72**			**246**	**F**			
Total alle SG			**1563**															

Feindlicher ÖV

	Fhz/h	λ	töv	tv
32x Tram	32	0.18	517	2.59
	0	0.41	517	5.89
	0	0.25	0	0.00
32x Tram	32	0.15	0	0.00
32x Tram	32	0.15	517	2.15
32x Tram	32	0.30	0	0.00
32x Tram	32	0.15	517	2.15

t_U Umlaufzeit [s]
C Konstante abhängig von der Betriebsart der LSA (für isolierte LSA: C=0.5)
MF Angabe massgebende Fahrstreifen (MF=1 Massgebend; MF=0 Nicht Massgebend)
SG Signalgruppe
Typ Typ der Signalgruppe
Q Fahrstreifenbelastung [PWE/h]
S Sättigungsstärke [PWE/h]
$t_{Gr,erf}$ Erforderliche Grünzeit [s]
t_{Gr} Grünzeit [s] gemäss Festzeitenplan (ohne Gelbzeit-Korrektur)
$t_{V/G,OV}$ Grünzeitverlust /-gewinn [s] aufgrund OeV-Einfluss gemäss SN 640 023a
$t_{Gr,2}$ Resultierende Grünzeit [s] inkl. OeV-Einfluss

λ Grünzeitanteil des betrachteten Fahrstreifens
L Fahrstreifenleistung [PWE/h] gemäss SN 640 023a
X Auslastungsgrad
w_1 Deterministischer Anteil der mittl. Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
w_0 Stochastischer Anteil der mittl. Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
w Mittlere Wartezeit [s/PWE] gemäss SN 640 023a
LOS Verkehrsqualitätsstufe gemäss SN 640 023a
0 (1: nur massgebende; 0: alle SG)
$l_{zykl.}$ Mittlere zyklische Rückstaulänge [m] gemäss Bilanz Zufluss-/Abflussmenge
$l_{ST,RE95}$ 95%-Rückstaulänge bei Rot-Ende [m] gemäss SN 640 023a

Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 4 Verkehrsqualitätsstufen gemäss VSS SN Norm

LSA
SN 40'023a

Verkehrs-qualitätsstufe	Verkehrs-Qualität	Mittlere Wartezeit	Merkmale des Verkehrsablaufs
A	Sehr gut	≤ 20s	In der Regel kann der Knoten ungehindert passiert werden. Die mittleren Wartezeiten sind sehr kurz.
B	Gut	≤ 35s	Alle Während der Rotzeit eintreffenden Fahrzeuge können während der nachfolgenden Grünzeit den Knoten passieren. Die mittleren Wartezeiten sind kurz.
C	Zufriedenstellend	≤ 50s	Nahezu alle während der Rotzeit eintreffenden Fahrzeuge können während der nachfolgenden Grünzeit den Knoten passieren. Die mittleren Wartezeiten sind spürbar. Im Mittel tritt nur geringer Rückstau bei Grünende auf.
D	Ausreichend	≤ 70s	In der Knotenzufahrt ist ständiger Rückstau vorhanden. Die mittleren Wartezeiten sind beträchtlich. Der Verkehrsablauf ist noch stabil.
E	Mangelhaft	≤ 100s	In der Knotenzufahrt wächst der Rückstau allmählich an. Die mittleren Wartezeiten sind sehr gross. Die Kapazität wird erreicht.
F	Völlig ungenügend	> 100s	Die Nachfrage ist grösser als die Kapazität. Die Fahrzeuge müssen mehrmals vorrücken. Der Rückstau wächst stetig. Die mittleren Wartezeiten sind extrem gross. Der Knoten ist überlastet.

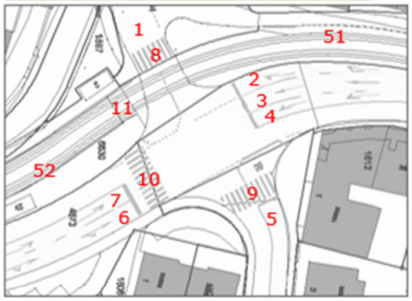
Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 5 Ergebnisse VQS-Auswertung / Rückstaulängen

Szenario 5 (IST-Zustand)

Ist Zustand - ASP - 2018				
		Verlustzeit	Verlustzeit	VQS
Schlossgasse -1	SG1	44		
	SG3	19		
	SG5	56		
	SG7	48		
	Total		**32.0**	**B**
Weihermattstrasse -2	SG 2	9		
	SG 5	27		
	Total		**12.0**	**A**

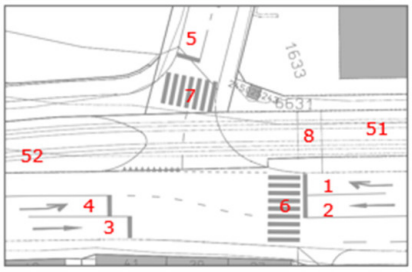
Signalgruppennummern (K1)



Szenario 12 (REFZU)

Bestvariante - ASP - 2018				
		Verlustzeit	Verlustzeit	VQS
Schlossgasse -1	SG1	42		
	SG3	20		
	SG5	56		
	SG7	47		
	Total		**32.0**	**B**
Weihermattstrasse -2	SG 2	8		
	SG 5	26		
	Total		**11.0**	**A**

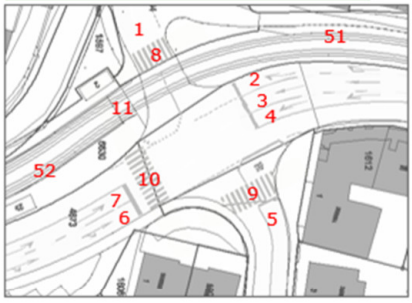
Signalgruppennummern (K2)



Szenario 10 (IST + ÖV)

Ist Zustand - ASP - 2018 - Fahrplanuntreue + Tiefhalten				
		Verlustzeit	Verlustzeit	VQS
Schlossgasse -1	SG1	37		
	SG3	20		
	SG5	50		
	SG7	40		
	Total		**30.0**	**B**
Weihermattstrasse -2	SG 2	10		
	SG 5	26		
	Total		**12.0**	**A**

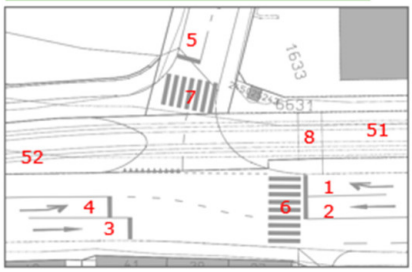
Signalgruppennummern (K1)



Szenario 13 (REFZU + ÖV)

Bestvariante - ASP - 2018 - Fahrplanuntreue + Tiefhalten				
		Verlustzeit	Verlustzeit	VQS
Schlossgasse -1	SG1	43		
	SG3	18		
	SG5	50		
	SG7	48		
	Total		**31.0**	**B**
Weihermattstrasse -2	SG 2	9		
	SG 5	26		
	Total		**12.0**	**A**

Signalgruppennummern (K2)

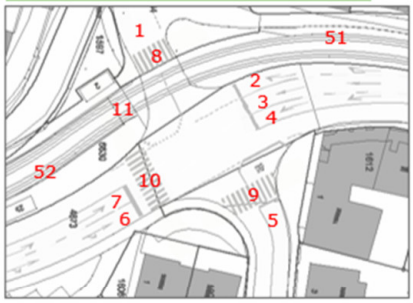


Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Szenario 11 (IST +5% + ÖV)

Ist Zustand - ASP -(2018+5%) - Fahrplanuntreue + Tiefhalten				
		Verlustzeit	Verlustzeit	VQS
Schlossgasse -1	SG1	40		
	SG3	24		
	SG5	61		
	SG7	49		
	Total		**35.0**	**C**
Weihermattstrasse -2	SG 2	11		
	SG 5	25		
	Total		**13.0**	**A**

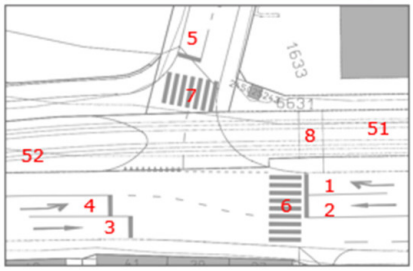
Signalgruppennummern (K1)



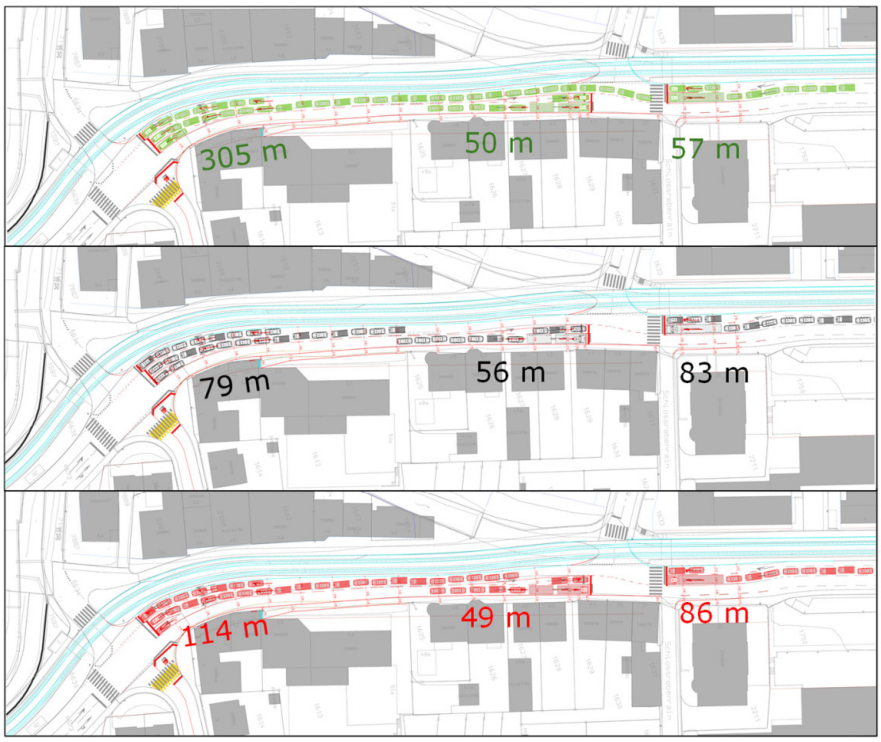
Szenario 14 (REFZU +5% + ÖV)

Bestvariante - ASP - (2018+5%) - Fahrplanuntreue + Tiefhalten				
		Verlustzeit	Verlustzeit	VQS
Schlossgasse -1	SG1	45		
	SG3	19		
	SG5	46		
	SG7	45		
	Total		**31.0**	**B**
Weihermattstrasse -2	SG 2	11		
	SG 5	25		
	Total		**13.0**	**A**

Signalgruppennummern (K2)



Bestvariante Maximaler Rückstau 95 – FESA (statisch) vs. VS-Plus (statisch) vs. Simulation (dynamisch)



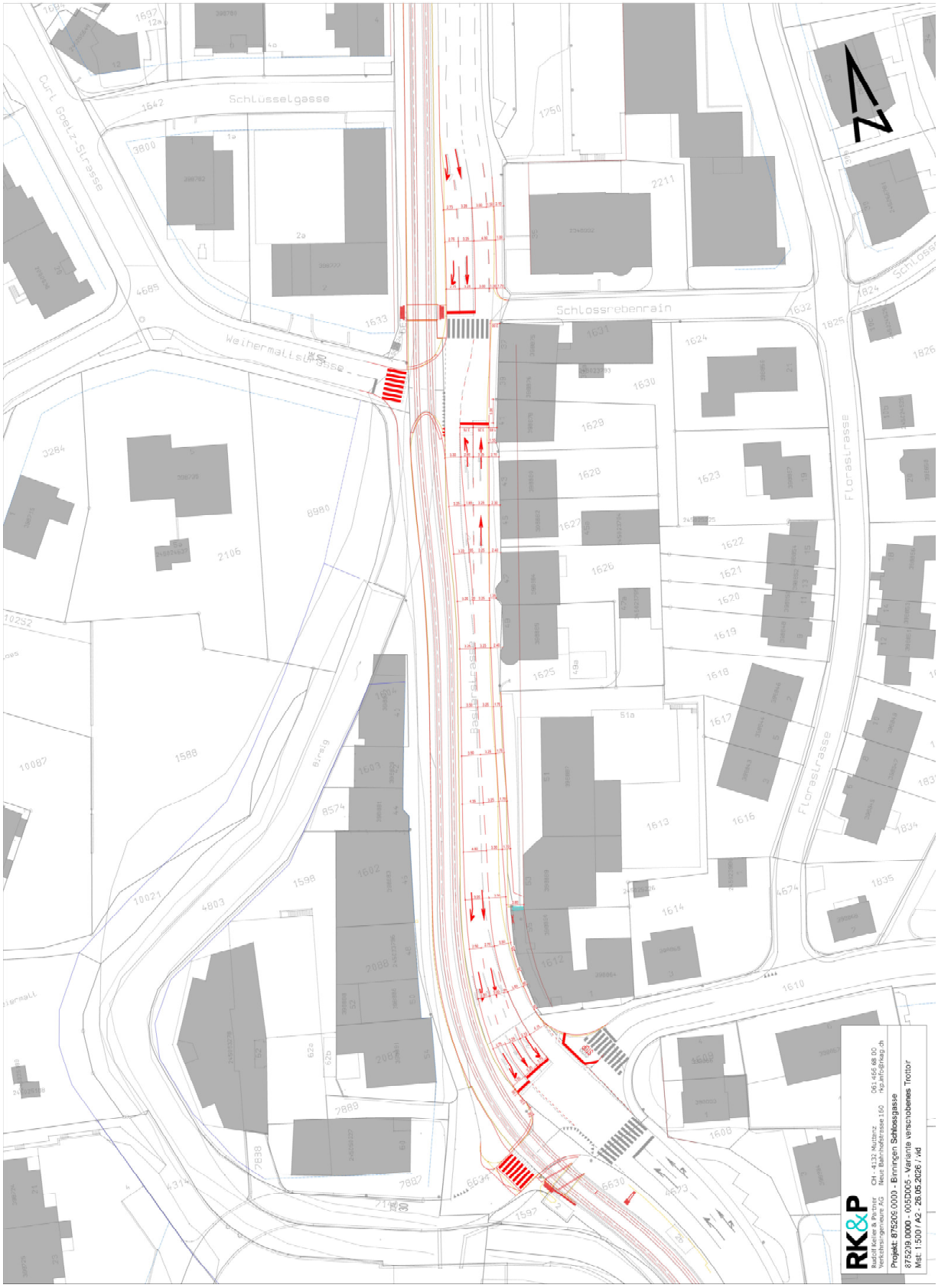
IST-Zustand – FESA – statisch – Rückstau 95 (Stand Apr25)

Bestvariante – VS-Plus – statisch – Rückstau 95

Bestvariante – VS-Plus – dynamisch – Rückstau 95

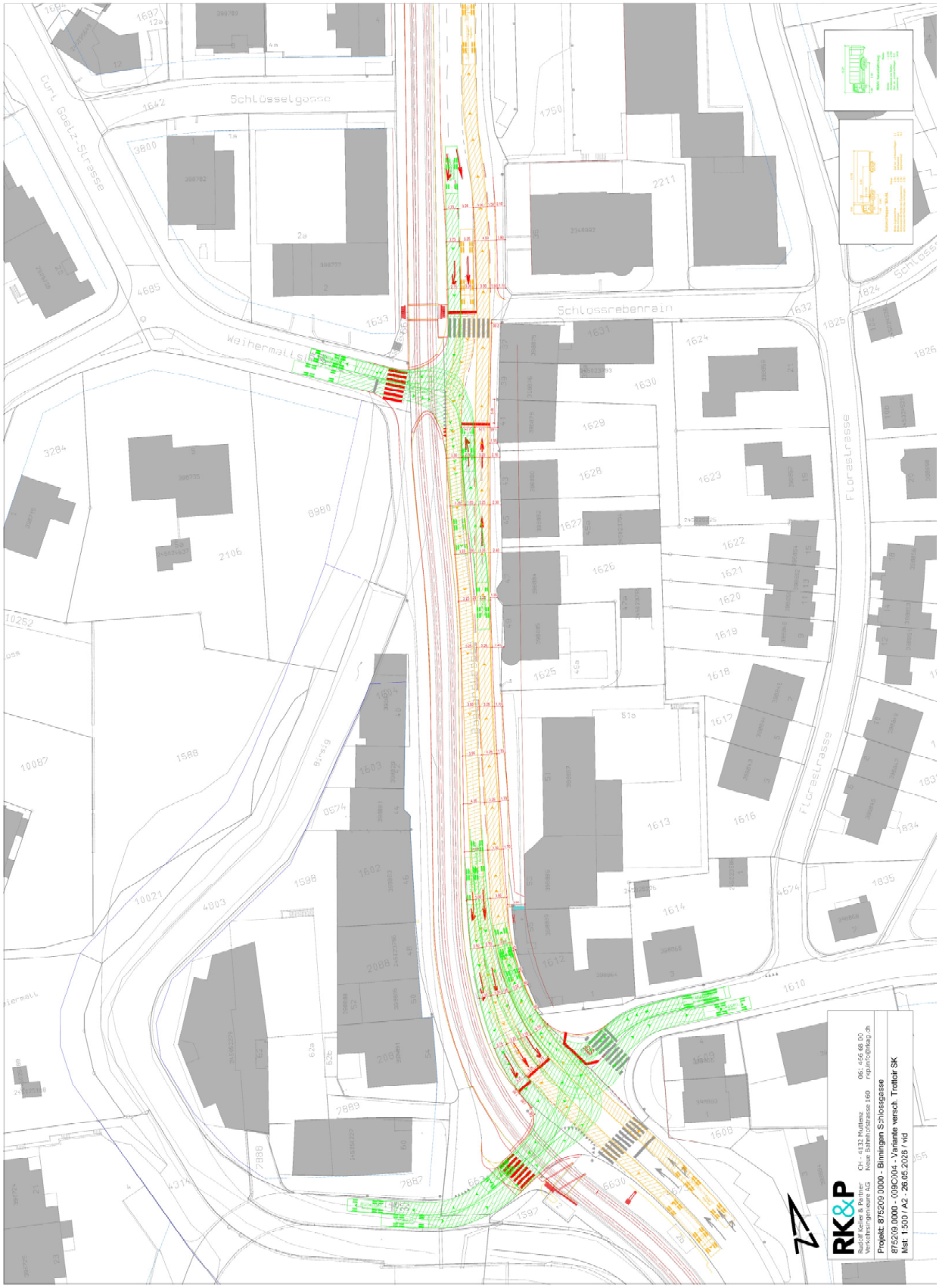
Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 6 Bestvariantenlayout – M 1:500



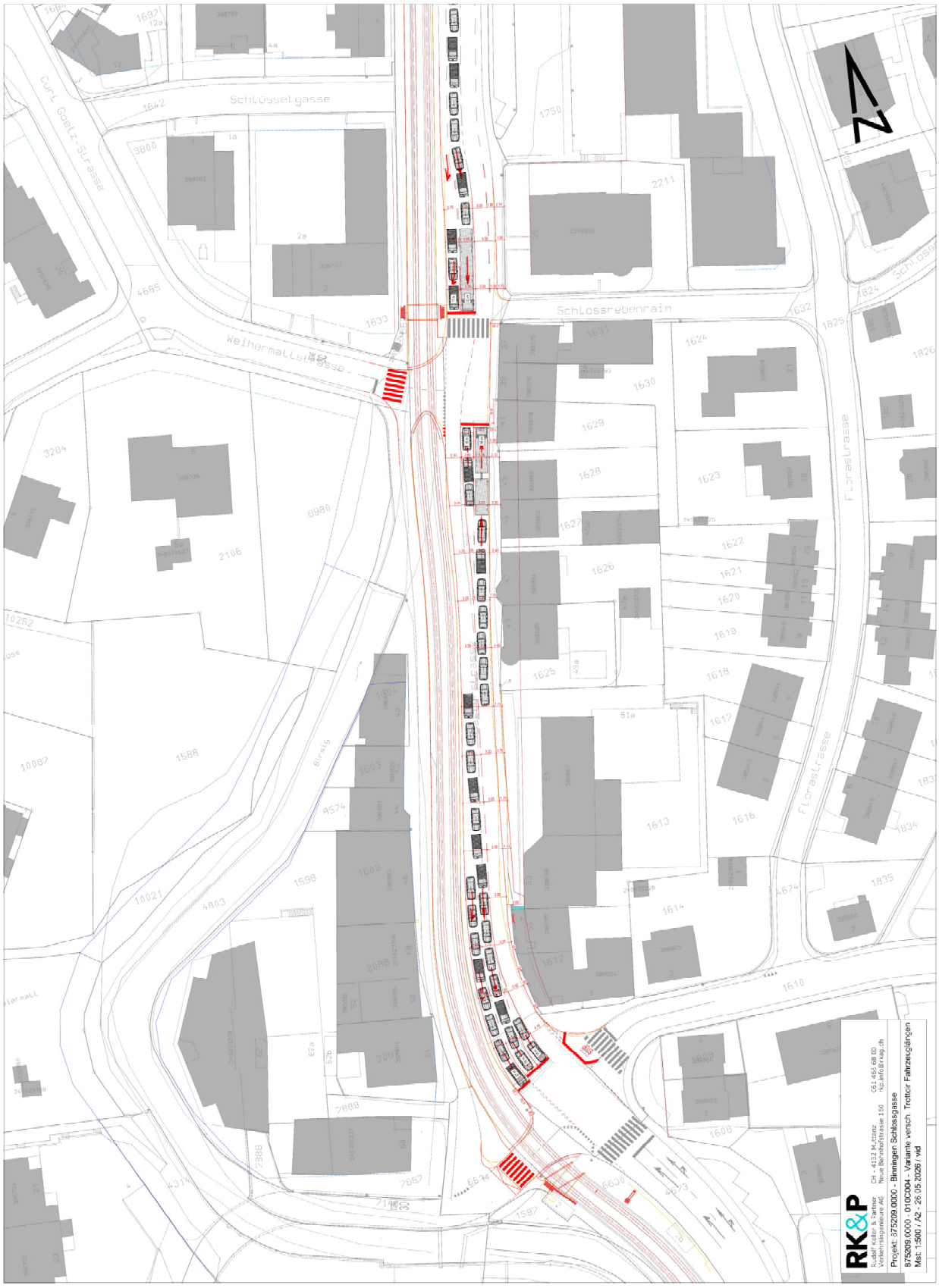
Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Schleppkurvenprüfung Bestvariante



Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Fahrzeuglängen Bestvariante



Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 7 Visualisierungen

Zum Anzeigen der Visualisierungen im Browser auf die Bilder oder Überschriften klicken (Internetverbindung erforderlich). Die Animationen laufen 4-mal schneller als in der Realität.

IST Zustand ASP 2018



IST Zustand ASP 2018 +5% + ÖV



Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

Bestvariante (REFZU)



Bestvariante (REFZU) +5% + ÖV



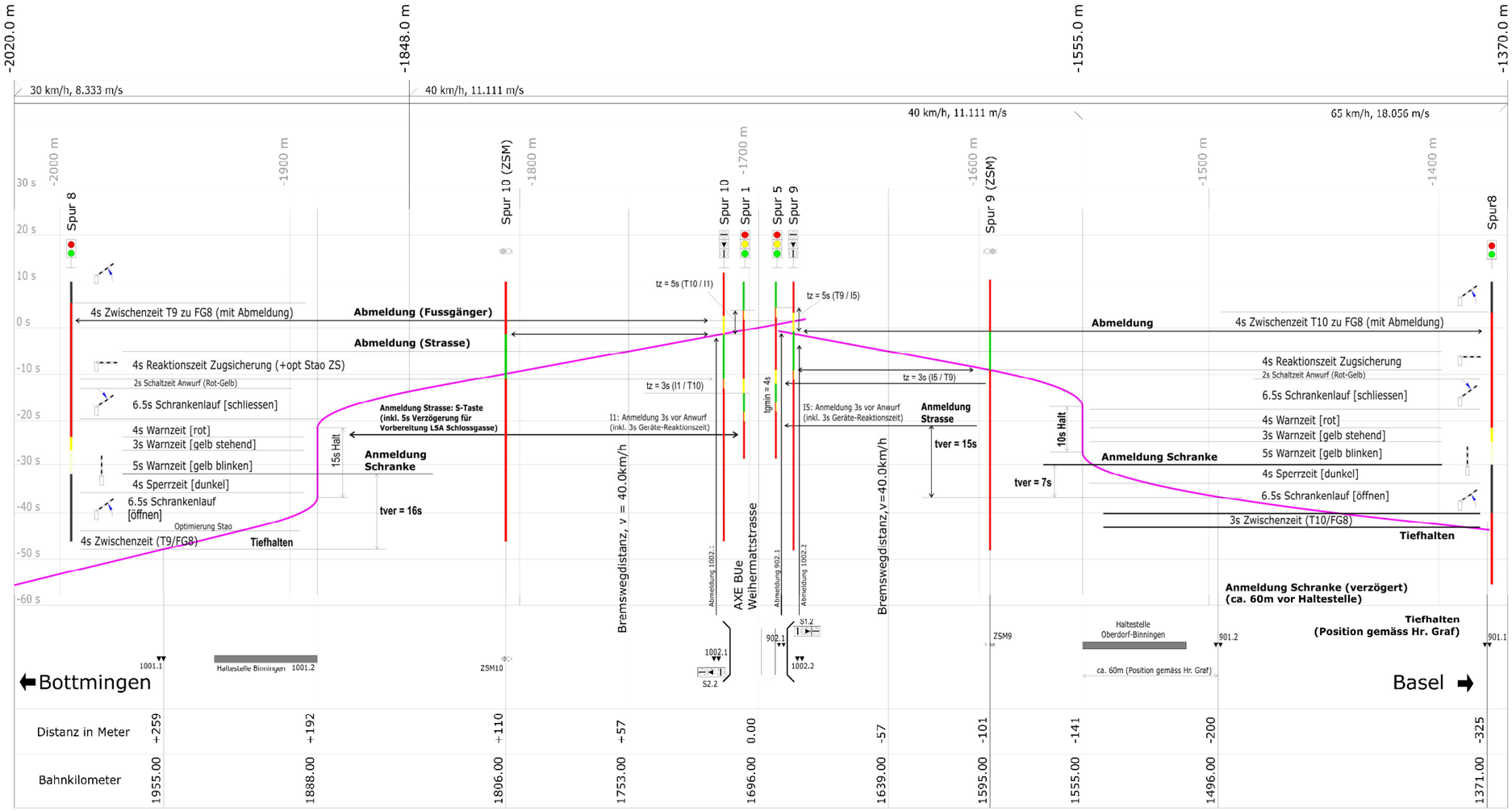
Docusign Envelope ID: 5ACD4909-534F-8D28-81AE-D22ADB516B3C

ANHANG 8 Zeit-Weg-Diagramm LSA 1-06-11 Weihermattstrasse

Bau- und Umweltschutzdirektion Kanton Basel-Landschaft
Verkehrssteuerung

LSA 1-06-11
BUe Weihermattstrasse

Zeit-Weg-Diagramm
Seite 1



Projektierung gemäss **BLT - PROJEKTIERUNGSRICHTLINIE** vom 28.05.2010
Betriebs- und Zwangsbremsung Tabelle A6
Zwangsbremse -1.3m/s² / Geschwindigkeit 40km/h
Bereich Strassenbahn (Fahrt auf Sicht)
Die Bahnübergangsaxe mittelt den gesamten Gefahrenbereich (MIV + FG)

Spur 9 — Angabe der Spur

Zugsicherung in Bremswegdistanz

Bahnsignal am Knotenpunkt

Strassensignal Fussgänger

Signalausgabe "rot" "Halt"

Signalausgabe "gelb-stehend"

Signalausgabe "gelb-blinken"

Signalausgabe "Fahrt"

Signalausgabe "dunkel"

RK&P
Rudolf Keller & Partner Verkehrsingenieure AG
CH - 4132 Muttenz
Neue Bahnhofstrasse 160
061 466 68 00
keller.muttenz@rkag.ch

SCHWEIZER ELECTRONIC
SCHWEIZER ELECTRONIC AG
Industriestrasse 3
CH – 6260 Reiden
© Copyright Schweizer-Electronic AG. All rights reserved.

873897G Zeit-Weg-Diagramm v01-00-00.des /
Version 01-00-00 / 30.09.214 / joc
Bearbeitet: Christian Jobst / 03.10.2014
Kontrolliert: David Peter / 03.10.2014