

Handbuch Lichtsignalanlagen

V 2.1

Änderungsverzeichnis

Dokumentenname	Datum	Autor	Freigabe	Bemerkung
HB LSA BE V 1.0	April 2012	MSc	GL	Neuausgabe
HB LSA BE V 1.1	August 2017	MRi	BL VM/VT	Update
HB LSA BE V 2.0	Juli 2020	CKo	BL VM/VT	Grundlegende Überarbeitung
HB LSA BE V 2.1	Juli 2023	CKo	BL VM/VT	Ergänzung/Überarbeitung Kapitel 4.2/4.6/6.2/11.1/11.3/ 13.3/15.1/24.4/25.1/29.1/29.2/ 30.4
HB LSA BE V 2.1	Oktober 2024	Lma/ CKo	BL VM/VT	Ergänzung/Überarbeitung Kapitel 11.2/13.36/13.7/24.2.1
HB LSA BE V2.1	Dezember 2025	CKo/ MWa	BL VM/VT	Ergänzung/Überarbeitung Kapitel 3.4.1/8.10/8.18/9.1/ 11.1/11.3/17/30.1.2

Das Handbuch Lichtsignalanlagen wurde im April 2012 von der Geschäftsleitung von Tiefbau Stadt Bern zur Kenntnis genommen. Sie genehmigt die Veröffentlichung.

Das Handbuch Lichtsignalanlagen wird in den Fachordner Verkehr aufgenommen.

Impressum

Erstaufage: Martin Schmid, Juli 2012

2. überarbeitete Auflage: Chris Kollascheck, Juli 2020

Mitwirkende: Stadtplanungsamt, Verkehrsplanung Stadt Bern, BERNMOBIL;
TSB: Verkehrsmanagement + Verkehrstechnik, Projektierung + Realisierung,
Gestaltung + Nutzung, Signalisation, Normenkommission

Seitenanzahl: 188

Verteiler:

- Planende und Projektierende (Ingenieurbüros)
- Signalbaufirmen LSA
- TBA Kanton Bern, Fachstelle Verkehrsmanagement
- Transportunternehmer
- Verkehrsplanung der Stadt Bern
- TSB intern: Projektinvolverte

ÜBERSICHT

Änderungsverzeichnis

- 1 **Stellenwert und Einordnung Handbuch Lichtsignalanlagen**
 - 2 **Allgemeines**
 - 3 **Projektabwicklung**
 - 4 **Anlagendokumentation**
 - 5 **Situationsplan**
 - 6 **Dokumentation des ausgeführten Werks (DAW)**
 - 7 **Verkehrstechnische Ausarbeitung**
 - 8 **Steuergerät**
 - 9 **Handsteuerung**
 - 10 **Netzanschluss und Erdung**
 - 11 **Signalträger**
 - 12 **Signalgeber**
 - 13 **Induktionsschleifendetektoren für den Individualverkehr**
 - 14 **Anforderungsgerät für Zufussgehende und Sehbehinderte**
 - 15 **Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte und Blinde (ZEB)**
 - 16 **ÖV-Anmeldemittel**
 - 17 **Kabelanlage/Anschlüsse**
 - 18 **Tiefbauarbeiten**
 - 19 **Markierung, Signalisation, Bewilligungen**
 - 20 **Verkehrsrechner**
 - 21 **LSA-Betriebsarten und Koordination**
 - 22 **Bezeichnung Signalgruppen, Verkehrsströme, Detektoren, Ein- und Ausgänge**
 - 23 **Signalprogramme, Schaltfolgen**
 - 24 **Übergangs-, Mindest- und Zwischenzeiten**
 - 25 **Ein- und Ausschaltung**
 - 26 **Programmierung**
 - 27 **Verkehrsdaten, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit**
 - 28 **Motorisierter Individualverkehr**
 - 29 **Veloverkehr**
 - 30 **Fussverkehr**
 - 31 **Öffentlicher Verkehr**
 - 32 **Vorrangschaltung für Einsatzfahrzeuge**
 - 33 **Normen und Vorschriften**
 - 34 **Verzeichnisse**
- Tabellenverzeichnis**
- Abbildungsverzeichnis**
- Abkürzungsverzeichnis**
- Anhang – Inhaltsverzeichnis**

INHALTSVERZEICHNIS

Änderungsverzeichnis	I
1 Stellenwert und Einordnung Handbuch Lichtsignalanlagen.....	1
2 Allgemeines	2
3 Projektabwicklung	3
3.1 Schnittstellen	3
3.2 Projektierung	4
3.3 Ausschreibung und Beschaffung	4
3.4 Realisierung	4
3.5 Datenhaltung.....	7
4 Anlagendokumentation	10
4.1 Umfang der Anlagendokumentation	10
4.2 Steuergerätedokumentation.....	10
4.3 Dokumentation Kommunikationskabelnetz.....	11
4.4 Einsatzjournal.....	12
4.5 Steuergeräteversorgungsdateien.....	12
4.6 Anwenderversorgung	12
5 Situationsplan	15
5.1 Typen von Situationsplänen.....	15
5.2 Richtlinien für CAD-Datenlieferanten TSB	15
5.3 LSA-Situationsplan	15
5.4 Werkleitungsplan.....	18
5.5 Signalisations- und Markierungsplan.....	19
5.6 Bauphasenplan	19
5.7 Kabelplan	19
5.8 Mastansichten	19
6 Dokumentation des ausgeführten Werks (DAW).....	20
6.1 LSA-spezifische Dokumente	20
6.2 PAW – LSA	20
6.3 PAW – WL.....	20
7 Verkehrstechnische Ausarbeitung.....	22
7.1 Allgemeines.....	22
7.2 Erstellung der technischen Unterlagen	25
8 Steuergerät	28
8.1 Allgemeines.....	28
8.2 Steuergeräteschrank.....	28
8.3 Daten-Schnittstellen	30
8.4 Elektrische Ausrüstung, Klima	30
8.5 Eingänge	31
8.6 Ausgänge	31
8.7 Innenbeleuchtung Kabine	32
8.8 GPS-Funkuhr	33
8.9 Lokale Schaltuhr	33
8.10 Dimmung	33
8.11 Umweltbedingungen	33
8.12 Betriebsformen.....	34
8.13 Betriebsarten.....	34
8.14 Schalter; Betriebsform, Betriebsart, Programmwahl, Grundstellung	36
8.15 Anzeigeelemente Betriebsform und Betriebsart	37
8.16 Anzeigeelemente Störungen und Quittungstaste	37
8.17 Pocket-Terminal	38
8.18 Digitale Synoptik	38
8.19 Sicherheitseinrichtungen/Überwachungen	40
8.20 Verkehrssteuerung	44
8.21 Hardwarevoraussetzungen VS-PLUS	45

8.22 Aufzeichnungen/Archive	45
8.23 Serviceprogramme auf PC.....	48
9 Handsteuerung	50
9.1 Allgemeines.....	50
9.2 Betriebsartenschalter	50
10 Netzanschluss und Erdung.....	52
10.1 Allgemeines.....	52
10.2 Netzanschluss.....	52
10.3 Erdung Steuergerät.....	52
10.4 Erdung der Masten	52
10.5 Erdung der Lichtsignalgeber und FG-Anmeldemittel.....	52
11 Signalträger	53
11.1 Allgemeines.....	53
11.2 Maststandort	54
11.3 Normalmasten.....	54
11.4 Winkelmasten und Portale	55
11.5 Ausleger	55
11.6 Sanierung bestehender Signalträger	56
12 Signalgeber.....	57
12.1 Allgemein	57
12.2 Signalgeber für den motorisierten Individualverkehr	57
12.3 Signalgeber für den Fussverkehr.....	62
12.4 Signalgeber für den Veloverkehr	62
12.5 ÖV-Signalgeber.....	63
13 Induktionsschleifendetektoren für den Individualverkehr.....	64
13.1 Allgemeines.....	64
13.2 Benennung.....	64
13.3 Technische Ausführung	64
13.4 Schleifenanordnung MIV/Velo	66
13.5 Schleifenausbildung an Lichtsignalanlagen	67
13.6 Induktionsschleifenausbildung zwischen Tramschienen	68
13.7 Schleifenausbildung zur Verkehrsdatenerfassung	68
13.8 Störungsbetrachtung.....	68
13.9 Vermessungstechnische Aufnahme von Detektorschleifen	68
14 Anforderungsgerät für Zufussgehende und Sehbehinderte	70
14.1 Definition der Begriffe	70
14.2 Allgemeines.....	71
14.3 FG-Quittierung (FQ)	71
14.4 Bezeichnung Anforderungsgerät, Signalgruppen und Detektoren	73
14.5 Fussverkehrwarteraumüberwachung	75
15 Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte und Blinde (ZEB).....	76
15.1 Allgemeines.....	76
15.2 Signalgruppenaufteilung und Schaltweisen	77
15.3 Blindenvibra (BV)	77
15.4 Blindenakustik (BA).....	80
15.5 Funktionsvarianten/Übersicht/Abgrenzung	82
15.6 Montage akustischer Signalgeber.....	82
15.7 Einstellung akustischer Signalgeber	82
15.8 Taktile-visuelle Markierungen	83
16 ÖV-Anmeldemittel	84
16.1 Übersicht ÖV-Anmeldemittel.....	84
16.2 Normalanmeldung, Ersatzmeldung und weitere Freigabefester	84
16.3 Funkmeldepunkte (MP).....	86
16.4 Induktionsschleifen (D)	92
16.5 NF-Schleifen (NF)	92
16.6 NF-Fahrdrachtantennen (FA)	94
16.7 Schlüsselkontakte (SK).....	95

16.8 Tram-Weichensteuerung	96
16.9 Weichenblock (WB)	97
16.10 Weichenstellung (WS)	98
16.11 Gleiskreise (GK).....	98
16.12 Bus-Weichensteuerung.....	99
16.13 Dienstkanaltaster (DKT).....	99
16.14 Ausrichtung ÖV-Anmeldemittel auf Signale für Haltepunkt.....	100
17 Kabelanlage/Anschlüsse.....	101
17.1 Allgemeines.....	101
17.2 Mastkabel.....	101
17.3 Schleifenkabel.....	102
17.4 Kommunikationskabel.....	102
18 Tiefbauarbeiten	105
18.1 Allgemeines.....	105
18.2 Normalien der Stadt Bern	105
18.3 Von sonstigen Einbauten freizuhaltender Raum	105
18.4 Gemeinsamer Rohrblock mit stromführenden Leitungen	105
18.5 Planungsrichtlinien zu LSA-Werkleitungen der Stadt Bern	106
18.6 Abnahme der Tiefbauarbeiten für LSA	107
18.7 Sanierung	108
19 Markierung, Signalisation, Bewilligungen.....	109
19.1 Allgemeines.....	109
19.2 Kostenverrechnung	109
19.3 Umsetzung Signalisation und Markierung	109
19.4 Verkehrsbehinderungen.....	109
19.5 Publikationen.....	109
20 Verkehrsrechner.....	110
21 LSA-Betriebsarten und Koordination	111
21.1 LSA-Betriebsarten.....	111
21.2 Koordination	111
22 Bezeichnung Signalgruppen, Verkehrsströme, Detektoren, Ein- und Ausgänge	112
22.1 Allgemeines.....	112
22.2 Signalgruppen	113
22.3 Detektoren.....	115
22.4 Ein- und Ausgänge	118
22.5 Versorgung.....	119
23 Signalprogramme, Schaltfolgen.....	120
23.1 Signalprogrammzuordnung.....	120
23.2 Festzeitersatzprogramme (FZEP).....	120
23.3 Verfahren zur Programmumschaltung	121
23.4 Zentrale Schaltuhr und Schaltzeiten der Signalprogramme	121
23.5 Signalfolge	123
23.6 Beginn und Ende Warnblinker	123
23.7 Blinkende Signalgeber im Blinkbetrieb	124
24 Übergangs-, Mindest- und Zwischenzeiten	125
24.1 Allgemeines.....	125
24.2 Übergangszeiten	125
24.3 Mindestzeiten in der Signalgruppenliste	126
24.4 Zwischenzeiten	126
25 Ein- und Ausschaltung	131
25.1 Ein- und Ausschaltung Normalbetrieb	131
25.2 Ausfall Normalbetrieb bei Störung	131
25.3 Ein- und Ausschaltung zur ÖV-Beschleunigung	132
25.4 Ein- und Ausschaltung aus DUNKEL für Notfallrouten	133
26 Programmierung	134
26.1 Steuergeräteprogrammierung Signalbaufirma.....	134

26.2 Parametrierung VS-PLUS	134
26.3 Meldestrecken in VIAP/Work-Suite zur Darstellung in VSR	136
27 Verkehrsdaten, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit	138
27.1 Verkehrsdatenerfassung	138
27.2 Verkehrsstärken der Fahrstreifen (Belastungsplan)	138
27.3 Massgebende stündliche Verkehrsstärke	138
27.4 Viertelstündliche Verkehrsstärken	138
27.5 Bemessungsverkehrsstärke	139
27.6 Leistungsfähigkeitsberechnung	140
27.7 Verkehrsqualität	140
28 Motorisierte Individualverkehr	145
28.1 Allgemeines	145
28.2 Linksabbieger	145
28.3 Rechtsabbieger	145
28.4 Weiteres	146
29 Veloverkehr	147
29.1 Allgemeines	147
29.2 Gleichschaltungsregeln	147
29.3 Signalgruppen	147
30 Fussverkehr	149
30.1 Allgemeines	149
30.2 Gehparameter	149
30.3 Freigabezeiten	150
30.4 Schaltweisen	154
30.5 Versetzte Freigabezeiten	156
30.6 Signalisierung über Tram- und Busverkehrsflächen	157
31 Öffentlicher Verkehr	158
31.1 Allgemeines	158
31.2 Fahrdynamische Berechnungen	158
31.3 ÖV-Signale	159
32 Vorrangsschaltung für Einsatzfahrzeuge	174
32.1 Allgemeines	174
32.2 Detektoren für Einsatzfahrzeuge	174
33 Normen und Vorschriften	175
33.1 Allgemeines	175
33.2 Schweizer Normen des VSS	175
33.3 Nationale Elemente europäischer Normen des CEN	176
33.4 Weitere Verordnungen, Vorschriften und Merkblätter	176
33.5 Spezifikationen	176
33.6 Städtische Richtlinien und Vorlagen für LSA-Projekte	177
34 Verzeichnisse	179
34.1 Quellenverzeichnis	179
34.2 Literaturverzeichnis	179
34.3 Webadressen	180
34.4 Rechtserlasse	180
Tabellenverzeichnis	182
Abbildungsverzeichnis	184
Abkürzungsverzeichnis	186
Anhang – Inhaltsverzeichnis	190
Anhang	

1 Stellenwert und Einordnung Handbuch Lichtsignalanlagen

Die Umsetzung der Hard- und Software zur Signalsteuerung muss auf Grundlage der zum Planungszeitpunkt gültigen Gesetze, Verordnungen und der Schweizer Normen (SN) der VSS erfolgen. Zusätzlich gelten diese Grundsätze des vorliegenden Handbuchs Lichtsignalanlagen betreffend Hardware und Software der Stadt Bern. Bei von den SN abweichenden Regelungen muss jeweils im Einzelfall mit Tiefbau Stadt Bern (TSB) Rücksprache gehalten werden.

Zur Vereinheitlichung und Standardisierung der Lichtsignalanlagen (LSA) in der Stadt Bern dienen die in diesem Handbuch Lichtsignalanlagen (HB LSA) zusammengestellten Grundsätze bezüglich der Hard- und Software. Damit soll auch die Plausibilität von Regelungsabläufen verbessert und die Arbeit der Ingenieurbüros und der Signalbaufirmen (SBF) erleichtert werden. Das HB LSA ist Teil der Vergabeunterlagen und damit verbindlicher Vertragsbestandteil für Ingenieurbüros und SBF.

Ziel und Zweck des HB LSA lässt sich wie folgt zusammenfassen:

- definieren des Standards der LSA in der Stadt Bern
- Grundlage für Planung, Projektierung, Programmierung, Erstellung, Montage und Unterhalt der LSA
- Vereinheitlichung des Erscheinungsbilds der LSA in der Stadt Bern
- Definition der Gestaltung der Steuerung
- Arbeitserleichterung für alle Beteiligten
- integrierender Bestandteil des Angebots
- verbindlicher Teil des Angebots für Ingenieurbüros und SBF.

2 Allgemeines

Bezeichnung der Lichtsignalanlagen

Die korrekte Bezeichnung der LSA ist ein «K» für Knoten. Darauf folgt eine dreistellige Knotennummer, beginnend bei K001 (Kurzbezeichnung). Es erfolgt die Nennung der Hauptstrasse und anschliessend einer Nebenrichtung.

Beispiele richtige Benennungen:

- Lichtsignalanlage K001 Schwarztor-/Brunnmattstrasse
- LSA K001 Schwarztor-/Brunnmattstrasse
- LSA K001
- K001

Anhang A stellt die Benennung aller LSA tabellarisch dar. Zudem befinden sich dort Übersichtspläne mit den vorhandenen Überwachungen und den Zugehörigkeiten der Subsysteme, den Eigentümern (ASTRA, Kanton und Stadt Bern) der LSA in der Stadt Bern, den Betriebsarten und den Koordinaten.

3 Projektabwicklung

3.1 Schnittstellen

3.1.1 *Schnittstellen Kanton Bern (TBA) und Bund (ASTRA)*

Werkeigentümer

TSB ist Werkeigentümer der LSA an städtischen Strassen, der Kanton Bern (TBA) ist Werkeigentümer der LSA an Kantonsstrassen und der Bund (ASTRA) ist Werkeigentümer der LSA an Nationalstrassen in der Stadt Bern.

TSB ist Betreiberin aller LSA in der Stadt Bern. TSB unterhält im Auftrag des Kantons Bern und des ASTRA die LSA an Kantons- und Nationalstrassen. TSB führt Massnahmen zur verkehrstechnischen Erhaltung durch.

Die Zuständigkeiten für Projektierung, Realisierung und operativen Betrieb werden in eigens dafür zuständigen Dokumenten respektive Leistungsvereinbarungen geregelt.

3.1.2 *Lieferung und Montage*

Die Tabelle 1 zeigt die Zuständigkeiten für die Lieferung und Montage auf.

Tabelle 1: Zuständigkeitsmatrix Lieferung und Montage.

Lieferung und Montage	TSB	Tiefbauunternehmer	Signalbau-firma	Fahrleitungs-unternehmer/ewb
Tiefbauarbeiten		• 1, 2		
LSA und LSA-Maste (sofern nicht Fahrleitungsmaste)			• 3	
Fahrleitungsmaste, Beleuchtungsmaste und deren Fundamente				•
Signalisation (Maste und Signale, Markierung, nicht Sockel)	• 4			

- 1 Die Sockel für statische Signalisation müssen vom Tiefbauunternehmer bei der Signalisation der Stadt Bern bestellt werden. Die Detailangaben können im Kapitel 2.8 unter den Normalien der Stadt Bern gefunden werden. (<https://www.bern.ch/themen/planen-und-bauen/bern-baut>)
- 2 Die Fundamente für LSA-Maste werden vom Tiefbauunternehmer erstellt. Diese sind gemäss den städtischen Normalien 2.7.1, 2.7.2, 2.7.3, 2.7.4, 2.7.5 und dem WL-Plan zu bauen.
- 3 Beihilfe bei der Montage kann nach Absprache durch den Tiefbauunternehmer erfolgen, die Kosten dafür sind jedoch durch die SBF einzurechnen.
- 4 Auf Kantonsstrassen ist der Kanton für die Markierung und Signalisation zuständig.

3.2 Projektierung

Als Hilfe für die Projektierung können die wichtigsten Masse dem Anhang L entnommen werden.

Liste der von TSB zu genehmigenden Dokumente

Eine Genehmigung der Dokumente erfolgt durch TSB immer nur schriftlich.

Zu genehmigen:

- Zwischenzeiten
- Mindestzeiten (Bestand der VTU 1)
- Plan Synoptik
- Disposition Steuergeräteschrank
- Protokolle

Zu genehmigen zum Abschluss der Projektphase

- VTB
- VTU 1 + 2 (was zum Projektstand bereits erforderlich ist)
- LSA-Situationsplan inkl. Markierung
- LSA-Mastansichten inkl. Signalisation
- Signalisations- und Markierungsplan (S+M-Plan)
- Werkleitungsplan (WL-Plan)
- Meldepunkteplan (MPP)
- Verkehrsstromskizze
- Terminplan
- Pendelenzliste

3.3 Ausschreibung und Beschaffung

Der Verkehrsingenieur ist für die Ausschreibung der LSA-spezifischen Themen verantwortlich. Ein Tiefbauingenieur ist verantwortlich für die jeweiligen Tiefbauarbeiten und deren Ausschreibung.

Für die Ausschreibung wird auf die Ausschreibungsunterlagen sowie insbesondere an das aktuell gültige Leistungsverzeichnis (LV) verwiesen. Die aktuellen Unterlagen sind jeweils beim Projektleiter (PL) von TSB anzufordern.

LSA werden gemäss Verfahrensart Bauauftrag ausgeschrieben. Die Ausschreibungsart (Einladungsverfahren, offenes Verfahren oder nach GATT/WTO) wird von TSB auf Grundlage der Angaben vom Ingenieur (Kostenschätzung etc.) festgelegt.

Die Bewertung der Offerten und Prüfung der Eignungs- und Zuschlagskriterien als Vorlage für den Vergabeantrag ist auch im Umfang des jeweiligen Ingenieurs.

Die Ausschreibung und Beschaffung weiterer Werke wie Signalisation, Markierung und Verkehrsdiensst ist projektspezifisch zu vereinbaren.

Für den Vollzug der Beschaffung sowie die Festlegung der korrekten Verfahrensart ist TSB zuständig.

3.4 Realisierung

Für die Werkprüfung, Inbetriebnahmeprüfung und Schlussabnahme werden von TSB Checklisten als Vorlage bereitgestellt. Diese müssen vorgängig bei TSB durch den Ingenieur angefordert werden. Die aktuellen Checklisten können zudem unter dem Anhang M heruntergeladen werden. Der Ausdruck und die Vorbereitung sind zwingend durch den Ingenieur sicherzustellen.

3.4.1 **Abbruch- und Demontagearbeiten**

Ob und welche zu demontierenden LSA-Anlageteile (Trixispiegel etc.) weiterverwendet, eingelagert oder an TSB zu übergeben sind, ist vorgängig mit dem PL TSB zu klären.

Unabhängig der Weiterverwendung von Kabeln (im Zuge Kreislaufwirtschaft) müssen alle Kabel aus der bestehenden Rohranlage ausgezogen werden. Anschliessend können die zur Weiterwendung vorgesehenen Kabel geprüft werden. Bis zum Wiedereinzug dieser Kabel sind diese während der Bauzeit entsprechend einzulagern. Die Weiterwendung der Kabel muss nicht an derselben Stelle wie im Bestand erfolgen, sondern kann je nach verfügbarer Länge neu definiert werden. Nicht mehr verwendete Kabelanlagen sind vollständig zu entfernen.

Demontierte Signale müssen bei TSB Signalisation, Freiburgstrasse 151 in 3008 Bern, abgegeben werden. Die Kosten sind einzurechnen.

Das Material der vorhandenen VDE ist in Absprache mit TSB zur Weiterverwendung zu demonstrieren.

Der Teilnehmernetzanschluss (TNA) für das Knotenüberwachungssystem (KUS) ist zu demonstrieren und zu entsorgen. Der Swisscomanschluss ist jedoch beizubehalten.

Ein allfälliger Unterbruch der Kommunikationsleitung muss bei der Planung der Demontagearbeiten berücksichtigt werden und vorgängig mit dem PL LSA abgesprochen werden. Die entsprechenden Stellen sind zu Informieren (Notfallorganisationen, zuständige SBF, übergeordnetes Verkehrsmanagement etc.).

3.4.2 **Montagearbeiten**

Allgemeines

In die Montagepreise sind sämtliche Nebenleistungen und Lieferungen von Zubehör für die fachgerechte Montage und Inbetriebsetzung der Anlage einzurechnen.

Bauseits zu liefernde Anlageteile werden auf die Baustelle transportiert. Die SBF hat die Lieferung zu kontrollieren und deren Empfang zu bestätigen. Ab diesem Zeitpunkt ist die SBF für das Material verantwortlich.

Während des Montierens und Austestens der Anlage darf der Verkehr so wenig wie möglich behindert werden. Die rechtzeitige Orientierung der zuständigen Polizeiorgane sowie die Signalisation der Montagestelle nach Weisung der KAPO ist Sache der SBF. Die Kosten zusätzlicher Verkehrsregelungen durch Verkehrsdienst gehen zulasten der Bauherrschaft.

Während der Montagearbeiten ist jederzeit die Sicherheit der Mitarbeitenden sicherzustellen. Insbesondere in der Nähe von Fahrleitungen sind die Vorschriften der jeweiligen Betreiber zu befolgen. Siehe auch Anhang L.

3.4.3 **Softwareprüfung**

Die Softwareprüfung ist zwingend vor der Werkprüfung durchzuführen.

Folgende Bestandteile sind bei der Prüfung vorgängig an die Teilnehmer zu versenden:

- Situationsplan mit Mastansichten
- VTB
- VTU 1.

Wenn sinnvoll, soll die Softwareprüfung anhand einer Simulation (z. B. Vissim) mit den massgebenden Verkehrszahlen durchgeführt werden.

Folgende Teilnehmer sind dabei einzuladen:

- Bauherr (PL LSA)
- Vertreter der betroffenen ÖV-Unternehmen
- Softwareersteller
- Ingenieur (PL Planer)

- Bei Bedarf Vertreter der Polizei.

3.4.4 Werkprüfung

Die Werkprüfung dient dazu, die Hardwarekomponenten und die sicherheitsrelevanten Eigen-schaften der projektierten Anlage zu prüfen. Die Prüfung wird anhand einer Checkliste des Bau-herrn durchgeführt. Die aktuelle Vorlage dieser Checkliste befindet sich im Anhang M.

Folgende Teilnehmer sind einzuladen:

- Bauherr (PL LSA)
- Ingenieur (PL Planer)
- SBF
- Bei Bedarf zuständige Person für Betrieb und Unterhalt.

3.4.5 Tiefbauabnahme

Des Weiteren findet eine von der Abnahme der LSA getrennte Abnahme der Tiefbauarbeiten statt. Bei Projekten, bei denen die LSA nur ein Teilprojekt im Gesamtprojekt darstellt, ist der Ge-samtprojektleiter bei TSB P+R für den Tiefbau verantwortlich. Er übergibt den Tiefbau der LSA an den Verantwortlichen für Betrieb und Unterhalt der LSA bei TSB (TSB VM/VT B+U).

3.4.6 Inbetriebnahmeprüfung

Vor der Inbetriebnahme ist eine Inbetriebnahmeprüfung durchzuführen. Diese beinhaltet das Austesten der Anlage und Vorbereitung für die offizielle Inbetriebsetzung. Die Prüfung wird ge-mäss Checkliste des Bauherrn durchgeführt. Sicherheitsrelevante Tests müssen zwingend be-standen werden.

Folgende Teilnehmer sind einzuladen:

- Bauherr (PL LSA)
- Ingenieur (PL Planer)
- SBF
- Bei Bedarf zuständige Person für Betrieb und Unterhalt der LSA.

3.4.7 Inbetriebnahme und Verkehrsbeobachtung

Die anschliessende Inbetriebnahme dient dazu, die Anlage gemeinsam in Betrieb zu nehmen. Die nachfolgende Beobachtung der Anlage und deren Verhalten ist ein wichtiger Bestandteil der Inbetriebnahme. Diese wird gemäss Checkliste des Bauherrn durchgeführt. Die aktuelle Vor-lage dazu befindet sich im Anhang M.

Folgende Teilnehmer sind einzuladen:

- Bauherr (PL LSA)
- Gesamtprojektleiter/PL TSB P+R bei grösseren Projekten
- Ingenieur (PL Planer)
- SBF
- Zuständige Person für Betrieb und Unterhalt der LSA
- Vertreter der betroffenen ÖV-Unternehmen
- Softwareersteller
- Vertreter der Polizei
- Vertreter der Verkehrsplanung.

Sicherheitsnachweise

Der Ersteller der elektrischen Installationen hat nach Beendigung des Werkes den Sicherheits-nachweis (SINA) gemäss Niederspannungsverordnung (NIV) Art. 37 zu erstellen inkl. der Ab-nahmekontrolle und Unterschrift des SINA durch ein unabhängiges Kontrollorgan.

3.4.8 **Schlussabnahme**

Rund drei Monate nach Inbetriebnahme oder nach Fertigstellung der abhängigen Drittwerke (z. B. Deckbelag und anschliessende Fertigstellung der Schleifen) wird die Lichtsignalanlage abgenommen. Mit der Abnahme wird festgestellt, ob die LSA ordnungsgemäss funktioniert. Festgestellte Mängel sind zu protokollieren. Der Ingenieur bringt die vorbereiteten Formulare (Checkliste und Protokoll der Schlussabnahme, Vorlage des Bauherrn) an die Abnahme mit. Die aktuellen Vorlagen der Checkliste sowie des Protokolls befinden sich Anhang M.

Folgende Teilnehmer sind dabei einzuladen:

- Bauherr (PL LSA)
- Ingenieur (PL Planer)
- SBF
- Zuständige Person für Betrieb und Unterhalt

Folgende Vertreter sind mindestens per Mail vorgängig bezüglich Mängel und offene Themen anzuhören:

- Betroffene ÖV-Unternehmen
- Polizei
- Verkehrsplanung

Das Protokoll wird am Abnahmetag von TSB VM/VT (PL LSA und B+U), Ingenieur und der SBF unterschrieben.

Erfolgt die softwaretechnische Programmierung der LSA nicht durch die SBF, sondern durch ein Ingenieurbüro, so muss diese Software ebenfalls abgenommen werden. Dazu ist vom zuständigen Ingenieur das vorbereitete Protokoll zur Schlussabnahme der Software (Vorlage TSB) vorzubereiten. In der Regel erfolgt die Schlussabnahme der Software zeitgleich mit der Schlussabnahme der LSA.

3.4.9 **Garantieabnahme**

Die Garantiefristen (Rügefristen) beginnen drei Monate ab Datum der erfolgreichen Inbetriebnahme der installierten Anlage inkl. Funktionslauf der Software gemäss „Technischen Unterlagen“ und betragen:

- zwei Jahre für die gesamte Anlage,
- fünf Jahre für Korrosionsschäden,
- fünf Jahre für LED-Signalgeber (Material und Arbeit).

Mit Ablauf dieser Garantiefristen erfolgt die Garantieabnahme. Diese erfolgt selbstständig durch die zuständige Person für Betrieb und Unterhalt des Bauherrn. Der Unternehmer wird vor dem Garantieende über allfällige Mängel informiert.

3.5 Datenhaltung

3.5.1 **Datenkonsistenz**

Übergabe TU Verkehrsingenieurbüro (VIB) an TSB

Der Ingenieur übergibt die Einzelteile der TU an TSB in Dateiform (siehe hierzu auch 7.2.4).

Übergabe TU TSB an Signalbaufirma

TSB leitet die Einzelteile der TU nach Genehmigung (Freigabe) als PDF-Dateien oder als Zusammenstellung in Papierform an die SBF zur Umsetzung weiter. Werden im Rahmen der Steuergeräteversorgung Anpassungen an den TU notwendig, so sind diese mit TSB oder direkt mit dem VIB (bei laufender Information des PL LSA TSB) abzustimmen.

Änderungen Signalbaufirma an TSB

Etwaige Änderungen an den TU durch die SBF müssen vor der Softwareprüfung mit dem VIB abgeklärt/bereinigt werden und dem PL LSA TSB schriftlich mitgeteilt werden.

Weitergabe Änderungen TSB an Verkehrsingenieurbüro

TSB leitet diesen Änderungsnachweis an das projektierende VIB weiter.

Verkehrsingenieurbüro

Das VIB passt zur Softwareprüfung die TU auf den gültigen programmierten Stand an. Eine Softwareabnahme erfolgt nur mit den gültigen TU. Werden während der Softwareabnahme weitere Änderungen notwendig, so sind diese spätestens bis zur Inbetriebnahme vollständig vom VIB nachzuführen. Die Übergabe der Dokumentation an den Bauherrn hat bis zur Schlussabnahme zu erfolgen.

Anlagendokumentation Signalbaufirma

Nach der Inbetriebnahme sendet die SBF alle zur Versorgung des Steuergerätes notwendigen Dateien sowie die vollständige Dokumentation über die Hardware TSB zu, siehe Kapitel 4. Diese wird – ausser es wird im Projekt anders vereinbart – mit der Schlussabnahme durch die SBF dem Bauherrn ausgehändigt.

Nachträgliche Änderung

Bei allen Änderungen bestehender geschalteter Steuerungen sind die ausgeführten Anpassungen in der TU farblich zu kennzeichnen und die Änderungsblätter an TSB zu übergeben. Die geänderten Steuergeräteversorgungsdateien werden TSB zugeschickt.

Grundsatz

TSB ist stets in Besitz der vollständigen Dokumentation und der Steuergeräteversorgungsdateien der aktuell geschalteten Steuerung.

3.5.2 Benennung und Typ der Dateien

K mit Knotennummer_Inhalt_Datum (Format JJMMTT)

Tabelle 2: Benennung und Typ der Dateien.

Bezeichnung	Typ	_Inhalt_	_Format
Verkehrstechnische Beschreibung VTB	Dokumentation	... _VTB_ ...	*.docx + PDF
Dokumentation vollständige Programmierung mittels VS-WorkSuite (VTU 1 und VTU 2)	Dokumentation	... _VSPLUS_ ...	PDF
Planungsdatei VS-WorkSuite	Dokumentation	... _VSP_ ...	VS-PLUS
Direktversorgungsdateien VS-PLUS	Versorgungsdateien	... _VCE_ _VCB_ ...	VS-PLUS
Pendenzenliste	Liste	... _PDZ_ ...	Nicht definiert
LSA-Situationsplan	Plan	... _SI_ ...	PDF + CAD (* .dxf oder *.dwg)
Werkleitungsplan	Plan	... _WL_ ...	PDF + CAD (* .dxf oder *.dwg)
Signalisations- und Markierungsplan	Plan	... _SM_ ...	PDF + CAD (* .dxf oder *.dwg)
Phasenplan	Plan	... _PP_ ...	PDF
Skizze der Verkehrsströme	Plan	... _VS_ ...	PDF
Meldepunkteplan MPP	Plan	... _MPP_ ...	PDF + *.vsdx
Plan Synoptik	Plan	... _ST_ ...	PDF
Disposition Steuergeräteschrank	Zeichnung	... _DP_ ...	PDF
Übergabeprotokoll	Protokoll	... _ÜP_ ...	PDF
Foto	Bilddatei	... _FO_ ...	*.jpg

Beispiel technische Unterlagen:

- K074_VTB_081130.docx
- K074_PP_081130.dwg
- K074_SI_081130.dwg
- K074_MPP_081130.vsdx

Beispiel Versorgungsdateien:

- K074_XML_081130.xml
- K074_VSP_081130.vsp
- K074_VCE_081130.vce
- K074_SCX_081130.scx

Ist im Zuge einer Projektierung oder Programmierung eine Anpassung notwendig, so sind nur die geänderten Dateien zu liefern und entsprechend mit dem aktuellen Datum zu versehen.

Die Benennung weiterer Dateien ist in Tabelle 3 dargestellt.

Tabelle 3: Benennung weiterer Dateien.

Bezeichnung	Typ	Inhalt
Offerte (Leistungsverzeichnis)	Dokumentation	..._LV_...
Verkehrszahlen	Dokumentation	..._VZ_...

3.5.3 Softwareversionen

Von TSB VM/VT werden folgende Programme verwendet (Stand Sommer 2020):

Tabelle 4: Programme/Versionen.

Programm	Version
VS-WorkSuite	CW3
VISSIM	5.40 ; 8.00
Microstation Connect Edition	V10

Die Softwareversionen werden fortlaufend aktualisiert. TSB ist bestrebt, möglichst zeitnah jeweils die neuen Versionen anzuwenden. Dennoch wird es immer wieder zu unterschiedlichen Softwareversionen führen, welche in Gebrauch sind. Daher ist vor Erstellung der jeweiligen Dateien durch das Ingenieurbüro/die SBF die zu verwendende Version mit TSB abzusprechen. An TSB übermittelte Dateien müssen mit den o. g. Versionen und mit dem vorhandenen 64-Bit-System kompatibel sein.

4 Anlagendokumentation

4.1 Umfang der Anlagendokumentation

Die Anlagendokumentation der SBF umfasst unter anderem die *Steuergerätedokumentation* mit einem Protokollausdruck des Tests der Signalsicherung (SISI), dem *Sicherheitsnachweis* (SINA) und das Protokoll nach der Niederspannungs-Installationsverordnung (NIV-Protokoll).

Weiter ist die *Dokumentation Kommunikationskabelnetz* zu erstellen und das *Servicejournal*, die Steuergeräteversorgungsdateien und ggf. weitere Unterlagen abzugeben.

Ein Messprotokoll der Schleifenanlage kann von TSB jederzeit verlangt werden, um den Zustand der einzelnen Schleifen zu kennen.

4.2 Steuergerätedokumentation

Überblick der einzureichenden Unterlagen

Die Steuergerätedokumentation ist in zweifacher (bei drittem Werkeigentümer in dreifacher) Ausfertigung in Papierform in beschrifteten Ordnern mit Kapiteltrennung von der SBF zu liefern.

Neben der Lieferung als Papierunterlagen erfolgt eine Lieferung der Dokumentation zusätzlich in digitaler Form per USB-Stick oder Download. Der Dateityp wie auch die Benennung der Dateien ist im Kapitel 3.5.2 zu entnehmen.

Ist nach Inbetriebnahme eine Anpassung an der Hardware notwendig, so sind nur die geänderten Seiten und Dateien zu liefern und entsprechend mit dem aktuellen Datum zu versehen.

Der Inhalt der Papierunterlagen sowie die digitale Version beinhalten folgende Informationen:

- Störungsbehandlung, Kontaktpersonen
- Inbetriebnahme und Abnahmeprotokoll
- Liefer- und Montagevertrag Lichtsignalanlage, besondere Vereinbarungen
- ersetzte ungültige Dokumente
- VTB-Dokumentation und Programmierung VTU 1 + VTU 2
- Signalsicherungstabelle(n) gemäss SN EN 12675 2019 «Steuergeräte für Lichtsignalanlagen; Funktionale Sicherheitsanforderungen»
- Plan Synoptik
- LSA-Plan, Meldepunkteplan, WL-Plan
- Kabelplan, Verkabelungsschema Mast und Synoptik, sonstige Verkabelung
- Kabelanlage des KKN. Hinweis: Die Referenz der Datenhaltung erfolgt durch TSB (s. u. Dokumentation KKN)
- Disposition Steuergeräteschrank, Anforderungen Steuergerät, Produkteblätter, Anlagendatenblatt
- Disposition Kommunikationsverteiler
- Lampenschalterverdrahtung
- Rangierunterlagen interner und externer Signale (auch Signale, welche aufs KKN eingespielen werden)
- Mastklemmen/Klemmenplan
- Steuergeräteaufbau und Verdrahtung
- Dokumentationen zu den nicht eigentlichen Steuergerätedelen, z. B. zusätzliche Speisungen oder speziellen Detektoren
- SISI-Protokoll
- EW-Unterlagen: Grundverdrahtung Rückwand, SINA, NIV-Protokoll
- Schleifenmessprotokoll

Protokolle

Protokoll Signalsicherung

Vom Test der Signalsicherung ist ein vollständiges Protokoll (sogenanntes Testprotokoll Signalsicherung, kurz SISI) zu erstellen und bei TSB unterzeichnet (geprüft von SBF und Ingenieur) einzureichen.

SINA und NIV-Protokoll

Spätestens zur Schlussabnahme muss die Kontrolle nach der Niederspannungs-Installationsverordnung durch eine unabhängige und zertifizierte Person (nicht SBF) durchgeführt werden. Die Ergebnisse werden mit dem Sicherheitsnachweis (SINA) und einem Mess- und Prüfprotokoll (sogenanntes NIV-Protokoll) festgehalten. Das Protokoll muss sowohl von der SBF als auch vom unabhängigen Prüforgan unterschrieben werden.

Schleifenmessprotokoll

Von der Messung der Schleifen ist ein vollständiges Protokoll zu erstellen und bei TSB unterzeichnet (geprüft von Lieferant/ausführender Firma) einzureichen. Dabei müssen mindestens folgende Angaben geprüft/festgehalten werden:

- Schleifenwiderstand [Ω] ab Anschlussdose im Schlaufschacht
- Induktivität [μH] ab STG mit Angabe der Messfrequenz
- Isolationsmessung [$\text{M}\Omega$] ab STG mit Angabe der Messspannung (500V/1000V)
- Schleifenwiderstand [Ω] ab STG
- Schleifendrahtfarbe und Anzahl Windungen

4.3 Dokumentation Kommunikationskabelnetz

Von TSB wird eine *Datenbank Kommunikationskabelnetz* zentral geführt. Sämtliche Überführungen der Anschlussleisten für das Kommunikationskabel sowie Abgänge zum LSA-Steuergeät werden bei TSB getrennt von der o. g. Steuergerätedokumentation abgelegt. Hierfür sind vom Ersteller über den PL LSA TSB folgende Dokumente und Dateien zu liefern:

- **Je ein Foto** im Hochformat mit Steuergerätestandort sowie Detailaufnahme der Anschlussleisten für das Kommunikationskabel im JPG-Format und mit minimaler Auflösung 1024 x 768 Pixel
- **Messprotokoll** der Kommunikationskabel (Formular Anhang D)
- Skizze mit bereinigter **Disposition** der Anschlussleisten für die Kommunikationskabel (Unterverteiler) in Absprache TSB (siehe Beispiel Anhang D)
- Nachgeföhrter Übersichtplan
- **Linienführung** auf WL-Plan
- **Rohrbelegung** auf WL-Plan
- **Dokumentation Seite STG** zur Nachdokumentation der Überführungen nach STG
- Kommentierte Dokumentation der **Kabelbelegung/Rangierungen** sowie ergänzte Ab- und Zugänge zum/vom LSA-Steuengerät (siehe Beispiel Anhang D)

In Abbildung 1 sind zwei Beispieldotos der Dokumentation des Steuergerätestandort und der Anschlussleisten zu sehen.



Abbildung 1: Beispiefotos Steuergerätestandort und Anschlussleisten

4.4 Einsatzjournal

Ein Einsatzjournal in Heftform muss im Steuergeräteschrank abgelegt sein. Instandhaltungs- und Störungsbeseitigungsnachweise sind mit Datum, Uhrzeit und Unterschrift zu machen. Eine digitale Alternative kann nach Rücksprache mit TSB eingesetzt werden.

4.5 Steuergeräteversorgungsdateien

Der Steuergerätehersteller ist eigenverantwortlich, die gerätespezifischen Versorgungsdateien gewissenhaft und sicher aufzubewahren. Eine Abgabe an TSB ist nicht erforderlich.

4.6 Anwenderversorgung

Die Anlage muss aus der Work-Suite mittels Anwenderversorgungskomponente (AVK) versorgbar sein, siehe Abbildung 2. Dabei handelt es sich um eine Anwenderversorgung, welche nebst den VS-PLUS-Parametern auch Grundelemente wie die Schaltuhr beinhaltet.



Abbildung 2: AVK in der Work-Suite.

Die AVK erstellt aus der Versorgung eine entsprechende vd.xml, welche den VS-PLUS Teil binär codiert (unlesbar) und die Grunddaten in *.xml Format entsprechend lesbar enthält.

In VS-PLUS 9.0 oder höher kommt noch das Open VS-PLUS (OVSP), resp. freie Programmierung dazu, welches zwingend mitversorgt werden muss, da dies mitaktiviert wird. Eine Gesamtversorgung enthält VT-Grunddaten, Daten mit Netzbezug und VA-Parameter, siehe Abbildung 3. Dabei zählen die Schaltuhr, welche zu den Daten mit Netzbezug gehört, sowie die VA-Parameter zu den wichtigsten anwenderversorgbaren Elementen.



Abbildung 3: Anwenderversorgung via AVK.

Mit der Anwenderversorgung im VS-PLUS 9.0 oder höher kann die Stadt Bern unabhängig Anpassungen vornehmen.

Weitere Informationen zur Anwenderversorgung enthalten die nachfolgenden Kapitel sowie der Anhang H.

Die Verwaltung der Anwenderversorgungen erfolgt in der Work-Suite auf einer externen Datenablage (Datenbank): \\bgov.ch\appdata\LSA_svn\VSWS3C. Diese Ablage ist nur für die Work-Suite lesbar und basiert auf svn (Apache Subversion zur Versions- und Dateiverwaltung).

4.6.1 *Erstversorgung*

Bei neuen Anlagen soll die Anwenderversorgung ebenfalls über den Versorgungsweg über den VD-Server vorgenommen werden, damit die Anwenderversorgung auf dem VD-Server abgelegt wird und der Anwenderversorgungsweg funktioniert.

4.6.2 *Änderungsversorgung*

TSB behält sich vor, selbstständig und unabhängig Änderungen vorzunehmen. Allfällige Änderungen sind in der Versionierung in der Work-Suite nachvollziehbar. Solche Änderungen betreffen vor allem Anpassungen am VS-PLUS selbst, wodurch eine Überarbeitung der Steuergeräteversorgung nicht zwingend notwendig ist. Bei Bedarf kann die SBF darüber informiert werden. Sollten jedoch Änderungen wie beispielsweise zusätzliche Signalgruppen oder Anpassungen der SISI vorgenommen werden, wird die entsprechende SBF durch TSB beauftragt, dies in der Steuergeräteversorgung anzupassen.

Bei der jährlichen Wartung der LSA durch die SBF muss diese den aktuellen Stand der Anlage bzw. deren Versorgung übernehmen. Damit ist die SBF wieder synchron mit TSB, falls durch TSB Änderungen an der Steuerung vorgenommen wurden. Diese Synchronizität ist insbesondere für eine Störungsversorgung wichtig.

4.6.3 ***Störungsversorgung***

Sollten die durch TSB vorgenommen Änderungen (siehe Kapitel 4.6.2) nicht von der SBF übernommen werden und eine Störung der LSA tritt auf, bei der eine Reparatur das Versorgen der kompletten Steuergeräteversorgung bedingt, gehen diese vorgenommenen Änderungen verloren. Dies ist unter allen Umständen zu vermeiden. Deshalb muss die SBF vor jeder Störungsversorgung TSB in Kenntnis darüber setzen, damit die aktuelle Anwenderversorgung wieder versorgt werden kann.

5 Situationsplan

5.1 Typen von Situationsplänen

Für den *Nahbereich* der LSA werden in der Regel folgende Situationspläne verwendet:

- LSA-Situationsplan Kap. 5.3
- Werkleitungsplan Kap. 5.4
- Signalisations- und Markierungsplan Kap. 5.5
- Mastansichten Kap. 5.8

Überdies hinaus können auch Mischformen von kombinierten Plänen bestehen.

5.2 Richtlinien für CAD-Datenlieferanten TSB

TSB (sowie die VP) setzt MicroStation als CAD-Plattform für das Erstellen von Situationsplänen ein. Die Gestaltung dieser Pläne sowie die verwendeten LSA-Objekte müssen jedoch einheitlich und unabhängig des Erstellers und des CAD Programms erfolgen. Dafür gibt es die Vorgabe der LSA-Objekte und Elemente, welche auf einem Plan dargestellt werden sollen. Diese einheitliche Darstellung ist zwingend einzuhalten. Die Vorgabe der LSA-Objekte kann unter Anhang K entnommen werden.

Das Ingenieurbüro ist verpflichtet, vor Projektbeginn bei TSB die aktuelle Projektgrundlage zu bestellen.

5.3 LSA-Situationsplan

5.3.1 Inhalt

Im LSA-Situationsplan (kurz: LSA-Plan) sind folgende Teile/Funktionen dargestellt:

- Signalgruppen (ggf. wichtige Verkehrsströme nach Absprache)
- Signalgeber (inkl. Kontrastblende, Pfeilmaske und/oder Zusatztafel)
- Signalgruppenbezeichnung für WH und WF
- LSA-Maste mit Bezeichnung/Nummerierung
- Alle weiteren Maste (Fahrleitung-, Signalisationsmaste, Maste der ÖB) darstellen.
- Detektoren mit Bezeichnung/Nummerierung
 - bei Induktionsschleifen inkl. aller gefräster Zuleitung
 - Video-/Radar-/Infrarotdetektor inkl. Detektionsfeld
 - FG-Anforderungsgeräte
 - Bewegungsmelder
- Meldepunkte (inkl. Nummer und Entfernung [m] zur Haltelinie)
- Fahrdrahtantennen
- Akustik und Gong
- Handsteuerkasten
- Trixi-Spiegel
- Tramschienen und Weichen
- Steuergerät (inkl. Masse/Typ und Öffnungsrichtung («Türpfeile»))
- Ortsverrohrung (LSA und KKN) in vereinfachter Form
- LSA Schächte mit Bezeichnung
- Tramschienenunterquerung («Soischwänzli»; Lage in Abhängigkeit von Entwässerung)
- Markierung (informativ)
- Signalisation (definitiv); alle an LSA-Maste montierte Signale inkl. Strassenbenennungstafeln
- Für Sichtbeziehungen massgebliche Bäume
- Ein- und Ausfahrten im Bereich der LSA.

Des Weiteren können auf dem Situationsplan dargestellt werden:

- Phasenplan
- Mastansichten (falls nicht als separater Plan vorhanden).

Neue Anlagenteile werden farbig hervorgehoben und entsprechen den Vorgaben gemäss Anhang K.

5.3.2 **Nummerierung**

Nummerierung der Signalgruppen

- Im Uhrzeigersinn, beginnend beim Steuergerät
- Reihenfolge:
 - 1. Motorisierter Individualverkehr (MIV), Velo auf Fahrbahn (gleiches Niveau wie MIV)
 - 2. Fussverkehr (sehende als auch sehbehinderte Zufussgehende (SB)), Velo über Fahrbahn (nicht auf gleichem Niveau wie MIV)
 - 3. Öffentlicher Verkehr (innerhalb eines Fahrstreifens einer Zufahrt in der Reihenfolge rechts, geradeaus, links und Tram vor Bus bei gleicher Richtung)
 - 4. Warnblinker
 - 5. Optionale Signalgruppen mit zuvor genannter Reihenfolge
 - Signalgruppen für SB (taktiler Signalgeber (Blindenvibra (BV)/Blindenakustik (BA)) gleich anschliessend an die betreffende/n FG-Signalgruppe/n.
 - Warnblinker: Primär-Warnblinker WH am Hauptsignalgeber des Fahrverkehrs (Reihenfolge nicht nach Hauptsignalgeber), Sekundär-Warnblinker WF am FG-Übergang (Reihenfolge nicht nach Fussverkehr). Warnblinker WH und WF immer am Ende der Signalgruppenliste anhängen.
 - Bus- und Tramquittungen des Fünf-Punktsignals werden in der Signalgruppenliste (je Teilknoten) unten angehängt und im LSA-Plan nicht dargestellt.
 - Bei Knoten mit Teilknotensteuerung wird zunächst der erste Teilknoten im Uhrzeigersinn beginnend beim Steuergerät nummeriert. Dann wird der zweite Teilknoten fortlaufend, ebenfalls im Uhrzeigersinn, nummeriert. Bei LSA mit Teilknoten muss die Signalgruppennummerierung immer zuvor mit der SBF abgestimmt werden.
 - Verkehrsströme werden i. d. R. im LSA-Plan nicht dargestellt.

Reserven werden i. d. R. nicht als Signalgruppe aufgeführt. Falls doch, dann werden diese am Ende angehängt.

Ein Beispiel für die Nummerierung der Signalgruppen ist verfügbar unter: Anhang K - PAW Beispiel K031 LSA.

Nummerierung der Masten

- M1, M2, ... Im Uhrzeigersinn, beginnend beim Steuergerät.
- Von jeweiligen Fahrstreifen einsehbare Nummerierung der Masten (Hilfe für vorbeifahrende Polizisten, um einfach Meldungen über kleinere Schäden an Anlageteilen machen zu können).
- Bei Signalbrücken sind die Stützen bzw. die Abspannpunkte bei aufgehängten Signalträgern als einzelne Maste zu bezeichnen. Maste der öffentlichen Beleuchtung (Kandelaber), Sondermaste (z. B. Fahrleitungsmaste des ÖV) und Signalträger ohne Maste (z. B. direkt an Hausfassade) sind wie LSA-Maste zu behandeln.

Ein Beispiel für die Nummerierung der Masten ist verfügbar unter: Anhang K - PAW Beispiel K031 LSA. Nummerierung der LSA Schächte

Nummeriert werden alle Schächte, welche zur Aufnahme der Verkabelung der LSA dienen. S1, S2, ... Im Uhrzeigersinn, beginnend beim Steuergerät.

5.3.3 ***Werkleitungen Lichtsignalanlage***

Die Kabelschutzrohrverbindungen der LSA von Schacht zu Schacht, Schacht zu Mast und Schacht zu Fundament werden lagerichtig eingezeichnet. Die Anzahl und Bauart der Rohre wird lediglich im WL-Plan verzeichnet.

5.3.4 ***Signalisation und Markierung im LSA-Plan***

Die Markierung wird im LSA-Plan informativ und ohne Ausführungsbezeichnungen dargestellt. Die Haltelinien (HL) und die FG-Übergang müssen in der definitiven Lage dargestellt sein.

Die an die LSA-Maste montierten Signale (inkl. Strassenbenennungstafeln) müssen dargestellt werden (jedoch ohne Ausführungsbezeichnungen). Verbindliche Angaben der Dimensionen sind für die Erstellung einer richtigen Masthöhe und die korrekte Montage der Signalgeber erforderlich.

Die Feststellung der erforderlichen Mastlänge (mit allen Signalen und deren Höhen) ist Sache des Ingenieurs

5.4 Werkleitungsplan

Nachfolgend sind die wichtigsten Bestandteile des Werkleitungsplans (kurz: WL-Plan) aufgeführt.

5.4.1 Allgemeines

Datenabgleich

Die Daten sind mit dem Leitungskataster der Geoinformation Stadt Bern (GSB) durch das beauftragte Ingenieurbüro abzugleichen.

Titelblatt TSB

Normalie 1.1.3 auf www.bern.ch/themen/planen-und-bauen/bern-baut/wie-wir-planen-bauen/normalien

Abgabe der Dokumente

Beim PL abzugebende Dokumente und Dateien:

- PDF-Datei
- DXF-Datei oder DWG-Datei

Massstab 1:200, Details in 1:100 oder 1:20.

Ausgestaltung

- gemäss Dokument *Vorgaben für CAD-Datenlieferanten TSB*
- Farbe der LSA und KKN-Bestandteile: RGB 190,0,0

5.4.2 Projektierungspläne (Vor-, Bau- und Ausführungsprojekt)

Allgemeines

Trassen und Einzelbauteile werden unterschieden nach:

- bestehend, Lage genau
- bestehend, Lage ungenau
- neu
- rückzubauen (bestehend, mit rotem «x» auskreuzen)

Kabelschutzrohre

- Verlauf
- Mehrfachverrohrung LSA (z. B. 2 x PE 150) als Einfachstrich
- Querschnitt Rohrblock an massgeblichen Stellen mit Rohrbelegung (LSA, KKN, Dritte)
- Bezeichnung mit Anzahl, Material und Durchmesser z. B.: 2 x PE 150 oder 4 x KRGK-M40
- Überdeckung

LSA Schächte

- Lage
- Durchgängige Nummerierung über gesamten Projektperimeter
- Nennweite
- Besitzer (z. B. LSA TSB oder Elektro ewb) über Farbgebung
- Rohrtiefe
- Abdeckungsart, max. Belastung und Lastfall Langsam- oder Schnellverkehr
- Öffnungsrichtung der Abdeckung (wo relevant)
- Bezeichnung (Modell und Lieferant, z. B. GE6625, 10 t, Schnell)
- Spezialitäten (Kombination mit anderen Bauherrn)

Steuergerätefundament

- Lage
- Typ (gemäss HB LSA), oder wenn nicht Typ, dann Angabe Aussenmasse

Stumpenrohr für Detektorschleifenanschluss

- Verlauf
- Bezeichnung mit Anzahl, Material und Durchmesser

Mastfundamente

- Bezeichnung (gemäss Normalie)

Tramschienenunterquerung («Soischwänzli»)

- Lage in Abhängigkeit von Entwässerungselementen des Tramtrogs

5.5 Signalisations- und Markierungsplan

TSB benötigt als Grundlage für die Ausführung von Markierungsarbeiten die Lieferung von insgesamt fünf Papierplänen sowie eine aktuelle digitale Version des Signalisations- und Markierungsplans (S+M-Plan).

5.6 Bauphasenplan

Der Bauphasenplan muss die Belange seitens LSA und Tiefbau beachten und koordinieren.

5.7 Kabelplan

Die SBF erstellt nach vollendetem Werk einen Kabelplan der realisierten Anlage. Hierbei müssen alle Kabel dokumentiert werden, auch Verbindungskabel zwischen zwei Kabinen.

5.8 Mastansichten

Der Ingenieur muss Mastansichten erstellen. Dabei dient Anhang J als Hilfestellung.

Folgende Angaben sollen auf den Mastansichten enthalten sein:

- Alle Signalgeber inkl. Masken, Kontrastblenden und etwaige Zusatztafeln (mit Richtungspfeilen, Symbolen etc.)
- Alle statischen Signale inkl. der Strassenbenennungstafeln mit SSV-Nummer und Mass bzw. Format (z. B. «Normalformat»)
- Signalgruppen auf den jeweiligen Fahrstreifen
- Mastnummerierung
- Nummerierung der Signalgeber falls erforderlich
- Eindeutige Bezeichnung der FG-Anforderungsgeräte (z. B. FD1.1, vgl. Kapitel 14.4)
- Bei Masten mit Standort Hinterkante Trottoir wird die Hinterkante in der Ansicht dargestellt
- Bei Auslegern wird der Abstand zur Fahrbahn (zur Fahrstreifenmitte in [m]) dargestellt
- Delta [m] Oberkante (OK) Fahrbahn zu Unterkante (UK) Signalgeber bzw. Kontrastblende
- Delta [m] OK Fahrbahn zu UK Ausleger
- Höhe FG-Anforderungsgeräte
- Fundamenttyp und Gesamtlänge des Masts gem. Anhang J
- Andere wichtige Angaben
- Markierung zur Orientierung.

6 Dokumentation des ausgeführten Werks (DAW)

Die Dokumentation des ausgeführten Werks (DAW) umfasst die LSA-Dokumentation der Projektierung sowie die Pläne des ausgeführten Werks (PAW), welche am Ende jedes Projekts in digitaler Form abzugeben sind. Die Zuordnung der Formate zu den entsprechenden Dateien ist in Tabelle 2 aufgeführt.

6.1 LSA-spezifische Dokumente

Die DAW der LSA-spezifischen Dokumente umfasst folgende Unterlagen:

- VTB
- VTU 1 und VTU 2
- Planungsdatei VS-WorkSuite
- Direktversorgungsdateien VS-PLUS
- Phasenplan
- Skizze der Verkehrsströme
- Meldepunkteplan (MPP)
- Mastansichten

6.2 PAW – LSA

Der PAW des LSA-Plans geht grundsätzlich aus dem LSA-Ausführungsplan hervor. Der zuständige Ingenieur muss sicherstellen, dass alle neuen respektive geänderten Anlagenteile durch GSB (Telefonnummer: 031 321 67 37) aufgenommen/vermessen wurden. Anschliessend erfolgt die Überprüfung im Web-GIS.

Der PAW des LSA-Plans muss neben der aktuellen Signalisation und Markierung dieselben Bestandteile wie unter Kapitel 5.3.1 aufgeführt beinhalten. Der Plan ist in schwarz/weiss abzugeben. Ein Beispiel ist im Anhang K dargestellt.

6.3 PAW – WL

Der PAW des WL-Plan geht grundsätzlich aus dem WL-Ausführungsplan hervor. Der zuständige Ingenieur muss sicherstellen, dass alle neuen respektive geänderten Anlagenteile durch GSB (Telefonnummer: 031 321 67 37) aufgenommen/vermessen wurden. Anschliessend erfolgt die Überprüfung im Web-GIS.

Ein Beispiel ist im Anhang K dargestellt.

Der PAW des WL-Plans muss folgende Bestandteile aufweisen.

Allgemeines

Trassen und Einzelbauteile werden unterschieden nach:

- Lage genau
- Lage ungenau (i. d. R. nur für bestehende Werkleitungen!)
- Aufgehoben (Rohr entfernt)
- tot/ausser Betrieb (Rohr vorhanden, aber wird gegenwärtig nicht mehr benötigt)

Kabelschutzrohre

- Verlauf
- Mehrfachverrohrung LSA (z. B. 2 x PE 150) als Einfachstrich
- Querschnitt Rohrblock
- Bezeichnung mit Anzahl, Material und Durchmesser z. B. 2 x PE 150 oder 4 x KRGKM40
- Überdeckung (bei Abweichung von Normalie)

LSA Schächte

- Lage
- Nennweite
- Öffnungsrichtung der Abdeckung (wo relevant)
- Besitzer (z. B. LSA TSB oder Elektro ewb) über Farbgebung
- Spezialitäten (Kombination mit anderen Bauherrn, oder wenn von Normalie abweichend)

Steuergerätefundament

- Lage
- Typ (gemäss HB LSA) oder Angabe Aussenmasse

Stumpenrohr für Detektorschleifenanschluss

- Verlauf
- Bezeichnung mit Anzahl, Material und Durchmesser

Mastfundamente

- Bezeichnung (gemäss Normalie)

Tramschienenunterquerung («Soischwänzli»)

- Lage in Abhängigkeit von Entwässerungselemente des Tramtrogs

7 Verkehrstechnische Ausarbeitung

7.1 Allgemeines

7.1.1 Begriffsdefinition

- VTA verkehrstechnische Ausarbeitung; Dokumentation Projektierung und Programmierung; bestehend aus den TU, Dokumentation Programmierung und den Direktversorgungsdateien (siehe auch VTB)
- TU technischen Unterlagen; Dokumentation der Projektierung bestehend aus 1. Plänen, 2. der VTB und ggf. 3. mit der Dokumentation der Programmierung (siehe auch VTA)
- VTB verkehrstechnische Beschreibung; erläuternder textlicher Teil der TU (docx-Format). Bei Programmierung durch die SBF wird die VTB durch Ausdrucke der ZWZ-Matrix und der Signalprogramme aus dem VIAP des VIB ergänzt (siehe auch TU und VTA)
- VTU 1 verkehrstechnische Unterlagen 1; Grundversorgungsdaten; Vorgabe für Hersteller, Lieferung der Anlage (Hardware)
- VTU 2 verkehrstechnische Unterlagen 2; verkehrsabhängige Steuerung (VA) aufbauend auf den Grundversorgungsdaten VTU 1.

Die VTA besteht aus den TU (Projektierung) und bei durch das VIB programmierten Anlagen zusätzlich auch aus der Dokumentation der Softwareversorgung (Programmierung) als Teil der TU und den Direktversorgungsdateien.

Die TU bestehen aus der Zusammenstellung diverser Pläne, der VTB mit der Dokumentation der Programmierung (Programmierung durch VIB) oder lediglich einer Beschreibung (den Vorgaben) der Programmierung (Programmierung durch SBF).

Die Zusammenhänge werden in den beiden nachfolgenden Abbildungen verdeutlicht.

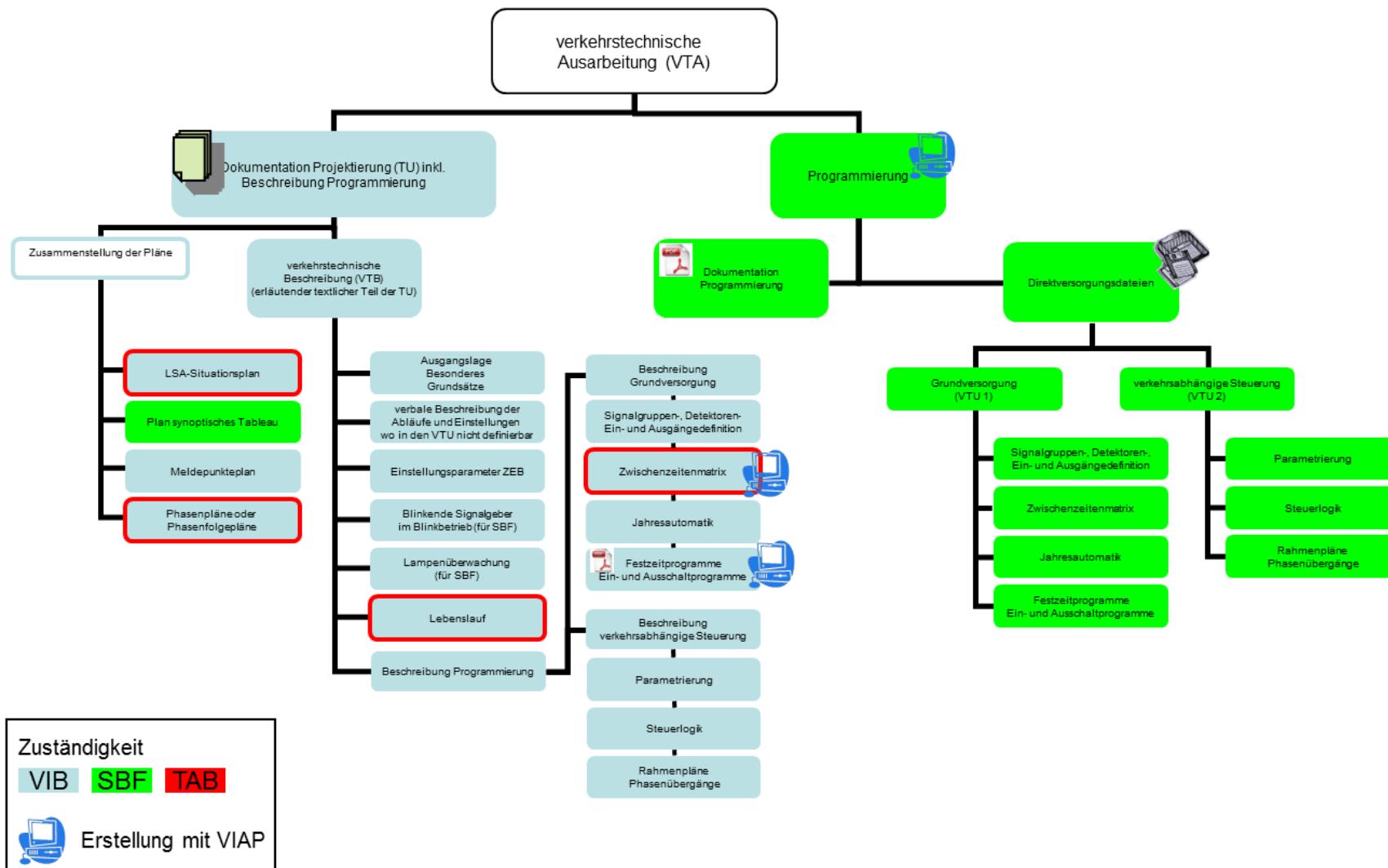


Abbildung 4: Programmierung durch SBF.

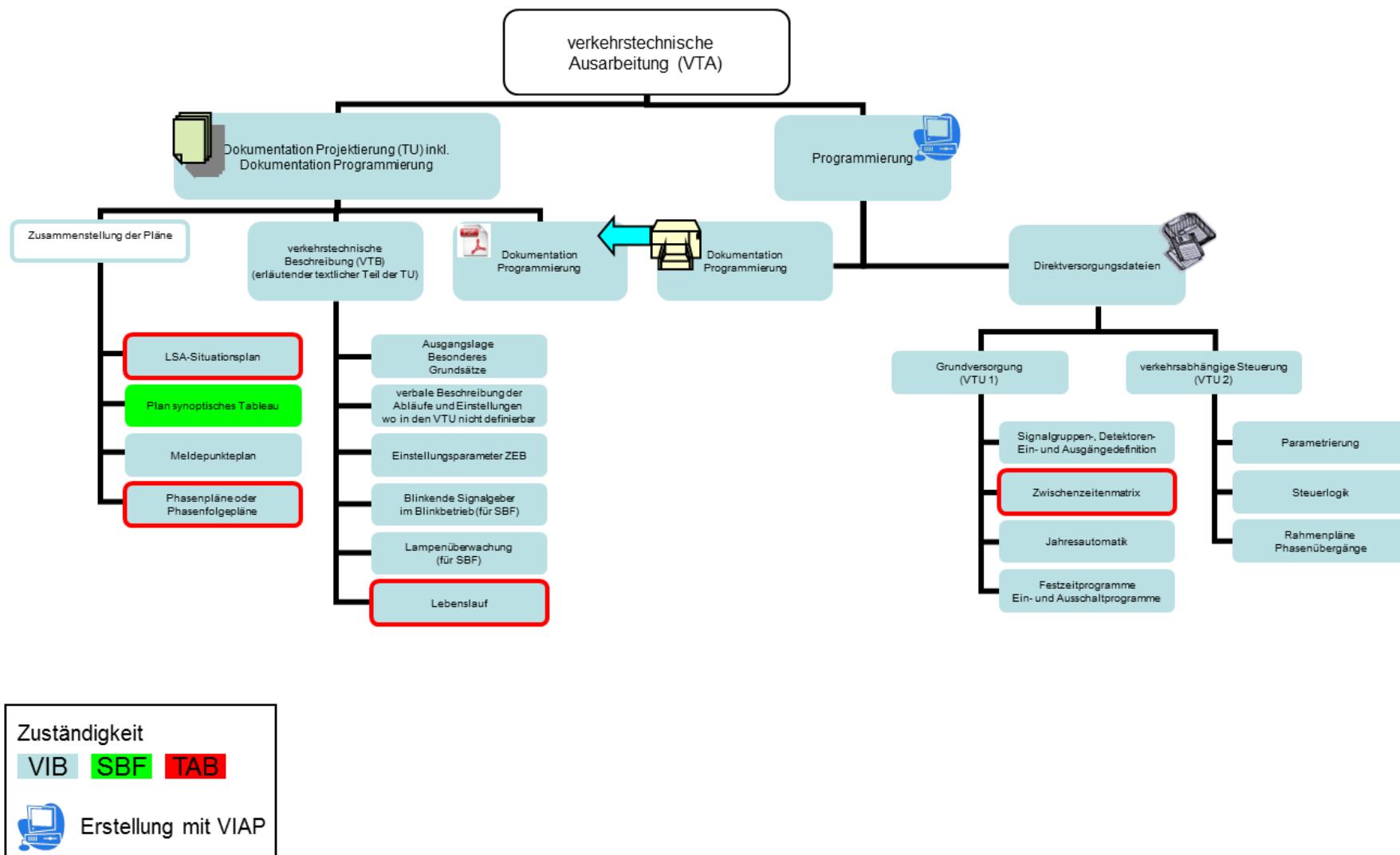


Abbildung 5: Programmierung durch VIB.

7.1.2 ***Stellenwert***

Die TU dokumentieren die Projektierung und Programmierung und sind die Grundlage für die Montage der LSA. Die TU sind mit dem Stand zur Ausschreibung verbindlicher Teil der Ausschreibungsunterlagen.

Des Weiteren dokumentieren die TU die LSA über die gesamte Lebensdauer für den Unterhalt, allfällige Massnahmen aufgrund Baustellen und Optimierungen im Rahmen der verkehrstechnischen Erhaltung. D. h. die TU werden bei Änderungen/Anpassungen an der LSA/Steuerung fortgeschrieben.

Die TU müssen die jeweils gültige Steuerung wiedergeben.

7.2 Erstellung der technischen Unterlagen

7.2.1 ***Umfang TU***

Die TU müssen folgende Informationen enthalten:

- LSA-Plan
- Plan Synoptik
- Meldepunkteplan
- VTB (Erläuternder textlicher Teil der TU)
- Signalzeitenpläne/Rahmenpläne
- Zwischenzeitenmatrix
- Mindestfreigabezeiten
- Mindestsperrzeiten
- Blinkende Signalgeber im Blinkbetrieb
- Schaltzeiten der Signalprogramme

In Abhängigkeit vom Steuerungsverfahren:

- Phasenpläne oder Phasenfolgepläne
- Phasenübergänge
- Steuerlogik mit zeitlichen und logischen Bedingungen
- Parameterlisten
- Versatzzeitenlisten

7.2.2 ***Ausarbeitung VTB und Vorlagen***

Eine aktuelle Word-Vorlage zur Ausarbeitung der VTB wird bei jedem Projektbeginn durch TSB zur Verfügung gestellt. Das VIB ist verpflichtet, sich über den Stand der aktuellen Vorlagen zu informieren.

Es sind zwei Word-Vorlagen zur Ausarbeitung der VTB vorhanden:

1. Für eine spätere Programmierung durch die SBF selbst (Projektierung und Programmierung getrennt)
2. Für eine Programmierung durch das VIB (Projektierung und Programmierung aus einer Hand)

Wesentlicher Unterschied ist, dass in Vorlage 1 Parameter in der VTB definiert werden, welche der spätere Programmierende umsetzt. Bei Verwendung der zweiten Vorlage wird die gesamte Programmierung (inkl. Parameter) als Ausdruck (PDF) aus dem Verkehrsingenieurarbeitsplatz (VIAP) der VTB als Nachweis der Programmierung einfach angehängt.

Die VTB müssen auch bei der Bearbeitung durch verschiedene VIB/Bearbeitende immer in Form und Aufbau identisch sein, daher ist in beiden o. g. Fällen vom Ingenieur die städtische Vorlage für die Projektierung zu verwenden. Eigene Dokumenten-/Formatvorlagen des beauftragten VIB sind unzulässig. Abänderungen des Titelblatts oder des Impressums und Änderun-

gen in der Kopf- und Fusszeile oder dem Format (Schrift, Ausrichtung usw.) sind nicht erwünscht. Änderungen am Dokumentenaufbau (Reihenfolge der Kapitel) und Ergänzungen dürfen nur in Ausnahmefällen und nach Rücksprache mit TSB vorgenommen werden.

Der Austausch der VTB zwischen dem VIB und TSB erfolgt immer im Word-Format. Zur Dokumentation eines bestimmten Bearbeitungsstands, z. B. zum Abschluss einer Projektphase, können die VTB zusätzlich als PDF-Datei mit Genehmigungsvermerk an TSB oder an das VIB übermittelt werden.

Selbständige Verbesserungen durch TSB sollten immer in Form von schriftlichen Inputs (z. B. im Word-Änderungsmodus oder per Mail) an das VIB gegeben werden.

Alle Änderungen in der VTB müssen im Änderungsmodus von Word erfolgen, damit die Beteiligten vorgenommene Veränderungen im Dokument einfach nachvollziehen können.

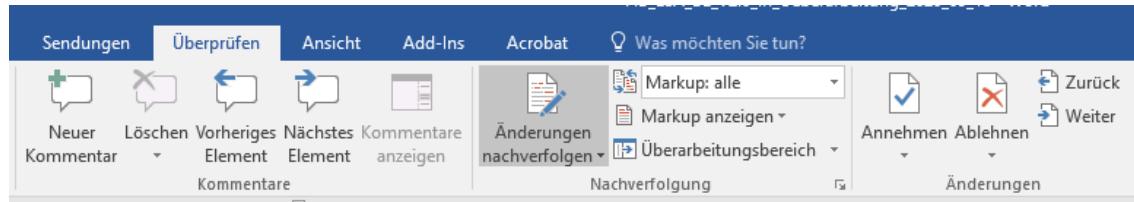


Abbildung 6: Bearbeitung VTB immer im Word-Änderungsmodus.

Erhält TSB die VTB vom VIB, werden die vorgenommenen Änderungen nachvollzogen und entweder angenommen («Änderungen annehmen») oder zusammen mit der letzten bearbeitenden Person geklärt. Nach der Klärung kann das Dokument im Änderungsmodus weiterbearbeitet werden.

7.2.3 *Übergabe der TU an die Signalbaufirma*

Die TU werden der SBF als Teil der Ausschreibungsunterlagen mit dem Stand *Bauprojekt* abgegeben. Die für die Ausführung (Stand *Ausführung*) massgebende Fassung der TU wird in der Regel spätestens zur ersten Bausitzung übergeben. Bei einer Programmierung durch das VIB erfolgt dann auch in der Regel die Übergabe der Direktversorgungsdateien.

7.2.4 *Dateien der VTA*

Tabelle 5 stellt dar, welche Dateien in den einzelnen Projektphasen an TSB zu liefern sind.

Tabelle 5: Zu liefernde Dateien der VTA in den einzelnen Projektphasen.

Bezeichnung	Dateien		
	3 Projektierung 4 Ausschreibung	5 Ausführung	Dokumente des ausgeführten Werks
Verkehrstechnische Beschreibung VTB	*.docx	*.docx	*.docx + PDF
Dokumentation vollständige Programmierung mittels VS-WorkSuite (VTU 1 und VTU 2)	PDF (VTU1)	PDF (VTU1+2)	PDF (VTU1+2)
LSA-Situationsplan	PDF	PDF	PDF + CAD (*.dxf oder *.dwg)
Phasenplan	PDF	PDF	PDF
Skizze der Verkehrsströme	PDF	PDF	PDF
Meldepunkteplan MPP	PDF	PDF	PDF + *.vsdx
Plan Synoptik	-	-	PDF
Disposition Steuergeräteschrank	PDF	PDF	PDF
Direktversorgungsdateien VS-PLUS	-	*.vcb	*.vcb
Anwenderversorgungsdatei Work-Suite (vd.xml ist ein Export der Daten von der Work-Suite unbedingt mit VS-PLUS (.vcb) exportiert zur Anwenderversorgung)	-	*.vspx	*.vspx
Anwenderversorgung VS-PLUS Special.c	-	*.c	*.c

Im Gegensatz zu VS-PLUS 8.0 respektive VS-Plus 9.0 oder höher ist das Special.c bei VS-PLUS 6.0 nicht anwenderversorgbar und muss daher zwingend mitversorgt werden.

Bei VS-PLUS 6.0 konnte das Special.c in c++ direkt geschrieben werden und musste nicht im OPEN VS-PLUS Editor (Flussdiagramm) in der Work-Suite erstellt werden.

Bei VS-Plus 9.0 oder höher muss zwingend der OPEN VS-PLUS Editor verwendet werden, da dies beim Versorgen immer mitgeschickt werden muss (als übersetzter Code).

Die *.vspx Datei enthält grundsätzlich die *.vcb sowie das OPEN VS-PLUS-Ablaufdiagramm.

7.2.5 **Datenhaltung der Anwenderversorgungen**

Die Datenhaltung der Anwenderversorgungen erfolgt bei TSB. Die Anwenderversorgung muss als *.vspx-Datei der Version Work-Suite CW3 an TSB inklusive den Ausdrucken VTU 1 und VTU 2 elektronisch übergeben werden.

Die Versorgung muss immer über TSB laufen. Damit wird sichergestellt, dass TSB stets im Besitz der aktuellsten Version ist.

Eine Anwenderversorgung mit dem beauftragten Programmierenden der Steuerung und der SBF muss über den in der Stadt üblichen Versorgungsweg via VD-Server stattfinden. Dabei werden die für das Steuergerät exportierten Anwenderversorgungsdateien (vd.xml) auf dem VD-Server und auf dem Verkehrsrechner automatisch abgelegt.

8 Steuergerät

8.1 Allgemeines

- Elektronische Steuerung für die verkehrsabhängige Verkehrssteuerung eines Knotens mit Signalgebern nach bestehenden Normen und anerkannten Prinzipien.
- Die Funktionstüchtigkeit der gesamten Anlage muss bei einer Umgebungstemperatur von -25 °C bis +65°C gewährleistet sein. Es müssen Bauelemente verwendet werden, deren Betriebs- und Grenzdaten von der SBF im Datenblatt festgelegt sind.
- Als Halbleiter (Dioden, Transistoren, integrierte Schaltungen etc.) dürfen nur sogenannte Industrietypen verwendet werden. Bei Kondensatoren sind nur Typen für erhöhte Anforderungen und für mindestens Feuchtklasse F zulässig.
- Eine übersichtliche Beschriftung der einzelnen Bauteile und Anschlüsse ist vorzunehmen.
- Zeit und Datum müssen dem Steuergerät von einer Funkuhr übermittelt werden. Zudem müssen die Feiertage gemäss Kapitel 23.4.2 der nächsten 25 Jahre programmiert sein.
- Ein Anschluss an den Verkehrsrechner (VSR) ist vorzusehen.
- Die verkehrstechnische Steuerung muss mit einem Laptop vor Ort und über die VSR-Schnittstelle mit anwenderfreundlichen Tools direkt versorgbar sein. Ausgenommen sind die sicherheitsrelevanten Zwischen-, Übergangs- und Mindestzeiten, die nur von der SBF selbst vor Ort geändert werden können.

8.2 Steuergeräteschrank

8.2.1 Allgemeines

- Doppelwandige Aluminiumkabine für Montage auf Betonfundament. Die Steuergerätekabine darf nur mit rostfreien Elementen ausgestattet sein. Befestigungsschrauben, Scharnierbolzen etc. müssen aus Chromstahl (V4A) hergestellt sein.
- Wetterfeste Lackierung RAL 7032 (Kieselgrau) oder RAL 6013 (Schilfgrün). In Sonderfällen andere Farbe. Die Ausführungen für eine konkrete Anlage sind im LV festgehalten.
- Die Fronttüren müssen in geöffnetem Zustand arretiert werden können, Öffnungswinkel mindestens 160°. Die Scharnierzapfen der Türen müssen aus rostfreiem Stahl bestehen. Sind zwei Türen vorhanden, dann wird ein Anschlag links und ein Anschlag rechts ausgeführt. An der Fronttüreninnenseite muss ein Klappenschrank zur Ablage eines Notebook-PC vorhanden sein.
- Sämtliche Türen sind mit einem Türkontakt auszustatten. Bei Zustandsänderung muss eine Meldung in einem Protokoll hinterlegt werden, welche an den VSR übermittelt wird. (Beispiel: Betriebsmeldearchiv, ohne herstellerspezifische Tools.)
- Sämtliche Komponenten der Steuerung müssen für Revisions- und Unterhaltsarbeiten leicht zugänglich sein. Die Steuerung ist deshalb schwenkbar (160°) einzubauen, oder der Zugang muss mit anderen einfachen mechanischen Massnahmen möglich sein.
- Sämtliche Kabeladern sind über Trennklemmen zu führen. Alle Kabelzuführungen sind gegen Bodenfeuchtigkeit abzudichten.
- Die gesamte Anlage muss gemäss der Verordnung 734.5 vom 25. November 2015 über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) entstört sein. Es ist also ein Störschutzfilter vorzusehen.
- Überspannungsschutz muss, wenn möglich und wenn sinnvoll, bei jeglichen Inputs vorgesehen werden.
- Der Ausbau UV KKN (2 Reihen/3 Reihen) ist projektspezifisch auszuführen. Der Grundaufbau erfolgt jedoch gemäss den Vorgaben im Anhang E.

8.2.2 **Regelschranktypen**

In der Stadt Bern werden i. d. R. vier standardisierte Schrankgrössen mit einer Minimalhöhe des Schrankes von 140 cm (Nutzmass) eingesetzt. Mit Metallsockel 9,5 cm (je nach Hersteller) und Flachdach 3,5 cm ergibt sich eine Höhe von 153 cm zur Gesamthöhe abhängig von der Höhe des Betonfundaments.

Die Sonderabteile links und rechts vom Hauptabteil für das Steuergerät sind auf eine Breite für den Einbau von 19-Zoll-Racks dimensioniert.

Wird der ewb-Netzanschluss in ein Sonderabteil eingebaut, wird mindestens eine Abteilbreite von 40 cm vorgesehen. Der Stromanschluss des Steuergeräts erfolgt in diesem Fall nicht über den Vorschacht, sondern wird direkt über ein PE80-Rohr in das Steuergerätfundament eingeführt.

Es können projektspezifische Anpassungen an Fundament- und Kabinendimension – in Absprache mit TSB – vorgenommen werden.

Der Steuergerätetyp bezieht sich immer auf den Fundamenttyp. Siehe "Bern baut, Normalie C|2.7.x".

Im Anhang E sind Darstellungen der genannten Regelschranktypen enthalten.

8.2.3 **Standort Steuergeräteschrank**

Für die Wahl des Steuergerätestandorts sind folgende Punkte zu beachten:

- Gute Sicht auf Knoten ermöglichen.
- Möglichst keine starke Sonneneinstrahlung.
- Zugang gewährleisten (Servicewagen).
- Gefährdung durch Unfälle ausschliessen.
- Keine Sichtbehinderung für Verkehrsteilnehmer.
- Einhaltung einer minimalen Durchgangsbreite für Fussverkehr und Unterhalt von 2,00 m.

Das Platzieren eines neuen Steuergeräteschranks hat in Absprache mit der Fachgruppe Gestaltung öffentlicher Raum (GöR) zu erfolgen. Der TSB-Vertreter der GöR ist frühzeitig in den Prozess einzubeziehen. Wenn immer möglich wird eine Integration ins Umfeld angestrebt.

8.2.4 **Zugänglichkeit/Schliessanlage**

Für die LSA besteht ein Schliessplan. Die entsprechenden Schliesszylinder werden den Firmen durch TSB zur Verfügung gestellt, wenn im LV nichts Anderes vermerkt ist. Der Schliesszylinder ist nach aussen mit einer arretierbaren Abdeckung zu versehen.

Für die Schliessanlage sind folgende unterschiedlichen Schliesszylinder ausführbar:

Einzelzugänglichkeit:

- Siemens; für Steuergeräte Siemens oder «nur UV» bei Siemens-Steuergeräten
- VR AG; für Steuergeräte VR AG oder «nur UV» bei VR-Steuergeräten
- SWARCO; für Steuergeräte SWARCO oder «nur UV» bei SWARCO-Steuergeräten
- GeoLogix; für nur VDE
- ewb-Netzanschluss; ewb-Schlüssel 1320B

Mehrfachzugänglichkeit:

- Siemens UV + VDE
- VR AG UV + VDE
- SWARCO UV + VDE
- Kaba 5000; für Reserveabteile ohne eingeschränkte Zugänglichkeit

Es gibt VDE in Schränken, die sich nur mit dem ASTRA-Schlüssel öffnen lassen und nicht mit dem städtischen Schlüssel. Dies entspricht einer Abmachung mit dem ASTRA.

8.2.5 Disposition Steuergeräteschrank

Dem Bauherrn ist eine Darstellung (Disposition) in einem hohen Detaillierungsgrad mit Massen (Nutzmasse), Aufteilung und Anordnung der einzelnen Bauteile des Steuergeräteschranks zur Genehmigung vorzulegen. Eine Genehmigung durch den Bauherrn erfolgt nur schriftlich. Anhang E zeigt eine Übersicht über die Regelschranktypen sowie die wichtigsten Bestandteile und Masse.

8.3 Daten-Schnittstellen

Das Steuergerät muss über folgende Schnittstellen verfügen:

- Versorgungsschnittstelle
- Standardisierte Schnittstelle OCIT-O 2.0

8.4 Elektrische Ausrüstung, Klima

8.4.1 Netzanschluss

In der Regel wird für einen Netzanschluss ein Sonderabteil im Steuergeräteschrank vorgesehen. In Ausnahmefällen wird für den Netzanschluss neben dem Steuergeräteschrank ein ewb-Stromanschlusssockel mit den Massen (B x T x H über Boden) 40 x 22 x ca. 80 cm platziert.

Der Netzanschluss erfolgt in jedem Fall dreiphasig.

Die Bauleitung erledigt die erforderlichen Abklärungen.

Die SBF ist volumänglich für den Ausbau des Sonderabteils zuständig, lediglich der Kabelzug des Netzanschlusses und die Montage des Zählers (auf die von der SBF vorbereitete Zählerplatte) erfolgt durch das EWB.

Die Montagefirma ist verpflichtet, die Installationsanzeige und wenn notwendig eine Hausanschlussbestellung einzureichen.

8.4.2 Eingangssicherung

Der Eingangssicherungsautomat mit trennbarem Neutralleiter muss in geschlossener Ausführung (allenfalls mit Abdeckung) eingebaut sein.

8.4.3 Netzschatzer

Die verschiedenen Anlagenteile (VDE, Wechselsignale, Spezialelektronik, ebenso das SHDSL/UMTS-Modem, PLS etc.) werden mit getrennten Netzschatzern inklusive entsprechenden Stör- und Überspannungsschutz ausgeführt. Der jeweilige Schalter befindet sich im zugeordneten Abteil des Anlagenteils. Eine Ein- oder Abschaltung einzelner Anlagenteile ist unabhängig möglich und darf die anderen Anlagenteile nicht beeinflussen.

Anlagenteil

gesamte elektrische Anlage
Steuerung inkl. Signalgeber
VDE
Spezialelektronik

Absicherung

Stromstärke durch SBF berechnet
Stromstärke durch SBF berechnet
13 A
13 A

8.4.4 Fehlerstrom-Schutzschalter

Die gesamte Anlage und die einzelnen Anlagenteile werden mit FI-Schutzschaltern gemäss folgender Tabelle ausgerüstet:

Anlagenteil	FI-Schutzschalter
gesamte elektrische Anlage	gemäss Vorschriften
Steuerung inkl. Signalgeber	nach Angaben SBF und Vorschriften
VDE	30 mA
Spezialelektronik	30 mA

Der jeweilige FI-Schutzschalter befindet sich im zugeordneten Abteil des Anlagenteils.

8.4.5 Stör- und Überspannungsschutz

Die Netzeinspeisung ist mit einer Sicherung (FI/LS), einem Überspannungsschutz und einer Spannungsüberwachung (im Steuergerät selbst oder als aktives Element) zu versehen.

8.4.6 Arbeitssteckdose

Für den Anschluss von Mess- und Prüfgeräten sowie PC ist eine separate Steckdose 13 A mit FI-Schutzschalter 30 mA einzubauen.

8.4.7 Heizlüfter

Es ist ein thermo- und hygrostatisch geregelter Heizlüfter an der Außenwand einzubauen, um einer Kondensation vorzubeugen. Dies ist jeweils pro Abteil vorzusehen.

8.5 Eingänge

Detektorschleifen

Die Anschlüsse der NF- und Induktionsschleifen haben auf Trennstrips mit Messmöglichkeit zu erfolgen. Die Eingänge sind mit einem Überspannungsschutz, wenn möglich und sinnvoll, gegen Überspannung zu schützen (Blitzschutz).

Anforderungsgeräte für Zufussgehende und Sehbehinderte

Der Anschluss der Anforderungsgeräte hat auf Federkraft-Trennklemmen innerhalb der Mastkabel zu erfolgen.

8.6 Ausgänge

8.6.1 Signalgruppenausgänge für Signalgeber

Die Schaltung der Signalgeber erfolgt im Sekundenraster auf das Ende der internen Sekunde.

Die Signalgruppenausgänge haben eine Ausgangsspannung von 40 V/50 Hz. Die Schaltung von LED-Signalgebern muss gewährleistet sein. Alternative Ausgangsspannungen sind mit TSB abzuklären.

Alle Lampenausfälle müssen an den VSR gemeldet werden. Die Rangierung der einzelnen Lampen der Signalgruppen ist entsprechend auszurichten.

Die Signalgruppenausgänge für die Signalgeber sind im Steuergerät auf Trennklemmen zu führen nach folgendem Prinzip:

Fahrzeug- und FG-Signalgruppen

Pro Signalgruppe:

Rot1/Rot2/.../RotX

Gelb1/.../GelbX

[Gelb blitzen1/.../Gelb blitzenX]

Grün1/.../GrünX.

Die Anzahl der einzeln überwachten ROT, GELB, GRÜN (1 bis X) pro Signalgruppen wird im LV bzw. bei der Bestellung festgelegt.

Warnblinker

Pro Signalgruppe:

WHx1/WHx2/.../WHxX oder

WFx1/WFx2/.../WFxX

Die Anzahl der einzeln überwachten WH (1 bis X) oder WF (1 bis X) pro Signalgruppen wird im LV bzw. bei Bestellung festgelegt.

ÖV-Signalgruppe

Pro Signalgruppe: für jede Lampe des Signalgebers eine Klemme.

ÖV-Anmeldequittung

Pro Signalgruppe/Lampe eine Klemme.

Mastklemmen/Rangierung

Ob bei einer bestimmten Anlage Variante eins oder zwei zur Ausführung kommt, ist im LV festgelegt.

Variante 1

Die Mastklemmen (ein Klemmensatz pro Mast) befinden sich im Steuergerät, die Rangierung erfolgt direkt ab den Klemmen der Signalgruppenausgänge.

Variante 2

Die Mastklemmen (ein Klemmensatz pro Mast) befinden sich in einem separaten Rangierverteiler auf der Kabinenwand. In diesem Fall erfolgt die Rangierung direkt auf die Mastklemmen des Rangierverteilers.

Prüfklemme zum Austesten der Signalgeber

Um ein einfaches Austesten der Installation zu ermöglichen, ist im Klemmensatz der Signalgruppenausgänge eine Klemme vorhanden mit Phase 40 V.

8.6.2 Anforderungsgeräte für Zufussgehende und Sehbehinderte

Pro Anforderungsgerät sind immer Anschlüsse für zwei FG-Signale vorzusehen:

1. FG-Quitierung (FQ)
2. Blindenvibra (BV)

Wird der FG-Übergang zusätzlich mit Akustik ausgerüstet, sind drei weitere Ausgänge vorzusehen (AF, AO und AÜ).

Der Anschluss der Anforderungsgeräte hat mit einem separaten Kabel zu erfolgen, wenn die Anzahl der Menge an Adern im Mastkabel zu stark belastet werden.

8.7 Innenbeleuchtung Kabine

Die Kabine ist mit einer LED-Lampe fix via Bewegungsmelder, Türschliesskontakt oder gemäss Vorschlag der SBF auszuführen.

8.8 GPS-Funkuhr

Das Steuergerät ist mit einer Funkuhr (inkl. Antenne) für den Empfang mit einem GPS-Empfangsgerät (keine DCF-Empfänger mehr erwünscht) auszurüsten.

Um die einwandfreie Funktion der Funkuhr zu garantieren, ist der Standort für die Montage der Antenne von der SBF vor Montagebeginn vor Ort festzulegen.

Die Funkuhr liefert die Zeitbasis für die Steuerung und wird für die Steuerung der Schaltuhr und für die Datum- und Zeitstempel der Protokollereinrichtungen benötigt. Bei defekter Funkuhr/Antenne muss das Gerät eine Störungsmeldung absetzen und mit der internen Uhr weiterlaufen.

8.9 Lokale Schaltuhr

8.9.1 Allgemeines

Die lokale Schaltuhr besteht aus einer GPS-Funkuhr und der internen Uhr der Steuerung.

Eine lokale Schaltuhr mit Jahres- und Wochenautomatik (JAUT und WAUT) steuert die Betriebsarten und die Programmwahl der LSA im Ortsbetrieb. Die Zeitbasis und die Uhrzeit werden von der Funkuhr/GPS-Empfänger gesteuert. Die automatische Umschaltung auf Sommerzeit und zurück auf Normalzeit ist zu berücksichtigen.

Läuft die Anlage im Zentralenbetrieb, ist die lokale Schaltuhr unwirksam und die Betriebsarten werden vom VSR (siehe 23.4) gesteuert.

Die WAUT der lokalen Schaltuhr kann folgende Betriebszustände schalten mit Wochentag, Stunde, Minute:

- Normalbetrieb (Automatik, Ortsbetrieb)
- AUS-Blinken
- AUS-Dunkel.

Im Normalbetrieb müssen mindestens zehn Programme schaltbar sein.

8.9.2 Teilknotenschaltung der lokalen Schaltuhr

Wenn die Steuerung in Teilknoten unterteilt ist, müssen das Gelbblinken (AUS-Blinken) und die Dunkelschaltung (AUS-Dunkel) für jeden Teilknoten separat programmiert werden können.

Eine JAUT der lokalen Schaltuhr muss es erlauben, Sondertage über das ganze Jahr zu programmieren. Die Sondertage müssen für 25 Jahre programmiert werden können. Feiertage siehe 23.4.2.

Weitere Feier- oder Sondertage nach Angabe. Innerhalb eines Sondertages müssen alle Betriebszustände frei schaltbar sein.

8.10 Dimmung

Eine Dimmung ist grundsätzlich nicht vorgesehen. Ausnahmen können projektspezifisch erforderlich sein.

8.11 Umweltbedingungen

IP-Schutzklasse

Das Steuergerät muss von einer Schutzkabine, welche die Schutzklasse IP54 aufweist, geschützt werden.

Elektromagnetische Verträglichkeit

Das Steuergerät muss den Anforderungen gemäss EMV-Störfestigkeit und Störaussendung gemäss DIN EN 61000-6-1:2007 sowie der Verordnung 734.5 vom 25. November 2015 über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV) entsprechen.

8.12 Betriebsformen

8.12.1 Allgemeines

Eine LSA kann in zwei verschiedenen Betriebsformen betrieben werden:

1. Zentralenbetrieb
2. Ortsbetrieb

Welche Betriebsform für eine bestimmte LSA vorgesehen und möglich ist, wird in den TU festgehalten.

8.12.2 Zentralenbetrieb

Im Zentralenbetrieb (Fernbetrieb) regelt die LSA den Verkehr gemäss dem vom VSR vorgegebenen Programm mittels einer lokalen Steuerung. Eine Programmwahl erfolgt nach den Befehlen der Zentrale.

LSA, bei denen keine Programmwahl erfolgt (z. B. FG-LSA als Freiläufer), diese aber zur Überwachung mit dem VSR verbunden sind, laufen im Zentralenbetrieb.

8.12.3 Ortsbetrieb

Im Ortsbetrieb (Lokalbetrieb) regelt die LSA den Verkehr gemäss den lokal gespeicherten Programmen. Eine Programmwahl erfolgt von Hand oder über eine lokale Schaltuhr (Wochen- und Jahresschaltuhr).

8.13 Betriebsarten

8.13.1 Allgemeines

Eine LSA kann in fünf verschiedenen Betriebsarten betrieben werden:

1. Normalbetrieb (Automatik, VSR)
2. Dauerbetrieb (Ortsbetrieb)
3. Schaltuhrbetrieb (Ortsbetrieb)
4. AUS-Blinken
5. AUS-Dunkel.

Während des AUS-Blinkbetriebs und des AUS-Dunkelbetriebs läuft die Steuerung intern weiter (das Steuergerät ist nicht aus).

Des Weiteren kann die LSA von Hand ausgeschaltet werden. Der AUS-Zustand (Strom aus) unterscheidet sich vom Dunkel- oder Blinkbetrieb, da das Steuergerät nicht mehr angeschaltet ist.

Welche Betriebsart für eine bestimmte LSA vorgesehen und möglich ist, wird in den TU festgehalten.

Im Steuergerät müssen immer alle Betriebsarten manuell einstellbar sein:

- Normalbetrieb
- Dauerbetrieb
- Schaltuhrbetrieb
- AUS-Blinken
- AUS-Dunkel

8.13.2 **Normalbetrieb (Automatik)**

Ortsbetrieb oder Zentralenbetrieb gemäss der gewählten Betriebsform. Die LSA schaltet die Programme und Betriebsarten gemäss der versorgten JAUT und WAUT.

8.13.3 **Dauerbetrieb**

Mit dem Betriebsartenschalter auf der digitalen Synoptik oder dem Pocket-Terminal kann die Anlage auf Dauerbetrieb geschaltet werden. Dies bedeutet, dass Programmumschaltungen, der AUS-Blink- und AUS-Dunkelbetrieb ausgesetzt wird.

Wird diese Betriebsart während des AUS-Blinken oder dem AUS-Dunkel gewählt, schaltet die Anlage über die vorgesehene Einschaltprozedur ein und beim Ausschalten der Betriebsart Dauerbetrieb schaltet die Anlage über die vorgesehene Ausschaltprozedur wieder auf AUS-Blinken oder auf AUS-Dunkel.

Dauerbetrieb vor Ort geschaltet

Anlage in Ortsbetrieb:

Die Anlage schaltet während der vorgesehenen Blink- oder Dunkelzeit im Ortsbetrieb in ein vorab bestimmtes Signalprogramm (wählbar: vollverkehrsabhängig, Festzeitprogramm oder von der lokalen JAUT vorgegeben).

Anlage im Zentralenbetrieb:

Die Anlage wird während der vorgesehenen Blink- oder Dunkelzeit auf Ortsbetrieb geschaltet und verhält sich nachfolgend wie oben *Anlage in Ortsbetrieb*.

Dauerbetrieb von Zentrale geschaltet

Anlage in Ortsbetrieb:

Keine Reaktion im Steuergerät. Der geschaltete Ortsbetrieb wird in der Zentrale angezeigt.

Anlage im Zentralenbetrieb:

Die Anlage läuft während der vorgesehenen Blink- oder Dunkelzeit in dem von der zentralen JAUT für den Fall *Dauerbetrieb* vorgesehenem Programm.

8.13.4 **Blinkbetrieb**

Im Blinkbetrieb (AUS-Blinken; auch in Störungsblitzen) schalten ausgewählte Signalgeber auf GELB BLINKEN.

Die für das AUS-Blinken bestimmten Signalgeber werden in den TU definiert und sind **nicht** Teil der Direktversorgung.

Das Ein- oder Ausschalten des Blinkbetriebs kann wie folgt erfolgen:

- in der Regel automatisch über den VSR (Zentrale)
- manuell über den VSR
- automatisch mit lokaler Schaltuhr (Funkuhr/GPS)
- manuell mit Betriebsartenschalter im Steuergerät
- manuell mit Betriebsartenschalter in der Handsteuerung
- automatisch bei Störung (Störungsblitzen)

8.13.5 **Dunkelbetrieb**

Es muss möglich sein, die LSA mit der Schaltuhr auf dunkel zu schalten.

8.13.6 **Teilknoten**

Wenn bei Anlagen erforderlich, muss die Steuerung in mindestens drei unabhängige Teilknotensteuerungen unterteilbar sein. Diese Teilknoten müssen separat auf AUS-Blinken gestellt

werden können, separat überwacht werden und im Störungsfalle separat abschalten können. Nach Behebung von Störungen in Teilknoten müssen diese separat wieder eingeschaltet werden können. Das zeitabhängige Blinken und die Dunkelschaltung ab Schaltuhr müssen für jeden Teilknoten separat eingestellt werden können.

8.14 Schalter; Betriebsform, Betriebsart, Programmwahl, Grundstellung

Die Funktionen werden nachfolgend anhand von *Schaltern* beschrieben. Ob die *Schalter* mit einer Terminalbedienung (z. B. BAZ) oder mit Schaltern (auf der digitalen Synoptik oder separat angeordnet) realisiert werden, bleibt der SBF überlassen. Die Schalter werden grundsätzlich im Steuergerät vorgesehen. Weitere Schalter befinden sich im Handsteuerkasten (siehe hierzu Kapitel 9).

8.14.1 Schalter für Betriebsformen; Ortsbetrieb – Zentralenbetrieb

Zweistufiger Schalter, mit dem die Betriebsform geschaltet werden kann. Auch wenn die Steuerung für mehrere Teilknoten eingesetzt wird, muss nur ein Schalter für die gesamte Steuerung vorhanden sein:

1. Zentralenbetrieb
Programm- und Betriebsartenwahl ab Zentrale.
2. Ortsbetrieb
Programmwahl zeitabhängig (Schaltuhr für Programmwahl) mit Synchronisation Funkuhr oder Programmwahl von Hand.

8.14.2 Betriebsartenschalter; Dauerbetrieb – Automat – AUS-Blinken

Der Betriebsartenschalter im Steuergerät ist ein zweistufiger Schalter, mit dem sich folgende zwei Betriebsarten schalten lassen:

1. Automat (Normalbetrieb). Ortsbetrieb oder Zentralenbetrieb gemäss der gewählten Betriebsform.
2. AUS-Blinken. Die LSA schaltet auf Gelbblinken.

Die Stellung Automat (Normalbetrieb) muss in der Mitte sein.

Prioritäten mit dem Betriebsartenschalter in der Handsteuerung:

- Erste Priorität hat immer AUS-Blinken, unabhängig davon, wo geschaltet wird.
- Wenn nicht AUS-Blinken gewählt ist, hat Dauerbetrieb Priorität gegenüber Ortsbetrieb oder Zentralenbetrieb, unabhängig davon, wo geschaltet wird.

Wenn die Steuerung für mehrere Teilknoten eingesetzt wird, muss je ein Schalter für die gesamte Steuerung und für jeden Teilknoten vorhanden sein.

8.14.3 Programmwahlschalter

Mehrstufiger Wahlschalter zur händischen Programmwahl, der nur aktiviert wird, wenn der Schalter Ortsbetrieb/Zentrale auf Ortsbetrieb steht. Er gilt immer für die gesamte Steuerung, auch wenn diese in mehrere Teilknoten aufgeteilt ist.

Stellung *Automat* für Programmwahl ab Programmwahl-Schaltuhr und mindestens zehn wählbare Programme.

8.14.4 Schalter Grundstellung

Dieser Schalter wird nur bei Freiläufern benötigt. Es ist ein zweistufiger Schalter mit den Funktionen:

1. Grundstellung Hauptspur GRÜN
Wenn keine Anmeldungen vorliegen, schaltet die Anlage auf GRÜN in der Hauptrichtung.
2. Grundstellung Alles-ROT
Wenn keine Anmeldungen vorliegen, schaltet die Anlage alle Signalgruppen auf ROT.

Der Einsatz dieses Schalters wird im LV fallweise definiert.

8.15 Anzeigeelemente Betriebsform und Betriebsart

Die Anzeigeelemente bestehen im Allgemeinen aus LED. Sie können auf der digitalen Synoptik oder separat angeordnet sein. Bei Terminalbedienung sind auch andere Lösungen und Farben möglich.

Betriebsform

Folgende Betriebsformen werden angezeigt:

- Zentralenbetrieb gelbe LED
- Ortsbetrieb gelbe LED

Betriebsarten

Folgende Betriebsarten werden angezeigt:

- Dauerbetrieb gelbe LED
- Automat gelbe LED
- AUS-Blinken gelbe LED

Die Anzeigen zeigen die Betriebsart an, unabhängig davon, wo diese geschaltet wurde.

8.16 Anzeigeelemente Störungen und Quittungstaste

Störungsanzeigen

Folgende Störungen werden angezeigt:

- Störung rote LED oder Textmeldung auf Display, Sammelmeldung
- Lampenausfall rote LED oder Textmeldung auf Display, Sammelmeldung für Lampenausfall

Anzeige defekte Lampen

Die Anzeige, welche Lampe defekt ist, kann auf der digitalen Synoptik mit LED oder abrufbar auf dem Display des Pocket-Terminals erfolgen.

Quittungstaste

Mit der Quittungstaste lassen sich die Störungsmeldungen zurücksetzen. Liegt eine Störung an, deren Ursache noch nicht behoben ist, bleibt die Störungsanzeige bestehen bzw. erscheint wieder nach dem Drücken der Quittungstaste. Die Funktion dieser Taste kann auch mit einer Pocket-Terminal-Funktion realisiert werden. Die Quittungstaste hat folgende Bedeutung: «Die Störung wurde von mir zur Kenntnis genommen. Die Störung wurde bereits beseitigt oder ich habe die Beseitigung der Störung verbindlich angeordnet.»

TSB VM/VT B+U benötigt selbst keine Quittungstasten an LSA, d. h. TSB quittiert keine Störungen oder nimmt Störungsmeldungen zurück.

Vom Servicetechniker sind folgende Störungsmeldungen zwingend zu quittieren, d. h. diese Störungsmeldungen sind nicht selbstgehend:

- Zwischenzeitverletzung
- Wartezeitüberwachung der Verkehrsströme

- Die SBF bestimmt selbst, welche weiteren Störungen durch deren Servicetechniker zu quittieren sind.

TSB ist auch einverstanden, dass nach Beseitigung der Störung die zugehörige Störungsmeldung selbstgehend zurückgesetzt wird, sofern die ursprüngliche Störung in ein Betriebstagebuch geschrieben wurde.

8.17 Pocket-Terminal

Für die Anzeigen von Betriebszuständen und Meldungen sowie zur Analyse ist im Steuergerät ein Pocket-Terminal mit Tastatur und mehrzeiligem Display vorhanden, das mit einem Stecker an einer separaten Schnittstelle oder an der Serviceschnittstelle angeschlossen ist. Das Terminal kann fest eingebaut sein oder kann mit einer flexiblen Kabelverbindung in ausreichender Länge abnehmbar ausgeführt werden.

8.18 Digitale Synoptik

8.18.1 Allgemeines

Die digitale Synoptik dient zur Bedienung und Kontrolle der Steuerung. Mit Hilfe dieser können Anmeldungen aller Verkehrsteilnehmenden simuliert und überprüft werden. Außerdem kann der Ablauf der Programme überprüft werden.

Der Zugriff auf die digitale Synoptik erfolgt lokal am Knoten via Laptop/Tablet sowie über den VSR.

Die Grundlage der digitalen Synoptik bildet der Situationsplan, welcher vom Verkehrsingenieur der SBF zur Verfügung gestellt wird. Dieser muss skalierbar und jederzeit gut lesbar sein.

Als Leitfaden gilt der nachfolgende Beschrieb des in der Vergangenheit verbauten synoptischen Hardware-Tableaus. Die aufgeführten Elemente sollen dementsprechend digital umgesetzt werden. Bei der Darstellung wird unternehmerische Freiheit gewährt – ebenso bei allfälligen technischen Limitationen.

Die LED ist auf einer digitalen Synoptik ein Anzeigeelement, welches alle Zustände einer Signalgruppe anzeigen kann.

Anmeldemittel lassen sich digital bedienen und zeigen die Detektionen inkl. Bedienzustand (Ein, Aus, Auto, (Simulation) an).

Pro Signalgruppe bzw. Anmeldemittel müssen sollen vorhanden sein:

- ein situationsgerechter Taster für die Simulation einer Anmeldung (D, FD, ZD, VD, BM, MP, NF, FA, SK, WB, WS, GK)
- ein Taster für die Simulation einer Dauerbelegung (D und BM)
- pro Anmeldemittel eine bei gespeicherter Anmeldung blinkende LED (weiss)
- pro Anmeldemittel eine bei Dauerbelegung leuchtende LED (weiss)
- eine leuchtende LED (grün) bei Freigabe der Signalgruppe
- eine blinkende LED (gelb) bei Freigabe eines Warnblinkers
- eine leuchtende LED (rot) bei Gesperrt bei Dunkelanlagen
- eine leuchtende LED (blau): solange ÖV Anmeldung ansteht
- eine leuchtende LED (blau): solange eine Notfallrouten-Anmeldung (NF-Routen) ansteht
- eine kurz aufblinkende LED (blau) bei Abmeldung NF-Routen, Abmeldung ÖV via Niedrfrequenz (NF) oder Abmeldung ÖV via rechnergestütztes Betriebsleitsystem (RBL)
- Bezeichnung der Spur und der Anmeldemittel

Des Weiteren werden vorgesehen:

- der Betriebsformenschalter
- der Betriebsartenschalter
- Störungsanzeigen
- Quittierungstaste
- LED «Bedarfsbetrieb» zur Anzeige, ob die LSA im Bedarfsbetrieb läuft

8.18.2 ***Entwurf/Freigabe der Synoptik***

Der Entwurf der digitalen Synoptik ist mit der Bauleitung abzustimmen und anschliessend dem Auftraggeber zur schriftlichen Genehmigung vorzulegen.

8.18.3 ***Bedienungselemente***

Detektorschalter

Für sämtliche Detektoren (D, FD, ZD, VD, BM, MP, NF, FA, SK, WB, WS, GK) sind Schalter vorhanden mit folgenden Funktionen:

- Fahrzeugdetektoren, FG-Anmeldemittel, Bewegungsmelder, etc.

Normal:	Detektor eingeschaltet
Aus:	Detektor ausgeschaltet*
Impuls oder Dauer:	Detektor auf Impuls- oder Daueranmeldung**

* Das Ausschalten von Detektoren (inkl. NF) kann alternativ zur Ausführung als Schalter auf der digitalen Synoptik auch wahlweise als Schalter auf der Detektorkarte direkt ausgeführt werden.
- NF-Detektoren

Normal:	Detektor eingeschaltet
Aus:	Detektor ausgeschaltet
Impuls:	Detektorimpuls mit Taster ¹
- Funkmeldepunkte

Normal:	Detektor eingeschaltet
Impuls:	Meldepunkteingang mit Taster

ÖV-Schalter für Meldepunkte werden mit zweistufigen Schaltern ausgeführt, oder – falls je nach SBF nicht möglich – als dreistufiger Schalter (oben Rast mit Beschriftung Normal, Mitte Rast und ohne Beschriftung, unten Rückstellung mit Beschriftung Impuls)

Das Deaktivieren von Funkmeldepunkten erfolgt immer mittels Softwareänderung und nicht per Schalter auf der digitalen Synoptik oder an anderer Stelle.

NFR An- und Abmeldung

Es sind keine Tasten für eine An- bzw. Abmeldung vorgesehen.

8.18.4 ***Optische Anzeigeelemente***

Signalgruppen

Die Anzeigen für die Signalgruppen befinden sich in den lagerichtig mit Richtungsfeilen dargestellten Fahrstreifen und sind entsprechend dem LSA-Plan nummeriert.

- grüne LED leuchtend: Signalgruppe zeigt GRÜN
- gelbe LED blinkend: Warnblinker WH/WF
- rote LED leuchtend: Bei Dunkelanlagen zeigt die Signalgruppe gesperrt

Fahrzeugdetektoren und FG-Anmeldemittel

Die Anzeigen für die Fahrzeugdetektoren und FG-Anmeldemittel befinden sich in den Fahrstreifen und sind entsprechend dem LSA-Plan nummeriert.

¹ Taster d. h. mit Autorückstellung

- weisse LED blinkend: Anmeldung liegt vor (i. d. R. hälteliniennaher Detektor), aber Detektor ist noch nicht durch Fahrzeug belegt. Wenn das Fahrzeug auf hälteliniennahem Detektor steht, dann leuchtet die LED (siehe folgenden Punkt).
- weisse LED leuchtend: Detektor belegt/FD oder ZD angemeldet

Wird bei einer Fahrzeugannäherung ein von der HL entfernter Detektor überfahren, dann leuchtet dessen LED nur während der Belegung kurz auf. Gleichzeitig wird in der Regel eine Anmeldung für entsprechende Spur in der Steuerung ausgewertet. Der Detektor an der HL muss dann mit blinkender LED diese Anmeldung bestätigen. Steht das Fahrzeug dann anschliessend selbst auf dem Detektor an der HL, so wird diese Belegung mit einer stetig leuchtenden LED angezeigt.

Bei FD/ZD beginnt die LED zu leuchten ab Anmeldung am FG-Anmeldemittel und wird mit der FQ an gleicher Stelle wieder gelöscht. Auf der digitalen Synoptik beginnt nur der jeweilige FD/ZD zu leuchten, über welchen angemeldet wurde.

ÖV-Anmeldemittel

Die Anzeigen für die ÖV-Anmeldemittel befinden sich in den Fahrstreifen und sind entsprechend dem LSA-Plan nummeriert.

- blaue LED leuchtend: Anmeldung ÖV steht an
- blaue LED einmaliges blinken: Abmeldung für ÖV

LED, die nicht lagerichtig ausgeführt werden können, z. B. Funkmeldepunkte zur Voranmeldung, sind neben der Fahrbahn zu positionieren.

NFR-An- und Abmeldung

Die Anzeigen für die NFR-An- und Abmeldung sind ebenfalls mit blauen LED zu bestücken und sind entsprechend dem LSA-Plan zu bezeichnen. Eine blaue LED pro Zufahrt, nicht pro Notfalldienst. Bei Anmeldung leuchtet die LED. Bei Abmeldung erlischt die LED wieder. Eine blaue LED pro Abmeldung, leuchtet, wenn Schleife befahren wird. Die NFR-Anzeige (LED) ist situativ auf oder neben der Fahrbahn zu positionieren.

Spezialfunktionen

Für spezielle Ein- und Ausgänge der Steuerung müssen optische Anzeigen vorgesehen werden. Siehe LV.

8.19 Sicherheitseinrichtungen/Überwachungen

8.19.1 Allgemeines

Die Störungen (siehe 8.16) müssen angezeigt werden und in einem Betriebstagebuch eingetragen werden (siehe 8.22.5 Betriebsprotokolle). Die Störungsmeldungen müssen an ein übergeordnetes System übertragen werden können. Einzelheiten sind in den Spezifikationen der entsprechenden Interfaces festgelegt.

8.19.2 Signalsicherungsrechner

Die Basissoftware enthält die sicherheitsrelevanten Daten gemäss Situation des Verkehrsknotens (Signalsicherung). Diese Daten können nicht online verändert werden. Die Version der verwendeten Basissoftware ist in der Dokumentation anzugeben.

8.19.3 Steuerungsüberwachungen

Die Steuerung muss über von der Ablaufsteuerung unabhängige Überwachungen verfügen (Watchdog oder zweiten Prozessor).

Software- und Netzstörungen

Bei Software- und Netzstörungen muss ein automatisches Wiedereinschalten aktiviert werden. Ein Wiedereinschalten erfolgt nach zwei Minuten, ein zweiter und letzter Versuch folgt nach 20 Minuten nach Auftreten der Störung (einstellbar via Parameter). Das Ereignis ist im Störungs- und Ereignisprotokoll einzutragen.

Netzstörung

Bei Netzausfall muss vom VSR feststellbar sein, dass die LSA ausgefallen ist.

Bei Kurzunterbrechungen des Netzes von maximal 300 ms darf auf die selbsttätige Abschaltung verzichtet werden, wenn bei der Weiterführung des Normalbetriebes nach Wiederkehr der Netzzspannung keine verkehrsgefährdenden Signalisationszustände auftreten können.

Die Netzzspannung muss mit einer unabhängigen Einrichtung dauernd überwacht werden. Bei stationärem Spannungsabfall muss die Anlage unterhalb 180 V auf Störungsblitzen umschalten (mit Eintrag ins Störungsprotokoll). Wenn die Netzzspannung wiederkehrt, muss die Anlage oberhalb 180 V wieder selbstständig einschalten und in dem entsprechenden Programm weiterlaufen. Dabei dürfen keine verkehrsgefährdenden Signalisationszustände auftreten.

8.19.4 Grünverriegelung

Die Anlage muss sowohl softwaremäßig als auch bezüglich Klein- und Niederspannung Verriegelungen aufweisen, die ein feindliches GRÜN ausschliessen. Zusätzlich darf ein Fehler an der Aussenanlage (Kabeldefekt) zu keinem feindlichen GRÜN führen (Rückspannungsüberwachung).

Ein Ansprechen der Grünverriegelungsüberwachung bewirkt:

- Einen sofortigen AUS-Zustand der Anlage innerhalb von 200 ms mit anschliessendem gelb blinken
- Anzeige Störung Sammelstörung
- Eintrag ins Störungsprotokoll mit Angabe der Konfliktsignale

8.19.5 Zwischenzeitenüberwachung

Die eingestellten Zwischenzeiten dürfen nicht unterschritten werden. Bei Unterschreiten der Zwischenzeiten werden folgende Reaktionen ausgelöst:

- Störungsblitzen innerhalb 200 ms
- Anzeige Störung Sammelstörung
- Eintrag ins Störungsprotokoll mit Angabe der betreffenden Signalgruppen

8.19.6 Überwachung der Sicherungen der Signalgruppenausgänge

Falls die Lampenausgänge mit Sicherungen versehen sind, sind diese zu überwachen. Falls Sicherungsgruppen vorhanden sind, sind die Ausgänge nach Möglichkeit derart aufzuteilen, dass die verschiedenen ROT einer Signalgruppe verschiedenen Sicherungen zugeordnet sind.

Reaktion auf Sicherungsausfall:

- Es muss angezeigt werden, welche Sicherung ausgefallen ist mit Eintrag ins Störungsprotokoll.
- Störungsanzeigen: Sammelmeldung Störung.

8.19.7 Lampenüberwachung

Allgemeines

Es müssen einzelne Lampen bzw. LED-Signale überwacht werden können, wobei Transformatoren im Laststromkreis enthalten sein können.

Jeder Lampenausfall (ROT, GELB, GRÜN, Blinker, Quittungslampen, Einzellampen Fünf-Punktsignal, Veloleuchtfelder mit 100 mm Durchmesser, etc.) bringt eine Meldung an den VSR oder an ein anderes Überwachungssystem.

Rotlampenüberwachung

Alle roten Lampen einer Signalgruppe müssen separat überwacht werden können.

Reaktion auf Lampenausfall:

- Für jede überwachte Rotlampe muss festgelegt werden können, ob die Anlage bei Ausfall auf Störungsblitzen schaltet oder ob nur ein Lampenausfall signalisiert wird (Sammelmeldung). Das Umschalten auf Störungsblitzen hat innerhalb 200 ms zu erfolgen.
- Es müssen beliebige Kombinationen (*Und-Oder-Verknüpfungen*) der Signalgeber einer Signalgruppe für ein Störungsblitzen definierbar sein. Z. B. «Störungsblitzen bei Ausfall: Geber 1 oder (Geber 2 und Geber 3)»
- Es muss angezeigt werden, welche Lampe ausgefallen ist (siehe auch 8.16), mit Eintrag ins Störungsprotokoll.
- Störungsanzeigen: Lampenausfall und Störung, Übermittlung Fernüberwachung.

Spätestens der Ausfall aller Rotlampen einer Signalgruppe (*Und-Verknüpfung*) muss eine Ausschaltung der Anlage bewirken. Wo Wiederholersignalgeber bei Fahrverkehrsfahrstreifen schlecht sichtbar sind, genügt auch der Ausfall des Hauptsignals für den Anlagenausfall.

Ausnahmen bilden FG-Rotlampen. Dabei geht die Anlage schon bei Ausfall einer Rotlampe in Störungsblitzen, siehe Abbildung 7. Dies gilt aufgrund der Vortritt gebenden Markierung «FG-Übergang» (Zeichen 617), d. h. alle Rotlampen im FG-Übergang werden primärüberwacht.

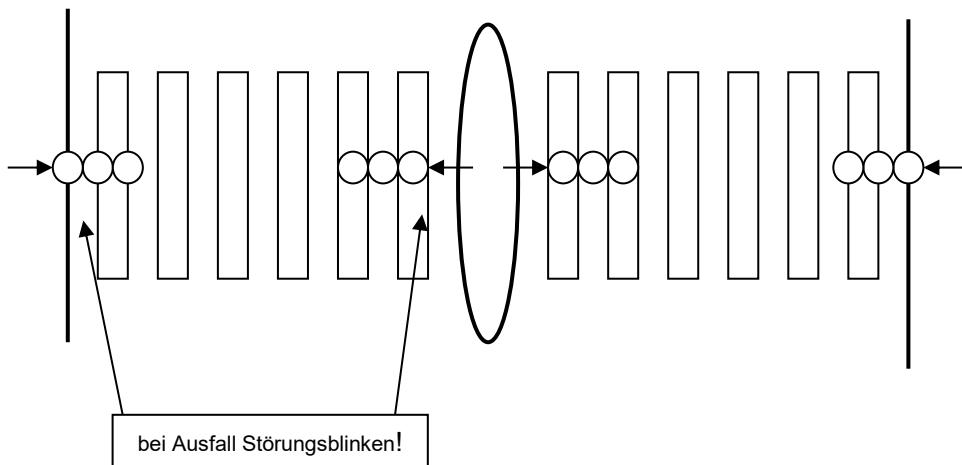


Abbildung 7: Rotlampenüberwachung FG-Übergang.

Überwachung der Warnblinker

Alle Lampen einer Warnblinkersignalgruppe müssen separat überwacht werden können.

Reaktion auf Lampenausfall:

- Für jede überwachte Lampe muss festgelegt werden können, ob die Anlage bei Ausfall auf Störungsblitzen schaltet oder ob nur ein Lampenausfall signalisiert wird (Sammelmeldung). Das Umschalten auf Störungsblitzen hat innerhalb 200 ms zu erfolgen.
- Es muss angezeigt werden, welche Lampe ausgefallen ist (siehe auch 8.16).
- Störungsanzeigen: Lampenausfall und Störung, Übermittlung Fernüberwachung. Es muss ein Eintrag im Störungsprotokoll erfolgen.

Der Ausfall der Warnblinker WH am Fahrzeugsignalgeber bewirkt einen Anlageausfall. Der Ausfall eines Sekundärwarnblinkers WF am Konfliktpunkt hat kein Ausschalten zur Folge.

Gelb- und Grünlicht, Hilfssignale

Die gelben und grünen Lampen einer Signalgruppe sowie Hilfssignale (z. B. Busquittungslampen) werden projektspezifisch überwacht.

Reaktion auf Lampenausfall:

- Es muss angezeigt werden, welche Lampe (Gruppe) ausgefallen ist (siehe auch 8.16 Anzeige defekte Lampen).
- Störungsanzeigen: Lampenausfall und Störung, Übermittlung Fernüberwachung. Es muss ein Eintrag im Störungsprotokoll erfolgen.

ÖV-Signalgeber

Siehe Kapitel 31.1

Beispiel Lampenüberwachung

Nachfolgend sind gemäss TU beispielhaft die Kammern dargestellt, bei welchen ein Lampenausfall eine Ausschaltung der Anlage zur Folge hat (vgl. auch **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**):

Tabelle 6: Beispiel Lampenüberwachung.

Spur	Geber Kammer	Mast
P01	11 oder (21 und 31)	M1, M2
V02	11	M1
P03	11 oder 21	M4
F04	11 und 21	M1, M2
F05	11 und 21	M2, M3
BV06	-	
B07	-	
WF08	11	M5

Legende zur Spalte «Geber Kammer»: Signalgeber der Gruppe, Kammer Signalgeber

8.19.8 Detektorüberwachung

Grundsätzlich sollen die Detektoren überwacht werden. Echte Störungen wie Schleifenkurzschlüsse oder Schleifenunterbrüche sollen bei Schleifendetektoren immer gemeldet werden oder als Überwachung der Dauerbelegung. Im Optimalfall sollen diese Zeiten mittels der Herstellertools angepasst und auch deaktiviert werden können. Die Werte werden vom VIB in der VTB vorgegeben.

Bei den Kameras kann man auswählen, ob bei schlechtem Bild eine Daueranmeldung generiert werden soll oder nicht. Dies ist bei nur einer Kamera pro Fahrstreifen sinnvoll.

Um Störeinflüssen entgegenzuwirken ist es zielführend, Fahrstreifen mit mindestens zwei Kameras abzudecken.

Dauerbelegung

Die Belegungszeit jedes Detektors (inkl. FD/ZD) wird überwacht. Überschreitet die Belegungszeit einen einstellbaren Wert, wird eine Meldung abgesetzt, welche auch ins Störungsprotokoll eingetragen wird.

Als Richtwerte gelten:

- Überwachungszeit für alle Arten der Detektoren: 12 min.
- bei Weichenblocksignalen: 6 min.
- Oder Werte, welche von der SBF als sinnvoll angesehen werden.

Dauerlücke

Die Lücke (Nichtbelegungszeit) jedes Detektors (inkl. FD/ZD) wird überwacht. Überschreitet die Lücke einen pro Detektor einstellbaren Wert, wird eine Meldung abgesetzt, welche auch ins Störungsprotokoll eingetragen wird.

Wenn die Lückenüberwachung eine Daueranmeldung auslöst, wird auf die Lückenüberwachung verzichtet. Wo keine genügend lange Lückenüberwachung eingestellt werden kann, wird nicht überwacht.

Die Dauerlückenüberwachung lässt sich zu gewissen Zeiten (nachts) abschalten. Im Falle von Baustellen mit Fahrstreifensperrung oder der Sperrung von FG-Übergängen muss die Überwachung deaktiviert werden können.

Als Richtwerte gelten:

Für den Fussverkehr:

- FD: 1 Tag
- ZD: 7 Tage.

Für den fahrenden Verkehr:

- Für alle Arten: 20 min. In der Nacht: 2 h
- Reine Velodetektion (Velostreifen) eventuell höher (Winter) und Velodrücker: 1 Tag
- Notfallroutenabmeldung: 5 Tage
- Oder Werte, welche von der SBF als sinnvoll angesehen werden.

Zählwertüberschreitung

Der Zählwert jedes Detektors wird überwacht. Bei Überschreitung einer konfigurierbaren Schwelle wird der Detektor als fehlerhaft gemeldet. Dies wird pro Messintervall – welches typischerweise 60 s beträgt – überwacht. Falls möglich, können Messintervalle auch kumuliert anschaut werden. Dabei muss der Richtwert entsprechend summiert werden.

Löst die Schwellenüberwachung des Zählwerts eine Daueranmeldung aus, wird auf die Zählwertüberwachung verzichtet.

Als Richtwerte gelten (Messintervall 60 s):

- 2500 Fzg/h resp. 42 Fzg/m oder in diesem Fall 42 Fzg/Messintervall.
- Oder Werte, welche von der SBF als sinnvoll angesehen werden.

In Tabelle 7 sind die wichtigsten Parameter zusammengefasst.

Tabelle 7: Zusammenfassung der Zählwerte.

Anmeldemittel	Belegung [min]	Lücke (Tag/Nacht)	Zählwert 2500 Fzg/h → 42 Fzg/min
D (normaler MIV Detektor)	12	20 min / 2 h	2500 Fzg/h
D (reiner Velodetektor/Velospur)	12	1 h / 8 h	2500 Fzg/h
VD (Velodrücker)	12	1 Tag	2500 Fzg/h
FD	12	1 Tag	2500 Betätigungen/h
ZD	12	7 Tage	2500 Betätigungen/h
WB (Weichenblock)	6	1 h / 8 h	2500 Fzg/h
MP als Kontakt	12	1 h / 8 h	2500 Fzg/h
Notfallroute Abmeldeschleife	12	7 Tage	2500 Fzg/h

Kann Tag und Nacht bei der Lückenüberwachung nicht unterschieden werden, so gilt der Nachtwert.

Tag-/Nachtzeiten können z. B. wie folgt sein: Tag von 7:00 Uhr bis 19:00 Uhr und Nacht von 19:00 Uhr bis 7:00 Uhr.

Löst die Lückenüberwachung eine Dauerbelegung aus oder kann nicht genügend lang überwacht werden, wird auf die Lückenüberwachung verzichtet.

8.20 Verkehrssteuerung

8.20.1 Basissteuerung

Verkehrstechnische Sicherheitsebene

Die Basissteuerung enthält die verkehrstechnische Sicherheitsebene. Sie überwacht die Einhaltung der Zwischen- und Versatzzeiten sowie die Mindestzeiten.

Festzeit

Die Basissteuerung stellt sicher, dass das Steuergerät ohne verkehrsabhängiges Verfahren (VA-Verfahren) in Festzeit laufen kann. Dazu sind erforderlich:

- Abwicklung der Betriebsarten
- Ein-/Aus- und Umschaltungen
- Bilden der synchronisierten Umlaufsekunde Tx anhand der Kopfinformationen (Tu, ESP, ASP, USP, SYN) der einzelnen Programme
- Abwicklung der Festzeitsteuerung

Funktionen für VA-Verfahren

Die Basissteuerung stellt dem VA-Verfahren die notwendigen Daten zur Verfügung:

- Messwertaufbereitung
- Zeitschalter (Tx)
- Signalgruppenansteuerung
- Speicherverwaltung der VA-Parameter und AP-Werte
- Versorgung und Rückversorgung
- etc.

Die Funktionen sind abhängig vom Steuerverfahren gemäss nachfolgendem Kapitel.

8.20.2 Verkehrssteuerungsverfahren

Als Steuerungsverfahren für die Verkehrssteuerung kommt VS-PLUS zur Anwendung. Falls ein bestimmtes Verfahren verwendet werden muss, ist dies im LV festgehalten. Wenn nicht anderes im LV deklariert, ist die neueste Softwareversion einzusetzen. Die Softwareversion des zu verwendenden Verkehrssteuerungsverfahrens ist im LV zu bezeichnen.

In der Regel erfolgt die Steuerung verkehrsabhängig in Signalgruppentechnik mit freier Zusammensetzung der Freigabe nichtfeindlicher Signalgruppen.

Weitere Einzelheiten über den Programmablauf sind in den TU festgehalten.

8.21 Hardwarevoraussetzungen VS-PLUS

8.21.1 Speicherplatz

Das Steuergerät muss einen Speicherumfang zur Betreibung der aktuellsten VS-PLUS-Version (gemäss www.vs-plus.com) zur Verfügung stellen.

8.21.2 Rechenzeit

Der VS-PLUS-Kern muss je Sekunde mindestens einmal durchlaufen werden.

8.21.3 Compiler

Der VS-PLUS-Code ist in ANSI C geschrieben. Für das Steuergerät muss es einen Compiler geben, der diesen Code ohne Änderungen verarbeiten kann.

8.22 Aufzeichnungen/Archive

8.22.1 Allgemeines

Im Steuergerät müssen Archive für die Aufzeichnung von Ereignissen und für Zustandsrohdaten vorhanden sein. Diese Daten müssen in Form eines Ringspeichers im Gerät gehalten und

sowohl vor Ort (Pocket-Terminal oder via Notebook-PC) als auch via Zentrale ausgelesen werden können. Darüber hinaus ist eine Onlineprotokollierung (bei gleichzeitiger interner Aufzeichnung) gefordert.

Die Aufzeichnungen (was aufgezeichnet wird) müssen konfigurierbar sein. Bei Stromunterbruch muss die Aufzeichnung gespeichert bleiben und bei Wiedereinschaltung muss die Protokollierung ohne Datenverlust fortgesetzt werden.

8.22.2 Auslesen der Archive

Die Archive sind vor Ort als auch via VSR abrufbar. Das Auslesen muss meldungstypabhängig möglich sein. Es müssen einzelne Meldungen, Bereiche von Meldungen (Zeit von/bis oder Meldungs-Nr. von/bis) oder alle Meldungen ausgelesen werden können.

Die ausgelesenen Daten müssen als Datei speicherbar sein. Es muss möglich sein, nacheinander Daten von verschiedenen Anlagen zu speichern, ohne dass die Gefahr eines Überschreibens von zuvor gespeicherten Daten besteht (automatische eindeutige Namensgebung mit Anlagennummer, Datum und Zeit oder manuelle Eingabe des Dateinamens).

Auslesen vor Ort

Herstellerspezifische Daten:

Die Archive sind vor Ort via Serviceschnittstelle und Pocket-Terminal abrufbar.

Das Auslesen vor Ort kann während einer Übergangszeit zusätzlich auch mit einem hersteller-spezifischen Protokoll und einem herstellerspezifischen Servicetool erfolgen.

Die SBF hat sicherzustellen, dass diese Schnittstelle unverändert bleibt, auch wenn nach Lieferung des Gerätes neue Releases der Steuergerätesoftware (herstellerspezifische Basissoftware oder Firmware) geladen werden.

Auslesen via VSR

Herstellerspezifische Daten:

Die Archive sind via zentralem Systemzugang abrufbar.

8.22.3 Darstellung der ausgelesenen Daten

In der Regel erfolgt die Darstellung der Daten durch ein herstellerneutrales Werkzeug oder durch den VSR. In besonderen Fällen, insbesondere für die herstellerspezifischen Daten, erfolgt die Darstellung durch das Serviceprogramm des Herstellers (siehe 8.23 Serviceprogramme auf PC).

Die Darstellung auf dem Bildschirm hat in einer gut lesbaren Form zu erfolgen, d. h. die Bezeichnung der Anlage, das Datum und die Zeit der Erstellung des Protokolls sind anzuzeigen. Die Spalten sind zu bezeichnen und allfällige Masseinheiten anzugeben.

Der Ausdruck muss direkt möglich sein, d. h. ohne manuelle Konvertierungen.

8.22.4 Archiv Prozessdaten

Im Steuergerät muss eine Archivierung von Zustandsrohdaten und AP-Werten vorhanden sein. Die Aufzeichnung (was aufgezeichnet wird) muss konfigurierbar sein.

8.22.5 Betriebsprotokolle

Alle festgestellten Störungen, Ereignisse und Betriebsmeldungen müssen protokolliert werden. Die Protokolle müssen abrufbar sein via Serviceschnittstelle (Service-PC), Pocket-Terminal und Kommunikationsschnittstelle (Fernüberwachung und übergeordnete Systeme).

Wenn möglich werden Störungen, Ereignisse und Betriebsmeldungen in getrennten Protokollen aufgezeichnet.

Störungen

Meldungsart:	Störungen
Eintrag:	Datum, Uhrzeit und Fehlerart
Anzahl Meldungen:	mindestens 1000
Beispiele:	Lampenausfall, Signalsicherung usw.

Ereignisse

Meldungsart:	Ereignisse
Eintrag:	Datum, Uhrzeit und Ereignis
Anzahl Meldungen:	mindestens 1000
Beispiele:	Notfallphasen, ÖV-Eingriffe usw.

Betriebsmeldungen

Meldungsart:	Betriebsmeldungen
Eintrag:	Datum, Uhrzeit und Betriebsart
Anzahl Meldungen:	mindestens 1000
Beispiele:	Störungsblinken, Einschaltung ÖB, Programmwechsel usw.

Betriebsmeldungen ÖV und NF

Meldungsart:	Betriebsmeldungen ÖV und NF:
	Bus/Tram-An- und Abmeldungen (ÖV), Einsatzfahrzeuganmeldungen (VSR) und Einsatzfahrzeugabmeldungen (NF-Schleife)
Eintrag:	Datum, Uhrzeit (Stunden, Minuten und Sekunden) und Betriebsart
Anzahl Meldungen:	mindestens 1000

Rotfahrerprotokoll

Meldungsart:	Rotfahrerprotokoll
Eintrag:	Datum, Uhrzeit und Zeit in 1/10s ab 0,5s R und ab RY
Anzahl Meldungen:	mindestens 1000

8.22.6 Signalplanaufzeichnung

Ein softwaremässiger Signalplanschreiber ist vorzusehen. Dabei sind die Daten via Serviceschnittstelle (Service-PC) und Kommunikationsschnittstelle (Fernüberwachung und übergeordnete Systeme) abrufbar. Aufgezeichnet werden Signalgruppen (Hardwareausgänge) und Detektoren.

Die Darstellung auf dem Bildschirm des PC hat in einer gut lesbaren Form zu erfolgen, d. h. die Darstellung hat mit Grafikzeichen oder grafisch zu erfolgen. Die Bezeichnung der Anlage und das Datum und die Zeit der Erstellung des Protokolls sind anzuzeigen, die Bezeichnungen der Spuren und Detektoren müssen ersichtlich sein.

Der Ausdruck mit Grafikzeichen oder grafisch muss direkt möglich sein, d. h. ohne manuelle Konvertierungen.

Signalgruppenaufzeichnung

Signalzustand pro Spur mit den Zuständen ROT, ROT/GELB, GRÜN, GELB und Warnblinker

Detektoraufzeichnung

Alle Detektoren (Fahrzeug, ÖV, NF, FD und ZD)

Aufzeichnung Ein- und Ausgänge

Eine Aufzeichnung der Ein- und Ausgänge (z. B. FQ) erfolgt nicht.

Anzahl

mindestens total 22 Signalgruppen und Detektoren gleichzeitig

Zeitinformation

Datum (Tag, Monat und Jahr)	z. B. 27.07.12
Uhrzeit (Stunden, Minuten und Sekunden)	z. B. 14:06:13

Speicherkapazität

Mindestens zwei Stunden rückwärts

Für die Visualisierung auf dem Service-PC müssen die Fahrzeugsignalgruppen und Detektoren frei zuweisbar sein (Parameter).

Die Signalplanaufzeichnung muss auch vor Ort online aufgezeichnet und angezeigt werden können.

Bei einer Umschaltung auf AUS-Blinken oder Störungsblitzen muss die Aufzeichnung angehalten und gespeichert werden.

8.22.7 Verkehrsstatistik

Rotlichtüberfahrten

Sofern entsprechende Schleifen vorhanden sind: Datum, Uhrzeit, Zeit der Rotlichtüberfahrten in 1/10s ab Beginn R bzw. RY und Fahrzeugsignalgruppe und Anzahl der gesamten Überfahrten

Verkehrsdatenerfassung

Zurzeit wird keine weitere Verkehrsstatistik mittels LSA erhoben.

8.23 Serviceprogramme auf PC

8.23.1 Softwareversorgung, Parametrierung und Dokumentation

Für die Softwareversorgung, die Parametrierung der Steuerung und die Dokumentation (Tabellenwerte) dient ein PC-Programm, das auch das Auslesen der verschiedenen Protokollierungen (Störungs-, Ereignis-, Betriebsprotokolle, Signalplanaufzeichnung, Verkehrsstatistik etc.) ermöglicht. Das Programm muss auf einer aktuellen Windowsversion lauffähig sein.

8.23.2 Parameteränderung

Sämtliche Parameter (Tabellenwerte) müssen über ein Bedientool auf PC, Pocket-Terminal (vor Ort) und mittels Zentralsteuerung anwenderfreundlich veränderbar sein.

Ausgenommen sind alle sicherheitsrelevanten Zwischen-, Übergangs- und Mindestzeiten.

8.23.3 Kompatibilität

Neue Versionen müssen rückwärtskompatibel zu den Vorversionen sein, damit immer nur eine Version für alle Steuergeräte des entsprechenden Typs gebraucht wird.

8.23.4 ***Lieferung***

Die SBF hat die Preise für die Lieferung der zur Versorgung und Diagnose des Steuergerätes erforderlichen Softwareprogramme (Servicetools) inkl. allfälligen notwendigen Hardwaremoduls für den Kopierschutz (Dongle) sowie für die für die Benutzung notwendige Schulung anzugeben.

9 Handsteuerung

9.1 Allgemeines

Die Handsteuerung dient zur Bedienung der Anlage durch die KAPO oder andere externe Personen. Sie befindet sich in einem separaten Kasten für Flach- oder Rundmontage im Bereich des Knotens. Der Normalmast mit dem Handsteuerkasten ist – wie auch der Winkelmast – mit einem dauerhaften gelben Klebeband gekennzeichnet. Es ist die Sicht auf dem Knoten zu gewährleisten und nach Möglichkeit ist eine Abstellmöglichkeit für ein Polizeifahrzeug in unmittelbarer Nähe vorhanden.

Die Montagehöhe ist UK mit 135 cm ab OK Terrain vorzusehen.

Wenn die Handsteuerung nicht in einem separaten Kasten untergebracht ist, kann sich die Handsteuerung auch hinter einem Ausschnitt der Steuergerätetüre oder hinter einer separaten Türe im Steuergerät befinden.

Für den Handsteuerkasten besteht ein Schliessplan. Die entsprechenden Schliesszylinder (Schnappschloss) werden den SBF kostenfrei von TSB zur Verfügung gestellt. Der Schliesszylinder ist nach aussen mit einer arretierbaren Abdeckung (Metall) zu versehen.

Alle Teile des Handsteuerkastens (inkl. Schrauben) sind mit rostfreiem Material auszuführen.



Abbildung 8: Schnappschloss Handsteuerkasten.

Die Farbe des externen Handsteuerkastens ist auf den Mast oder bei Montage am Steuergeräteschrank auf den Steuergeräteschrank abzustimmen. Der Kasten darf explizit farblich nicht hervorgehoben sein. Es dürfen keine von aussen zugänglichen Schrauben am Kasten vorhanden sein.

Der Anschluss der externen Handsteuerung hat im Steuergeräteschrank auf Trennstrips oder Federkraft-Trennklemmen zu erfolgen.

Die Handsteuerung besteht aus einem Betriebsartenschalter (Zentralenbetrieb/Blinken).

9.2 Betriebsartenschalter

Funktion

Schalter zweistufig:

- | | |
|------------|--------------------|
| 1. Automat | (Zentralenbetrieb) |
| 2. AUS | (Blinken) |

Ausführung

Der Schalter soll als Drehschalter ausgeführt werden; möglichst in robuster Ausführung. Kippschalter sind für diesen Einsatz nicht geeignet.

10 Netzanschluss und Erdung

10.1 Allgemeines

SELV (Safety Extra Low Voltage) ist eine Schutzkleinspannung die die Nennspannung von 50 V nicht übersteigen darf und eine sichere Trennung gegenüber anderen Stromkreisen haben muss und bei der weder ein Punkt noch die Körper Verbindung mit der Erde aufweisen sowie eine einfache Isolierung gegen Erde besteht. Diese Sicherheitstransformatoren müssen das nach der Norm DIN EN 61558 gebaut und geprüft sein.

10.2 Netzanschluss

Beim Netzanschluss (NA) wird in der Regel zwischen zwei Anschlusstypen unterschieden. Einerseits der externe Netzanschluss, welcher in einem externen Sockel durch das EWB erstellt wird oder andererseits der Netzanschluss in der Kabine.

Für den Netzanschluss in der Kabine braucht es keinen Hausanschlusskasten (HAK). Details wie der Netzanschluss in der Kabine erstellt werden soll, können dem Anhang E entnommen werden.

10.3 Erdung Steuergerät

Grundlegend müssen jegliche elektrisch leitenden Teile ab dem HAK geerdet sein.

Falls der HAK in der Kabine integriert ist, müsste eine vom Stromnetz unabhängige und separate Erdung sichergestellt sein. Wird voraussichtlich jedoch ein schlechter oder unbrauchbarer Wert aus dem Tiefenerder, Fundamerder oder vom Erdband erwartet, kann nach Rücksprache mit dem EWB auf eine zusätzliche Erdung verzichtet werden.

10.4 Erdung der Masten

Schutz gegen interne Einflüsse (Kabel defekt)

Jegliche zukünftigen Aussenanlagen sollen mit der Schutzkleinspannung SELV betrieben werden. Unter diesen Umständen muss keine Erdung der Masten vorgesehen werden. Es dürfen keine Spannungen >50 V DC/AC an der Aussenanlage realisiert werden.

Schutz gegen externe Einflüsse (Fremdspannung)

Keine

10.5 Erdung der Lichtsignalgeber und FG-Anmeldemittel

Die Aussenanlagen (Lichtsignalgeber, FG-Anmeldemittel mit BV und FG-Quittierung) werden mit einer Kleinspannung von <50 V DC/AC betrieben. Zur Sicherheit müssen Trafos gemäss SELV-Klasse verbaut werden. Eine Erdung dieser Anlageteile (Lichtsignalgeber, Anforderungsgerät und ZEB) ist somit nicht notwendig.

11 Signalträger

11.1 Allgemeines

Signalträger sind u. a. Maste (Normal-, Bogen-/Peitschen- und Winkelmaste, Signalbrücken, etc.), Ausleger und Träger für Signalgeber inkl. zugehöriger Teile wie Mastbrüden, Mastköpfen, Sicherungstürchen inkl. Mastklemmen.

- Die Statik (Wandstärke, Verbindungen, etc.) ist in der Verantwortung der SBF (AN). Auf Verlangen der Bauleitung sind nachvollziehbare statische Nachweise (Standsicherheit und Gebrauchstauglichkeit) zur Ansicht vorzulegen.
- Sämtliche Stahlbauteile sind in verzinkter Ausführung zu liefern. Sämtliche Schrauben, Muttern etc. müssen aus Chromstahl V2A sein.
- Kunststoffe müssen durchgefärbt sein.
- Maste werden in der richtigen Mastlänge bestellt. Diese ergibt sich aus der Einspanntiefe und der Masthöhe ab OK Trottoir.. Dabei sind evtl. vorhandene Kontrastblenden (mit und ohne Zusatztafeln) und Signale oberhalb der Signalgeber für die Ermittlung der erforderlichen Mastlänge zu berücksichtigen. Bezuglich Signalhöhen kann im Anhang J nachgeschlagen werden. Die Standard-Mastlänge mit Signalgebern ohne Kontrastblech und ohne Zusatztafel sowie ohne Signale beträgt 4,00 m.
- Die Masten und die Masthöhe sind in den Mastansichten zu definieren. Die Mastansichten sind dem PL LSA TSB zur Genehmigung vorzulegen.
- Neue Masten und solche, die ersetzt wurden, müssen wieder richtig nummeriert werden. Dabei folgt die Nummerierung den Vorgaben gemäss Kapitel 5.3.2. Die Ziffern sind in weiss mit einer Grösse von 50 mm auszuführen und in einer Höhe von 1,60 m über Boden anzubringen. Am Mast 1 wird zusätzlich die Knotennummer in Gelb angebracht, vgl. Abbildung 9. Die Beschriftungen der Masten soll möglichst vom Auto aus sichtbar sein, so dass die Zahlen beim Vorbeifahren lesbar sind.
- Die Lebensdauer der Stahlmaste ist auf mehr als 40 Jahre auszulegen (2 x 20 Jahre durchschnittliche Lebensdauer einer LSA).
- Die Distanz zwischen Mast und dem jeweiligen Schacht der Erschliessung dazu darf maximal 10 m betragen.



Abbildung 9: Beispiel Ausführung Mastnummerierung inkl. Knotennummer.

11.2 Maststandort

- Bei der Platzierung ist der Gesichtspunkt «Sehbehinderte» zu berücksichtigen. Das bedeutet, dass die Masten in der Mittelachse des FG-Übergangs und ohne Versatz platziert werden.
- Der Mast (das Zentrum, nicht die Vorderseite) hat einen Abstand zum Fahrbahnrand von 0,85 m.
- Einhaltung einer minimalen Durchgangsbreite für Zufussgehende und Unterhalt von 2,00 m bei einem Standort an der Trottoirvorderkante (gemäss Normalie 2.7.5).
- Bei zu geringer Durchgangsbreite zwischen Mast und Hinterkante Trottoir wird der Mast vor der Hinterkante auf dem Trottoir platziert.
- Der Standort der Maste muss so gewählt sein, dass die Durchfahrtsbreiten gemäss kantonaler Strassenverordnung (SV) Art. 10 für die Versorgungsrouten eingehalten werden.

11.3 Normalmasten

- Die Normalmasten sind aus Stahlrohr mit einem Aussendurchmesser 114 mm herzustellen, Wandstärke mindestens 2,2 mm. Bei spezieller Belastung ist ein Stahlrohr mit Aussendurchmesser 114 mm mit grösserer Wandstärke zu verwenden.
- Signalkabel dürfen nur in Ausnahmefällen und in Absprache mit TSB aussen frei sichtbar sein.
- Mast inkl. Masttür und Klemmen.
- Die Masten mit der Standardlänge von 4,00 m (inkl. Einpanntiefe) sind mit einem Masthut zu versehen, worunter sich der Klemmensteg befindet, vgl. Abbildung 10.
- Ab einer Mastlänge von 4,20 m ist der Klemmensteg hinter der Masttür in einem wasergeschützten Mastklemmensack (Feuchtigkeitsschutz) anzubringen. Den Mastabschluss bildet dann ein verzinkter Mastdeckel (mit Schrauben befestigt), welcher die Durchlüftung gewährleistet, siehe Abbildung 10.
- Masttür mit Schraubverschluss und mit Dreikantschlüssel abschliessbar. Masttür unterhalb FG-Anforderungsgerät, nach Möglichkeit zum Trottoir gerichtet montieren.
- Die erforderliche Masthöhe ist vom beauftragten VIB so festzulegen, dass die lichte Höhe zwischen OK Trottoir bzw. OK FG-Schutzinsel und UK Kontrastblende bzw. UK Signalgeber mit Montagevorrichtung 2,35 m beträgt und alle Signale direkt am Mast (ohne Mastverlängerung) montiert werden können. Daraus abzuleiten ist die zu liefernde Mastlänge, welche die umzusetzende Einspanntiefe enthält.
- Ein Normalfundament gemäss Normalie 2.7.1 wird in der Regel bis kleiner 3,0 m Ausladung vorgesehen.



Abbildung 10: Links Mastabschluss via Masthut, rechts Mastabschluss via Mastdeckel.

11.4 Winkelmaстen und Portale

- Die Höhe der Winkelmaстe und Portale richtet sich nach der lichten Höhe der Kontrastblenden bzw. Signalgeber (siehe 12.2.2). Diese beträgt ab OK Fahrbahn je nach Versorgungsroute gemäss Art. 10 der kantonalen Strassenverordnung (SV) 4,5 m, 4,8 m oder 5,2 m.
- Das Standrohr wie auch die Ausladung (bei Portalen: die Verbindung) sollen jeweils aus je einem Stück erstellt werden und nicht geflanscht werden.
- Es sind je nach Angabe des Auftraggebers eine oder zwei Masttüren (mit Dreikantschlüssel abschliessbar) vorzusehen (für LSA und ggf. ÖB ewb). LSA Masttür unterhalb FG-Anforerungsgerät, nach Möglichkeit zum Trottoir gerichtet montieren, ÖB ewb gemäss jeweiliger Vorgabe.
- Die Anschlussklemmen sind in Klemmendosen im Mast unterzubringen (siehe LV). Falls keine Klemmendosen vorgesehen sind, müssen die Klemmenstege gegen Tropfwasser geschützt werden. Eine Kabelzugentlastung ist einzubauen.
- Die Dimensionen des Vierkanthohlprofils sind Richtmasse (Breite x Höhe x Wandung). Die genauen Dimensionen und Abmessungen sind nach dem Bau des Fundamentes von der SBF zu bestimmen.

11.5 Ausleger

- Ausleger werden entsprechend den Angaben im LV hergestellt.
- Die lichte Höhe zwischen OK Trottoir und UK Kontrastblende bzw. UK Signalgeber mit Montagevorrichtung beträgt bei Auslegern über dem Trottoir 2,50 m.

11.6 Sanierung bestehender Signalträger

- Entrostet, grundieren nach Vorschrift des Farblieferanten und anstreichen in RAL 7042 (Verkehrsgrau A) am Objektstandort inkl. der Signalgeberträger.

12 Signalgeber

12.1 Allgemein

- Bei Neuanlagen und bei Erneuerungen werden LED-Signalgeber eingesetzt.
- Innerhalb einer LSA ist ein Mischbetrieb mit Glühlampen und LED zu vermeiden.
- Sämtliche alte Signalgeber, bei denen die Gehäuse weiterverwendet werden, sind neu mit LED-Einsätzen zu versehen. Alte Westinghous-Signalgeber werden komplett ersetzt.
- Sämtliche Stahlbauteile sind in verzinkter Ausführung zu liefern. Sämtliche Schrauben, Muttern etc. müssen aus Chromstahl V2A sein.
- Kunststoffe müssen durchgefärbt sein.
- Das Befestigungsmaterial ist im Angebot einzurechnen.

12.2 Signalgeber für den motorisierten Individualverkehr

12.2.1 Allgemein

- In der Regel sind seitliche Signalgeber mit einem Leuchtfelddurchmesser von 200 mm und Überkopf mit einem Leuchtfelddurchmesser von 300 mm auszuführen. Bei Autobahnabfahrten sind generell Signalgeber mit Durchmesser 300 mm zu verwenden, auch seitlich.
- Für Signalgeber müssen die Anforderungen der SN 640 844-2a-NA «Anlagen zur Verkehrssteuerung; Signalleuchten» erfüllt sein.
- Bei der Montage der Leuchtfelder in Überkopfsignalisationen (300 mm) ist darauf zu achten, dass die Leuchtfelder horizontal und vertikal ausgerichtet werden können.

12.2.2 Montagehöhen

- Die lichte Höhe (Höhe UK) der zwei- und dreifeldigen Lichtsignalgeber sind bei LSA-Masten auf dem Trottoir auf ein Lichtraumprofil des Fussverkehrs von 2,35 m auszurichten (siehe SN 640 201 «Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer»).
- UK Fahrverkehr- und FG-Rot sind bei Signalgebern mit Leuchtfelddurchmesser 200 mm am gleichen Mast auf gleicher Höhe angebracht.
Ausnahme: Bei MIV-Signalgebern mit Durchmesser 300 mm wird die UK FG-Grünleuchtfeld auf die Höhe UK MIV-Signalgeber am gleichen Mast ausgerichtet.
- Es wird jeder Mast der LSA für sich betrachtet. Die Montagehöhen der anderen IV-Signalgeber an den anderen Masten der LSA werden nicht aufeinander ausgerichtet. Ausnahme: einfeldige ÖV-Signalgeber (z. B. Fünf-Punktsignale) für sich allein am Mast werden auf ein IV-Rot an einem anderen Mast der LSA ausgerichtet. Die Höhenangabe erfolgt dann in den TU der LSA.
- Bei Auslegern inkl. den an diesen Auslegern befestigte Signalgeber über dem Trottoir (Radfahren verboten!) oder dem Radweg beträgt die Höhe UK 2,50 m.
- Die lichte Höhe akustische Signalgeber beträgt in der Regel 2,35 m. Werden am gleichen Mast Kontrastblenden an Signalgebern verwendet, dann ist die Höhenangabe den TU zu entnehmen.
- Bei Signalgebern über der Fahrbahn beträgt die Höhe je nach Versorgungsroute gemäss Art. 10: der kantonalen Strassenverordnung (SV) 4,50 m, 4,80 m oder 5,20 m.
- Die Höhe UK Überkopfsignalgeber bei Fahrleitung kann nicht als absoluter Wert angegeben werden. Die ÖV-Fahrdraht Höhe beträgt 5,50 m (tiefster Punkt) bis 6,00 m + Aufhängekonstruktion beim Aufhängepunkt. Auf derselben Höhe ist ein seitlicher Abstand vom Fahrdraht erforderlich, dessen Mass insbesondere beim Trolleybus von der Lage des Fahrstreifens abhängig ist. Seitlicher Abstand Überkopfsignalgeber zu Fahrdraht Tram mit 1,50 m ab Schienenachse.

12.2.3 Koordinierung Montage Signalgeber und Signale an LSA-Mast

Vorgehen bei der Projektierung und Realisierung der aufeinander abgestimmten Montage von Signalgebern und Signalen an LSA-Mast:

Projektierung

1. LSA-Maststandorte festlegen

Ziel: LSA-Plan mit lagerichtigen LSA-Masten

2. Signalisation festlegen

Eingang:

- LSA-Plan

Ziel:

- S+M-Plan; alle Signale (inkl. Strassenbenennungstafeln) sind definitiv in Anzahl und Lage.
- Definition aller LSA-Maste an denen Signale montiert werden.

3. Kombination Signalgeber und Signale an LSA-Mast definieren

Eingang:

- LSA-Plan
- S+M-Plan

Ziel:

- Mastansichten: Signalgeber, Signale und Masthöhen sind definiert.

Realisierung

Die Montagearbeiten erfolgen nacheinander in dieser Reihenfolge:

Gesteckter eingesandter Mast:

1. Einspanntiefe für den LSA-Mast gemäss Angaben herstellen.
2. LSA-Mast setzen.
3. Signalgeber montieren (laufende Kontrolle, ob Signale wie vorgesehen montiert werden können).
4. Signale montieren.

Geflanschter Mast:

1. LSA-Mast setzen.
2. Signalgeber montieren (laufende Kontrolle, ob Signale wie vorgesehen montiert werden können).
3. Signale montieren.
4. Abnahme und Freigabe zum Ablängen.
5. Ablängen.

12.2.4 Kontrastblenden

Kontrastblenden werden in der Regel bei Fahrzeugsignalgebern nur bei Überkopfsignalgebern angebracht.

Warnblinker WH am Hauptsignalgeber werden immer ohne Kontrastblenden ausgeführt, damit diese möglichst nah am grünen Leuchtfeld montiert werden können.

Die weissen Flächen der Kontrastblenden und Zusatztafeln sind mit Scotchlite Reflexfolien, Typ «High Intensity Grade», der Firma 3M in 8803 Rüschlikon zu bekleben. Die Ausführung erfolgt gemäss VSS-40836 «Gestaltung Signalgeber».

Abmessungen der Kontrastblenden unter Fahrstreifentafeln und der Symbole auf Zusatztafeln sind den ERL [TAB BE, 2008] zu entnehmen.

12.2.5 Anzahl und Anordnung

Im Regelfall sind für die nicht abbiegenden Verkehrsströme im Zuge der Hauptrichtung mindestens zwei MIV-Signalgeber (siehe Abbildung 11 bis Abbildung 15) vorzusehen. Für die Abbiegerichtung im Zuge der Hauptrichtung («Hauptstrasse» 3.03) kann bei guter Erkennbarkeit ein Signalgeber (siehe Abbildung 13 und Abbildung 14) ausreichend sein.

Für nicht abbiegende und abbiegende Verkehrsströme aus der Nebenrichtung («Kein Vortritt» Zeichen 3.02; siehe Abbildung 16 bis Abbildung 19) mit jeweils nur einem Fahrstreifen reicht in der Regel ein Signalgeber pro Fahrstreifen.

Das Hauptsignal ist auf der rechten Seite anzutragen. Wiederholungssignale können auf der linken Seite und/oder über der Fahrbahn angeordnet werden. Wird der linke Fahrstreifen unabhängig von dem davon rechtsliegenden Fahrstreifen geschaltet, dann steht dessen Hauptsignalgeber links.

Ist die Erkennbarkeit eines Signalgebers vermindert, z. B. aufgrund eines Standorts in der Eckausrundung oder einer vorhandenen Kurve im Annäherungsbereich auf den Knoten, dann werden in der Regel weitere Signalgeber notwendig. Es empfiehlt sich dann auch der Einsatz von Kontrastblenden.

Dreifeldige Wiederholungssignalgeber hinter dem zu sichernden Konfliktbereich dürfen nur in begründeten Ausnahmefällen eingesetzt werden. Es muss dann auch alternativ geprüft werden, ob stattdessen eine einfeldige Grünwiederholung hinter dem Konfliktbereich eingesetzt werden kann.

Eine FG-LSA ist analog einer Hauptrichtungszufahrt zu signalisieren.

Hauptrichtungszufahrt

Generell wird die Zufahrt auf der Hauptrichtung mit zwei Signalgebern ausgestattet, siehe Abbildung 11.

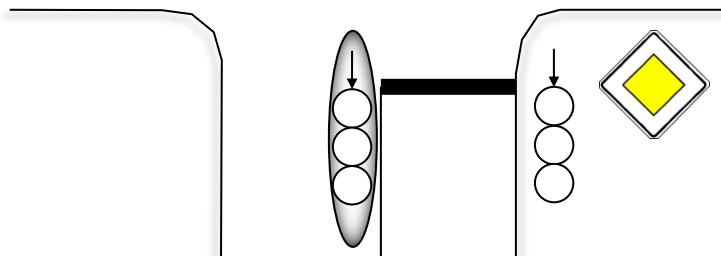


Abbildung 11: Anzahl Signalgeber ein Fahrstreifen Hauptrichtung.

Signalgeber für Richtungssignale werden an derjenigen Fahrbahnseite angeordnet, nach der abgebogen wird. Wird mehrstreifig abgebogen, dann muss das Richtungssignal über der Fahrbahn (auch in Nebenrichtung) wiederholt werden. Siehe Abbildung 12 und Abbildung 13.

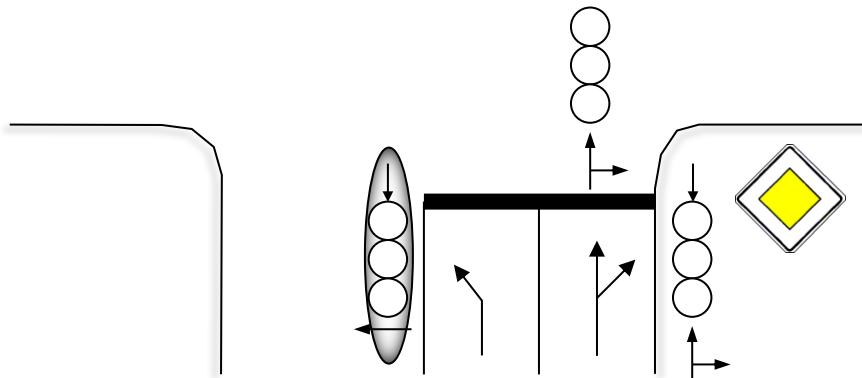


Abbildung 12: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen, Hauptrichtung mit Insel (1).

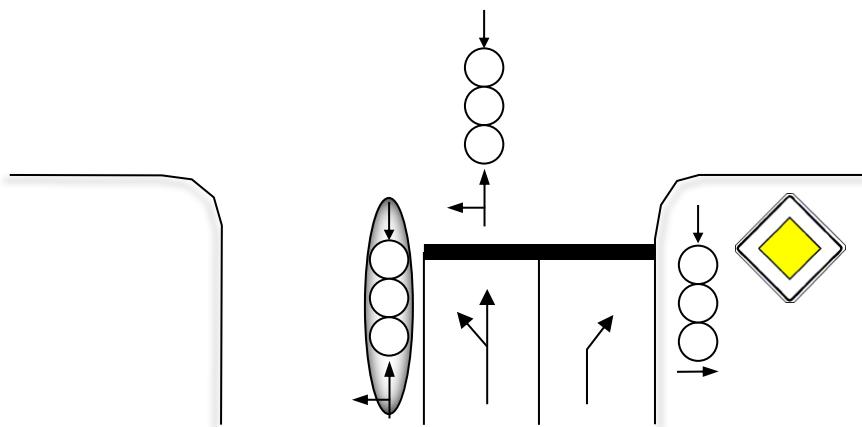


Abbildung 13: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen, Hauptrichtung mit Insel (2).

In Knotenarmen ohne Insel wird der Signalgeber für die Linksabbieger zusätzlich über der Fahrbahn angebracht. Der Signalgeber wird nach Möglichkeit von dem für den Geradeausstrom geltenden Signalgeber abgerückt. Siehe Abbildung 14.

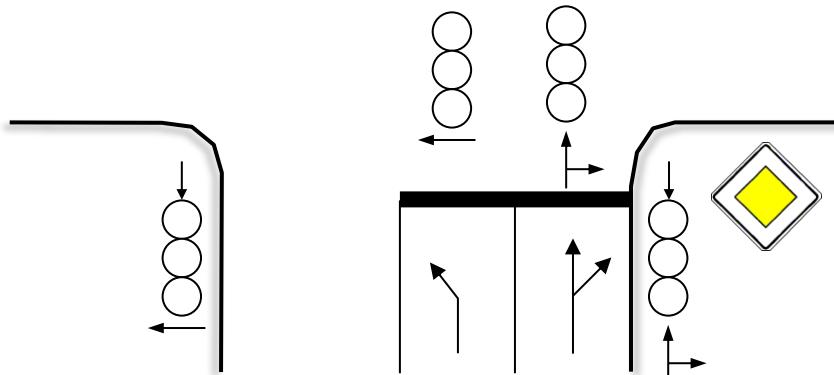


Abbildung 14: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Hauptrichtung ohne Insel.

Bei separaten ÖV-Fahrstreifen sind die Signalgeber gut sichtbar neben die Fahrzeuge abzubringen. Siehe Abbildung 15.

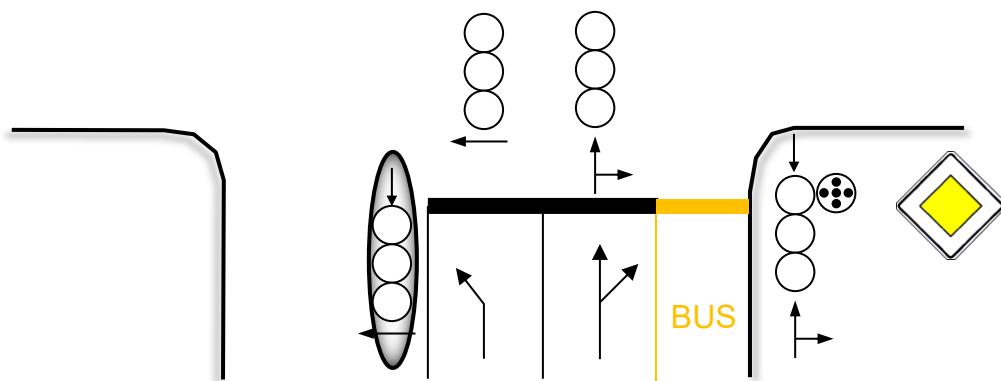


Abbildung 15: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Hauptrichtung und Busfahrstreifen.

Nebenrichtungszufahrt

Die Nebenrichtungszufahrt wird grundsätzlich nur mit einem Signalgeber je Fahrstreifen ausgerüstet. Siehe Abbildung 16 und Abbildung 17.

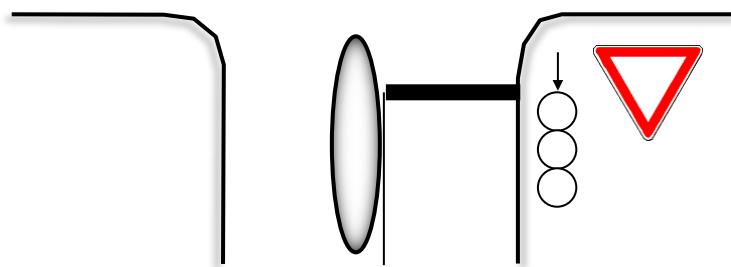


Abbildung 16: Anzahl Signalgeber ein Fahrstreifen Nebenrichtung.

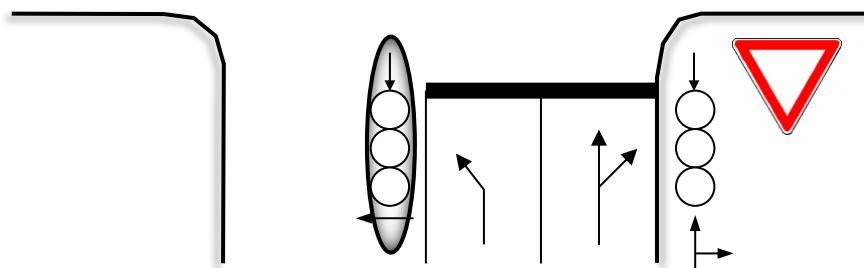


Abbildung 17: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Nebenrichtung mit Insel.

Ist keine Insel vorhanden, dann wird auch für den linken Fahrstreifen aus der Nebenrichtung (Abbildung 18) ein Wiederholungssignal vorgesehen. Für den rechten Fahrstreifen ist dann ebenfalls ein Wiederholungssignalgeber notwendig.

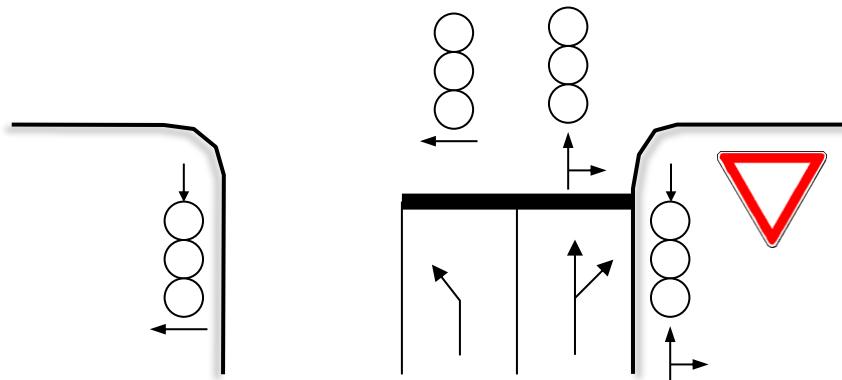


Abbildung 18: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Nebenrichtung ohne Insel.

Bei mehr als einem Fahrstreifen für einen Verkehrsstrom können in Haupt- und Nebenrichtung weitere Signalgeber (Abbildung 19) notwendig werden.

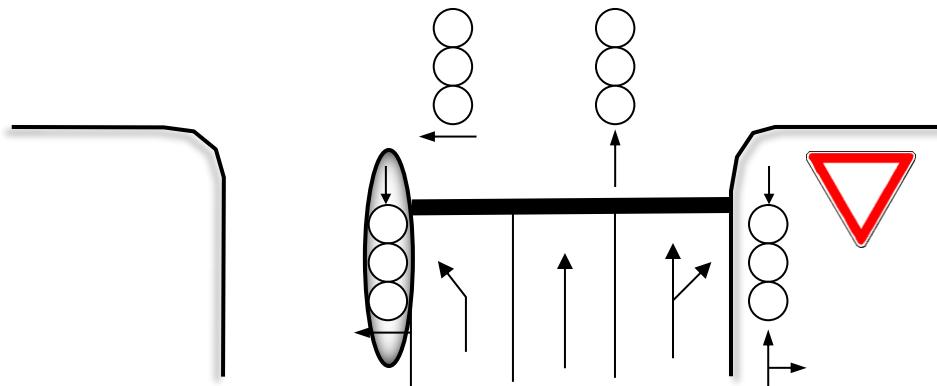


Abbildung 19: Anzahl Signalgeber drei Fahrstreifen Nebenrichtung mit Insel.

12.3 Signalgeber für den Fussverkehr

Die Signalgeber für den Fussverkehr sind hinter dem zu sichernden Konfliktbereich anzubringen. Ebenso kann für Velos ein Signalgeber hinter dem Konfliktbereich notwendig sein, wenn ein Signalgeber vor dem Konfliktbereich dem signalisierten Veloverkehrsstrom nicht eindeutig zugeordnet werden kann, z. B. bei indirektem Linksabbiegen.

Die Signalmaste werden in der verlängerten Mittelachse des FG-Übergangs in einer Flucht, d. h. ohne Versatz, aufgestellt.

Signalgeber für Sehbehinderte und Blinde siehe Kapitel 15.

12.4 Signalgeber für den Veloverkehr

Velosignalgeber sollen in der Regel mit einem Durchmesser der Leuchtfelder von 100 mm realisiert werden.

Velosignalgeber mit einem Leuchtfelddurchmesser von 200 mm können bei Wiederholern, bei Signalgebern auf Distanz, bei Signalgebern nach dem Konfliktpunkt oder bei der Annahme von hohen durchschnittlichen Anfahrtsgeschwindigkeiten eingesetzt werden.

Die Velosignalgeber mit Leuchtfelddurchmesser von 100mm sollen mit dem Typ «Alustar mini» der Firma Swarco mit eingekürzten Füssen realisiert werden. Zusatztafeln sind in verstärkter Ausführung (Schutz gegen Vandalismus) zu liefern.

Für Velosignalgeber werden ausschliesslich im Falle einer notwendigen Verdeutlichung der Fahrtrichtung (d. h. Anzeige der Fahrtrichtung für die der Signalgeber gilt bei «mit Konflikt») Kontrastblenden mit Zusatztafel erforderlich, falls sich eine Zusatztafel allein nicht anbietet.

Symbole/Zusatztafeln

Velosignalgeber sind standardmässig mit Vollgrün – das heisst in der Maske befindet sich das Velosymbol ohne weitere Richtungspfeile – auszuführen.

Wird die Fahrtrichtung für den Veloverkehr vorgeschrieben (nur Rechts, nur Gerade und Rechts etc.), muss zwingend eine Zusatztafel mit den entsprechenden Pfeilen montiert werden.

Auf Richtungspfeile im Leuchtfeld mit Durchmesser 100 mm wird aufgrund der Erkennbarkeit verzichtet. Richtungspfeile im Leuchtfeld mit Durchmesser 200 mm können projektspezifisch definiert werden.

Montage

- Höhe Velosignalgeber Ø100 mm: UK Rotlinse 1,80 m ab Boden.
- Gemäss UHR-Vorgaben maximale Auskragung von 10 cm (eingekürzte Füsse und wo möglich abgedrehte Ausrichtung).
- Die Zusatztafel bei den leicht erreichbaren Signalgeber (Ø100 mm) müssen eine verstärkte Zusatztafel aufweisen.

12.5 ÖV-Signalgeber

Siehe Kapitel 31.3.

13 Induktionsschleifendetektoren für den Individualverkehr

13.1 Allgemeines

Es sind Induktionsschleifendetektoren nach dem Prinzip der elektromagnetischen Feldänderung einzusetzen. Die Detektorauswertung (elektronische Schaltung) ist im Steuergerät einzubauen. Es sind 2-Kanal- oder 4-Kanal-Fahrzeugdetektoren in Einschubtechnik vorzusehen. Grundlegende Einstellungen (Detektor ein/aus, Empfindlichkeit, Zeitlücke, etc.) können mit dem Notebook erfolgen.

Alternativ können auch Videokameras, Wärmebildkameras, Radar oder ähnliche Detektoren eingesetzt werden.

Eine LED-Kontrollanzeige zeigt mindestens folgende Informationen an:

- Schleife belegt
- Schleife gestört

13.2 Benennung

- Induktionsschleifendetektor D[Signalgruppen-Nr.].[D-Nr.]
z. B. D1.1, D1.2, ...
Beginnend an Haltelinie, anschliessend gegen Fahrtrichtung. Bei mehreren Fahrstreifen mit dem rechten Fahrstreifen beginnend.

13.3 Technische Ausführung

13.3.1 Ausführung der Fräsanbeiten (Nass oder Trocken)

Die Ausführung der Fräsanbeiten kann in Nass- oder Trockenvariante erfolgen. In beiden Fällen ist vom Detektorschleifen-Installateur darauf zu achten, dass die Umweltschutzverordnungen eingehalten werden.

13.3.2 Erforderliche Deckentemperatur

Zum Einbringen von Induktionsschleifen ist für eine ausreichende Verbundqualität der Vergussmasse mit dem Asphalt eine Temperatur von mindestens 6 °C in der geschnittenen Decke notwendig.

13.3.3 Festlegung Einbaulage

Die Einbaulage der Detektorschleifen (Form, Standort, Frästiefe) wird im Normalfall mit der Bauherrschaft und der Bauleitung vor Ort festgelegt. Der Detektorschleifen-Installateur ist verpflichtet, Abmessungen, Anzahl Windungen und Standorte der Detektorschleifen in Absprache mit dem Auftraggeber und der SBF vor Ort festzulegen.

Die Nuten für die Drahtschleifen und Zuleitungen sind im normalen Straßenbelag 7 cm tief zu fräsen. Andere Frästiefen sind nur zulässig nach Absprache mit der Bauleitung. Beim Fräsen von Detektorschleifen und Zuleitungsschlitzten auf Brücken und anderen Kunstbauten ist vorsichtig abzuklären, wie tief gefräst werden darf, ohne vorhandene Isolationen oder Einlagen zu beschädigen.

13.3.4 Prozess Einbringen der Schleifen

Die Arbeiten zur Sanierung der Strassenoberfläche, dem Aufbringen der Strassenvormarkierung, dem Vorzeichnen und Ausführen der Schleifen und der Umsetzung der endgültigen Markierung werden aufeinander abgestimmt.

13.3.5 Material

Detektorschleifen

Für die Detektorschleifen ist hitzebeständige T-Litze (Radox-155) 1,5 mm² zu verwenden. Es ist in der Zuleitung eine Verdrillung mit mindestens 20 Schlägen pro Meter vorzusehen.

Verguss

Vor dem Vergießen sind die Drähte in der Nut mit einer Isolationsschnur abzudecken. Das Vergießen der Nut hat mit heißer schwarzer Vergussmasse auf Bitumenbasis zu erfolgen.

Detektoranschlussdosen

Die Verbindungen der Detektorschleifen (T-Litze) mit den Verbindungskabeln zum Steuergerät (G51-CLT) sind im LSA-Schacht in wasserdichten Dosen unterzubringen. Alle Verbindungen müssen mit Federklemmen angeschlossen werden. Die Verbindungskabel zum Steuergerät und die Schleifenanschlusskabel müssen wasser- und korrosionsfest mit der Detektorbezeichnung beschriftet werden.

13.3.6 Anzahl Windungen, Zuleitung und Messprotokoll

Die Anzahl Windungen müssen situativ und gemäss Vorgaben des Auswerters ausgeführt werden. Die Definition muss durch den Lieferanten des Auswerters erfolgen.

Detektorzuleitung

LSA: Zuleitungskabel Typ G51-CLT, grün

VDE: Zuleitungskabel Typ G51-CLT, grün oder A2YF(L), schwarz

Verkehrsdatenerfassung

2 x 2 x 0,8 mm bis 300 m Entfernung für zwei Schleifen (eine Doppelschleife)

4 x 2 x 0,8 mm bis 300 m Entfernung für vier Schleifen (zwei Doppelschleifen)

10 x 2 x 0,8 mm bis 300 m Entfernung für zehn Schleifen (fünf Doppelschleifen)

Bei Verwendung folgender Detektoren beträgt die zulässige Zuleitungslänge bis 1050 m bei Verwendung einer Doppelader je Schleife, unter Nutzung des Kabeltyps A2YF(L):

TDS TMCS-IP, TDS 824-H/TDS 821-H sowie TDS 824-R/TDS 821-U/R3

Messprotokoll

LSA: Zurzeit verlangt TSB keinen expliziten Nachweis mittels Messprotokoll. Wird ein Messprotokoll verlangt, ist dieses gemäss den Anforderungen unter 4.2 Steuergerätedokumentation – Schleifenmessprotokoll zu erstellen

VDE: Ein Messprotokoll wird bei Neuinstallation einer VDE verlangt. Nach einer Schleifenreparatur wird die instandgestellte Schleife durchgemessen und das Protokoll aktualisiert. Im Anhang C findet sich ein Beispiel als Vorlage.

13.4 Schleifenanordnung MIV/Velo

13.4.1 Standardkonfiguration

Die Distanz der Voranmeldeschleifen zur Haltelinie ist geschwindigkeitsabhängig. Dies und weitere Details können im Anhang C entnommen werden. In Abbildung 20 ist die Standardkonfiguration für $v = 50 \text{ km/h}$ dargestellt.

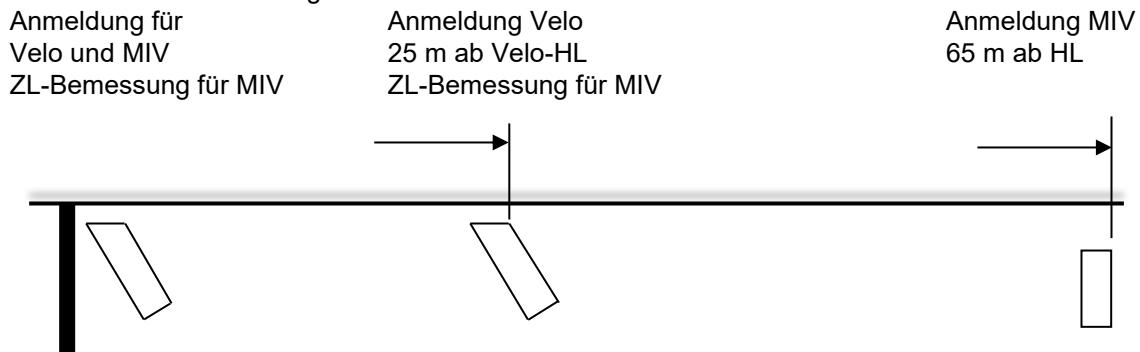


Abbildung 20: Schleifenanordnung Standardkonfiguration.

Wird mit der Schleife auf 25 m eine ZL-Bemessung vorgenommen, so wendet die Schleife an der Haltelinie keine Zeitlückenbemessung mehr an.

13.4.2 Erweiterte Konfiguration I – Präsenzschleife

ZL-Bemessung für MIV: Zusätzlich zu Standardkonfiguration wird dort, wo regelmäßig Abbieger während der Freigabezeit hinter die Haltelinie zurückstauen, z. B. bei starkem Fussverkehr in der Querstrasse oder bei Linksabbiegern in Konflikt mit dem Gegenverkehr, eine Präsenzschleife vorgesehen.

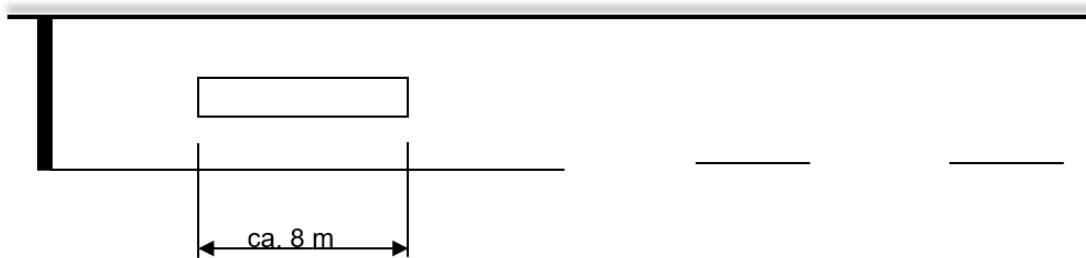


Abbildung 21: Schleifenanordnung in den erweiterten Konfiguration I.

13.4.3 Erweiterte Konfiguration II – richtungsabhängige Detektion

Es muss möglich sein, zwei Fahrzeugschleifen richtungsabhängig zu verknüpfen, um eine Anmeldung oder Verlängerung nur beim Befahren in einer bestimmten Richtung zu akzeptieren, siehe Abbildung 22. Die Richtungsabhängigkeit wird im Detektor realisiert. Auch die richtungsabhängige Auswertung muss für Aufzeichnungen inkl. Verkehrszählung gebraucht werden können.

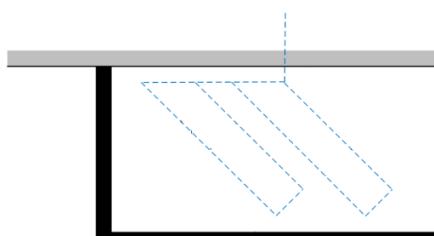


Abbildung 22: Schleifenanordnung in der erweiterten Konfiguration II.

13.4.4 Erweiterte Konfiguration III – Besonderheiten Velodetektion

Abbildung 23 zeigt die schematische Schleifenanordnung einer Velomatratze. Die genauen Masse sowie die Ausführung ist im Anhang C dargestellt.

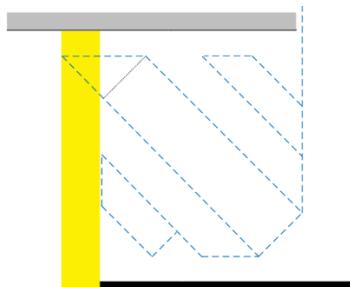


Abbildung 23: Schleifenanordnung in der erweiterten Konfiguration III.

Der hälteliniennahe Detektor gemäss den Konfigurationen I bis III sind *veloempfindlich* einzustellen. Eine Abfrage auf Impuls empfiehlt sich. Eine Abfrage auf Belegung ist für Velo fehleranfällig (keine Anmeldung geht ein).

13.5 Schleifenausbildung an Lichtsignalanlagen

Im Anhang C können die verschiedenen Vorgaben für die folgenden Schleifentypen entnommen werden.

Anmeldeschleifen hälteliniennah

- Anmeldeschleifen MIV und Velo
- Anmeldeschleifen MIV (ohne Velo)
- Veloschleifen
- richtungsabhängige Schleifen

Anmeldeschleifen hältelinienfern

- Anmeldeschleifen Velo
- Anmeldeschleifen Velo und ZL-Schleife MIV
- Anmeldeschleifen MIV (ohne Velo)

Zeitlückenschleifen

- Zeitlückenschleifen MIV

Stauschleifen

- Stauschleifen hältelinienfern

NF-Schleifen

- NF-Schleifen (ohne Tramschienen)
- NF-Schleifen bei Tramschienen
- NF-Schleifen zur Abmeldung von Notfallrouten

13.6 Induktionsschleifenausbildung zwischen Tramschienen

Im Anhang C können die verschiedenen Vorgaben für die folgenden Schleifentypen entnommen werden.

Anmeldeschleifen MIV und Velo

- Schleifenausbildung MIV und Velo zwischen Tramschienen

Anmeldeschleifen Tram und MIV

- Schleifenausbildung zwischen Tramschienen für Tram und MIV

13.7 Schleifenausbildung zur Verkehrsdatenerfassung

Im Anhang C können die verschiedenen Vorgaben für die folgenden Schleifentypen entnommen werden.

Summenzählung MIV (nicht für Neuanlagen zu verwenden)

- periodische Zählstelle, Summe
- permanente Zählstelle, Summe

Klassifikation MIV

- periodische Zählstelle, klassifiziert
- permanente Zählstelle, klassifiziert

Velozählung

- Velozählstelle

Strategieschleifen für Verkehrsmanagement

Rotlichtüberwachungsschleifen

13.8 Störungsbetrachtung

Ob der Detektor bei Eigendefekt oder defekter Schleife auf Daueranmeldung schaltet oder nicht, muss wählbar sein. Eine allfällige Verwendung von Ersatzwerten oder Ersatzdetektoren, z. B. vom Nachbarfahrstreifen, muss möglich sein. Das VIB definiert dies in der VTU 2 (DET-STOE) und muss von der SBF übernommen werden.

13.9 Vermessungstechnische Aufnahme von Detektorschleifen

13.9.1 Allgemeines

Zur vermessungstechnischen Aufnahme von Detektorschleifen an bestehenden LSA gilt das Konzept Nachführung (siehe Anhang C).

Für neu erstellte LSA ist nach Fertigstellung der Schleifen und deren Zuleitungen GSB durch den Ingenieur aufzubieten. Eine Plangrundlage der aufzunehmenden Schleifen ist GSB zur Orientierung zu übergeben. Die Daten sind anschliessend in den PAW zu übernehmen. Bei Schleifen, welche einbetoniert werden, ist die Vermessung noch vor dem Betonieren durch das VIB sicherzustellen.

13.9.2 **Auszug aus den besonderen Bestimmungen 842.500**

«Infrastrukturanlagen im öffentlichen Raum wie z. B. Werkleitungen aller Art, Erdanker, Sandbunker, Öltanks, Fluchtstollen, Induktionsschleifen für LSA, Rotlichtkameras, Verkehrszählstellen etc. werden von GSB im geografischen Informationssystem (GIS) dokumentiert. Für die Einmessung von neuen Anlagen ist dieses rechtzeitig vor dem Eindecken zur Einmessung aufzubieten. Bereits lagerichtig dokumentierte Anlagen, z. B. stillgelegte, entfernte, anderweitig vermessene etc. sowie die Benutzung von Werksanlagen Dritter sind GSB in geeigneter Form zu melden. Benachrichtigung: 031 321 67 37

13.9.3 **Verrechnung Vermessungskosten**

Die GIS-Kosten werden nach dem Verursacherprinzip verrechnet:

- Bei Neuanlagen werden die GIS-Kosten dem Projekt-/Investitionskredit belastet (die Kosten werden direkt vom Bauherrn übernommen).
- Beim Unterhalt werden die GIS-Kosten der laufenden Rechnung belastet (Betrieb und Unterhalt).

14 Anforderungsgerät für Zufussgehende und Sehbehinderte

14.1 Definition der Begriffe

In Abbildung 24 und Abbildung 25 ist das in der Stadt Bern verwendete Anforderungsgerät für Zufussgehende und Sehbehinderte mit seinen verschiedenen Bestandteilen dargestellt.

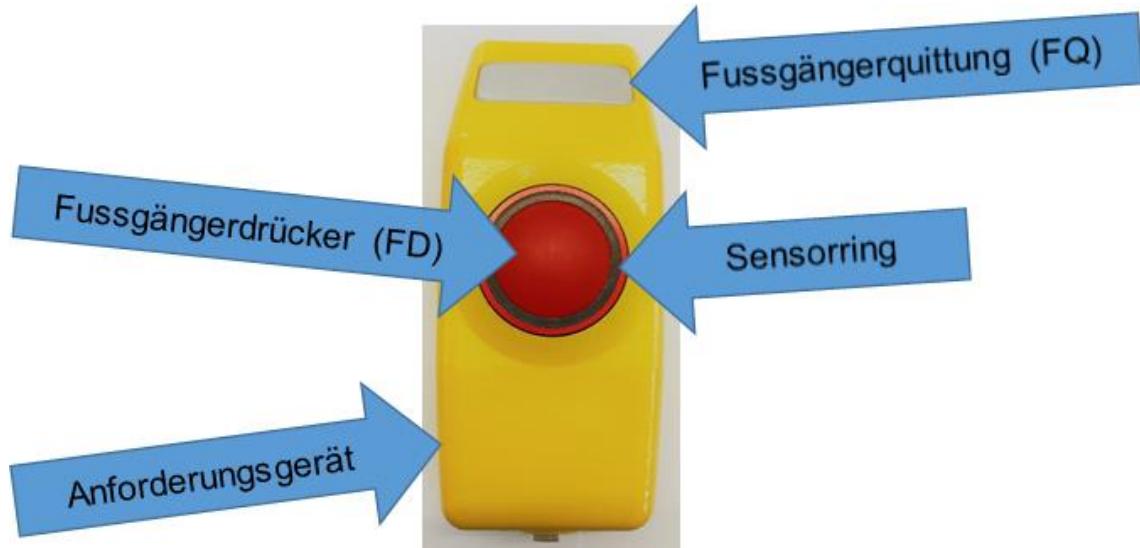


Abbildung 24: Definition der Begriffe – Vorderansicht.



Abbildung 25: Definition der Begriffe – Untersicht.

Derzeit wird einheitlich das Anforderungsgerät ERGO 2000 mit folgenden Ausstattungsmerkmalen eingesetzt:

- FG-Drücker (FD) – Sensoranforderungstaster für sehende Zufussgehende.
 - Der Sensorring um den FD bestätigt den Kontakt und löscht nach Kontakt wieder.
- FG-Quittierung (FQ) – optische Rückmeldung der Anmeldung per roter LED.
- Zusatzdrücker (ZD) – mechanischer Anforderungstaster an der Unterseite des Anforderungsgeräts für Seh- und Mobilitätsbehinderte.
- Blindenvibra (BV) – taktiler Blindensignalgeber mit Symbol zum FG-Übergang.

Akustische Signale sind nicht Bestandteil des Anforderungsgerätes.

14.2 Allgemeines

14.2.1 Ausrichtung Anforderungsgerät

- Montagehöhe der Geräte 1,10 m über dem Boden (Fadenkreuz FD).
- Anbringung je nach örtlicher Situation, normalerweise gegen wartende Zufussgehende hin an der vom FG-Übergang abgewandten Seite des Signalgebermasts.
- Bei einem Anforderungsgerät auf der Mittelinsel ist dieses immer in Fahrtrichtung des MIV auszurichten.
- Bei zwei Anforderungsgeräten auf der Mittelinsel sind diese in Laufrichtung jeweils zur abgewandten Seite des entsprechenden FG-Übergangs auszurichten.

14.2.2 Ausrichtung Mast

Die Ausrichtung der Masten erfolgt gemäss Kapitel 11.2.

14.2.3 Besonderheiten bei Mittelinsel

Pro Mittelinsel ist i. d. R. nur ein Anforderungsgerät vorzusehen. Durch die äusseren beiden FD am Fahrbahnrand wird je ein Detektoreingang (insgesamt zwei Detektoreingänge) für optische Signalgeber angesteuert. Der FD auf der Mittelinsel wird hardwareseitig mit beiden Eingängen verbunden.

Müssen zwei Anforderungsgeräte an einen Mast installiert werden, sind diese seitlich mit Pfeilen zu kennzeichnen, für welchen FG-Übergang diese gelten. Die Pfeile sind in Siebdruck ab Werk zu liefern. Geräte mit geklebten Pfeilen sind unzulässig. Gleiches gilt für weitere Symbole auf Anforderungsgeräten.

Es ist eine Koordination des FG-Grün über die Teilübergänge (bei Altersheim, Schule), d. h. eine Weitergabe der Anmeldung für den zweiten Teilübergang vorzusehen, wenn nicht zwingend ein Einschaltversatz von 0 s definiert wurde.

Bei Übergängen mit Mittelinsel werden die optischen Signalgeber je Teilübergang als eine Signalgruppe behandelt. Eine Signalgruppentrennung innerhalb eines Teilübergangs, d. h. Signalgeber auf der Mittelinsel getrennt von Signalgeber am Fahrbahnrand, wird i. d. R. nicht mehr vorgesehen.

14.3 FG-Quittierung (FQ)

- FG-Quittierung (FQ) mittels optischer LED-Rückmeldung, max. 50 V DC.
- FQ leuchtet ab Betätigung FD/ZD oder bei Gratisgrün ab Grünende.
- FQ erlischt mit Grünbeginn.
- Anforderung FD/ZD wird in GELB angenommen.
- Spezialitäten siehe Kapitel 30.4.
- FQ leuchten im Festzeitersatzprogramm (FZEP) oder bei «VA Aus» nur dann, wenn diese als Signalgruppe versorgt wurden.
- Bei Übergängen mit Mittelinsel (drei Anforderungsgeräte an drei Masten) und versetztem Grünbeginn (bzw. Grünende) der beiden Teilübergänge gilt (vgl. Abbildung 26):
 - FQ auf der Mittelinsel leuchtet, wenn einer der beiden FQ an den Fahrbahnrändern leuchtet (Oder-Verknüpfung).
 - FQ auf der Mittelinsel löscht, wenn beide FQ an den Fahrbahnrändern gelöscht sind (Und-Verknüpfung).
 - drei FQ-Ausgänge vorsehen.
- Bei Übergängen mit Mittelinsel (vier Anforderungsgeräte an drei/vier Masten) und versetztem Grünbeginn und Grünende der beiden Teilübergänge gilt:
 - zwei FQ-Ausgänge vorsehen.

In Abbildung 26 ist die FG-Quittierung bei einem FG-Übergang mit drei Anforderungsgeräten an drei Masten dargestellt.

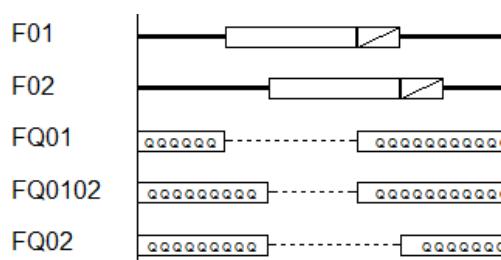


Abbildung 26: FQ bei FG-Übergängen mit drei Anforderungsgeräten.

14.4 Bezeichnung Anforderungsgerät, Signalgruppen und Detektoren

Die Bezeichnung der Anforderungsgeräte, Signalgruppen und Detektoren in den jeweiligen Unterlagen ist in Tabelle 8 dargestellt.

Tabelle 8: Übersicht Bezeichnung Anforderungsgerät, Signalgruppen und Detektoren.

Element	Bezeichnung	Bemerkung
einfacher FG-Übergang ohne Mittelinsel		
Signalgruppe FG	F01	im LSA-Plan nur Signalgruppennummer - gilt auch für folgende Varianten
Signalgruppe BV	BV02	im LSA-Plan nur Signalgruppennummer - gilt auch für folgende Varianten
Akustik	BA03	falls vorhanden; i. d. R. zusammen mit BV, nur in Ausnahme eigene Signalgruppe
Anforderungsgerät	FD1.1	Nummerierung im Uhrzeigersinn
	FD1.2	
Zusatzdrücker	ZD2.1	Taktile Freigabe (BV) wird nur auf Anforderung geschaltet. 1 Detektor optische Signalgeber 1 Detektor taktile Signalgeber
	ZD2.2	
Bewegungsmelder	BM1	Bezeichnung nach der Signalgruppe, auf welche der BM wirkt.
FG-Übergang mit einer Mittelinsel (insgesamt drei Anforderungsgeräte)		
Signalgruppe FG	F01; F02	
Signalgruppe BV	BV03	i. d. R. wird BV über gesamte Querung geschalten
Akustik	BA04	falls vorhanden; i. d. R. zusammen mit BV, nur in Ausnahme eigene Signalgruppe
Anforderungsgerät	FD1.1	Nummerierung im Uhrzeigersinn, FDX.1 i. d. R. aussen
	FD1.2/FD2.2	
	FD2.1	
Zusatzdrücker	ZD3.1	Taktile Freigabe (BV) wird nur auf Anforderung und über gesamte Querung geschalten.
	ZD3.2	
	ZD3.3	2 Detektoren optische Signalgeber 1 Detektor taktile Signalgeber
Bewegungsmelder	BM1; BM2	Bezeichnung nach der Signalgruppe, auf welche der BM wirkt.
Sonderfall: FG-Übergang mit einer Mittelinsel (insgesamt vier Anforderungsgeräte)		
Signalgruppe FG	F01; F03	
Signalgruppe BV	BV02; BV04	Schaltung BV (und ev. BA) nicht über gesamte Querung möglich
Akustik	BA05	falls vorhanden; i. d. R. zusammen mit BV, nur in Ausnahme eigene Signalgruppe
Anforderungsgerät	FD1.1	Nummerierung im Uhrzeigersinn, FDX.1 i. d. R. aussen
	FD1.2	
	FD3.1	
	FD3.2	
Zusatzdrücker	ZD2.1	Optische und taktile Signalgeber werden getrennt voneinander geschaltet.
	ZD2.2	
	ZD4.1	2 Detektoren optische Signalgeber 2 Detektoren taktile Signalgeber
	ZD4.2	
Bewegungsmelder	BM1; BM3	Bezeichnung nach der Signalgruppe, auf welche der BM wirkt.

Es folgt ein Beispiel eines FG-Übergangs mit Mittelinsel und akustischen Signalgebern. Dabei sind in Abbildung 27 zeigt die Situation.

Tabelle 9 die jeweiligen Bezeichnungen der Elemente aufgeführt. Abbildung 27 zeigt die Situation.

Tabelle 9: Bezeichnung Anforderungsgerät, Signalgruppen und Detektoren am Beispiel.

Element	Bezeichnung	Bemerkung
Signalgruppe FG	F01; F02	Freigabe i. d. R. über gesamte Querung
Signalgruppe BV und BA	BV03	BV und BA gemeinsam, Freigabe erfolgt über gesamte Querung.
Anforderungsgerät	FD1.1	Nummerierung im Uhrzeigersinn, FDX.1 i. d. R. aussen
	FD1.2/FD2.2	
	FD2.1	
Zusatzdrücker	ZD3.1	Taktile und akustische Freigabe (BV und BA) wird nur auf Anforderung und über gesamte Querung geschalten.
	ZD3.2	
	ZD3.3	2 Detektoren optische Signalgeber 1 Detektor taktile/akustische Signalgeber

LSA-Plan

Abbildung 27 zeigt beispielhaft die Darstellung der Elemente im LSA Situationsplan. Dabei werden FG-Signalgruppen mit einem durchgezogenen Kreis und die ZEB-Signalgruppen mit einem gestrichelten Kreis dargestellt.

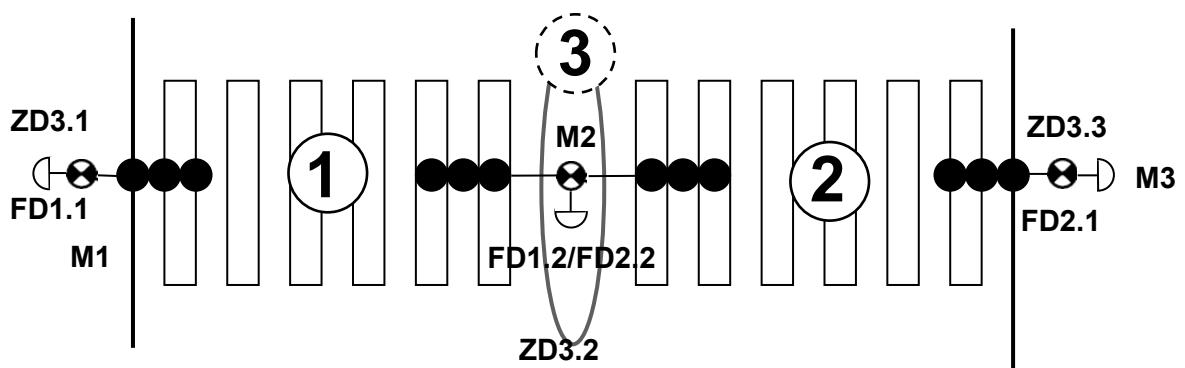


Abbildung 27: Darstellung im LSA-Situationsplan am Beispiel.

Signalgruppenliste

In Tabelle 10 ist die Definition der Signalgruppen der VTU1 am Beispiel aufgeführt.

Tabelle 10: Beispiel Benennung in der Signalgruppenliste.

Name	KanalNr.	Bezeichnung lang	Beschreibung
F01	1	F01-f01,bv03	
F02	2	F02-f02,bv03	
BV03	3	BV03-bv03	BV zu F01 und F02

Detektorenliste

In Tabelle 11 ist die Detektorliste der VTU1 am Beispiel aufgeführt.

Tabelle 11: Beispiel Benennung in der Detektorenliste.

Name	Kanal-Nr.	Bezeichnung lang	Beschreibung
FD1.1	1	001-FD1.1	
FD1.2/FD2.2	2	002- FD1.2/FD2.2	Anmeldung F01+F02
FD2.1	3	003-FD2.1	
ZD3.1	4	004-ZD3.1	ZD bv03 M1
ZD3.2	5	005-ZD3.2	ZD bv03 M2
ZD3.3	6	006-ZD3.3	ZD bv03 M3

14.5 Fussverkehrwarteraumüberwachung

Die Überwachung des FG-Warteraums, um beispielsweise unnötige Anmeldungen wieder zu löschen, kann projektspezifisch diskutiert werden. Bisher gibt es noch keine Standards und die Stadt Bern ist offen für neue, innovative Technologien, welche ebenfalls projektspezifisch zugelassen werden.

15 Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte und Blinde (ZEB)

15.1 Allgemeines

Begriffe

Man unterscheidet folgende Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte und Blinde (ZEB):

- Zusatzdrücker (ZD) – mechanischer Anforderungstaster an der Unterseite des Anforderungsgeräts
- Blindenvibra (BV) – taktile Signalgeber
- Blindenakustik (BA) – akustische Zusatzeinrichtung bestehend aus akustischem Orientierungssignal und akustischem Freigabesignal
- Akustisches Orientierungssignal (AO) – akustischer Orientierungssignalgeber
- Akustisches Freigabesignal (AF) – akustischer Freigabesignalgeber
- Akustisches Übergangssignal (AÜ)
- Taktil-visuelle Markierung.

Alle LSA der Stadt Bern werden standardmäßig mit BV und ZD ausgerüstet.

Der Bedarf an weiteren ZEB – BA und/oder taktil-visueller Markierung – ist projektspezifisch zu definieren und erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem Schweizer Blinden- und Sehbehinderterverband SBV (Könizstrasse 23, 3008 Bern).

In den folgenden Situationen empfiehlt es sich, zusätzlich zum taktilen Signalgeber auch eine Blindenakustik zu installieren [VSS, 2020]:

- Bei FG-Übergängen, welche schräg zum Trottoirrand und zum Verkehrsfluss verlaufen (Abweichung von $> 8^\circ$) oder eine Richtungsänderung ab der Schutzinsel aufweisen.
- Bei Tramgleisen, welche den FG-Übergang nicht rechtwinklig queren und so von der Gehrichtung ablenken.
- Bei Querungsdistanzen > 10 m zwischen zwei gesicherten Bereichen (Trottoir, Schutzinsel).
- Bei hoher geometrischer und/oder verkehrlicher Komplexität eines FG-Übergangs bzw. des gesamten Knotens (beispielsweise bei zusätzlichen Fahrstreifen oder Tramgleisen).
- Bei unzureichender Wahrnehmung der Verkehrsgeräusche des parallel fahrenden Verkehrs während dem Queren aufgrund:
 - des hohen Pegels der Umgebungsgeräusche
 - der Knotengeometrie, sodass der gleichzeitig freigegebene Verkehr nicht parallel zum FG-Übergang fährt
 - Rot für alle anderen Verkehrsbeziehungen.

Die Schaltweise der ZEB ist in Kapitel 30.4 beschrieben.

Einschaltung bei tagsüber AUS

Bei LSA, die auch tagsüber im Grundzustand AUS-Blinken oder AUS-Dunkel betrieben werden, muss es möglich sein, dass die LSA über ZD und/oder FD in Betrieb gesetzt wird und der SB eine Freigabe erhalten kann. Hierbei muss auch bei koordinierten LSA der Fahrverkehr unabhängig vom Anforderungszeitpunkt des SB im Umlauf sofort nach Einschaltung ROT erhalten und nicht zuerst koordiniert GRÜN. Des Weiteren muss die LSA sofort nach Anforderung einschalten und darf nicht entsprechend der Koordination das FG-Freigabefenster in AUS abwarten.

Eine konkrete Programmierung erfolgt im Einzelfall bei besonderer Erwähnung in den TU.

15.2 Signalgruppenaufteilung und Schaltweisen

15.2.1 *Taktile Signalgeber*

FG-Übergang ohne Mittelinsel

Optische und taktile Signalgeber sind jeweils eine eigene Signalgruppe. Die taktile Freigabe erfolgt auf Anmeldung via ZD. Eine taktile Freigabe erfolgt stets mit einer optischen Freigabe. Siehe dazu auch Kapitel 30.4.1. Vorzusehende Signalgruppen: 1 x FG und 1 x BV.

FG-Übergang mit Mittelinsel

Optische und taktile Signalgeber sind jeweils eine eigene Signalgruppe. Die taktile Freigabe erfolgt auf Anmeldung via ZD. Eine taktile Freigabe erfolgt stets mit einer optischen Freigabe. In der Regel erfolgt die Freigabe beider Teilübergänge simultan, so dass das Queren über die gesamte Fahrbahn in einem Zug möglich ist. Damit ist auf der Mittelinsel ein Anforderungsgerät vorhanden und der taktile Signalgeber ist mit Doppelpfeil ausgerüstet (vgl. Kapitel 15.3.2). Vorzusehende Signalgruppen: 2 x FG und 1 x BV.

Sollte eine simultane Freigabe aufgrund von bestimmten Rahmenbedingungen nicht möglich sein, so muss pro FG-Übergang eine separate Signalgruppe für die taktilen Signalgeber eingerichtet werden.

Vorzusehende Signalgruppen: 2 x FG und 2 x BV.

Bei FG-Übergängen mit mehreren Mittelinseln sind die Signalgruppen analog zu erhöhen.

Die SG des BV/BA erhält dieselben Zwischenzeiten wie die FG-SG. Der BV schwingt parallel zur BA.

15.2.2 *Akustische Signalgeber*

Blindenakustik (BA)

BA wird i. d. R. als gemeinsame Signalgruppe mit dem BV ausgeführt. Die akustische/taktile Freigabe erfolgt nur auf Anmeldung via ZD. Eine akustische/taktile Freigabe erfolgt stets mit einer optischen Freigabe.

Die Gelbzeit des akustischen Übergangssignalgs entspricht der Gelbzeit der optischen Signalgeber. Bei FG-Übergängen mit Mittelinsel entspricht die Gelbzeit des AÜ die der kürzeren Gelbzeit der optischen Signalgeber.

Optische und akustische/taktile Freigaben innerhalb eines FG-Übergangs dürfen nicht getrennt geschaltet werden.

Akustische Freigaben hintereinanderliegender Teilübergänge (Mehrfachübergänge) dürfen wegen der Verwechslungsgefahr keinesfalls getrennt geschaltet werden. Ausnahme: bei dreieckförmigen Leitinseln (Dreieckinseln) und einer zweiten Schutzinsel in der Querung.

Die SG des BV/BA erhält dieselben Zwischenzeiten wie die FG-SG. Der BV schwingt parallel zur BA.

Im Ein- und Ausschaltbild werden keine akustischen Signalgeber geschaltet.

15.3 Blindenvibra (BV)

15.3.1 *Allgemeines taktile Signalgeber*

Taktile Signalgeber sind vibrierende Richtungspfeile an der Anforderungsgeräteunterseite. Dort befindet sich auch der Zusatzdrücker (ZD), über den die Anforderung erfolgt.

Mit dem Freigabebefehl aus dem Steuergerät beginnt der BV mit 50 Hz zu schwingen.

Zur Kennzeichnung des Verlaufs des FG-Übergangs ist der BV an seiner vibrierenden Fläche mit einem Richtungspfeil auszustatten, dessen Spitze auf den Schnittpunkt der Mittelachse des FG-Übergangs mit der Bordsteinkante der gegenüberliegenden Fahrbahnseite weist.

Bei mehreren Anforderungsgeräten für unterschiedliche Richtungen am gleichen Signalmast muss eine Vibrationsübertragung ausgeschlossen sein.

15.3.2 Gestaltung

Generell ist der Richtungspfeil mindestens 3 mm hoch und keilförmig auszubilden. Er sollte eine Länge von 40 mm, mindestens aber 30 mm und eine Breite von 8 mm aufweisen, siehe Abbildung 28. Die Pfeilspitze muss frei tastbar sein. Auf Mittelinseln können Doppelpfeile verwendet werden. Die nachfolgend beschriebenen tastbaren Zusatzsymbole sind mittig auf dem Richtungspfeil anzutragen. [VSS, 2020]

Bei einfachen FG-Übergängen wird der Richtungspfeil ohne weitere Zusatzsymbole verbaut, vgl. Abbildung 28.

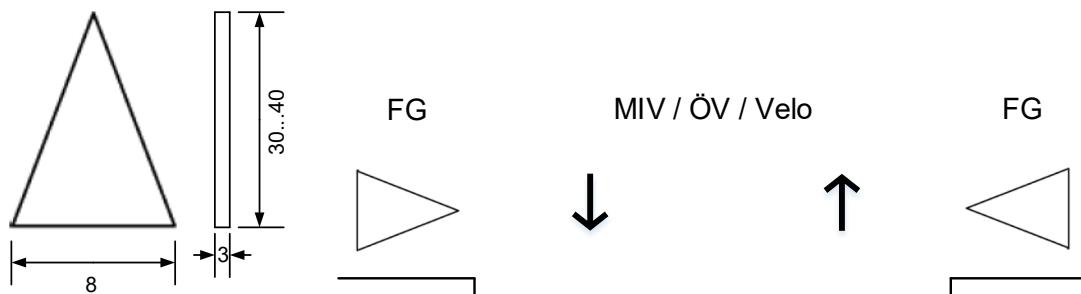


Abbildung 28: Richtungspfeil und Situation «Einfacher Überweg» [VSS, 2020].

Befinden sich zwischen hintereinanderliegenden Teilübergängen nicht in die Signalisierung einbezogene Sonderfahrstreifen für Busse im Linienverkehr oder Tramgleise, so ist der Richtungspfeil durch eine deutlich fühlbare, quer verlaufende Kerbe von 4 mm Breite und 2 mm Tiefe mit rechtwinkeligem Querschnitt zu unterbrechen, siehe Abbildung 29. Analog wird bei nicht in die Signalisierung einbezogenen Sonderfahrstreifen bzw. gleisgebundenen Verkehrsmitteln in Seitenlage zum Fahrweg verfahren. [VSS, 2020]

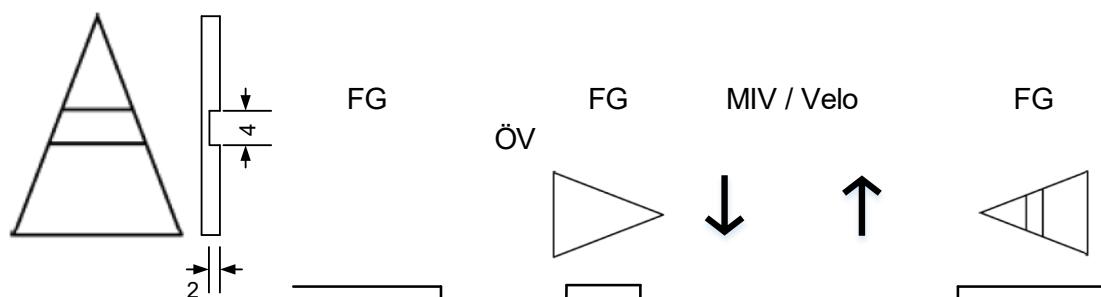


Abbildung 29: Richtungspfeil und Situation «Überweg mit Bahnübergang» [VSS, 2020].

Sofern eine getrennte Signalisierung mehrerer hintereinanderliegender Teilübergänge mit erneuter Anforderung des taktilen/akustischen Freigabesignals auf einer Schutzinsel erforderlich ist, muss dies durch eine punktförmige Erhebung von 1,5 mm Höhe auf dem Richtungspfeil angezeigt werden, siehe Abbildung 30.

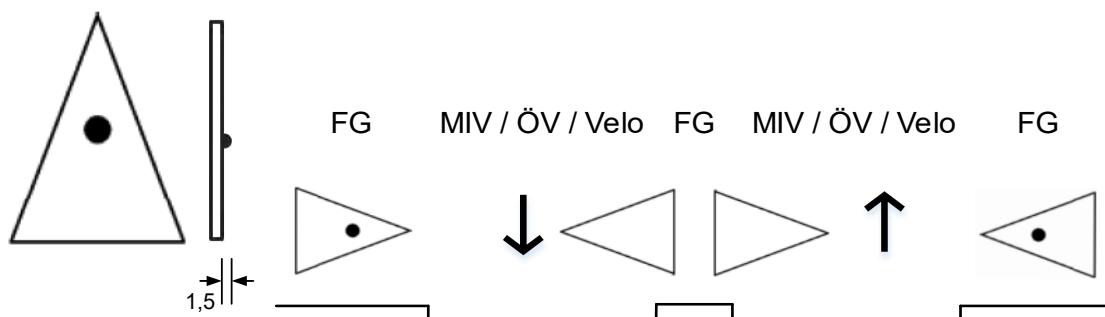


Abbildung 30: Richtungspfeil und Situation «Überweg mit zusätzlicher Anforderung» [VSS, 2020].

Befindet sich im Verlauf eines FG-Übergangs (simultane Freigabe) eine Schutzinsel, muss auf dem Richtungspfeil ein erhabener Querbalken von mindestens 1 mm Höhe und 2 mm Breite vorgesehen werden, siehe Abbildung 31. Auf der Schutzinsel kann bei einer simultanen Freigabe der Doppelpfeil verwendet werden.

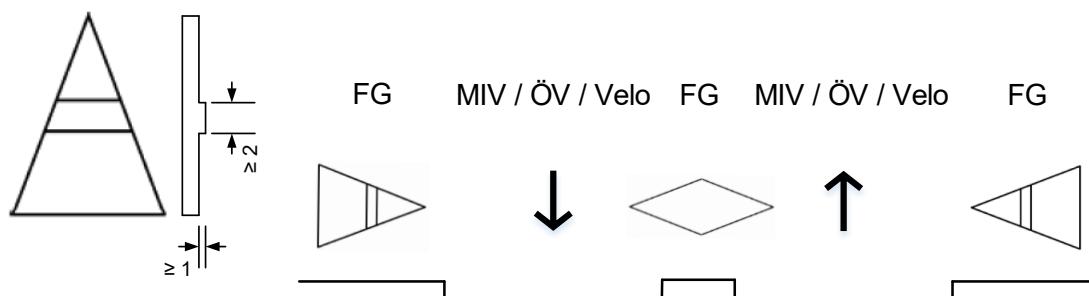


Abbildung 31: Richtungspfeil und Situation «Überweg mit Mittelinsel» [VSS, 2020].

Grundsätzlich ist die taktile Information so zu gestalten, dass jeweils die nächste Situation dargestellt wird. Dabei ist nicht mehr als eines der vorgenannten Symbole auf den Tastern vorzusehen:

- Erste Priorität hat der nicht in die Signalisierung einbezogene Schienenverkehr, siehe Abbildung 29.
- Zweite Priorität hat der Richtungspfeil, welcher die Notwendigkeit einer erneuten Anforderung anzeigt, siehe Abbildung 30.
- Dritte Priorität hat die Schutzinsel ohne zusätzlich notwendige Anforderung, siehe Abbildung 31.

Abbildung 32 zeigt einen Überblick über die zu verwendenden Richtungspfeile.

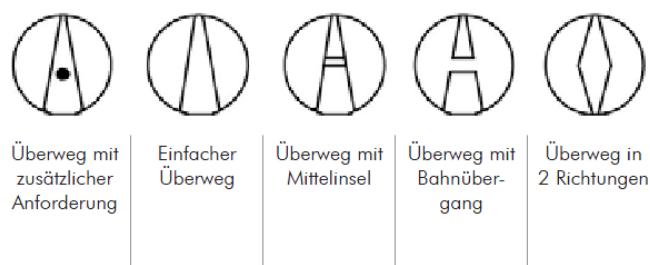


Abbildung 32: Überblick über Richtungspfeile.

Taktile Signalgeber mit Doppelpfeil finden bei FG-Übergängen mit simultaner Freigabe auf Mittelinseln Anwendung. Sie werden am seitlich montierten Anforderungsgerät des Signalmasts befestigt, wobei der Doppelpfeil nicht zwingend in der Flucht des FG-Übergangs liegen muss. Ist auf einer Mittelinsel nur ein Anforderungsgerät montiert, dann wird «Überweg in zwei Richtungen», ungeachtet der nachfolgenden Situation vorgesehen. Ist eine nachfolgende Situation

(über der nächsten Insel) ein nicht in die Signalisierung einbezogener Schienenverkehr, dann müssen zwei Anforderungsgeräte auf der Mittelinsel angebracht werden.

15.4 Blindenakustik (BA)

15.4.1 Akustisches Orientierungssignal (AO)

Das akustische Orientierungssignal (AO) quittiert den Sehbehinderten die erfolgreiche Anmeldung an der LSA, sofern die Anforderung während der Rotzeit erfolgte. [VSS, 2020]

Das AO wird als langsames Ticken ausgeführt («tock – tock – tock»). Es passt sich der Umgebungslautstärke an und ist in seinen Werten frei einstellbar. Weitere wichtige Details sind nachfolgend aufgeführt:

- Der Signalgeber (Lautsprecher) des AO ist am entsprechenden Mast des FG-Übergang und somit zentriert in der Achse des FG-Übergangs anzurufen.
- Die Ausrichtung des AO erfolgt mittig zum FG-Übergang auf den Fahrbahnrand vor dem Mast.
- Das AO ertönt nur nach Anmeldung mittels ZD.
- Das AO beginnt unmittelbar nach Betätigung des ZD und läuft bis Grünbeginn.
- Das AO ist ein ca. 1,2-Hz-Ticken.
- Das AO läuft ab Rotbeginn bis zum Ende der benötigten Räumzeit des FG (2s bis 6s).
- Das AO ist mit dem AF und AÜ in einem Lautsprecher (Kombigerät) integriert.
- Das AO wird lautstärkeabhängig geschaltet. Die hierfür notwendige Elektronik (Mikrofon usw.) ist im Lautsprecher integriert.
- Eine Nachtabbildung des AO, AF sowie des AÜ wird nicht realisiert.

15.4.2 Akustisches Freigabesignal (AF)

Das akustische Freigabesignal (AF) dient den Sehbehinderten zur Signalisation der Freigabe sowie zur akustischen Führung über den FG-Übergang. Das AF ertönt als schnell getaktetes Piepen mit 4 Hz («piep – piep – piep – piep») immer zeitgleich mit dem taktilen sowie optischen Grün [VSS, 2020]. Weitere wichtige Details sind nachfolgend aufgeführt:

- Der Signalgeber (Lautsprecher) des AF ist am entsprechenden Mast des FG-Übergang und somit zentriert in der Achse des FG-Übergangs anzurufen.
- Die Ausrichtung des AF erfolgt auf den Schnittpunkt mit dem gegenüberliegenden Fahrbahnrand.
- Das AF ist gleich lang zu hören wie Grün angezeigt wird. Die Freigabezeit der Sehbehinderten SG wird weiterhin mit einer Gehgeschwindigkeit von 0,8 m/s gerechnet.
- Die Lautstärke richtet sich jeweils adaptiv nach dem aktuellen Geräuschpegel, jedoch muss sich das AF über 2/3 des FG-Übergangs deutlich von den Umgebungsgeräuschen abheben. Die Lautstärke wird entsprechend der Querungslänge und der vorhandenen Bebauung eingestellt.
- Bei akustischen Freigabesignalen über FG-Übergänge verschiedener Gehrichtung (im rechten Winkel zueinander – Hauptrichtung/Nebenrichtung) muss der Sehbehinderte mittels BV starten, um Verwechslungen ausschliessen zu können.

15.4.3 Akustisches Übergangssignal (AÜ)

Das akustische Übergangssignal (AÜ) dient den Sehbehinderten zur Signalisation der Gelbzeit. Es ertönt parallel zum Gelb und führt akustisch zum gegenüberliegenden Fahrbahnrand. Das AÜ ertönt analog zum AF als getaktetes piepen mit 4 Hz. Dabei ertönen innerhalb einer Sekunde nur die ersten beiden Takte, während die folgenden beiden als Pause ausgelassen werden («pieppiep – Pause – pieppiep – Pause»). Die Lautstärke sowie Ausrichtung des AÜ sind identisch mit dem AF. [VSS, 2020]

In der nachfolgenden Abbildung 33 ist beispielhaft die Abfolge der akustischen Signale bei einer Anforderung im Rot dargestellt.

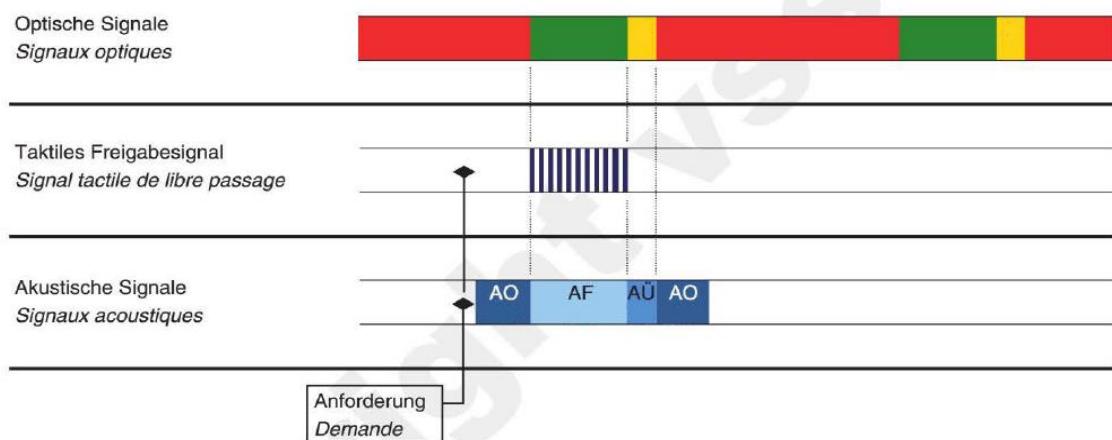


Abbildung 33: Ablauf der akustischen Signale während einer Anforderung im Rot [VSS, 2020].

Für weitere, detailliertere Informationen ist die Norm VSS-40836-1 beizuziehen.

15.4.4 Akustik für Tramquerung – Bahngong (Warnton)

Um die unsichere Situation für Sehbehinderte an einer Tramquerung zu entschärfen, kann ein Warnton (Akustik) vorgesehen werden.

Technische Ausführung

Gong 392 Hz

Verkehrstechnische Umsetzung

Für den Warnton muss eine Signalgruppe vorgesehen werden. Die Umsetzung des Warntons muss im Projekt ausgearbeitet werden.

Beispiel aus der TU K125:

SB14 = BG14 (Bahngong)

Dunkel = Freigabe

Rot = Sperren

Beginn Gelb Blinken FG08 = Ende Gong

Stadteinwärts: Rotbeginn FG08 = Beginn Gong

Stadtauswärts: Ende Gelb Blinken FG08 = Beginn Gong (Beginn Gong ist um 3 s früher als Rotbeginn FG08)

Nachtabsenkung Gong:

Während der Nacht ist der Pegel des Bahngongs zu reduzieren, um die Nachbarschaft nicht mit dem lauten Ton zu stören. Die Zeiten für die Nachtabsenkung sind in der Startsitzung zu beschliessen und orientieren sich Grundsätzlich an den Betriebszeiten des ÖV. Als Grundangabe können die folgenden Zeiten genommen werden:

Montag – Samstag: 19:00 - 07:30 Uhr und Sonntag: 19:00 - 09:00 Uhr.

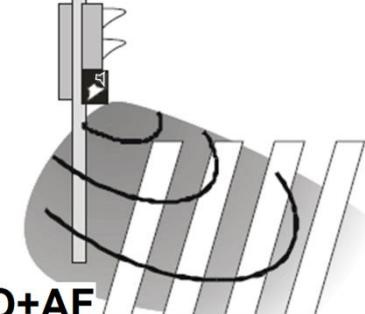
15.4.5 Akustische Signalgeber bei lärm sensiblem Umfeld

Aufgrund dessen, dass die BA nur auf Anmeldung ausgelöst wird und dass das AO/AF die Lautstärke an die Umgebungslautstärke anpasst, sind keine weiteren Betrachtungen bezüglich lärm sensiblen Umfeld notwendig.

15.5 Funktionsvarianten/Übersicht/Abgrenzung

In Tabelle 12 sind die verschiedenen Funktionsvarianten mit den jeweiligen Beschreibungen sowie Anwendungsgebieten von akustischen Signalgebern dargestellt.

Tabelle 12: akustische Signalgeber: Funktionsvarianten/Übersicht/Abgrenzung [RTB, 2007].

Systemskizze	Allgemeine Beschreibung	Typische Anwendungsgebiete
 Standardvariante	<ul style="list-style-type: none"> • Universell geeignet. • Das Kombigerät besteht aus zwei Lautsprechern, welche getrennt voneinander das AO und AF abgeben. • Eine Elektronik für beide Signale. • Wichtiger Zusatznutzen: AO kann zusätzlich in den FG-Übergang abgestrahlt werden. Dadurch verbesserte Orientierung insbesondere während der Räumzeiten. 	<ul style="list-style-type: none"> • Breites Trottoir • Wartezone mündet in Freifläche (Begegnungszone) <p>z. B. BLX Kombi</p>
Gong 392 Hz Warnsignal	Warnsignal gemäss DIN 32974 Tabelle 8.	<ul style="list-style-type: none"> • Querungen an Sonderfahrstreifen, die nicht in die Signalisierung eingebunden sind.

15.6 Montage akustischer Signalgeber

15.6.1 Allgemeines

- Bei der Montage sind folgende Punkte zu beachten: Die Montage erfolgt direkt an dem Mast, an dem das entsprechende FG-Anforderungsgerät montiert ist. Befestigung mit Hilfe von Auslegern muss projektspezifisch diskutiert werden.
- Ausrichtung am Mast hin zur Fahrbahn.
- Nach Montage und allen Arbeiten am Signalgeber muss dessen korrekte Funktion überprüft werden. Alle Kontrollarbeiten sind zu protokollieren.

Wird die LSA abgedeckt, so muss der akustische Signalgeber in jedem Fall stummgeschaltet werden. Er darf erst wieder eingeschaltet werden, nachdem die Abdeckung an der LSA entfernt wurde.

15.6.2 Gehäuseanbringung/Ausrichtung

Es muss darauf geachtet werden, dass der Streubereich des akustischen Signals nicht zu gross wird, da es sonst zu Sicherheitsrisiken durch Signalverwechslungen und Schwierigkeiten mit Anwohnern (Lärmbelästigung) kommen kann.

Die Montagehöhe beträgt 2,35 m. Grundsätzlich gilt: je tiefer, desto besser.

15.7 Einstellung akustischer Signalgeber

Der Signalgeber muss in Abhängigkeit seiner Funktion und seines Standortes individuell eingestellt werden. Die genaue Einstellung der BA bezüglich Lautstärke und deren Anhebung/Absenkung ist der Norm VSS 40836-1 zu entnehmen.

15.8 Taktile-visuelle Markierungen

Taktile-visuelle Markierungen dienen an lichtsignalgesteuerten Knotenpunkten zum Auffinden des LSA-Masts am Fahrbahnrand als auch auf Mittelinseln. Die taktile-visuelle Markierung wird dabei als Aufmerksamkeitsfeld ausgeführt, welches i. d. R. die Verlängerung der Mittelachse des FG-Übergangs darstellt und die sehbehinderte Person direkt an das FG-Anforderungsgerät führt. Projektspezifisch muss geprüft werden, ob weitere taktile-visuelle Markierungen in Form von Leitlinien am Knotenpunkt eingesetzt werden müssen. Dies erfolgt in enger Zusammenarbeit mit dem Schweizer Blinden- und Sehbehindertenverband SBV (Könizstrasse 23, 3008 Bern).

In der Stadt Bern werden taktile-visuelle Markierungen entsprechend dem Bericht UHR auf Bern-Baut eingesetzt. (<http://www.bern.ch/themen/planen-und-bauen/bern-baut/wie-wir-planen-bauen/uhr>)

16 ÖV-Anmeldemittel

16.1 Übersicht ÖV-Anmeldemittel

16.1.1 Der LSA direkt zugeordneten Anmeldemittel

- Funkmeldepunkte: MP[Signalgruppen-Nr.].[ID-Nr.]
z. B. MP1.1, MP1.2, ...
- Induktionsschleifen (ÖV): D[Signalgruppen-Nr.].[ID-Nr.]
z. B. D1.1, D1.2, ...
- NF-Schleifen²: NF[Signalgruppen-Nr.].[ID-Nr.]
z. B. NF1.1, NF1.2, ...
- NF-Fahr drahtantennen: FA[Signalgruppen-Nr.].[ID-Nr.]
z. B. FA1.1, FA1.2, ...
- Schlüsselkontakte: SK[Signalgruppen-Nr.]
z. B. SK1, SK2, ...

16.1.2 Der Weicheninfrastruktur zugeordnete Anmeldemittel für die LSA

- Weichenblock: WB[Signalgruppen-Nr.].[Weichen-Nr.]
z. B. WB1.3002 (gerade), WB2.3002 (links), ...
- Weichenstellung: WS[Signalgruppen-Nr.].[Weichen-Nr.]
z. B. WS1.3002 (gerade), WS2.3002 (links), ...
- Gleiskreise: GK[Signalgruppen-Nr.]
z. B. GK1, GK2, ...

Die zum Stellen der Weichen erforderlichen Fahr drahtantennen werden im Folgendem mit FdA abgekürzt (ungleich FA). FdA werden nicht direkt als Anmeldemittel an LSA verwendet.

16.1.3 Taster in den Fahrzeugen

Zur manuellen Beeinflussung der Trolleybus- und Tram-Weichen (mittels FdA) und LSA (mittels FA oder NF) sind die Fahrzeuge mit dreistufigen (Tram) oder zweistufigen (Bus, Trolleybus) Dienstkanaltaster (DKT) ausgestattet. Die manuelle Beeinflussung wird frequenzmässig auf dem sog. Dienstkanal (DK) gesendet.

16.2 Normalanmeldung, Ersatzmeldung und weitere Freigabefester

16.2.1 Normalanmeldung

Einen Überblick über die Anmeldesysteme gibt folgende Tabelle 13:

² NF-Schleifen für Einsatzfahrzeuge siehe 32.2.

Tabelle 13: Überblick Anmeldesysteme.

Unternehmen	Typ	FdA	FA	NF	MP
BEM	Tram	IBIS	IBIS	-	IBIS
		DKT	DKT	-	-
	Trolley	Wahlschalter	-	Wahlschalter	IBIS
		DKT	-	DKT	-
Diesel/Gas		-	-	Grundzustand	IBIS
		-	-	DKT	-
		-	-	Grundzustand	IBIS
RBS	Bus	-	-	Grundzustand	IBIS
				DKT	-
PA	Bus	-	-	Grundzustand	IBIS
		-	-	DKT	-
ND	PO	-	-	Grundzustand	-
	FW	-	-	Grundzustand	-
	SANO	-	-	Grundzustand	-

Grundzustand: Der Fahrer kann bei Fahrtantritt keine besonderen Einstellungen vornehmen; es wird ein Dauersignal auf definiertem Kanal gesendet.

Tram

Mit der Einstellung der *Linien-Kurs-Nummer* (LIKU) am *Integrierten Bord-Informations-System* (IBIS) durch den Tramfahrer bei Fahrtantritt werden gemäss der Versorgung die LSA beeinflusst und die Stellaufräge an die Tram-Weichen gesendet. Die jeweilige Tram-Weichensteuerung wird automatisch auf die entsprechende Tramlinie eingestellt.

Bus

Mit der Einstellung der LIKU am IBIS durch den Busfahrer bei Fahrtantritt werden gemäss der Versorgung die LSA beeinflusst.

Das NF-Signal wird entsprechend dem Verkehrsunternehmen einheitlich im jeweiligen Grundzustand ausgesendet und kann vor Fahrtantritt nicht gesondert voreingestellt werden.

Trolleybus

Die Trolleybus-Weichensteuerung mittels FdA und allenfalls der Beeinflussung der LSA mittels NF erfolgt per gesonderter Vorauswahl bei Fahrtantritt über einen fünfstufigen manuellen Wahlschalter (Kanäle: 0 (aus)/1/2/3/4; bzw. je nach Fahrzeuggeneration vierstufig).

Darüber hinaus ist in verschiedenen Situationen bei **Tram**, **Bus** und **Trolleybus** eine manuelle Anmeldung mittels DKT erforderlich.

16.2.2 Ersatzanmeldung (Notanmeldung)

Eine Ersatzanmeldung (*Notanmeldung*) wird als Rückfallebene dort vorgesehen, wo notwendig, z. B. mit DKT oder andere Anmeldemöglichkeit vor der Haltelinie, als Gelegenheit für nochmögliche Anmeldung bei nicht genutzter Freigabe.

16.2.3 Zweites Freigabefenster

Wenn bei ÖV-Spuren mit eigenem Signalgeber keine Notanmeldung vorhanden ist, wird nach Freigabeende, das nicht durch die entsprechende Abmeldung erfolgte, in der Regel automatisch eine neue Anmeldung erzeugt (zweites Freigabefenster).

16.2.4 ***Gratisfreigabe***

Dort, wo Tram im Mischverkehr fährt, (z. B. K001 Schwarztor-/Brunnmattstrasse stadteinwärts) kann oft keine Notanmeldung vorgesehen werden. In diesen Fällen kann zusammen mit der Freigabe des Fahrverkehrs eine Gratisfreigabe mit der Mindestfreigabezeit für das Tram erfolgen. Bei dieser Schaltweise darf aufgrund der in der Regel längeren Zwischenzeiten bei räumenden Trams keine wesentliche Einbusse beim Verkehrsablauf auftreten.

16.3 Funkmeldepunkte (MP)

16.3.1 ***Allgemeines***

Die ÖV-Fahrzeuge werden mit dem *Integriertes-Funk-Anforderungs-System* (IFAS) erfasst. Das IFAS ist Teil des *rechnergestützten Betriebsleitsystems* (RBL) von BEM, PostAuto (PA) und RBS.

Die R09.16-LSA-Anforderungstelegramme werden in der Stadt Bern auf einer Frequenz von 459,45 MHz gesendet.

16.3.2 ***Gesendete Informationen***

Linienkennung

Mit den Meldepunkten wird die Linienkennung mitübermittelt. Eine gesonderte Auswertung und die anschliessende Verarbeitung in VS-PLUS erfolgt in der Stadt Bern an einzelnen Knoten. Einem MP können mit Linienkennung verschiedene Funktionalitäten für verschiedene Linien innerhalb der Steuerung zugewiesen werden.

Der Verwendung einer Linienkennung (und insbesondere einer Routenkennung) muss auch im Hinblick auf evtl. geänderte Fahrwege bei z. B. Sonderanlässen oder Baustellen beurteilt werden. Derzeitiger Standard ist, dass für jede Linie eine eigene vollständige Meldepunktekette (Voranmelder, Hauptanmelder und Abmelder) vorgesehen wird.

Eine Liste der LSA mit berücksichtigter Linienkennung befindet sich im Anhang C.

Routenkennung

Mit der Linienkennung kann auch noch die Routenkennung übermittelt werden. Dies ist der Fall, wenn eine Tram- oder Buslinie verschiedene Routen (z. B. Kurzwender o. ä.) fahren kann. Eine Routenkennung wird bisher in der Stadt Bern nicht an LSA ausgewertet.

16.3.3 ***Zuweisung der Spuren zu den Funkmeldepunkten***

Die IFAS Nummer wird von der Siemens AG vergeben und verwaltet. Die Nummer setzt sich zusammen aus Knotennummer/Spurnummer/Nummerierung von 0-2 (Voranmelder, Hauptmelder und Abmelder). Maximaler möglicher Wert für die IFAS Nummer ist die 65535

Die Zuweisung/Berechnung der IFAS Nummer zu der benötigten Nummer für das STG erfolgt auf die folgende Art und Weise:

$$N = 4 * n + x$$

Tabelle 14: K 126, BERNMOBIL Linie 9 → Guisanplatz (stadteinwärts) Spur 22.

Benennung TU	Distanz zu HL	Versorgung IFAS	Verarbeitung im STG
		n / x	N
MP22.1	180 m	12622/0	50488
MP22.2	95 m	12622/1	50489
MP22.3	-10 m	12622/2	50490

16.3.4 Lage von Funkmeldepunkten

Bei dichter Folge von Knoten ist der Abmeldepunkt am vorangegangenen Knoten nahezu identisch mit Voranmeldepunkt bzw. Hauptanmeldepunkt für den Folgeknoten. Es wird empfohlen, einen Mindestabstand von 5 m einzuhalten. Derzeit (Stand 10/2012) kann das IFAS einen Anmelder des Folgeknotens nicht vor einen Abmelder platzieren, d. h. die MP müssen eine strenge Reihenfolge einhalten. Muss dies jedoch so sein, dann ist dieser Punkt mit dem IFAS-Verantwortlichen bei BEM abzusprechen.

Massgebend für die Festlegung der Lage der Meldepunkte sind die verkehrstechnisch notwendigen Annäherungszeiten des Fahrzeugs bis zur Haltelinie. Die Annäherungszeiten müssen mindestens so lang sein, dass alle verkehrstechnischen Massnahmen zur Priorisierung des ÖV rechtzeitig eingeleitet werden können und keine Wartezeiten (bei freien Umlaufzeiten in Fällen ohne Gegenbeeinflussung) entstehen.

Die Voranzeigezeit und die Annäherungszeiten ab Voranmelde- bzw. ab Hauptanmeldepunkt bis zur Haltelinie sind in den TU darzustellen. Die daraus ermittelten Meldepunktabstände sind ebenso darzustellen.

Nachfolgend wird die Bestimmung der Meldepunkteabstände vom erwarteten Eintreffenszeitpunkt (respektive der Haltelinie) zurück dargestellt. Die Ermittlung der Abstände kann sinngemäß auch auf andere Anmeldemittel übertragen werden.

Voranzeige/Vorfreigabe

Unter Berücksichtigung der Signalsichtzeit wird die Freigabezeit des ÖV-Fahrzeugs am Hauptsignal bereits im Bremswegabstand geschaltet, damit das Fahrzeug ohne Bremsverzögerung die Haltelinie passieren kann.

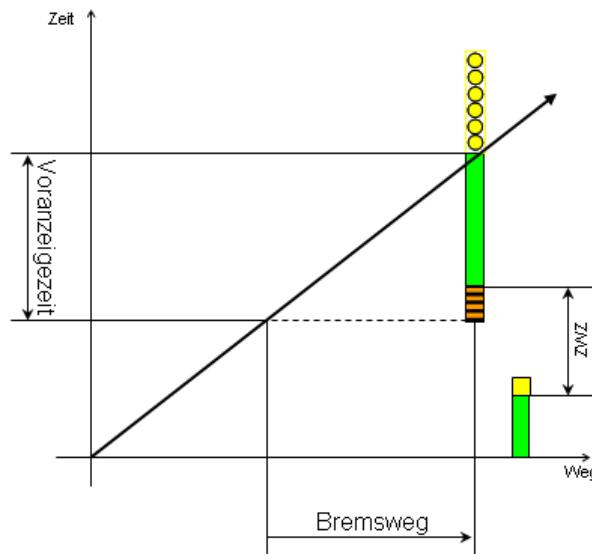


Abbildung 34: Voranzeigezeit bei Ankündigungssignal am Hauptsignal.

Für die Voranzeigezeit (Ankündigungssignalbeginn F1 von 2 s bzw. 5 s bis Eintreffzeitpunkt des ÖV-Fahrzeugs) bzw. Vorfreigabezeit (Freigabezeitbeginn bis Eintreffenszeitpunkt) können die Richtwerte in Tabelle 15 verwendet werden.

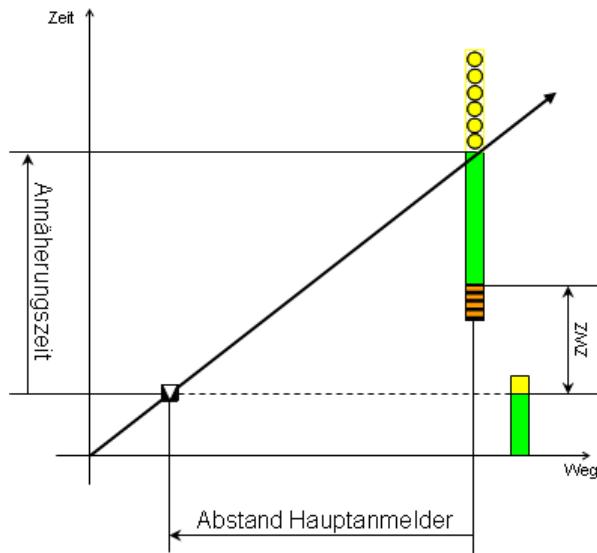
Tabelle 15: Notwendige Signalsichtzeiten.

v_{max} an der Haltelinie [km/h]	Voranzeigezeit [s]	Vorfreigabezeit [s]
aus der Haltestelle an HL	5	0
$v \leq 18$	5	3
$18 < v \leq 30$	6	4
$30 < v \leq 40$	7	5
$40 < v \leq 50$	8	6
$50 < v \leq 60$	9	7
$60 < v \leq 70$	10	8

Befindet sich regelmässig Rückstau vor der Haltelinie sind ggf. höhere Werte anzusetzen.

Hauptanmeldepunkt

Der Hauptanmeldepunkt wird entsprechend der längsten ZWZ aus einer feindlichen Phase vor der ÖV-Phase plus der Vorfreigabezeit (soll sein: Annäherungszeit) ermittelt. Die Annäherungszeit ab Hauptanmeldepunkt und den daraus ermittelten Abstand des Hauptanmelders von der Haltelinie ist in den TU darzustellen.

**Abbildung 35: Annäherungszeit und Abstand Hauptanmelder.**

Beispiel: Die gefahrene Geschwindigkeit an der Haltelinie sei 45 km/h.

$$\begin{array}{lcl}
 \text{ZWZ aus feindlicher Phase in eigene ÖV-Phase} & & 5 \text{ s} \\
 \text{Vorfreigabezeit im Bereich } 40 \text{ km/h} < v \leq 50 \text{ km/h} & \xrightarrow{\hspace{1cm}} & 6 \text{ s} \\
 \text{Annäherungszeit Hauptanmeldepunkt} & & 11 \text{ s}
 \end{array}$$

Der Hauptanmeldepunkt muss in diesem Beispiel 11 s von der Haltelinie bei einer angenommenen *schnellsten Fahrt* (siehe 31.2) liegen. Die Lage wird fahrdynamisch ermittelt.

Voranmeldepunkt

Für die Bestimmung der Lage von Voranmeldepunkten wird in der Regel der negativste Regelfall (grösste mögliche Sperrzeit) für den ÖV betrachtet. Phasen, die sehr selten geschaltet werden, wie z. B. Phasen mit langer Freigabe für SB auf Anmeldung, werden nicht betrachtet. In ungünstigen Konstellationen bei Anmeldung dieser *Sonderphasen* wird in diesen Ausnahmefällen eine geringe Verlustzeit für den ÖV in Kauf genommen.

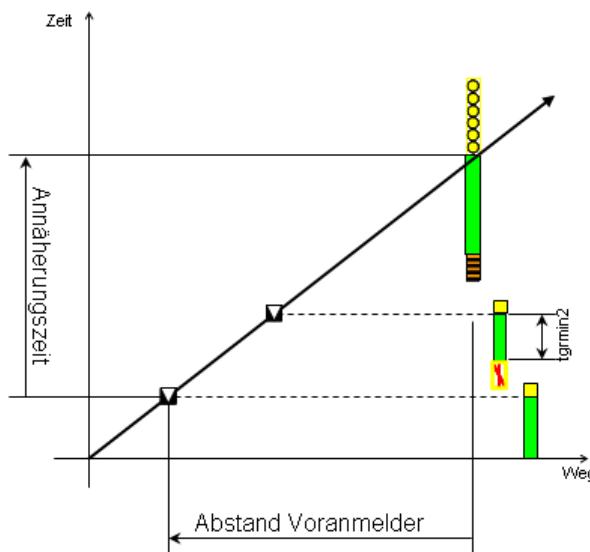


Abbildung 36: Annäherungszeit und Abstand Voranmelder.

Beispiel:

ZWZ aus eigener ÖV-Phase in feindliche Phase	7 s
Mindestfreigabezeit feindliche Phase	10 s
ZWZ aus feindlicher Phase in eigene ÖV-Phase	5 s
Summe grösste Sperrzeit	<hr/> 22 s

Zusätzlich zur Sperrzeit muss noch die Voranzeigezeit berücksichtigt werden:

grösste Sperrzeit	22 s
Vorfreigabezeit	6 s
Abstand Voranmeldepunkt	<hr/> 28 s

Der Voranmeldepunkt muss in diesem Beispiel 28 s von der Haltelinie bei einer angenommenen schnellsten Fahrt liegen. Die Lage wird fahrdynamisch ermittelt.

Meldepunkte vor und nach der Haltestelle

Es ist vor jeder Haltestelle standardmäßig ein Funkmeldepunkt vorzusehen. Dieser ist in der Regel 15 m vor dem Standort Bug in der Haltestelle zu senden.

Nach der Haltestelle wird ebenfalls standardmäßig ein Funkmeldepunkt vorgesehen. Dieser befindet sich 10 m nach dem Standort des Bugs bei einem Halt in der Haltestelle. Dieser entfällt, wenn sich die Haltestelle weniger als 20 m vor der Haltelinie der LSA befindet.

Mit dieser Anordnung kann auch die Haltestellenaufenthaltszeit mittels der Zeitstempel der Meldepunkte abgeschätzt werden.

Meldepunkte aus der Haltestelle

Ohne Vorrollen

BEM kann bei Türverriegelung einen Funkmeldepunkt zur Anmeldung für eine Freigabe an die LSA aussenden. Dieser Meldepunkt ist intern mit der Funktionalität 3 des IFAS verknüpft. Bei normaler Tür-auf/Tür-zu-Schaltung während des Haltestellenaufenthalts wird der Meldepunkt nicht ausgelöst. Erst bei einer aktiven Türverriegelung durch den Fahrer wird der Meldepunkt gesendet. Man spricht dann von einem anstehenden Türkriterium.

Wird nach der Türverriegelung die Tür erneut geöffnet, z. B. um einen Fahrgast noch einsteigen zu lassen, und wird dabei die zuvor per Verriegelung angeforderte Freigabe verpasst, dann wird nach einer erneuten Türverriegelung kein weiterer Meldepunkt mehr gesendet. Es ist aus genannten Gründen zwingend eine Notanmeldung einzurichten.

Diese Schaltweise bietet sich vor allem bei Endhaltestellen an. Betrieblich steht diese Anmeldemöglichkeit in Diskussion, da bei Nachzüglern die Phase verpasst wird und dann über die Notanmeldung eine erneute Freigabe angefordert werden muss. In ungünstigen Situationen kann bei Rahmenprogrammen die Zeit zwischen Türverriegelung und Freigabe lang sein.

Ein Versenden von MP bei Türverriegelung wurde bisher bei BEM (Tram und Bus) an folgenden LSA umgesetzt:

- K107 Bremgarten-/Neubrückstrasse Süd
- K172 Bottigenstrasse, Endstation Bümpliz

Die darüberhinausgehende Möglichkeit, manuell mit einer Taste im Fahrzeug (Tram und Bus) einen MP zu verschicken besteht derzeit nicht.

Mit Vorrollen

Die praktische Umsetzung mit dem Vorrollen funktioniert wie folgt:

1. Die Türen werden nach einem Halt geschlossen
2. Das Fahrzeug rollt an (+1 m)

Nach Punkt zwei wird das Telegramm versendet.

Eine Umsetzung kann nur nach Rücksprache mit BERNMOBIL erfolgen.

Abmeldepunkt

Abmeldepunkte³ liegen 10 m nach der Haltelinie. Wird für eine bestimmte Funktionalität (z. B. Freihalten des Knotens bei einer Haltestelle kurz nach dem Knoten) ein späterer Abmeldepunkt benötigt, dann muss ein weiterer Meldepunkt definiert werden.

16.3.5 Meldepunkteplan (MPP)

Jede TU enthält einen sogenannten *Meldepunkteplan* (MPP). Hierin werden die Annäherungsstrecken der ÖV-Linien über die LSA grafisch dargestellt.

Beispiel Meldepunkteplan:

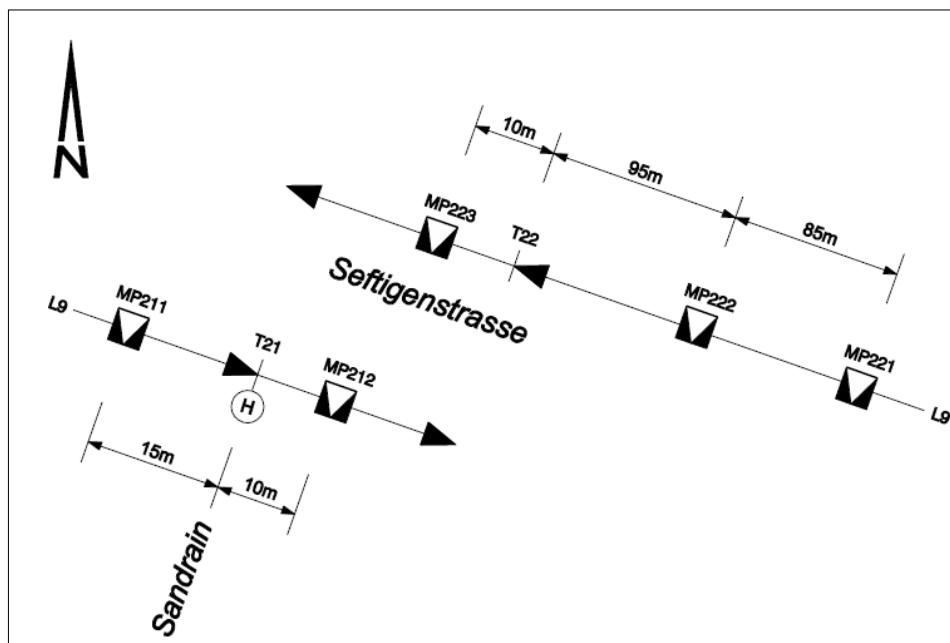


Abbildung 37: Meldepunkteplan.

³ Bei FA und NF ist diese Distanz zur Haltelinie möglichst klein (z. B. 3 m) zu halten.

Es sind im MPP mindestens folgende Informationen enthalten:

- Nordpfeil und Plan eingenordet
- Bezeichnung der befahrenen Straßen
- Haltestellennamen
- Linienbezeichnung
- Haltelinie mit zugehöriger Signalgruppe
- MP, NF und FA mit Bezeichnung
- Bemassung von HS, MP, NF, FA und HL. Es zählt jeweils der Bug des ÖV-Fahrzeugs.

Zusätzlich können im MPP noch folgende Informationen notwendig sein:

- Weiche spitz (Wsp) und Weiche stumpf (Wst), Gleiskreuzung (K)
- Radiusanfang (RA), Radiusende (RE) mit Radien [m]
- Bemassung 2 von HS, Wsp, Wst, K, RA, RE und HL. Es zählt jeweils der Bug des ÖV-Fahrzeugs.

16.3.6 Prozess zur Versorgung von Meldepunkten

Die in Abbildung 38 und Abbildung 39 dargestellten Teilprozesse stellen die Abläufe zur Versorgung der Meldepunkte in der LSA-Steuerung und im IFAS dar.

5 Realisierung

51 Ausführungsprojekt

Grundlagen: Abgestimmte VTB, Meldepunkteplan, Situationsplan

Ziel: Ausführungsreife für Meldepunkteversorgung erreicht

Teilprozess Meldepunkte (TP MP)

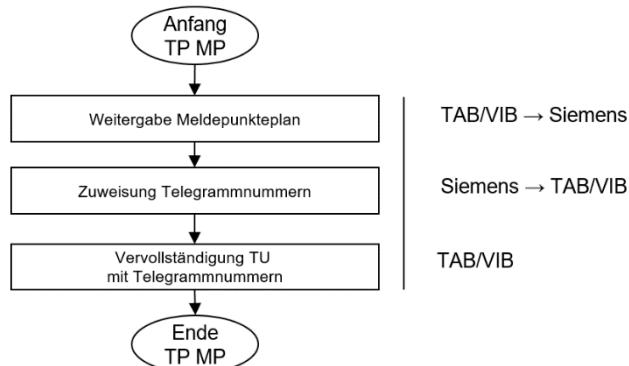


Abbildung 38: Prozess zur Erstellung der Ausführungsunterlagen.

5 Realisierung

52 Ausführung

Grundlagen: Abgestimmte TU

Ziel: Meldepunkte in Steuerung und IFAS versorgt

Teilprozess Meldepunkte (TP MP)

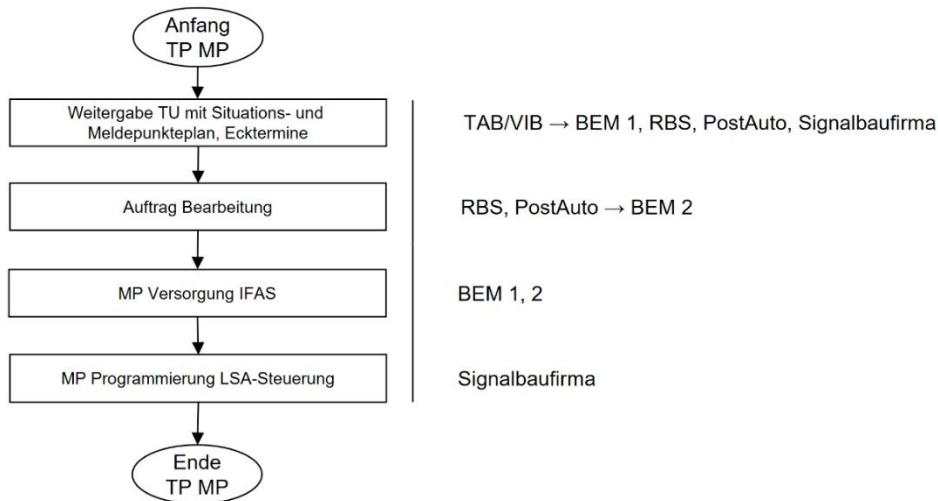


Abbildung 39: Prozess zur Versorgung von Meldepunkten.

16.4 Induktionsschleifen (D)

16.4.1 Allgemeines

Um Schienenfahrzeuge zu detektieren, wird die Schleife zwischen die Gleise verlegt.

16.4.2 Technische Ausführung

Siehe Kapitel 13.3.

Die Schleife wird in Form einer Acht verlegt, damit sich Störspannungen von Strömen in den Schienen im Schleifenkreis kompensieren. Der Schleifenschnitt ist in den Ortbeton des Tramtrogs einzubringen, um eine Lageveränderung zu verhindern. Wegen der grossen Bodenfreiheit der Trams ist oft nur eine Achsdetektion möglich.

Die genaue Lage ist in jedem Einzelfall vorab mit BEM abzusprechen. Für die Schleifenausbildung siehe Anhang C. Die Abstände der Schleife von den Schienen sind im Bereich von Weichen auf 20 cm zu erhöhen.

Induktionsschleifen für Busse werden in der Regel wie MIV-Schleifen ausgeführt.

16.5 NF-Schleifen (NF)

16.5.1 Allgemeines

Die Bus-Signalempfänger müssen von der SBF geliefert werden. Der Detektorauswerter (elektronische Schaltung) kann bei Kummler + Matter AG bezogen werden. Der Auswerter ist im Steuergerät einzubauen. Je nach Anwendung werden vom Detektorauswerter selektive Auswertungen nach Linie gemacht (z. B. Kanal 3 wird ausgewertet und an die Steuerung übermittelt, andere Kanäle werden nicht ausgewertet).

In der Regel werden NF nicht mehr für LSA-Neuplanungen eingesetzt, wenn die An- und Abmeldefunktionalität von MP gewährleistet werden kann.

Im Anhang C ist eine Liste der LSA mit NF-Schleifen abgelegt, sowie Vorgaben bezüglich Realisierung enthalten.

16.5.2 Kanalaufteilung

Die Kanalaufteilung für das NF-Schleifenanmeldesystem im Netz ist in Tabelle 16 dargestellt.

Tabelle 16: Kanalaufteilung für das NF-Schleifenanmeldesystem.

Unternehmen	Typ	Linie	Kanal	Bemerkung
BEM	Trolley	Linie 11	3	Bern HB – Neufeld
		Linie 12	1	Holligen – Zentrum Paul Klee
		Linie 20	2	Länggasse – Wankdorf
	Diesel/Gas	alle	1	
	Bus	alle	6	Dienstkanal
RBS	Bus	alle	5	
		alle	7	Dienstkanal
Postauto AG	Bus	alle	6	Dienstkanal
ND	PO	alle	4	
	FW	alle	4	
	SANO	alle	4	

16.5.3 Position Sender und Empfänger

Bei Bussen liegt die Sendeantenne ca. 50 cm von der rechten Aussenseite und ca. 150 cm vom Bug an der Unterseite des Fahrzeugs.

Bei Trolley-Bussen befindet sich ein zusätzlicher Sender für die FdA der Busweichen oben am Stromabnehmer.

NF-Schleifen zur Abmeldung liegen kurz (z. B. 3 m) hinter der Haltelinie oder kurz hinter der Halteposition des zum Bus zugeordneten Signalgebers.

Die Sendeantenne vom Bus muss für eine sichere An-/Abmeldung innerhalb der NF-Schleifenfläche überstreichen. Für die NF-Schleifenausbildung siehe Anhang C.

16.5.4 Manuelle Anmeldung und Dauersignal

Für Bus erfolgt nur in speziellen Situationen eine manuelle Anmeldung (siehe Bus-Dienstkanaltaster, 16.13.2), sonst erfolgt die Anmeldung an (noch verbliebenen) LSA mittels NF-Dauersignal (siehe Tabelle 16: Kanalaufteilung für das NF-Schleifenanmeldesystem.).

Ein Trolley-Bus sendet für FdA der Busweichen oben und unten für NF-Schleifen für LSA das-selbe voreingestellte Dauersignal. Eine manuelle Betätigung des DKT übersteuert beide Dauer-sender gleichermassen.

16.5.5 Technische Ausführung

Siehe Kapitel 13.3.

16.6 NF-Fahrdrahtantennen (FA)

16.6.1 Allgemeines

Die Niederfrequenz-FA werden von BEM geliefert, am Fahrdräht montiert und mit einem Kabel bis zum Klemmensteg im Fahrleitungsmast verbunden. Vom Klemmensteg ab führt die SBF ein Radox-Kabel bis zum Steuergerät.

Achtung: Fahrdrahtantennen dürfen nur via Trenntrafo im Steuergerät aufgeschaltet werden.

Die Lieferung der Trenntrafos erfolgt durch die SBF.

Die ungefähre Kabelgrenzlänge (Antenne bis STG) liegt bei 200 m und darf einen elektrischen Widerstand von 25Ω nicht überschreiten.

Der Detektorauswerter kann bei Kummler + Matter AG bezogen werden, die Lieferung erfolgt durch die SBF. Der Auswerter ist im Steuergerät einzubauen. Je nach Anwendung werden vom Detektorauswerter selektive Auswertungen nach Linie gemacht (z. B. Kanal 7 wird ausgewertet und an die Steuerung übermittelt, andere Kanäle werden nicht ausgewertet).

In der Regel werden FA nicht mehr für LSA-Neuplanungen eingesetzt, wenn die An- und Abmeldefunktionalität von MP gewährleistet werden kann.

Im Anhang C ist eine Liste der LSA mit FA abgelegt.

16.6.2 Kanalaufteilung

Kanalaufteilung für das FA-Anmeldesystem im Netz:

Tabelle 17: Kanalaufteilung für das FA-Anmeldesystem.

Unternehmen	Typ	Linie	Kanal	Bemerkung
BEM*	Tram	Linie 3	4	Weissenbühl – Bahnhof
		Linie 6	5	Fischermätteli – Worb
		Linie 7	3	Bümpliz – Ostring
		Linie 8	1	Brünnen Westside Bhf. – Saali
		Linie 9	2	Wabern – Wankdorf Bhf.
		alle	6	Dienstkanal links
		alle	7	Dienstkanal rechts

* inkl. Blaues Tram

16.6.3 Position Sender und Empfänger

Bei Trams erfolgt ein Senden bei berührungslosem Überstreichen der FA (und auch der Weichen-FdA) durch den am Pantografen (Einholtstromabnehmer) befestigten Sender. Der Abstand des Pantografen vom Bug ist abhängig vom Tramtyp. In folgender Tabelle werden zusätzlich weitere Trammasse dargestellt.

Tabelle 18: Masse Tram - Abstände Pantograf mit Sender, der 1. Achse und der Anfang 1. Türe vom jeweiligen Fahrzeugbug.

Tramtyp	Bild	Abstand [m] Fahrzeugbug zu		
		Pantograf mit Sender	1. Achse	Anfang 1. Türe
Vevey Be4/8		2,70 minimal	1,82 minimal	4,05 maximal
RBS Be4/10		3,75	2,90	1,75
Combino Be4/6		8,22	3,40	1,72 minimal
Combino Be6/8 VL		8,22	3,40	1,72 minimal
Combino Be6/8 XL		8,30 maximal	3,48 maximal	1,80

FA zur Abmeldung liegen möglichst kurz hinter der Haltelinie (z. B. 3 m) oder kurz hinter der Halteposition des dem Tram zugeordneten Signalgebers. Sie werden aus Montagegründen meist im Bereich der Fahrdrahtabspannung angebracht.

16.6.4 Manuelle Anmeldung und Dauersignal

Für Tram erfolgt nur in speziellen Situationen eine manuelle Anmeldung (DKT, siehe 16.13.3), sonst erfolgt die Anmeldung an (noch verbliebenen) LSA mittels Niederfrequenz-FA-Dauersignal (siehe 16.6.2).

16.7 Schlüsselkontakte (SK)

Schlüsselschalter (SK) werden als Rückfallebene angebracht, wenn sich eine alternative Anmeldemöglichkeit nicht realisieren lässt und der Fahrer gefahrlos sein Fahrzeug zur Betätigung verlassen kann.

Schlüsselschalter werden von der SBF geliefert. Der Schalter wird für die Fahrer nah und gut sichtbar angebracht und gekennzeichnet. Die Schliessung (mit Selbstrückstellung) wird mit einem Vierkant-Wagenschlüssel (Grösse 8 mm) ausgeführt. Der Schlüsselschalter führt die Freigabe an der LSA verzögert aus, damit für den Fahrer ausreichend Zeit vorhanden ist, sich wieder fahrbereit zu machen.



Abbildung 40: Schlüsselkontakt; Langmatz EK 224.

Ein Schlüsselschalterkasten wie an der LSA K090 Mingerstrasse/Tramdepot mit innenliegendem Knopf ist unpraktisch, da er zu viele Handgriffe vom Fahrer verlangt.

16.8 Tram-Weichensteuerung

16.8.1 Allgemeines

Die Weichensteuerung kann je nach Anforderung bestimmte Informationen an die LSA übermitteln. Diese können sein:

- Weichenlage blockiert (WB)
- Weichenstellung (WS)
- Gleiskreis belegt (GK)

Im Anhang C ist eine Liste der Weichen an LSA mit Weichen-Nummer abgelegt.

16.8.2 Schnittstellenanforderung

- potentialfreier Kontakt mit ca. 24 V mit max. 5 A belastbar
- Kabelverbindung von Weichensteuerung zur LSA durch SBF
- Anschluss des Kabels im Weichensteuerungskasten durch BEM
- Parametrierung der Weichensteuerung durch BEM

16.8.3 Weichensicherungsbereich

BEM verwendet Sicherungskomponenten u. a. von HANNING & KAHL [H & K, 2000]. Mit dem sog. HFP-Gleiskreis und dem HFK-Ortungskreis kann ein Tram vom Zeitpunkt des Einfahrens in den Weichensicherungsbereich bis zum Freifahren ohne Unterbrechung erfasst werden. Der Weichensicherungsbereich beginnt mit dem HFP-Gleiskreis in einer entsprechenden Entfernung von der Weiche und endet mit dem HFK-Ortungskreis.

Im Gleisbereich befinden sich zwei Kurzschlussverbinder, ein Geber-Überträger und ein Empfänger-Überträger in Gleisanschlusskästen (GAK), die mit der Elektronik (Geber- und Empfängerteile) im Weichensteuerungsschrank verkabelt sind. Die beiden Kurzschlussverbinder (KV) grenzen den Funktionsbereich des Gleiskreises ein. Innerhalb des Gleiskreises, d. h. zwischen den KV, sind elektrisch leitende Verbindungen von Schiene zu Schiene unzulässig.

Der Gleiskreis ist Teil des Weichensicherungsbereichs nach dem Weichenaufbau von BEM. Das Befahren des GK dient zur Sicherstellung der Blockierung der Weiche. Die Lage ist variabel und muss von BEM festgelegt werden.

Der Gleiskreis erkennt das Schienenfahrzeug passiv. Die Funktion beruht auf der Tatsache, dass ein Tram mit seinen Achsen im Gleisbereich einen Kurzschluss produziert. Das Gleiskreisystem meldet «Gleiskreis belegt» und ein entsprechender Schaltvorgang wird eingeleitet. Die Baugruppe signalisiert erst wieder «Gleiskreis frei», wenn die letzte Achse des Schienenfahrzeugs den letzten Gleiskreis-Überträger in Fahrtrichtung passiert hat. Der gesamte Weichensicherungsbereich wird dann als frei gemeldet, wenn das Fahrzeugheck den Ortungskreis verlassen hat.



Abbildung 41: Ortungskreis (HFK-Spule) vor dem Betonieren.

16.8.4 *Manuelle Weichenstellung*

Der Wagenführer kann die Weichen durch Betätigung des DKT umsteuern.

Dies ist in folgenden Fällen erforderlich:

- befahren einer Route, die nicht der gewählten Linie entspricht
- bei Ausfall des IBIS
- bei unversorgten Trams⁴

Der DKT muss beim Befahren der FdA betätigt werden.

Eine blockierte Weiche kann nicht mehr elektrisch verstellt werden. Ein Verstellen der Weiche muss dann mit einem Weichenstelleisen erfolgen. Nach erfolgtem Verstellen ist dann die neue Lage ebenfalls verriegelt und das Weichenkriterium WB liegt vor.

16.9 Weichenblock (WB)

16.9.1 *Allgemeines*

Von der Weichensteuerung kann an die LSA für WB weitergemeldet werden:

- Weiche frei links
- Weiche frei rechts
- Weiche blockiert links
- Weiche blockiert rechts

Für eine Weiche werden vom Weichensteuergerät diese Informationen mittels zwei Detektoren WB an das STG-LSA übermittelt.

Beispiel Wertebereiche der Detektoren Weiche:

⁴ reguläre Ein- und Ausstellfahrten sind versorgt
HB LSA BE V 2.1

Die Signalgruppe T29 zeigt nach rechts und T30 nach links. Die Fahrt führt über die Weiche W3002. Es sind zwei Detektoren vorzusehen:

- WB29.3002 und
- WB30.3002

Tabelle 19: Beispiel Wertebereiche der Detektoren Weiche.

Weichenzustand	Wert	
	WB29.3002	WB30.3002
Weiche frei	0	0
Weiche blockiert rechts	1	0
Weiche blockiert links	0	1

16.9.2 **Normalablauf**

Die FdA gibt den Stellaufrag für die entsprechende Weichenstellung. Mit dem Erreichen der entsprechenden Zungenendlage wird die Weiche verriegelt (Weichenblock, WB).

Bei blockierter Weiche spricht man in der Verkehrstechnik von einem *erfüllten Weichenkriterium*.

Mit dem Freifahren (Verlassen des Ortungskreises mit dem Fahrzeugheck) der Weiche wird die Weiche entriegelt.

16.9.3 **Rückfallebene in der Weichenansteuerung**

Sendet die FdA nicht wie vorgesehen vor dem Befahren den Stellaufrag an die Weiche, dann dient der Weichen-Gleiskreis (GK) als Teil des Weichensicherungsbereichs als Rückfallebene für das Verriegeln der Weiche.

Die Weichensteuerung meldet an die LSA die gleichen Informationen WB wie beim Normalablauf.

16.10 Weichenstellung (WS)

Die Weichenstellung (WS), d. h. Weiche «nur links» oder «nur rechts» (ohne Information «Weiche blockiert») ist derzeit in der Weichensteuerungsausprägung nicht vorhanden.

Weichen werden von BEM so geschaltet, dass diese nach dem Freifahren in der dann eingenommenen Lage (Grund: geringerer Verschleiss) belassen werden. Eine evtl. Weitergabe von WS an die LSA würde nur dann Sinn machen, wenn aus der Weichenlage eine hohe Wahrscheinlichkeit für die Fahrtrichtung des Folgetrams abgeleitet werden könnte.

16.11 Gleiskreise (GK)

Ein Gleiskreis (GK) «nur belegt» oder «nicht belegt» (d. h. ohne «Weiche blockiert») wird derzeit nicht an die LSA übermittelt.

Ein GK könnte auch auf freier Strecke zum Einsatz kommen. Ein Gleiskreis könnte dort eingesetzt werden, wo Trams gemeinsam mit MIV verkehren und daher ein Induktionsschleifendetektor nicht als Notanmeldung eingesetzt werden kann. Diese Möglichkeit steht von BEM zurzeit nicht zur Verfügung.

16.12 Bus-Weichensteuerung

Eine Bus-Weichensteuerung für Trolleybusse wird über FdA der Bus-Weichensteuerung gesteuert. Eine Schnittstelle zwischen der Bus-Weichensteuerung und der LSA ist nicht vorgesehen.

16.13 Dienstkanaltaster (DKT)

16.13.1 Allgemeines

In der Grundstellung werden die beim Trolleybus mittels Wahlschalter und die im IBIS bei den Bus- (siehe 16.5.2) bzw. Tramlinien (siehe 16.6.2) jeweils hinterlegten Kanäle dauer gesendet. Eine Betätigung des Dienstkanaltasters übersteuert die in der Grundstellung gesendetes Dauersignal.

16.13.2 Bus-Dienstkanaltaster

Ein Drücken des Bus-DKT für LSA ist zweistufig, unterdrückt während der Betätigung das Dauersignal und sendet auf Kanal 6. Der Fahrer kann sich bei Überfahrt der NF-Schleife (und auch FdA beim Trolleybus) gezielt manuell anmelden (und auch die Trolleybus-Weiche verstellen). DKT können bei Bussen als Fuss- oder Handtaster ausgeführt werden.

Tabelle 20: Bus-Dienstkanaltaster.

Unternehmen	Typ	Empfänger	Stellen	Grundstellung, Rückstellung	Dienstkanal frei/gedrückt
BEM	Trolley	FdA	zwei- stufig	frei, mit Selbstrückstellung	Wahlschalter/ Kanal 6
		NF			
	Diesel/ Gas	NF	zwei- stufig	frei, mit Selbstrückstellung	Grundzustand/ Kanal 6
RBS	Bus	NF	zwei- stufig	frei, mit Selbstrückstellung	Grundzustand/ Kanal 7
PA	Bus	NF	zwei- stufig	frei, mit Selbstrückstellung	Grundzustand/ Kanal 6

16.13.3 Tram-Dienstkanaltaster

Der drehbare Tram-DKT ist dreistufig mit Selbstrückstellung in die Grundstellung (Mitte).

Eine Drehung nach links (bzw. rechts) sendet ein Dauersignal auf Kanal 6 (bzw. Kanal 7).

An FA kann sich ein Tram gezielt anmelden, wenn der in Grundstellung gesendete Kanal nicht ausgewertet wird und nach Erfordernis zum richtigen Zeitpunkt der Kanal 6 (bzw. Kanal 7) manuell ausgelöst wird.

Der Tram-DKT wird auch zum manuellen Verstellen der Tram-Weichen eingesetzt.

Tabelle 21: Tram-Dienstkanaltaster.

Unternehmen	Typ	Empfänger	Stellen	Grundstellung, Rückstellung	Dienstkanal links/Mitte/rechts
BEM	Tram	FA FdA	drei- stufig	Mitte/frei, Selbstrückstellung	Kanal 6/IBIS/Kanal 7

16.14 Ausrichtung ÖV-Anmeldemittel auf Signale für Haltepunkt

Bei einer entsprechenden Kennzeichnung (z. B. Haltelinie, Haltebalken gemäss Tram-FDV 4.6.1, Blockmarkierung, Halteort-Tafel) wird angenommen, dass ein ÖV-Fahrzeug bei Halt in einem Abstand Linie/Tafel zu Bug von 1,0 m steht. Vor einer markierten (FG-Übergang) oder unmarkierten Querungsstelle ohne zusätzliche Linie/Tafel wird ebenfalls ein Abstand von 1,0 m angenommen.

Bei einem Blindenquadrat wird angenommen, dass ein ÖV-Fahrzeug mit der ersten Tür mittig zum Quadrat hält.

Die Anmeldemittellage kann auf diese Annahmen (unter Berücksichtigung einer gewissen Streuung) ausgerichtet werden. Unterschiede der einzelnen Fahrzeugtypen, wie diese z. B. in der (Tabelle 18) genannt werden, sind dabei zu berücksichtigen.

17 Kabelanlage/Anschlüsse

17.1 Allgemeines

Die Kabelanlage umfasst das Liefern und Einziehen von Verbindungskabeln zu den Anlageteilen in die bauseits erstellte Rohranlage.

Im LV sind die approximativen Kabellängen und die entsprechenden Aderzahlen angegeben (einheitliche Angaben für jeden Anbieter). Die offerierten Einheitspreise sind verbindlich, auch wenn die tatsächliche Kabellänge nach Ausmass von der im LV angegebenen deutlich abweicht. Sind in Ausnahmefällen aus technischen Gründen Spezialkabel notwendig, so hat der Anbieter den entsprechenden Kabeltyp mit Einheitspreisen anzugeben.

Die verwendeten Adern sind mit einem Überspannungsschutz zu versehen.

Im Steuergerät sind alle abgehenden Kabel auf Federkraft-Trennklemmen oder Trennstrips aufzuschalten. Schraubklemmen dürfen nur nach Absprache mit TSB eingesetzt werden.

Jede Klemme ist zu bezeichnen. Die Bezeichnung muss mit dem abgegebenen Schema übereinstimmen.

Bei Verwendung von Spleissmuffen und Anschlussdosen ist im Angebot der entsprechende Typ anzugeben.

Bei sämtlichen Durchführungen durch Stahlteile sind die Kabel mit Tüllen gegen Beschädigungen zu schützen. Zusätzlich ist eine sog. *Wasserschlaufe* vorzusehen, damit am Kabel herunterlaufendes Wasser am Tiefpunkt der Schlaufe kontrolliert abtropfen kann und sich nicht an dem Stahlteil abschlägt.

Die Adern sämtlicher elektrischer Anlagenteile eines Masts sind in einem Kabel ab Steuergerät zu führen. Die Ummantelung des Kabels ist grün.

Mit Ausnahme der oberirdisch im Mast verlegten Kabel sind alle armiert zu liefern.

Gemäss den Normalien von TSB werden bauseits im Bereich von Kabel bis zu den am weitesten entfernten Schleifen zwei Kabelschutzrohre PE mit Durchmesser 150/163 mm verlegt. Die Ortsverkabelung LSA (Schleifen- und Mastverkabelung) ist in ein und demselben Rohr einzuziehen. Das zweite Rohr ist ausschliesslich für die Bedürfnisse von *TSB VM/VT KKN* vorgesehen. Wo mehr als zwei Kabelschutzrohre verlegt sind, gibt TSB gerne Auskunft über die Zuteilung.

Nicht mehr benötigte Kabel werden zurückgebaut.

17.2 Mastkabel

Für die Verbindungskabel Steuergerät zu den Signalmasten sind Kabel vom Typ TT-CLT 1,5 mm², äussere Ummantelung grün, zu verwenden. Andere Kabeltypen dürfen nur verwendet werden, wenn diese im LV aufgeführt sind.

Die Masterschliessung der Normalmasten erfolgt mit mind. drei Kabelschutzrohren vom Typ KRGK M40. Diese wiederum werden in einem Schutzrohr PE 150 vom Schacht bis Mast geführt (vgl. Normalie 2.7.1). Die Masterschliessung von FL-Masten erfolgt mit vier Kabelschutzrohren vom Typ KRGK M40. Auch hier ist ein PE 150 Schutzrohr vorzusehen.

Die Verbindung Steuergerät zu den Anforderungsgeräten erfolgt direkt und nicht über das Mastkabel.

Anforderungsgeräte werden mit Kabel Typ G51 4 × 2 × 0,8 mm, einem Kabel pro Gerät und mit separaten FG-Klemmenblöcken auf die Rückwand angesteuert, wenn diese nicht mehr wie vorgesehen innerhalb der noch zu belassenen Mastkabel geführt werden können.

17.3 Schleifenkabel

Für die Verbindungskabel Steuergerät zu den Detektorschleifen sind Kabel vom Typ G51-CLT n × 2 × 0,8 mm zu verwenden, äussere Ummantelung grün.

17.4 Kommunikationskabel

Für Kommunikationskabel (Kommunikation zum VSR resp. Überwachung, Koordination, Übertragung von Verkehrsdaten etc.) sind Kabel vom Typ PE-ALT-FT n × 4 × 0,6 mm oder, wo nichts anders verfügbar, PE-ALT-CLT 5 respektive 3 × 4 × 0,6 mm zu verwenden, Flachbandarmierung, geschirmt, Längsstreifen grün, LEONI Studer AG oder gleichwertig.

Nicht mehr benötigte Signalwege werden auf dem ganzen Weg rückgebaut oder in der Datenbank als Reserve dokumentiert.

17.4.1 Trennleisten Kommunikationskabel

- Für Trennleisten für Kommunikationskabel (Unterverteiler) ist genügend Platz einzurechnen und für Arbeiten (Überführungen, Montagen, etc.) am Unterverteiler (UV) genügend Freiraum im Steuergeräteschrank vorzusehen.
- Die Trennleisten mit Montageschienen sind an der Rückwand des Steuergeräteschrankes anzubringen.
- Die Trennleisten müssen von vorne frei zugänglich und sichtbar sein.
- UV ist im selben Steuergeräteschrank wie das Steuergerät vorzusehen oder allenfalls nach Absprache mit dem Bauherrn in einem gesonderten Schrank.
- Interne Kabel dürfen nicht direkt auf dem UV aufgeschaltet werden, sondern sind getrennt aufzuschalten und anschliessend auf den UV zu überführen.
- Dokumentation gemäss Kapitel 4.

17.4.2 Aufschaltung der Kommunikationskabel am Unterverteiler

- Für das Aufschalten der Kommunikationskabel ist TSB ein Vorschlag der Kabelanordnungen zur Genehmigung vorzulegen.
- Kabel vom VSR an kommend sind nach Möglichkeit an erster Stelle aufzuschalten.
- Kabelmantelerde ist in der Regel VSR-seitig an Erde zu legen.
- Kabel, die vom VSR weg führen, sind lückenlos an das vorangehende Kabel anzuschliessen.
- Überführungen von Signalen und Steuerbefehlen von UV (ankommend) zu UV (abgehend) oder von LSA zu UV sind immer paarweise auszuführen.
- Angaben zu Überführungen von UV zu UV erfolgen in der Regel durch TSB.

17.4.3 Kabelbelegung

- Für das Beschalten der Kommunikationskabel für Koordinationszwecke ist TSB ein Vorschlag zur Genehmigung vorzulegen.
- Signale werden immer paarweise geführt.
- Signalwege für LSA sowie VDE zu den Zentraleneinrichtungen sind bei TSB vorzeitig zu beantragen.
- Jede LSA oder VDE ist über ein Adernpaar am VSR bzw. TrafficSystem (Zentraleinheit VDE) angeschlossen.

17.4.4 Kommunikation zwischen den LSA

Verbindung ist ebenfalls paarweise auszuführen (Anzahl benötigte Adernpaare sind mit TSB bei Projektbeginn abzusprechen). Wird mehr als ein Adernpaar benötigt, ist mit TSB abzusprechen, ob und wie die potentialfreien Kontakte zu multiplexen und per SHDSL mit festgelegten 192 kbit/s zu übermitteln sind. Andere DSL-Protokolle sind nicht zugelassen. Die Übertragung erfolgt anschliessend über maximal ein Doppeladernpaar. Die gewählte Lösung ist von TSB genehmigen zu lassen.

17.4.5 Kommunikation bei Ausrüstung mit WTA/WWW

Kommunikation zwischen VSR und Gebietsrechner

- SHDSL-Modem mit 192 kbit/s über ein Adernpaar
- TCP/IP respektive OCIT/OTS

Kommunikation zwischen Gebietsrechner und Querschnittskästen

Erfolgt die Kommunikation zwischen Gebietsrechner und den Querschnittskästen (QSK) über das KKN, sind folgende Vorgaben einzuhalten:

- Aufbau eines Kommunikationsrings mit SHDSL-Modems (Modulation) über max. zwei Adernpaare pro Gebiet
- Datenrate 192 kbit/s
- Anschluss der Geräte am SHDSL-Ring über TCP/IP-Protokoll
- Andere Modulationsarten sowie Protokolle sind nicht zugelassen.
- Parallele Signalübermittlungen mit potentialfreien Kontakten sind nicht zugelassen.

Kommunikation zwischen QSK und WTA/WWW

In der Regel ist die Kommunikation zwischen QSK und WTA/WWW direkt verkabelt (sternförmig vom QSK ausgehend) auszuführen. Erfolgt die Kommunikation ausnahmsweise über das KKN (ringförmig), sind dieselben Anforderungen wie zwischen Gebietsrechner und Querschnittskästen einzuhalten.

17.4.6 Spektrum-Management

Um die Signale möglichst störungsfrei transportieren zu können, ist ein Spektrum-Management notwendig. Es sind folgende Vorgaben einzuhalten:

- Längster Signalweg im Innersten des Kabels
- Viererverteilung für beide Signale > x km (Regelfall)
a,b-Draht: LSA für 512 kbit/s
c,d-Draht: VDE für 192 kbit/s
- Viererverteilung für beide Signale < x km (Ausnahmefall, nur in Absprache)
a,b-Draht: LSA für 512 kbit/s
c,d-Draht: VDE für 192 kbit/s oder LSA für 512 kbit/s bei Bedarf
- Inter-LSA-Kommunikation:
A) Potentialfreie Kontakte: Z. B. vier Adernpaare von hinten her aufschalten; benötigte Anzahl nur in Absprache mit TSB.
* Knotenkommunikation 4
* Knotenkommunikation 3
* Knotenkommunikation 2
* Knotenkommunikation 1
- B) Zusammengefasste potentialfreie Kontakte (multiplexen) mit anschliessender Übermittlung per SHDSL mit festgelegten 192 kbit/s.

Beispiel anhand des Projekts *Tram Bern West*:

KKN 0008-0140
PE-ALT-FT 30 x 4 x 0,6 mm

01 ab MDM 0901_0168
01 cd res01 9938_0168

02 ab MDM 0901_0167
02 cd res01 0012_0040

03 ab MDM 0901_0149
03 cd res02 0012_0040
04 ab MDM 0901_0165
04 cd VDE 9938_1015

..

..

30 ab KKN 9008-0140.02 Knotenkommunikation LSA A nach B 2
30 cd KKN 9008-0140.01 Knotenkommunikation LSA A nach B 1

17.4.7 Dokumentation Kommunikationskabel

Gemäss Kapitel 4.3.

18 Tiefbauarbeiten

18.1 Allgemeines

Sämtliche Bauarbeiten für die Leitungskanäle, Schächte und Fundamente werden gemäss WL-Plan bauseits erstellt. Die Ausführung erfolgt nach den aktuellen Normalien von TSB.

Allfällige notwendige Detailpläne und Statiknachweise für die Dimensionierung der Fundamente, Sockel, Nischen usw. sind von der SBF auf Verlangen abzugeben. Die genauen Standorte des Steuergerätes und der Signalmasten sowie die Lage der Schleifen werden von TSB vor Ort festgelegt.

Die SBF ist verpflichtet, vor Montagebeginn die ausgeführten Tiefbauarbeiten für die Erstellung der LSA auf ihre Richtigkeit und Zweckmässigkeit zu überprüfen und allfällige Mängel umgehend der Bauleitung zu melden.

18.2 Normalien der Stadt Bern

Im Internet www.bern-baut.ch sind die Vorlagen und Normalien zu finden, welche bei der Gestaltung, Projektierung und Realisierung von Bauvorhaben im öffentlichen Raum zu verwenden sind.

Unter der Rubrik «Normalien» und «2. Strassenbau» sind diverse Normalien für die Projektierung und Realisierung von LSA verbindlich abgelegt. Weitere Normalien für Mittelinseln, Markierung etc. können ebenfalls unter dem Link aufgerufen werden.

18.3 Von sonstigen Einbauten freizuhaltender Raum

Es dürfen generell keine Schächte im Bereich kurz vor der Haltelinie (bis 4 m vorher) an LSA ausgeführt werden, da dieser Bereich ganz für die Ausführung von Anmeldeschleifen benötigt wird.

Im Bereich von markierten FG-Übergängen dürfen keine Schächte, Werkleitungen oder sonstige Einbauten vorgenommen werden (vollständige Markierung). Dies gilt insbesondere für die Mitte der FG-Übergänge (Maststandort).

Sollen im Einzelfall Einbauten in o. g. Bereichen vorgenommen werden, dann ist jeweils eine Genehmigung von TSB VM/VT einzuholen.

18.4 Gemeinsamer Rohrblock mit stromführenden Leitungen

Der Abstand zu den ewb-Stromleitungen sowie weiteren stromführenden Leitungen (z. B. BERNMOBIL, BKW etc.) muss mindestens 30 cm betragen (elektromagnetische Verträglichkeit).

Falls Stromkabel mit Tramstrom in den ewb-Rohren verlegt werden, sind möglichst die Rohre im Rohrblock zu wählen, die am weitesten entfernt von den LSA-Rohren sind.

18.5 Planungsrichtlinien zu LSA-Werkleitungen der Stadt Bern

18.5.1 Werkleitungsplan

Siehe Kapitel 5.4.

18.5.2 Vernehmlassung Baukoordination

Eine ausführliche Stellungnahme von TSB VM/VT erfolgt im Bedarfsfall über die Vernehmlassung Baukoordination (BauKo).

18.5.3 Ansprechpartner WL LSA/KKN/VDE

- TSB VM/VT für Werkleitungen LSA-Ortsverrohrung (Yves Baumgartner, Chris Kollaschek und Max Leyck), für KKN sowie allfällige Belange VSR (Christoph Kuert) und für VDE (Max Leyck).
- Oben genannte Vertreter decken keine weiteren städtischen Gewerke ab.

18.5.4 Richtlinien

- Normalien 2.7 Lichtsignalanlagen (LSA/KKN/VDE) gemäss www.bern-baut.ch
- Bestehende WL LSA/KKN/VDE
 - Bei Grabarbeiten, insbesondere im Bereich eines zu erstellenden Tramtros, müssen die bestehenden Rohranlagen in der Höhenlage und Materialisierung (z. B. bei Steinrohren anstatt PE) rechtzeitig überprüft und bei Bedarf die Tieferlegung bzw. der Ersatz geplant werden.
 - Bei Unterbrechungen, Aufhebungen, Umlegungen von LSA/KKN/VDE-Rohren muss vorgängig der Inhalt erhoben und dessen Umlegung geplant werden.
 - LSA/KKN/VDE-Rohre können mit Fremdeitungen (z. B. Cablecom etc.) belegt sein → Inhalt erheben. Infos über vertragliche Situation über TSB PL/ZD (Daniel Michel, Tel. 031 321 77 45) einholen. Eigentümer Fremdwerke durch Projektverfasser in Absprache mit Daniel Michel kontaktieren. Mit Eigentümer Fremdwerke den Ersatz/Umlegung eigenständig planen und mit diesen ausführen.
 - Stand der Vollständigkeit im WL-Kataster (siehe Plangrundlagen unten)
 - Zu ewb-Stromleitungen und weiteren stromführenden Leitungen nach Möglichkeit Mindestabstand von 30 cm einhalten. Weiter gelten die ewb-Richtlinien.
- Planungen WL LSA/KKN/VDE gemäss LSA-Projekten → Stromzuführungen zu jeder LSA nicht vergessen (ewb-Anschlusssockel inkl. Zähler und Sicherungen neben Steuergeräteschrank).
- WL-Pläne des Ausführungsprojekts sind rechtzeitig vor Baubeginn vorzulegen und durch TSB VM/VT genehmigen. Die Genehmigung TSB VM/VT ist mit Datum auf dem WL-Plan im Plankopf zu vermerken.

18.5.5 Plangrundlagen

Eine Dokumentation des bestehenden (Gesamt-)Leitungskatasters kann bei GSB (Tel. 031 321 64 96, Mail. geoinformation@bern.ch) kostenpflichtig bezogen werden.

Eine Dokumentation der bestehenden WL LSA/KKN/VDE kann bei TSB Zentrale Dienste kostenlos bezogen werden.

Allfällig bekannte Lücken in der Dokumentation sind laufend in der Nachführung.

WL LSA/KKN/VDE werden auch an Drittwerke weitervermietet. Bei Änderungen an den Rohranlagen (Aufhebung, Umlegung etc.) müssen vorzeitig die Inhalte erhoben und mit den entsprechenden Leitungseigentümern Kontakt aufgenommen werden. Informationen über Inhalte und Verträge mit Drittwerken können ebenfalls bei TSB Zentrale Dienste bezogen werden.

18.5.6 **Geplante Anlagen**

Kommunikationskabelnetz LSA (KKN)

Rohranlagen

- Mindestens ein Kabelschutzrohr, allenfalls zwei Kabelschutzrohre KKN (PE 150 mm inklusive LSA Schächte 600/800 mm gemäss Normalien) muss auf der gesamten Projekt-länge geplant und realisiert werden.
- Zugang ab Längsachse zu jedem LSA-Steuergeräteschrank sowie jedem Schrank per-manenter VDE.
- Anschlusspunkte an bestehendes Rohrnetz nach Absprache.
- Bestehende Teilstücke zur evtl. Weiternutzung müssen überprüft werden.
- Fahrbahnquerungen inkl. Endschächten müssen in genügender Anzahl vorgesehen werden; periodische Querungen ca. alle 160 m.

Kommunikationskabel

- Die Verbindung zwischen LSA und VSR resp. zwischen VDE und zentralem TrafficSys-tem erfolgt über Kupferkabel PE-ALT-FT. Die Adernanzahl und der Durchmesser wer-den gemeinsam mit TSB Christoph Kuert bestimmt. Neuere resp. abweichende Tech-nologien dürfen nur nach Absprache eingesetzt werden. Die Kupferkabel werden in die Werkleitungsrohre eingezogen und bei den LSA aufgeschaltet und überführt.
- Anschlusspunkte an bestehendes KKN nach Absprache mit TSB.

Ortsverrohrung LSA

- Verrohrung im Knotenbereich abhängig vom LSA-Projekt.
- Mindestanforderungen im Knotenbereich bis zum am weitesten entfernten LSA Schacht der LSA (1 x PE 150 KKN + mind. 1 x PE 150 Ortsverrohrung).
- Konsequent mindestens Ring mit Doppelverrohrung im Knotenbereich. Abweichungen nur in Absprache mit TSB.

Verrohrungen VDE

- Die Verrohrung der VDE ist abhängig von der Projektierung.

18.6 Abnahme der Tiefbauarbeiten für LSA

Bei der Abnahme der Tiefbauarbeiten werden unter anderem folgende Punkte kontrolliert:

- Standort der Mastfundamente gemäss Projekt (korrekter Abstand Fahrbahnrand bzw. Standort Hinterkante Trottoir).
- Freie notwendige Einspanntiefe von 105 cm in den Mastfundamenten vorhanden.
- Anzahl und Durchmesser der Rohre.
- Anzahl und Durchmesser der KRGK M40-Mastzuleitungen.
- Keine Formstücke oder Flexrohre.
- Rohre sind bündig auf die Schachtwand zurückgeschnitten.
- Alle Rohreinführungen und Rahmen sind verputzt.
- Beschriftung der Schachtdeckel mit «LSA».
- Dämpfungseinlage bei Schachtdeckel vorhanden und nicht durch Bitumen verklebt.
- Schachtkränze müssen festsitzen.
- Alle Leitungen sind kalibriert und eingezogene Schnüre vorhanden.
- Korrekte Grösse Sickersumpf mit sauberem Sickergeröll und wasserfrei.
- Schächte gereinigt, inkl. Bauschutt und Ähnlichem.
- GUBE-Schachtdeckel gefettet.
- Werkleitungsrohre nicht bündig am Schachtboden.
- Keine ungenehmigten sonstigen Schächte im Bereich der Haltelinie eingebaut.

Weitere Voraussetzung für eine abschliessende Abnahme ist die vollständige vermessungs-technische Aufnahme der LSA-Tiefbauarbeiten und die erfolgreiche Übernahme in das Lei-tungskataster der Stadt Bern.

18.7 Sanierung

18.7.1 *Strassensanierung*

Bei *Sanierungsmassnahmen Mikrobelag* werden unter Umständen Schleifen zerstört. Es wird bei Rillen und Verwerfungen die Oberfläche bei dieser Massnahme bis zu 4 cm Tiefe abgefräst.

Bei Massnahmen AC wird die Decke abgetragen. Tiefe ca. 4 bis 10 cm oder mehr. Schleifen werden dann wahrscheinlich zerstört.

18.7.2 *Gleissanierung*

Bei Gleissanierungen müssen Tramschienenunterquerungen («Soischwänzli») für Induktions-schleifen und/oder NF-Schleifen wieder eingelegt werden. Diese sind durch den LSA-Ingenieur zu planen und durch die zuständige SBF einzubauen. Der Einbau muss in enger Absprache und Koordination mit dem Tiefbaubauleiter erfolgen.

Nach erfolgtem Einbau sind die Tramschienenunterquerungen durch GSB einzumessen. Das erfolgt in Bezug zur Gleisentwässerung, um spätere Referenzpunkte zu haben.

19 Markierung, Signalisation, Bewilligungen

19.1 Allgemeines

Ausführung gemäss der SSV und den Normalien der Stadt Bern.

Vermeidung von Unfällen durch fachgerechte Signalisation und Markierung gemäss den gültigen Normen und Gesetzen.

Notwendige schriftliche Bewilligungen für z. B. Signalisation, Markierungen, Wegweisungen, etc. werden von TSB VM/VT erarbeitet und ausgestellt.

Für die Leistungserbringung der Signalisation und Markierung gilt das Territorialprinzip. Grundsätzlich markiert/signalisiert die Stadt Bern nicht auf Kantonsstrassen und Strassen des Bundes und umgekehrt. Dies muss jedoch immer projektspezifisch bearbeitet werden.

19.2 Kostenverrechnung

Die Kosten für Signalisation und Markierungen werden nach dem Verursacherprinzip verrechnet:

- Bei Neuanlagen werden die Kosten dem Projekt-/Investitionskredit belastet (der Kostenverursacher ist das LSA-Projekt).
- Für Unterhaltsarbeiten werden die Kosten der laufenden Rechnung⁵ belastet.

19.3 Umsetzung Signalisation und Markierung

TSB erhält die Markierungs- und Signalisationspläne von dem zuständigen Ingenieurbüro. Nach Prüfung und Freigabe der Pläne durch TSB löst dieses die gesetzlich vorgegebenen administrativen Massnahmen aus.

Die Auslösung zur Umsetzung der Signalisation und der Markierungen erfolgt durch TSB VM/VT.

19.4 Verkehrsbehinderungen

Grosse Verkehrsbehinderungen werden von TSB VM/VT unter www.bern-baut.ch aufgeschaltet.

Für die Information im Zusammenhang mit Verkehrsbehinderungen bei Baustellen, z. B. für die Öffentlichkeit, die verschiedenen Blaulichtorganisationen, Werke etc. ist die KAPO zuständig. Die Dispositive der Anlässe werden von der KAPO erstellt, verwaltet und im Tool auf der Seite www.bern-baut.ch eingetragen. Pläne werden zur Einsicht an TSB VM/VT geschickt.

19.5 Publikationen

Bei jeglichen Änderungen ist mit TSB abzuklären, ob eine Baueingabe und Publikation notwendig ist.

⁵ Unterhalt Signalisation PTAB 610, Unterhalt Markierungen PTAB 611, Verbesserung LSA PTAB 630, Unterhalt LSA PTAB 631 oder Inspektion LSA PTAB 632

20 Verkehrsrechner

Verkehrsrechner der Stadt Bern

Mit dem neuen Verkehrsrechner (VSR) der Stadt Bern (SITRAFFIC Scala) wird der offene Standard OCIT vorgegeben. Neue LSA werden nach dem OCIT-O 2.0-Standard an den VSR angegeschlossen.

Bereitstellung Schnittstelle VSR:

Als Schnittstelle zwischen den Steuergeräten und dem VSR ist eine OCIT-Outstations V2.0-Schnittstelle vorzusehen. Für Umsetzungsdetails der Schnittstelle ist das Spezifikationsdokument *Anforderungen an die OCIT-O Schnittstelle der Steuergeräte* in der aktuellen Version zu beachten.

Die Kommunikation erfolgt gemäss OCIT-Outstations Profil 3 (Übertragungsprofil Ethernet mit DHCP). Dies erfolgt im Normalfall mittels SHDSL über das KKN oder in Einzelfällen UMTS.

TSB stellt den SBF ein vorgegebenes SHDSL-Modempaar bereit. Im Steuergerät kommt das FlexDSL Miniflex-Modem der Firma FlexDSL zum Einsatz. Das Modempaar ist für die Verbindung bereits parametrisiert und anschlussfertig vorbereitet.

21 LSA-Betriebsarten und Koordination

21.1 LSA-Betriebsarten

Einen Überblick über die verschiedenen LSA-Betriebsarten in der Stadt Bern gibt der Plan in Anhang A. Dabei werden die Betriebsarten unterschieden nach:

- Zeitweise im Blinkbetrieb
- In Dauerbetrieb 24h
- Mit Grundstellung Dunkel
- Mit Grundstellung Blinken

21.2 Koordination

Als koordinierte LSA-Steuerung (kurz Koordination, auch Grüne Welle) bezeichnet man die Abstimmung der Freigabezeiten mehrere hintereinanderliegenden LSA, sodass die durchgehenden Verkehrsströme den Strassenzug ohne Halt passieren können.

Eine grafische Darstellung der vorhandenen LSA-Koordinationen in der Stadt Bern ist in Anhang A abgebildet. In Tabelle 22 ist die entsprechende Koordination mit den dazugehörigen Knoten aufgeführt. Bei einer allfälligen Änderung der LSA-Steuerung dieser Knoten (beispielsweise durch Sanierungen oder Anpassungen) sind diese Koordinationen zwingend zu beachten und aufrechtzuerhalten.

Tabelle 22: Koordinierte LSA mit Bezeichnung der Koordination.

K.-Bez.	Bezeichnung der Koordination	Koordinierte LSA
GW01	GW Schwarztor- bis Laupenstrasse	K001, K002 , K003
GW02	GW Zieglerstrasse	K002 , K008
GW03	GW Bundesgasse	K012, K007
GW04	GW Laupen- bis Tiefenaustrasse	K013 , K014, K017 , K018, K021, K023 , K024, K025, (K029)
GW05	GW Schanzenstrasse	K017 , K114
GW06	GW Nordring bis Winkelriedstrasse	(K024), K029, K030, K031, K070, K071, K072, K073 [GW04 und GW06 sind zw. K024 und K029 verhängt.]
GW07	GW Murtenstrasse	K037 , K044, K038, K039, K040
GW08	GW Bühlstrasse	K037 , K045
GW09	GW Kirchenfeldstrasse	K034 (zurzeit mit fester Umlaufzeit), K050, K056, K051, K062
GW10	GW Schermenweg	K082, K084, K086 und weiter GW14 keine Koordination mit GW14 in der Zeit von 17.00 bis 18.00 Uhr
GW11	GW Papiermühlestrasse Nord	K092, K094, K086 , K091
GW12	GW Neubrückstrasse Nord	K107, K108
GW13	GW Weissensteinstrasse West	K153, K154
GW14	GW Winkelriedstrasse	K085, K075 und weiter GW10 keine Koordination mit GW10 in der Zeit von 17.00 bis 18.00 Uhr
GW15	GW K025 zu K023	K025 , K023
GW16	GW K024 zu K025	K024, K025
GW17	GW Rosengarten	K077, K078

kursiv, rot: Koordination auch in Querrichtung

22 Bezeichnung Signalgruppen, Verkehrsströme, Detektoren, Ein- und Ausgänge

22.1 Allgemeines

Bei Signalgruppen, Verkehrsströmen und Detektoren muss zwischen der sogenannten Kanal-Nummer und der Kurzbezeichnung unterschieden werden. Die Kanal-Nummer (OCIT-O TAG: «OCIT-Nr» bzw. OCIT-C VD TAG: «OCITOutstationNr») ist massgeblich für die gerätetechnische Versorgung. Die Kurzbezeichnung (OCIT-C VD TAG: «BezeichnungKurz») wird in der Planung und Programmierung der LSA verwendet und gibt genauere Hinweise auf die Art der Signalgruppen, Verkehrsströme und Detektoren.

```
- <SignalgruppeListe>
  - <Signalgruppe>
    <BezeichnungKurz>P01</BezeichnungKurz>
    <OCITOutstationNr>1</OCITOutstationNr>
    <OrganisationsNr>1</OrganisationsNr>
    <AbschaltTeilknoten>1</AbschaltTeilknoten>
    <Hauptrichtung>true</Hauptrichtung>
  - <ZulaessigeSignalbilder>
    - <Frei>
      <Standard>gruen</Standard>
```

Abbildung 42: Ausschnitt aus einem OCIT-C VD XML.

Es sind zwei Ebenen zu unterscheiden:

1. die gerätetechnische, also physikalische Ebene, d. h. Grundversorgung, herstellerspezifische Versorgung und
2. die verkehrstechnische, also logische Ebene, d. h. Versorgung der Verkehrsabhängigkeit.

Für die gerätetechnische Ebene wird Grossschrift verwendet.

Für die verkehrstechnische Ebene wird Kleinschrift verwendet.

22.2 Signalgruppen

22.2.1 Signalgruppen-Kurzbezeichnung

In Tabelle 23 sind die vorzusehenden Signalgruppen zu den jeweiligen Anzeigeelementen aufgeführt.

Tabelle 23: Signalgruppen-Kurzbezeichnung in der Signalgruppenliste.

Anzeigeelement	Signalgruppen-Kurzbezeichnung	Bemerkung
Fahrverkehr	P	
Velo	V	
Fussverkehr	F	Pro FG-Übergang eine separate Signalgruppe
taktile ZEB	BV	Über gesamte Querung eine Signalgruppe
akustische ZEB	BA	Über die gesamte Querung eine Signalgruppe (gemeinsam mit BV)
Bus	B	
Busquittung	BQ	Lampe 5
Tram	T	
Tramquittung	TQ	Lampe 5
Warnblinker	WH	Warnblinker an Hauptsignalgeber (Primärwarnblinker)
Warnblinker	WF	Warnblinker am Konfliktpunkt (FG-Übergang; Sekundärwarnblinker)
Warnblinker	BL	Blinker z. B. bei sonst ungeregelten FG-Übergängen zur Warnung der Zufussgehenden vor Tram
Notfalldienst	ND	Feuerwehr, Kantonspolizei, Sanitätspolizei
Quittungslampe Notfalldienst	QFW, QSA, QPO	Besondere Quittungslampen im Einzelfall nicht als Ausgang

Die Nummerierung der Signalgruppen erfolgt entsprechend den zugeordneten Kanälen aufgrund des Bezugs zur gerätetechnischen Ebene. Die Nummerierung ist immer zweistellig, ggf. mit einer vorangestellten «0».

Reserven werden i. d. R. nicht als Signalgruppe aufgeführt. Falls doch, dann werden diese am Ende angehängt.

22.2.2 Verkehrsstrombezeichnung

Tabelle 24: Verkehrsstrombezeichnung.

Verkehrsstrom	Verkehrsstrombezeichnung	Bemerkung
Fahrverkehr	p	
Velo	v	
Fussverkehr	f	
taktile ZEB	bv	
akustische ZEB	ba	
Bus	b	
Tram	t	
Notfalldienst	nd	Feuerwehr, Kantonspolizei, Sanitätspolizei
Stau	st	
Sonderverkehrsstrom	s	

Die Bezeichnung der Verkehrsströme in der Verkehrsstromdefinitionstabelle erfolgt analog der Bezeichnung der Anzeigeelemente, jedoch in Kleinschrift. Die Nummerierung erfolgt aufsteigend, immer zweistellig (ggf. mit einer vorangestellten «0».); sie orientiert sich an der Signalgruppenkurzbezeichnung.

Verkehrsströme, die keine «eigenen» Signalgruppen haben und auf «andere» Anzeigeelemente wirken, werden hintenangestellt. In VS-PLUS können maximal 64 Verkehrsströme definiert werden. Wird diese Grenze bei einer LSA nahezu erreicht, werden diese Verkehrsströme anstatt hinten angestellt in die «Lücken»⁶ der Warnblinker/Quittungen eingetragen.

Beispiel: Verkehrsstrom b11 wirkt auf P01, WF10 ohne Verkehrsstrom

Tabelle 25: Beispiel Verkehrsstrom ohne "eigene" Signalgruppe.

Kanal-Nr.	Signalgruppe	Bemerkung
1	P01	
2	F02	
3	T03	
...	...	
9	T09	
10	WF10	

Id-Nr.	Verkehrsstrom	Haupt	Bemerkung
1	p01	P01	
2	f02	F02	
3	t03	T03	
...	
9	t09	T09	
11	b11	P01	wirkt auf P01

22.2.3 *Signalgruppen-Langbezeichnung*

Zusätzlich zur Signalgruppen-Kurzbezeichnung wird eine Langbezeichnung definiert, die benötigt wird, wenn mehrere Verkehrsströme einem Anzeigeelement zugeordnet sind. Diese Information wird zukünftig z. B. beim *Mouseover* (Tooltip) am Anzeigeterminal des VSR (Visualisierung) erscheinen.

Die *Signalgruppen-Langbezeichnung* setzt sich aus der *Signalgruppen-Kurzbezeichnung* (gemäß 22.2.1) und den darauf wirkenden Verkehrsströmen (gemäß 22.2.2) getrennt mit einem Bindestrich zusammen.

Beispiel:

- P01-p01,b11 Signalgruppe P01; darauf wirken die Verkehrsströme p01 und b11
- F07-f07 Signalgruppe F07, darauf wirkt der Verkehrsstrom f07
- WF25 Signalgruppe WF25, kein Verkehrsstrom wirkt darauf. Die Langbezeichnung entspricht der Kurzbezeichnung in diesem Fall.

22.2.4 *Anzahl Signalgruppen für Fünf-Punktsignale*

Für jedes Fünf-Punktsignal werden drei Signalgruppen benötigt. Details sind im Kapitel 31.3.9 beschrieben.

⁶ Warnblinker und Quittungen sind in der Regel nicht als Verkehrsströme abgebildet. In den möglichen Ausnahmen sind die Regeln ebenfalls anzuwenden. [vif, 2006] In der Verkehrsstromdefinitionstabelle entsteht dadurch eine «Lücke».

22.2.5 Anzahl Signalgruppen für Blindenvibra und Blindenakustik

Optische und taktile FG-Signalgeber sind jeweils eine eigene Signalgruppe (FXX und BV XX). BA wird i. d. R. als gemeinsame Signalgruppe mit dem BV ausgeführt. Für weitere Informationen siehe Kapitel 15.2

22.2.6 Anzahl Signalgruppen bei indirekten Velolinksabbiegern

Pro indirektem Velolinksabbieger ist eine zusätzliche Signalgruppe vorzusehen, damit dieser unabhängig gesteuert werden kann. Näheres ist in Kapitel 29.3 beschrieben. Projektspezifisch muss zudem untersucht werden, ob etwaige Velosäcke ebenfalls mit einer eigenen Signalgruppe zu steuern sind.

22.3 Detektoren

22.3.1 Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste

Zu der Detektoren-Kurzbezeichnung siehe auch z. B. Kapitel 13.2, 14.4, 16.1.1 und 32.2.

Tabelle 26: Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste.

Anmeldeelement	Detektoren-Kurzbezeichnung	Bemerkung
Fahrverkehr	D	
Fahrverkehr	SD	Staudetektor Belegung/Belegungsgrad
Fahrverkehr	ST	Strategieschleife VM
Fahrverkehr	Z	Zählschleife LSA
Fahrverkehr	VDE	Zählschleife für VDE
Velo	D	
Velodrücker	VD	Taster für Veloanforderung
Fussverkehr	FD	Taster für FG-Anforderung
Zusatzdrücker	ZD	Taster für Seh- und Mobilitätsbehinderte
Bewegungsmelder	BM	Bewegungsmelder, z. B. für Fussverkehr
NF-Schleife ÖV	NF	
NF-Fahrdrahtantenne	FA	
Schlüsselkontakt	SK	
Weichenblock	WB	Weiche verriegelt
Weichenstellung	WS	Weichenlage
Gleiskreis	GK	
Notfalldienste an	N, FW, SA, PO	
Notfalldienste ab	NabFW/NabSA/ NabPO	NF-Schleife zur Abmeldung Notfalldienst (FW=Feuerwehr, SA= Sanitätspolizei, PO = Polizei)
Rotfahrerschleife	RL	
Meldepunkt	MP	

Die Nummerierung der Detektoren erfolgt nicht entsprechend den zugeordneten Kanälen. Die Nummerierung ist ein- oder zweistellig.

Beispiel Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste:

Tabelle 27: Beispiel Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste.

Ifd. Nr.	Detektoren-Kurzbezeichnung	Kanal-Nr.
1	D1.1	1
2	D1.2	2
3	FD3	3
4	FD4	4
5	ZD34	5
6

Reihenfolge Detektoren in der Detektorenliste

Die Reihenfolge in der Detektorenliste entspricht der Reihenfolge wie im Steuergerät verbaut (Kanal-Nummerierung).

Parallele Detektoren

1. D (IV), ZD (Reserve einfügen, nicht unten anhängen) reihum
2. FD, ZD, BM (Reserve einfügen, nicht unten anhängen), je (geteilten) FG-Übergang reihum
3. D (ÖV; Notanmeldeschleifen)
4. NF, FA, SK, WB, WS, GK
5. N, FW, SA, PO, NFab

Zählschleifen Z werden nur eingefügt, wenn diese in der VA-Steuerung (z. B. für eine Dosierung) verwendet werden.

Serielle Detektoren

6. MP

22.3.2 ***Detektoren-Kurzbezeichnung Ebene Programmierung***

Tabelle 28: Detektoren-Kurzbezeichnung Ebene Programmierung.

Anmeldeelement	Detektoren-Kurzbezeichnung	Bemerkung
Fahrverkehr	d	
Fahrverkehr	sd	Staudetektor Belegung/Belegungsgrad
Fahrverkehr	st	Strategieschleife VM
Fahrverkehr	z	Zählschleife
Velo	d	
Velo	vd	Velodrücker
Fussverkehr	fd	FG-Drücker
ZEB	zd	Zusatzdrücker für Seh- und Mobilitätsbehinderte
Bewegungsmelder	bm	
NF-Schleife ÖV	nf	
NF-Fahrdrahtantenne	fa	
Schlüsselkontakt	sk	
Weichenblock	wb	
Weichenstellung	ws	
Gleiskreis	gk	
Notfalldienste an	n, fw, sa, po	
Notfalldienste ab	nabfw/nabsa/nabpo	NF-Schleife zur Abmeldung Notfalldienst (fw=Feuerwehr, sa= Sanitätspolizei, po = Polizei)
Rotfahrerschleife	rl	
Meldepunkt	mp	

Die Bezeichnung auf Ebene Programmierung (Software) erfolgt analog der Bezeichnung der Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste, jedoch in Kleinschrift. Der Trennungspunkt wird in «Spezial C» als Dezimalstelle interpretiert und muss daher als «_» (Unterstrich) geschrieben werden.

In der Hardware nur einfach vorhandene Schleifen bzw. Detektoren können in der Programmierung «gedoppelt» werden. Die gedoppelten Detektoren werden auf Ebene Programmierung ab der Identifikationsnummer (ID-Nr.; nicht Kanal!) 100 fortlaufend in der Reihenfolge und mit gleicher Nummerierung (z. B. 1_2 also 1_2) der «Grundschleifen» abgelegt.

Beispiel Detektoren-Kurzbezeichnung auf Ebene Hardware und Software:

Der im Steuergerät auf Kanal-Nr. 2 aufgelegte Detektor D1.2 (Ebene Hardware) wird in der Programmierung (Ebene Software) gedoppelt und mit den ID-Nummern 2 und 100 angesteuert.

Tabelle 29: Beispiel Detektoren-Kurzbezeichnung auf Ebene Hardware und Software.

Ebene Hardware		Ebene Software	
Kanal-Nr.	Detektoren-Kurzbezeichnung	ID-Nr.	Detektoren-Kurzbezeichnung
1	D1.1	1	d1_1
2	D1.2	2	d1_2
3	FD3	3	fd3
4	FD4	4	fd4
5	ZD34	5	zd34
...
2	D1.2	100	sd1_2

22.3.3 *Detektoren-Langbezeichnung*

Zusätzlich zur Detektoren-Kurzbezeichnung wird eine Langbezeichnung definiert, die verwendet wird, wenn die Kanal-Nr. der Detektoren benötigt wird. Diese Information wird zukünftig z. B. beim Tooltip am Anzeigeterminal des VSR (Visualisierung) erscheinen.

Die *Detektoren-Langbezeichnung* setzt sich aus der Kanal-Nr. mit dreistelliger Nennung und der zugehörigen *Detektoren-Kurzbezeichnung* (gemäss 22.3.1) getrennt mit einem Bindestrich zusammen.

Gedoppelte Detektoren können nicht in der Langbezeichnung angezeigt werden.

Beispiel Detektoren Langbezeichnung:

- 002-D1.2 2. Detektor der Signalgruppe 1 aufgelegt auf Kanal-Nr. 2
Eine Unterscheidung zwischen d1_2 und sd1_2 ist bei der Langbezeichnung nicht möglich.
- 004-D2.3 3. Detektor der Signalgruppe 2 aufgelegt auf Kanal-Nr. 4
- 006-FD3 FG-Drücker der Signalgruppe 3 aufgelegt auf Kanal-Nr. 6
- 007-ZD34 Zusatzdrücker zur Anmeldung der Signalgruppen 3 und 4 aufgelegt auf Signalgruppen
- 015-SD2.1 1. Staudetektor der Signalgruppe 2
- 021-NF29.1 1. Niederfrequenzdetektor der ÖV-Signalgruppe 29
- Signalgruppen Kanal-Nr. 7

22.4 Ein- und Ausgänge

22.4.1 *Bezeichnung der Eingänge*

Tabelle 30: Bezeichnung der Eingänge.

Signal	Bezeichnung Eingang	Bemerkung
Koordinationssignal	Koor	Grünbeginn bis Gründende einer Signalgruppe eines Nachbarknotens
Signalstellungen	Sign	Signalstellung/Zustandsmeldung einer dynamischen Anzeige/Signal

22.4.2 *Bezeichnung der Ausgänge*

Tabelle 31: Bezeichnung der Ausgänge.

Signal	Bezeichnung Ausgang	Bemerkung
Koordinationssignal	Koor	Grünbeginn einer koordinierten Signalgruppe
FG-Quittierung	FQ	

Eine FG-Quittierung wird über einen Steuergeräteausgang geschaltet und ist keine Signalgruppe.

Die Nummerierung der Ausgänge erfolgt entsprechend den zugeordneten Signalgruppen für die die Anmeldequittung angezeigt wird. Die Nummerierung ist zweistellig, ggf. mit einer vorangestellten «0».

Beispiel:

- FQ01 Ansteuerung der FG-Quittierung von F01
- FQ0102 Ansteuerung der FG-Quittierung von F01/F02 auf Schutzzinsel

22.5 Versorgung

Bei den Bezeichnungen in den herstellerspezifischen Tools wie z. B. die Spalte «Name» in Control der Firma Siemens etc. sind dieselben Texte wie beim Tooltip einzutragen. Damit gewährleistet man die Übereinstimmung in den Geräteunterlagen in der jeweiligen Lichtsignalanlage und den Ansichten im VSR.

Bei einer OCIT-C VD-konformen Versorgung kann die notwendige Angabe somit aus der XML-Datei unter folgenden Tags gefunden werden:

- Signalgruppe: SignalgruppeListe\Signalgruppe\BezeichnungKurz
- Digitale Ausgänge: DigitalerAusgangListe\Ausgang\BezeichnungKurz
- Detektoren: EingangListe\Eingang\BezeichnungKurz

23 Signalprogramme, Schaltfolgen

23.1 Signalprogrammzuordnung

Tabelle 32: Signalprogrammzuordnung.

Signalprogrammkurzbezeichnung	Signalprogrammbezeichnung	Bemerkung
SP1	Morgenspitzenprogramm	VA
SP2	Abendspitzenprogramm	VA
SP3	Nachtprogramm	VA
SP4	Tagesprogramm	VA
SP5	Flaute	VA
SP6	Reserve	Reserve
SP7	Reserve	Reserve
SP8	Reserve	Reserve

23.2 Festzeitzersatzprogramme (FZEP)

23.2.1 Allgemeines

Allen verkehrsabhängigen Signalprogrammen sollte i. d. R. ein FZEP hinterlegt werden, welches über die örtliche Steuerung oder über den VSR ausgewählt werden kann. Diese Programme liegen auf dem gleichen Programmplatz wie deren zugeordnete verkehrsabhängige Signalprogramme.

23.2.2 Erstellung mit Verkehrsingenieur-Arbeitsplatz

Die FZEP sind in den TU anzulegen. Hierfür ist eine Verwendung eines Programms *Verkehrsingenieur-Arbeitsplatz* (VIAP) zwingend erforderlich. Eine Darstellung mittels Standardbürosoftware wie z. B. Excel ist in der Stadt Bern nicht mehr erlaubt, da diese Art der Bearbeitung fehleranfällig ist und nachträgliche Änderungen mit hohem Aufwand verbunden sind.

Verwendung eines Programms *Verkehrsingenieur-Arbeitsplatz* ist zwingend erforderlich.

23.2.3 Konstruktion Festzeitzersatzprogramm

- FZEP werden vom LSA-Ingenieur TSB zur Prüfung vorgelegt.
- ÖV-Sonderphasen werden mit minimaler Freigabezeit in FZEP abgelegt.
- Die Freigabezeiten im FZEP entsprechen dem Ablauf bei Vollauslastung am Knoten.
- ZEB (BV/BA) werden i. d. R. auch im FZEP berücksichtigt. Sollte dies aufgrund von kurzen Umläufen oder in Koordinationen nicht möglich sein, muss projektspezifisch eine Lösung gefunden werden.
- Maximale Freigabezeiten sind bei vollverkehrsabhängigen Programmen aus dem zugehörigen FZEP abzuleiten.

23.3 Verfahren zur Programmumschaltung

23.3.1 Einschalten

Die Einschaltung erfolgt erst, wenn die Synchronisation hergestellt ist. Die Einschaltsequenz ist so zu gestalten, dass die Übergabe in den Farbbetrieb zum Zeitpunkt ESP (Einschaltpunkt) erfolgt.

23.3.2 Ausschalten

Das betriebliche Ausschalten erfolgt im ASP (Ausschaltpunkt).

23.3.3 Umschalten

Bezüglich der Programmumschaltung müssen die beiden Verfahren zu Verfügung stehen:

- Sofortumschaltung
- Umschaltung im USP (Umschaltpunkt).

23.4 Zentrale Schaltuhr und Schaltzeiten der Signalprogramme

23.4.1 Zentrale Schaltuhr

Stellenwert

Eine zentrale Schaltuhr mit JAUT und WAUT steuert die Betriebsarten und die Programmwahl der LSA im Zentralenbetrieb. Die Zeitbasis und die Uhrzeit werden über den VSR gesteuert.

Läuft die Anlage im Ortsbetrieb, ist die zentrale Schaltuhr unwirksam, und die Betriebsarten werden von der lokalen Schaltuhr (siehe 8.9) gesteuert.

Teilknotenschaltung der zentralen Schaltuhr

Wenn die Steuerung in Teilknoten unterteilt ist, müssen das AUS-Blinken und die Dunkelschaltung für jeden Teilknoten separat programmiert werden können.

23.4.2 Betriebszeiten Feiertage in der Jahresautomatik

Eine JAUT erlaubt es, Sondertage über das ganze Jahr zu programmieren. Die Sondertage müssen für 25 Jahre programmiert werden können.

Als Feiertage gelten:

1. und 2. Januar, Karfreitag, Ostermontag, Auffahrt, Pfingstmontag, 1. August, 25. und 26. Dezember

Feiertage werden wie Sonntage geschaltet.

Weitere Feier- oder Sondertage nach Angabe. Innerhalb eines Sondertages müssen alle Betriebszustände frei schaltbar sein.

23.4.3 **Regelschaltzeiten der Wochenautomatik**

Tabelle 33: Regelschaltzeiten der Signalprogramme.

Tagesplan	Schaltzeitpunkte	Schalteigenschaft
Montag	06:00:00	SP1
	09:00:00	SP4
	16:00:00	SP2
	19:00:00	SP4
	22:00:00	SP3
Donnerstag	06:00:00	SP1
	09:00:00	SP4
	16:00:00	SP2
	20:00:00	SP4
	22:00:00	SP3
Samstag	06:00:00	SP4
	15:00:00	SP2
	18:00:00	SP4
	22:00:00	SP3
Sonntag	06:00:00	SP4
	22:00:00	SP3

23.4.4 **Schaltzeiten der Wochenautomatik mit Nachtabschaltung**

Tabelle 34: Regelschaltzeiten der Signalprogramme mit Nachtabschaltung.

Tagesplan	Schaltzeitpunkte	Schalteigenschaft
Montag	00:30:00	AUS-Blinken
	05:30:00	SP3
	06:00:00	SP1
	09:00:00	SP4
	16:00:00	SP2
	19:00:00	SP4
	22:00:00	SP3
Donnerstag	00:30:00	AUS-Blinken
	05:30:00	SP3
	06:00:00	SP1
	09:00:00	SP4
	16:00:00	SP2
	20:00:00	SP4
	22:00:00	SP3
Samstag	00:30:00	AUS-Blinken
	05:30:00	SP4
	15:00:00	SP2
	18:00:00	SP4
	22:00:00	SP3
Sonntag	00:30:00	AUS-Blinken
	05:30:00	SP4
	22:00:00	SP3

23.5 Signalfolge

Die Signalfolgen sind gemäss der SSV und der VSS-71510 «Höhengleiche Kreuzung Schiene – Strasse; Signalisation und Betrieb» vorzusehen.

23.5.1 Schaltfolge Fahrzeugsignalgruppen

- Dreifeldiger Signalgeber:
ROT \Rightarrow ROT/GELB \Rightarrow GRÜN \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT
- Zweifeldiger Signalgeber (ROT und GELB):
DUNKEL \Rightarrow GELB BLINKEN \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT \Rightarrow GELB BLINKEN \Rightarrow DUNKEL

23.5.2 Schaltfolge Velosignalgruppen

- Dreifeldiger Signalgeber:
ROT \Rightarrow GRÜN \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT oder
ROT \Rightarrow ROT/GELB \Rightarrow GRÜN \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT
- Zweifeldiger Signalgeber (ROT und GELB):
DUNKEL \Rightarrow GELB BLINKEN \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT \Rightarrow GELB BLINKEN \Rightarrow DUNKEL

23.5.3 Schaltfolge FG-Signalgruppen

- Dreifeldiger Signalgeber:
ROT \Rightarrow GRÜN \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT
- Zweifeldiger Signalgeber (ROT und GELB):
DUNKEL \Rightarrow GELB \Rightarrow ROT \Rightarrow DUNKEL

23.5.4 Schaltfolge ÖV-Signalgruppen

Gemäss Signalreglementen, siehe hierzu auch Kapitel 31.3.

Tabelle 35: Signalfolgen und Übergangszeiten.

Typ		Zustand 1	Übergang, Übergangszeiten		Zustand 2
MIV	LSA in Dauerbetrieb				
	von Gesperrt in Freigabe	ROT	ROT/GELB 2 s		GRÜN
	von Freigabe in Gesperrt	GRÜN	GELB 3 s / 4 s bei $\geq 60 \text{ km/h}$		ROT
	Dunkelanlagen				
	von DUNKEL in Gesperrt	DUNKEL	GELB BLINKEN 3 s	GELB 3 s	ROT
	von DUNKEL in Freigabe	DUNKEL	-		GRÜN
	von Gesperrt in DUNKEL	ROT	GELB BLINKEN 3 s		DUNKEL
Velo	separat, in Freigabe	ROT	-		GRÜN
	separat, in Gesperrt	GRÜN	GELB 2 s		ROT
	parallel zu MIV-Spur, in Freigabe	ROT	ROT/GELB 2 s		GRÜN
	parallel zu MIV-Spur, in Gesperrt	GRÜN	GELB 3 s		ROT
FG	von Gesperrt in Freigabe	ROT	-		GRÜN
	von Freigabe in Gesperrt	GRÜN	GELB		ROT
ÖV	gemäss Signalreglementen, siehe hierzu Kapitel 31.3.				

23.6 Beginn und Ende Warnblinker

Die Ansteuerung der Warnblinker (Beginn und Ende) ist in jedem Fall projektspezifisch zu prüfen und durch den PL LSA freigeben zu lassen.

23.6.1 **Primär-Warnblinker**

Primär-WH blinken in ROT/GELB, GRÜN und GELB am Hauptsignalgeber des gewarnten Fahrzeugstroms.

23.6.2 **Sekundär-Warnblinker**

Sekundär-WF am FG-Übergang (am Konfliktpunkt) blinken mit Beginn ROT/GELB des bedingt verträglichen Fahrverkehrs.

Nach Ende FG-Freigabe blinkt WF weiter während der Zeit, bis Räumzeit des dazugehörigen FG-Übergangs bzw. Teilübergangs abgelaufen ist.

23.7 Blinkende Signalgeber im Blinkbetrieb

Folgende Signalgeber sollen im Blinkbetrieb (gewollter Blinkbetrieb und Blinkbetrieb bei Störung) blinken:

MIV-Signalgeber: Ein Signalgeber pro Fahrtrichtung, sofern vorhanden blinkt ein Überkopfsignalgeber, sonst der Hauptsignalgeber am rechten Fahrbahnrand. Kann von einem Fahrstreifen in mehrere Richtungen (Rechts, Gerade, Links etc.) gefahren werden, dann blinkt für diesen Fahrstreifen ein Signalgeber. Kann auf mehreren Fahrstreifen in die gleiche Richtung gefahren werden, dann blinkt für diese Fahrstreifen ein Signalgeber.

Velosignalgeber: Blinken, nur, wenn kein MIV- oder FG-Signalgeber in der gleichen Zufahrt blinkt.

FG-Signalgeber: Alle

ÖV-Signalgeber: Lampe 2, nur, wenn kein MIV-Signalgeber in der gleichen Zufahrt blinkt.

Auch Dunkelanlagen sollen im Blinkbetrieb (gewollter Blinkbetrieb und Blinkbetrieb bei Störung) blinken. Dabei blinkt pro Zufahrt ein Signalgeber gem. oben beschriebenen Anforderungen. Bei 2-Kammersignalgebern blinkt die untere Kammer.

24 Übergangs-, Mindest- und Zwischenzeiten

24.1 Allgemeines

24.1.1 Übergangs- und Mindestzeiten

Die Übergangs- und Mindestzeiten werden definiert und gerechnet gemäss der VSS-40837 «Übergangszeiten und Mindestzeiten».

In den TU muss auf der gleichen Seite mit den Signalgruppendefinitionen (Signalgruppentabelle) inkl. Übergangs- und Mindestzeiten der Ingenieur mit seinem vollen Namen und dem Bearbeitungsdatum vermerkt sein. Alle Übergangs- und Mindestzeiten sind von einer zweiten unabhängigen Person im VIB zu prüfen.

24.1.2 Zwischenzeiten

Die Zwischenzeiten werden definiert und gerechnet gemäss der VSS-40838 «Zwischenzeiten».

Die Zwischenzeiten müssen von einem VIB ermittelt werden. Die Zwischenzeitmatrix und die Berechnungsgrundlagen (Räum- und Einfahrwege, Räum- und Einfahrgeschwindigkeiten, Räum- und Einfahrintervalle usw.) müssen mit vollem Namen des verantwortlichen betrauten Verkehrsingenieurs, dem Bearbeitungsdatum und dem Stand/Datum des zugrunde gelegten LSA-Plans als separates Dokument mit den TU übergeben werden. Eine Kontrolle der Zwischenzeiten hat durch eine zweite unabhängige Person im VIB zu erfolgen.

24.1.3 Kontrolle durch zweite fachliche Person

Die Übergangszeiten, Mindestfreigabezeiten, Verriegelung und die Berechnung der Zwischenzeiten sind bei der Projektierung der LSA durch eine zweite, fachliche Person vollständig zu kontrollieren und schriftlich zu bestätigen. Diese zweite Prüfung erfolgt durch eine unabhängige Person im VIB.

Die Freigabe der Übergangszeiten, Mindestfreigabezeiten, Verriegelung und der Berechnung der Zwischenzeiten erfolgt in jedem Fall schriftlich durch den zuständigen PL LSA TSB.

24.2 Übergangszeiten

24.2.1 Gelbzeiten Fussverkehr

Zeit für den Weg für 2/3 des FG-Übergangs bzw. Teilübergangs mit 1,20 m/s. Die berechnete Zeit wird auf volle Sekunden gerundet. Bei FG-Übergängen ohne Mittelinsel muss die Mindestfreigabezeit plus die Gelbzeit für eine Querung mit 1,20 m/s von Bord zu Bord ausreichen. Ggf. muss dann die Mindestfreigabezeit erhöht werden.

Rundungsschwellwert 0,5

Beispiel:

Berechnet: 5,49 s; Gelbzeit gewählt: 5 s (ohne Gerät auf Schutzinsel 6 s)
Berechnet: 5,50 s; Gelbzeit gewählt: 6 s (ohne Gerät auf Schutzinsel 7 s)

Ist auf einer Schutzinsel kein Anforderungsgerät montiert und wird der FG-Übergang nur auf Anmeldung frei gegeben, dann wird die Gelbzeit für den Weg 2/3 Bord-Bord abgelegt und zusätzlich 1 s Sicherheitsaufschlag hinzugerechnet.

24.2.2 Weitere Verkehrsarten

Siehe Tabelle 35; ÖV siehe Kapitel 31.3.

24.3 Mindestzeiten in der Signalgruppenliste

24.3.1 Mindestfreigabezeiten

Tabelle 36: Mindestfreigabezeiten in der Signalgruppenliste.

Signalgruppe	Mindestfreigabezeit [s]	Bemerkung
P	4	in der Hauptrichtung
P	4	in der Nebenrichtung
V	4	
F	5*	auch mit Bewegungsmelder
BV	5 bzw. sicher mit 0,8 m/s	Ist bei BV und BA bei geteilten Übergängen eine Querung der beiden Richtungsfahrbahnen in einem Zug vorgesehen, dann muss dies mit 0,8 m/s möglich sein.
BA	5 bzw. sicher mit 0,8 m/s	
B	4	
T	4	
N	5	
WH	4	Blinker an Hauptsignalgeber
WF	1	Blinker am FG-Übergang

* Die Mindestfreigabezeiten (auch bei Doppelübergängen) sind bei F für den Weg mindestens 1/2 des Einzelübergangs zu bemessen. Bei Querungslängen > 12,24 m sind Mindestfreigabezeiten > 5s erforderlich [Beispielrechnung: (12,24 m * 0,5) / 1,20 m/s = 5,10 s → gewählt 6 s]

Rundungsschwellwert Mindestfreigabezeit: 0,1 s

Beispiel:

Berechnet: 5,09 s; Mindestfreigabezeit gewählt: 5 s
Berechnet: 5,10 s; Mindestfreigabezeit gewählt: 6 s

24.3.2 Mindestsperrzeiten

Gemäss VSS-40837.

24.4 Zwischenzeiten

24.4.1 Allgemeines

Die mindestens erforderliche Zwischenzeit t_z wird aus dem Räumintervall r , der Räumzeit t_r , dem Einfahrintervall e und der Einfahrzeit t_e ermittelt.

$$t_z = (r + t_r) - (e + t_e)$$

24.4.2 Räum- und Einfahrparameter

Tabelle 37: Räum- und Einfahrparameter.

Verkehrsart mit eigenem Signalgeber	Räumen		Einfahren	
	Räumintervall r [s]	Räumgeschwindigkeit v_r [m/s]	Einfahrintervall e [s]	Einfahrgeschwindigkeit v_e [m/s]
Fahrzeuge bei 50 km/h	4	15	0	15
Fahrzeuge bei 30 km/h	3	8,3*	0	8,3**
Fussverkehr	0	1,20	0	1,20
Velo, Motorfahrräder	1	5	0	5
Tram mit Fünf-Punktsignal (<i>konstante Fahrt</i>)	3 bei $v_{HL} \leq 18 \text{ km/h}$ 4 bei $18 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 30 \text{ km/h}$ 5 bei $30 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 40 \text{ km/h}$ 6 bei $40 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 50 \text{ km/h}$ 7 bei $50 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 60 \text{ km/h}$ an der Haltelinie		$v_{max} (=v_{HL})$	Ankündigungssignal F1: -0,5
Tram mit Fünf-Punktsignal (<i>bei Halt vor dem Knoten</i>)	1	<i>fahrdynamische Berechnung mit $a = 1,00 \text{ m/s}^2$ bis v_{max}</i>	<i>Fahrbereitschafts-signal A1: -1,0</i>	<i>fahrdynamische Berechnung mit $a = 1,50 \text{ m/s}^2$ bis v_{max}</i>
Bus mit Fünf-Punktsignal (<i>konstante Fahrt</i>)	3 bei $v_{HL} \leq 18 \text{ km/h}$ 4 bei $18 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 30 \text{ km/h}$ 5 bei $30 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 40 \text{ km/h}$ 6 bei $40 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 50 \text{ km/h}$ 7 bei $50 \text{ km/h} < v_{HL} \leq 60 \text{ km/h}$ an der Haltelinie		$v_{max} (=v_{HL})$	Ankündigungssignal F1: -0,5
Bus mit Fünf-Punktsignal (<i>bei Halt vor dem Knoten</i>)	2	<i>fahrdynamische Berechnung mit $a = 1,20 \text{ m/s}^2$ bis v_{max}</i>	<i>Fahrbereitschafts-signal A1: -1,0</i>	<i>fahrdynamische Berechnung mit $a = 1,50 \text{ m/s}^2$ bis v_{max}</i>

kursiv, rot: Abweichungen zu der VSS-40838 «Zwischenzeiten»

v_{max} [m/s] ist die betrieblich zugelassene Streckenhöchstgeschwindigkeit bzw. die aufgrund Restriktionen (z. B. Weiche, Radius, etc.) maximal gefahrene Geschwindigkeit.

v_{HL} [m/s] ist die Geschwindigkeit an der Haltelinie.

Die Norm weist keine Räumparameter und Einfahrparameter für die Geschwindigkeit 30 km/h aus. Für Fahrzeuge bei 30 km/h gelten die Werte aus Tabelle 37.

*Bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h in der Zufahrt, auch wenn diese Geschwindigkeitsbeschränkung an der Haltelinie endet.

** Bei einer zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h vor und nach der Haltelinie resp. wenn diese am gesamten Knoten gilt. Beträgt die zulässige Höchstgeschwindigkeit vor oder nach der Haltelinie 50 km/h, so muss $v_e = 15 \text{ m/s}$ gewählt werden.

24.4.3 Fahrzeuglängen und Räumweg

Die VSS-40838 «Zwischenzeiten» nimmt an, dass Fahrzeuge beim Räumen des Knotens in der ganzen Länge erkannt werden und deren Vorrang beachtet wird, solange diese die Konfliktfläche belegen. Die SN geht bei der Berechnung der ZWZ von einer Fahrzeuglänge von 0 m aus. Für die Stadt Bern sind davon abweichend für die Berechnung des Räumwegs s_r die u. g. Fahrzeuglängen l_{Fz} anzusetzen.

Tabelle 38: Fahrzeuglängen.

Verkehrsart mit eigenen Signalgebern	Fahrzeuglängen l_{FZ} [m]
Fahrzeuge	0
Velo, Motorfahrräder	0
Tram mit Fünf-Punktsignal	15
Tram/Tram profilfreies Räumen	42
Bus mit Fünf-Punktsignal	6

kursiv, rot: Abweichungen zur VSS-40838 «Zwischenzeiten»

24.4.4 Räumweg

Der Räumweg [m] ergibt sich zu:

$$s_r = s_0 + l_{FZ}$$

Der Grundräumweg s_0 wird analog dem Räumweg nach VSS-40838 «Zwischenzeiten» ermittelt.

24.4.5 Fahrdynamische Berechnung

Beschleunigte oder verzögerte Fahrt

Bei komplexen Fahrtverläufen (bei Weichen, Gleiskreuzungen, Radien, Haltestelle vor oder nach dem Knoten usw.) empfiehlt sich eine fahrdynamische Berechnung des angenommenen Fahrtverlaufs mit Beschleunigungs- und/oder Verzögerungsbereichen.

ÖV-Fahrzeuge – bei Halt vor dem Knoten

Die fahrdynamische Berechnung bei ÖV-Fahrzeugen bei Anfahren aus dem Stand orientiert sich an den Grundlagen der RiLSA [FGSV, 2010].

Räumen bei Halt vor dem Knoten

mit v_{\max} [m/s]; Geschwindigkeiten in km/h müssen vorgängig durch 3,6 geteilt werden, um den Wert in m/s zu erhalten.

für Beschleunigung über gesamten Räumweg bei

$$(s_0 + l_{FZ}) \leq \frac{v_{\max}^2}{2 \cdot a}$$

ergibt sich

$$r + t_r = r + \sqrt{\frac{2 \cdot (s_0 + l_{FZ})}{a}}$$

für Beschleunigung nicht über gesamten Räumweg bei

$$(s_0 + l_{FZ}) > \frac{v_{\max}^2}{2 \cdot a}$$

ergibt sich

$$r + t_r = r + \frac{v_{\max}}{a} + \frac{(s_0 + l_{FZ}) - \frac{v_{\max}^2}{2 \cdot a}}{v_{\max}}$$

Einfahren bei Halt vor dem Knoten

Wenn ÖV-Fahrzeuge regelmässig von einer Haltestelle aus in den Knoten einfahren, wird bei Freigabezeitbeginn eine Beschleunigung aus dem Stand von der Haltelinie aus angenommen [FGSV, 2010].

es ergibt sich

$$e + t_e = e + \sqrt{\frac{2 \cdot s_e}{a}}$$

für

$$t_e \leq \frac{v_{\max}}{a}$$

24.4.6 Rundung Räum- und Einfahrwege

Räum- und Einfahrwege sind mit der Genauigkeit von 0,5 m anzunehmen. Dabei werden Räumwege auf volle halbe Meter aufgerundet und Einfahrwege auf volle halbe Meter abgerundet.

Beispiel:

Gemessen: 5,3 m; Räumweg aufgerundet 5,5 m und Einfahrweg abgerundet 5,0 m

Gemessen: 4,7 m; Räumweg aufgerundet 5,0 m und Einfahrweg abgerundet 4,5 m

Gemessen: 5,5 m; Räumweg 5,5 m und Einfahrweg 5,5 m

24.4.7 Rundungsschwellwert Zwischenzeiten

Rundungsschwellwert Zwischenzeiten: 0,1 s

Beispiel:

Berechnet: 5,09 s; Zwischenzeit gewählt: 5 s

Berechnet: 5,10 s; Zwischenzeit gewählt: 6 s

24.4.8 Mindestzwischenzeiten

Die Zwischenzeit beträgt mindestens 0, negative Zwischenzeitberechnungen werden daher i. d. R. auf 0 gesetzt.

24.4.9 Besonderheiten

Bedingt verträgliche Verkehrsströme

Werden zwei sonst bedingt verträgliche Verkehrsströme in getrennten Phasen geschaltet, so müssen diese auch per Zwischenzeit getrennt werden.

Velo räumt

Wird Velo gemeinsam mit P geführt (ein gemeinsamer Signalgeber), dann gilt der Konflikt *Velo räumt/Velo fährt ein* oder *Velo räumt/Fussverkehr geht ein* (auch BV/BA) als bedingt verträglich. Diese Konflikte sind dann nicht massgeblich für die ZWZ-Berechnung. Andere Konflikte wie z. B. *Velo räumt/P fährt ein* bleiben selbstverständlich davon ausgenommen.

Sehbehinderte

Die SG des BV/BA erhält dieselben Zwischenzeiten wie die FG-SG.

Räumweg

Der Räumweg der SB ist vom BV (Mast) ab anzusetzen. Damit der Verkehrsablauf an der LSA flüssig abgewickelt werden kann, ist daher immer ein Mast an der Vorderkante Trottoir anzustreben.

Einfahrweg

Die Situationsrichtigkeit der Zwischenzeit bei räumendem Tram und dem Freigabesignal für SB (BV/BA) muss vor Ort besonders geprüft werden.

Tram und Bus

Räumweg

Räumweg wird ab Haltelinie gemessen und nicht ab der Lage Abmeldung.

Räumintervall

Das Räumintervall ist abhängig von der Geschwindigkeit an der Haltelinie.

Räumen und Einfahren bei Halt vor dem Knoten

Die SN berücksichtigt kein Räumen und Einfahren aus dem Stand. Für die Ermittlung ist hierfür ein fahrdynamischer Ansatz zu wählen.

Kreuzungsverbot Tram/Tram - profilfreies Räumen Tram

Die Zwischenzeiten bei Begegnungsverbot sind so zu bemessen, dass das gesamte Tram (mit dem grössten eingesetzten Fahrzeug l_{Fz} von 42 m gerechnet) den Konfliktbereich vollständig verlassen hat. Das Einfahrintervall und die Einfahrzeit sind standardmässig zu berücksichtigen.

Es ist ein profilfreies Räumen vorzusehen, da einem Fahrer, im schlechtesten anzunehmenden Fall, ein vorhandenes Kreuzungsverbot im Augenblick einer Freigabe nicht gegenwärtig sein könnte.

Im Anhang C ist eine Liste der LSA mit Kreuzungsverbot abgelegt.

Einfahrweg

Einfahrweg wird für den kritischsten Fall bemessen, z. B. Fahrzeug steht vorgerückt auf Notanmeldeschleife direkt vor dem Fünf-Punktsignal. Ausnahmen sind mit TSB zu besprechen.

Konfliktfläche Fussverkehr mit Tram

Die Konfliktfläche des Fussverkehrs beginnt bzw. endet 1,0 m neben der Schienenmittelachse bzw. 0,5 m neben den Schienen.

25 Ein- und Ausschaltung

25.1 Ein- und Ausschaltung Normalbetrieb

LSA im Dauerbetrieb

Für das Ein- und Ausschalten der LSA im Dauerbetrieb gelten die Kriterien gemäss VSS-40837 «Übergangs- und Mindestzeiten». Die Details können dort im Kapitel F (S. 9 ff.) entnommen werden.

Ist Akustik an der LSA vorhanden, so wird diese bei Ein- und Ausschaltbildern nicht mit angesteuert.

Dunkelanlagen zur ÖV-Beschleunigung

Für das Ein- und Ausschalten von Dunkelanlagen zur ÖV-Beschleunigung gelten in Tabelle 39 und Tabelle 40 dargestellte Abläufe.

Tabelle 39: Einschaltprogramm aus AUS-Blinken in DUNKEL.

	alle Fahrzeug-spuren (P)	alle Velospuren (V)	alle FG-Spuren (F)	ÖV-Spuren (B) + (T)
AUS-Blinken	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	Blinken oder DUNKEL
GELB	GELB BLINKEN ZWZ B,T räumt/P,V,F fährt ein			5 s T: 6 s > 50 km/h
DUNKEL	DUNKEL	DUNKEL	DUNKEL	HALT

Nachfolgende Angaben gelten nicht im Störungsfall.

Tabelle 40: Ausschaltprogramm aus DUNKEL in AUS-Blinken.

	alle Fahrzeug-spuren (P)	alle Velospuren (V)	alle FG-Spuren (F)	ÖV-Spuren (B) + (T)
DUNKEL	DUNKEL	DUNKEL	DUNKEL	Halt
GELB BLINKEN	min. 5 s ZWZ P,V,F räumt/B,T fährt ein			Halt
AUS-Blinken	GELB BLINKEN			min. 5 s BLINKEN oder DUNKEL

25.2 Ausfall Normalbetrieb bei Störung

Der Vorgang verläuft gemäss VSS-40837 «Abnahme, Betrieb, Wartung» über DUNKEL 5 s und anschliessend AUS-Blinken, siehe Abbildung 43.

Ausfallen des Normalbetriebs

Signalzeiten Signalgruppe	Normalbetrieb	Ausfallen dunkel
A FZ	grün, gelb, rot, oder rot/gelb	dunkel gelbblinken oder dunkel
B FZ	grün, gelb, rot, oder rot/gelb	dunkel gelbblinken oder dunkel
A FG	grün, gelb oder rot	dunkel gelbblinken oder dunkel
B FG	grün, gelb oder rot	dunkel gelbblinken oder dunkel
		= 5 s

Abbildung 43: Ausfall Normalbetrieb bei Störung.

25.3 Ein- und Ausschaltung zur ÖV-Beschleunigung

Nachfolgend werden die Abläufe bei Phasenübergängen aus und in Dunkel bei Dunkelanlagen zur ÖV-Beschleunigung beschrieben.

25.3.1 Phasenübergang aus DUNKEL

Tabelle 41: Phasenübergang aus DUNKEL zur ÖV-Freigabe.

	alle Fahrzeug-spuren (P)	alle Velospuren (V)	alle FG-Spuren (F)	ÖV-Spuren (B) + (T)
DUNKEL	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	Halt
GELB BLINKEN*	3 s	3 s	GELB gemäss Kapitel 24.2.1	Halt
GELB	3 s	3 s		Halt
Freigabe Gesperrt	ROT**			Fahrt

* Beginn optimiert auf Räumen des Knotens und Versätze (Erkennbarkeit); für alle Fahrtrichtungen der ÖV-Fahrzeuge gleich.

** kein Alles-ROT, ZWZ sind einzuhalten.

25.3.2 Phasenübergang in DUNKEL

Tabelle 42: Phasenübergang nach ÖV-Freigabe in DUNKEL.

	alle Fahrzeug-spuren (P)	alle Velospuren (V)	alle FG-Spuren (F)	ÖV-Spuren (B) + (T)
Gesperrt Freigabe	ROT	ROT	ROT	Fahrt
Alles-ROT	kein Alles-ROT erforderlich. ZWZ einzuhalten.			
GELB BLINKEN	3 s	3 s	DUNKEL	Halt
DUNKEL*	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	Halt

* kein nachfolgendes AUS-Blinken.

25.4 Ein- und Ausschaltung aus DUNKEL für Notfallrouten

25.4.1 Phasenübergang aus DUNKEL für Notfallrouten

Tabelle 43: Phasenübergang aus DUNKEL für Notfallrouten.

	Einsatzfahrzeugspur	alle Fahrzeugspuren (P)	alle Velo-spuren (V)	alle FG-Spuren (F)	ÖV-Spuren (B) + (T)
DUNKEL	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s
GELB BLINKEN*	BLINKEN	3 s	3 s	GELB gemäss Kapitel 24.2.1	GELB 5 s T: 6 s > 50 km/h
GELB	BLINKEN	3 s	3 s		
Alles-ROT	BLINKEN	min. 2 s**			
Freigabe Gesperrt	Freigabe	ROT	ROT	ROT	Halt

* Schaltbefehle für alle Signalgruppen zum gleichen Zeitpunkt.

** Zwischenzeiten Ende GELB BLINKEN (ÖV-Spuren Ende DUNKEL) auf Freigabebeginn müssen mindestens eingehalten werden.

25.4.2 Phasenübergang Notfallroute in DUNKEL

Tabelle 44: Phasenübergang Notfallroute in DUNKEL.

	Einsatzfahrzeugspur	alle Fahrzeugspuren (P)	alle Velo-spuren (V)	alle FG-Spuren (F)	ÖV-Spuren (B) + (T)
Freigabe Gesperrt	Freigabe	ROT	ROT	ROT	Halt
Alles-ROT	DUNKEL	2 s*			
GELB BLINKEN	DUNKEL	3 s	3 s	DUNKEL	DUNKEL
DUNKEL	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s	min. 5 s

* Zwischenzeiten Ende Einsatzfahrzeug auf Freigabebeginn müssen mindestens eingehalten werden.

26 Programmierung

26.1 Steuergeräteprogrammierung Signalbaufirma

Ausschalten Quittungslampen

Die Ausschaltungen der Quittungslampen (Fussverkehr und ÖV) und das Löschen aller vorliegenden Anmeldungen vor dem Ausschaltprogramm sind durch die SBF in der Steuergeräteprogrammierung zu gewährleisten.

26.2 Parametrierung VS-PLUS

26.2.1 Versätze

Die Versätze sind unter Berücksichtigung der Zwischen-, Mindest- und Übergangszeiten immer exakt einzuhalten, sofern nicht in den TU Ausnahmen definiert sind.

Die Versätze sind so zu programmieren, dass je nach Programm unterschiedliche Werte ausgeführt werden können.

26.2.2 Detektoren

Wird ein Detektor in VS-PLUS für Anmeldung und/oder Verlängerung verwendet und zusätzlich als Belegungsdetektor, so muss dieser Detektor als D und SD getrennt in der Detektorenliste versorgt werden.

Die Angaben zur Aussperrzeit in der VTB beziehen sich auf die Signalgruppen und nicht auf die Detektoren. Wirken mehrere Verkehrsströme auf diese Signalgruppe, so ist dies vom Programmierenden der SBF zu berücksichtigen.

26.2.3 Verkehrsstromparameter Zeiten

Mindestgrünzeit 1

Die minimale Grünzeit 1 ist unter allen Umständen einzuhalten. Die minimale Grünzeit 1 muss mindestens so gross sein wie das Geräteminimum. Feindliche Verkehrsströme, deren Kontrollzeit 3 (KZ 3, absolute Höchstpriorität, nur für Notfalldienste) erreicht ist, können Verkehrsströme nach der minimalen Grünzeit 1 abbrechen.

Tabelle 45: Definition Mindestgrünzeit 1.

Verkehrsstrom	TG MIN1 [s]	Bemerkung
p	4	gemäss 24.3.1
v	4	gemäss 24.3.1
f	mind. 5	gemäss 24.3.1 und 30.3
bv	mind. 5	gemäss 24.3.1 und 30.3
ba	mind. 5	gemäss 24.3.1 und 30.3
b	4	gemäss 24.3.1
t	4	gemäss 24.3.1
n	5	gemäss 24.3.1

Mindestgrünzeit 2

Die Mindestgrünzeit 2 ist unabhängig vom Rahmensignal geschützt, sofern die Verlängerungsbedingungen erfüllt sind (verkehrstechnisch sinnvolles Mindestgrün bei Verlängerung). Feindliche Verkehrsströme, deren Kontrollzeit 2 (KZ 2, besonders hohe ÖV-Priorisierung) erreicht ist, können Verkehrsströme nach der minimalen Grünzeit 2 abbrechen. Ein Abbruch nach der Mindestgrünzeit 2 wird nur für ÖV in Fahrt vorgesehen, aber nie für ÖV aus der Haltestelle heraus.

Tabelle 46: Definition Mindestgrünzeit 2.

Verkehrsstrom	TG MIN2[s]	Bemerkung
p	8	in der Hauptrichtung
p	6	in der Nebenrichtung
v	6	
f	mind. 5	gemäss 30.3
bv	mind. 5	gemäss 30.3
ba	mind. 5	gemäss 30.3
b	nach Erfordernis	mind. zur Abdeckung von 85 % der Fahrten
t	nach Erfordernis	mind. zur Abdeckung von 85 % der Fahrten
n	nach Erfordernis	

Maximale Grünzeit 1

Feindliche Verkehrsströme, deren Kontrollzeit 1 (KZ 1, Regelabbruch der ÖV-Priorisierung) erreicht ist, können Verkehrsströme nach der max. Grünzeit 1 abbrechen.

Tabelle 47: Definition maximale Grünzeit 1.

Verkehrsstrom	TG MAX1[s]	Bemerkung
p	10	in der Hauptrichtung
p	8	in der Nebenrichtung
v	6	
f	mind. 5	gemäss 30.3
bv	mind. 5	gemäss 30.3
ba	mind. 5	gemäss 30.3
b	nach Erfordernis	
t	nach Erfordernis	
n	nach Erfordernis	

Maximale Grünzeit 2

Die maximale Grünzeit 2 entspricht dem verkehrstechnischen Maximum gemäss Leistungsrechnung.

Tabelle 48: Definition maximale Grünzeit 2.

Verkehrsstrom	TG MAX2 [s]	Bemerkung
p	gemäss LF	
p	gemäss LF	
v	6	
f	mind. 5	gemäss 30.3
bv	mind. 5	gemäss 30.3
ba	mind. 5	gemäss 30.3
b	nach Erfordernis	
t	nach Erfordernis	
n	nach Erfordernis	

26.3 Meldestrecken in VIAP/Work-Suite zur Darstellung in VSR

Damit Funktelegramme im VSR dargestellt werden, müssen Meldestrecken in der Work-Suite angelegt werden. Bei diesen Meldestrecken können auch normale Detektoren hinzugezogen werden, was aber weniger Sinn macht, da diese Detektoren sowieso schon im VSR dargestellt werden. Funktelegramme als echte serielle Detektoren hingegen nicht.

Z. B. bei Funktelegrammen welche als Kontakt übergeben werden. Dies ist aber nur bei älteren Anlagen so gemacht worden.

Meldestrecken haben keine Steuerungsfunktion. Sie können als Planungstool im VIAP/in der Work-Suite betrachtet werden.

In der Meldestrecke werden den Meldepunkten Funktionen zugewiesen, welche Einfluss auf die Darstellung der Meldepunkte im VSR haben:

- Dreieck mit 1 oder 2 → Voranmelder
- Rotes Dreieck → Hauptanmelder
- Dreieck mit T → Türkriterium (Türschliessung und 1m vorziehen gemäss BM)
- Blaues Dreieck → Abmelder

Sonderzeichen von der Steuerung (VS-PLUS) generiert:

- Hellblauer Rhombus (Quadrat auf Ecke stehend) → Signal schliesst vor Abmeldung (Sondermeldung 88888)
- Schwarzer Rhombus → Zwangslösung/Tsaz (Selbstauszählzeit) abgelaufen (Sondermeldung 99999)

Zur Darstellung der Meldestrecken gibt es zwei Ansätze:

- Komplett durchfahrene Strecke einer ÖV-Linie an einer LSA auch mit mehreren Wirkzielen als eine Meldestrecke anlegen. Die Meldepunktfunktionen können dann teilweise nicht eindeutig zugewiesen werden.
- Pro Wirkziel eine Meldestrecke anlegen. Die Work-Suite kennt nur ein Wirkziel pro Meldestrecke. Es können hier auch Fahrzeitenanalysen durchgeführt werden. Das funktioniert nur mit einem Wirkziel.

In der Regel ist der zweite Ansatz umzusetzen, auch wenn dann Meldepunkte unter Umständen mehrfach in unterschiedlichen Meldestrecken dargestellt werden

Man muss unterscheiden zwischen den Funktelegrammen (MP) welche das Fahrzeug sendet, sogenannte R09.16 Telegramme und den AMLI-Telegrammen welche dann vom Steuerverfahren (VS-PLUS) an den Verkehrsrechner gesendet werden. AMLI-Telegramme enthalten weitere Informationen mit TX und Fahrzeit (Von Anmeldung bis Abmeldung).

Es ist technisch machbar, dass auch R09.16 Telegramme vom STG an den VSR weitergereicht werden können. Dies kann bei Bedarfsanlagen nützlich sein, wenn VS-PLUS noch nicht aktiv

ist, um die MP nicht verzögert zu erhalten. Grundsätzlich sendet dann VS-PLUS den zwischen- gespeicherten MP nochmals.

Benennung der Meldestrecken

Pro Richtung sind eigene Meldestrecken zu verwenden.

Wenn eine Linienfilterung angewendet wird, sollte dies in der Meldestrecke ersichtlich sein. Dies ist in Bern selten der Fall, da die Richtung mit unterschiedlichen MP gesteuert wird.

Das Wirkziel (Signalgruppe), welches über die Meldepunkte gesteuert wird, ist anzugeben. In der Regel ist dies eine Bus- oder Tramsignalgruppe (B oder T), bei Bussen kann es auch eine MIV-Signalgruppe (P) sein. Die zusammengehörigen Meldepunkte werden anschliessend zur Übersicht in eine Meldestrecke zusammengefasst.

Nachfolgend wird die Benennung der Meldestrecke gemäss dem Wirkziel und gegebenenfalls der Linie aufgezeigt. Die Benennung einer Bus Meldestrecke erfolgt gemäss Abbildung 44.

OeVMeld_Wirkziel[_Linie] also z. B. OeVMeld_B12 oder OeVMeld_P07_L18



Abbildung 44: Benennung Bus Meldestrecke anhand MIV Signalgruppe.

Es wird jedoch nicht für alle Linien, welche dieselbe Richtung befahren und dieselben MP senden, eine linienbezogene Meldestrecke eingerichtet.

27 Verkehrsdaten, Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit

27.1 Verkehrsdatenerfassung

Die Verkehrsdatenerfassung in der Stadt Bern erfolgt grundsätzlich mit Schleifen. Die Stadt Bern betreibt zahlreiche Verkehrsmessstellen im Stadtgebiet. Details wie Lage und Ort der verfügbaren Messstellen sind im Anhang B ersichtlich. Unter Anhang C sind zudem die verschiedenen Schleifentypen sowie deren Ausführung aufgeführt.

Ausserdem sind im Anhang L diverse Merkblätter für die Verkehrsdatenerfassung und -aufbereitung in der Stadt Bern abgelegt. Diese sind im Einzelnen:

- Merkblatt Knotenstromzählung
- Merkblatt Kordonzählung
- Merkblatt Fussgängerzählung
- Merkblatt Rückstauerfassung

27.2 Verkehrsstärken der Fahrstreifen (Belastungsplan)

Die Verkehrsstärken der Knotenarme werden im Knotenbereich in die einzelnen Knotenströme unterteilt, den entsprechenden Fahrstreifen zugeordnet und als Verkehrsstärken der Knotenströme bzw. der Fahrstreifen bezeichnet. Die Verkehrsstärken der Fahrstreifen können in der verkehrstechnischen Dimensionierung Iterationsschritten unterliegen.

$$Q = \text{Verkehrsstärke der Fahrstreifen} \quad [\text{Fz/h}]$$

27.3 Massgebende stündliche Verkehrsstärke

Die verkehrstechnische Dimensionierung für Knoten mit LSA erfolgt in der Regel auf der Grundlage stündlicher Verkehrsstärken. Als massgebende Verkehrsstärken stehen folgende Grössen im Vordergrund:

- Durchschnittliche Morgen- und Abendspitzenstunde in % des DTV (in besonderen Fällen auch andere massgebende Spitzenstunden)
- Massgebender Verkehr; ermittelt aus Dauerkurven gemäss VSS-40016A «Massgebender Verkehr»
- Bei vorhandenen Verkehrsanlagen wird wenn immer möglich auf Ergebnisse von Zählungen der Knotenströme, idealerweise in gleitenden Spitzenstunden (Zählbereiche meist 6.45 bis 8.15 Uhr und 16.45 bis 18.15 Uhr), zurückgegriffen.

Zukünftige Verkehrsstärken können aufgrund von Modellrechnungen geschätzt werden. Dabei können die Richtwerte in VSS-40016A eine Hilfe sein. Die Ermittlung der massgebenden (gleitenden) Spitzenstunden erfolgt durch die Auswertung der Verkehrszählungen, durch Analogiebetrachtungen anhand von Zählungen an benachbarten Knoten oder mittels typisierter Tagesganglinien aus VSS-40005B «Ganglinientypen und durchschnittlicher täglicher Verkehr (DTV)».

27.4 Viertelstündliche Verkehrsstärken

Viertelstündliche Verkehrsstärken werden in der Stadt Bern entgegen VSS-40023A «Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen» nicht verwendet.

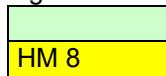
27.5 Bemessungsverkehrsstärke

Aufgrund der saisonalen Verkehrsschwankungen auf dem Verkehrsnetz der Stadt Bern werden die aus Zählungen stammenden Verkehrsstärken auf den am stärksten belasteten Halbmonat Ende April nach den Osterferien, für den die LSA zu bemessen ist, umgerechnet. Die Fahrzeuge des öffentlichen Verkehrs im Linienbetrieb sind dabei nicht umzurechnen. Folgende saisonale Korrekturfaktoren sind vorzusehen:

Tabelle 49: saisonale Korrekturfaktoren der Bemessungsverkehrsstärke.

Monat	Halbmonat	Prozentuale Abweichungen zum Jahresmittelwert [%]	saisonaler Korrekturfaktor [-]
Januar	HM 1	-8,9	1,17
	HM 2	-2,1	1,09
Februar	HM 3	-5,3	1,13
	HM 4	-0,9	1,08
März	HM 5	+1,9	1,05
	HM 6	+3,9	1,03
April	HM 7	-0,8	1,08
	HM 8	+6,6	1,00
Mai	HM 9	+6,2	1,00
	HM 10	+5,3	1,01
Juni	HM 11	+4,5	1,02
	HM 12	+4,4	1,02
Juli	HM 13	-5,9	1,13
	HM 14	-10,3	1,18
August	HM 15	-5,9	1,13
	HM 16	+4,7	1,02
September	HM 17	+3,4	1,03
	HM 18	+1,6	1,05
Oktober	HM 19	-5,2	1,13
	HM 20	+5,2	1,01
November	HM 21	+5,3	1,01
	HM 22	+4,7	1,02
Dezember	HM 23	+3,8	1,03
	HM 24	-19,8	1,28

Legende:



Schulferien Stadt Bern
HM 8 stärkster Halbmonat, Grundlage für Bemessung

Randbemerkung: Für Bauarbeiten im Strassenraum ergeben sich daraus zwei ideale Zeitfenster in den Sommer- (HM 14) und Herbstferien (HM 19).

In einem weiteren Schritt werden die Verkehrsstärken von Lastwagen (LW; inkl. Lastzügen, Bussen und Gesellschaftswagen), Motorrädern (MR) und leichten Zweirädern (FR; Fahrräder, Mofa) gemäss VSS-40835 «Abschätzen der Leistungsfähigkeit» wie folgt in Personenwagen-Einheiten (PWE) umgerechnet:

Personenwagen:	1 PW	= 1 PWE
Lastwagen:	1 LW	= 2 PWE
Motorrad:	1 MR	= 0,5 PWE
Leichtes Zweirad:	1 FR	= 0,25 PWE

Die leichten Zweiräder sind bei der Umrechnung in PWE nur zu berücksichtigen, wenn diese die Fahrt der Mfz auf dem gleichen Fahrstreifen behindern (z. B. beim Abbiegen oder bei schmalen Fahrstreifen).

Die resultierende Bemessungsverkehrsstärke kann analog den Verkehrsstärken der Fahrstreifen in einen Belastungsplan dargestellt werden.

$$Q_B = \text{Bemessungsverkehrsstärke} \quad [\text{PWE/h}]$$

27.6 Leistungsfähigkeitsberechnung

Für die Stadt Bern gemachte Leistungsfähigkeitsberechnungen (LF) enthalten in der Regel folgende Angaben:

Verkehrsstärken

- Spurbelastungsplan BESTAND [Fz/h] (differenziert nach PW, LW, MR, FR)
- Spurbelastungsplan BESTAND [PWE/h]
- Spurbelastungsplan PLANFALL [Fz/h] (differenziert nach PW, LW, MR, FR)
- Spurbelastungsplan PLANFALL [PWE/h]
- Allenfalls Varianten für weitere Planfälle

LSA-Plan

- LSA-Plan BESTAND
- LSA-Plan PLANFALL

Der LSA-Plan PLANFALL stellt die aufgrund der Erkenntnisse der LF vorgeschlagene optimierte Knotenform/Fahrstreifenaufteilung dar.

Festzeitensignalpläne

- Festzeitensignalplan BESTAND
- Festzeitensignalplan BESTAND OPTIMIERT
- Festzeitensignalplan PLANFALL

In einer iterativen LF wird das Festzeitprogramm *BESTAND OPTIMIERT* unter Beachtung der bestehenden Koordination so optimiert, dass Ergebnisse der LF von PLANFALL mit dem derzeitigen (optimierten) Zustand direkt miteinander verglichen werden können.

Leistungsfähigkeitsberechnung

- LF für BESTAND OPTIMIERT mit Knotenform gemäss BESTAND
- LF mit Verkehrsbelastung gemäss PLANFALL mit Knotenform gemäss BESTAND (LSA-Plan BESTAND)
- LF für PLANFALL mit optimierter Knotenform

Allenfalls Varianten für weitere Planfälle mit Knotenform gemäss BESTAND und mit optimierter Knotenform.

27.7 Verkehrsqualität

27.7.1 Bemessungsvorgabe Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs

Allgemeines

Die VSS-40023A «Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen» [VSS, 2008] und das «Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)» [FGSV, 2001] definieren nachfolgend beschriebene Verkehrsqualitätsstufen:

Tabelle 50: Verkehrsqualitätsstufen an Knoten mit LSA [VSS, 2008] [FGSV, 2001].

Verkehrs- qualitäts- stufe	Mittlere Wartezeit [s]					Prozentsatz der Durchfahrt- ten ohne Halt [%]
	Strassen- gebundener ÖV	Velo- verkehr	FG (ohne Insel)	FG (mit Insel, in einem Zug)	MIV (nicht koordinierte Zufahrten)	
A	≤ 5	≤ 15	≤ 15	≤ 20	≤ 20	≥ 95
B	≤ 15	≤ 25	≤ 20	≤ 25	≤ 35	≥ 85
C	≤ 25	≤ 35	≤ 25	≤ 30	≤ 50	≥ 75
D	≤ 40	≤ 45	≤ 30	≤ 35	≤ 70	≥ 65
E	≤ 60	≤ 60	≤ 35	≤ 40	≤ 100	≥ 50 Koordination unwirksam
F	> 60	> 60	> 35	> 40	> 100	< 50 Koordination unwirksam

Die einzelnen Verkehrsqualitätsstufen bedeuten:

- Stufe A:** **Sehr gut.** Die Mehrzahl der Verkehrsteilnehmer kann ungehindert den Knoten passieren. Die mittleren Wartezeiten sind sehr kurz.
- Stufe B:** **Gut.** Alle während der Rotzeit ankommenden Verkehrsteilnehmer können in der nachfolgenden Grünzeit weiterfahren oder -gehen. Die mittleren Wartezeiten sind kurz.
- Stufe C:** **Zufriedenstellend.** Nahezu alle während der Rotzeit ankommenden Verkehrsteilnehmer können in der nachfolgenden Grünzeit weiterfahren oder -gehen. Die mittleren Wartezeiten sind spürbar. Beim MIV tritt im Mittel nur geringer Rückstau bei Grünende auf.
- Stufe D:** **Ausreichend.** In der Knotenzufahrt ist ständiger Reststau vorhanden. Die mittleren Wartezeiten für alle Verkehrsteilnehmer sind beträchtlich. Der Verkehrszustand ist noch stabil.
- Stufe E:** **Mangelhaft.** Die Verkehrsteilnehmer stehen in erheblicher Konkurrenz zueinander. In der Knotenzufahrt wächst der Rückstau allmählich an. Die Wartezeiten sind lang. Die Kapazität wird erreicht.
- Stufe F:** **Völlig ungenügend.** Die Nachfrage ist grösser als die Kapazität. Die Fahrzeuge müssen mehrmals vorrücken. Der Rückstau wächst stetig. Die mittleren Wartezeiten sind extrem lang. Der Knoten ist überlastet.

Bemessungsvorgabe mittlere Wartezeit/Prozentsatz Durchfahrten ohne Halt

An LSA ist die **Verkehrsqualitätsstufe D als Bemessungsvorgabe** einzuhalten. Sie muss in der Spitzentunde für alle Verkehrsteilnehmer eingehalten werden. In begründeten Ausnahmefällen kann die Verkehrsqualitätsstufe E (z. B. bei Drossierung eines Verkehrsstroms) angewendet werden. Kann die Verkehrsqualitätsstufe D nicht eingehalten werden, so ist der Zufluss zur LSA an anderer Stelle im Netz zu begrenzen.

Bemessungsvorgabe Verkehrsqualitätsstufe D ist einzuhalten, sonst ist an anderer Stelle der Zufluss im Netz zu begrenzen.

In MIV-koordinierten Zufahrten müssen die **Durchfahrten ohne Halt** mindestens 65 % aller MIV-Fahrten betragen. Daher ist für koordinierte Verkehrsströme ein Auslastungsgrad von maximal 0,80 anzustreben.

Tabelle 51: Bemessungsvorgabe Verkehrsqualitätsstufe D.

Verkehrs- qualitäts- stufe	Mittlere Wartezeit [s]					Prozentsatz der Durch- fahrten ohne Halt [%]
	strassen- gebundener ÖV	Velo- verkehr	FG (ohne Insel)	FG (mit Insel, in einem Zug)	MIV (nicht koordinierte Zufahrten)	
D ausrei- chend	≤ 40	≤ 45	≤ 30	≤ 35	≤ 70	≥ 65 bei max. 0,80 Auslastungsgrad

Bemessungsvorgabe maximale Wartezeit⁷

Feste Umlaufzeiten

Bei LSA mit festen Umlaufzeiten (Rahmenplan) muss jeder Verkehrsstrom bei Vollauslastung im selben Umlauf abgewickelt werden. Ein Auslassen eines Verkehrsstroms und der Freigabe erst im nächsten Umlauf ist in der Stadt Bern nur bei ÖV-Beeinflussung und **nur** bei Umlaufzeiten ≤ 70 s zugelassen. Bei Umlaufzeiten > 70 s darf in keinem Fall ein anfordernder Verkehrsstrom im gleichen Umlauf ausgelassen werden.

Die maximale Wartezeit bei $T_U \leq 70$ s wird festgelegt zu:

$$w_{\max} = 2 \cdot T_U - 1 \cdot t_{Gr}$$

Die maximale Wartezeit bei $T_U > 70$ s ergibt sich zu:

$$w_{\max} = 2 \cdot T_U - 2 \cdot t_{Gr}$$

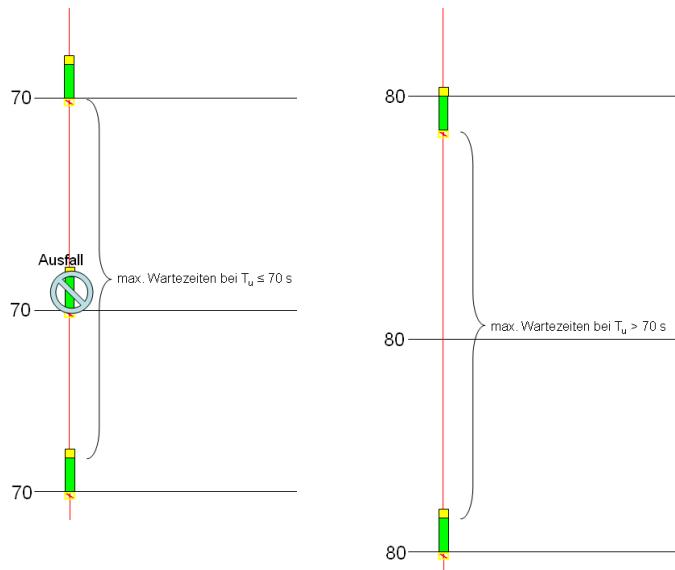


Abbildung 45: Herleitung maximale Wartezeiten für $T_U \leq 70$ s und > 70 s.

⁷ Entspricht **nicht** der maximalen Wartezeit wie sie in VS-PLUS als Parameter abgelegt wird, sondern der tatsächlichen Wartezeit am Knoten. Parameter in VS-PLUS müssen entsprechend niedriger eingestellt werden.

Beispiele: feste Umlaufzeiten:

1. Die mit Rahmenplan gesteuerten LSA haben eine Umlaufzeit T_U von 70 s und eine darin abgelegte FG-Freigabezeit $t_{Gr,FG}$ von 11 s.

Die maximale Wartezeit w_{max} für den Fussverkehr bei einer in einem Umlauf tatsächlich ausgefährten Phase ergibt sich zu:

$$w_{max,FG} = 2 \cdot 70 - 1 \cdot 11 = 129 \text{ s}$$

2. Eine ebenfalls mit Rahmenplan gesteuerte LSA hat eine Umlaufzeit T_U von 80 s und eine darin abgelegte FG-Freigabezeit $t_{Gr,FG}$ von 11 s.

Es darf in **keinem** Umlauf eine Phase ausfallen. Die maximale Wartezeit w_{max} für den Fussverkehr ergibt sich dann zu:

$$w_{max,FG} = 2 \cdot 80 - 2 \cdot 11 = 138 \text{ s}$$

Freie Umlaufzeiten

Bei LSA mit freien Umlaufzeiten leitet sich die zugelassene maximale Wartezeit nach Anmeldung w_{max} aus dem zugehörigen FZEP ab. Auch bei ÖV-Beeinflussung muss jeder anfordernde Verkehrsstrom **im gleichen Umlauf** seine Freigabe erhalten. Die maximale Wartezeit lässt sich ermitteln zu:

$$w_{max,FV} = 2 \cdot T_U - 2 \cdot t_{Gr,FV}$$

$$w_{max,FG/V} = 2 \cdot T_U - 2 \cdot t_{Gr,FG/V} \leq 110 \text{ s}$$

Für Fussverkehr und vom MIV getrennt geschaltete Velosignalgeber wird die maximale Wartezeit nach o. g. Formel berechnet und ist auf 110 s begrenzt.

Beispiel: freie Umlaufzeiten:

Das FZEP der sonst mit freier Umlaufzeit gesteuerten LSA hat eine Umlaufzeit T_U von 70 s und eine darin abgelegte FG-Freigabezeit $t_{Gr,FG}$ von 11 s und eine Freigabezeit des Fahrverkehrs von $t_{Gr,MIV}$ von 19 s.

Die maximale Wartezeit w_{max} für den Fussverkehr ergibt sich zu:

$$w_{max,FG} = 2 \cdot 70 - 2 \cdot 11 = 118 \text{ s} \rightarrow 110 \text{ s}$$

Die maximale Wartezeit w_{max} für den Fahrverkehr ergibt sich zu:

$$w_{max,MIV} = 2 \cdot 70 - 2 \cdot 19 = 102 \text{ s}$$

27.7.2 Stauraumbemessung

Bei Knoten mit LSA, die zu Spitzenstunden im Bereich der Kapazität betrieben werden, können infolge der die zum Teil starken Schwankungen der Verkehrsstärken innerhalb der betrachteten Stunde die Zufahrten zu den einzelnen Fahrstreifen blockieren, den Betrieb des öffentlichen Verkehrs behindern oder die Wartezeiten zeitweise sehr stark ansteigen lassen. In diesen Fällen ist für die Dimensionierung der Länge des Stauraums von Abbiege- oder Aufstellstreifen der sogenannte Maximalstau, der kurz nach Ende der Rotzeit zu verzeichnen ist, zugrunde zu legen. Da die Anzahl der bei Grünbeginn wartenden Fahrzeuge eine Zufallsgröße ist und von Umlauf zu Umlauf schwankt, muss eine bestimmte Sicherheit gegen Überstauung vorgesehen werden.

Bezüglich der Staufälle ist zu unterscheiden, dass

- a) Abbieger nicht in den benachbarten Fahrstreifen stauen dürfen, da diese sonst den Zufluss in diesen Fahrstreifen blockieren würden,
- b) der Abbiegefahrstreifen durch Fahrzeuge auf dem Nachbarfahrstreifen nicht überstaut wird, weil die Abbieger nicht mehr in ihren Abbiegefahrstreifen einfahren können.

In Normalverkehrszeiten muss stets ein reibungsloser Verkehrsablauf für die Fälle a) und b) gegeben sein. Dagegen kann in Hauptverkehrszeiten ausreichend sein, wenn den Abbiegern genügend Stauraum zur Verfügung steht (lediglich Fall a muss erfüllt sein).

Im Regelfall wird im Spitzerverkehr eine statistische Sicherheit gegen Überstauung von 90 % angesetzt (90 %-Stau bei Rotende). In den Normalverkehrszeiten ist eine Sicherheit von 95 % anzusetzen.

Tabelle 52: anzusetzende Sicherheit gegen Überstauung.

	Abbieger nicht in den Nachbarstreifen stauen	Zufluss in den Abbiegefahrstreifen gewährleistet
Hauptverkehrszeit	S = 90 %	-
Nebenverkehrszeit	S = 95 %	S = 95 %

Die 95 %-Staulänge bei Rotende ist nach VSS-40023A zu ermitteln.

Die 90 %-Staulänge ergibt sich zu: $L = 6 \text{ m/PWE} \cdot 0,834 \cdot ST_{RE95}$

28 Motorisierter Individualverkehr

28.1 Allgemeines

In der Regel kein Hinzuschalten von Spuren zu laufenden bedingt verträglichen Spuren z. B. Geradeaus zu Linksabbieger im Konflikt (d. h. zum vortrittsbelasteten Strom keinen vortrittsberechtigten Strom nachträglich dazu schalten). Verkehr und Gegenverkehr müssen bei Vollgrün Abbiegekonflikt (Vollgrün oder (Geradeaus)/Links mit Blinker) gleichzeitig öffnen, der vortrittsberechtigte Strom eventuell etwas früher.

28.2 Linksabbieger

28.2.1 Konfliktgrün

Bei Linksabbiegerverkehr geringer Stärke oder geringer Stärke des Gegenverkehrs brauchen Linksabbieger nicht gesichert geführt werden.

Gegenläufige Linksabbieger dürfen nur dann gleichzeitig freigegeben werden, wenn die Ströme in ausreichendem Abstand tangential aneinander vorbeifahren können.

Vorgabezeiten für Linksabbieger gegenüber dem Gegenverkehr werden in der Stadt Bern nicht geschaltet. Bei der Notwendigkeit von zeitlich gegeneinander versetzten Freigabezeiten von Gegenverkehr und Linksabbieger empfiehlt sich in diesem Fall ein Nachlauf des Linksabbiegers.

Ein Konfliktgrün zwischen MIV und Zufussgehenden stellt eine Ausnahme dar und ist gänzlich zu vermeiden, siehe Kapitel 30.1.2.

28.2.2 Phasentrennung

Ist es Linksabbiegern möglich, auf mehreren Fahrstreifen abzubiegen, so sind diese grundsätzlich gesichert zu signalisieren.

Signaltechnisch gesichert werden Linksabbieger umso dringlicher

- je schneller im Gegenverkehr gefahren wird,
- je zügiger der Linksabbiegestrom geführt wird,
- je stärker der linksabbiegende Verkehr oder
- je stärker ein zu kreuzender bedingt verträglicher Strom (Fahrverkehr oder Fussverkehr) ist,
- je stärker der linksabbiegende Verkehr und gleichzeitig im Verhältnis je schwächer der Gegenverkehr ist,
- je schlechter die Sicht auf bedingt verträglichen Verkehr ist und
- je mehr die Aufmerksamkeit der Linksabbieger durch eine Häufung möglicher Konfliktfälle beansprucht wird (z. B. Tram und mehrstreifiger Gegengeradeausverkehr oder mehrstreifiger Gegengeradeausverkehr, Rechtsabbieger und gleichzeitig freigegebener Fuss- und Veloverkehr).
- An schnell befahrenen Strassen, an denen das Einschätzen der Zeitlücken im Gegenverkehr schwierig ist und gleichzeitig Zufussgehende links ihre Freigabe haben.

28.3 Rechtsabbieger

28.3.1 Konfliktgrün

Ein Konfliktgrün zwischen MIV und Zufussgehenden stellt eine Ausnahme dar und ist gänzlich zu vermeiden, siehe Kapitel 30.1.2.

28.3.2 ***Phasentrennung***

Zwingend ist eine Phasentrennung vorzusehen, wenn

- zweistufig nach rechts abgebogen wird,
- der Fuss- oder Veloverkehr zu stark ist,
- es sich um einen Schulweg handelt,
- der Abbiegeverkehr zu stark ist,
- die Sichtbeziehungen zwischen Kraftfahrern und Zufussgehenden eingeschränkt oder
- zu zügig abgebogen wird und Zufussgehende oder Radfahrende ungenügend beachtet werden.

28.4 Weiteres

Die Anzahl der Fahrstreifen (auch Velo- und Busfahrstreifen) müssen vor und nach dem Knoten jeweils gleich sein.

29 Veloverkehr

29.1 Allgemeines

Als Planungs- und Projektierungsrichtlinie gilt der Masterplan Veloinfrastruktur. Etwaige Priorisierungen und Verbesserungen des Veloverkehrs sind in jedem Projekt zu prüfen und wenn möglich umzusetzen.

Insbesondere die Voranmeldung für den Veloverkehr ist projektspezifisch umzusetzen, damit dem Veloverkehr möglichst früh erkannt und freigegeben werden kann.

Bei koordinierten LSA ist möglichst Koordination über die nächste LSA zu gewährleisten, sofern Knotenabstand geringer als 300 m. Die anzusetzende Progressionsgeschwindigkeit beträgt in der Ebene 7 m/s (ca. 25 km/h).

Es ist stets zu prüfen, ob ein Gratisgrün für den Veloverkehr genutzt werden kann.

29.2 Gleichschaltungsregeln

29.2.1 Velovorstart

Der Veloverkehr erhält generell einen Vorstart von 3s gegenüber dem daneben-/dahinterfahrenen MIV

29.2.2 Gleichschaltungsregel V – MIV

Verläuft der eigensignalisierte Veloverkehr zum MIV, so enden beide Freigaben gleichzeitig. Dabei sind die Übergangszeiten gemäss VSS Norm VSS-40837 zu beachten. Außerdem muss projektspezifisch bei der Berechnung der Zwischenzeiten geprüft werden, ob das Räumintervall um eine Sekunde erhöht wird.

In Ausnahmefällen kann die Freigabe des Velos später enden, z. B. bei einer Dosierfunktion aufgrund Rückstaus.

29.2.3 Gleichschaltungsregel V – FG

Siehe Kapitel 30.4.

29.3 Signalgruppen

Wird der Veloverkehr auf einem eigenen Velostreifen geführt, so ist dieser mit einer separaten Signalgruppe zu steuern.

Indirekter Velolinksabbieger

Für indirekte Velolinksabbieger ist in der Regel eine eigene Signalgruppe vorzusehen. Damit soll verhindert werden, dass Autos von hinten auf bereits wartende Velos auffahren. Dabei ist zu beachten, dass die Velo-Signalgruppe mit einem Versatz zur MIV-Signalgruppe gesteuert wird und entsprechend den Distanzen länger Grün anzeigt.

Aufstellbereich für Velofahrer (Velosack)

Ist in der Zufahrt ein Aufstellbereich für Velofahrer vorhanden, so muss projektspezifisch untersucht werden, ob dieser mit einer eigenen Signalgruppe gesteuert werden soll. Dies ist beispielsweise sinnvoll, um den Velos einen zusätzlichen zeitlichen Vorstart vor dem nachgelagerten MIV zu geben.

30 Fussverkehr

30.1 Allgemeines

30.1.1 *Gratisgrün*

Während VVA-Spitzenprogrammen: FG-Übergang möglichst mit Gratisgrün inklusive aufleuchtender FG-Rückmeldung bedienen, wenn FG kein seltenes Einzelereignis sind und allenfalls nur geringe Verlustzeiten entstehen.

Während VVA-Schwachlastprogrammen: Bei wenig Fahrverkehr und wenig Zufussgehenden ist zur Verringerung der Wartezeiten eine FG-Anmeldung sinnvoll, wenn diese für die Phasendauer im Schwachlastprogramm massgeblich ist.

30.1.2 *Konfliktgrün*

Ein Konfliktgrün zwischen MIV und Fussverkehr stellt eine Ausnahme dar und ist gänzlich zu vermeiden.

Für die Signalisierung von Zufussgehenden und abbiegenden Fahrzeugen unterscheidet man die verträgliche (Phasentrennung) und die bedingt verträgliche Führung (Konfliktgrün).

Eine Mischung von Phasentrennung und Konfliktgrün an einem FG-Übergang von Umlauf zu Umlauf oder zu verschiedenen Tageszeiten ist nicht zulässig.

Werden Zufussgehende mit Konfliktgrün geführt, dann müssen folgende Punkte beachtet werden:

- Der Vorstart der Zufussgehenden zum abbiegenden, bedingt verträglichen MIV beträgt mindestens **3 Sekunden** und ist für jedes Konfliktgrün zu prüfen. Der Versatz Fussverkehr auf Fahrverkehr muss in allen Programmen **exakt** identisch sein, damit die Verkehrsteilnehmenden zu jeder Uhrzeit die gleiche Verkehrssituation vorfinden.
- Keine negativen Versätze.
- Separate Abbiegefahrstreifen links und rechts werden konfliktfrei zum parallelen FG geregelt.
- Das Hinzuschalten eines Zufussgehenden zu bereits freigegebenen Fahrzeugspuren ist nicht zulässig.

30.1.3 *Phasentrennung*

Die Phasentrennung ermöglicht den vollen Signalschutz. Sie führt aber generell für alle Verkehrsteilnehmer zu längeren Wartezeiten als eine Phaseneinteilung mit bedingt verträglicher Führung. Des Weiteren nimmt dann auch die Tendenz zu, kürzere Freigabezeiten für alle Verkehrsteilnehmer schalten zu müssen.

Hinweise zur Phasentrennung Fussverkehr und Links- bzw. Rechtsabbiegern gibt Kapitel 28.2.2 bzw. 28.3.2.

30.2 Gehenparameter

30.2.1 *Freigabeparameter*

Gehgeschwindigkeiten Freigabe

Für die Ermittlung der Mindestgrünzeiten für Zufussgehende ohne Einschränkung wird stets eine Gehgeschwindigkeit v_{FG} von 1,20 m/s angesetzt.

Für die Ermittlung der Mindestgrünzeiten für ZEB (dabei werden hier Mobilitätsbehinderte (MB) und Sehbehinderte/Blinde zusammen betrachtet) wird eine Gehgeschwindigkeit v_{ZEB} von 0,80 m/s angesetzt.

Örtlicher Startpunkt, Endpunkt

Zufussgehende starten idealisiert für die Berechnung am Fahrbahnrand (i. d. R. Trottoir- oder Inselkante) und enden am gegenüberliegenden Fahrbahnrand.

ZEB starten am LSA-Mast mit BV und enden i. d. R. am gegenüberliegenden Fahrbahnrand.

Rundungsschwellwert Gehenzeiten

Rundungsschwellwerte:

- Mindestfreigabezeit FG-Grün (t_{grmin1}): 0,2 s
- Mindestfreigabezeit ZEB (t_{grmin1}): 0,2 s
- Maximales Grün mit Bewegungsmelder: 0,2 s

Beispiel:

Berechnet: 5,19 s; Mindestfreigabezeit FG-Grün gewählt: 5 s

Berechnet: 5,20 s; Mindestfreigabezeit FG-Grün gewählt: 6 s

30.2.2 Räumparameter

Geschwindigkeiten Räumen

Die Räumzeit ist für Zufussgehende mit einer Räumgeschwindigkeit v_R von 1,20 m/s zu bestimmen.

Weglänge Räumen

Zufussgehende räumen bis auf die nächste Schutzinsel bzw. zum nächsten Fahrbahnrand.

Für ZEB werden die BV/BA Signalgruppen analog eingerichtet. Daher ist für SB eine ausreichend lange Freigabezeit vorzusehen, damit während der Freigabezeit immer sicher die gesamte Fahrbahn überquert werden kann.

Sehbehinderte und Blinde müssen bei dieser Einstellung entweder

- a) immer nur bei Freigabebeginn starten oder
- b) falls sie dies nicht tun sich der Freigabe auf der Mittelinsel erneut versichern.

Rundungsschwellwert Räumweg

Der gemessene Räumweg wird für die Berechnung der Räumzeit auf die nächsten 0,5 m aufgerundet.

Beispiel:

Gemessen: 5,1 m; Räumweg gewählt: 5,5 m

Gemessen: 5,6 m; Räumweg gewählt: 6,0 m

Gemessen: 5,5 m; Räumweg gewählt: 5,5 m

30.3 Freigabezeiten

30.3.1 Allgemeines

In der Stadt Bern werden drei verschiedene Freigabenzeiten unterschieden:

1. Mindestfreigabezeit Zufussgehende; verkehrstechnisch sinnvoll minimal zu gebende Freigabezeit und sicherungstechnisch geschützt
2. Mindestfreigabezeit ZEB; sicherungstechnisch geschützte Freigabezeit

3. Maximale Freigabezeit mit Bewegungsmelder; mittels Bewegungsmelder verlängerte Freigabezeit

Dabei gilt für jede Freigabezeit ein Minimum von 5 s.

30.3.2 Gehen-Nachweise; Excel-Tool Gelb- und Freigabezeiten

Für die Berechnung der Gelbzeit, Mindestfreigabezeit (FG sowie ZEB) sowie der maximalen Freigabezeit mit Bewegungsmelder der FG steht ein Excel-Tool von TSB zur Verfügung. Diese Vorlagen können im Anhang G entnommen werden. Damit müssen bei der Projektierung alle entsprechenden Zeiten berechnet und dokumentiert werden. Die «Gehen-Nachweise» sind TSB vorzulegen.

30.3.3 Mindestfreigabezeit Zufussgehende

Es gelten für die Mindestfreigabezeit Zufussgehende folgende Bedingungen:

Tabelle 53: Mindestfreigabezeiten Zufussgehende.

Mindestfreigabezeit FG – ohne Schutzinsel –	$t_{FG,os}$	mind. 5 s; 2/3 Breite des FG-Übergang mit v_{FG} (1,20 m/s); Freigabe- plus Gelbzeit für Bord zu Bord ⁸
Mindestfreigabezeit FG – mit Schutzinsel – längere Richtungsfahrbahn	$t_{FG,ms,IR}$	mind. 5 s; 2/3 längere Richtungsfahrbahn mit v_{FG} ; Freigabe- plus Gelbzeit für Bord zu Schutzinsel
Mindestfreigabezeit FG – mit Schutzinsel – kürzere Richtungsfahrbahn	$t_{FG,ms,kR}$	mind. 5 s; 2/3 kürzere Richtungsfahrbahn mit v_{FG} ; Freigabe- plus Gelbzeit für Bord zu Schutzinsel
Mindestfreigabezeit FG – mit Schutzinsel – über beide FG-Übergänge	$t_{FG,ms}$	längere Richtungsfahrbahn + Inselbreite + 1/3 kürzere Richtungsfahrbahn mit v_{FG} ; Freigabe- plus Gelbzeit für Bord zu Bord ⁹

30.3.4 Mindestfreigabezeiten ZEB

Es gelten für die Mindestfreigabezeit ZEB folgende Bedingungen:

Tabelle 54: Mindestfreigabezeit ZEB.

Mindestfreigabezeit ZEB – ohne Schutzinsel –	$t_{ZEB,os}$	mind. 5 s 2/3 (Breite FG-Übergang + Abstand Mast zu Bord) mit v_{ZEB} (0,80 m/s)
Mindestfreigabezeit ZEB – mit Schutzinsel – über beide FG-Übergänge	$t_{ZEB,ms}$	max. Abstand Mast zu Bord + längere Richtungs- fahrbahn + Inselbreite + 1/3 kürzere Richtungs- fahrbahn mit v_{ZEB}

*Rfbahn...Richtungsfahrbahn

30.3.5 Maximale Freigabezeit mit Bewegungsmelder

Eine Verlängerung der FG-Freigabe mit Bewegungsmelder (BM) ist situativ pro FG-Übergang zu prüfen und zu entscheiden. Typischerweise kommt der BM an FG-Übergängen im Umfeld von Schulhäusern, Spitätern o.ä. zum Einsatz.

Generell empfiehlt sich der Einsatz von BM bei Übergängen mit langen Querungslängen und ohne Schutzinsel. Dort ist die mögliche Spanne zwischen kurzen Freigabezeiten (ohne ansprechen des BM) und langen Freigabezeiten (mit ansprechen des BM) am grössten. Bei FG-Übergängen mit Mittelinsel ist diese Spanne gering, d. h. ein Einsatz empfiehlt sich dort allenfalls bei stark frequentierten Übergängen mit schwankenden FG-Strömen oder vorhandenen Leistungsfähigkeitsproblemen.

⁸ ggf. ist die Mindestfreigabezeit dann zu erhöhen; dort wo Grünzeit und Gelbzeit länger ist als für eine Querung Bord zu Bord (nur bei Übergängen ohne Mittelinsel) notwendig, empfiehlt sich die Kürzung der Gelbzeit auf diese Dauer

Mit Hilfe des BM kann die Freigabezeit an FG-Übergängen ohne Schutzinsel maximal auf die Zeit verlängert werden, die zum Queren des gesamten FG-Übergangs inklusive dem Abstand zum LSA-Mast mit BV mit der Gehgeschwindigkeit v_{ZEB} von 0,80 m/s benötigt wird.

Bei FG-Übergängen mit Schutzinsel kann die Freigabezeit durch den Einsatz eines BM auf die Zeit verlängert werden, die zum Queren des gesamten FG-Übergangs (längere + kürzere Richtungsfahrbahn) inklusive der Inselbreite und dem Abstand zum LSA-Mast mit BV mit der Gehgeschwindigkeit v_{ZEB} von 0,80 m/s benötigt wird.

Es gelten für die maximale Freigabezeit mit Bewegungsmelder folgende Bedingungen:

Tabelle 55: maximale Freigabezeit bei dem Einsatz von BM.

maximale Freigabezeit mit Bewegungsmelder – ohne Schutzinsel –	$t_{BM,oS}$	mind. 5 s; Breite FG-Übergang + Abstand Mast zu Bord mit v_{ZEB} (0,80 m/s)
maximale Freigabezeit mit Bewegungsmelder – mit Schutzinsel –	$t_{BM,mS}$	mind. 5 s; max. Abstand Mast zu Bord + längere Richtungsfahrbahn + Inselbreite + kürzere Richtungsfahrbahn mit v_{ZEB}

Zusammengefasst ist bei Verlängerung der Freigabezeit mit BM folgendes zu beachten:

- Verlängern der Grünzeit; keine Verlängerung der Gelbzeit
- Bewegungsmelder können technisch nicht direkt überwacht werden, d. h. es muss ein Ausfall mittels entsprechender Programmierung (fehlende Detektion in Überwachungszeit) durch die SBF erkannt werden können. Bei Störung ist eine automatische Meldung an den VSR zu senden.
- Keine Schaltung von kurzen Zwischenzeiten (dynamische Zwischenzeiten) beim Einsatz von Bewegungsmeldern.
- Verschiedene technische Ausführung, z. B.: Kamera, Infrarot, Radar.

30.3.6 Grafische Darstellung Gehenzeiten

In Abbildung 46 sind die Strecken zur Berechnung der Mindestfreigabezeit für FG und ZEB sowie der maximalen Freigabezeit mit BM für FG-Übergänge ohne Schutzinsel dargestellt.

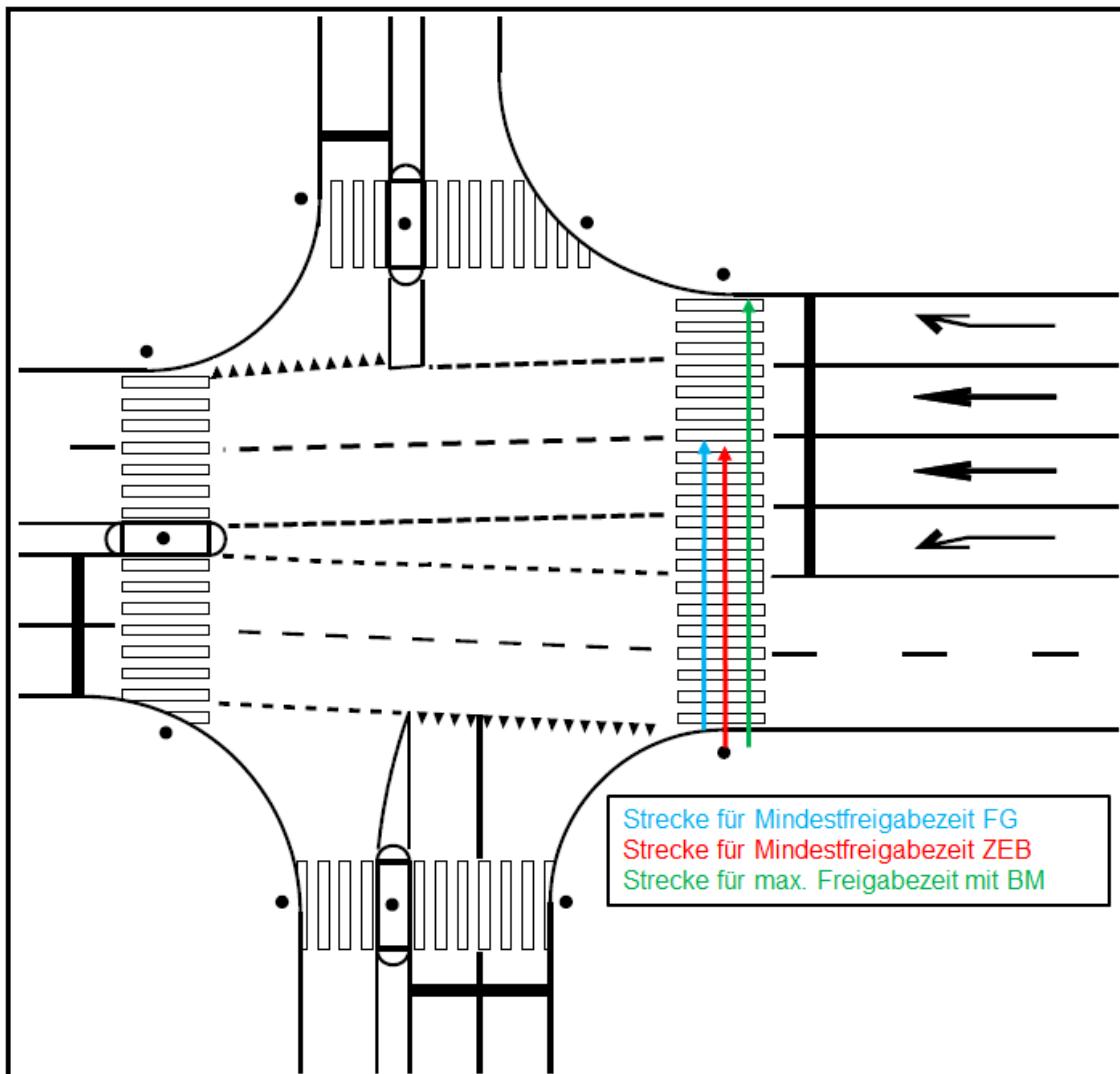


Abbildung 46: Strecken für Freigabezeiten bei FG-Übergängen ohne Schutzinsel.

In Abbildung 47 sind die Strecken zur Berechnung der Mindestfreigabezeit für FG und ZEB sowie der maximalen Freigabezeit mit BM für FG-Übergänge mit Schutzinsel dargestellt.

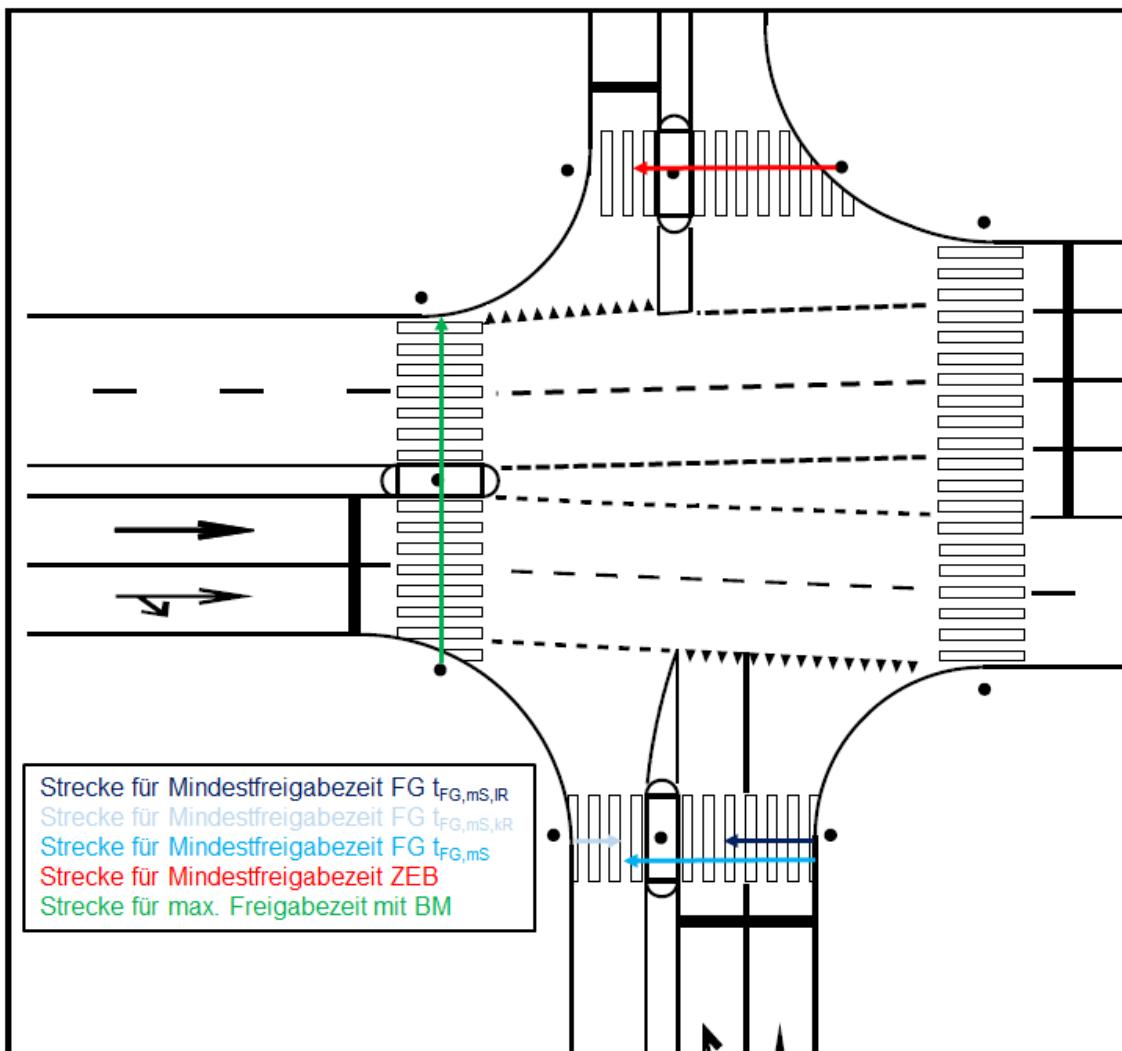


Abbildung 47: Strecken für Freigabezeiten bei FG-Übergängen mit Schutzinsel.

30.4 Schaltweisen

In der Regel werden optische, taktile und akustische Signalgeber für FG-Übergänge gleichgeschaltet (*Anfang-Anfang* und *Ende-Ende*, «Nullversatz»). BV/BA Freigaben werden generell nur auf Anmeldung geschaltet.

Ein Zuschalten BV/BA zum bereits freigegebenen Zufussgehenden über die Hauptrichtung ist nicht zulässig. Es muss ein Rücksprung über ROT in die gleiche Phase erfolgen.

Ein Zuschalten BV/BA zum bereits freigegebenen Zufussgehenden (auch in Konfliktgrün) über die Nebenrichtung ist jedoch zulässig, solange die Mindestfreigabezeiten ZEB eingehalten werden.

Verläuft unmittelbar neben dem FG-Übergang ein eigensignalisierter Veloweg, so ist die Freigabe beider Signalgruppen in der Regel gleich zu schalten.

30.4.1 FG-Übergang ohne Mittelinsel

Einfachübergang mit taktiler Freigabe

Taktiler Signalgeber (BV) ist ein eigener Signalgeber. Er wird nur auf Anforderung geschaltet. Schaltweise:

- Anmeldung ZD während FG-Grün speichert die Anmeldung und löst die FG Quittung nach Abbruch der Freigabe aus. Anschliessende Freigabe des BV.
- Zuschalten über Nebenrichtungen, nicht über Hauptrichtung
- Zwingend optisches Grün zu BV

Einfachübergang mit taktiler und akustischer Freigabe

Taktiler und akustischer Signalgeber sind getrennt, werden jedoch von der selben Signalgruppe und zur selben Zeit angesteuert. Zusatzdrücker fordern die taktile als auch die akustische Freigabe an. Schaltweise:

- Anmeldung ZD während FG-Grün speichert die Anmeldung und löst die FG Quittung nach Abbruch der Freigabe aus. Anschliessende Freigabe des BV und BA.
- Zuschalten über Nebenrichtungen, nicht über Hauptrichtung
- Zwingend optisches Grün zu BV und BA

30.4.2 FG-Übergang mit Mittelinsel

Die Schaltweise erfolgt wie bei Kapitel 30.4.1. Zusätzlich müssen folgende Vorgaben beachtet werden:

Aus Gründen der Eindeutigkeit sollen in der Regel beide Teilübergänge nur in der Zeit freigegeben werden, in der für beide gemeinsam eine Freigabe erfolgen kann.

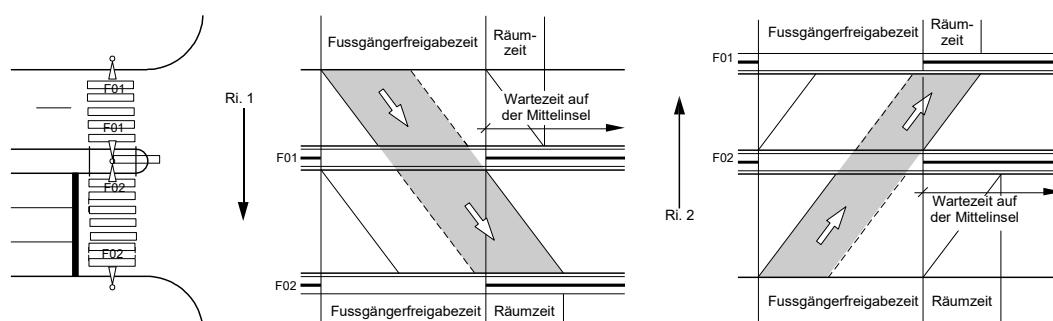


Abbildung 48: Gleichschaltung [FGSV, 2010].

Der Grünbeginn erfolgt an beiden Teilübergängen zur gleichen Zeit. Das Grünende kann unterschiedlich geschaltet werden. Die Gelbzeiten sind jeweils auf den Teilübergang zu bemessen.

Mehrfachübergang mit taktiler und akustischer Freigabe mit einem Drücker auf der Mittelinsel

Taktiler und akustischer Signalgeber ist eine zusammengefasste Signalgruppe welche die Freigabe über den gesamten Übergang signalisiert.

Mehrfachübergang mit taktiler und akustischer Freigabe mit zwei separaten Drückern auf der Mittelinsel

Dies ist nur in Ausnahmefällen in Erwägung zu ziehen.

Taktiler und akustischer Signalgeber ist eine zusammengefasste Signalgruppe, bei dieser Variante werden pro Übergang eine eigene Signalgruppe dafür benötigt. Die Freigabe kann einzeln

erfolgen. Bei dieser Variante ist sicherzustellen, dass es zu keinen Freigabe-Missverständnissen führt. Der Schweizer Blinden- und Sehbehindertenverband SBV ist zwingend einzubeziehen.

30.5 Versetzte Freigabezeiten

Eine versetzte Freigabeschaltung (Anfang-Anfang und Ende-Ende) von Teilübergängen (im Gegensatz zu Kapitel 30.4) kommt in besonderen Ausnahmefällen in Betracht, wenn wegen der Abwicklung des Kraftfahrzeug- oder Tramverkehrs einer der beiden hintereinanderliegenden Teilübergänge früher freigegeben oder früher gesperrt werden muss als der andere.

Aus folgenden Gründen kann es dann günstiger sein, als streng die Gleichschaltungsregeln anzuwenden, in der für den Kraftfahrzeugverkehr früher gesperrten Knotenzufahrt den Fussverkehr bereits freizugeben:

- Zufussgehende werden nicht dazu verleitet, während der Sperrzeit loszugehen. Diese Gefahr besteht aber, wenn die Zufussgehenden noch ROT haben, obwohl die Fahrzeuge in der betreffenden Zufahrt bereits zum Stehen gekommen sind.
- Durch die frühere Freigabe kann unter Umständen erreicht werden, dass Zufussgehende, die bei Freigabezeitbeginn losgehen, den ersten Teilübergang bereits überquert haben und von der Mittelinsel bzw. vom Fahrbahnteiler aus den zweiten Teilübergang betreten, bevor die rechts abbiegenden Kraftfahrzeuge an diesem FG-Übergang eintreffen.

Es wird empfohlen, mögliche längere Freigabezeiten an einem geteilten FG-Übergang nicht zu geben, wenn dies zu Wartezeiten auf einem schmalen Fahrbahnteiler (Breite < 2 m) führen würde. Sind die Freigabezeiten der beiden Teilübergänge so versetzt, dass immer Wartezeiten auf der Mittelinsel bzw. dem Fahrbahnteiler erforderlich sind, empfehlen sich folgende Massnahmen zur Verbesserung der Situation:

- Vergrösserung der Aufstellfläche, z. B. durch Verringerung der Fahrstreifenbreiten oder durch Verbreiterung des FG-Übergangs
- Verkürzung der Wartezeiten durch verkehrsabhängige Steuerung des Fahrzeugverkehrs

Lassen sich versetzte Gehzeiten nicht vermeiden, so darf die Vorlaufzeit über eine Richtungsfahrbahn nur so bemessen sein, dass der nächste Teilübergang frühestens zu deren Freigabebeginn erreicht wird. Die FG-Geschwindigkeit v_{FG} wird hierbei auf 1,5 m/s festgelegt, um auch schnelle Zufussgehende nicht zum Betreten des noch gesperrten Teilübergangs zu verleiten. Der Vor- bzw. Nachlauf eines FG-Signals bei versetzten Gehzeiten muss mindestens 5s betragen.

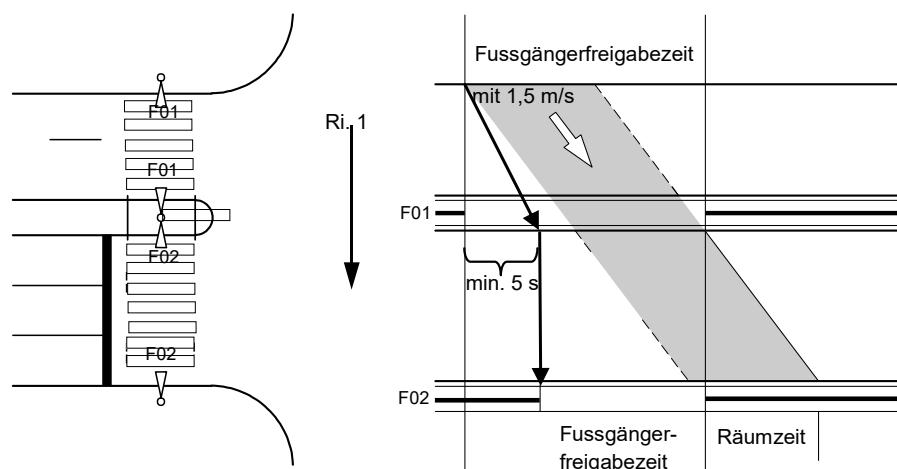


Abbildung 49: Versetzte Gehzeit (min. 5s, $v_{FG} = 1,5 \text{ m/s}$).

Im Bedarfsfall gilt diese Einschränkung bei Fahrbahnteilern, welche breiter als 2 m sind oder bei Fahrbahnteilern mit Haltestellenfunktion nicht zwingend.

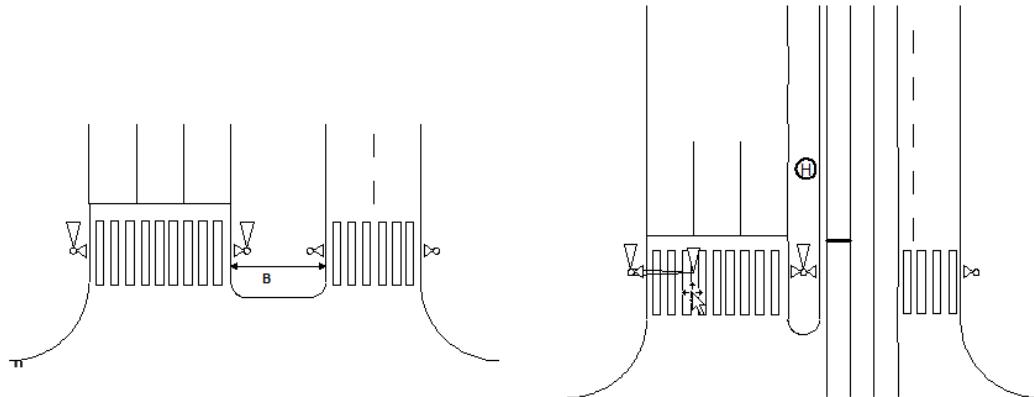


Abbildung 50: Versetzte Gehzeiten bei Fahrbahnteilern > 2 m oder bei Fahrbahnteiler mit Haltestellenfunktion.

30.6 Signalisierung über Tram- und Busverkehrsflächen

Die Signalisierung über Tram- und Busverkehrsflächen ist projektspezifisch zu analysieren und umzusetzen. Nicht in die Signalisierung einbezogene ÖV-Sonderfahrstreifen stellen für Sehbehinderte eine schwierige Situation dar und sollten deshalb – besonders an Stellen, an denen der ÖV mit hohen Geschwindigkeiten fährt – vermieden werden.

31 Öffentlicher Verkehr

31.1 Allgemeines

31.1.1 Haltestelle in Knotenzufahrt

Ausfahrt aus Bucht oder Kap mit gemeinsamer Freigabe mit dem parallelen IV: ÖV-Vorstart so, dass Bus bei Grünbeginn IV Konfliktpunkt erreicht hat; Vorstart min. 4 s.

31.1.2 Tramersatzbetrieb

Bei LSA an Tramlinien muss Tramersatzbetrieb mit Bussen berücksichtigt (Meldepunkte, Rückfallebene etc.) werden.

31.2 Fahrdynamische Berechnungen

Für nicht zwischenzeitenrelevante fahrdynamische Berechnungen wird für Tram und Bus eine konstante Anfahrbeschleunigung von $0,80 \text{ m/s}^2$ angenommen. Die Bremsverzögerung wird konstant für Tram und Bus ebenfalls mit $0,80 \text{ m/s}^2$ für eine angenommene *schnellste Fahrt* angesetzt.

Gefahrene stetige Geschwindigkeiten bei Weichen, Kreuzungen und in Kurven werden vom Fahrzeug von Beginn Bug bis zum Passieren der letzten Achse des Fahrzeugs, d. h. Fahren ohne Ruck, eingehalten.

Tabelle 56: ÖV-Fahrzeulgänge und Position der letzten Achse.

Fahrzeug	Fahrzeulgänge l_{FZ} [m]	Position der letzte Achse ab Bug [m]
Tram kurz	34	33
Tram lang	42	41*
Gelenkbus	18	15
Standardbus	12	9

* Fahrwerksabstand erste zur letzten Achse ca. 40 m

Stumpfe Weichen werden von Trams mit **25 km/h** befahren. Gleiskreuzungen und spitz befahrene Weichen werden mit **15 km/h** befahren.

Geschwindigkeit in der Kurve von Tram und Bus: $V = \sqrt{13 \cdot r}$, ohne Ansatz Überhöhung mit V [km/h] und r [m]

Tabelle 57: Dynamik bei schnellster und langsamster Fahrt.

Fahrzeug	schnellste Fahrt	langsamste Fahrt
Querruck	$0,67 \text{ m/s}^3$	$0,50 \text{ m/s}^3$
Seitenbeschleunigung	$1,00 \text{ m/s}^2$	$1,00 \text{ m/s}^2$
Beschleunigung	$0,80 \text{ m/s}^2$	$0,80 \text{ m/s}^2$
Verzögerung	$0,80 \text{ m/s}^2$	$0,80 \text{ m/s}^2$
Fahrzeug	kurz	lang

Höchstgeschwindigkeit auf den Eigentrassen (z. B. Saali oder Seftigenstrasse) ist gemäss dem *Geschwindigkeitsreglement* von BEM 60 km/h.

Von BEM festgelegte betriebliche Höchstgeschwindigkeiten begrenzen die technisch machbare Geschwindigkeit der fahrdynamischen Berechnung und müssen daher zusätzlich beachtet werden. Die betrieblichen Höchstgeschwindigkeiten werden auf Anfrage von BEM zur Verfügung gestellt.

31.3 ÖV-Signale

31.3.1 Rechtliche Grundlagen

Signalisationsverordnung (SSV)

Art. 69 Abs. 2: Weisse Lichter in besonderer Anordnung richten sich ausschliesslich an die Führer von Fahrzeugen im öffentlichen Linienverkehr; sie sind für diese verbindlich.

Art. 70 Abs. 8: Als Sondersignale für Fahrzeuge im öffentlichen Linienverkehr dürfen nur weisse Lichter in besonderer Anordnung verwendet werden.

VSS-40836 Gestaltung der Signalgeber

Für Fahrzeuge im öffentlichen Linienverkehr gibt es besondere Vorschriften.

Die Leuchtfelder für Strassenbahnen und Trolleybusse richten sich zudem nach Signalreglementen der Verkehrsbetriebe, die der Genehmigung der Aufsichtsbehörde des Bundes bedürfen.

Standard Kanton Bern

Die Darstellungen der Signale für den strassengebundenen öffentlichen Verkehr werden als Standard im Kanton Bern angewendet.

Signalreglemente

Die Verkehrsbetriebe haben eigene Signalreglemente. Die Reglemente dienen den Fahrzeugführern als Handbuch und sind betriebsintern verbindlich.

31.3.2 Allgemeine Grundlagen

Fahrsignale

Fahrsignale zeigen dem Führer des öffentlichen Verkehrs, welche Fahrbeziehung in der Steuerung geregelt wird. Je nach Anzeigebild ist eine Fahrt ohne Konflikt oder eine konfliktbehaftete Fahrt möglich.

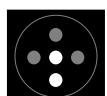


Abbildung 51: Fahrsignal im Fünf-Punktsignal.

Fünf-Punktsignal werden eingesetzt:

1. immer wenn ein Tram geregelt wird, auch wenn parallel ein MIV-Signalgeber beachtet werden könnte oder
2. wenn ein Bus in Sonderphasen verkehrt, die unabhängig von anderen Verkehrsteilnehmenden geschaltet werden oder
3. wenn Bussen ein Fahrbereitschaftssignal (Bild A1) angezeigt werden soll.

Konfliktsituationen ÖV-Fahrzeuge

Für Tram und Bus können «Konfliktsituationen» zugeordnet werden. Diese Konfliktsituationen werden in Tabelle 58 dargestellt. Bei einem vorhandenen Konflikt wird die Freigabe entsprechend F5 – F7 dargestellt.

Tabelle 58: Konfliktsituationen ÖV-Fahrzeuge.

Konfliktarten	Regelung Konfliktstrom	ÖV-Fahrzeug	Konfliktsituation
1 Freie Fahrt	1. ohne	Tram Bus	1. Gesicherte Freigabe, kein Konflikt
2 Fahrt, mit Vortritt	2.1 Konfliktstrom signalisiert	Bus	2.1.1 Rechtsabbiegefahrstreifen links von Busspur
		Tram Bus	2.1.2 Gegenlinksabbieger frei
		Tram Bus	2.1.3 T/B in Mittellage, Linksabbieger in glei- cher Richtung frei
	2.2 Konfliktstrom ungeregelt	Tram	2.2.1 FG-Übergang
		Tram Bus	2.2.2 T/B über «Platz» (FG mit Randstein) + FG ohne FG-Übergang
		Tram	2.2.3 Trottoirüberfahrt von Fahrbahn
		Tram Bus	2.2.4 Einbiegender Individualverkehr aus Ne- benrichtung
3 Fahrt, kein Vortritt	3.1 Konfliktstrom signalisiert	Bus	3.1.1 Busbucht
		Tram Bus	3.1.2 Linksabbieger und Gegenverkehr frei
		Tram Bus	3.1.3 Rechtsabbieger und Fussverkehr frei
		Tram Bus	3.1.4 Einordnen aus Mittellage/Seitenlage
	3.2 Konfliktstrom ungeregelt	Bus	3.2.1 FG-Übergang
		Bus	3.2.2 Trottoirüberfahrt von Fahrbahn
		Tram Bus	3.2.3 Trottoirüberfahrt auf Fahrbahn (Halte- stelle, Depot)
		Tram Bus	3.2.4 Einordnen aufgrund Spurreduktion
		Tram Bus	3.2.5 Individualverkehr, einbiegen ÖV

Orientierungssignal

Orientierungssignale sind Abfertigungs- und Quittungssignale. Abfertigungssignale werden weiter in Fahrbereitschafts- und Abfahrauftragssignal unterschieden.

Quittungssignal

Die Anmeldequittung am Hauptsignalgeber ist bei Eingang der Anmeldung am Quittungssignal einzuschalten. Das Leuchten des Signalgebers bedeutet als Bestätigung, dass die Anmeldung im Steuergerät gespeichert wurde. Liegt eine Anmeldung vor und wird ein Fahrbereitschafts- oder Ankündigungs signal geschaltet, dann blinkt Lampe 5. Während der ÖV-Freigabe leuchtet die Anmeldequittung (auch bei Notanmeldung), sofern noch eine Anmeldung vorliegt. Spätestens bei Abmeldung ist das Quittungssignal zu löschen. Während der Anzeige «Halt zu erwarten» löscht die Quittungslampe, auch dann, wenn noch eine Anmeldung gespeichert ist, und schaltet ggf. bei noch vorliegender Anmeldung im Signalbild «Halt» wieder ein.

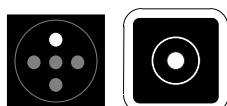


Abbildung 52: Quittungssignal im Fünf-Punktsignal integriert/eigenständiges Quittungssignal.

Abfertigungssignal

Fahrbereitschaftssignal: Für Fahrzeuge aus dem Haltestellenbereich ist nach dem Fahrbereitschaftssignal zwingend gesichert die Freigabe anzuseigen. Eine Grün/Rot-Gelb-Verriegelung oder Gelb/Rot-Gelb-Verriegelung ist daher zum räumenden Verkehr je nach SBF nicht vorzusehen. Die Anzeigedauer muss immer exakt 5 s betragen, dadurch darf die Freigabe nicht verzögert werden. Die Steuerung darf zwingend keine längeren Zeiten zulassen.

Abfahrauftragssignal: Dieses Signal orientiert den Fahrer, dass bei einem Abfahren aus der Haltestelle am nächsten Signalquerschnitt ein Freigabefenster zu erwarten ist. Dadurch kann ein Stopp vor der LSA vermieden werden.

Einsatz der Signale

ÖV-Signale werden je nach Bedarf in Absprache mit den Verkehrsbetrieben eingesetzt.

31.3.3 **Technische Grundlagen**

Fünf-Punktsignal

Für den öffentlichen Verkehr werden Spezial-Signalgeber mit einem Durchmesser von 200 mm mit i. d. R. fünf weissen LED eingesetzt.

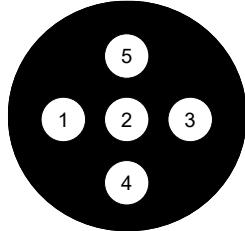


Abbildung 53: Fünf-Punktsignal mit Nummerierung der Einzellampen.

Bei einem Vier-Punktsignal wird das Quittungs- und Ankündigungssignal der Lampe 5 durch einen separaten Signalgeber angezeigt.

Lampenüberwachung – primär

Keine Primärüberwachung der Lampen, insbesondere nicht der Lampen 1, 2 und 3.

Lampenüberwachung – sekundär

Bei Lampenausfall einer Lampe 1 bis 5 ergeht eine Störungsmeldung an den Betreiber der LSA (z. B. über Fernüberwachung im Kanton Bern oder VSR in der Stadt Bern).

Blinkzustand Lichtsignalanlage

Im Blinkzustand der LSA blinkt beim Punktsignal eine Lampe (i. d. R. Lampe 2).

Dunkelzustand Lichtsignalanlage

Der Grundzustand für ÖV an LSA im Dunkelzustand ist in i. d. R. DUNKEL. In der Stadt Bern ist der Grundzustand mit dem Bild «Halt» (Bild F0) darzustellen.

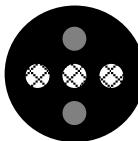
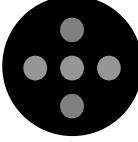
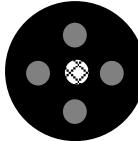
Für den Zustand GESPERRT kann in der Stadt Bern (Programmierung VS-PLUS) nicht gleichzeitig «DUNKEL» und «Halt» definiert werden.

31.3.4 **Fahrsignale**

Regel-Fahrsignale

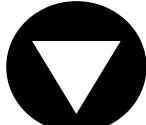
Tabelle 59: Regel-Fahrsignale.

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Halt	F0		Drei weisse Punkte (1, 2, 3) waagrecht	Halt	
Ankündigungssignal	F1	 Blinken 2 Hz	Ein weisser Punkt (5), Blinken mit 2 Hertz und Signal F0	Fahrt folgt	Bei LSA auf der freien Strecke. Feste Anzeigedauer: 2 s Auch in Festzeitprogrammen und bei Gratisfreigabe in verkehrsabhängigen Programmen. Nach Anzeige muss Freigabe erfolgen.
Fahrt geradeaus	F2		Zwei weisse Punkte (2, 4) gerade	Fahrt geradeaus	Bei verkehrstechnisch gesicherter Führung
Fahrt nach rechts	F3		Zwei weisse Punkte (3, 4) rechts	Fahrt nach rechts	Analog Signal F2
Fahrt nach links	F4		Zwei weisse Punkte (1, 4) links	Fahrt nach links	Analog Signal F2
Konfliktignal geradeaus	F5	 Blinken 1 Hz	Zwei weisse Punkte (2, 4) gerade, Blinken mit 1 Hertz	Fahrt geradeaus mit Konflikt	Bei bedingt verträglicher Freigabe in Konflikt gegenüber geregelten und ungeregelten Verkehrsströmen
Konfliktignal rechts	F6	 Blinken 1 Hz	Zwei weisse Punkte (3, 4) rechts, Blinken mit 1 Hertz	Fahrt nach rechts mit Konflikt	Analog Signal F5
Konfliktignal links	F7	 Blinken 1 Hz	Zwei weisse Punkte (1, 4) links, Blinken mit 1 Hertz	Fahrt nach links mit Konflikt	Analog Signal F5

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Halt zu erwarten	F8	 Blinken 2 Hz	Drei weisse Punkte (1, 2, 3) waagrecht, Blinken mit 2 Hertz	Halt zu erwarten	<p>Dauer abhängig von der Geschwindigkeit an der Haltelinie.</p> <p>Tram: Bei ausnahmslosen Halt vor dem Knoten mit Anzeigedauer: 2 s bei $v \leq 18 \text{ km/h}$</p> <p>Ohne ausnahmslosen Halt vor dem Knoten mit Anzeigedauer: 2 s bei $v \leq 18 \text{ km/h}$ 3 s bei $18 \text{ km/h} < v \leq 30 \text{ km/h}$ 4 s bei $30 \text{ km/h} < v \leq 40 \text{ km/h}$ 5 s bei $40 \text{ km/h} < v \leq 50 \text{ km/h}$ 6 s bei $50 \text{ km/h} < v \leq 60 \text{ km/h}$</p> <p>Bus: Bei ausnahmslosen und ohne ausnahmslosen Halt vor dem Knoten mit Anzeigedauer: 3 s bei $v \leq 50 \text{ km/h}$ 4 s bei $50 \text{ km/h} < v \leq 60 \text{ km/h}$ 5 s bei $60 \text{ km/h} < v \leq 70 \text{ km/h}$</p>
Dunkel	F9		Alle fünf Punkte dunkel	Ruhebild	Alternatives Ruhebild zu Signal F0
LSA blinkend	F10	 Blinken 1 Hz	In der Regel blinkt mittlerer Punkt mit 1 Hertz	LSA blinkend	LSA in Störung, nicht betriebsbereit

Unterstützende Fahrsignale

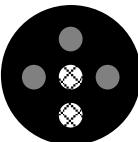
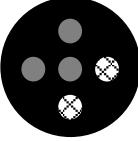
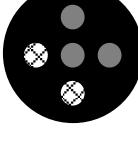
Tabelle 60: Unterstützende Fahrsignale.

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Progressiv geschaltetes Vorsignal	F11		Ein weisser Balken senkrecht, D = 200 mm	Fahrt am Hauptsignal zu erwarten (an) Und Halt am Hauptsignal zu erwarten (dunkel)	Das Signalbild «Dunkel» wird gezeigt, wenn am Hauptsignal F0 zu erwarten ist. Das Signalbild F10 wird gezeigt, wenn am Hauptsignal der Phasenübergang zur Freigabe bereits eingeleitet ist, nachdem an den Zufahrten der Konflikt-Verkehrsströme die Freigabezeiten beendet wurden. Das ÖV-Fahrzeug kann seine Fahrt kontinuierlich fortsetzen. Anzeigedauer: 2 s
Vorfahrt achten	F12		Weisses Lichtdreieck mit Spitze nach unten, einfeldig	Kein Vortritt	Funktion ist vergleichbar mit der Signalisation 3.02 «Kein Vortritt». Signal dient als verkehrsabhängiger Hinweis/Warnung vor einem vortrittsberechtigtem Bus/Tram in Konflikt.

Nicht mehr verwendete Fahrsignale

Folgende bestehende Fahrsignale sind zu ersetzen, können bis auf Weiteres noch im Betrieb bleiben:

Tabelle 61: Nicht mehr verwendete Fahrsignale.

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Halt zu erwarten nach geradeaus	F97		Zwei weisse Punkte (2, 4) gerade, Blinken mit 2 Hertz Blinken 2 Hz	Halt zu erwarten	Ersetzt durch Signal F8
Halt zu erwarten nach rechts	F98		Zwei weisse Punkte (3, 4) rechts, Blinken mit 2 Hertz Blinken 2 Hz	Halt zu erwarten	Ersetzt durch Signal F8
Halt zu erwarten nach links	F99		Zwei weisse Punkte (1, 4) links, Blinken mit 2 Hertz Blinken 2 Hz	Halt zu erwarten	Ersetzt durch Signal F8

31.3.5 Orientierungssignale

Quittungssignale

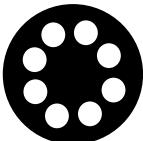
Tabelle 62: Quittierungssignale.

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Quittungssignal am Hauptsignalgeber	Q1		Ein weisser Punkt (5) und F0 oder F2 bis F7	Anmeldung liegt vor	Anzeige der Anmeldung an allen Fünf-Punktsignalen. Das Aufleuchten hat keinen Zusammenhang mit Dauer bis Freigabebeginn. In Festzeitprogrammen und bei Gratistfreigabe keine Anzeige. <i>Quittungslampe</i> löscht erst bei Abmeldung, immer während «Halt zu erwarten» und bei Zwangsabmeldung in jedem Bild.
Quittungssignal auf freier Strecke ⁹	Q2		Ein weißer Punkt, Durchmesser Licht 80 mm bei D = 200 mm, 120 mm bei D = 300 mm	Anmeldung liegt vor	Anzeige der Anmeldung auf freier Strecke. Verwendung bei zügiger Annäherung an die LSA. Das Aufleuchten hat keinen Zusammenhang mit Dauer bis Freigabebeginn. In Festzeitprogrammen und bei Gratistfreigabe keine Anzeige. <i>Quittungslampe</i> löscht erst bei Abmeldung und bei Zwangsabmeldung in jedem Bild.
Quittungssignal auf freier Strecke am Hauptsignalgeber	Q3		Ein weißer Punkt, Durchmesser Licht 80 mm bei D = 200 mm, 120 mm bei D = 300 mm, in Verbindung mit einem Vier-Punktsignal	Anmeldung liegt vor	Anzeige der Anmeldung auf freier Strecke am Hauptsignalgeber in Verbindung mit einem Vier-Punktsignal. Optionale Anzeige zu Q2 am Hauptsignalgeber möglich. Verwendung bei zügiger Annäherung an die LSA oder bei ungünstigen Sichtverhältnissen. Das Aufleuchten hat keinen Zusammenhang mit Dauer bis Freigabebeginn. Ankündigung Signal Freigabe analog F1. In Festzeitprogrammen und bei Gratistfreigabe keine Anzeige. <i>Quittungslampe</i> löscht erst bei Abmeldung, immer während «Halt zu erwarten» und bei Zwangsabmeldung in jedem Bild.

⁹ ohne vorgelagerte Haltestelle oder sonstige Haltpunkte
HB LSA BE V 2.1

Abfertigungssignale

Tabelle 63: Abfertigungssignale.

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Fahrbereitschafts-signal	A1		Ein weisser Punkt (5), Blinken mit 1 Hertz und Signal F0	Fahrbereitschaft herstellen	Bei ausnahmslosen Halt vor dem Knoten. Feste Anzeigedauer: 5 s Auch in Festzeitprogrammen und bei Gratisfreigabe in verkehrsabhängigen Programmen. Nach Anzeige muss Freigabe erfolgen.
Abfahrauftragssignal	A2		Ein weiss leuchtender Ring, D = 200 mm	Abfahren	Bei Abfahren aus der Haltestelle ist ein Freigabefenster am nächsten Signalquerschnitt zu erwarten.

31.3.6 Zusatztafeln am Signalgeber

Am Signalgeber kann als zusätzliche Erläuterung zum Signalbild eine Zusatztafel mit einer entsprechenden Information angebracht werden.

Tabelle 64: Zusatztafeln am Signalgeber.

Bezeichnung		Signalbild	Signalbild (Text)	Bedeutung	Erläuterung
Zusatztafel Tram	Z1		Grosses T auf weisser Tafel	Signalgeber gilt nur für Tram und Tramersatz	Das Signal ist nur für den Tram- und Tramersatzbetrieb gültig.
Zusatztafel Bus	Z2		Grosses B auf weisser Tafel	Signalgeber gilt nur für Bus	Das Signal ist nur für den Busbetrieb gültig.
Zusatztafel Richtung	Z3		Pfeil geradeaus, rechts oder links auf weisser Tafel	Signalgeber gilt nur in angezeigte Richtung	Bei Verwendung von nur einem Signalgeber bei verzweigenden Linienverläufen, wobei nur die angezeigte Richtung den Signalgeber zu beachten hat.
Zusatztafel Richtungen	Z4		Kombinationspfeil auf weisser Tafel	Signalgeber gilt in angezeigte Richtung	Bei Verwendung von nur einem Signalgeber bei verzweigenden Linienführungen, wobei beide Richtungen den Signalgeber zu achten haben.
Manuelle Anmeldung	Z5		Tasten- und Blitzsymbol auf weisser Tafel	Manuelle Anmeldung	Anmeldung mit Dienstkanaltaster im Fahrzeug oder Schlüsselkontakt am Mast.
Manuelle Anmeldungen Richtungen	Z6		Tasten- und Blitzsymbol und zu wählende Fahrtrichtung auf weisser Tafel	Manuelle Anmeldung	Anmeldung mit Dienstkanaltaster im Fahrzeug oder Schlüsselkontakt am Mast. Bei IFAS: Entsprechend den Pfeilen am Bordrechner. Bei NF: Richtung schwarzer Pfeil: Tastendruck ≤ 3 s Richtung weisser Pfeil: Tastendruck > 3 s

Höhe der Tafeln Z1 bis Z5: entsprechend der Signalgeberkammer ÖV

(Bei D = 200 mm ca. 266 mm, je nach Hersteller)

Höhe der Tafel Z6:

entsprechend zwei Signalgeberkammern ÖV (ca. 532 mm)

Zeichen Z1, Z2, Z4, Z5, Z6:

Schrifthöhe 15 cm

Zeichen Z3:

Schriftbreite 15 cm

31.3.7 Standardisierte Abfolgen der Signalbilder

Tabelle 65: «Fahrt» auf freier Strecke.

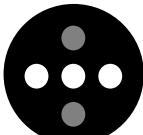
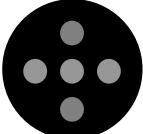
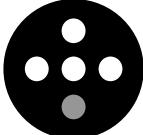
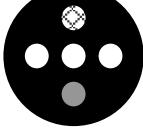
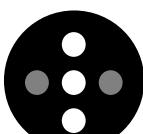
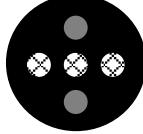
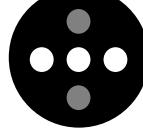
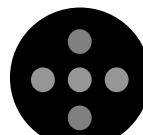
Bezeichnung		Signalbild
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	
Halt mit Quittungssignal	F0 + Q1	
Ankündigungssignal	F1	
Fahrt geradeaus mit Quittungssignal <i>(oder Signale F3/F4)</i>	F2 + Q1	
Halt zu erwarten	F8	
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	

Tabelle 66: «Fahrt» mit vorgelagerter Haltestelle.

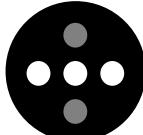
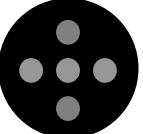
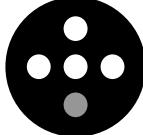
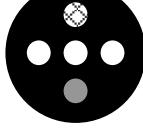
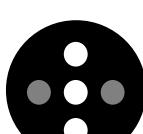
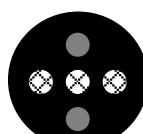
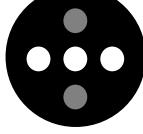
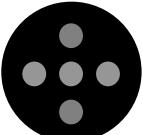
Bezeichnung		Signalbild
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	
Halt mit Quittungssignal	F0 + Q1	
Fahrbereitschafts- signal	A1	
Fahrt geradeaus mit Quittungssignal <i>(oder Signale F3/F4)</i>	F2 + Q1	
Halt zu erwarten	F8	
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	

Tabelle 67: Fahrt mit «Konfliktignal» auf freier Strecke.

Bezeichnung		Signalbild
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	
Halt mit Quittungssignal	F0 + Q1	
Halt mit Ankündigungssignal	F0 F1	
Konfliktignal geradeaus mit Quittungssignal	F5 + Q1	
Konfliktignal nach links mit (analog nach rechts)	F7 + Q1	
Quittungssignal	Q1	
Halt zu erwarten	F8	
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	

Tabelle 68: Fahrt mit «Konfliktignal» mit vorgelagerter Haltestelle.

Bezeichnung		Signalbild
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	
Halt mit Quittungssignal	F0 + Q1	
Halt mit Fahrbereitschaftssignal	F0 A1	
Konfliktignal geradeaus mit Quittungssignal	F5 + Q1	
Konfliktignal nach links mit (analog nach rechts)	F7 + Q1	
Quittungssignal	Q1	
Halt zu erwarten	F8	
Halt (Ruhebild)	F0	
Dunkel (Ruhebild)	F9	

Gilt auch für gesicherten konfliktfreien Vorstart und Nachlauf aus der Haltestelle.

31.3.8 Anordnung der Signalgeber (Beispiele)

Die Erkennbarkeit der Signalgeber für ÖV-Lenkende ist massgebend. Die Anordnung der Signalgeber erfolgt in Absprache mit dem LSA-Betreiber und den Verkehrsbetrieben.

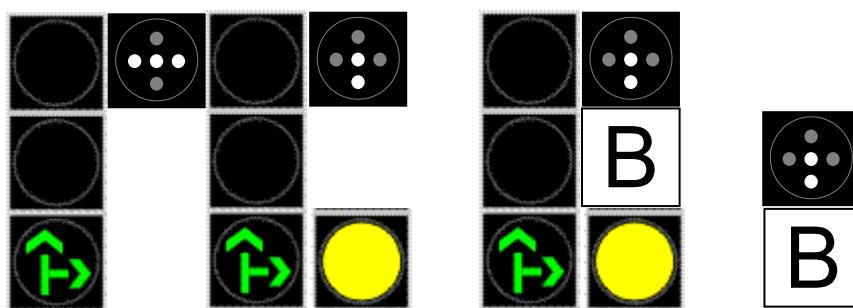


Abbildung 54: Ein Fünf-Punktsignal am Normalmast.

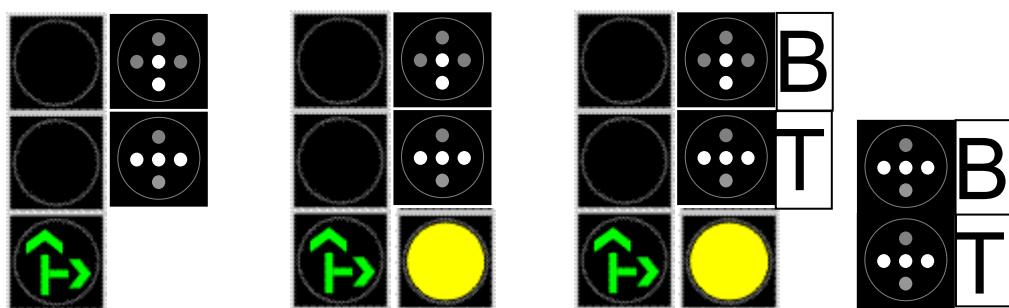


Abbildung 55: Zwei Fünf-Punktsignale am Normalmast.

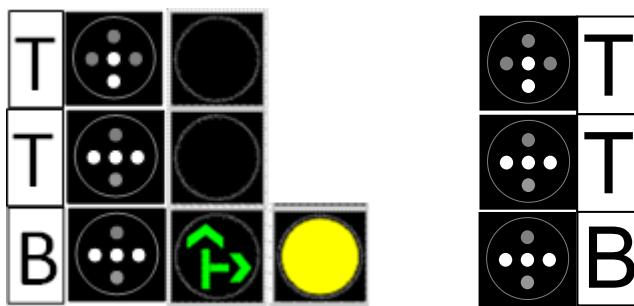


Abbildung 56: Drei Fünf-Punktsignale am Normalmast.

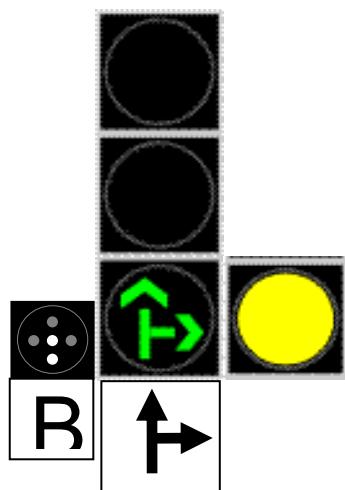


Abbildung 57: Ein Fünf-Punktsignal D = 200 m oben an Mastausleger mit MIV-Signalgeber D = 300 mm.

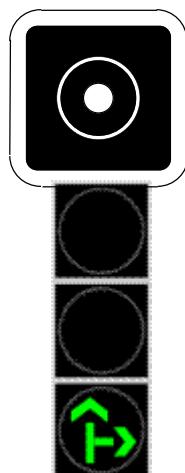


Abbildung 58: Ein Quittungssignal Q3; D = 200 mm an Normalmast.

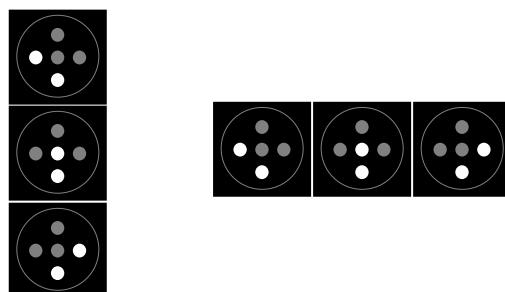


Abbildung 59: Vertikale und horizontale Montagereihenfolge: links, geradeaus, rechts.

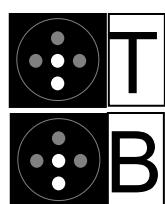


Abbildung 60: Montagereihenfolge: Tram vor Bus.

31.3.9 Ansteuerung Fünf-Punktsignale – Anzahl Signalgruppen

Mit der Migration der LSA an den neuen VSR der Stadt Bern wurde entschieden, die Fünf-Punktsignale in der Regel über drei Signalgruppen anzusteuern. So ist es möglich, alles in der Work-Suite (VIAP) zu definieren. Die Signalgruppen werden wie folgt verwendet:

- B oder T: Fahrsignal Bus oder Tram.
- BQ oder TQ: Quittungssignal Bus oder Tram.
- BF oder TF: Hilfssignal Bus oder Tram mit dem entsprechenden Anwurf Fahrbereitschafts- oder Ankündigungssignal. Das Hilfssignal wird dann im STG mit der Quittungsansteuerung überlagert.

Dazu bitte das Dokument «Factsheet Grundversorgung v02-01-00» im Anhang H konsultieren.

Im Verkehrsrechner muss das Hilfssignal nicht dargestellt werden, da es keinen zusätzlichen Nutzen bietet. Das zusammengesetzte Quittungssignal bietet im VSR alle Informationen.

In Ausnahmefällen und nach Absprache kann auf diese Ansteuerungsart verzichtet werden. Wenn die Anzahl Signalgruppen nicht ausreicht, kann nach Absprache für weniger wichtige Signale (Depot Ein- Ausfahrten) auf diese Ansteuerung verzichtet werden.

32 Vorrangschaltung für Einsatzfahrzeuge

32.1 Allgemeines

Einsatzfahrzeugrouten (EFR; Notfallrouten) können vom Feuerwehr-, Kantonspolizei- oder Sanitätspolizei-Rechnerterminal geschalten werden. Pläne dazu können dem Anhang F entnommen werden.

Eine Anforderung der Notfallrouten erfolgt über den VSR. Die Ansteuerung der Notfallroute erfolgt via Verkehrsstromschaltung mittels Z-Sondereingriff, welche durch den VSR an das Steuergerät gemeldet wird. Das Schaltbild bleibt solange an den einzelnen LSA anstehend, wie die Anforderung vom VSR ansteht. Die Ausschaltung der Notfallphase erfolgt nach fest definierter Einschaltzeit, welche im VSR hinterlegt ist, oder durch eine Abmeldung des Einsatzfahrzeugs via Lückenerkennung (10 s) der NF-Abmeldeschleife. Die Abmeldung wird durch das Steuerverfahren an den VSR zurückgegeben, um eine allfällige Neuberechnung des «Trichters» durchführen zu können.

Die übrigen im Anhang F dargestellten Dokumente (Routentabellen und Massnahmenkatalog) sind für die Planung und Realisierung zwingend zu konsultieren.

32.2 Detektoren für Einsatzfahrzeuge

Es gibt keine Anmeldedetektoren für Einsatzfahrzeuge.

Abmelddetektoren

Die NF-Signalempfänger (System TRANS-X) müssen von der SBF geliefert werden. Die Detektorauswerter sind im Steuergerät einzubauen.

NF-Schleifen werden lediglich zur örtlichen Abmeldung an der LSA und Rückmeldung an den VSR verwendet. Die NF-Schleifen sind ggf. auf benachbarte Fahrstreifen zu verbreitern, d. h. eine zügige Fahrweise mit Überholvorgängen muss berücksichtigt werden.

Die Konfiguration der Abmeldeschleifen ist im Anhang C ersichtlich.

NF-Schleifen (nur für Abmeldung):

- Nab[Signalgruppennummer] beginnend bei 1
z. B. Nab1, Nab2, ...

Eine Prüfung der NF-Schleifen muss vor der Inbetriebnahme durch die SBF respektive den Verkehrsingenieur erfolgen. Ein entsprechendes Testgerät, welches die Durchfahrt des Einsatzfahrzeugs simuliert, kann bei TSB beim zuständigen PL LSA abgeholt werden.

33 Normen und Vorschriften

33.1 Allgemeines

Die LSA haben grundsätzlich den neuesten eidgenössischen, kantonalen und kommunalen Gesetzen, Verordnungen, Erlassen, Normen und Vorschriften sowie den massgebenden Publikationen der Berufsverbände zu genügen.

Mit einem europäischen Zertifikat versehene Anlageteile sind zugelassen.

Für die administrative Abwicklung des Auftrages sind insbesondere die neusten Ausgaben des Obligationsrechts (OR), des Zivilgesetzbuchs (ZGB) und der SIA-Norm 118 «Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten» massgebend. Weiter gelten die SN der VSS; insbesondere die nachfolgend aufgeführten Normen.

Allfällige Abweichungen von den technischen Spezifikationen sind in jedem Fall mit TSB abzusprechen.

Für die Planung, Projektierung, Herstellung und Montage gelten (ohne Anspruch auf Vollständigkeit und Aktualität) u. a. nachfolgend genannten allgemeinen Normen, Vorschriften, Richtlinien und Spezifikationen und Vorlagen.

33.2 Schweizer Normen des VSS

33.2.1 *Lichtsignalanlagen*

VSS-40023A	Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen
SN-640832	Lichtsignalanlagen; Kopfnorm
VSS-40833	Lichtsignalanlagen; Nutzen inkl. Beilage
VSS-40834	Lichtsignalanlagen; Phasentrennung inkl. Beilage
VSS-40835	Lichtsignalanlagen; Abschätzen der Leistungsfähigkeit
VSS-40836	Lichtsignalanlagen; Gestaltung Signalgeber
VSS-40836-1	Lichtsignalanlagen; Signale für Sehbehinderte
VSS-40837	Lichtsignalanlagen; Übergangszeiten und Mindestzeiten
VSS-40838	Lichtsignalanlagen; Zwischenzeiten
VSS-40839	Lichtsignalanlagen; Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs an Lichtsignalanlagen
VSS-40840	Lichtsignalanlagen; Koordination in Strassenzügen mit der Methode der Teilpunktressorten
VSS-40842	Lichtsignalanlagen; Abnahme, Betrieb, Wartung
VSS-71510	Höhengleiche Kreuzung Schiene - Strasse; Signalisation und Betrieb

33.2.2 *Signale und Markierungen*

SN-640846	Signale; Anordnung an Haupt- und Nebenstrassen
SN-640850A	Markierungen; Ausgestaltung und Anwendungsbeispiele
SN-640851	Besondere Markierungen; Anwendungsbereiche, Formen und Abmessungen
SN-640852	Markierungen; Taktile-visuelle Markierungen für blinde und sehbehinderte Fußgänger
SN-640862	Markierungen; Anwendungsbeispiele für Haupt- und Nebenstrassen
VSS-40885	Temporäre Signalisation, Leiteinrichtungen - Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen
VSS-40886	Temporäre Signalisation auf Haupt- und Nebenstrassen; inkl. Anhang

33.2.3 Weitere SN des VSS

SN-640010	Strassenverkehrsunfälle; Unfallanalysen sowie Kurz-, Gefahren- und Risikoanalysen (inkl. Anhang)
SN-640800	Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen; Grundnorm
SN-640802	Verkehrsbeeinflussung; Fahrstreifen-Lichtsignal-System
VSS-41824	Kosten-Nutzen-Analysen im Strassenverkehr; Unfallraten und Unfallkostensätze

33.3 Nationale Elemente europäischer Normen des CEN

SN EN 12352	Anlagen zur Verkehrssteuerung; Warn- und Sicherheitsleuchten (SN 640 844-1a-NA)
SN EN 12368	Anlagen zur Verkehrssteuerung; Signalleuchten (SN 640 844-2a-NA)
SN EN 12675 2019	Steuergeräte für Lichtsignalanlagen; Funktionale Sicherheitsanforderungen
SN ENV 13563	Anlagen zur Verkehrssteuerung; Fahrzeug-Detektoren (SN 671 864-1)
SN EN 50293	Elektromagnetische Verträglichkeit; Strassenverkehrs- Signalanlagen – Produktnorm
SN EN 50556	Straßenverkehrs-Signalanlagen
SN EN 61508	Funktionale Sicherheit sicherheitsbezogener elektrischer/elektronischer/programmierbarer elektronischer Systeme

33.4 Weitere Verordnungen, Vorschriften und Merkblätter

SR 734.27	Verordnung über elektrische Niederspannungsinstallationen (Niederspannungs-Installationsverordnung, NIV)
RGM Merkblatt	RGM Merkblatt über das Verhalten bei Fahrleitungen ufu (siehe Anhang L)
Tram-FDV	Tram-Fahrdienstvorschriften von BERNMOBIL
Bus-FDV	Bus-Fahrdienstvorschriften von BERNMOBIL
NIV	Reglement über die Bus-Signalanlagen des RBS-Automobildienstes Niederspannungs-Installationsverordnung

33.5 Spezifikationen

33.5.1 OTS 1.1

Dokumentname (OCA) OTS 1.1	Version	Datum
OTS PD-DM-VM 03-00-00	1.1-0010	08.12.2009
OTS V1-1 KD 0010	1.1-3-0	03.12.2009
OTS PD-SP++ 03-00-00	1.1-3-0	03.12.2009

33.5.2 OCIT-C

Dokumentname (ODG) OCIT-C Version 1	Version	Datum
OCIT-C_Release_Notes_V1_R1.pdf	V1 R1	09.11.2011
OCIT-C-Daten_V1_R1.pdf	1.1-3-0	09.11.2011
OCIT-C_Protokoll_V1_R1.pdf	1.1-3-0	09.11.2011

33.5.3 OCIT-Outstations 2.0 und 1.1

Dokumentname (TSB)	Version	Datum
873386A_AnforderungenOCIT-O_mit_Anhang_v01-00-00 Anforderungen an die OCIT-O LSTG	01-00-00	23.05.2012
Dokumentname (ODG) OCIT-O-Version 2.0		
OCIT-O_KD_V1.0_A04	1.0-A04	18.06.2010
OCIT-O_Basis_V2.0_A03	2.0-A03	18.06.2010
OCIT-O_Lstg_V2.0_A03	2.0-A03	18.06.2010
OCIT-O_Profil_1_V1.1_A02	1.1-A02	10.07.2009
OCIT-O_System_V2.0_A02	2.0-A02	10.07.2009
OCIT-O_Protokoll_V2.0_A03	2.0-A03	18.06.2010
OCIT-O_V2.0_Funktionsspiegel_V1.0_A02	1.0-A02	6.2010
OCIT-O_V2.0_Lstg_Nutzungsvereinbarung_PW_V1.0_A01	1.0-A01	03.02.2011
OCIT-O_Profil_3_V1.0_A01	1.0-A01	11.08.2009
Dokumentname (ODG) OCIT-O-Version 1.1		
OCIT-O_Basis_V1.1_A02	1.1-A02	17.11.2004
OCIT-O_Lstg_V1.1_A02	1.1-A02	17.11.2004
OCIT-O_Profil_1_V1.1_A01	1.1-A01	01.07.2004
OCIT-O_System_V1.1_A01	1.1-A01	15.07.2004
OCIT-O_Protokoll_V1.1_A01	1.1-A01	15.07.2004
OCIT-O_V1.1_Funktionsspiegel_V1.0_A01	1.0-A01	2004
OCIT-O-V1.1_Nutzungsvereinbarung_072004	1.1	Juli 2004

33.6 Städtische Richtlinien und Vorlagen für LSA-Projekte

Dokumentname	Version	Datum
Handbuch Planen und Bauen im öffentlichen Raum		aktuell
Berechnung Fussgänger Gehenzeiten		Juni 2020
Checkliste und Protokoll für Werkprüfung		Oktober 2024
Checkliste und Protokoll für Inbetriebnahme		März 2021
Checkliste und Protokoll für Schlussabnahme		März 2021
Projektpflichtenheft (PPH) für LSA-Projekte		aktuell
Ausführungsgesuch für Tiefbauarbeiten im städtischen Strassenraum		2014
Vorlage VTB für spätere Programmierung durch SBF		April 2017
Vorlage VTB für Programmierung durch das VIB		Januar 2021

34 Verzeichnisse

34.1 Quellenverzeichnis

- [Bütler, 2003] Bütler, R.; Aeppli K. für Marty + Partner AG; Lichttechnische Untersuchung, Definition von Minimalanforderungen, 2003.
- [Bundeskanzlei, 2008] Bundeskanzlei; Weisungen der Bundeskanzlei zur Schreibung und zu Formulierungen in den deutschsprachigen amtlichen Texten des Bundes (Schreibweisungen), 2008.
- [DIN, 2002] DIN Deutsches Institut für Normung e. V.; DIN 32981:2002-11 Zusatzeinrichtungen für Blinde und Sehbehinderte an Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA), 2002.
- [FGSV, 2010] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); Richtlichtlinie für Lichtsignalanlagen (RiLSA), 2010.
- [FGSV, 20011] Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS), 2001.
- [H & K, 2000] HANNING & KAHL; Technische Beschreibung HFP-Gleiskreis, 2000.
- [Markus, 2012] Markus D. et al. für Verkehrsplanung Stadt Bern; Verkehrsbericht Stadt Bern, 2012.
- [RTB, 2008] RTB GmbH & Co. KG; Technisches Datenblatt – Die Akustik, 2008.
- [RTB, 2007] RTB GmbH & Co. KG; Akustische Signalgeber für Fußgänger an Straßenverkehrs-Signalanlagen, 2007.
- [Siemens, 2008] Siemens Schweiz AG; Zeichnungsvorlage, 2008.
- [SFFB, 2011] Schweizerische Fachstelle für behindertengerechtes Bauen (SFFB); Merkblatt 15/11: Fussgänger-Lichtsignale – Akustische und taktile Signale für blinde und sehbehinderte Fussgänger, 2011.
- [SWARCO, 2011] SWARCO TRAFFIC SYSTEMS GmbH; Schleifenverlegung – Anleitung, 2011.
- [TAB BE, 2008] Tiefbauamt des Kantons Bern; Administrative und technische Anforderungen und Erläuterungen (ERL), Kapitel 4.2, 2008.
- [vif, 2009] Verkehr und Infrastruktur (vif) Abteilung Verkehrstechnik Kanton Luzern; ATS-07 Lichtsignalanlagen, 2009.
- [vif, 2006] Verkehr und Infrastruktur (vif) Abteilung Verkehrstechnik Kanton Luzern; Nomenklatur für Bezeichnung von Signalgruppen, Verkehrsströmen und Detektoren, 2006.
- [VSS, 2008] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS); SN-640023a Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Knoten mit Lichtsignalanlagen, 2008.
- [VSS, 2020] Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute (VSS); VSS 40 836-1 Lichtsignalanlagen; Taktile und akustische Zusatzeinrichtungen, 2020.

34.2 Literaturverzeichnis

34.2.1 *Tiefbauamt*

- Howald M. et al. für Direktion für Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün; Verkehrserhebungen 2010/2011 Stadt Bern, 2012
- Schmid M. für Tiefbauamt Stadt Bern; Mindestzwischenzeiten, Juli 2012

34.2.2 *Stadt Bern*

- Heller N. et al. für Stadt Bern; Handbuch Planen und Bauen im öffentlichen Raum, 2012
- Tiefbauamt/Stadtplanungsamt Stadt Bern; Versorgungsrouten in der Stadt Bern, Übersichtsplan 1:10 000 (Nr. 204106), 2010

- Verkehrsplanung Stadt Bern; Richtplan Veloverkehr, 2009
- Mitwirkungsbericht und Beschluss zum weiteren Vorgehen Stadtteil V Breitenrain/Lorraine, 2006
- Gemeinderat der Stadt Bern; Teilverkehrsplan MIV Stadtteil VI Bümpliz/Bethlehem, 2005
- Konzept Verkehrslenkung Stadtteil II Länggasse/Felsenau (Variantenabstimmung zum Neufeldtunnel), 2. März 2002
- Gemeinderat der Stadt Bern; Schlussbericht: Massnahmenplan Verkehrssicherheit der Stadt Bern, 1998
- Gemeinderat der Stadt Bern; Stadtentwicklungskonzept Bern 2016

34.2.3 Kanton

- Regionales Gesamtverkehrs- und Siedlungskonzept (RGSK) Bern-Mittelland (Stand Mitwirkung), 2010
- GVM Bern; Regionale Verkehrskonferenz Bern-Mittelland, 2007
- Amt für Gemeinden und Raumordnung des Kantons Bern (Hrsg.); Agglomerationsprogramm Verkehr+Siedlung Region Bern – Hauptbericht, 2005

34.3 Webadressen

www.astra.admin.ch	Bundesamt für Strasse (ASTRA)
www.bve.be.ch	Bau-, Verkehrsdirektion Kanton Bern
www.bern.ch/stadtverwaltung/tvs	Direktion für Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün der Stadt Bern
www.bern-baut.ch	Informationsportal von TSB für Baustellen im öffentlichen Strassenraum. Verzeichnis der Normalien von TSB.
www.bernmittelland.ch	Regionalkonferenz Bern-Mittelland
www.electrosuisse.ch	Electrosuisse; Verband für Elektro-, Energie- und Informati-onstechnik
www.traxio.ch	Anforderungsgerät für Fussgänger und Sehbehinderte ERGO 2000
www.gevas.eu	GEVAS software; Hersteller Software für VIB
www.oca-ev.info	Open Traffic Systems City Association e. V.; Verband öffent-licher Baulastträger
www.ocit.org	Organisation für offene Schnittstellen für die Strassenver-kehrstechnik
www.ptvgroup.com/de	PTV; Hersteller Software für VIB
www.rtb-bl.de	Hersteller Anforderungsgeräte für FG und Sehbehinderte und akustische Signalgeber
www.snv.ch	Schweizerische Normen-Vereinigung (SNV)
www.svi.ch	Schweizerische Vereinigung der Verkehringenieure und Verkehrsexperten (SVI)
www.vs-plus.com	Produktseite der Firma Verkehrs-Systeme AG für VS-PLUS
www.vss.ch	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfach-leute (VSS)

34.4 Rechtserlasse

- Baugesetz vom 9. Juni 1985 (BauG; BSG 721.0)
- Bauordnung der Stadt Bern vom 24. September 2006 (BO; SSSB 721.1)
- Bauverordnung vom 6. März 1985 (BauV; BSG 721.1)
- Bundesgesetz vom 13. Dezember 2002 über die Beseitigung von Benachteiligungen von Menschen mit Behinderungen (Behindertengleichstellungsgesetz, BehiG; SR 151.3)
- Bundesgesetz vom 22. Juni 1979 über die Raumplanung (Raumplanungsgesetz, RPG; SR 700)
- Gemeindeordnung der Stadt Bern (GO) vom 3. Dezember 1998
- Gesetz vom 16. September 1993 über den öffentlichen Verkehr (ÖVG; BSG 762.4)
- Reglement über die Förderung des Fuss- und Veloverkehrs vom 13. Juni 1999 (RFFV)

- Signalisationsverordnung vom 5. September 1979 (SSV; SR 741.21)
- Strassengesetz vom 4. Juni 2008 (SG; BSG 732.11)
- Strassenverkehrsgesetz vom 19. Dezember 1958 (SVG; SR 741.01)
- Strassenverordnung vom 29. Oktober 2008 (SV; BSG 732.111.1)
- Verordnung 12. November 2003 über die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VbÖV; SR 151.34)
- Verordnung des UVEK vom 23. März 2016 über die technischen Anforderungen an die behindertengerechte Gestaltung des öffentlichen Verkehrs (VAböV; SR 151.342)
- Verordnung vom 10. September 1997 über das Angebot im öffentlichen Verkehr (AGV; BSG 762.412)
- Verordnung vom 19. Oktober 1988 über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPV; SR 814.011)
- Verordnung vom 23. August 1995 über die Beiträge der Gemeinden an die Kosten des öffentlichen Verkehrs (KBV; BSG 762.415)
- Verordnung vom 24. Oktober 2007 über die regionalen Verkehrskonferenzen (RVKV; BSG 762.413)
- Verordnung vom 28. September 2001 über die Tempo-30-Zonen und die Begegnungszonen (SR 741.213.3)

Quelle [Markus, 2012] (gekürzt)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Zuständigkeitsmatrix Lieferung und Montage.	3
Tabelle 2: Benennung und Typ der Dateien.	8
Tabelle 3: Benennung weiterer Dateien.	9
Tabelle 4: Programme/Versionen.	9
Tabelle 5: Zu liefernde Dateien der VTA in den einzelnen Projektphasen.	27
Tabelle 6: Beispiel Lampenüberwachung.	43
Tabelle 7: Zusammenfassung der Zählwerte.	44
Tabelle 8: Übersicht Bezeichnung Anforderungsgerät, Signalgruppen und Detektoren.	73
Tabelle 9: Bezeichnung Anforderungsgerät, Signalgruppen und Detektoren am Beispiel.	74
Tabelle 10: Beispiel Benennung in der Signalgruppenliste.	74
Tabelle 11: Beispiel Benennung in der Detektorenliste.	75
Tabelle 12: akustische Signalgeber: Funktionsvarianten/Übersicht/Abgrenzung [RTB, 2007].	82
Tabelle 13: Überblick Anmeldesysteme.	85
Tabelle 14: K 126, BERNMOBIL Linie 9 → Guisanplatz (stadteinwärts) Spur 22.	86
Tabelle 15: Notwendige Signalsichtzeiten.	88
Tabelle 16: Kanalaufteilung für das NF-Schleifenanmeldesystem.	93
Tabelle 17: Kanalaufteilung für das FA-Anmeldesystem.	94
Tabelle 18: Masse Tram - Abstände Pantograf mit Sender, der 1. Achse und der Anfang 1. Türe vom jeweiligen Fahrzeugbug.	95
Tabelle 19: Beispiel Wertebereiche der Detektoren Weiche.	98
Tabelle 20: Bus-Dienstkanaltaster.	99
Tabelle 21: Tram-Dienstkanaltaster.	99
Tabelle 22: Koordinierte LSA mit Bezeichnung der Koordination.	111
Tabelle 23: Signalgruppen-Kurzbezeichnung in der Signalgruppenliste.	113
Tabelle 24: Verkehrsstrombezeichnung.	113
Tabelle 25: Beispiel Verkehrsstrom ohne "eigene" Signalgruppe.	114
Tabelle 26: Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste.	115
Tabelle 27: Beispiel Detektoren-Kurzbezeichnung in der Detektorenliste.	116
Tabelle 28: Detektoren-Kurzbezeichnung Ebene Programmierung.	117
Tabelle 29: Beispiel Detektoren-Kurzbezeichnung auf Ebene Hardware und Software.	117
Tabelle 30: Bezeichnung der Eingänge.	118
Tabelle 31: Bezeichnung der Ausgänge.	118
Tabelle 32: Signalprogrammzuordnung.	120
Tabelle 33: Regelschaltzeiten der Signalprogramme.	122
Tabelle 34: Regelschaltzeiten der Signalprogramme mit Nachabschaltung.	122
Tabelle 35: Signalfolgen und Übergangszeiten.	123
Tabelle 36: Mindestfreigabezeiten in der Signalgruppenliste.	126
Tabelle 37: Räum- und Einfahrtparameter.	127
Tabelle 38: Fahrzeuglängen.	128
Tabelle 39: Einschaltprogramm aus AUS-Blinken in DUNKEL.	131
Tabelle 40: Ausschaltprogramm aus DUNKEL in AUS-Blinken.	131
Tabelle 41: Phasenübergang aus DUNKEL zur ÖV-Freigabe.	132
Tabelle 42: Phasenübergang nach ÖV-Freigabe in DUNKEL.	132
Tabelle 43: Phasenübergang aus DUNKEL für Notfallrouten.	133
Tabelle 44: Phasenübergang Notfallroute in DUNKEL.	133
Tabelle 45: Definition Mindestgrünzeit 1.	134
Tabelle 46: Definition Mindestgrünzeit 2.	135
Tabelle 47: Definition maximale Grünzeit 1.	135
Tabelle 48: Definition maximale Grünzeit 2.	136
Tabelle 49: saisonale Korrekturfaktoren der Bemessungsverkehrsstärke.	139
Tabelle 50: Verkehrsqualitätsstufen an Knoten mit LSA [VSS, 2008] [FGSV, 2001].	141
Tabelle 51: Bemessungsvorgabe Verkehrsqualitätsstufe D.	142
Tabelle 52: anzusetzende Sicherheit gegen Überstauung.	144
Tabelle 53: Mindestfreigabezeiten Zufussgehende.	151
Tabelle 54: Mindestfreigabezeit ZEB.	151
Tabelle 55: maximale Freigabezeit bei dem Einsatz von BM.	152
Tabelle 56: ÖV-Fahrzeuglänge und Position der letzten Achse.	158

Tabelle 57: Dynamik bei schnellster und langsamster Fahrt.	158
Tabelle 58: Konfliktsituationen ÖV-Fahrzeuge.	160
Tabelle 59: Regel-Fahrsignale.	162
Tabelle 60: Unterstützende Fahrsignale.	164
Tabelle 61: Nicht mehr verwendete Fahrsignale.	165
Tabelle 62: Quittierungssignale.	166
Tabelle 63: Abfertigungssignale.	167
Tabelle 64: Zusatztafeln am Signalgeber.	168
Tabelle 65: «Fahrt» auf freier Strecke.	169
Tabelle 66: «Fahrt» mit vorgelagerter Haltestelle.	169
Tabelle 67: Fahrt mit «Konfliktsignal» auf freier Strecke.	170
Tabelle 68: Fahrt mit «Konfliktsignal» mit vorgelagerter Haltestelle.	170

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Beispieldotos Steuergerätestandort und Anschlussleisten	12
Abbildung 2: AVK in der Work-Suite.	12
Abbildung 3: Anwenderversorgung via AVK.	13
Abbildung 4: Programmierung durch SBF.	23
Abbildung 5: Programmierung durch VIB.....	24
Abbildung 6: Bearbeitung VTB immer im Word-Änderungsmodus.....	26
Abbildung 7: Rotlampenüberwachung FG-Übergang.	42
Abbildung 8: Schnappsenschloss Handsteuerkasten.....	50
Abbildung 9: Beispiel Ausführung Mastnummerierung inkl. Knotennummer.	53
Abbildung 10: Links Mastabschluss via Masthut, rechts Mastabschluss via Mastdeckel.....	55
Abbildung 11: Anzahl Signalgeber ein Fahrstreifen Hauptrichtung.	59
Abbildung 12: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen, Hauptrichtung mit Insel (1).....	60
Abbildung 13: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen, Hauptrichtung mit Insel (2).....	60
Abbildung 14: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Hauptrichtung ohne Insel.	60
Abbildung 15: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Hauptrichtung und Busfahrstreifen.	61
Abbildung 16: Anzahl Signalgeber ein Fahrstreifen Nebenrichtung.	61
Abbildung 17: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Nebenrichtung mit Insel.	61
Abbildung 18: Anzahl Signalgeber zwei Fahrstreifen Nebenrichtung ohne Insel.	62
Abbildung 19: Anzahl Signalgeber drei Fahrstreifen Nebenrichtung mit Insel.....	62
Abbildung 20: Schleifenanordnung Standardkonfiguration.....	66
Abbildung 21: Schleifenanordnung in den erweiterten Konfiguration I.	66
Abbildung 22: Schleifenanordnung in der erweiterten Konfiguration II.	66
Abbildung 23: Schleifenanordnung in der erweiterten Konfiguration III.....	67
Abbildung 24: Definition der Begriffe – Vorderansicht.	70
Abbildung 25: Definition der Begriffe – Untersicht.	70
Abbildung 26: FQ bei FG-Übergängen mit drei Anforderungsgeräten.	72
Abbildung 27: Darstellung im LSA-Situationsplan am Beispiel.....	74
Abbildung 28: Richtungspfeil und Situation «Einfacher Überweg» [VSS, 2020].	78
Abbildung 29: Richtungspfeil und Situation «Überweg mit Bahnübergang» [VSS, 2020].	78
Abbildung 30: Richtungspfeil und Situation «Überweg mit zusätzlicher Anforderung» [VSS, 2020].	79
Abbildung 31: Richtungspfeil und Situation «Überweg mit Mittelinsel» [VSS, 2020].....	79
Abbildung 32: Überblick über Richtungspfeile.	79
Abbildung 33: Ablauf der akustischen Signale während einer Anforderung im Rot [VSS, 2020].	81
Abbildung 34: Voranzeigezeit bei Ankündigungssignal am Hauptsignal.	87
Abbildung 35: Annäherungszeit und Abstand Hauptanmelder.	88
Abbildung 36: Annäherungszeit und Abstand Voranmelder.	89
Abbildung 37: Meldepunkteplan.	90
Abbildung 38: Prozess zur Erstellung der Ausführungsunterlagen.	91
Abbildung 39: Prozess zur Versorgung von Meldepunkten.	92
Abbildung 40: Schlüsselkontakt; Langmatz EK 224.	96
Abbildung 41: Ortungskreis (HFK-Spule) vor dem Betonieren.	97
Abbildung 42: Ausschnitt aus einem OCIT-C VD XML.	112
Abbildung 43: Ausfall Normalbetrieb bei Störung.	132
Abbildung 44: Benennung Bus Meldestrecke anhand MIV Signalgruppe.	137
Abbildung 45: Herleitung maximale Wartezeiten für $T_u \leq 70$ s und > 70 s.	142
Abbildung 46: Strecken für Freigabezeiten bei FG-Übergängen ohne Schutzinsel.	153
Abbildung 47: Strecken für Freigabezeiten bei FG-Übergängen mit Schutzinsel.	154
Abbildung 48: Gleichschaltung [FGSV, 2010].....	155
Abbildung 49: Versetzte Gehzeit (min. 5s, vFG = 1,5 m/s).	156
Abbildung 50: Versetzte Gehzeiten bei Fahrbahnteilern > 2 m oder bei Fahrbahnteiler mit Haltestellenfunktion.....	157
Abbildung 51: Fahrsignal im Fünf-Punktsignal.	159
Abbildung 52: Quittungssignal im Fünf-Punktsignal integriert/eigenständiges Quittungssignal.	160
Abbildung 53: Fünf-Punktsignal mit Nummerierung der Einzellampen.	161

Abbildung 54: Ein Fünf-Punktsignal am Normalmast	171
Abbildung 55: Zwei Fünf-Punktsignale am Normalmast	171
Abbildung 56: Drei Fünf-Punktsignale am Normalmast	171
Abbildung 57: Ein Fünf-Punktsignal D = 200 m oben an Mastausleger mit	172
Abbildung 58: Ein Quittungssignal Q3; D = 200 mm an Normalmast	172
Abbildung 59: Vertikale und horizontale Montagereihenfolge: links, geradeaus, rechts	172
Abbildung 60: Montagereihenfolge: Tram vor Bus.....	172

Abkürzungsverzeichnis

AF	akustisches Freigabesignal (siehe auch BA)
AG	Auftraggeber; meist Bauherr oder dessen Vertreter
AMLI	erweitertes ÖV-Telegramm; R.09-Telegramm, ergänzt um gerätespezifische Daten wie Tx, Signalplannummer, Rotende, Grünende, usw.
AN	Auftragnehmer
AO	akustisches Orientierungssignal (siehe auch BA)
AP-Werte	Applikationswerte; Prozessdaten aus einer Applikation wie z. B. einer VA (VS-PLUS-spezifische Zustandswerte)
ASP	Abendspitzenprogramm
ASP	Ausschaltpunkt (siehe auch ESP)
ASS	abendliche Spitzenstunde 17.00 Uhr bis 18.00 Uhr
ASTRA	Bundesamt für Strassen
AÜ	akustisches Übergangssignal (siehe auch BA)
AVK	Anwenderversorgungskomponente
AWS	automatische Wechselsignalisation (siehe auch WTA, WVZ und WWW)
B	Bus
BA	Blindenakustik
BauG	Baugesetz des Kantons Bern
BauKo	webbasierte Baukoordination der Stadt Bern
BauV	Bauverordnung des Kantons Bern
BAZ	Bedien- und Anzeigegerät (Siemens)
BE	Kanton Bern
Bel	Detektorabfrage auf Belegung
BEM	BERNMOBIL (Verkehrsbetriebe)
BH	Bauherr (siehe auch Auftraggeber)
BM	Bewegungsmelder (Infrarot, Radar oder Video)
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen (Nationalstrasse)
BV	taktiler Signalgeber (<i>Blindenvibra</i>)
BVE	Bau-, Verkehrs- und Energiedirektion des Kantons Bern
CEN	Europäisches Komitee für Normung (Comité Européen De Normalisation)
D	Detektor, Induktionsschleife (siehe auch ID)
DAW	Dokumentation des ausgeführten Werks
DCF	Zeitsignalsender DCF77 für funkgesteuerte Uhren im westlichen Europa
DK	Dienstkanal
DKT	Dienstkanaltaster
Direktion TVS	Direktion für Tiefbau, Verkehr und Stadtgrün
DTV	durchschnittlicher 24-Stunden-Verkehr aller Wochentage (Mo-So)
DTVW	durchschnittlicher 24-Stunden-Verkehr aller Normalwerkstage (Di-Do)
EFR	Einsatzfahrzeugroute (siehe auch NF-Route)
ERL	Administrative und technische Anforderungen und Erläuterungen des Tiefbauamts des Kantons Bern
ESP	Einschaltpunkt (siehe auch ASP)
ewb	Energie Wasser Bern (Stromversorgungsunternehmen)
FA	Fahrdrahtantenne der LSA (siehe auch FdA)
FäG	fahrzeugähnlichen Geräten, z. B. Kickboards, Trottinetts, Inline-Skates, etc.
FD	Fussgängerdrücker; mechanischer Anforderungstaster für sehende Zufussgehende
FdA	Fahrdrahtantenne der Weiche (siehe auch FA)
FFV	Fachstelle Fuss- und Veloverkehr der Stadt Bern
FG	Fussgänger
FG LSA	Fachgruppe LSA
FG-LSA	Fussgänger-Lichtsignalanlage (Fussgängerschutzanlage FSA)
FG-Übergang	Fussgängerübergang ohne Insel und geteilter Fussgängerübergang mit Insel (mit zwei Teilübergängen) an LSA
FK	Funktionskontrolle
FL-Mast	Fahrleitungsmast
FQ	Fussgängerquittierung (-slampe)
FV	Fahrverkehr, MIV

FW	Feuerwehr
Fz	Fahrzeug
FZEP	Festzeitersatzprogramm
G	GRÜN
GöR	Fachgruppe Gestaltung öffentlicher Raum
GK	Gleiskreis
GSB	Geoinformation Stadt Bern
GSM	Kommunikation von Steuergerät über das Mobilfunknetz
HAK	Hausanschlusskasten
HB LSA	Handbuch Lichtsignalanlagen
HL	Haltelinie (umgangssprachlich auch Haltebalken)
IBIS	Integriertes Bord-Informations-System
IBN	Inbetriebnahme
ID	Induktionsschleifendetektor (siehe auch D)
IFAS	Integriertes-Funk-Anforderungs-System
IV	Individualverkehr
JAUT	Jahresautomatik (siehe auch WAUT)
K001	dreistellige Kurzbezeichnung Lichtsignalanlagen von K001 bis K200
KAPO	Kantonspolizei (auch Polizei)
KB	Kontrastblende
KKN	Kommunikationskabelnetz LSA
KoLSA	Kommunikationskabelnetz LSA (veraltet)
KRGK	Kabelschutzrohr; Flexibles, korrosionsfestes und gewelltes Kunststoffrohr mit überzogenem Kunststoff-Schutzmantel für die Installation im Freien. UV beständig, schwer brennbar.
KUS	Knotenüberwachungssystem
KZ	Kontrollzeit (Definition VS-PLUS)
LED	Leuchtdiode, aus dem englischen: light emitting diode
LF	Leistungsfähigkeitsberechnung, Leistungsfähigkeit
LIKU	Linien-Kurs-Nummer; diese lässt sich aus dem Fahrplan bzw. der Fahrordnung entnehmen.
LSA	Lichtsignalanlage
LSA-NS	Lichtsignalanlagen Nationalstrassen, im Eigentum des Bundes
Lstg	Lichtsignalanlagensteuerung
LV	Langsamverkehr
LV	Leistungsverzeichnis (auch Preisverzeichnis)
LW	Lastwagen, Sattelschlepper, Arbeitsmaschinen, Traktoren
LZR	Leichte Zweiräder: Mofa, Velo
M40	standardisierte Nenngrösse des Aussendurchmessers, hier 40 mm
MB	mobilitätsbehinderte Zufussgehende
MIV	motorisierter Individualverkehr
Mfz	Motorfahrzeug; Personenwagen, Lieferwagen, Lastwagen, Busse, Motorräder
MP	Funkmeldepunkt oder Meldepunkt
MPP	Meldepunkteplan
MQ	Messquerschnitt
MR	Motorräder, Motorroller
MSP	Morgenspitzenprogramm
MSS	morgendliche Spitzentunde 7.00 Uhr bis 8.00 Uhr
NF	Niederfrequenz; Anmeldemöglichkeit für Fahrzeuge mit einem entsprechenden Sender über eine NF-Schleife oder NF-Antenne
NF-Route	Notfallroute von KAPO, SANO und Feuerwehr (siehe auch EFR)
NIV-Protokoll	Protokoll nach der Niederspannungs-Installationsverordnung
OCA	Open Traffic Systems City Association e. V.; Verband öffentlicher Baulastträger
OCIT	Offene Schnittstelle für die Strassenverkehrstechnik; www.ocit.org
OCIT-C	OCIT-Center to Center (Kommunikation zwischen zentralen Komponenten)
OCIT-O	OCIT-Outstations
ÖB	öffentliche Beleuchtung
OIK II	Oberingenieurkreis II des Kantons Bern
OK	Oberkante
ÖV	der öffentliche Verkehr
OVSP	Open VS-PLUS, resp. freie Programmierung)

OTEC	Konsortium zur Standardisierung der Kommunikation zwischen den Komponenten der Strassenverkehrstechnik
OTS	Open Traffic Systems; ist eine Marke der OCA und aus dem Namen der OCA abgeleitet.
P	Personenwagen (Verkehrsstrom)
PA	PostAuto Schweiz AG
PAW	Plan des ausgeführten Werks (Dokumentation)
PE	Polyethylen; Material für Kabelschutzrohre
PE	Personenwageneinheit
PHB	Projekthandbuch
PO	Polizei (Signalgruppenbezeichnung; siehe auch KAPO)
PW	Personenwagen
PWE	Personenwagen-Einheiten
PL	Projektleiter
QSK	Querschnittssteuerkästen; lokale Einrichtung zum Ansteuern von WTA oder WWW
R	ROT
RBL	rechnergestütztes Betriebsleitsystem
RBS	Regionalverkehr Bern-Solothurn (Verkehrsbetriebe)
RFFV	Reglement zur Förderung des Fuss- und Veloverkehrs, Stadt Bern
RKBM	Regionalkonferenz Bern-Mittelland (ehemals RVK 4)
RLÜ	Rotlichtüberwachung
RY	ROT/GELB
SA	Sanitätspolizei (Signalgruppenbezeichnung; siehe auch SANO)
SANO	Sanitätspolizei (siehe auch SA)
SB	sehbehinderte und blinde Zufussgehende
SCALA	Siemens-Verkehrssystemrechner auf Basis der modulare Verkehrscentralen-Plattform SITRAFFIC®
SBF	Signalbaufirma, Signalbaufirmen
SELV	Safety Extra Low Voltage (Schutz durch Sicherheitskleinspannung)
SIA	Schweizerischer Ingenieur- und Architektenverein
SINA	Sicherheitsnachweis
SISI	Testprotokoll Signalsicherung
S+M-Plan	Signalisations- und Markierungsplan
SK	Schlüsselkontakt
SN	Schweizer Norm
SP	Signalprogramm(e)
SSV	Signalisationsverordnung
STG	Steuergerät
SV	Strassenverordnung des Kantons Bern
T	Tram
TAB	Tiefbauamt der Stadt Bern (bis 31.03.2025)
TSB VM/VT	Bereich Verkehrsmanagement und Verkehrstechnik bei TSB
TBA	Tiefbauamt des Kantons Bern
TK	Teilknoten bei Teilknotenbetrieb (TK1, TK2, ...)
TNA	Teilnehmernetzanschluss für KUS
TP	Tagesplan; definiert wann welche SP geschaltet werden; Teil der JAUT
TRL	Auswerteeinheit NF
TSB	Tiefbau Stadt Bern (ab 01.04.2025)
TU	technischen Unterlagen; Dokumentation der Projektierung bestehend aus 1. Plänen, 2. VTB und 3. VTU 1 und VTU 2
Tu	Umlaufzeit
Tx	Umlaufsekunde
UK	Unterkante; Bezugspunkt für Bauteilhöhe senkrecht gemessen ab Bodenniveau
USP	Umschaltzeitpunkt
UV	Unterverteiler; Einrichtung meist im STG-Schrank oder als Zwischenrangierung in abgesetztem Schrank mit Trennleisten z. B. für Kommunikationskabel
V	Velo
VA	verkehrsabhängig; auch verkehrsabhängige Steuerung
VD	Velodrücker; mechanischer Anforderungstaster für Velofahrer
VD	Verkehrsdaten

VDE	Verkehrsdatenerfassung
VEMV	Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit vom 25.11.2015
VIAP	Verkehringenieurarbeitsplatz, z. B. VTassist mit Crossig, LISA+, Sitraffic Office oder VS-WorkSuite
VIB	Verkehringenieurbüro
VM	Verkehrsmanagement
VM Bern	Verkehrsmanagement Region Bern
VMS	Verkehrsmessstelle (siehe auch VDE)
VP	Verkehrsplanung der Stadt Bern (Direktion TVS)
VS	Verkehrsstrom
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen- und Verkehrsfachleute
VS-PLUS	verkehrsabhängige Standardsteuerung der Verkehrs-Systeme AG
VSR	Verkehrsrechner der Stadt Bern, von <u>Verkehrssystemrechner</u>
VSWS	VS-WorkSuite (siehe auch VIAP)
VTA	verkehrstechnische Ausarbeitung; Dokumentation Projektierung und Programmierung; bestehend aus den TU, Dokumentation Programmierung und den Direktversorgungsdateien (siehe auch VTB)
VTB	verkehrstechnische Beschreibung, erläuternder textlicher Teil der TU (docx-Format). Bei Programmierung durch die SBF wird die VTB durch Ausdrucke der ZWZ-Matrix und der Signalprogramme aus dem VIAP des VIB ergänzt (siehe auch TU und VTA)
VTU 1	verkehrstechnische Unterlagen 1; Grundversorgungsdaten; Vorgabe für Hersteller, Lieferung der Anlage (Hardware)
VTU 2	verkehrstechnische Unterlagen 2; verkehrsabhängige Steuerung aufbauend auf der VTU 1
VVA	vollverkehrsabhängig, auch Freiläufer; auch vollverkehrsabhängige Steuerung
WAUT	Wochenautomatik (siehe auch JAUT)
WB	Weichenblock (Weiche verriegelt)
WF	Warnblinker am Konfliktpunkt (FG-Übergang; Sekundärblinker)
WH	Warnblinker am Hauptsignalgeber (Primärblinker)
WL	Werkleitungen
WL-Plan	Werkleitungsplan
WS	Weichenstellung (Weichenlage)
WTA	Wechseltextanzeige (siehe auch AWS, WVZ und WWW)
WVZ	Wechselverkehrszeichen (siehe auch AWS, WTA und WWW)
WWW	Wechselwegweiser (siehe auch AWS, WVZ und WTA)
Y	GELB
YB	GELB BLINKEN
Z	Zählschleife
ZEB	Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte und Blinde
ZD	Zusatzdrücker für Seh- und Mobilitätsbehinderte; mechanischer Anforderungstaster an der Unterseite des Anforderungsgeräts
ZL	Zeitlücke
ZT	Zusatztafel
ZMB	Zweckmässigkeitsbeurteilung
ZWD	Zeit-Weg-Diagramm
ZWZ	Zwischenzeit
ZWZ-Matrix	Zwischenzeitenmatrix

Anhang – Inhaltsverzeichnis

- A Lichtsignalanlagen
 - Benennung der Lichtsignalanlage der Stadt Bern
 - Pläne Lichtsignalanlagen der Stadt Bern
- B Verkehrsmessstellen
 - Verkehrsmessstellen der Stadt Bern
 - Pläne Verkehrsmessstellen
- C Schleifen
 - Liste Anmeldemittel
 - Vermessungstechnische Aufnahme von Detektoren – Konzept Nachführung
 - Induktionsschleifenausbildung für MIV und Velo an LSA
 - Induktionsschleifenausbildung zwischen Tramschienen
 - NF-Schleifenausbildung
 - Verkehrsdatenerfassung
- D Kommunikationskabel
 - Messprotokoll der Kommunikationskabel
 - Beispiel Skizze Disposition der Anschlussleisten
 - Dokumentation Überführung/Rangierung
- E Regelschrantypen
 - Steuergeräteschrank Typen
 - Schrankausbau
- F Notfallrouten
 - Routenpläne
 - Routentabellen
 - LSA Massnahmenkatalog
- G Verkehrstechnische Berechnungen
 - Freigabezeiten FG-Übergang
- H Versorgung
 - Grundversorgung
 - Anwenderversorgung Stadt Bern
- J Masten
 - Signale an LSA Masten
 - Lichtfelddurchmesser 200 mm x-feldig
- K Situationsplan
 - LSA Symbolvorgaben
 - PAW Beispiel K031 LSA
 - PAW Beispiel K029 WL
- L Merkblätter
 - Knotenstromzählung Stadt Bern
 - Kordonzählung Stadt Bern
 - Fussgängerzählung Stadt Bern
 - Rückstauerfassung Stadt Bern
 - Verhalten gegenüber elektrischen Fahrleitungen
 - Wichtige Masse
- M Checklisten & Protokolle
 - Werkprüfung
 - Inbetriebnahme
 - Schlussabnahme
 - Abnahme Tiefbau
- N Diverses
 - Rechtschreibung