

Version	Verfasser			Bemerkungen	Format	Plan Nummer
	Datum	Name	Visum			
0	06.01.22	Sigrist	JF	Projekt	A4	21434B01
A	31.10.25	Sigrist	MS/SW	Erweiterung Trasse / Ergänzung Signalisation und Maststandorte	A4	21434B01
B						
C						
D						



**Kanton Zürich
Baudirektion
Tiefbauamt**

Projektieren und Realisieren

Bearbeitungsstufe: **Bauprojekt**

Gemeinde: **Fällanden**
 Strasse: **740 Mauerstrasse**
 Strecke: **Ausserorts**
 km / Bauwerk: **5.500 - 6.370 km**
 Vorhaben: **elektronische Busspur**

Technischer Bericht BSA

Projekt Nummer: **84S-80271-41**

Projektverfasser

MARTY + PARTNER
 Verkehrstechnik

Gustav-Maurer-Strasse 25
 8702 Zollikon
 Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch

Impressum

Auftraggeber: Baudirektion Kanton Zürich
Tiefbauamt, Projektieren und Realisieren
Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen
Walcheplatz 2, Postfach
8902 Zürich

Projektleiter: Christoph Humbel

Auftragnehmer: Marty + Partner Ingenieurbüro AG
Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon

Projektleiter: Kathrin Sigrist

Projektleiter Stv: Jan Fischer

Auftragsnummer: 21434-B01

Änderungen

Version			Änderungen		Geprüft	
Datum	Index	Status	Bemerkungen	Visum	Datum	Visum
17.12.21	0.1	Entwurf	Initialversion	SiK	15.12.21	JF
06.01.22	1.0	Projekt		SiK		
12.06.24	1.1	Projekt	Überarbeitung der Pläne	SiK	12.06.24	MS
11.07.25	1.2	Projekt	Abgleich mit dsp Ingenieure / Erweiterung Trasse / Ergänzungen an Signalisation	SiK	11.07.25	MS/SW
31.10.25	1.3	Projekt	Abgleich mit dsp Ingenieure	SiK	31.10.25	SW

Zusammenfassung

Auf der Zufahrt Maurstrasse zum Kreisel Sternen in Fällanden kommt es während den Hauptverkehrszeiten zu Rückstau. Die Ursache liegt unter anderem darin, dass die anderen Kreiselfahrten ebenfalls stark belastet sind und der Kreisel stark ausgelastet ist. Dadurch entstehen nur wenige Zeitlücken zum Einfahren für den Verkehr aus der Maurstrasse. Diese ungenügende Leistungsfähigkeit der Zufahrt Maurstrasse und der dadurch entstehende Rückstau haben zur Folge, dass die Busse der Linie 743 (Maur - Bahnhof Stettbach) in Fahrtrichtung Stettbach erhebliche Zeitverluste erleiden und unregelmässig verkehren.

Die Regionale Verkehrssteuerung Glattal (RVS Glattal) sieht für die Maurstrasse Handlungsbedarf. In der Studie der SNZ für die Busbevorzugung Fällanden werden verschiedene Massnahmen geprüft. Eine Busspur im Ausserortsbereich mit einer Dosierungsfunktion für den Innerortsbereich stellt sich als Bestlösung heraus. Im Rahmen eines Projektes wurde die Länge der Busspur sowie die mögliche Steuerung definiert.

Um die Buslinien ohne zusätzlichen Landverbrauch zu beschleunigen, soll nun die Realisierbarkeit einer elektronischen Busspur im Contraflow-Betrieb geprüft werden. Bei diesem Typ der elektronischen Busspur wird sowohl der Gegenverkehr als auch der Verkehr in Busrichtung mittels einer Lichtsignalanlage angehalten. Der Bus kann so auf der Gegenseite eine gestaute Reihe von Fahrzeugen überholen und vor dem Stau wieder auf die ursprüngliche Spur einfädeln.

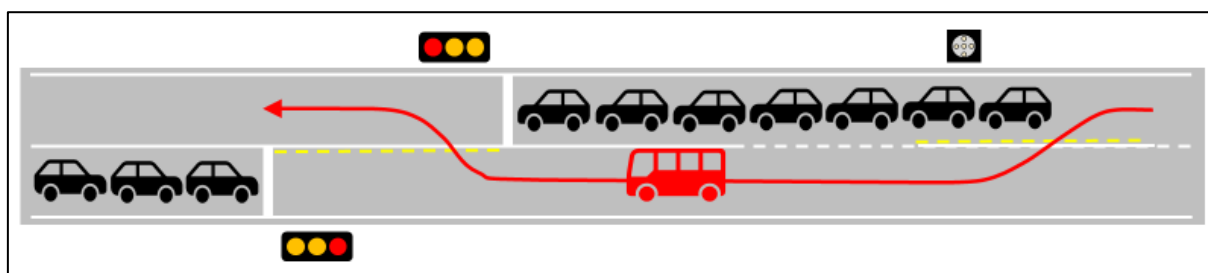


Abbildung 1: Schema des Contraflow-Betriebs

Die elektronische Busspur wird auf einem rund 370 m Meter langen Abschnitt der Maurstrasse eingerichtet. Mithilfe der Lichtsignalanlagen beim Knoten Maur-/ Schwandlenstrasse / Rohrbachweg, welche für die elektronische Busspur benötigt werden, wird am Morgen der Verkehr in Fahrtrichtung Fällanden dosiert. Mit einer Art Überlastungsschutz für das Siedlungsgebiet wird dadurch ein Teil des morgendlichen Rückstaus vom Siedlungsgebiet vor den Ortseingang verlagert. Die Reisezeit für den Individualverkehr in Fahrtrichtung Fällanden wird mit dieser Verkehrsdosierung nicht erhöht, sondern lediglich in nicht sensible Bereiche verlagert. Dafür können die Linienbusse den verlagerten Stau über die elektronische Busspur überholen. Der Individualverkehr in Fahrtrichtung Maur wird für die Busbevorzugung zweimal pro Stunde bei der Lichtsignalanlage beim Knoten Maur-/ Schwandlenstrasse / Rohrbachweg für rund zwei Minuten angehalten.

Abkürzungsverzeichnis

ASP	Abendspitze (17.00 - 18.00 Uhr)
BA	Barriere / Schranke
BR zF	Bereichsrechner zentrale Fernüberwachung
BSS	Beleuchtetes Strassensignal
BZ	Betriebszustand
eBusspur	elektronische Busspur
FG	Fussgänger
FS	Fahrstreifen
Fz	Fahrzeuge
GeBL	Gelbblinken
GR	Gebietsrechner
GSM	Global System for Mobile Communications (Standard für volldigitale Mobilfunknetze)
GTB	Glattalbahn
HVZ	Hauptverkehrszeiten
HR	Hochrechnung Verkehrszählung
HS	Haltestelle
Kapo	Kantonspolizei
LSA	Lichtsignalanlage
LKW	Lastkraftwagen
M+P	Marty + Partner Ingenieurbüro AG
MIV	Motorisierter Individualverkehr
MSP	Morgenspitze (07.00 - 08.00 Uhr)
ÖV	Öffentlicher Verkehr
OZS	Offene Zentralen-Schnittstelle (Kommunikation zwischen dem LSA-Steuergerät und der übergeordneten Zentrale wie z.B. Verkehrsrechner)
Schranken-SPS	Schranken-Steuerung / Schnittstelle zwischen Schranke und LSA
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
TBA	Tiefbauamt
WB	Warnblinker
WS	Wechselsignal / Wechselprismasignal
VBZ	Verkehrsbetriebe Zürich
VDE	Verkehrsdatenerfassung
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute

Um die Lesbarkeit des Berichts zu wahren, ist bei Begriffen wie «Fussgänger» immer auch die weibliche Form gemeint.

Inhaltsverzeichnis

1	Ausgangslage und Auftrag	6
1.1	Ausgangslage.....	6
1.2	Auftrag.....	6
1.3	Grundlagen.....	7
2	IST-Zustand.....	8
2.1	Situation	8
2.2	Ausnahmetransportroute	9
2.3	Öffentlicher Verkehr.....	10
2.4	Verkehrsaufkommen.....	12
3	Allgemeines zur elektronischen Busspur	15
3.1	Allgemeines Prinzip einer Contraflow-Busspur	15
3.2	Voraussetzungen an eine «Contraflow»-Busspur	16
3.3	Generelle Funktionsweise der elektronischen Busspur.....	16
4	Busbevorzugungsanlage	18
4.1	Übersicht	18
4.2	Steuergerät.....	19
4.3	Aussenanlage.....	20
4.4	Potentialausgleich, Blitzschutz.....	22
4.5	Wegweisung, Signalisation und Markierung	22
4.6	Bauliche Massnahmen	23
5	Elektronische Busspur - Steuerung	26
5.1	Allgemein.....	26
5.2	Zusätzliche Gefahren-, Vorschrifts- und Wechselsignale	27
5.3	Bus-Kontrolllampe	28
5.4	Schranken BA1 – 3.....	29
5.5	Gong	32
5.6	Betriebszustände.....	32
5.7	Störungsverhalten	37
5.8	Allgemeiner Funktionsablauf.....	38
6	Beilagen/Anhang	46

1 Ausgangslage und Auftrag

1.1 Ausgangslage

Der Kreisel Maur-/ Zürich-/ Dübendorf-/ Schwerzenbachstrasse (Kreisel Sternen) in Fällanden ist während den Hauptverkehrszeiten überlastet. Von den daraus resultierenden Rückstaus sind auch die Busse des öffentlichen Verkehrs betroffen. Aus diesem Grund wurden auf den Zufahrten Schwerzenbach- und Dübendorferstrasse bereits 2003 Massnahmen zur Busbeschleunigung in Betrieb genommen.

2011 war in der Maurstrasse eine permanente Busspur vorgesehen. Dieser zusätzliche Fahrstreifen sollte ausserorts, zwischen dem Parkplatz bei der Jugendherberge und dem Anfang des Siedlungsgebietes von Fällanden, erstellt werden. Da für diese Busspur die Strasse verbreitert werden müsste, die Busspur jedoch nur während der Morgenspitze benötigt wird, wurde im Jahr 2020 im Rahmen eines Vorprojektes die Möglichkeit einer elektronischen Busspur geprüft, um die Buslinien ohne zusätzlichen Landverbrauch beschleunigen zu können. Für die darin empfohlene Bestvariante soll nun das Projekt ausgearbeitet werden. Da im Kanton Zürich erst eine Busspur vom Typ Contraflow in Betrieb ist, wird die Steuerung bereits im Rahmen der Projektierung vertiefter ausgearbeitet und beschrieben.

1.2 Auftrag

Die Marty + Partner Ingenieurbüro AG hat von der Baudirektion des Kantons Zürich, Tiefbauamt, Projektieren + Realisieren, den Auftrag erhalten, das Projekt für die elektronische Busspur in der Maurstrasse auszuarbeiten.

1.3 Grundlagen

[1]	Strassenverkehrsrecht und VSS-Normen	
[2]	Standard Veloverkehr Kanton Zürich	Februar 2023
[3]	Richtlinie Kabelrohranlagen (601.05.02)	20.01.2025
[4]	Wegleitung Lichtsignalanlagen, inkl. Anhang	01.01.2024
[5]	Korrosionsschutzspezifikation für Signalmasten, Erstschutz-Massnahmen	07.06.2019
[6]	Fahrpläne und Netzplan vom Zürcher Verkehrsverbund	17.09.2021
[7]	Datenaufzeichnungen der VBZ	07.02.2020
[8]	Verkehrszahlen aus VDE ZH0689	März 2020
[9]	Entscheidungshilfe Busbevorzugungsanlagen (V1.0)	16.06.2021
[10]	Technischer Bericht zum Vorprojekt «Elektronische Busspur & Möglichkeit eines Staumanagements» (Marty + Partner Ingenieurbüro AG)	10.07.2020
[11]	Technischer Bericht zum Projekt Elektronische Busspur Bahnhofstrasse – Hüntwangen / Eglisau «Busbevorzugungsanlage» (tribus verkehrsplanung ag)	27.05.2015

2 IST-Zustand

2.1 Situation

Die Strassensituation in Fällanden präsentiert sich gemäss den beiden nachfolgenden Abbildungen. Die Maurstrasse ist eine Hauptverkehrsstrasse mit der Bezeichnung HVS 740. Am Knoten Maur-/ Zürich-/ Dübendorf-/ Schwerzenbachstrasse befindet sich ein Kreisel. Bei den Kreiseln Schwerzenbach-/ Industriestrasse und Dübendorfer-/ Bruggacherstrasse sind bereits Busbevorzugungsanlagen installiert.

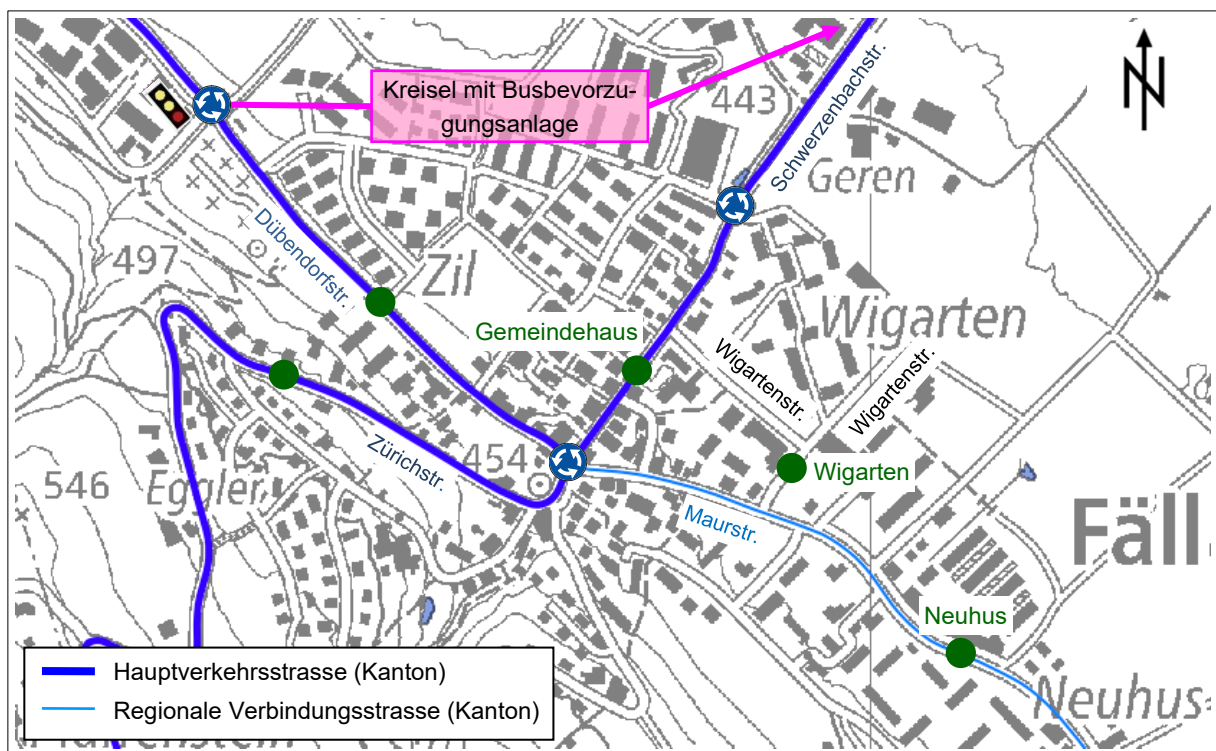


Abbildung 2: Strassensituation Fällanden - Zentrum

Zwischen Maur und Fällanden verläuft entlang der Maurstrasse ein kombinierter Rad-/ Gehweg. Dieser endet allerdings etwa auf der Höhe der Wigartenstrasse. Auf dem Rad-/ Gehweg werden auch die Skater geführt, welche die Skatingroute um den Greifensee herum nutzen. Im Ausserortsbereich sind keine Fussgängerstreifen markiert.

Im Bereich des Rohrbachs queren zwei ausgeschilderte Wanderwege die Maurstrasse.

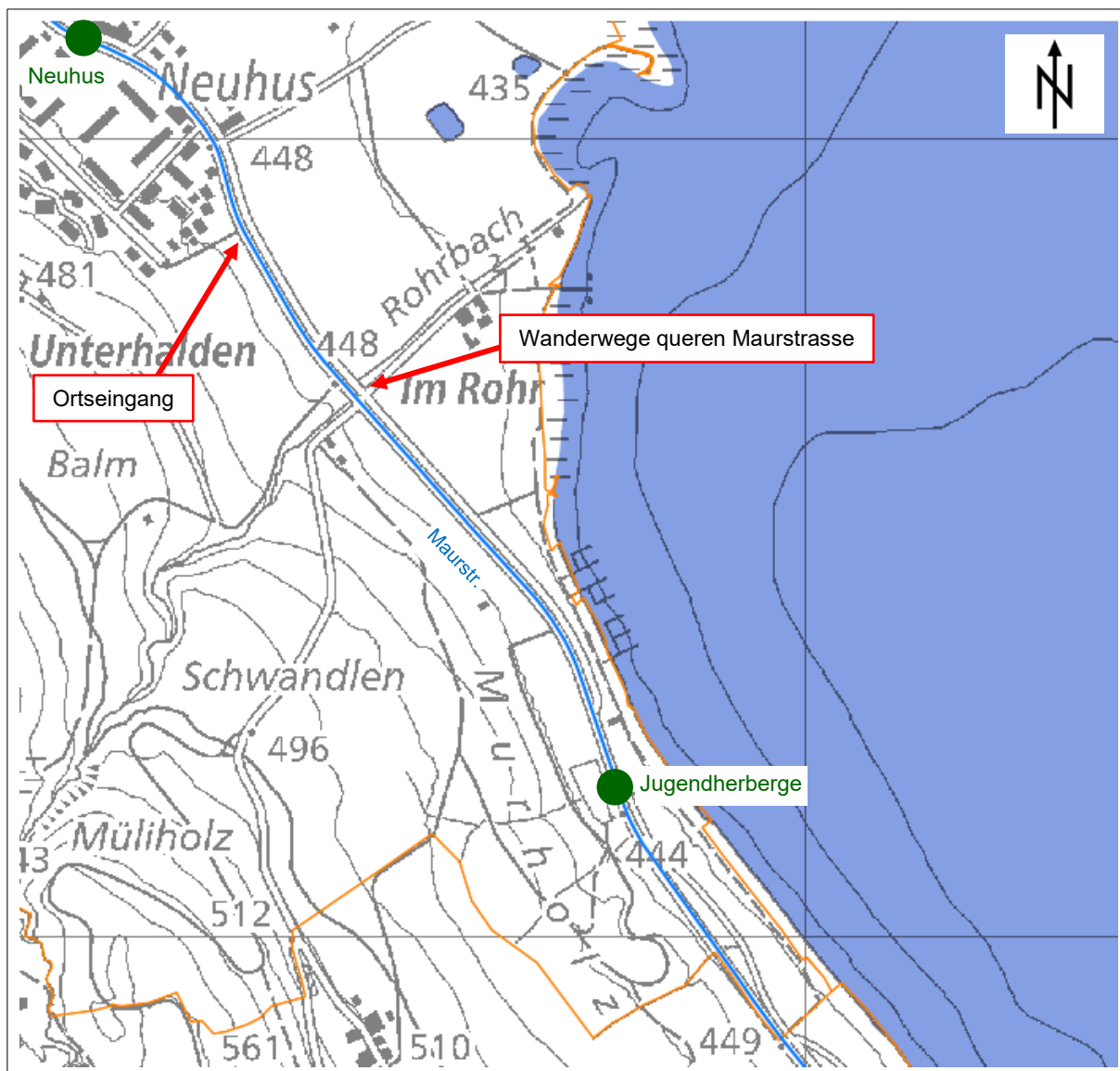


Abbildung 3: Strassensituation Maurstrasse - Ortseingang Fällanden

2.2 Ausnahmetransportroute

Die Maurstrasse ist als provisorische Ausnahmetransportroute Typ II klassiert. Bezüglich des Lichtraumprofils ist bei der Anordnung der Überkopfsignalgeber eine lichte Höhe von mindestens 4.8 m einzuhalten. Die lichte Breite beträgt 6.5 m.

2.3 Öffentlicher Verkehr

Entlang der Maurstrasse verkehrt lediglich die Buslinie 743 der VBZ. Sie fährt im ½-Stunden-Takt. Die Haltestelle Jugendherberge ist als Busbucht ausgestaltet. Die Bushaltestelle Neuhaus in Fahrtrichtung Zentrum wurde im Jahr 2013 zu einer Fahrbahnhaltestelle umgebaut. Damit fährt der Bus nach dem Halt als «Pulkführer» weiter und es wird verhindert, dass er durch fehlende Lücken im stockenden Kolonnenverkehr zusätzliche Verspätung erhält.

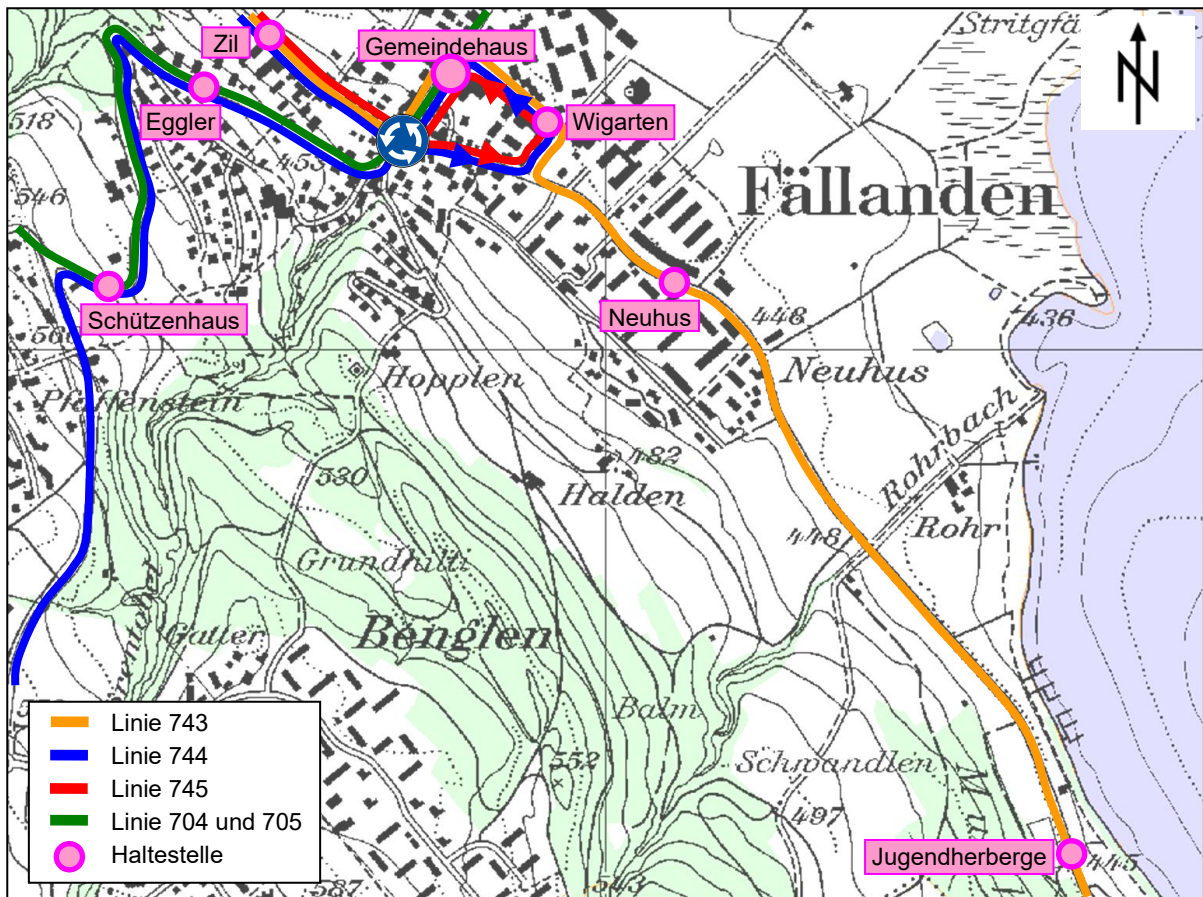


Abbildung 4: Busrouten bei Fällanden (September 2021)

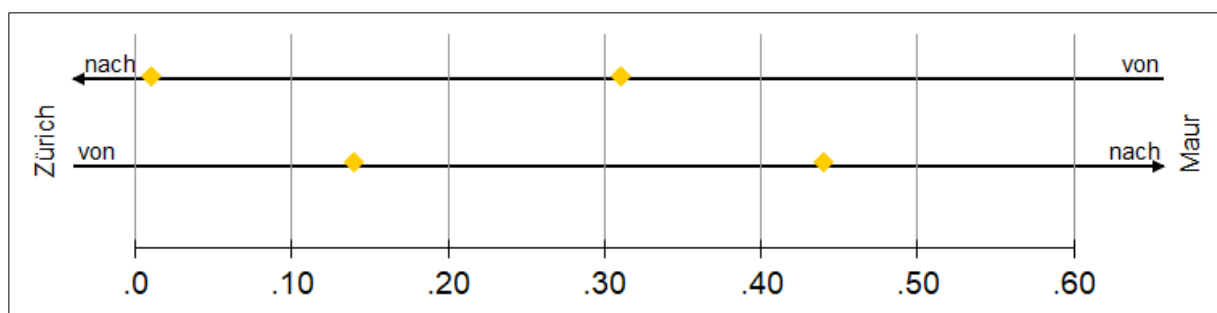


Abbildung 5: Durchfahrtszeiten der Buslinien bei der Haltestelle «Neuhaus»

Gemäss den Fahrplanauswertungen der VBZ fahren die Busse der Linie 743 hauptsächlich während der Morgenspitze Verlustzeiten ein. Für den Abschnitt Neuhaus bis Wigarten ist in der Morgenspitze eine Fahrzeit von 60 Sekunden geplant. Das morgendliche 84-Perzentil der Verlustzeit beträgt für diesen Abschnitt jedoch 176 Sekunden. Folglich beträgt die effektive Fahrzeit für 84 % aller Busse weniger als 236 Sekunden und lediglich 16 % der Busse brauchen mehr als 236 Sekunden.

Am Abend beträgt das 84-Perzentil der Verlustzeit rund 10 Sekunden. Demzufolge stellen die Verlustzeiten der Morgenspitze ein wesentlich grösseres Problem als in der Abendspitze dar.

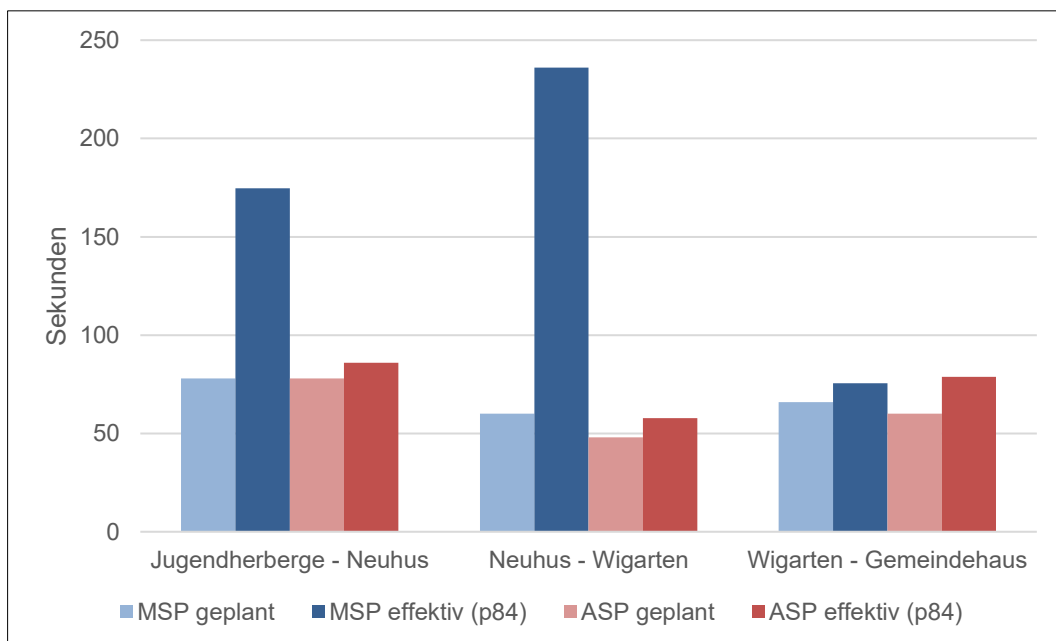


Abbildung 6: Fahrzeiten pro Abschnitt, Herbst 2019

2.4 Verkehrsaufkommen

Gemäss den Verkehrszählenden der Strassenverkehrszählstelle ZH0689 in Maur weist die Maurstrasse während den Hauptverkehrszeiten eine Querschnittsbelastung von bis zu 780 Fz/h auf [8]. Am Morgen ist die Hauptlastrichtung von Maur nach Fällanden. Am Abend ist die Hauptlastrichtung hingegen in Richtung Maur. Während den Hauptverkehrszeiten sind auf der Maurstrasse nur wenige Lastwagen unterwegs (LKW-Anteil < 3 %).

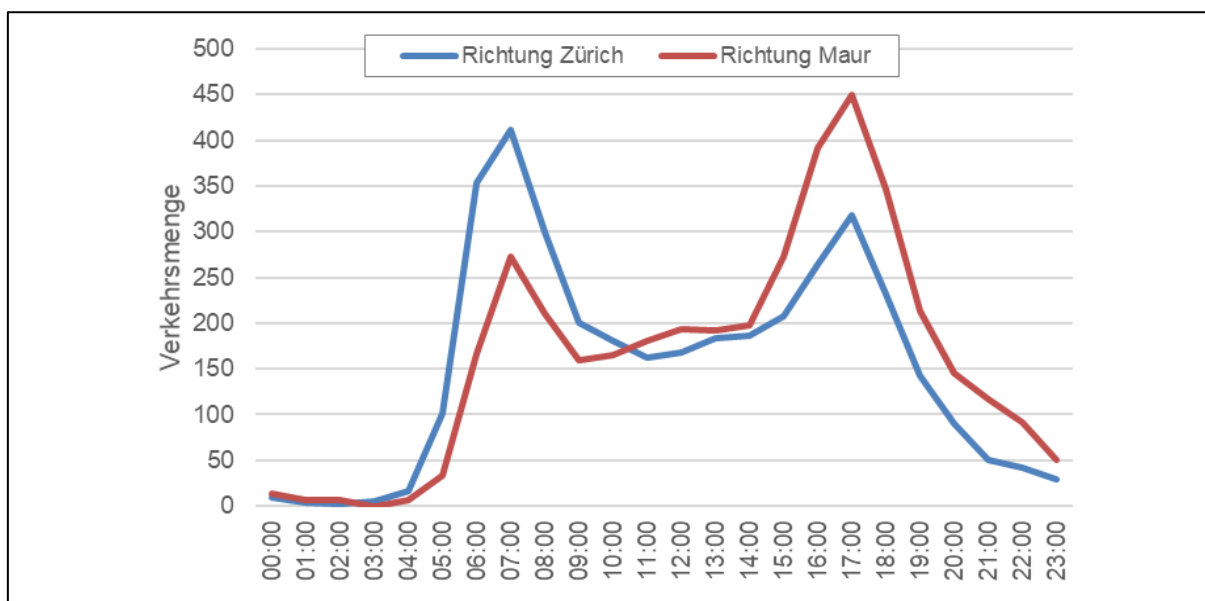


Abbildung 7: Tagesganglinie VDE-Messstelle ZH0689

Die für die elektronische Busspur in der Maurstrasse massgebenden Verkehrszahlen während der Morgen- und Abendspitzenstunde sind in der nachfolgenden Abbildung 8 dargestellt. Die Verkehrszahlen am Knoten Maur-/ Wigartenstrasse wurden Anfang März 2020 durch eine Knotenstromzählung erhoben. Die Verkehrsmenge in Richtung Kreisel nimmt durch den orts-eigenen Quellverkehr um rund 100 Fahrzeuge zu. Auch in Fahrtrichtung Maur bleiben bis zu rund 100 Fahrzeuge in Fällanden (Zielverkehr).

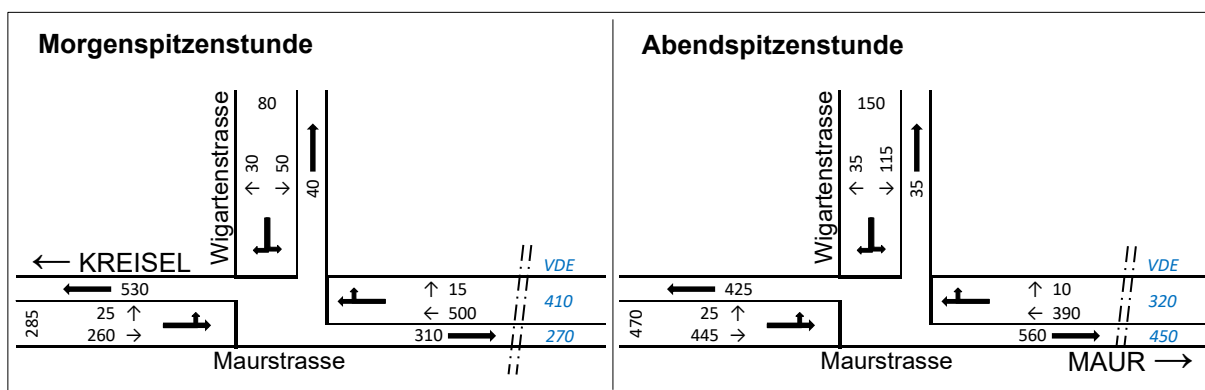


Abbildung 8: Verkehrszahlen 2020 beim Knoten Maur-/ Wigartenstrasse [Fz/h]
(Verkehrszahlen gerundet, Rückstau miteinberechnet)

Der Kreisel Sternen ist aufgrund des hohen Verkehrsaufkommens auf allen vier Zufahrten während den Hauptverkehrszeiten regelmässig überlastet. Die Ursache für den Rückstau in der Maurstrasse liegt insbesondere daran, dass von den Fahrzeugen aus der Zürichstrasse, welche praktisch ungehindert in den Kreisel einfahren können, nur ein sehr kleiner Anteil rechts abbiegt. Dadurch bleiben nur wenige Zeitlücken zum Einfahren für die Fahrzeuge aus der Maurstrasse. Während der Morgenspitze können daher lediglich rund 440 Fahrzeuge pro Stunde von der Maurstrasse in den Kreisel einfahren.

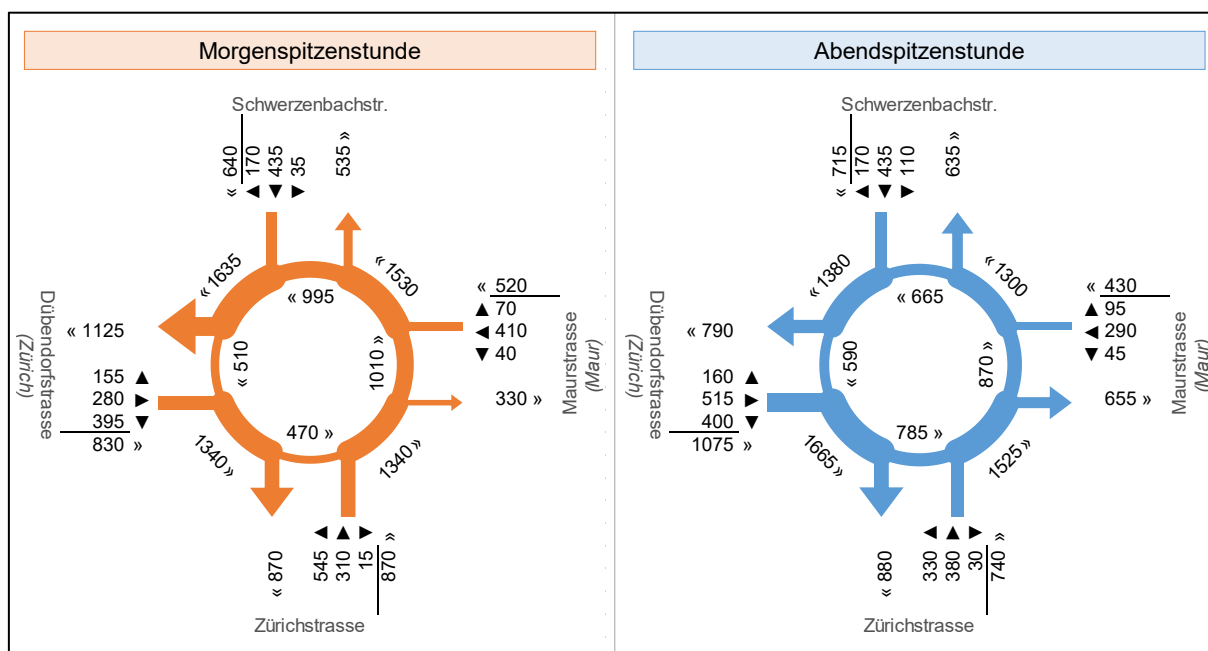


Abbildung 9: Verkehrszahlen 2020 beim Kreisel Sternen [Fz/h]
(Verkehrszahlen gerundet, Rückstau miteinberechnet)

Gemäss der Verkehrsbeobachtung vor Ort sowie den Angaben zur durchschnittlichen Verkehrslage im Google Maps endet der morgendliche Rückstau meist im Abschnitt zwischen der Wigartenstrasse und der Haltestelle Neuhaus. Bei sehr hohen Verkehrsbelastungen endet der Stau erst beim Ortseingang. Der Rückstau beginnt jeweils um etwa 7 Uhr morgens und endet um etwa 9 Uhr.

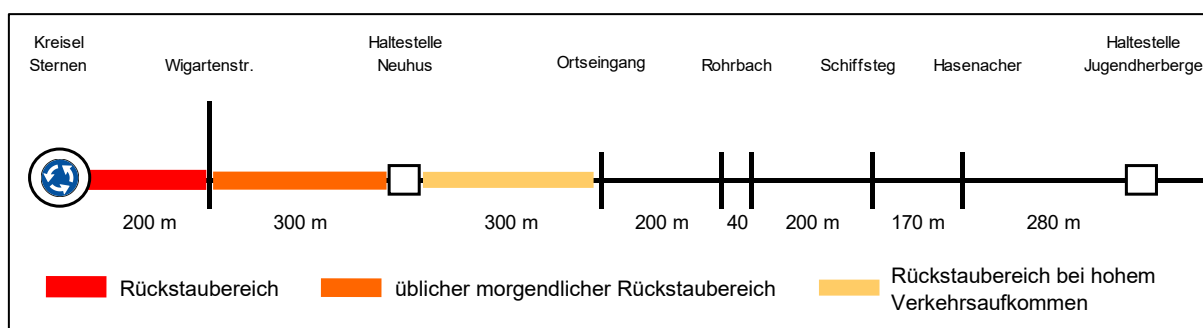


Abbildung 10: schematische Darstellung der heutigen Situation

Die Beobachtungen haben gezeigt, dass die Fahrzeuge am Morgen von der Haltestelle Neu-
hus bis zur Verzweigung Wigartenstrasse (rund 300 m) etwa 5 bis 6.5 min benötigen. Sie kom-
men somit mit einer Geschwindigkeit von 1 m/s (< 4 km/h) vorwärts.

3 Allgemeines zur elektronischen Busspur

Zwischen der Haltestelle Jugendherberge und dem Anfang des Siedlungsgebietes (Ortseingang) von Fällanden ist auf einem Abschnitt in der Maurstrasse eine elektronische Busspur im Contraflow-Betrieb vorgesehen, mit welcher auch ein Teil des morgendlichen Rückstaus auf die Strecke ausserhalb des Siedlungsgebietes vorverlagert werden kann.

3.1 Allgemeines Prinzip einer Contraflow-Busspur

Im vorliegenden Fall soll die bestehende Strasse weiterverwendet und kein zusätzlicher Fahrstreifen gebaut werden. Da lediglich ein Fahrstreifen pro Richtung zur Verfügung steht, kommt nur der Contraflow-Betrieb in Frage. Bei diesem Typ der elektronischen Busspur wird bei einer Busanmeldung sowohl der Gegenverkehr als auch der Verkehr in Busrichtung mittels einer Lichtsignalanlage angehalten. Der Bus kann so auf der Gegenseite eine gestaute Reihe von Fahrzeugen überholen und vor dem Stau wieder auf die ursprüngliche Spur einfädeln.

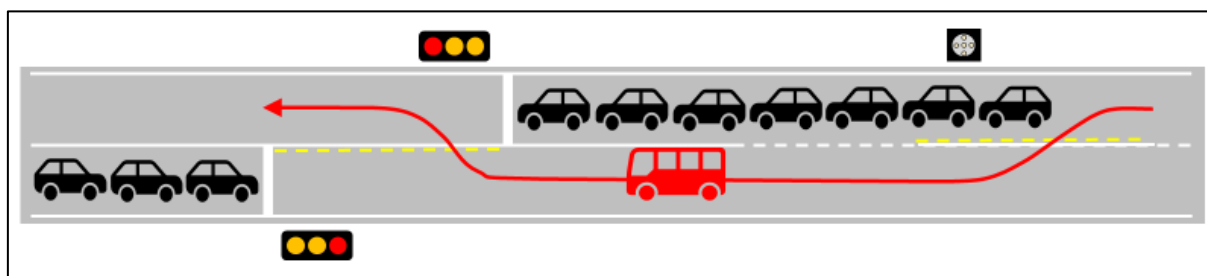


Abbildung 11: Schema des Contraflow-Betriebs

Die elektronischen Busspuren «Contraflow» funktionieren nur bei vergleichsweise wenig Gegenverkehr und wenn der Stau nur in eine Richtung auftritt. Bei beidseitigem hohem Verkehrsaufkommen und Stau ist das System blockiert und es kann nicht vernünftig genutzt werden.

In der Schweiz wurde dieser Typ der elektronischen Busspur bisher nur vereinzelt umgesetzt (z.B. Hüntwangen, Rapperswil-Jona, Zug, Luzern sowie Baden). Grundsätzlich sind die Erfahrungen mit den elektronischen Busspuren im Contraflow-Prinzip positiv. So zeigt sich, dass die Verlustzeiten der Busse geringer sind als vorher. Als negativer Punkt wurde lediglich die «nicht Nutzung» der Busspur genannt, obwohl sie eigentlich aktiv und befahrbar wäre. Dies liegt daran, dass die Chauffeure eine gewisse Überwindung aufbringen müssen, die Gegenfahrbahn zu benutzen. Mit kontinuierlicher Schulung des Personals soll dies jedoch verbessert werden.

Bis heute gibt es keine normativen Vorgaben, wie eine elektronische Busspur zu planen ist.

3.2 Voraussetzungen an eine «Contraflow»-Busspur

Es kann nicht vollständig vorausgesetzt werden, dass sich sämtliche Verkehrsteilnehmer an die Verkehrsregeln halten. Damit unbekannte Verkehrsführungen wie die einer elektronischen Busspur umgesetzt werden können, müssen sicherheitsrelevante Voraussetzungen erfüllt werden. Die Abklärungen für die Machbarkeit einer elektronischen Busspur im «Contraflow»-Prinzip wurden im Rahmen des Vorprojektes geprüft. Hier die wichtigsten Fakten:

- Die gemäss der Norm 640 201 erforderliche Breite ist nicht vorhanden. Bei der Verkehrsbeobachtung wurde festgestellt, dass nur wenige Lastwagen über die Maurstrasse fahren (LKW-Anteil < 3 %). Folglich kommen auch die Begegnungsfälle LKW-LKW nur selten vor. Nach Rücksprache mit dem Auftraggeber wurde entschieden, dass keine Sofortmassnahmen notwendig sind. Bei der nächsten Strasseninstandsetzung soll die Strasse jedoch verbreitert werden, so dass die erforderlichen Breiten wieder eingehalten werden.
- Im Bereich der elektronischen Busspur münden einige Strassen sowie Zu- und Ausfahrten von privaten Grundstücken in die Maurstrasse. Damit eine sichere Busdurchfahrt auf der Gegenfahrbahn erfolgen kann, müssen diese Zufahrten mit Lichtsignalanlagen und Schranken abgesichert werden.
- Da die Chauffeure eine gewisse Überwindung aufbringen müssen, um auf der Gegenfahrbahn zu fahren, sollte die gesamte Strecke einsehbar sein. Der Strassenabschnitt zwischen dem Hasenacherweg und dem Rohrbach verläuft gerade und ist gut zu überblicken. So können die Buschauffeure allfällige Gefahren erkennen. Sollte die Strecke nicht überblickbar sein (z.B. Nebel), so ist auf die Benutzung der elektronischen Busspur zu verzichten.
- Im Bereich des Rohrbachs quert ein Wanderweg, welcher vom See in Richtung Ebmatingen resp. Pfaffhausen führt, die Maurstrasse. Der Übergang ist durch die Lichtsignalanlage und Schranken zu regeln.

3.3 Generelle Funktionsweise der elektronischen Busspur

Die elektronische Busspur wird auf einem rund 370 m Meter langen Abschnitt der Maurstrasse eingerichtet. Mithilfe der Lichtsignalanlagen, welche für die elektronische Busspur benötigt werden, wird der in Richtung Fällanden fahrende Verkehr dosiert. Dadurch kann ein Teil des Rückstaus in den Bereich der elektronischen Busspur verlagert werden. Da die Busse rund 200 m vor dem Kreisel Sternen in die Wigartenstrasse abbiegen, hat ein Rückstau, welcher vom Kreisel Sternen bis zur Wigartenstrasse reicht, keine Auswirkungen auf die Fahrzeiten der Busse. Durch die Dosierung am Ende der Busspur, soll daher lediglich der Stau aus dem Abschnitt Wigartenstrasse - Haltestelle Neuhaus in den Bereich der elektronischen Busspur verlagert werden.

Durch diese Stauverlagerung verkleinert sich die Rückstaulänge im Siedlungsgebiet. Die Reisezeit für den Individualverkehr wird mit dieser Verkehrsdosierung nicht erhöht. Dafür können die Linienbusse den verlagerten Stau über die elektronische Busspur überholen.

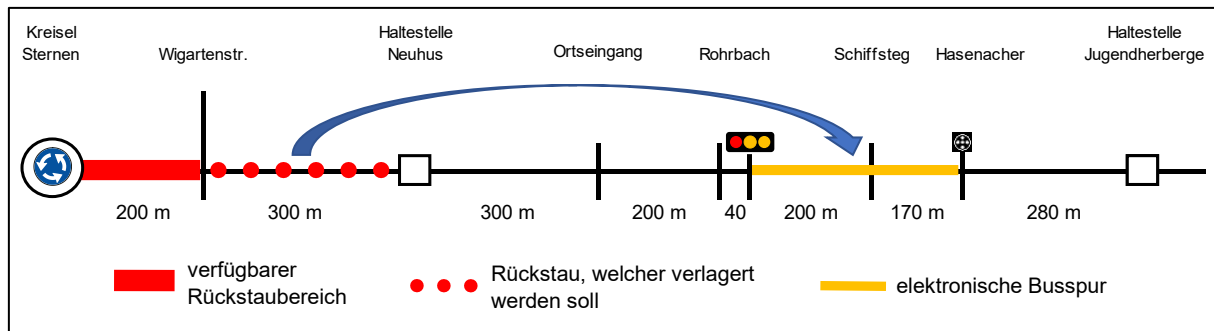


Abbildung 12: schematische Darstellung der Stauverlagerung

Damit die elektronische Busspur genutzt werden kann, muss bei einer Busanmeldung zuerst der Verkehr Richtung Maur angehalten werden. Mit Verzögerung wird danach auch der Richtung Fällanden fahrende Verkehr angehalten. Sobald die Fahrbahn der elektronischen Busspur vom Individualverkehr Richtung Maur geräumt ist, zeigt das Bussignal am Anfang der Busspur freie Fahrt. Der Bus kann nun entlang eines markierten Streckenabschnittes auf die Gegenfahrbahn wechseln und so die stehende Fahrzeugkolonne überholen. Bei der Lichtsignalanlage beim Rohrbach wechselt der Bus wieder auf seine ursprüngliche Fahrbahn.

4 Busbevorzugungsanlage

4.1 Übersicht

Für die geplante elektronische Busspur (eBusspur) im Contraflow-Prinzip kann die bestehende Strasse weiterverwendet werden. Es sind somit keine wesentlichen Anpassungen an der Knotengeometrie vorgesehen. In der nachfolgenden Abbildung sind die wichtigsten Bestandteile der Busbevorzugungsanlage dargestellt.

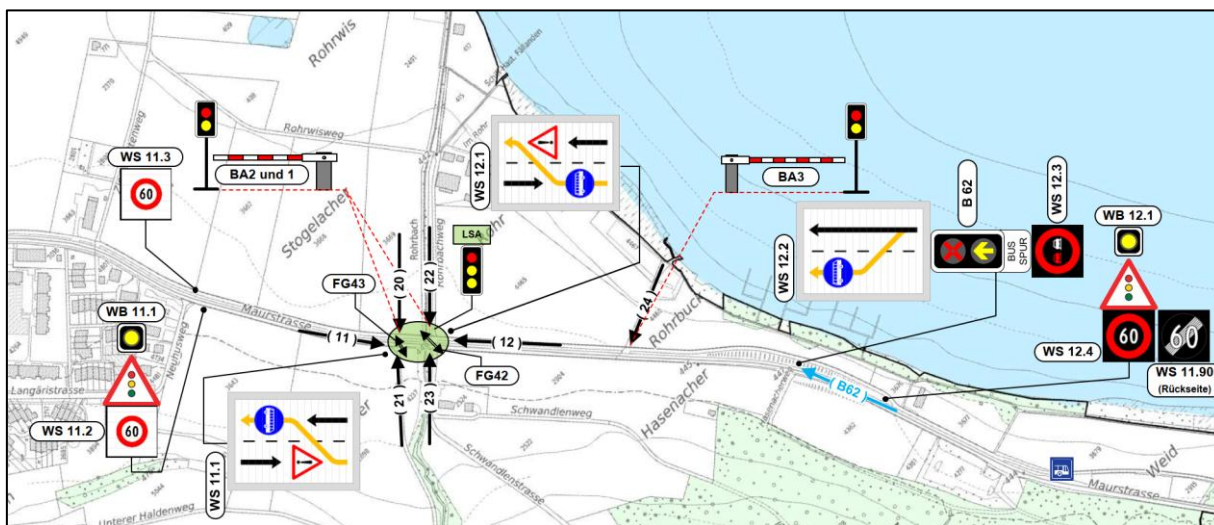


Abbildung 13: Übersicht zur geplanten eBusspur

Die Knotensichtweiten für die nicht vortrittsberechtigten Einmünder wurden gemäss VSS-Norm 40 273a überprüft. Nach links und nach rechts können die erforderlichen Mindestsichtweiten eingehalten werden.

Bei der Montage der Signalgeber, Signale und Wegweiser ist darauf zu achten, dass diese nicht in das Lichtraumprofil der Fahrbahn und des Gehwegs hineinragen. Gemäss Art. 103 der Signalisationsverordnung muss der seitliche Abstand zwischen dem Fahrbahnrand und der nächsten Signalkante ausserorts mindestens 0.50 m betragen.

Bei den Überkopfsignalgebern ist eine Durchfahrtshöhe von mindestens 5.20 m (max. 5.50 m) einzuhalten. Die Unterkante der seitlichen Signalgeber muss mindestens 2.35 m über dem Gehweg liegen.

Zwei Fahrzeuge, welche ausserorts in entgegengesetzte Richtung fahren, benötigen gemäss der VSS-Norm 40 201 bei einer Fahrgeschwindigkeit von 60 km/h eine Fahrbahnbreite von 6.70 m. Fahren die Fahrzeuge jedoch in dieselbe Richtung, kann der Gegenverkehrszuschlag von 30 cm weggelassen werden. Die vorhandene Strasse weist jedoch lediglich eine Breite von etwa 6.20 m auf. Die erforderliche Breite ist somit nicht vorhanden. Das Tiefbauamt des Kantons Zürich (P+R BSA) hat entschieden, dass keine Sofortmassnahmen notwendig sind. Bei der nächsten Strasseninstandsetzung soll die Strasse jedoch verbreitert werden, so dass

die erforderlichen Breiten wieder eingehalten werden. Die beiden Masten 3 und 10 sollen allerdings so platziert werden, dass sie bei einer allfällig späteren Strassenverbreiterung nicht mehr verschoben werden müssen.

4.2 Steuergerät

Für die Steuerung sämtlicher Signalgeber und Signale im Zusammenhang mit der eBusspur in der Maurstrasse ist ein Steuergerät notwendig. Rund 60 m westlich des Kreisels Sternen befindet sich das Steuergerät der LSA 224. Eine Integration in die bestehende Steuerung ist aufgrund der grossen Distanz komplex und schwierig zu realisieren. Daher wird für die Steuerung dieser neuen eBusspur den Einsatz einer separaten Steuerung empfohlen.

Der Standort des Steuergeräteschranks wird mit Vorteil so gewählt, dass von diesem eine gute Sicht auf die eBusspur besteht und ein Unterhaltsfahrzeug in unmittelbarer Nähe abgestellt werden kann. Es muss jedoch darauf geachtet werden, dass der Steuergeräteschrank die Sicht der Verkehrsteilnehmer auf heranfahrende Fahrzeuge sowie auf wartende Fussgänger nicht einschränkt. Das Steuergerät kann daher nicht neben der bestehenden EW-Verteilkabine («VK Rohrbach») angeordnet werden. Es wird im Bereich des Wechselsignals 12.90 platziert.

Die gesamte Lichtsignalanlage wird mit LED-Signalgeber bestückt und in der 40 Volt-Technologie ausgeführt. Für die Logik der Lichtsignalanlage wird das FESA Steuerverfahren angewendet.

Es ist ein dreiteiliger Steuergeräteschrank vorgesehen, welcher auf einem Chromstahlfundament mit eingebautem Vorschacht platziert wird. Im grossen Gehäuseteil der Steuerkabine befindet sich das Steuergerät der eBusspur. Im kleineren Teil sind die Kommunikationskomponenten für den Gebietsrechner-Anschluss eingebaut. Die Türen lassen sich auf der von der Strasse abgewandten Seite her öffnen. Seitlich rechts steht noch ein EW-Teil zur Verfügung. Eine Musterdisposition der Kabine kann dem Anhang der Wegleitung Lichtsignalanlagen des Kantons Zürich entnommen werden.

4.2.1 Abgesetzte Verteilkabine

Da einige Induktionsschleifen und Signalgeber über 300 m weit vom Steuergerät entfernt liegen, werden die I/O-Signale über eine dezentrale Peripherie mittels eines Feldbussystems übertragen. Hierfür ist der Einsatz von zwei Verteilkasten geplant. Die eine Verteilkabine (VK1) steht im Bereich der Wiegartenstrasse und dient der Anbindung der Stau- und Zählschleifen vor dem Kreisels Sternen in Fällanden. Der genaue Standort wird im Rahmen der Realisierung bestimmt. Die zweite Verteilkabine (VK2) steht rund 250 m östlich des Rohrbachs. Sie dient der Anbindung der Schranke BA 3 mit Signalgeber FS 24 sowie sämtlicher Signale und Detektorschleifen im Bereich zwischen BA 3 und Mast 9.

4.3 Aussenanlage

4.3.1 Signalträger

Zur besseren und frühzeitigen Erkennbarkeit der Signalgeber auf der Maurstrasse wird eine Überkopfbeampelung an Winkelmasten empfohlen. Bei den Nebenrichtungen kommen seitliche Normalmasten zum Einsatz. Die neuen Masten werden gemäss den Korrosionsschutzbestimmungen für den Erstschutz beschichtet und der Sockel verstärkt. Der Anstrich erfolgt in der Farbe «Silbergrau» (RAL 7001).

Im vorliegenden Abschnitt sind gemäss dem Tiefbauamt des Kantons Zürich (P+R, BSA) keine Beleuchtungskandelaber vorhanden.

4.3.2 Signalgeber

Für die seitlichen Fahrzeug- und Fussgänger-Signalgeber sind LED-Einsätze mit einem Durchmesser von 200 mm zu verwenden, bei den Überkopfsignalgebern hingegen solche mit einem Durchmesser von 300 mm.

Da keine Überkopfwegweiser in Tabellenform vorgesehen sind, werden die Überkopfsignalgeber wie auch die seitlichen Signalgeber vertikal montiert.

Analog zu den bestehenden Busbevorzugungsanlagen in Fällanden, kommen für die FS 12, 22 und 23, welche auch für die Dosierung genutzt werden, 3-Kammer-Signalgeber mit LED-Einsätzen zum Einsatz. Sie sind nur mit roten und gelben Lichtern ausgestattet (Betriebszustände: Rot, Gelb, Gelbblinken).

Die Sicherung der reinen eBusspur erfolgt mittels 2-Kammer-Signalgeber (eine rote und eine gelbe Linse). Diese Signalgeber zeigen nur dann rot, wenn eine Busanmeldung vorliegt. Für die Dosierung werden sie nicht benötigt und sind dunkel. So sind in Fahrtrichtung Maur (FS 11), im Bereich des Chiliholzwegs (FS 20 und 21) sowie bei der Einmündung «Schiffsteg» (FS 24) lediglich 2-Kammer-Signalgeber mit einer Zusatztafel mit der Aufschrift «Busbevorzugung» vorgesehen.

Gemäss Rücksprache mit der Kapo dürfen für Fussgänger auf Kantonsgebiet Zürich nur 3-Kammer-Signalgeber eingesetzt werden. Somit sind für die beiden FG 42 und 43 3-Kammer-Signalgeber vorgesehen.

Da die Einsehbarkeit in die seeseitigen Einmündungen bei Rückstau eingeschränkt ist und um die eher unbekannte Verkehrsführung der Busse für alle Verkehrsteilnehmer sicherer zu gestalten, ist bei den seeseitigen Einmündungen der Einsatz von Schranken zu empfehlen (analog zur eBusspur in Hüntwangen).

Damit für die Buschauffeure ersichtlich ist, ob die eBusspur aktiv ist und sie auf die Gegenfahrbahn fahren dürfen, wird am Anfang der Busspur ein Bussignal sowie ein Wechsellinien-Signal montiert (Mast 8). Auf Wunsch der Kapo wird kein 5-Punkt-Signal verwendet, sondern ein Busblocksignal. Ausserhalb der Betriebszeiten sowie wenn kein Bus auf der (B 62)

eBusspur eingezählt ist (kein Busblock aktiv) ist das Signal B 62 im Grundzustand «Dunkel» («eBusspur nicht aktiv/gesperrt»).

<p>Grundzustand</p>  <p>Keine Anmeldung eBusspur nicht aktiv und gesperrt</p>	<p>eBusspur freigegeben</p>  <p>Richtung angemeldet Richtungs-Kurs unterwegs</p>	<p>eBusspur gesperrt</p>  <p>Gegenrichtung angemeldet Gegen-Kurs unterwegs</p>
---	--	--

Abbildung 14: Signalisation der eBusspur mit Busblocksignal

Zudem ist am Mast 1 eine Kontrolllampe für die Busse vorgesehen (1-Kammer-Signalgeber mit weissem Licht, D = 300 mm).

4.3.3 Anmeldemittel

Für die verkehrsabhängige Steuerung des Verkehrs sowie für die Rückstauüberwachung müssen die Verkehrsdaten erfasst und ausgewertet werden. Die Erfassung der Fahrzeuge erfolgt mittels Induktionsschleifen, welche in die Fahrbahn eingefräst und vergossen sind. Die Induktionsschleifen sind nach Möglichkeit in den Deckbelag zu fräsen, damit sie sichtbar sind. Dadurch wird der Unterhalt der Schleifen erleichtert.

Die An- und Abmeldung der Busse erfolgt sowohl durch separate öV-Induktionsschleifen als auch über RBL-Datenfunk.

4.3.4 Bedienkasten

Der Bedienkasten wird am Mast 5 vorgesehen. Dort besteht eine gute Übersicht über den gesamten Knoten beim Riedbach. Der Mast wird mit einer gelben Masthaube gekennzeichnet.

4.3.5 Anschluss/Anbindung an Gebietsrechner

Die neue eBusspur (LSA 356) soll über LWL -Anschluss am übergeordneten Rechner (GR Glatt) angeschlossen werden. Sollte beim Zusammenschluss der Rohrleitungen etwas dazwischenkommen, wird sie über vorübergehend über einen GPRS Mobile Router angeschlossen. Die beiden Verteilkabinen (VK 1 und VK 2) können über ein Feldbussystems mit der LSA-Steuerung kommunizieren.

Zentralenseitig muss die neue Lichtsignalanlage im übergeordneten Rechner aufgenommen werden (Knotenbild und OZS3-Datenpunktliste).

4.4 Potentialausgleich, Blitzschutz

Die Fundamenterdung der Steuergerätkabine erfolgt über ein im Erdreich verlegtes Erdseil. Die Erdung der Signalmasten erfolgt über die Fundamenterdung des Steuergeräts. Hierfür wird von jedem neuen Signalmast sternförmig ein Erdseil 25 mm² zur Fundamenterdung des Steuergeräts geführt.

4.5 Wegweisung, Signalisation und Markierung

4.5.1 Wegweisung

Es sind keine Anpassungen an der heutigen Wegweisung vorgesehen. Somit werden auch keine Überkopfwegweiser in Tabellenform benötigt.

4.5.2 Signalisation

Da sich die eBusspur ausserorts befindet, sollte mit dem Gefahrensignal «Lichtsignale» (SSV 1.27) auf die Lichtsignalanlage aufmerksam gemacht werden. Aus Richtung Maur wird rund 100 m vor Beginn der eBusspur resp. ca. 465 m vor den dosierenden Signalgebern des FS 12 das Signal «Lichtsignal» aufgestellt (Mast 9). Aus Richtung Fällanden kommt dieses Signal etwa 180 m vor dem HB des FS 11 zu liegen (Mast 10). Oberhalb der beiden Signale wird je ein Warnblinker (WB 12.1 und WB 11.1) montiert. Ist die LSA in Betrieb, dann blinkt der Warnblinker.

Während den Betriebszeiten der eBusspur wird die Geschwindigkeit im gesamten Abschnitt auf 60 km/h begrenzt. Die jeweilige zulässige Höchstgeschwindigkeit (SVV 2.30) wird mithilfe von LED-Signalen an den Masten 9, 10 und 11 angezeigt. Die signalisierte Geschwindigkeit gilt bis zum entsprechenden Ende-Signal (SVV 2.53, Wechselprismasignale) am Mast 9 resp. bis zum Ortseingang Fällanden.

Um allfällige Überholmanöver zu vermeiden, wird in Fahrtrichtung Fällanden der Einsatz des Vorschriftssignals «Überholen verboten» (SSV 2.44) empfohlen. Dieses LED-Signal (WS 12.3) soll am Mast 8 montiert werden. Am Ende der eBusspur wird am Mast 3 das signalisierte Überholverbot mit dem LED-Signal «Ende des Überholverbotes» (SSV 2.55) wieder aufgehoben.

Für die Buschauffeure muss ersichtlich sein, in welchem Bereich ein Fahrstreifenwechsel erlaubt ist. Den Anfang des Spurwechselbereichs sollen einerseits das Busblocksignal (B 62) und andererseits das Wechselsignal (WS 12.2) verdeutlichen (Mast 8). Am Ende des Spurwechselbereichs ist ein Signal mit der Aufschrift «Ende Spurwechsel» vorgesehen.

Am Anfang und am Ende der eBusspur sollen zudem Wechselprismasignale (WS 11.1, 12.1 und 12.2 an den Masten 3, 6 und 8) montiert werden, welche die eher unbekannte Busführung

verdeutlichen sollen. Zudem erklären diese auch die langen Rotzeiten, welche durch die langen Räumwege entstehen. Die Signale leuchten auf, sobald eine Busanmeldung vorliegt und der Verkehr auf der Gegenfahrbahn angehalten wird.

4.5.3 Markierung

In den Knotenzufahrten sind Haltebalken zu markieren. Zudem sind einige Anpassungen entlang der eBusspur vorzunehmen (u.a. gelbe Markierung vom Bereich des Spurwechsels).

Nach Rücksprache mit der Kapo sollen die beiden Fussgängerübergänge weiterhin nicht markiert werden.

4.6 Bauliche Massnahmen

4.6.1 Netzzuleitung

Im EW-Teil der LSA-Kabine wird ein separater Zähler eingebaut. Der Strom wird von den Gemeindewerke Fällanden bezogen. Während der Realisierung ist das Vorgehen mit dem zuständigen Elektrizitätswerk abzusprechen und der Verteilkasten zu bestimmen.

4.6.2 Kabelrohranlage

Entlang der eBusspur sowie bei den Zufahrten muss ein Elektrorohrtrasse mit Schächten gebaut werden. Dieses dient der Ansteuerung der Signalgeber und Detektoren sowie der Energieversorgung. Zwischen den Steuergeräten und den Signalmasten sind Kabelschutzrohre mit Durchmessern von 120 mm erforderlich. Im engeren Knotenbereich müssen zwei parallele Rohre verlegt werden. Vor den Signalmasten wird jeweils ein Kontrollschacht angeordnet.

Die Signale der Induktionsschleifen werden über Steuerkabel an das Steuergerät gemeldet. Die Verbindung zwischen Induktionsschleife und Schacht sollte nach Möglichkeit über ein Anschlussrohr für Detektoren (AD) führen. Die Schleifen müssen geordnet in den Schacht geführt werden, wo sie via Dose an das Kabel vom Steuergerät angeschlossen werden.

Im Zusammenhang mit dem BSA-Projekt in der Maurstrasse wird vom Tiefbauamt Kanton Zürich der Bau von separaten Rohren für die Lichtwellenleiter-Erschliessung gewünscht. Zwischen dem Steuergerät der neuen LSA 356 und den beiden Ausbauenden wird für die LWL-Erschliessung eine Leerrohranlage mit zwei Kabelschutzrohren DN120 realisiert. Beim Ausbauende wird ein Kg-Schacht platziert und die beiden Rohre münden darin. Die Zugschächte sind im Bereich des Gehwegs geplant. Zudem ist bei jedem Richtungswechsel im Rohrtrasse ein Kg-Schacht zu platzieren. Die dazu nötigen Rohrleitungen und Schächte werden durch den Tiefbau-Baumeister anhand der Richtlinie [3] erstellt.

Zwischen dem Kreisel Sternen und der Bushaltestelle Neuhaus sind grösstenteils bereits zwei Rohre vom TBA vorhanden, welche auch verwendet werden können. Auf der restlichen Strecke im Innerortsbereich können bestehende EW-Rohre mitbenutzt werden. Für den Zusammenschluss mit dem bestehenden LSA-Trassee beim Kreisel Sternen werden zwei neue Rohre erstellt.

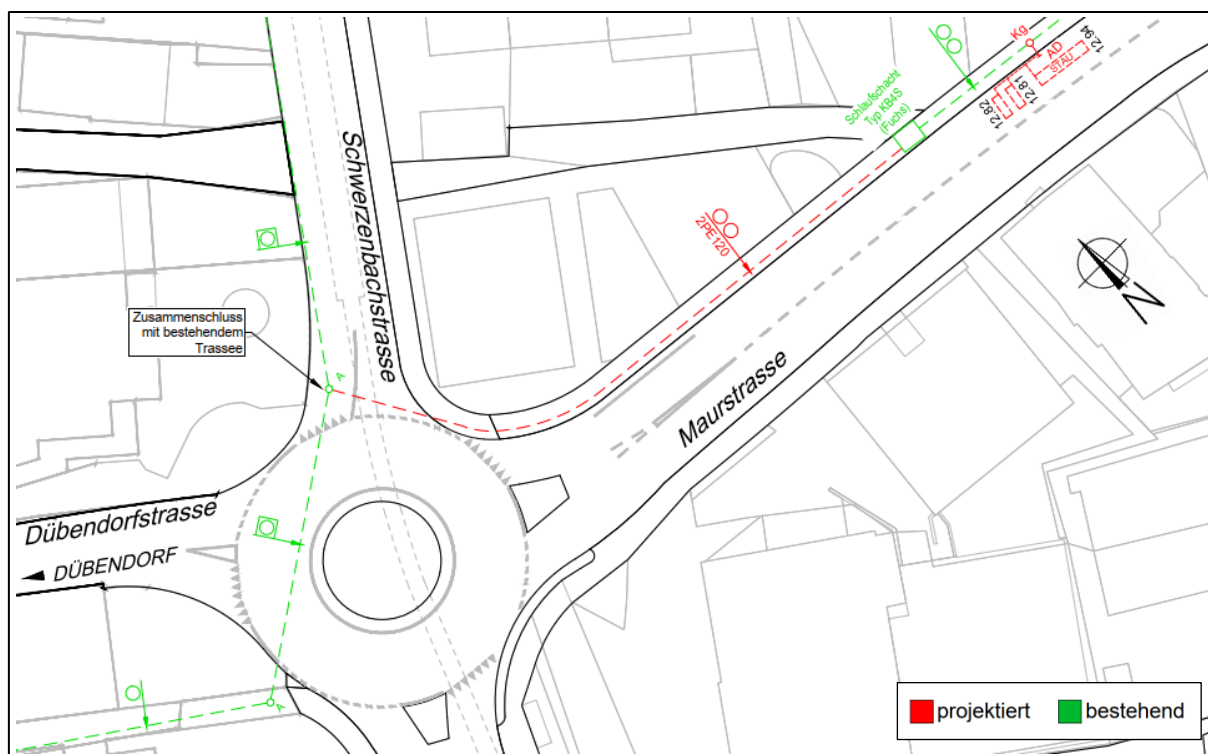


Abbildung 15: Ausschnitt aus LSA-Elektroplan vom Kreisel Sternen

4.6.3 Fundamente Stahlbau

Für die Winkelmasten, die Normalmasten und die Schranken sind Fundamente gemäss den Normalien des Kantons Zürich zu erstellen. Die Fundament-Typen sind dem Elektroplan im Anhang zu entnehmen. Die Spezialfundamente wurden von dsp Ingenieure + Planer AG berechnet. Gemäss der Dimensionierung der beiden Winkelmastfundamente durch die dsp Ingenieure + Planer AG werden Fundamente des Typs FW 240x240 benötigt. Das Riegelprofil beider Winkelmasten ist als RRW 300x200x12.5 und das Stützenprofil als RRW 300x300x12.5 auszuführen. Die Fundamente sind gemäss dem Normal 834-3 auszuführen. Aufgrund des schlechten Untergrundes sind gemäss den Abklärungen durch die dsp Ingenieure + Planer AG folgende Massnahmen zu treffen:

- Beurteilung von Untergrund
- Materialersatz unter Fundament

Die Fundamente müssen 10 bis 12 Wochen vor Inbetriebnahme der Lichtsignalanlage erstellt sein. Deren Standorte werden durch die Baufirma anhand des Elektroplanes abgesteckt und von der LSA-Bauleitung zusammen mit den Vertretern der Kapo und TBA abgenommen.

Wenn die Fundamente gebaut sind, wird Mass genommen für den Stahlbau der Winkelmasten und die Masten produziert. Nach dem Bau der Schächte und des Elektrotrassees werden für die Montage der Lichtsignalanlagen 14 Tage benötigt. Die Stahlmasten werden in die vorbereiteten Fundamente versetzt, ausgerichtet und anschliessend eingesandet und mit Beton abgeschlossen. Bei Masten, welche im Erdreich zu stehen kommen, wird eine Mörtelkappe als Abschluss eingebracht. Bei den übrigen Masten soll der Belag mit etwas Anzug nach oben direkt bis an die Masten gezogen werden. Die Mastabschlüsse bei den Masten müssen durch den Tiefbauer erstellt werden und müssen deshalb gegen Beschädigungen und Verschmutzungen durch den Tiefbauer geschützt werden.

Das Steuergerät wird auf ein Chromstahlfundament mit eingebautem Vorschacht montiert.

4.6.4 Landbeanspruchung / Landerwerb

Vor Baubeginn muss ein allfälliger Landerwerb oder die Landnutzung Dritter geregelt sein. Allenfalls ist ein Landerwerb resp. Dienstbarkeitsvertrag mit dem betroffenen Grundeigentümer notwendig.

5 Elektronische Busspur - Steuerung

5.1 Allgemein

Um eine Busbevorzugung zu realisieren, soll zwischen der Haltestelle Jugendherberge und dem Ortseingang Fällanden eine eBusspur erstellt werden. Statt im Stau hinter den Autos warten zu müssen, werden die Busse in Richtung Zürich auf einem bestimmten Abschnitt die Gegenfahrbahn benutzen und die Fahrzeugkolonne überholen dürfen. Dazu wird der motorisierte Individualverkehr in beide Fahrtrichtungen mit einer Lichtsignalanlage angehalten. Sobald die Fahrspur in Fahrtrichtung Maur frei von Fahrzeugen ist, darf der Bus in Fahrtrichtung Zürich auf die Gegenfahrbahn wechseln und die Fahrzeugkolonne überholen. Nach der Lichtsignalanlage schwenkt der Bus wieder auf die korrekte Strassenseite und kann ungehindert weiterfahren.

Das Ziel der eBusspur ist es einerseits den für den Bus behindernden Stau (ca. bis 350 m) ausserhalb des Siedlungsgebietes zu verlagern. Andererseits kann der Bus mit einer eBusspur vom Typ Contraflow auf der Gegenfahrbahn den verlagerten Stau überholen. Dies kann mit einer LSA-Steuerung erreicht werden, welche zum einen den Verkehr dosiert und gleichzeitig die eBusspur steuert (siehe Abbildung 16 oder Anhang).

Die Steuerung der eBusspur entspricht somit auf Basis der Entscheidungshilfe Busbevorzugungsanlagen [9] der Busbevorzugungskategorie 10 «Fahrt auf Gegenfahrbahn ermöglichen» und wird als LSA-Typ 5 «elektronische Busspur» in Kombination mit dem LSA-Typ 2 «Dosieranlage» für die Stauverlagerung geplant.

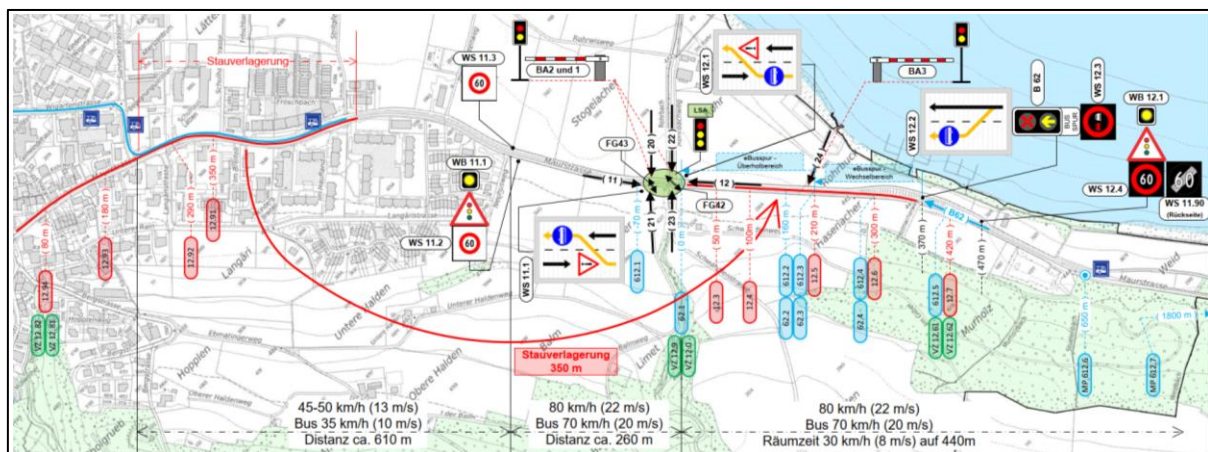


Abbildung 16: Übersicht eBusspur

Die LSA steuert zum Dosieren den Teilknotenbereich der FS 12, 22, 23 und FG 42. Dosierte wird dabei eigentlich nur der FS 12. Da die Einmünder Rohbachweg und Schwandlenstrasse in Konflikt zum FS 12 stehen, muss diese Querachse beim Dosieren mitgeregelt werden. Alle anderen Signalgeber der FS 11, 20, 21, FG 43 und FS 24 bleiben dunkel.

Bei Aktivierung der eBusspur werden darauffolgend sämtliche Signalgeber aller Fussgänger und Fahrstreifen angesteuert. Um die Gegenfahrbahn auf einer Länge von rund 370 m für den Bus freizuhalten, wird der Verkehr Richtung Maur auf dem FS 11 aufgehalten. Die Signalgeber aller Querachsen (FS 20, 21, 22, 23, 24 und FG 42 und 43) schalten auf Rot. Da die Sichtweiten nicht gegeben sind und entlang der Maurstrasse ein Radweg verläuft, werden die seeseitigen Zufahrten zusätzlich mittels Schranken gesperrt. Der FS 12 dosiert weiterhin und wird bei Busfreigabe (B 62) zum Überholen des Staus mittels Rot nachträglich gesperrt.

5.2 Zusätzliche Gefahren-, Vorschrifts- und Wechselsignale

5.2.1 Ankündigung Lichtsignal mit Warnblinker WB 12.1 und WB 11.1

Die Warnblinker (WB 12.1 und 11.1) oberhalb der Gefahrensignale «Lichtsignal» werden aktiviert, sobald die LSA vom Ruhezustand (Dunkel) in den Bereitschaftsbetrieb wechselt. Die Ansteuerung des WB 12.1 erfolgt vom LSA-Steuergerät aus über den Verteilkasten VK 1. Der WB 11.1 wird direkt vom LSA-Steuergerät angesteuert.

5.2.2 Wechselsignal WS 11.1 und WS 12.1 mit Information «Bus auf Gegenfahrbahn»

Bei den FS 11 und 12 werden die Autofahrer bei Rot zusätzlich mit einem Wechselsignal darauf aufmerksam gemacht, dass ein Bus auf der Gegenfahrbahn unterwegs ist.

Sobald der Verkehr in Fahrtrichtung Maur mit Rot zum Räumen der Überholspur für den Bus angehalten wird, schaltet das Wechselsignal (WS 11.1) ein. Die Anzeige des Wechselsignals beim FS 12 (WS 12.1) schaltet hingegen erst bei der Freigabe der eBusspur B 62 ein.

Nach der Busdurchfahrt und dessen Abmeldung schalten die beiden Wechselsignale zusammen mit der eBusspur wieder aus.

5.2.3 Wechselsignal WS 12.2 und Bussignal B 62 zur Information «Beginn Spurwechsel»

Mit dem Signal B 62 wird dem Busfahrer nach Ablauf der Räumzeit (Räumzeit aller feindlichen Fahrstreifen inkl. Schranken geschlossen und feindliche Signale auf Rot) der eBusspur die Freigabe für den Fahrstreifenwechsel auf die Gegenfahrbahn signalisiert. Zusätzlich signalisiert das Wechselsignal WS 12.2 gleichzeitig mit dem Bussignalgeber B 62 den Beginn der eBusspur. Das Ende des Spurwechselbereichs wird mit der Signaltafel «Ende Spurwechsel» rund 150 m später (resp. etwa 200 m vor dem HB des FS 12) signalisiert.

Wechselt der Bus auf die eBusspur und überfährt im Wechselbereich die Detektoren 62.4 und/oder 62.3, wird das Bussignal B 62 wieder abgeworfen und das WS 12.2 schaltet auf den Betriebszustand BZ 0. Die eBusspur bleibt mit der Kontrolllampe weiterhin aktiv.

Überfährt der Bus auf der Höhe der Signaltafel «Ende Spurwechsel» die Schleife 612.3 auf der Normalfahrbahn und nicht die Schleife 62.3, dann muss davon ausgegangen werden, dass der Bus auf dem normalen Fahrstreifen bleibt. Weil der Bus nicht auf die eBusspur wechselt, wird auch das Signal B 62 wieder abgeworfen, sowie das WS 12.2 schaltet auf den Betriebszustand BZ 0. Damit die Busse möglichst schnell auf der Normalfahrbahn weiterfahren können, muss einerseits die Busbevorzugung auf der Überholspur abgebrochen und andererseits die Dosierung unterbrochen werden. Daher wird die Sperrung resp. die Dosierung des FS 12 aufgehoben. Aus Sicherheitsgründen wird die «eBusspur-Phase» jedoch noch nicht komplett abgebrochen. Der FS 11 und alle Querachsen werden weiterhin gesperrt, bis der Bus die Schleife 612.2 überfahren hat. Danach wird die «eBusspur-Phase» komplett abgebrochen.

5.2.4 Vorschriftssignale

Die Vorschriftssignale «Überholen verboten» (WS 12.3), «Höchstgeschwindigkeit» (WS 12.4, 11.2 und 11.3) und «Ende der Höchstgeschwindigkeit» (WS 11.90) werden leuchten, wenn die LSA über die Zeitschaltuhr in den Bereitschaftsbetrieb wechselt, im Dosierbetrieb läuft oder wenn die eBusspur aktiv ist.

5.3 Bus-Kontrolllampe

Am Ende der eBusspur ist am LSA-Mast 1 eine Bus-Kontrolllampe montiert. Hierbei handelt es sich um einen 1-Kammer-Signalgeber (300 mm) mit weissem Licht. Das Aufleuchten dieser Kontrolllampe erlaubt dem Buschauffeur die Benutzung der eBusspur. Sollte die Lampe nicht aufleuchten oder aufgrund schlechter Sichtverhältnisse (z.B. Nebel) vom Mast 8 aus nicht erkennbar sein, dürfen die Linienbusse die Gegenfahrbahn nicht benützen.

Die rechnerische Freigabe der eBusspur ist darauf ausgelegt, dass der Verkehr in Richtung Maur (FS 11) die entsprechende Strecke vollständig geräumt hat. Hierbei wurde mit einer Räumgeschwindigkeit von 30 km/h (8 m/s) gerechnet, welche auch langsam fahrende Fahrzeuge wie Traktoren berücksichtigt. Bei noch langsameren Fahrzeugen ($v < 30$ km/h) kann während der Räumphase das Aufleuchten der Kontrolllampe nicht verhindert werden. Letztendlich ist jedoch nicht nur die aufleuchtende Kontrolllampe massgebend, sondern auch die visuelle Kontrolle des Buschauffeurs, der zweifelsfrei beurteilen muss, ob der Abschnitt der eBusspur frei von jeglichen Verkehrsteilnehmern ist. Ist dies nicht der Fall, so darf die eBusspur ohnehin nicht benutzt werden.

Die Bus-Kontrolllampe erlischt, sobald der Linienbus die Busschleife 62.1 am Ende der eBusspur überfährt und wieder zurück auf den regulären Fahrstreifen wechselt. Sollte der Bus die eBusspur nicht benützen, so schaltet die Kontrolllampe nach Ablauf einer definierten Zeit

automatisch ab (Zwangsabmeldung, siehe Kapitel 5.8.3). Wenn das Abschalten der Kontrolllampe über die Zwangsabmeldung erfolgt, wird dies mittels blinkender Lampe angezeigt.

5.4 Schranken BA1 – 3

Die drei seeseitigen Einmündungen auf die Maurstrasse werden neben den Signalgebern für die FS 20, 22 und 24 zusätzlich mit den Schranken BA 1 -3 gesichert. Die Masten 4, 5 und 7 werden in ausfahrende Richtung jeweils am rechten Rand, die Schrankenanlagen BA 1, BA 2 und BA 3 jeweils auf der linken Einmündungsseite aufgestellt. Oberhalb der Fz-Signalgeber werden Hinweistafeln mit dem Text «Busbevorzugung» angebracht. Die Schrankensteuerung der BA 3 wird über den VK2 mittels Feldbussystem an das LSA-Steuergerät angebunden. Die Schrankensteuerungen der BA 1 und BA 2 befinden sich direkt im LSA-Steuerschrank.

Die Schrankensteuerung sowie -überwachung soll weitestgehend analog der Spezifikation bei der Glattalbahn ausgeführt werden.

Befehle vom LSA-Steuergerät an die Schrankensteuerung

Die Schranken werden über eine Pseudosignalgruppe (SG 90) angesteuert, welche über die Zwischenzeitmatrix die Schliess- sowie Öffnungsbefehle zum Räumen des Konfliktbereiches verzögern kann. Einerseits verzögert das Räumen der SG 90 (Befehl «BA öffnen») das Einfahren der FS 20, 22 und 24 und andererseits verzögert das Räumen der FS 20, 22 und 24 das Einfahren der SG 90 (Befehl «BA schliessen»).

Befehl	Reaktion Schranke
BA öffnen	Schranke öffnet
BA schliessen	Schranke schliesst
beide Signale ein oder aus	gleiche Störungsbehandlung wie bei Störungsblinken -> Schranke unten oder oben = keine Reaktion -> Schranke am öffnen = Schranke öffnet normal weiter -> Schranke am schliessen = Vorgang für 5 s stoppen und an schliessend öffnen

Rückmeldungen von der Schrankensteuerung an das LSA-Steuergerät

Rückmeldung	Reaktion LSA-Steuergerät
oben steht an	Es werden beide Endschalter der Schranke überwacht. Sobald einer der beiden ansteht, wird der Strassenverkehr freigegeben. Wenn nur ein Endschalter ansteht, wird eine Störung «Schranken-Störung unwichtig» gesetzt und die Störung mit Schranken-Nr. im Logbuch eingetragen.

oben fehlt	Wenn beide Endschalter keine Rückmeldung «oben» melden, wird die Lichtsignalanlage nach 30 s (bei Realisierung noch genauer zu definieren) auf Störungsblinker geschaltet. Es wird ein Alarm «Schranken-Alarm wichtig» gesetzt und die Störung wird mit der Schranken-Nummer im Logbuch eingetragen.
unten steht an	Es werden beide Endschalter der Schranken überwacht. Die eBusspur wird erst freigegeben, wenn beide Rückmeldungen anstehen.
unten fehlt	Wenn nicht beide Rückmeldungen anstehen, wird die eBusspur nicht freigegeben, alle ÖV-Blöcke werden gelöscht und die LSA wechselt auf Störungsblinker. Es wird eine Störung «Schranken-Störung unwichtig» gesetzt und die Störung wird mit der Schranken-Nr. im Logbuch eingetragen. Der Bus kann die eBusspur nicht benutzen.

Störungsblinker

Beim Ausfall der Lichtsignalanlage wird ein Alarm «Schranken-Alarm wichtig» gesetzt und die Schranken werden wie unten beschrieben angesteuert. Dies muss auch bei Totalausfall der LSA-Steuerung gewährleistet sein:

- Schranke oben = Schranken bleiben oben
- Schranke am Schliessen = für 5 s (bei Realisierung noch genauer zu definieren) stoppen und anschliessend öffnen (Grund: Haftungsfrage bei einer schliessenden oder einer geschlossenen Schranke muss ein Rot oder Wechsel-Blinker anstehen)
- Schranke geschlossen = die Schrankenöffnung wird für 60 s (bei Realisierung noch genauer zu definieren) verzögert
(Grund: Dem Bus, welcher bereits eine Freigabe erhalten hatte oder bereits auf der Überholspur fährt, wird ermöglicht die eBusspur zu Räumen.)
- Schranke am Öffnen = Schranke öffnet normal weiter
- Sobald die Störung abfällt, werden die Öffnen- / Schliess-Befehle wieder berücksichtigt und die Schranken werden wieder angesteuert.

Raumüberwachung

Die Raumüberwachung wird mittels Induktionsschleife im Boden realisiert. Für die Fussgänger und die Velofahrer ist ein Gong zur Warnung der Schrankenschliessung vorgesehen. Mit der Raumüberwachung wird der Schliessbefehl der Schranken zurückgehalten. Die LSA schaltet alle zur eBusspur feindlichen Signalgeber auf Rot und die eBusspur wird nicht freigegeben (analog zur fehlenden Rückmeldung «Schranken-Unten»).

Die Raumüberwachung wird nicht mehr berücksichtigt, wenn die Schranken den Schliessbefehl erhalten haben.

Da der Schliessbefehl der Schranken zurückgehalten wird, gibt es keine Störungsmeldung der Laufzeitüberwachung. Analog zur Bahn-Schrankenüberwachung (GTB) wird in der Software eine zusätzliche «Detektorüberwachungs-Klasse Wichtige Detektorstörung Prio 1» oder allenfalls eine neue Klasse (Detektorüberwachung eBusspur) mit Prio 2 realisiert, so dass es anstelle von vier neu fünf (bei einer neuen Klasse sechs) Überwachungsklassen gibt. Schleifen der Raumüberwachung können so mit Prio 1 über die OZS-Schnittstelle auf dem Verkehrsrechner detektiert werden (bei Realisierung sind die Störungsklassen noch genauer zu definieren).

Allgemein

- Es müssen alle Ein-/ Ausgänge und Befehle (z.B. alle Endschalter und Befehle öffnen/schliessen für jede Schranke einzeln / Rohdetektorsignale mit An-/Abmeldeschleifen eBusspur und Raumüberwachung / Gong usw.) im HEX-Signalplan der LSA-Aufzeichnung protokolliert und ausgegeben werden.
- Zeitliche Überwachung der Endschalterstellungen je Schrankengruppe mit Störung «Schranken-Störung unwichtig» und Logbucheintrag «Schranken-Differenzzeitüberschreitung» mit Schranken-Nummer sobald diese um 5 s von den anderen Schranken abweicht.
- Abschalten der Motoren, sobald die Endstellung erreicht ist oder diese nicht innerhalb von 30 s erreicht wurde. Beim Wechsel der Richtung werden alle Motoren wieder angesteuert.
- Wenn bei laufendem Motor die Richtung wechselt, muss - zum Schutz des Getriebes -, eine Verzögerung zwischen den Steuerbefehlen öffnen <-> schliessen von mindestens 5 s eingehalten werden.
- Sammelstörung pro Schranke von Schranken-SPS an LSA-Steuerung und Weitermeldung als Sammelmeldung an GR mit Störung «Schranken-Störung unwichtig» und Logbucheintrag «Störung von Schranken-SPS» mit Schranken-Nr. Folgende Störungen lösen die Störung von Schranken-SPS an LSA-Steuerung aus und müssen vor Ort an der Schranken-SPS ausgelesen werden:
- Für das frühzeitige Erfassen von Motor-/ Getriebeproblemen wird die Leistungsaufnahme der Schranken-Motoren überwacht und bei Überschreitung der Leistungsaufnahme um mehr als 5 % vom Sollwert wird eine Störung abgesetzt.
- Motorenlaufzeit von 30 s wird überschritten.
- Umschaltung der Befehle schliessen <-> öffnen erfolgt zu schnell (mindestens 5 s zwischen den Befehlen).

Die OZS-Liste wird mit den Meldungen «Schranken-Alarm wichtig» und «Schranken-Störung unwichtig» ergänzt. Diese müssen manuell zurückgesetzt werden. Im LSA-Logbuch wird jedoch sowohl der Beginn als auch der Abfall der Störung protokolliert.

5.5 Gong

Die Fussgänger und Velofahrer werden mittels Gongs G1-3 an den Signalmasten 4, 5 und 7 vor dem Schliessen der Schranken gewarnt. Insbesondere können so auch die sich der Querungsstelle annähernden Fussgänger und Velofahrer frühzeitig auf die bevorstehende Sperrung und Signalisationsänderung aufmerksam gemacht werden. Damit entfällt eine störungsanfällige Raumüberwachung mittels Radar oder Laser für Fussgänger.

Die Ansteuerung des Gongs startet mit Beginn der Räumzeit.

5.6 Betriebszustände

Die LSA läuft im autonomen Betrieb, da sie auf lokale und Schaltuhrgesteuerte Ereignisse ihre lokalen Betriebszustände selber ändern muss.

Da der Rückstau in der Maurstrasse insbesondere während der Morgenspitze auftritt, soll die Anlage lediglich am Morgen zwischen 06.00 und 10.00 Uhr in Bereitschaft («Gelbblinken») sein. Die restlichen rund 20 Stunden, in denen das Verkehrsaufkommen bewältigt werden kann, soll die Anlage in den Ruhezustand «Dunkel» schalten.

Es sind auf Basis [9] die vier Betriebszustände «Ruhezustand», «Bereitschaft», «Dosierung», «eBusspur» und «Störungsblinken» vorgesehen. Die möglichen Wechsel zwischen diesen Betriebszuständen sind in Abbildung 17 dargestellt. Demzufolge kann die «eBusspur» nur bei aktiver Stauverlagerung aus dem Betrieb «Dosieren» eingeschaltet werden.

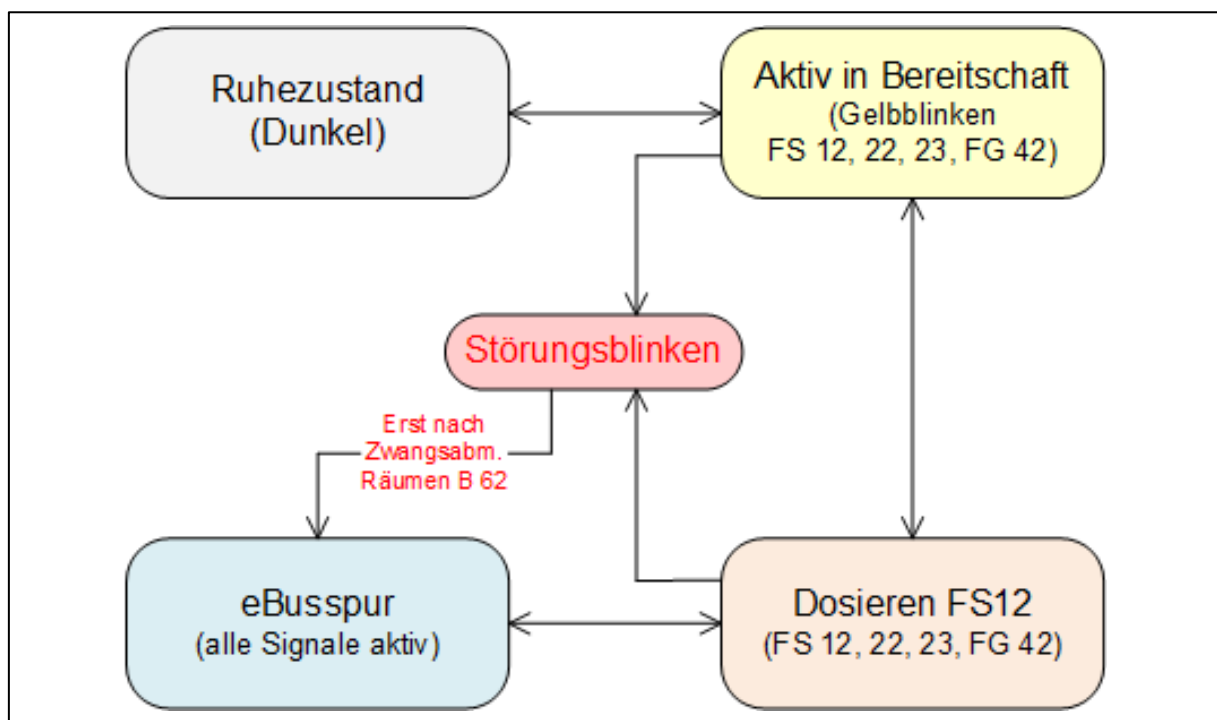


Abbildung 17: Darstellung Betriebszustände

5.6.1 Ruhezustand (Dunkel)

Alle Signalgeber, LED-Signale und WS sind im Zustand Dunkel resp. haben den Betriebszustand «BZ 0».

- | | |
|---------------------------|--|
| • FS 11 | dunkel |
| • FS 20 / 21 / 24 / FG 43 | dunkel |
| • FS 12 | dunkel |
| • FS 22 / 23 / FG 42 | dunkel |
| • B 62 | dunkel |
| • Bus-Kontrolllampe | dunkel |
| • Schranke BA 1 - 3 | geöffnet |
| • Warnblinker WB 11.1 | dunkel |
| • Warnblinker WB 12.1 | dunkel |
| • WS 11.1 | BZ 0 (grau) |
| • WS 11.2 und WS 11.3 | BZ 0 (Ende Höchstgeschwindigkeit generell 50 km/h) |
| • WS 12.1 und WS 12.2 | BZ 0 (grau) |
| • WS 12.3 | BZ 0 (grau) |
| • WS 11.90 | BZ 0 (grau) |

5.6.2 Aktiv in Bereitschaft

Die LSA ist aktiv in Bereitschaft und kann jederzeit in den Dosierbetrieb schalten. Die für die Dosierung benötigten Signalgeber FS 12, 22, 23 und FG 42 schalten auf «Gelbblinken».

- | | |
|-----------------------------|---|
| • FS 11 | dunkel |
| • FS 20 / 21 / 24 / FG 43 | dunkel |
| • FS 12 | gelbblinken |
| • FS 22 / 23 / FG 42 | gelbblinken |
| • B 62 | dunkel |
| • Bus-Kontrolllampe | dunkel |
| • Schranke BA 1 - 3 | geöffnet |
| • Warnblinker WB 11.1 | blinken |
| • Warnblinker WB 12.1 | blinken |
| • WS 11.1 | BZ 0 (grau) |
| • WS 12.1 und WS 12.2 | BZ 0 (grau) |
| • WS 11.2, 11.3 und WS 12.3 | BZ 1 (Höchstgeschwindigkeit 60 km/h) |
| • WS 11.90 | BZ 1 (Ende Höchstgeschwindigkeit 60 km/h) |

5.6.3 Dosieren FS 12

Die LSA ist aktiv im Dosierbetrieb und der FS 12 wird dosiert, wobei die FS 22, 23 und der FG 42 auf der Querachse entsprechend mitgeregelt werden.

- FS 11 dunkel
- FS 20 / 21 / 24 / FG 43 dunkel
- FS 12 Dosieren
- FS 22 / 23 / FG 42 Dosieren
- B 62 dunkel
- Bus-Kontrolllampe dunkel
- Schranke BA 1 - 3 geöffnet
- Warnblinker WB 11.1 blinken
- Warnblinker WB 12.1 blinken
- WS 11.1 BZ 0 (grau)
- WS 12.1 und WS 12.2 BZ 0 (grau)
- WS 11.2, 11.3 und WS 12.3 BZ 1 (Höchstgeschwindigkeit 60 km/h)
- WS 11.90 BZ 1 (Ende Höchstgeschwindigkeit 60 km/h)

5.6.4 eBusspur

Die eBusspur ist aktiv. FS 12 kann weiterhin dosieren, bis der Bus auf die Gegenfahrbahn wechselt.

- FS 11 Rot
- FS 20 / 21 / 24 / FG 43 Rot
- FS 12 Dosieren oder Rot
- FS 22 / 23 / FG 42 Dosieren oder Rot
- B 62 Freigabe eBusspur
- Bus-Kontrolllampe Freigabe «weiss»
- Schranke BA 1 - 3 geschlossen
- Warnblinker WB 11.1 blinken
- Warnblinker WB 12.1 blinken
- WS 11.1 BZ 1 (Bus auf eBusspur)
- WS 12.1 und WS 12.2 BZ 1 (Bus auf eBusspur)
- WS 11.2, 11.3 und WS 12.3 BZ 1 (Höchstgeschwindigkeit 60 km/h)
- WS 11.90 BZ 1 (Ende Höchstgeschwindigkeit 60 km/h)

5.6.5 Blinken oder Störungsblinken

Die LSA ist mit Handsteuerung, ab Befehl Verkehrsrechner oder auf Grund einer Störung auf Blinkbetrieb. Die Signalgeber FS 12, 22, 23 und FG 42 schalten auf «Gelbblinken».

- | | |
|---------------------------|--|
| • FS 11 | dunkel |
| • FS 20 / 21 / 24 / FG 43 | dunkel |
| • FS 12 | gelbblinken |
| • FS 22 / 23 / FG 42 | gelbblinken |
| • B 62 | dunkel |
| • Bus-Kontrolllampe | dunkel |
| • Schranke BA 1 - 3 | geöffnet |
| • Warnblinker WB 11.1 | dunkel |
| • Warnblinker WB 12.1 | dunkel |
| • WS 11.1 | BZ 0 (grau) |
| • WS 11.2 und WS 11.3 | BZ 0 (Ende Höchstgeschwindigkeit generell 50 km/h) |
| • WS 12.1 und WS 12.2 | BZ 0 (grau) |
| • WS 12.3 | BZ 0 (grau) |
| • WS 11.90 | BZ 0 (grau) |

5.6.6 Betriebszustandswechsel und Bildübergänge

Die Betriebszustandswechsel werden in der Einleitung des Kapitels 5.6 beschrieben.

Ruhezustand (Dunkel) -> Bereitschaft

- FS 12, 22, 23, FG 42 von Dunkel über 3 s GeBL auf GeBL
- FS 11, 20, 21, 24 und FG 43 bleiben dunkel

Bereitschaft (GeBL FS 12, 22, 23 und FG 42) -> Dosieren

- FS 12, 22, 23, FG 42 von GeBL über 5 s Gelb auf 5 s Rot - Dosieren
- FS 11, 20, 21, 24 und FG 43 bleiben dunkel

Dosieren (FS 12, 22, 23 und FG 42) -> eBusspur

- | | |
|---------------------------|--|
| • FS 22, 23, FG 42 | Schalten von Freigabe über 3 s Gelb auf Rot oder bleiben auf Rot |
| • FS 12 | je nach Stausituation weiter Dosieren oder auch über 5 s Gelb auf Rot |
| • FS 20, 21, 24 und FG 43 | von Dunkel über 3 s GeBL – 3 s Gelb auf Rot |
| • Schranken BA 1-3 | schliessen nach einer Sperrzeit (Schliessbefehl SG 90 nach 3 s Gelb und 5 s Rot) |
| • FS 11 | von Dunkel über 5 s GeBL – 5 s Gelb auf Rot |

eBusspur -> Dosieren (FS 12, 22, 23 und FG 42)

- Schranken BA 1-3 Schranke öffnen (Sperren SG 90)
- FS 22, 23, FG 42 Dosieren (nach Räumzeit und Schranke SG 90 offen)
- FS 12 Dosieren (nach Räumzeit und Schranke SG 90 offen)
- FS 20, 21, 24 und FG 43 von Rot direkt auf Dunkel (nach Räumzeit und Schranke SG 90 offen)
- FS 11 von Rot direkt auf Dunkel (nach Räumzeit und Schranke SG 90 offen)

Dosieren -> Bereitschaft (GeBL FS 12, 22, 23 und FG 42)

- FS 12, 22, 23, FG 42 von Dosieren über 5 s alles Rot auf 5 s Dunkel – GeBL (Dies ist ein Spezialfall. Auf Grund der unmittelbar zum HB des FS 12 liegenden Querachse, muss diese beim Dosieren mitgesteuert werden. Deshalb können nicht wie üblich bei Dosieranlagen die unteren Lampen im Bereitschaftsbetrieb blinken, ansonsten wäre die Querachse in Konflikt zur Hauptachse.)
- FS 11, 20, 21, 24 und FG 43 bleiben dunkel

Bereitschaft (GeBL FS 12, 22, 23 und FG 42) -> Ruhezustand (Dunkel)

- FS 12, 22, 23, FG 42 von GeBL auf Dunkel
- FS 11, 20, 21, 24 und FG 43 bleiben dunkel

Störungsblinken

- Der Ausfall als Folge einer Störung erfolgt über 5 s Dunkel auf Gelbblinken (siehe Kapitel 5.7).

Wechsel auf die Betriebsart Blinken:

Ausschalten der LSA über Handsteuerung / GR-Befehl / Schaltuhr nur möglich, wenn kein Bus angemeldet ist. Über das Blindschema / Serviceblinken kann immer ausgeschaltet werden.

Der Bus kann die LSA bei Betriebsblinken nicht über Handsteuerung / GR-Befehl / Schaltuhr einschalten.

Anlagen, welche in der Grundstellung in der unteren Kammer gelbblinken, werden bei Betriebs- und Störungsblinken auf Dunkel geschaltet. Bei der Realisierung ist noch zu definieren, ob die LSA bei Betriebs- und Störungsblinken auf Dunkel oder auf Blinken schaltet.

5.6.7 Handsteuerung

Handsteuerbilder gibt es keine.

Die Anforderung einer eBusspur wird mit einer blauen Lampe in der Handsteuerung angezeigt.

Die HS kann erst auf Blinken schalten, wenn die aktuell laufende eBusspur nicht mehr aktiv ist.

Bei Blinken Handsteuerung kann die Anforderung eBuspur die Anlage nicht einschalten.

5.7 Störungsverhalten

Bei aktiver eBusspur (Bus ist bereits auf der Gegenfahrbahn unterwegs) und einem Lampenausfall in Konflikt zur eBusspur erlischt die Buskontrolllampe sofort, damit der Buschauffeur weiss, dass etwas mit der LSA nicht mehr stimmt und er besonders vorsichtig fahren soll. Nach Auftreten dieser Störung und der um die Räumzeit (55 s) verzögerten Zwangsabmeldung, schaltet die gesamte LSA über 5 s «Dunkel» auf Störungsblinken resp. («Dunkel»).

Bei einer Signalsicherungsstörung (z.B. Fehlspannung) geht die LSA sofort auf Störungsblinken resp. in den Zustand «Dunkel».

5.8 Allgemeiner Funktionsablauf

5.8.1 Betriebsablauf für Dosierung

Szenario 1 - Rückstau bis zur Wigartenstrasse

Ist kein Rückstau vorhanden resp. erreicht der Rückstau die zweite Stauschleife 12.93 bei der Wigartenstrasse noch nicht, so ist die Dosieranlage inaktiv oder sie wird wieder über eine definierte Abmeldeverzögerung in den Bereitschaftsbetrieb geschaltet.

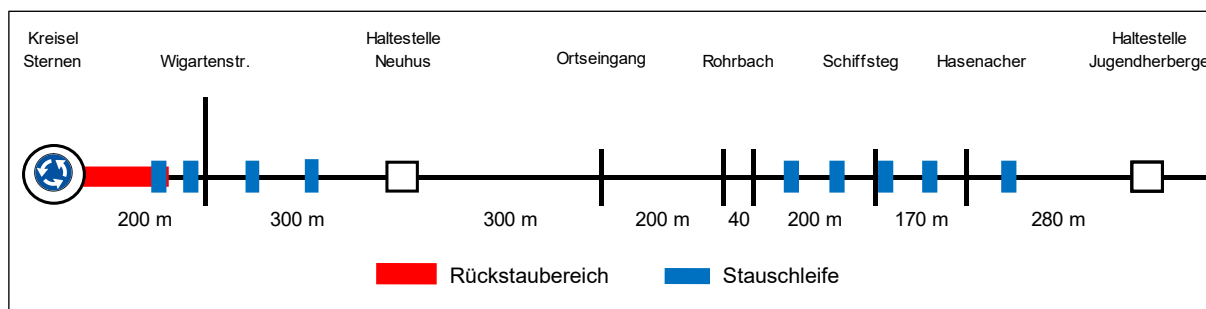


Abbildung 18: schematische Darstellung der Stauschleifen in Fahrtrichtung Fällanden, Szenario 1

Szenario 2 - Rückstau über Wigartenstrasse hinaus

Am Kreisel Sternen werden pro Minute 7 bis 8 Fahrzeuge verarbeitet. Um die Staulänge konstant zu halten, dürfen folglich nicht mehr Fahrzeuge zufließen wie abfließen können. Sobald die zweite Stauschleife 12.93 bei der Wigartenstrasse anspricht, schaltet die Lichtsignalanlage am Ende der eBusspur an und beginnt den Zufluss zu dosieren. Es werden nur noch rund so viele Fahrzeuge ins System gelassen, wie der Kreisel Sternen verarbeiten kann. Wächst der Rückstau trotz Dosierung weiter an und es spricht die nächste Stauschleife 12.92 an, wird die Rotzeit verlängert, so dass noch weniger Fahrzeuge in Richtung Kreisel fahren können. Baut sich der Rückstau wieder ab, wird die Dosierung reduziert. Meldet gar keine Stauschleife mehr Stau, wird die Dosierung nach Ablauf einer definierten Abmeldeverzögerung in den Bereitschaftsbetrieb geschaltet.

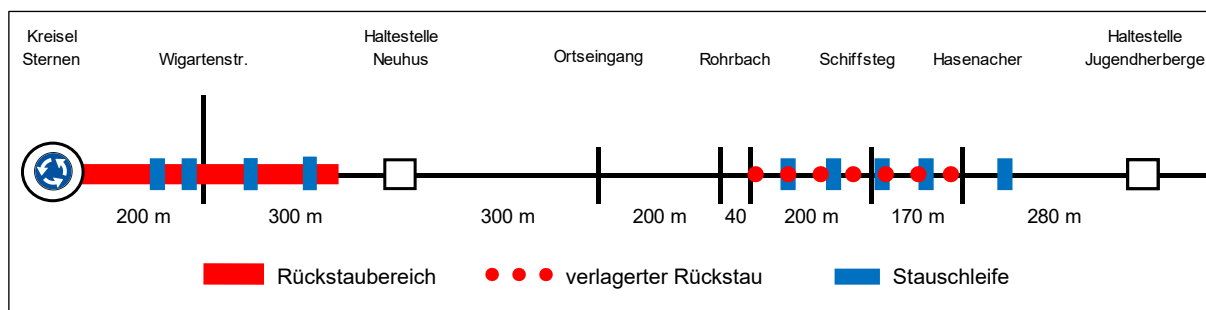


Abbildung 19: schematische Darstellung der Stauschleifen in Fahrtrichtung Fällanden, Szenario 2

Wächst der Rückstau jedoch trotz Dosierung weiter an, wird die Dosierung verschärft. Spricht hingegen die zweitletzte Stauschleife 12.6 im Bereich der Busspur an, muss die Dosierung

reduziert, resp. bei der letzten Stauschleife 12.7 ganz ausgesetzt werden. Ansonsten würde die eBusspur überstaut werden und ein Bus bleibt im Stau vor der eBusspur stecken und kann nicht in die eBusspur einfahren.

In der nachfolgenden Abbildung 20 sind mögliche Dosierfunktionen dargestellt. Die genauen Zeiten müssen bei der Realisierung definiert und vor Ort optimiert werden.

Stufe - Dosierung	Dossierung Maurstrasse FS 11			
	Stufe 0	Stufe 1	Stufe 2	Stufe 3
Umlaufzeit	-	60 s	60 s	60 s
Freigabe (GeBL)	-	10 s	8 s	6 s
Gelbzeit	-	5 s	5 s	5 s
Rotzeit inkl. Rot-Gelb	-	45 s	47 s	49 s
Anzahl PWE/min	8.3 PWE/min	7.5 PWE/min	6.5 PWE/min	5.5 PWE/min
Anzahl PWE/h	500 PWE/h	450 PWE/h	390 PWE/h	330 PWE/h
Dosierung	0 PWE/h	50 PWE/h	110 PWE/h	170 PWE/h
PW Abstand	10 m	10 m	10 m	10 m
Stau-Aufbau		8 m/min	18 m/min	28 m/min

Abbildung 20: Dosierstufen und Staufbau im Stauraum

Um Konflikte zu vermeiden und den Verkehrsfluss bei «Grün» zu gewährleisten, erhalten die Fahrzeuge (FS 22 und 23) und die Fussgänger (FG 42) aus den beiden Nebenachsen (Rohrbachweg und Schwandlenstrasse) Rot, wenn die Fahrzeuge auf der Maurstrasse (FS 12) fahren dürfen. Während der Rotzeit in der Maurstrasse erhalten hingegen die beiden Nebenachsen sowie die Fussgänger ihre Freigabezeit (Gelbblinken).

Dosierungslogik

In der Abbildung 21 ist das Konzept für die Dosierungslogik abgebildet, welches dann bei der Realisierung noch im Detail ausgearbeitet werden muss.

Ergänzend werden mit den Zählschleifen 12.81 und 12.82 die in den Kreisel abfliessenden Fahrzeuge im 3-Minutenintervall ermittelt und auf $HR1 = Fz/min$ ($Fz/Dosier-Umlauf$) hochgerechnet.

Mit den Zählschleifen VZ 12.0 und 12.9 kann der Abfluss aus der Stauverlagerung gemessen (3-Minutenintervall und auf $HR2 = Fz/min$ hochgerechnet) und somit die Dosierung geprüft werden.

Mit den Schleifen 12.62 und 12.61 wird der Zufluss in den Stauraum gemessen (3-Minutenintervall und auf $HR3 = Fz/min$ hochgerechnet).

Auf dieser Basis lässt sich die Differenz des Zuflusses ($HR3$) in den Stauraum zum Abfluss ($HR2$) berechnen und erhält somit die Anzahl Fahrzeuge im Stauraum. Mit diesem Wert lässt sich eine wahrscheinliche Staulänge ($Staulänge = (HR3 - HR2) \times 10 \text{ m}$) ableiten, welche mittels Plausibilisierung der Dosierung mit den Stauschleifen in der Logik zusätzlich zur Wahl der Dosierstufen verwendet werden kann.

FS 11 - Dosier-Logik Maur -> Kreisel Fällanden																		
Dosier- Logik	Dosier- Funktion	Anzahl PWE/min	Busanmeldung					Stauraum vor Kreisel				Stauraum eBusspur						Stau HR3-HR2 [Fz]
			vor eBusspur [m]	v [km/h]	Reise Zeit [s]	12.94 bei 80 m	12.93 bei 180 m	12.92 bei 290 m	12.91 bei 350 m	12.3 bei 50 m	12.4 bei 100 m	12.5 bei 210 m	12.6 bei 300 m	12.7 bei 420 m	12.8 Res.			
																	NOR	
1	0	-	-	kein eBus 62	-	-	-	x										
2	1	7.5	-	kein eBus 62	-	-	-	x	x								>30	
3	2	6.5	-	kein eBus 62	-	-	-	x						NOR	NOR	NOR	>21	
4	3	5.5	-	kein eBus 62	-	-	-	x						NOR	NOR	NOR	>21	
5	3	5.5	612.7	Anm eBus 62	1380 m	70 km/h	69 s										>21	
6	3	5.5	612.6	Anm eBus 62	230 m	70 km/h	12 s										>30	
7	3	5.5	612.5	Anm eBus 62	0 m	70 km/h	0 s										>30	
8	3	5.5	62.4-2	eBus 62	420 m	60 km/h	21 s								NOR	NOR	>30	
9	0	-	612.1	Abm kein eBus 62	70 m	60 km/h	4 s											
10	0	-	612.7-5	keine Dosierung	-	-	-											
11	0	-	612.4-1	keine Dosierung	-	-	-											
12			-	-	-	-	-											

Abbildung 21: Konzept für Dosierlogik

5.8.2 Betriebsablauf für Busbevorzugung

Räumzeit und Busanmeldung

Die für die eBusspur zu räumende Strecke misst ca. 440 m. Für die Räumzeit (t_r) des Richtung Maur fahrenden Verkehrs wurde im Bereich der eBusspur eine Räumgeschwindigkeit $v_r = 30 \text{ km/h}$ ($\approx 8 \text{ m/s}$) angenommen. Damit wird auch ein langsames Fahrzeug (z.B. Traktor) berücksichtigt, welches den Bereich der eBusspur räumen muss. Die Räumzeit beträgt in diesem Fall rund 55 Sekunden.

Damit der Verkehr in Richtung Maur angehalten werden kann, müssen die Signalgeber des FS 11, sowie alle anderen Signalgeber auf der Querachse auf Rot geschaltet werden. Da der Signalgeber des FS 11 im Betriebszustand «Dosieren» auf Dunkel ist, muss zur Räumzeit zusätzlich 3 Sekunden Gelbblinken und 5 Sekunden stehendes Gelb vor Rot hinzugerechnet werden. Somit hat die Anmeldung eines Busses bereits 63 Sekunden vor der Einfahrt in die eBusspur zu erfolgen. Bei einer mittleren Zufahrtsgeschwindigkeit der Busse von ca. 70 km/h ($\approx 20 \text{ m/s}$) muss die Busanmeldung mindestens 1'260 m vor dem Beginn der eBusspur liegen. Mit einer Länge der eBusspur ab HB des FS 12 von rund 370 m plus den 1'260 m kommt man auf rund 1'630 m. Die geplante Busanmeldung 612.7 wird auf Grund der grossen Distanz als RBL Meldepunkt ausgeführt und mit etwas Reserve auf 1'800 m vor dem HB des FS 12 und 1'430 m vor dem Signalgeber B 62 eingeplant (Abbildung 16).

Da auf der Strecke zwischen der ersten Busanmeldung 612.7 und dem Beginn der eBusspur bei B 62 die Haltestelle Jugendherbe liegt, wird nach dieser Bushaltestelle auf der Höhe 650 m zusätzlich die Busanmeldung 612.6 als RBL Meldepunkt geplant.

Szenario 1 - Dosieranlage inaktiv

Meldet sich ein Bus an, wenn die Dosierung nicht aktiv ist, so schaltet auch die elektronische Busbevorzugungsanlage nicht ein. Die Busse fahren in diesem Fall wie gewohnt auf ihrem Fahrstreifen in Richtung Fällanden.

Szenario 2 - Dosieranlage aktiv - volle eBusspur (Rückstau < 300 m, kein Stau 12.6)

Das Einschaltkriterium wird aus kein Stau 12.6 und Staulänge im Überholbereich < 300 m (HR3-HR2 < 30 Fz) definiert und kann entsprechend justiert werden.

Für dieses Szenario findet man im Anhang ein Zeit-Weg-Diagramm. Meldet sich während der Dosierung ein Bus mit 612.7 oder 612.6 an, wird die stärkste Dosierstufe beim FS 12 eingeleitet. Der Gegenverkehr (Fahrzeuge aus Richtung Fällanden) FS 11, sowie alle Querachsen inkl. die Fussgänger erhalten mit den entsprechenden Bildübergangszeiten (siehe Kapitel 5.6.6) Rot und bei den Schranken der seeseitigen Einmündungen ertönt der Gong. Nach einer Räumzeit (min. 3 s Gelb und 5 s Rot) der Schranken-Bereiche schliessen die Schranken. Mit der zweiten Busanmeldung 612.6 (nach der Haltestelle Jugendherberge) wird verifiziert, dass der Bus unterwegs ist (siehe Zwangsabmeldung Kapitel 5.8.3).

Sobald die Räumzeit (55 s) abgelaufen ist, zeigt der Bus-Signalgeber B 62 am Anfang der eBusspur an, dass die Gegenfahrbahn frei ist und das WS 12.2 schaltet auf BZ 1 und zeigt den Spurwechsel eBusspur an. Zusätzlich wird am Ende der eBusspur die Kontrolllampe an Mast 1 eingeschaltet. Wenn der Bus auf der Gegenfahrbahn ist und sich dort innerhalb des Wechselbereiches bei 62.4 oder 62.3 anmeldet, wird die Dosierung am FS 12 unterbrochen und die Fahrzeuge aus Richtung Maur erhalten «Dauerrot». Sobald der Bus die Lichtsignalanlage bei 62.1 sowie 612.1 passiert hat und wieder auf dem normalen Fahrstreifen ist, öffnen die Schranken und nach einer Sperrzeit für die Schrankenöffnung schaltet die LSA wieder in den «Dosierbetrieb». Frühestens dann können die Fahrzeuge wieder normal Richtung Maur und die Fahrzeuge in Fahrtrichtung Fällanden werden entsprechend der Stausituation weiterhin dosiert. In der folgenden Tabelle 1 sind die einzelnen Aktionen auf dem Zeit-Weg-Diagramm bei überfahrt oder auslösen der entsprechenden Schleifen/Sensoren beschrieben.

Distanz ab HB 12	Schleife / Sensor	Aktor / Aktion
1'800 m	Bus 612.7	<ul style="list-style-type: none"> • Anmeldung Bus • FS 11 schaltet von Dunkel über 3 s Gelbblinken und 5 s stehendes Gelb auf Rot • FS 20, 21, 24 und FG 43 schalten von Dunkel über 3 s Gelbblinken und 3 s stehendes Gelb auf Rot • FS 22, 23 und FG 42 schalten vom Dosieren auf Rot • Gong «ein» signalisiert das Schliessen der Schranken • Schranken BA 1-3 schliessen nach einer Sperrzeit (Schliessbefehl SG 90 nach 3 s Gelb und 5 s Rot) zum Räumen und sofern die Raumüberwachung (Schleifen 20.0, 22.0 und 24.0) frei ist • FS 12 dosiert weiter • WS 11.1 schaltet auf BZ 1
650 m	Bus 612.6	<ul style="list-style-type: none"> • Busanmeldung aus Haltestelle Jugendherberge und Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung)
ca. 470 m	Räumzeit abgelaufen (55 s)	<ul style="list-style-type: none"> • Freigabe eBusspur • B 62 schaltet auf Freigabe • WS 12.1 und WS 12.2 schalten auf BZ 1 • Bus-Kontrolllampe schaltet ein
420 m	Bus 612.5	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung)

300 m	Bus 612.4 oder 62.4	<ul style="list-style-type: none"> • Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung) • FS 12 schaltet auf Rot bei der Überfahrt der Schleife 62.4 auf der Überholspur • Signal B 62 schaltet gesperrt • WS 12.2 schaltet auf BZ 0
210 m	Bus 612.3 oder 62.3	<ul style="list-style-type: none"> • Wird 62.3 überfahren, dann bleibt die eBusspur aktiv und die Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung) ist aktiv. FS 12 schaltet auf Rot, wenn nicht bereits bei Überfahrt 62.4. • Wird 612.3 überfahren, dann wird die eBusspur nicht benutzt und der FS 12 muss für die Weiterfahrt auf der Normalspur freigegeben werden und darf nicht dosieren. Die eBusspur bleibt aber weiterhin bis zur Schleife 612.2 aktiv. Die Buskontrolllampe schaltet bei Überfahrt der Schleife 612.3 sofort auf Dunkel.
100 m	Bus 612.2 oder 62.2	<ul style="list-style-type: none"> • Wird 62.2 überfahren, dann bleibt eBusspur aktiv und die Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung) ist aktiv • Wird 612.2 überfahren, dann wird die eBusspur nicht benutzt und der FS 12 muss für die Weiterfahrt auf der Normalspur freigegeben werden und darf nicht dosieren. Die eBusspur bleibt aber weiterhin bis zur Schleife 612.1/62.1 aktiv. Die Buskontrolllampe schaltet bei Überfahrt der Schleife 612.2 sofort auf Dunkel.
0 m oder -70 m	Bus 612.1 oder 62.1	<ul style="list-style-type: none"> • eBusspur wird deaktiviert • WS 11.1 und 12.1 schalten auf BZ 0 • BA 1-3 öffnen und Gong «aus» • FS 11, 20, 21, 24 und FG 43 schalten nach Räumzeit (Schranke öffnen SG 90) auf Dunkel • Dosierbetrieb FS 12, 22, 23 und FG 42 nach Räumzeit (Schranke öffnen SG 90) wieder aktiv

Tabelle 1: Szenario 2 - Dosieranlage aktiv - volle eBusspur (Rückstau < 300 m, kein Stau 12.6)

Szenario 3 - Dosieranlage aktiv - reduzierte eBusspur (Rückstau > 300 m, Stau 12.6/12.7)

Das Einschaltkriterium wird aus kein Stau 12.6 oder 12.7 und der Staulänge im Überholbereich < 300 m ($HR3-HR2 < 30 \text{ Fz}$) definiert und kann entsprechend justiert werden.

In diesem Szenario steht der Stau auf Höhe zwischen den Stauschleifen 12.6 und 12.7 oder über die Stauschleife 12.7 hinaus, welcher über den Anfangspunkt der eBusspur zurück reicht. Die Linienbusse müssen bis zum Erreichen der eBusspur Verlustzeiten in Kauf nehmen. Tritt dieses Szenario ein, werden die Busanmeldeschleifen 612.7 und 612.6 auf der Höhe 1'800 m, resp. 650 m deaktiviert. Die Aktivierung der eBusspur erfolgt spätestens bei Überfahrt der Buschleife 612.5 auf der Höhe 420 m oder allenfalls bereits auf der Höhe 650 m bei 612.6 nach der Bushaltestelle Jugendherberge, wenn kein Stau mehr das Einschaltkriterium verhindert.

In der folgenden Tabelle 2 sind die einzelnen Aktionen auf dem Zeit-Weg-Diagramm bei Überfahrt oder Auslösen der entsprechenden Schleifen/Sensoren beschrieben.

Distanz ab HB 12	Schleife / Sensor	Aktor / Aktion
1'800 m	Bus 612.7	<ul style="list-style-type: none"> keine Aktion, wenn Stau 12.6 oder 12.7 oder Staupunkt > 300 m (HR3 – HR2 > 30 Fz) FS 12 Freigabe keine Dosierung (niedrigste Dosierstufe oder Bereitschaftsbetrieb)
650 m	Bus 612.6	<ul style="list-style-type: none"> Anmeldung eBusspur, wenn Stau 12.6 und kein Stau 12.7 und Staupunkt < 370 m (HR3 – HR2 < 37 Fz) FS 12 -> niedrigste Dosierstufe Freigabe eBusspur analog Bus 612.5 Räumzeit startet
420 m	Bus 612.5	<ul style="list-style-type: none"> Anmeldung eBusspur FS 11 schaltet von Dunkel über 3 s Gelbblinken und 5 s stehendes Gelb auf Rot FS 20, 21, 24 und FG 43 schalten von Dunkel über 3 s Gelbblinken und 3 s stehendes Gelb auf Rot FS 22, 23 und FG 42 schalten vom Dosieren auf Rot Gong «ein» signalisiert das Schliessen der Schranken Schranken BA 1-3 schliessen sich nach einer Sperrzeit (Schliessbefehl SG 90 nach 3 s Gelb und 5 s Rot) zum Räumen und sofern die Raumüberwachung (Schleifen 20.0, 22.0 und 24.0) frei ist. FS 12 dosiert weiter WS 11.1 schaltet auf BZ 1
	Räumzeit abgelaufen (55 s)	<ul style="list-style-type: none"> Freigabe eBusspur B 62 schaltet auf Freigabe und WS 12.1 und WS 12.2 auf BZ 1 Bus-Kontrolllampe schaltet ein
300 m	Bus 612.4 oder 62.4	<ul style="list-style-type: none"> bei 612.4 Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung) FS 12 schaltet bei der Überfahrt der Schleife 62.4 auf der Überholspur auf Rot Signal B 62 schaltet gesperrt WS 12.2 schaltet auf BZ 0
210 m	Bus 612.3 oder 62.3	<ul style="list-style-type: none"> Wird 62.3 überfahren, dann bleibt die eBusspur aktiv und die Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung) ist aktiv. FS 12 schaltet auf Rot (Wen nicht bereits bei Überfahrt 62.4). Wird 612.3 überfahren, dann wird die eBusspur nicht benutzt und der FS 12 muss für die Weiterfahrt auf der Normalspur freigegeben werden und darf nicht dosieren. Die eBusspur bleibt aber weiterhin bis zur Schleife 612.2 noch aktiv. Die Buskontrolllampe schaltet bei Überfahrt der Schleife 612.3 sofort auf Dunkel.
100 m	Bus 612.2 oder 62.2	<ul style="list-style-type: none"> Wird 62.2 überfahren, dann bleibt eBusspur aktiv und die Überwachung der Busweiterfahrt (Zwangsabmeldung) ist aktiv Wird 612.2 überfahren, dann wird die eBusspur nicht benutzt und der FS 12 muss für die Weiterfahrt auf der Normalspur freigegeben werden und darf nicht dosieren. Die eBusspur bleibt aber weiterhin bis zur Schleife 612.1/62.1 aktiv. Die Buskontrolllampe schaltet bei Überfahrt der Schleife 612.2 sofort auf Dunkel.
0 m oder -70 m	Bus 612.1 oder 62.1	<ul style="list-style-type: none"> eBusspur wird deaktiviert WS 11.1 und 12.1 schalten auf BZ 0

		<ul style="list-style-type: none"> • BA 1-3 öffnen und Gong «aus» • FS 11, 20, 21, 24 und FG 43 schalten nach Räumzeit (Schranke öffnen SG 90) auf Dunkel • Dosierbetrieb FS 12, 22, 23 und FG 42 nach Räumzeit (Schranke öffnen SG 90) wieder aktiv
--	--	---

Tabelle 2: Szenario 3 - Dosieranlage aktiv - reduzierte eBusspur (Rückstau > 300 m, Stau 12.6/12.7)

5.8.3 Zwangsabmeldung

Für die nachfolgend einzelnen Busblöcke mit Anmelde- und Abmelde-Schleifen entlang der Maurstrasse werden maximale Zeiten definiert, in welchen ein Linienbus die dazwischen liegende Strecke zurückgelegt haben muss. Wird diese Zeit überschritten, wird die aktivierte Steuerung für die eBusspur abgebrochen und die LSA wieder in den Normalbetrieb geschaltet. Bei so einer Zwangsabmeldung erlischt die aufgeleuchtete Bus-Kontrolllampe nicht sofort, sondern geht für maximal 30 s in einen blinkenden Zustand über. Damit wird dem Buschauffeur der Abbruch der Steuerung für die eBusspur angekündigt. Erst danach wird der Verkehr in Richtung Maur (FS 11) wieder freigegeben.

Bus Block	Anmeldung	Abmeldung	Distanz Bus-Block bis HB FS 12	Distanz Bus-Block bis B 62	Zwangs- abmeldung
Voranmeldung und Räumung FS 11					
127	612.7	612.1/2	1800 m	1430 m	180 s
126	612.6	612.1/2	650 m	280 m	120 s
Beginn Wechselbereich eBusspur					
125	612.5	612.1/2	420 m	50 m	60 s
124	612.4	612.1/2	300 m	-70 m	45 s
123	612.3	612.1/2	210 m	-160 m	20 s
eBusspur					
624	62.4	612.1 62.1	300 m		80 s
623	62.3	612.1 62.1	210 m		60 s
622	62.2	612.1 62.1	160 m		40 s
621	62.1	612.1	0 m		20 s

Abbildung 22: Zwangsabmeldezeiten der einzelnen Busblöcke

5.8.4 Störungsfälle

In den folgenden Fällen kann die eBusspur nicht aktiviert werden:

- Ausfall der Bus-Kontrolllampe, des Signalgebers B 62 oder Störung WS 11.1/12.1/12.2
- Ev. Störung WS 11.2/11.3/12.3/12.4/11.90 (Bei Ausführung mit Kapo zu klären.)
- Rotlicht-Ausfall eines Signalgeber FS 20, 21, 23, 24, FG 42 oder FG 43
- Störung einer Schrankenanlage BA 1, 2 oder 3
- Rotlicht-Ausfall eines Signalgebers bei den Fahrstreifen FS 11 oder FS 12

6 Beilagen/Anhang

Anhang

- LSA eBusspur Maurstrasse - Übersicht 27.03.2025
- Ansichten 31.10.2025
- LSA eBusspur Maurstrasse - Weg-Zeitdiagramm – volle eBusspur 27.03.2025

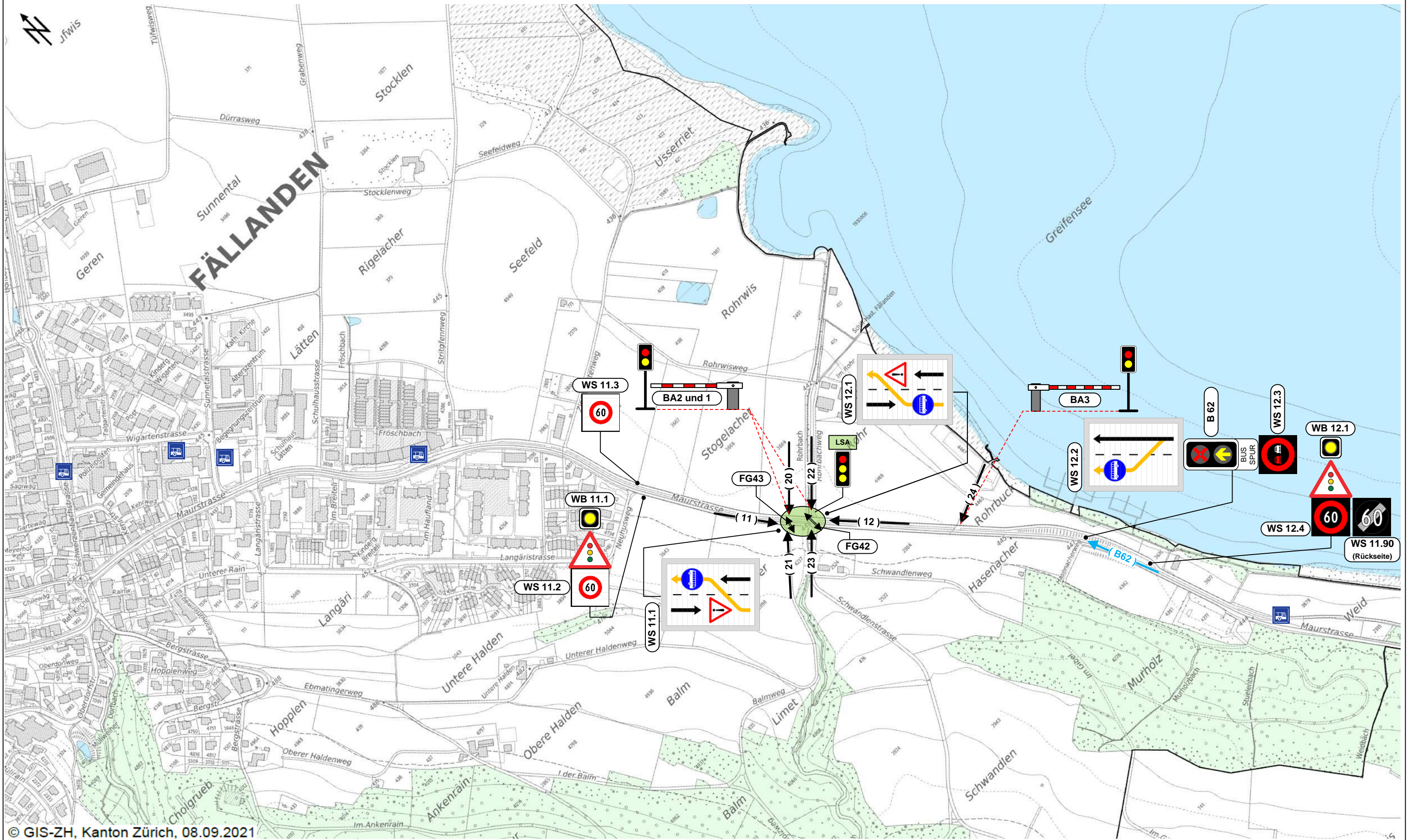
Beilage

- Signallageplan 31.10.2025
- Elektroplan 31.10.2025
- Sichtweitenplan 31.10.2025

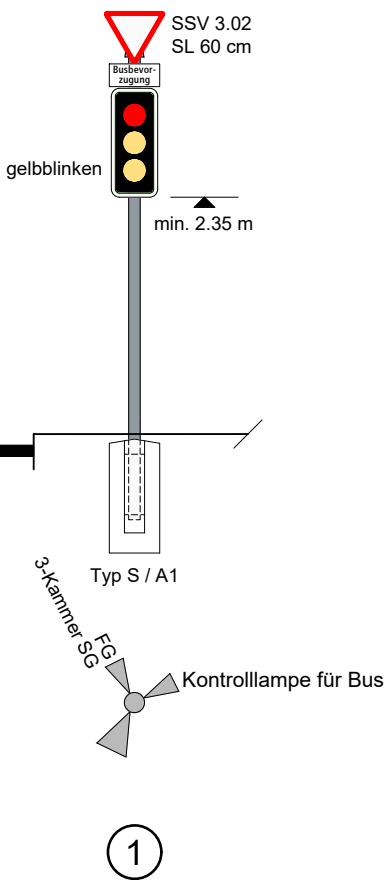
Fällanden - LSA 356

eBusspur Maurstrasse

Übersicht



© GIS-ZH, Kanton Zürich, 08.09.2021



23



Alle Signalgeber in
LED-Ausführung (40 V)

Alle Signalmasten, Ausführung
in RAL 7001 (Silbergrau)

Ausführung der nicht
angeleuchteten Signale
in Reflektionsklasse R3

Für Fussgänger werden nur
3-Kammer Signalgeber eingesetzt

Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht Mast-Nr. 1 1:75

Projekt

Format

A4

Plan-Nr.

21434B01 - 356 - 18.3.1

Datum

Geprüft

06.01.2022 Obu

06.01.2022 SIK

31.10.2025 Obu

31.10.2025 SIK

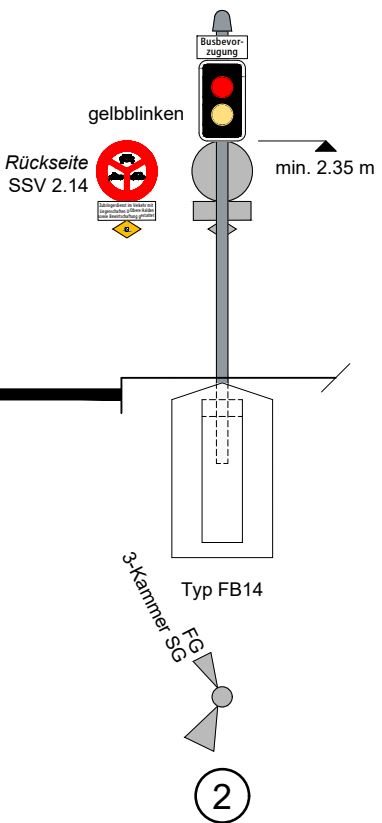
MARTY + PARTNER

Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon

Telefon +41 44 396 36 66

Verkehrstechnik

www.martypartner.ch



21



- Alle Signalgeber in LED-Ausführung (40 V)
- Alle Signalmasten, Ausführung in RAL 7001 (Silbergrau)
- Ausführung der nicht angeleuchteten Signale in Reflektionsklasse R3
- Für Fussgänger werden nur 3-Kammer Signalgeber eingesetzt

Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht Mast-Nr. 2 1:75

Projekt

Format A4
Plan-Nr. 21434B01 - 356 - 18.3.2
Datum 06.01.2022 Obu 06.01.2022 SIK
31.10.2025 Obu 31.10.2025 SIK

MARTY + PARTNER
Verkehrstechnik
Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon
Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch

Alle Signalgeber in
LED-Ausführung (40 V)

Alle Signalmasten, Ausführung
in RAL 7001 (Silbergrau)

Ausführung der nicht
angeleuchteten Signale

Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht von Fällanden 1:75

Projekt

Format

A4

Plan-Nr.

21434B01 - 356 - 18.3.3

Datum

Geprüft

06.01.2022 Obu

06.01.2022 SIK

31.10.2025 Obu

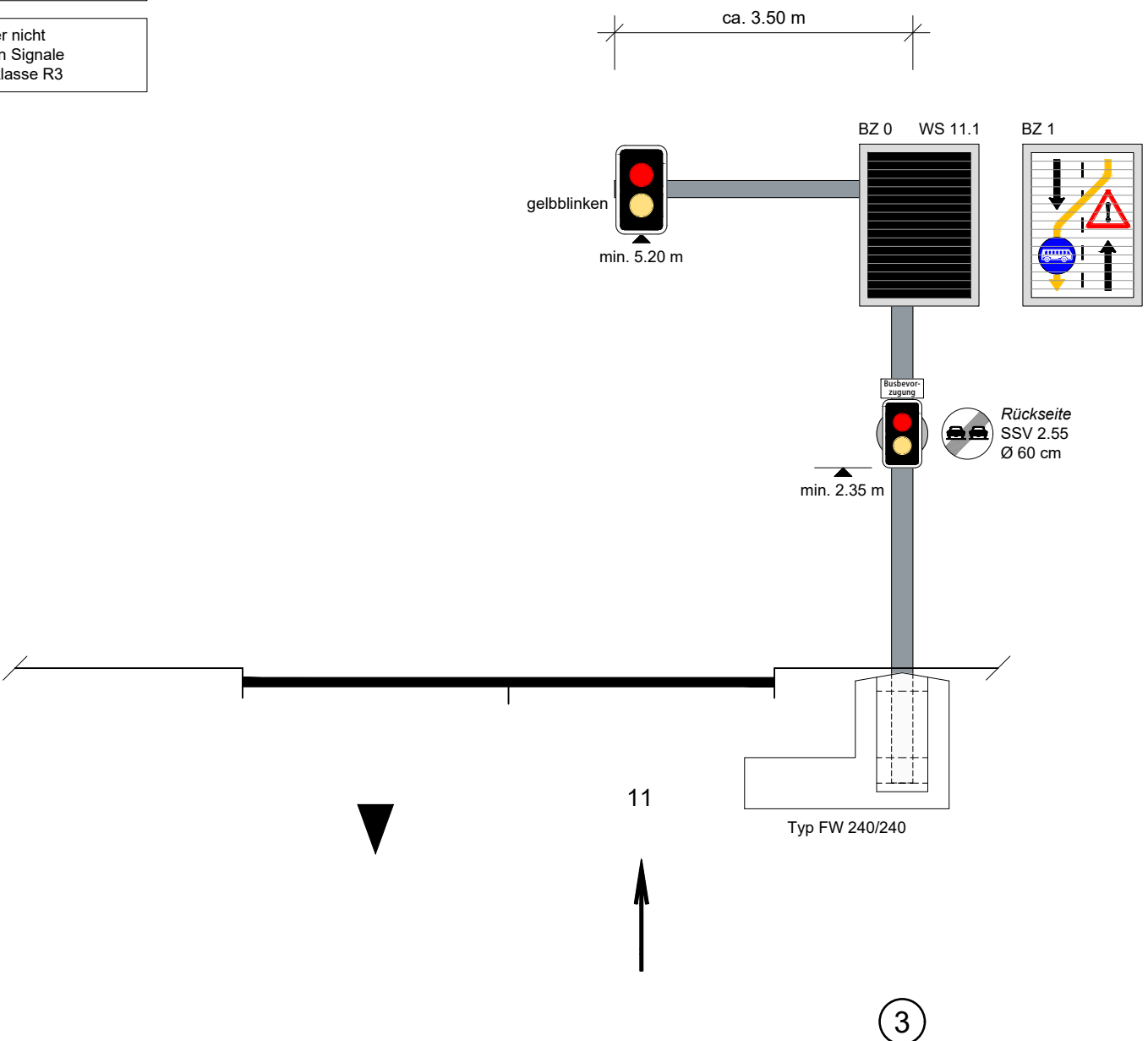
31.10.2025 SIK

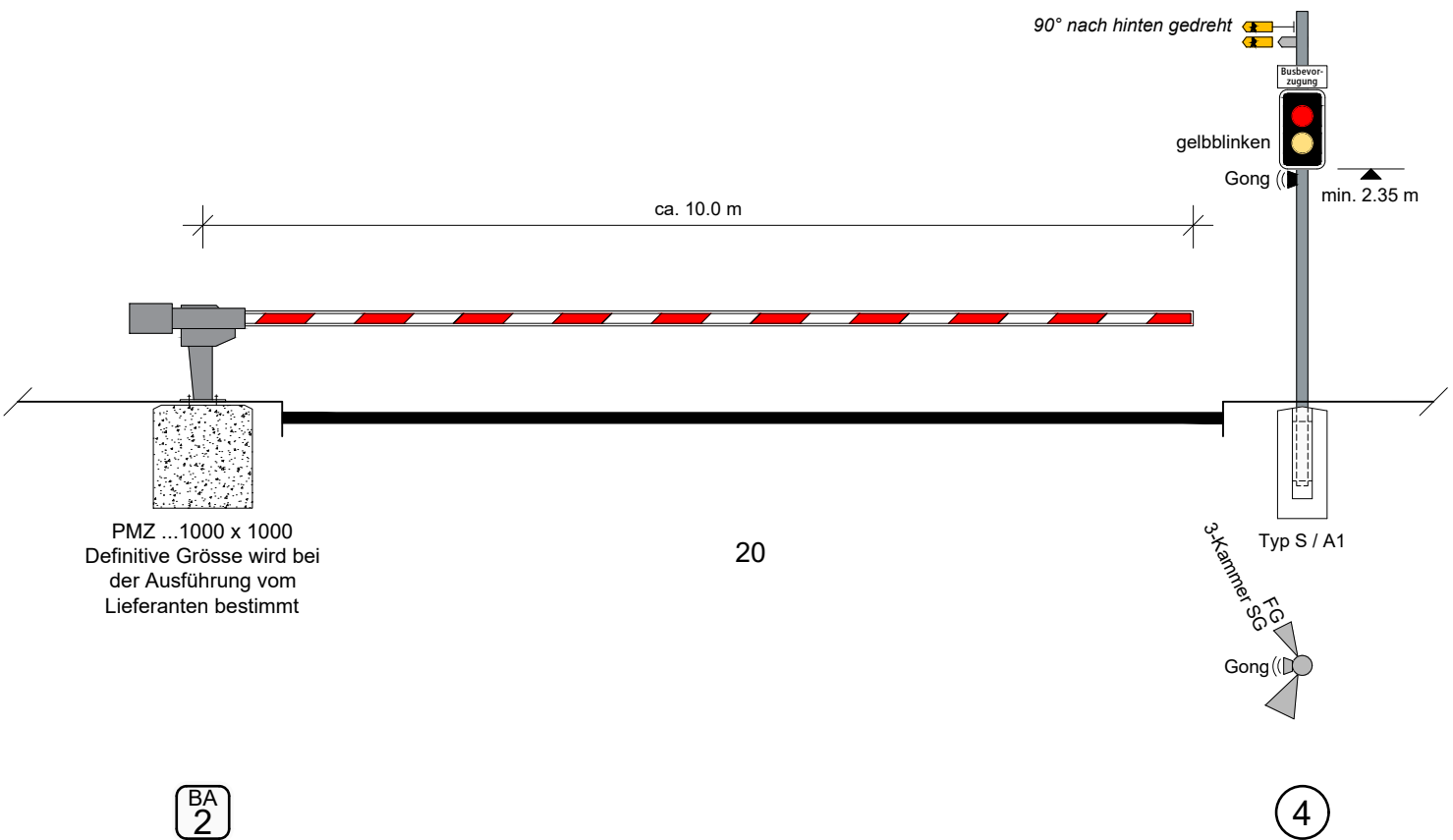
MARTY + PARTNER

Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon

Verkehrstechnik

Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch





Alle Signalgeber in LED-Ausführung (40 V)

Alle Signalmasten, Ausführung in RAL 7001 (Silbergrau)

Ausführung der nicht angeleuchteten Signale in Reflektionsklasse R3

Für Fussgänger werden nur 3-Kammer Signalgeber eingesetzt

Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht Schranke 2 1:75

Projekt

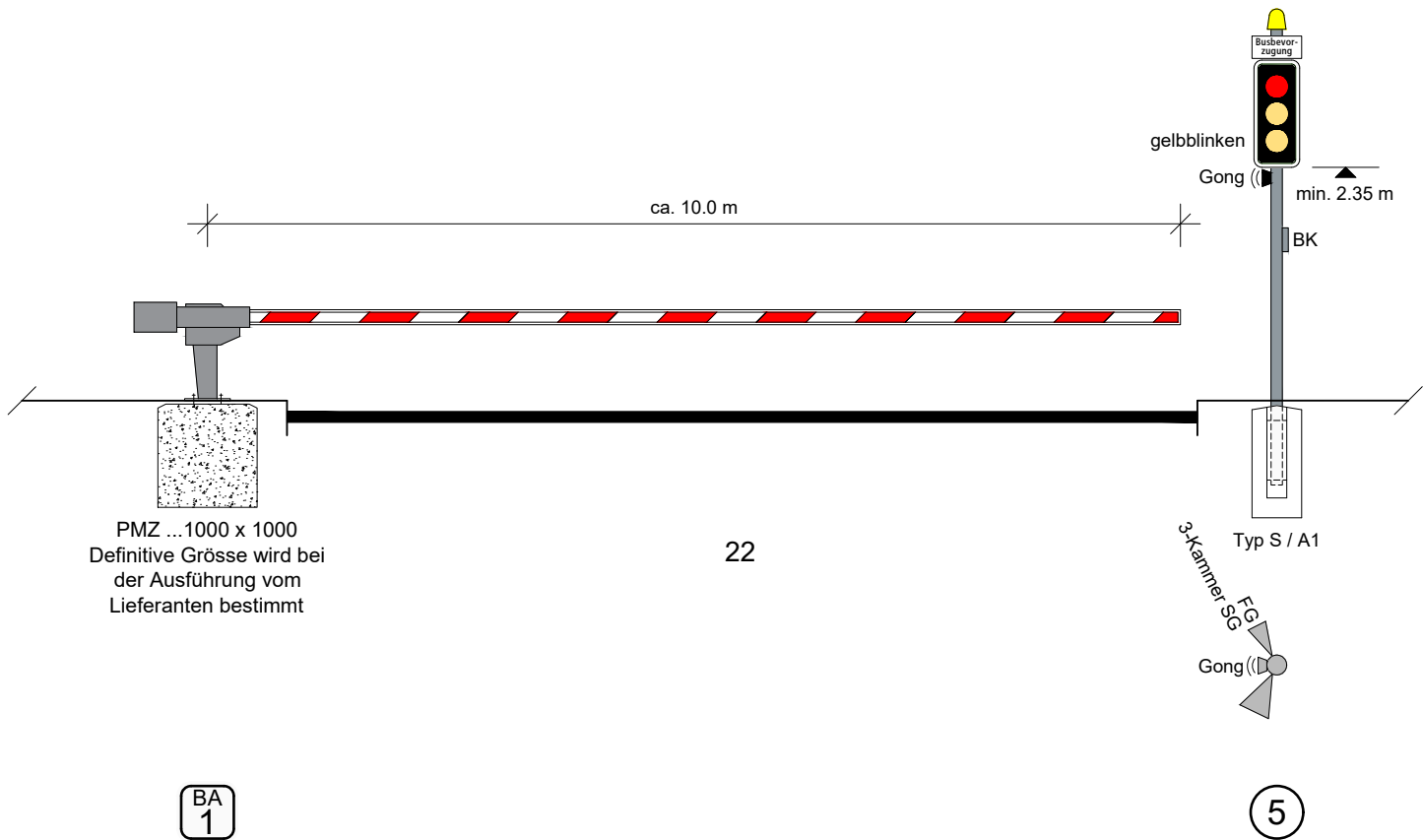
Format A4
Plan-Nr. 21434B01 - 356 - 18.3.4
Datum 06.01.2022 Obu 06.01.2022 SIK
31.10.2025 Obu 31.10.2025 SIK

MARTY + PARTNER

Verkehrstechnik

Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon
Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch

- Alle Signalgeber in LED-Ausführung (40 V)
- Alle Signalmasten, Ausführung in RAL 7001 (Silbergrau)
- Ausführung der nicht angeleuchteten Signale in Reflektionsklasse R3
- Für Fussgänger werden nur 3-Kammer Signalgeber eingesetzt



Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht Schranke 1:75

Projekt

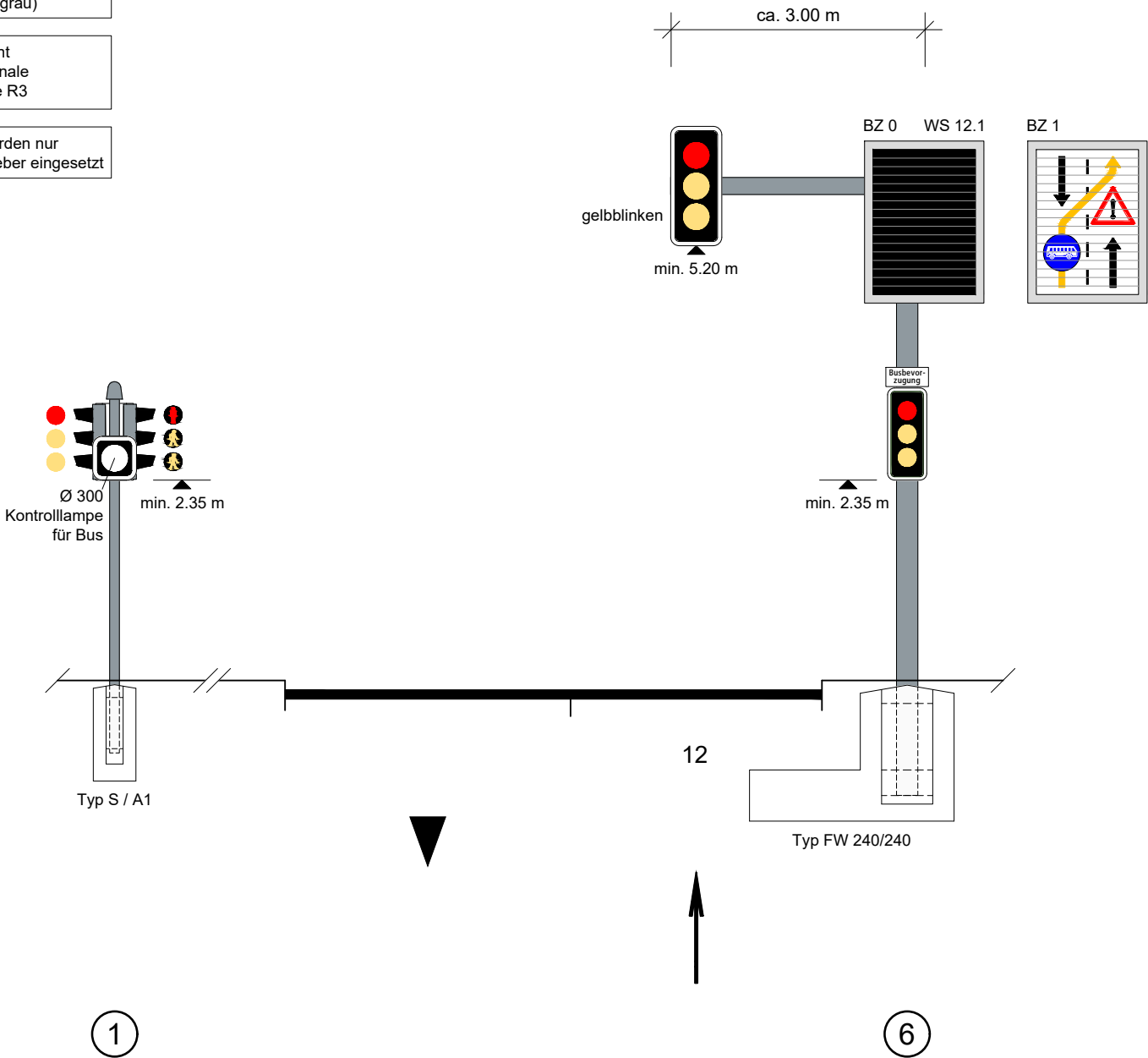
Format	A4
Plan-Nr.	21434B01 - 356 - 18.3.5
Datum	Geprüft
06.01.2022 Obu	06.01.2022 SIK
31.10.2025 Obu	31.10.2025 SIK

MARTY + PARTNER

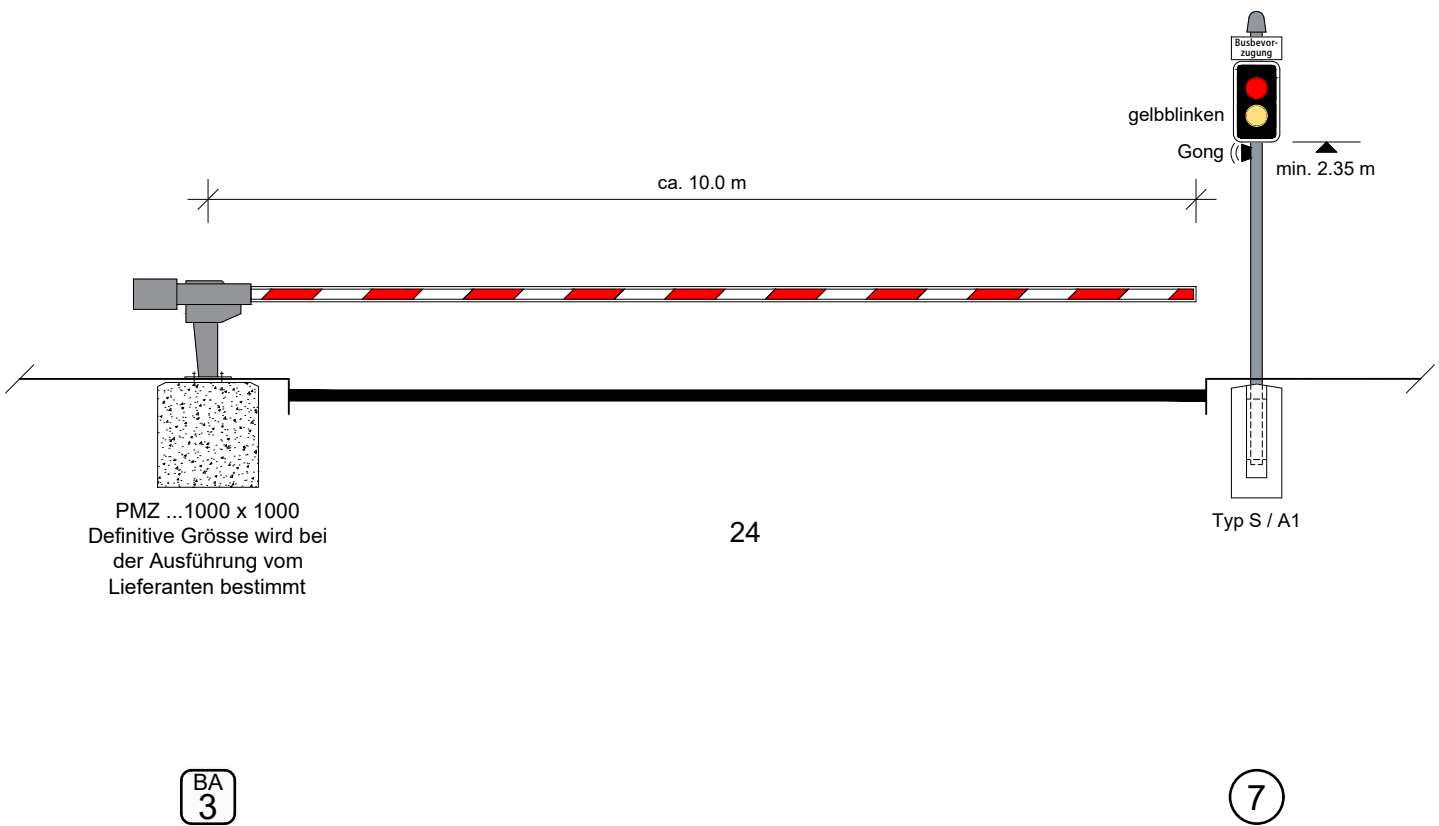
Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon
Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch

Verkehrstechnik

- Alle Signalgeber in LED-Ausführung (40 V)
- Alle Signalmasten, Ausführung in RAL 7001 (Silbergrau)
- Ausführung der nicht angeleuchteten Signale in Reflektionsklasse R3
- Für Fussgänger werden nur 3-Kammer Signalgeber eingesetzt



- Alle Signalgeber in LED-Ausführung (40 V)
- Alle Signalmasten, Ausführung in RAL 7001 (Silbergrau)
- Ausführung der nicht angeleuchteten Signale in Reflektionsklasse R3



Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht Schranke 3 1:75

Projekt

Format A4
Plan-Nr. 21434B01 - 356 - 18.3.7
Datum 06.01.2022 Obu 06.01.2022 SIK
31.10.2025 Obu 31.10.2025 SIK

MARTY + PARTNER

Verkehrstechnik

Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon
Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch

- Alle Signalgeber in LED-Ausführung (40 V)
- Alle Signalmasten, Ausführung in RAL 7001 (Silbergrau)
- Ausführung der nicht angeleuchteten Signale in Reflektionsklasse R3

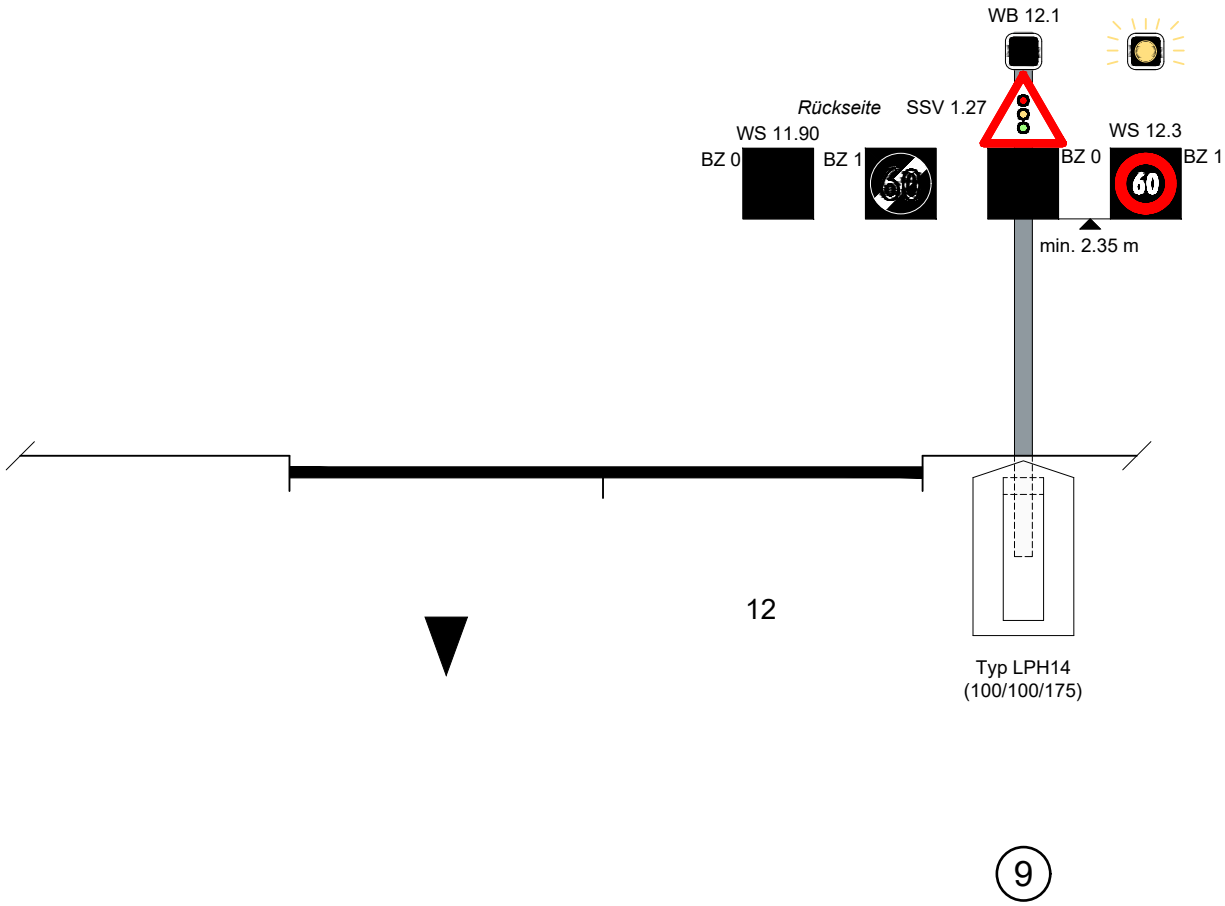
Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

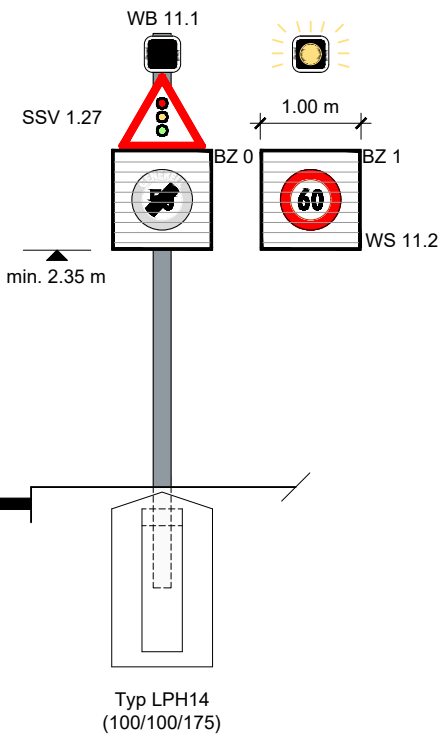
Ansicht von Mast-Nr. 9 1:75

Projekt



Format A4
Plan-Nr. 21434B01 - 356 - 18.3.9
Datum 06.01.2022 Obu 06.01.2022 SIK
31.10.2025 Obu 31.10.2025 SIK

MARTY + PARTNER
Verkehrstechnik
Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon
Telefon +41 44 396 36 66
www.martypartner.ch



10

11



Alle Signalgeber in
LED-Ausführung (40 V)

Alle Signalmasten, Ausführung
in RAL 7001 (Silbergrau)

Ausführung der nicht
angeleuchteten Signale
in Reflektionsklasse R3

Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht von Fällanden Mast-Nr. 10 1:75

Projekt

Format

A4

Plan-Nr.

21434B01 - 356 - 18.3.10

Datum

Geprüft

06.01.2022 Obu

06.01.2022 SIK

31.10.2025 Obu

31.10.2025 SIK

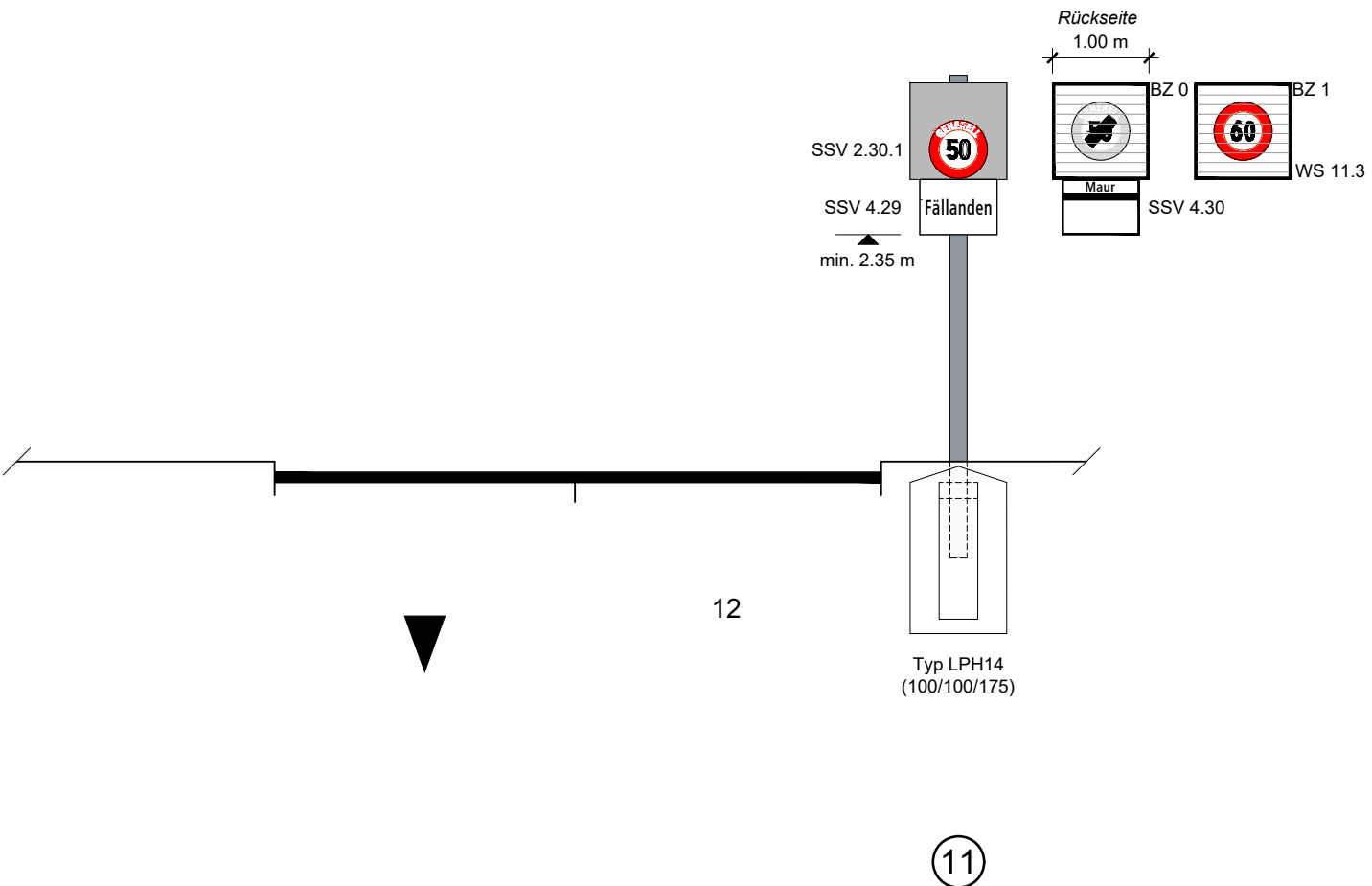
MARTY + PARTNER

Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon

Telefon +41 44 396 36 66

www.martypartner.ch

Verkehrstechnik



Alle Signalgeber in
LED-Ausführung (40 V)

Alle Signalmasten, Ausführung
in RAL 7001 (Silbergrau)

Ausführung der nicht
angeleuchteten Signale
in Reflektionsklasse R3

Kanton Zürich • Fällanden

Elektronische Busspur Maurstrasse

LSA 356

Ansicht von Mast-Nr. 11 1:75

Projekt

Format

A4

Plan-Nr.

21434B01 - 356 - 18.3.11

Datum

Geprüft

06.01.2022 Obu

06.01.2022 SIK

31.10.2025 Obu

31.10.2025 SIK

MARTY + PARTNER

Verkehrstechnik

Gustav-Maurer-Strasse 25
8702 Zollikon

Telefon +41 44 396 36 66

www.martypartner.ch

volle eBusspur