



**Kanton Zürich  
Baudirektion  
Tiefbauamt**

# **Wegleitung Lichtsignalanlagen**

## Dokumentenversionen

Dok. Nr.	Version	Datum	Status	geprüft
601.04.02	V0.9	17.03.1015	Freigegeben	TBA / Kapo
601.04.02	V0.91	29.05.1015	Freigegeben	TBA / Kapo
601.04.02	V0.92	04.06.1015	Freigegeben	TBA / Kapo
601.06.40	V1.0	29.09.2015	Freigegeben	TBA / Kapo
601.06.40	V1.1	01.02.2017	Freigegeben	TBA / Kapo
601.06.40	V1.2	09.12.2020	Freigegeben	TBA
601.06.40	V1.3	01.01.2024	Freigegeben	TBA / Kapo

## Dokumentenhistorie

Version	Datum	Geändertes Kapitel	Änderung
V0.9	17.03.2015	Alle	Vorabzug Initialversion
V0.91	29.05.2015	Alle	Vernehmlassung integriert
V0.92	04.06.2015	Alle	Anpassungen von AG
V1.0	29.09.2015	Alle	Initialversion
V1.1	24.11.2016	Alle	Überarbeiten der Wegleitung (siehe Dokumentenhistorie in Version 1.1)
V1.2	09.12.2020	Alle	Überarbeiten der Wegleitung in Bezug auf technische Vorgaben
V1.3	01.01.2024	Alle	Überarbeiten der Wegleitung in Bezug auf technische Vorgaben

## Impressum

Datei: Wegleitung Lichtsignalanlagen\_V1.3\_Dez\_2023.docx  
Dokumentnummer: 601.06.40  
Version: V1.3 (löst sämtliche Vorgängerversionen ab)  
Datum: 01.01.2024  
Anzahl Seiten: 74

Ersteller: Tiefbauamt, Projektieren und Realisieren, BSA  
Kantonspolizei Zürich, Verkehrstechnische Abteilung  
Copyright: Kanton Zürich Baudirektion

# 1. KAPITELÜBERSICHT

<b>1. Kapitelübersicht</b>	<b>4</b>
<b>2. ALLGEMEINES</b>	<b>7</b>
2.1.    Zweck und Anwendungsbereiche	7
2.1.1.  Einleitung	7
2.1.2.  Gültigkeit und Ausnahmen	7
2.1.3.  Struktur	7
2.1.4.  AbgrenzungAuf spezielle Lichtsignalanlagen, wie beispielsweise	7
2.2.    Zuständigkeiten	8
2.2.1.  Neubau und Sanierung	8
2.3.    Grundlagen	9
2.3.1.  Eidgenössische Gesetze	9
2.3.2.  Verordnungen	9
2.3.3.  Weisungen	9
2.3.4.  Kantonale Verordnungen	9
2.3.5.  Regeln der Technik	9
2.3.6.  Richtlinien und Bestimmungen des TBA ZH	10
2.3.7.  Weitere Richtlinien und Bestimmungen	10
2.3.8.  Normen	10
2.3.9.  Reihenfolge bei Widersprüchen   Gesetzespyramide	12
<b>3. AUSSENANLAGE</b>	<b>13</b>
3.1.    Bauarbeiten	13
3.1.1.  Allgemeines	13
3.1.2.  Bestand	13
3.1.3.  Standorte	13
3.1.4.  Koordination mit Bau	13
3.1.5.  Fremdanlagen	13
3.2.    Signalträger	14
3.2.1.  Ausführung	14
3.2.2.  Montage	15
3.2.3.  Erdung	15
3.2.4.  Beleuchtungsmast	15
3.2.5.  Beleuchtungsaufsatz	15
3.2.6.  Lichte Höhe + Seitliche Abstände	15
3.2.7.  Werkstoffe	15
3.3.    Signalgeber	16
3.3.1.  Anforderungen	16
3.3.2.  Gehäuse-spezifikationen	16
3.3.3.  Lichttechnische Eigenschaften	16
3.3.4.  Werkstoffe	16
3.4.    Signale	17
3.4.1.  Statische Signale / Wegweiser	17
3.5.    Kabelanlage	18
3.5.1.  Lieferumfang	18
3.5.2.  Kabeltypen	18
3.5.3.  Spezialkabel	18
3.5.4.  Kabellisten	18
3.5.5.  Ummantelung	18

3.5.6.	Beschriftung	18
3.5.7.	Verbindungen	19
3.5.8.	Muffen + Dosen	19
3.5.9.	Durchführungen	19
3.6.	Anmeldemittel	20
3.6.1.	Detektoren	20
3.6.2.	Einbaulage	20
3.6.3.	Übertragung + Verbindung	20
3.6.4.	Verlegen und Vergiessen	20
3.6.5.	Windungen	20
3.6.6.	Messprotokoll	20
3.6.7.	Fussgängerdrücker	21
<b>4.</b>	<b>STEUERGERÄT</b>	<b>22</b>
4.1.	Steuergerätekabine	22
4.1.1.	Ausbaustandard	22
4.1.2.	Umweltanforderungen	23
4.1.3.	Schaltgerätekombinationen	23
4.2.	EW-Teil (Elektrische Ausrüstung)	24
4.2.1.	Aufbau	24
4.2.2.	Energieversorgung	24
4.3.	Fernwirk-Teil	26
4.3.1.	Aufbau	26
4.3.2.	Komponenten	26
4.4.	Steuer-Teil	28
4.4.1.	Aufbau	28
4.4.2.	Komponenten und Hardware	28
4.4.3.	Ausgänge	31
4.4.4.	Eingänge	32
4.5.	Steuerung (Software)	34
4.5.1.	Betriebs- und Steuerungsarten   Definition	34
4.5.2.	Priorisierung und Schaltung der Betriebsarten	37
4.5.3.	Signalfolgen	38
4.5.4.	Übergangs- und Mindestzeiten	38
4.5.5.	Zwischenzeiten	38
4.5.6.	Schaltuhr	38
4.5.7.	Versorgung	39
4.5.8.	Störungsverhalten	39
4.5.9.	Steuerverfahren	41
4.6.	Sicherung und Überwachung	42
4.6.1.	Anforderungen	42
4.6.2.	Spannungsüberwachung	42
4.6.3.	Konfliktfehler (Grünverriegelung)	42
4.6.4.	Fehlende Lichtsignale (Lampenüberwachung)	42
4.6.5.	Sicherheitszeiten	43
4.6.6.	Wartezeitüberwachung	43
4.6.7.	Detektorüberwachung	43
4.7.	Bedienung und Anzeige	44
4.7.1.	Synoptisches Tableau	44
4.7.2.	Bedienkasten	57
4.8.	Aufzeichnungen und Archive	61
4.8.1.	Allgemeines	61
4.8.2.	Signalplan	61
4.8.3.	Verkehrszählung	61

4.8.4.	Rotfahrer	62
4.8.5.	Betriebszustände	62
4.8.6.	ÖV	62
4.8.7.	Verkehrstechnische Ereignisse	62
4.8.8.	Störungen	62
4.8.9.	Zentralensignale	62
4.8.10.	Parametrierung	62
4.8.11.	Datensicherung	62
<b>5.</b>	<b>ÜBERGEORDNETE SYSTEME</b>	<b>64</b>
5.1.	Systemübersicht	64
5.1.1.	Verkehrsrechner	64
5.1.2.	Zentrale Versorgungseinrichtung	64
5.2.	Kommunikation	65
5.2.1.	Anschluss der LSA	65
5.2.2.	Kommunikations-einrichtungen	65
5.2.3.	Verkehrsrechner-Netzchnittstelle	65
5.2.4.	Feldbus	66
5.3.	Integration	67
5.3.1.	Ablauf	67
5.4.	Versorgung über zentrale Versorgungseinrichtung	68
5.4.1.	Datensicherung über den Verkehrsrechner	68
5.4.2.	Zentrale Versorgung	68
5.4.3.	Testinfrastruktur	68
<b>6.</b>	<b>ABNAHME, INBETRIEBNAHME &amp; UNTERHALT</b>	<b>69</b>
6.1.	Prüfungen	69
6.1.1.	Besichtigung im Werk	69
6.1.2.	Werkprüfung	69
6.1.3.	Vorprüfung zur Inbetriebnahme	70
6.1.4.	Inbetriebnahme IBN	70
6.1.5.	Schulung	70
6.2.	Probetrieb und Abnahme	71
6.2.1.	Abnahme	71
6.3.	Garantie und Schlussprüfung	71
6.3.1.	Garantie	71
6.3.2.	Schlussabnahme	71
6.3.3.	Unterhalt	71
6.4.	Anlagenspezifische Dokumentation	72
6.4.1.	Zweck	72
6.4.2.	Inhalt	72
<b>7.</b>	<b>Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse</b>	<b>73</b>
<b>8.</b>	<b>GLOSSAR</b>	<b>74</b>

## 2. ALLGEMEINES

### 2.1. Zweck und Anwendungsbereiche

#### 2.1.1. Einleitung

Lichtsignalanlagen (LSA) greifen unmittelbar in das Verkehrsgeschehen ein und müssen deshalb als wichtige Sicherheitseinrichtungen im Strassenverkehr eingestuft werden. Der Funktionstüchtigkeit sämtlicher Komponenten wird vom Bauherrn höchste Priorität eingeräumt, was vom Lieferanten LSA eine besonders sorgfältige und sichere Bauweise verlangt.

Die vorliegende Wegleitung für die Submission, Ausführung und Erstellung von LSA enthält Vorschriften, wie Steuergeräte und Aussenanlagen für die Baudirektion des Kantons Zürich zu erstellen sind.

Sie richtet sich an die Lieferanten von LSA und ist als Rahmenwerk zu betrachten. Der Spielraum der einschlägigen Firmen im technischen Aufbau soll nicht eingeschränkt, künftige Entwicklungen nicht gehemmt, sondern allein die Erfahrung und das Bewährte in eine Einheit gebracht werden.

#### 2.1.2. Gültigkeit und Ausnahmen

Die nachfolgenden Bestimmungen und Vorschriften enthalten die grundlegenden technischen Anforderungen an die im Kanton Zürich, ausgenommen Städte Zürich und Winterthur sowie der Nationalstrassenperimeter, eingesetzten LSA. Sie stellen einen integrierenden Bestandteil aller Submissionen und Werkverträge dar, sofern nicht in Einzelfällen abweichende, schriftliche Vereinbarungen getroffen werden.

Vom Anwender dieser Wegleitung wird erwartet, dass er im Sinne der allgemein angestrebten Vereinheitlichung die angegebenen Punkte konsequent beachtet.

In Ausnahmefällen kann von den Vorgaben der Wegleitung LSA abgewichen werden. Allfällige Abweichungen von dieser Wegleitung sind in den projektspezifischen Ausschreibungsunterlagen beschrieben.

#### 2.1.3. Struktur

Die Wegleitung behandelt die Aussenanlage (Kapitel 3), das Steuergerät (Kapitel 4) sowie Montage und Unterhalt (Kapitel 6) von LSA.

Die Trennung zwischen Aussenanlage und Steuergerät bilden die Schnittstellen und Trennklemmen im Steuergerät. In Kapitel (5) sind die übergeordneten Systeme beschrieben, in welche die LSA integriert werden müssen.

#### 2.1.4. Abgrenzung

Auf spezielle Lichtsignalanlagen, wie beispielsweise

- LSA im Bereich von Bahnen (KSS)
- Barrierenanlagen
- elektronische Busspur
- Hochwasser-LSA

wird in der vorliegenden Wegleitung für LSA nicht detailliert eingegangen.

Es gelten sehr unterschiedliche Anforderungen, so dass projektspezifische Lösungen anzustreben sind.

## 2.2. Zuständigkeiten

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht über die Zuständigkeiten. Die entsprechenden Kontakte und Ansprechpersonen sind im Anhang, A.1 aufgeführt.

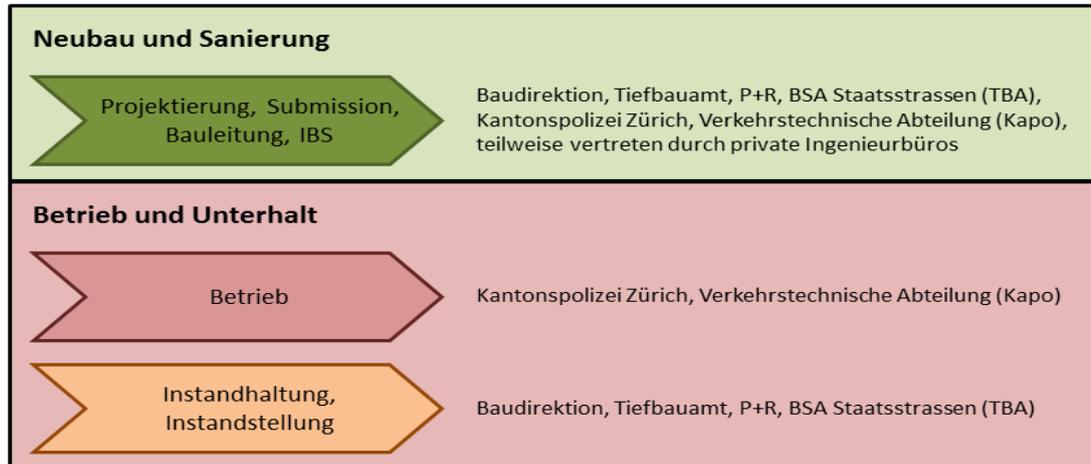


Abbildung 1 | Übersicht der Zuständigkeiten im Kanton Zürich

### 2.2.1. Neubau und Sanierung

Unabhängig von Neubau oder Sanierung einer LSA ist im Kanton Zürich immer die Sektion Betriebs- und Sicherheitsausrüstungen des Tiefbauamts zuständig.

Dies betrifft folgende Anlagen:

- Anlagen auf Kantonsstrassen
- Anlagen im ASTRA Perimeter
- Projekte, welche durch den Kanton projektiert und realisiert oder begleitet werden

Trifft eines der obenstehenden Kriterien zu, ist bei Auftragserhalt, unabhängig vom Auftraggeber, der zuständige Gebietsverantwortliche der Sektion BSA zu informieren. Ab diesem Zeitpunkt ist der Gebietsverantwortliche der Sektion BSA der Ansprechpartner des Lieferanten LSA und begleitet die Planung und Realisierung des Projekts.

Die Sektion BSA kann die Aufgaben des Bauherrenvertreters an externe Ingenieurbüros delegieren. Die endgültige und verbindliche Entscheidung liegt jedoch am Ende immer bei der Sektion BSA.

Bei ASTRA Anlagen besteht eine Zusammenarbeitsvereinbarung zwischen der Sektion BSA und der Gebietseinheit VII (GE VII), welche den Betrieb und Unterhalt sowie die Begleitung bei Projekten des Bundesamt für Strassen (ASTRA) beschreibt.

Folglich muss auch bei ASTRA Anlagen der entsprechende Gebietsverantwortliche mitinformiert werden.

## 2.3. Grundlagen

Dieses Kapitel soll dem Lieferant LSA einen Überblick über die aktuellen Grundlagen vermitteln. Der Verfasser dieses Dokument weist ausdrücklich darauf hin, dass kein Anspruch auf Vollständigkeit besteht. Es ist die Aufgabe des Planers und des Lieferanten LSA die entsprechenden und benötigten Grundlagen für die Ausführung des erteilten Auftrags zu prüfen und allfällige weitere Grundlagen einzuhalten.

- |                                  |  |
|----------------------------------|--|
| 2.3.1.<br>Eidgenössische Gesetze | [a1] Behindertengleichstellungsgesetz (BehiG), SR 151.3<br>[a2] Elektrizitätsgesetz, SR 734.0<br>[a3] Strassenverkehrsgesetz (SVG), SR 741.01<br>[a4] Produktesicherheitsgesetz (PrSG), SR 930.11  |
| 2.3.2.<br>Verordnungen           | [a5] Behindertengleichstellungsverordnung (BehiV), SR 151.31<br>[a6] Schwachstromverordnung, SR 734.1<br>[a7] Starkstromverordnung, SR 734.2<br>[a8] Verordnung über elektrische Niederspannungserzeugnisse (NEV), SR 732.26<br>[a9] Niederspannungsinstallationsverordnung (NIV), SR 734.27<br>[a10] Verordnung des UVEK über elektrische Niederspannungsinstallationen, SR 734.272.3<br>[a11] Verordnung über die elektromagnetische Verträglichkeit (VEMV), SR 734.5<br>[a12] Verkehrsregelverordnung (VRV), SR 741.11<br>[a13] Signalisationsverordnung (SSV), SR 741.21<br>[a14] Verordnung über den Schutz von nichtionisierender Strahlung (NISV), SR 814.710<br>[a15] Produktesicherheitsverordnung (PrSV), SR 930.111 |
| 2.3.3.<br>Weisungen              | [a16] Weisungen des Starkstrominspektorats   |
| 2.3.4.<br>Kantonale Verordnungen | [a17] Kantonale Signalisationsverordnung, 741.2  |
| 2.3.5.<br>Regeln der Technik     | [b1] Niederspannungs-Installationsnorm (NIN 2020), SN 411000<br>[b2] Sicherheit von Maschinen - Elektrische Ausrüstung von Maschinen, SN EN 60204<br>[b3] Blitzschutz, SN EN 62305<br>[b4] Blitzschutzsysteme, SNR 464022<br>[b5] Fundamenterder, SNR 464113<br>[b6] Erden als Schutzmassnahme in elektrischen Starkstromanlagen, SNG 483755<br>[b7] SUVA-Vorschriften   |

2.3.6. Richtlinien und Bestimmungen des TBA ZH	<ul style="list-style-type: none"> <li>[b8] Vertragsurkunde «Werkvertrag Bau und Lieferungen» des TBA</li> <li>[b9] Leistungsverzeichnis, Pflichtenheft, Baubeschrieb mit entsprechenden Planunterlagen</li> <li>[b10] Besondere Bestimmungen für den Strassenbau des TBA</li> <li>[b11] Korrosionsschutzspezifikation für Signalmasten Erstschutz</li> <li>[b12] Korrosionsschutzspezifikation für Signalmasten Teilerneuerung</li> <li>[b13] TBA BSA Signaltragwerke - Projektierungs- und Bemessungsgrundlagen</li> <li>[b14] TBA BSA Signaltragwerke - statische Berechnung</li> <li>[b15] TBA BSA Signaltragwerke - Nutzungsvereinbarung</li> <li>[b16] Normen, Normalien, Formulare des TBA (<a href="http://www.tiefbauamt.zh.ch">www.tiefbauamt.zh.ch</a>)</li> <li>[b17] Ergänzungen des TBA zur Norm SIA 118</li> <li>[b18] Werkvorschriften der Elektrizitätswerke des Kantons Zürich oder des entsprechenden Gemeindewerks</li> <li>[b19] Servicevertrag für Lichtsignalanlagen</li> <li>[b20] Vorgabe DAW LSA mit Checkliste Nachweisdokumente</li> </ul>
2.3.7. Weitere Richtlinien und Bestimmungen	<ul style="list-style-type: none"> <li>[b21] Fachhandbuch BSA - ASTRA</li> <li>[b22] Richtlinien Sekundärknoten - ASTRA</li> <li>[b23] VTA-VAO-AV – Kantonspolizei ZH</li> </ul>
2.3.8. Normen	<ul style="list-style-type: none"> <li>[c1] Allgemeine Bedingungen für Bauarbeiten, SIA 118</li> <li>[c2] Geometrisches Normalprofil; Grundabmessungen und Lichtraumprofil der Verkehrsteilnehmer, VSS 40 201</li> <li>[c3] Signalisation der Haupt- und Nebenstrassen - Wegweiser, Darstellung, SN 640 817d</li> <li>[c4] Strassensignale; Schrift, SN 640 830c</li> <li>[c5] Lichtsignalanlagen; Kopfnorm, SN 640 832</li> <li>[c6] Lichtsignalanlagen; Nutzen, inkl. Beilage, VSS 40 833</li> <li>[c7] Lichtsignalanlagen; Phasentrennung, inkl. Beilage, VSS 40 834</li> <li>[c8] Lichtsignalanlagen; Abschätzen der Leistungsfähigkeit, VSS 40 835</li> <li>[c9] Gestaltung der Signalgeber, VSS 40 836</li> <li>[c10] Lichtsignalanlagen; Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte, VSS 40 836-1</li> <li>[c11] Lichtsignalanlagen; Übergangszeiten und Mindestzeiten, VSS 40 837</li> <li>[c12] Lichtsignalanlagen; Zwischenzeiten, VSS 40 838</li> <li>[c13] Lichtsignalanlagen; Berücksichtigung des öffentlichen Verkehrs an Lichtsignalanlagen, VSS 40 839</li> <li>[c14] Lichtsignalanlagen; Koordination in Strassenzügen mit der Methode der Teilpunktreserven, VSS 40 840</li> <li>[c15] Lichtsignalanlagen, Inbetriebnahme und Betrieb, VSS 40 842-1</li> <li>[c16] Anlagen zur Verkehrssteuerung – Signalleuchten (nationales Vorwort zur EN 12368), SN EN 12368</li> <li>[c17] Steuergeräte für LSA - Funktionelle Sicherheitsanforderungen (nationales Vorwort zur EN 12675), SN EN 12675</li> <li>[c18] Signale; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen, VSS 40 845A</li> <li>[c19] Signale; Anordnung an Haupt- und Nebenstrassen, SN 640 846</li> <li>[c20] Strassensignale; Anwendung von retroreflektierenden Folien und Beleuchtung, VSS 40 871a</li> <li>[c21] Anlagen zur Verkehrssteuerung – Fahrzeug-Detektoren, SN EN 13563</li> <li>[c22] Strassenverkehrs-Signalanlagen, SN EN 50556</li> </ul>

- [c23] Durch Feuerverzinken auf Stahl aufgebrachte Zinküberzüge (Stückverzinken) - Anforderungen und Prüfungen, SN EN ISO 1461
- [c24] Türen, Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Prüfverfahren für die Ermittlung der Widerstandsfähigkeit gegen manuelle Einbruchversuche, EN 1630
- [c25] Fenster, Vorhangfassaden, Gitterelemente und Abschlüsse – Einbruchhemmung – Anforderungen und Klassifizierung, SN EN 1627
- [c26] Warmgefertigte Hohlprofile für den Stahlbau aus unlegierten Baustählen und aus Feinkornbaustählen, SN EN 10210
- [c27] Ausführung von Stahltragwerken und Aluminiumtragwerken, EN 1090
- [c28] Schutzarten durch Gehäuse (IP-Code), SN EN 60529
- [c29] Niederspannungs-Schaltgerätekombination, SN EN 61439
- [c30] Graphische Symbole für Schaltpläne, EN 60617
- [c31] Dokumente der Elektrotechnik, EN 61082
- [c32] Klassifikation und Kennzeichnung von Dokumenten für Anlagen, Systeme und Einrichtungen, EN 61355

2.3.9.  
Reihenfolge bei Widersprüchen | Gesetzespyramide

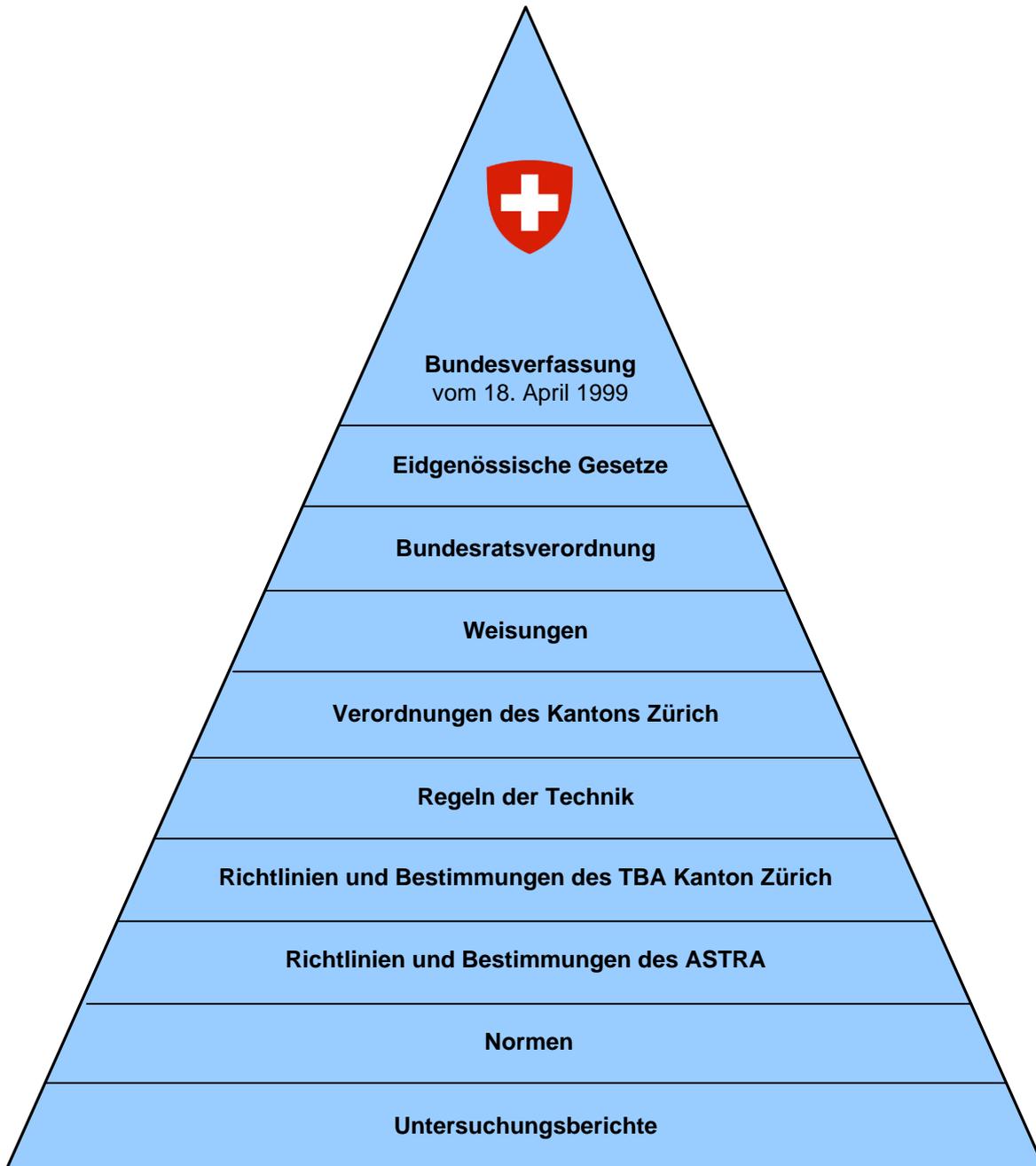


Abbildung 2 | Gesetzespyramide. Dokument Nr. 601.06.40 | Version 1.1 vom 19.12.2019

# 3. AUSSENANLAGE

## 3.1. Bauarbeiten

- 3.1.1. Allgemeines Sämtliche Bau- und Reinigungsarbeiten für die Rohranlage, Schächte und Fundamente werden gemäss Werkleitungsplan bauseits erstellt.  
Die Ausführung erfolgt nach den gültigen Normen und Normalien des TBA [b16].
- 3.1.2. Bestand Zustand und Bestand der Rohranlage, Schächte und Fundamente werden durch das TBA, respektive den projektierenden Ingenieur aufgenommen. Allfällige notwendige Detailpläne für die Dimensionierung neuer Fundamente, Sockel, Nischen, u.a. sind von Lieferanten LSA auf Verlangen abzugeben.
- 3.1.3. Standorte Das, mit den Submissionsunterlagen abgegebene, Bau- oder Auflageprojekt zeigt die Standorte des Steuergerätes und der Signalmasten, sowie die Lage der Detektoren. Diese Pläne sind verbindlich. Eine notwendige Abweichung und eine hieraus allfällig resultierende Anpassung der Standorte bedürfen einer schriftlichen Bestätigung per Mail seitens des Auftraggebers und des TBA BSA vor Baubeginn.
- 3.1.4. Koordination mit Bau Die Lieferfirma der LSA ist verpflichtet, mit dem für den Tiefbau zuständigen Unternehmer transparent zusammenzuarbeiten (Koordination über die örtliche Bauleitung) und vor Montagebeginn die ausgeführten Bauarbeiten für die Erstellung der Signalanlage zu prüfen. Allfällige Mängel müssen umgehend dem Auftraggeber gemeldet werden.
- 3.1.5. Fremdanlagen Schacht- und Rohranlagen Dritter im Bereich der LSA dürfen durch den Lieferanten der LSA nicht genutzt werden, sofern dies in den Submissionsunterlagen nicht ausdrücklich bestimmt ist. Dies können zum Beispiel Schachtanlagen von VDE, eines Energie liefernden Werks, eines Telekommunikationsproviders oder des ASTRA betreffen.

## 3.2. Signalträger

### 3.2.1. Ausführung

Signalträger sind dem Produktesicherheitsgesetz (PrSG), SR 930.11 [a4] und der Produktesicherheitsverordnung (PrSV), SR 930.111 [a15] unterstellt und sind entsprechend zu liefern.

Der Stahlbaudimension ist gemäss Submissionsunterlagen zu liefern. Bei jedem Signalträger ist in dessen Innenraum bei der Aussparung des Masttürchens folgende Angaben gut sichtbar einzuprägen (gestanzt, gelasert oder andere dauerhafte Markierungsart für eine Lebensdauer von mindestens 50 Jahren):

- Fertigungsjahr

Das Masttürchen wird durch einen Dreikantbajonettverschluss mit innenliegendem Riegel verschlossen.

Die Fertigungszeichnungen und Qualitätsprotokolle jedes Signalträgers der entsprechenden LSA sind in der technischen Dokumentation der Lieferanten LSA einzubinden und abzugeben.

Für die Ausführung der Signalträger gelten die Vorgaben gemäss Normalien<sup>1</sup> des TBA und den Ergänzungen im Anhang, B.1.

Für die Befestigung von Sicherungs-Elementen oder Klemmen sind Stege einzubauen. Sämtliche Klemmenstege sind gegen Tropfwasser in geeigneter Form zu schützen. Eine Kabelzug-Entlastung ist einzubauen.

Der Lieferant LSA haftet für die Festigkeit der Konstruktion. Die Belastungen müssen nach [b13] und den dazu vorhandenen Normalien<sup>1</sup> des TBA dimensioniert und nachgewiesen werden.

Signalträger, deren Riegellänge, die im Statiknachweis hinterlegte, maximale Länge, sowie die maximale Komponentenfläche nicht überschreiten, erfordern keine statische Berechnung.

Der Planer hat pro Signalträger ein Dokument gemäss den dazu vorhandenen Normalien<sup>1</sup> des TBA zu erstellen und zusammen mit dem Lieferanten LSA mit den Firmenstempeln und den Unterschriften auf deren Richtigkeit zu bestätigen.

Diese Nutzungsvereinbarung ist in der Dokumentation des Lieferanten LSA zu integrieren.

Signalträger, deren Riegellänge bzw. Komponentenfläche die maximal zulässige Dimensionierung überschreiten, ist pro Signalträger im Auftrag des Planers eine statische Berechnung und eine Nutzungsvereinbarung [b15] erstellen zu lassen. Diese Nutzungsvereinbarung ist durch den Planer, den Statiker, den Lieferanten LSA sowie den Bauherrn zu unterzeichnen.

Alle Originaldokumente verbleiben beim Bauherrn. Eine jeweilige Kopie der Dokumente wird den unterzeichneten Parteien übergeben und in dessen Dokumentation integriert.

Die Konstruktionspläne sowie die entsprechende Qualitätsdokumentation gemäss [c27] sind durch den Lieferanten LSA der Bauleitung abzugeben und in die Dokumentation des Lieferanten LSA zu integrieren.

---

<sup>1</sup> <https://www.zh.ch/de/planen-bauen/tiefbau.html>

- 3.2.2. Montage Die Signalträger werden in bauseits gelieferte Fundamente gemäss den vorhandenen Normalien<sup>1</sup> installiert  
Die Ausrichtung der Signalträger richtet sich in erster Linie nach der Aussparung für die Kabeleinführung im Fundament. Bei Winkelmast und Signalbrücken sind darüber hinaus die Masttürchen entgegen der Anfahrtsrichtung und frei zugänglich vorzusehen.
- 3.2.3. Erdung Der Tiefenerder (FE75 mm<sup>2</sup>) oder das Erdband/Erdseil (Cu 3 x 30 mm oder 50 mm<sup>2</sup>) werden auf die Haupterdungsschiene des Steuergerätes (Kapitel 4.2.2.6) und von dieser sternförmig zu jedem Signalträger einzeln mit einem Seil (mindestens 25mm<sup>2</sup>) geführt. Der Anschluss der Erdseile erfolgt mittels Kabelschuhe zwischen den einzelnen Signalträgern und der Haupterdungsschiene. Bei der Erstellung ist auf eine grösstmögliche elektrische Leitfähigkeit bei den Anschlussstellen unter Berücksichtigung der Korrosion und Oxidation sicherzustellen. Die Beschriftung der Erdung muss gemäss Kapitel 4.4.3.5 erfolgen.
- 3.2.4. Beleuchtungsmast Werden Signalgeber an Kandelabern der öffentlichen Beleuchtung montiert, sind diese gemäss Normalien<sup>1</sup> des TBA in verstärkter Ausführung und mit zwei Masttürchen zu liefern. Das Obere ist für den Sicherungseinbau der Beleuchtung, das Untere für den Klemmensteg der LSA zu verwenden.
- 3.2.5. Beleuchtungsaufsatz Es gelten die projektspezifischen Vorgaben.
- 3.2.6. Lichte Höhe + Seitliche Abstände Die Höhe der Normalmasten ist so festzulegen, dass die lichte Höhe zwischen
- oberkant Gehweg oder
  - oberkant Mittelinsel
  - unterkant Kontrastblende
- 2.35 m beträgt.
- Für Ausleger über Gehwegen muss die lichte Höhe zwischen
- oberkant Gehweg und
  - unterkant Kontrastblende
- 2.50 m betragen.
- Die Höhe der Winkelmasten und Signalbrücken ist so festzulegen, dass die Durchfahrtshöhe in allen Fällen mindestens 5.20 (max. 5.50 m) beträgt (lichte Höhe zwischen oberkant Fahrbahn und unterkant Kontrastblende).  
Die, in dem Ausführungsprojekt vorgegebenen, Höhen sind einzuhalten.
- Für die seitlichen Abstände gelten die Vorgaben der entsprechenden Norm [c2].
- 3.2.7. Werkstoffe Als Grundlage und Anforderung für die Erstellung von neuen Signalmasten gilt das Dokument Korrosionsschutzspezifikation für Signalmasten Erstschutz [b11].  
Für die Teilerneuerung von Signalmasten gilt das Dokument Korrosionsschutzspezifikation für Signalmasten Teilerneuerung [b12].
- Die Signalmasten und allfällige Ausleger sind im Regelfall in silbergrau (RAL 7001) auszuführen.
- Konstruktionsbedingte Verschraubungen und Befestigungsmaterialien sind gemäss [b11] auszuführen, jedoch ohne Deckbeschichtung in silbergrau (RAL 7001).

## 3.3. Signalgeber

- 3.3.1. Anforderungen Sämtliche Leuchtmittel in Signalgebern müssen dimmbar (Kapitel 4.4.2.15) in 40V-Technik mit LED-Einsätzen geliefert werden. Die Gestaltung und Abmessungen der Kontrastbleche richten sich nach [c9].  
Der entsprechende Typ wird in Absprache mit dem TBA bestimmt.
- 3.3.2. Gehäuse-spezifikationen Ergänzend zu [c9] und Anhang [B.2] gilt:
- Zu verwenden sind Einzelkammer-Signalgeber, horizontal und vertikal einzeln einstellbar.
  - Bei horizontal angeordneten Signalgebern beträgt der Leuchtfeldabstand 500 mm
  - Schutzklasse IP 55, gemäss [c28]
  - Temperaturbereich -40 °C bis +60 °C.
  - Relative Luftfeuchtigkeit 20 %-95 %
  - Jedes Leuchtmittel ist mit
    - der Anschrift des Herstellers,
    - der Anschlussspannung
    - der Leistungzu bezeichnen.
- 3.3.3. Lichttechnische Eigenschaften Die lichttechnischen Eigenschaften richten sich nach [c16]. Die lichttechnischen Anforderungen müssen sowohl im Normal- als auch in gedimmtem Zustand eingehalten werden.
- Ergänzend zu den genannten Dokumenten müssen die Vorgaben betreffend
- Lichtstärke
  - Leuchtdichte
  - Lichtfarbe
  - Phantomlicht
- während der Garantiezeit (mit zulässigen Abweichungen von max.+/- 10%) eingehalten werden.
- 3.3.4. Werkstoffe Die Gehäuse und Abschirmblenden bestehen aus Kunststoff, welcher die Anforderungen für den Einsatz im Aussenbereich erfüllt. Kontrastblenden sollen aus Aluminium und nach den Vorgaben von [b21] montiert werden. Die, von vorne sichtbaren, Teile der Signalgeber sind schwarz (RAL 9017), matt, UV- und wetterbeständig, die übrigen Teile sowie die Rückseiten im Regelfall ebenfalls schwarz (RAL 9017), matt und UV- und wetterbeständig. Bei Überkopfsignalgebern 3 x 300 mm mit rückseitiger Abdeckwanne (siehe Kapitel B.2 im Anhang) ist diese pulverbeschichtet, die Innenseite und die Aussenseite im Regelfall ebenfalls schwarz zu montieren.

## 3.4. Signale

### 3.4.1. Statische Signale / Wegweiser

Für sämtliche nicht an- oder ausgeleuchteten statische Signale und Wegweiser (ausgenommen angeleuchtete Wegweiser) gilt Retroreflexionsklasse R3 gemäss [c20]. Die Signale haben grundsätzlich Normalformat und bestehen aus Aluminiumblech in der Stärke von 2 mm.

Die retroreflektierende Folie muss

- reissfest
- UV-beständig
- witterungsbeständig

sein.

## 3.5. Kabelanlage

- 3.5.1. Lieferumfang Die Kabelanlage umfasst das Liefern und Einziehen von Verbindungskabel zu den Apparaten in die bauseits erstellte Rohr- und Schachtanlage.
- 3.5.2. Kabeltypen Bei Anlagen, welche sich in einem normalen Urbanen Raum befinden und keine Überdeckung (Brücke, Unterführung, usw.) oder andere spezielle Anforderungen auf die Gesundheit von Mensch und Tier aufweisen, müssen zum Schutz gegen Nagetiere in den Rohr- und Schachtanlagen leicht armierte Kabel vom Typ CLT verwendet werden. Es wird zudem der Einsatz von halogenfreien Kabeln empfohlen.
- Folgende Kabeltypen sind hierbei zu verwenden:**
- Verbindungskabel Steuergerät - Signalträger:  
Typ TT-CLT 1,5 mm<sup>2</sup> (LPE)
  - Verbindungskabel Steuergerät - Schachtdose Detektorschleife:  
(1) Typ G 51-CLT 0,6 mm Ø oder  
(2) Typ G 51-CLT 0,8 mm Ø (bei längeren Zuleitungen) oder  
(3) Typ U 72-CLT 0,8 mm Ø
  - Verbindungskabel Steuergerät - Fussgängerdrücker:  
(1) Typ G 51-CLT 0,6 mm Ø oder  
(2) Typ U 72-CLT 0,8 mm Ø
  - Verbindungskabel Bedienkasten - Funkuhr/Dämmerungssensor:  
(1) Typ G 51 2 x 2 mm Ø oder  
(2) Typ U 72 1 x 4 mm Ø
  - Verbindungskabel Steuergerät - Bedienkasten:  
Typ G 51-CLT 0,6 mm Ø
  - Verbindungskabel Steuergerät - Anstrahlleuchte:  
Typ TT-CLT, Querschnitt gemäss Submissionsunterlagen
- 3.5.3. Spezialkabel Sind Spezialkabel notwendig, so hat der Lieferant LSA den entsprechenden Kabeltypen anzugeben, welche die entsprechenden Anforderungen erfüllen.
- 3.5.4. Kabellisten Die Kabellisten sind vom Lieferanten LSA zu erstellen.
- 3.5.5. Ummantelung Sämtliche Verbindungs- und Steuerkabel sind mit grüner äusserer Ummantelung zu liefern.  
Sämtliche Kabel von und zum Steuergeräteschrank sind in Längsrichtung wasserdicht (z.B. durch Schrumpfen) zu erstellen, um einen hohen Schutz gegen das Eindringen von Feuchtigkeit sicherzustellen.
- 3.5.6. Beschriftung Die Kabel sind jeweils an den Enden gemäss Projektunterlagen dauerhaft mit Kunststoffschildern oder anderen geeigneten permanenten Beschriftungssystemen (siehe Anhang, B.3) zu beschriften.  
Die Beschriftungen müssen so angeordnet werden, dass sie jederzeit und ohne zusätzliche Handgriffe sichtbar sind.



3.5.7.  
Verbindungen

Die Verbindungen zu den Schleifen und bei Kabelschlaufungen müssen mit Verbindungsklemmen (2-Leiter-Klemme mit Bestätigungshebeln) erschütterungssicher verbunden sein.

3.5.8.  
Muffen + Dosen

Bei Verwendung von Muffen und Dosen ist im Angebot der entsprechende Typ anzugeben. Es sind wasserdichte Kunststoffdosen mit sichtdurchlässigem Deckel und Kabeleinführungen mit einer Schutzklasse von mindestens IP 65 zu verwenden.

3.5.9.  
Durchführungen

Bei sämtlichen Durchführungen durch Stahlteile sind die Kabel einzeln mit je einer Tülle gegen Beschädigungen zu schützen. Auf Tüllen darf verzichtet werden, wenn bei der Erstellung der Stahlteile entsprechende Massnahmen für die Durchführung getroffen wurde, die Beschädigungen der Kabel vermeiden.  
An der Einführungsstelle ist das Kabel mit einer Schlaufe zu versehen (Wasserschlaufe).

## 3.6. Anmeldemittel

- 3.6.1. Detektoren Für Fahrzeuge sind Induktionsschleifen / Detektoren auf dem Prinzip der elektromagnetischen Feldänderung vorzusehen. Andere Detektionssysteme (z.B. mittels Video, Radar, etc.) sind nur nach Absprache mit der Kapo und dem TBA zulässig.
- 3.6.2. Einbaulage Die Einbaulage der Detektorschleifen (Grösse, Standort, Frästiefe – Anhang, B.4) wird von der Bauleitung in Zusammenarbeit mit der Kapo vor Ort festgelegt. Bei Autobahnanschlüssen bzw. im ASTRA-Perimeter sind die entsprechenden ASTRA-Vorgaben anzuwenden.
- 3.6.3. Übertragung + Verbindung Die Übertragung von der Schleife zum Steuergerät erfolgt einzeln, drahtgebunden (Kapitel 3.5).  
Von der Schachtdose in die Fahrbahn und für die Detektorschleife selbst ist eine verzinnte, bis 155°C hitzebeständige T-Litze 1.5 mm zu verwenden. Diese sind mit mindestens zehn Schlägen pro Meter zu verdrehen.  
Die Verbindung der Detektorschleifen mit den Verbindungskabeln zum Steuergerät ist in wasser- und korrosionsfesten Dosen (Anhang, Kapitel B.4), welche über einen sichtdurchlässigen Deckel und einer Schutzklasse von mindestens IP 65 verfügen, unterzubringen.  
Schleifen, die auf ein gemeinsames Verbindungskabel geschaltet sind, müssen auf die gleiche Detektorauswerteeinheit geführt werden.  
Das Verbindungskabel zum Steuergerät und die Schleifenanschlusskabel müssen dauerhaft mit Kunststoffschildern (Anhang, Kapitel B.3) beschriftet werden.
- 3.6.4. Verlegen und Vergiessen Die Detektorschleifen werden vom Lieferanten LSA komplett verlegt und mit heisser Bitumen-Vergussmasse vergossen. Beim Verlegen dürfen die Schleifendrähte nicht um scharfe Kanten verlegt werden, um eine Verletzung der Isolation zu verhindern. Im Hinblick auf eine hohe Lebensdauer sind die Temperatur- und Witterungsbedingungen beim Einbau zu berücksichtigen.  
Die Drähte sind vor dem Vergiessen mit einer Schutzschnur abzudecken.
- 3.6.5. Windungen Die Windungszahlen können örtlich bedingt und je nach Fabrikat und Typ der Detektorverstärker variieren. Der Lieferant LSA muss die Anzahl Windungen vor Ort so festlegen, dass die einwandfreien Funktionen des Detektors gewährleistet ist.
- 3.6.6. Messprotokoll Die Daten aller Schleifen sind nach dem Vergiessen in einem Messprotokoll festzuhalten und abzugeben, welches mindestens Auskunft geben muss über die Ergebnisse der Durchgangsmessung (Schleifenimpedanz) und Isolationsmessung (mit min. 100 MΩ / 500 V).

### 3.6.7. Fussgängerdrücker

Als Fussgängerdrücker kommen Armaturen mit Alugehäuse inkl. Mast-Adapter (Grundplatte) zum Einsatz. Sie müssen den Anforderungen gemäss Submissionsunterlagen entsprechen sowie die nachfolgenden Spezifikationen erfüllen:

#### **Eigenschaften Gehäuse:**

- Farbe Alugehäuse und Mast-Adapter: Verkehrsgelb RAL 1023
- IP-Schutzart: IP 54 gemäss [c28]

#### **Eigenschaften Anmeldesensor:**

- Farbe Signal Rot 50 (VSA 250)
- Durchmesser: 50 mm
- Anmeldefunktion

#### **Funktionen Anmeldesensor:**

- Anmeldung über Sensor
- Der Sensor soll Anmeldungen erkennen, welche durch Personen mit körperlichen Einschränkungen (Anmeldung mit Ellenbogen) oder mit Schutzhandschuhen (Wärmehandschuhe) erfolgen. Optional sollen auch berührungsfreie Anmeldungen möglich sein (projektabhängig)
- Anmeldung über Behinderten-Taster an der Unterseite des Gehäuses nach Vorgaben von [c10]
- Anmeldequittierung optisch (LED)
- Taktiles Freigabesignal an der Unterseite des Gehäuses nach den Vorgaben von [c10]
- Akustik (projektabhängig)

#### **Zusätzlich zu beachten sind:**

- Einzel überwachbare Eingänge
- Versorgung in Kleinspannung < 50 VDC
- Lieferung mit Befestigungsmaterial und Anschlusskabel mit Stecker
- Taktiles Freigabesignalgeber gemäss [c10], in emaillierter Ausführung
- Zusätzliche Komponenten für die Ansteuerung des FG-Drücker müssen im STG installiert werden (z. Bsp. ES – Print). Im Drücker dürfen keine zusätzlichen Komponenten installiert werden.

#### 3.6.7.1. Montage

Die Montage erfolgt gemäss Vorgaben aus Kapitel 3.2, 3.5, der Norm [c10] und den Projektunterlagen. Gemäss [c10] ist das taktile Gerät soweit möglich an der vom Fussgängerübergang abgewandten Seite, am Signalmast zu installieren. Als Richtmass gilt 0.9 – 1.0 m ab Boden und unterkant Fussgängerdrückergehäuse resp. Behinderten-Taster.

Das Gerät muss frei zugänglich sein. Es dürfen keine weiteren Infrastrukturen den Zugang behindern oder das Fussgängerlichtraumprofil verletzen.

# 4. STEUERGERÄT

## 4.1. Steuergerätekabine

### 4.1.1. Ausbaustandard

#### 4.1.1.1. Gehäuse

Das Gehäuse der Steuergerätekabine gemäss Anhang, C1 ist in vandalensicherer (RC2 nach [c25]), wetterfester, doppelwandiger Leichtmetallausführung für die Montage auf einem bauseits beschafften Chromstahlschachtsystem (Anhang B5) zu liefern. Der Standort wird gemäss Kapitel 3.1.3 festgelegt.

Die äussere Gehäusefarbe ist mittels Pulverbeschichtung in silbergrau (RAL 7001), matt, UV- und wetterbeständig zu erstellen. Die Beschichtung muss den Eigenschaften der Anti-Graffiti-Schutz (AGS) der Unterklasse AGS 1-1 genügen. Beschichtungsprodukte, welche über kein Zertifikat der Unterklasse AGS 1-1 verfügen, dürfen einzig eingesetzt werden, wenn der Lieferant LSA den Nachweis erbringt, dass die Eigenschaften der Beschichtung der AGS Unterklasse 1-1 entsprechen und erfüllen.

Der Kabinenboden ist gegenüber dem Fundament gegen Eindringen von Feuchtigkeit und Nagetieren abzudichten. Dies erfolgt mittels Kabeldurchführungsplatten, welche gemäss Submission bauseits oder durch den Unternehmer LSA geliefert werden. Die Kabeldurchführungsplatten sind so zu wählen, dass eine sinnvolle Kabeldurchführungsplatte am richtigen Ort montiert wird. Jedes Kabel ist einzeln durch eine vorhandene Kabeleinführung zu ziehen. Sollte die vorhandene Kabeldurchführungsplatte keine passende vorgefertigte Kabeleinführung enthalten ist die entsprechende Kabeldurchführungsplatte auszuwechseln. Kabeldurchführungsplatten welche für keine Kabeleinführungen genutzt werden, bleiben als Reserve drin. Die Dampfsperre muss ohne zusätzliche Materialien (Dichtungsmasse) sichergestellt werden.

Konstruktion, Disposition und Gehäusegrösse sind dem Bauherrn zur Genehmigung vorzulegen.

Der EW-Teil (Energieversorgung), der Fernwirk-Teil und der Steuer-Teil sind getrennt voneinander in der Steuergerätekabine unterzubringen (Klasse H1 nach [c22]). Aufbau- und Standardabmessungen für zum Einsatz kommenden Gehäusegrössen können dem Anhang, C.1, entnommen werden. STG-Kabinen sind ohne Lüfter aufzubauen. Bestehende Aussparungen sind so zu verschliessen, dass die Luftzirkulation gewährleistet ist und das STG gegen das Eindringen von Insekten geschützt ist (Insektennetz).

Die Beschriftungstafel der Steuergerätekabine sowie eine Platte zur Anbringung des Klebers Plakate anbringen verboten und mit Kontaktdaten des TBA werden bauseits geliefert.

Sie sind so zu montieren, dass beide von der Fahrbahn aus leicht erkennbar sind. Die entsprechende Positionierung der Tafel und der Platte muss zentriert sein und in einer gemeinsamen Flucht zum Liegen kommen. Die Positionierung kann dem Anhang, C.1, entnommen werden.

- 4.1.1.2. Fronttüren
- Die Fronttüren müssen in geöffnetem Zustand mechanisch arretiert werden können. Der Öffnungswinkel muss mindestens 160° betragen. Die Türen sind mit mindestens drei Scharnierzapfen an der Kabine zu befestigen, so dass ihre Funktion sichergestellt ist (kein Verziehen). Die Fronttüren sind separat mit einem entsprechenden Leiterquerschnitt gut sichtbar zu erden.
- Die Fronttüren lassen sich mit einem mechanischen Griff öffnen, der mit einem Halbzylinder geschlossen wird (analog Schwenkhebelgriff).
- Die Türe des Fernwirk-Teils muss innen mit einer Befestigung für den Schachtschlüssel und den Schachthebaken (Chromstahlschacht) ausgestattet werden.
- 4.1.1.3. Ablage für Unterlagen
- Die Dokumentation der LSA muss im Steuergerät hinterlegt werden können. Sowohl im Steuer- als auch im Fernwirk-Teil des Schrankes ist eine Schematasche für Ordner im Format A4 quer (B x H x T~325 x ~180 x ~60 mm) anzubringen, mechanisch verschraubt mit offener Rückseite. An der Innenseite der Fronttüre des Steuerteils ist ein Klapptisch einzubauen (B x T mindestens 40 x 40 cm / Mindesthöhe ab Boden 100 cm +/-10 cm).
- 4.1.1.4. Schliesszylinder
- Für sämtliche LSA besteht ein Schliessplan. Die entsprechenden Zylinder für EW-, Steuer- und Fernwirk-Teil werden nach den Vorgaben des TBA vom Lieferanten LSA beschafft und eingebaut. Die Zylinder sind nach aussen mit einer Abdeckung zu versehen.
- 4.1.1.5. Werkstoffe
- Das Gehäuse der Steuergerätekabine inkl. Klapptisch und Schematasche sind in Aluminiumausführung mit Pulverbeschichtung zu liefern. Diese sind gemäss den Eigenschaften im Kapitel 4.1.1.1 Gehäuse auszuführen. Sämtliche Befestigungsschrauben, Scharnierbolzen, u.a. müssen gemäss Kapitel 3.2.7 erstellt werden. Die Beschriftungstafeln (Chromstahl, Kunststoff) müssen beim TBA BSA bezogen werden.
- 4.1.2. Umwelanforderungen
- Für die Anforderungen an die Kabine sowie für Umweltprüfungen gemäss [c22] gelten die folgenden Vorgaben:
- Mechanischer Schutz: Schlagfestigkeit IK 07 und Schutzart IP 54 gemäss [c28], bei geöffnetem Bedienteil Schutzart IP 23 gemäss [c28] (Klasse V2)
  - Trockene Wärme bis +55 °C Aussentemperatur (Klasse AB2)
  - Kälte bis -25° C Aussentemperatur (Klasse AE3)
  - Feuchte Wärme, zyklisch mit einem Zyklus bei 40° C Aussentemperatur (Klasse AK1) und relativer Luftfeuchte von 95 %.
  - Mechanische Schwingungen in alle drei Achsen mit zufälliger Schwingfrequenz während 2 Stunden (Klasse AM1)
  - Ganztägige Sonnenbestrahlung
  - Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV)
- 4.1.3. Schaltgerätekombinationen
- Die Schaltgerätekombinationen (Steuergerätekabine mit allen eingebauten und verkabelten Komponenten) ist nach den gültigen Normen und Vorschriften gemäss [c29] auszuführen. Für jede Schaltgerätekombination ist vom Ersteller ein vollständig ausgefülltes Stücknachweis-Protokoll, ein Bauartnachweis sowie eine Konformitätserklärung gemäss [c29] abzugeben.

## 4.2. EW-Teil (Elektrische Ausrüstung)

- 4.2.1. Aufbau  
Vorgaben zum Aufbau und das Elektroschema des EW-Teils sind im Anhang, Kapitel C.1 und C.2 enthalten. Die Dispositionspläne sind durch den Lieferanten LSA zu erstellen und der Bauleitung zur Genehmigung abzugeben. Es ist auch der Einbau der bauseits gelieferten Komponenten einzuzeichnen.
- 4.2.2. Energieversorgung  
Es gelten die Vorgaben [b1], [b18], sowie [c22]
- 4.2.2.1. Netzanschluss  
Die Bauleitung erledigt die erforderlichen Abklärungen. Die Erstellung des Netzanschlusses kann sowohl durch das energieliefernde Werk, wie auch durch den Lieferanten LSA ausgeführt werden. Hierbei ist auf ein korrektes Einführen der Zuleitung durch die Kabeldurchführungsplatte (Kapitel 4.1.1.1) sicherzustellen. Die Qualitätssicherung dieser Arbeiten ist durch die Bauleitung sicherzustellen.
- 4.2.2.2. Einspeisung  
Der genaue Herkunftsort der Einspeisung ist am Einspeisepunkt im EW-Teil anzuschreiben und in den Unterlagen zu dokumentieren. Die Eingangsklemme ist gemäss [a9] und dem (Kapitel 3.5.6) zu beschriften.
- 4.2.2.3. Installationsanzeige  
Der Lieferant LSA ist verpflichtet, die Installations-Anzeige nach [b18] und, wenn notwendig, eine Hausanschluss-Bestellung einzureichen.
- 4.2.2.4. Fertigstellungsanzeige  
Der Lieferant LSA ist verpflichtet, die Fertigstellungs-Anzeige nach [b18] einzureichen.
- 4.2.2.5. Netzspannung  
Die Netzspannung entspricht der genormten schweizerischen Nennspannung von 230 / 400 VAC und 50 Hz. Für die Messung unter Betriebsbedingungen gilt der Betriebsspannungsbereich gemäss [c22].
- 4.2.2.6. Erdung  
Das STG-Fundament muss nach den Vorgaben von [b18] geerdet werden (Anhang, Kapitel C.2). Die Haupterdungsschiene ist am Chromstahlschachtsystem isoliert zu montieren (Anhang, Kapitel B.5). Bei herkömmlichen Betonfundamenten muss sie gut zugänglich im EW-Teil des Steuergeräteschranks isoliert angeordnet werden. Der Anschluss an die Haupterdungsschiene erfolgt mittels Verschraubung und ist mit gelb-grüner Farbe zu kennzeichnen. Bei den Verbindungsstellen ist eine bestmögliche elektrische Leitfähigkeit unter Berücksichtigung von Korrosion oder Oxidation sicherzustellen. Der PE-Leiter des Netzanschlusses ist ebenfalls mit der Haupterdungsschiene zu verbinden. Im Zusammenhang mit Bahnanlagen gelten die speziellen Vorschriften des Bahnbetreibers zur Erdung des STG.

4.2.2.7.  
Sicherheitsnachweis

Nach erfolgter Montage und vor der Einschaltung der gesamten Anlage ist durch den Lieferanten LSA das Mess- und Prüfungsprotokoll nach [a9] zu erstellen. Der Sicherheitsnachweis Elektroinstallation (SiNa) muss, unterzeichnet durch ein unabhängiges Kontrollorgan, bis zur Abnahme der LSA dem TBA und dem energieliefernden Werk (Kopie) zugestellt werden.

4.2.2.8.  
Leistungsschild

Das Steuergerät muss mit einem Leistungsschild nach [b1] und [c29] versehen sein.

## 4.3. Fernwirk-Teil

- 4.3.1. Aufbau  
Detaillierte Vorgaben zum Aufbau des Fernwirk-Teils sind im Anhang, C.1 und C.2 enthalten. Die Dispositionspläne sind durch den Lieferanten LSA zu erstellen und der Bauleitung zur Genehmigung abzugeben. Es ist auch der Einbau der bauseits gelieferten Kommunikationskomponenten einzuzichnen und die Verwendung bestehender Komponenten aufzuzeigen.
- 4.3.2. Komponenten  
Die Komponenten werden gemäss Anhang, C.1 im Fernwirk-Teil montiert.
- 4.3.2.1. Elektroverteilung  
Montage eines AP-Kleinverteilers seitlich oben im Fernwirk-Teil.
- 4.3.2.2. Service-Steckdose  
Für den Anschluss von Mess- und Prüfgeräten sowie mobilen Rechnern ist eine separate Steckdose mit 13 A einzubauen und mit FI-Schutz 30 mA auszurüsten. Es kommen Steckdosen vom Typ 13 zum Einsatz.
- 4.3.2.3. Steckdosenleiste  
Die Steckdosenleiste ist nicht FI-geschützt und entsprechend permanent zu beschriften («Achtung: Steckdosenleiste nicht FI-geschützt»).
- 4.3.2.4. Heizung und Thermo-/Hygrostat  
Es ist eine Heizung (kein Heizband) mit separat kombiniertem Hygro-Thermostat vorzusehen. Heizungs- und Hygro-Thermostat werden direkt auf den Verteiler verdrahtet.  
Die Heizung muss Sicherheitsabstände von mindestens 100 mm auf alle Seiten aufweisen und ist unten im Schrank zu installieren. Die Installation des Thermo-/Hygrostat ist oben im Schrank und versetzt mit grösstmöglichem Abstand zur Heizung zu realisieren. Die Heizung soll so platziert werden, dass sie nicht unterhalb des LWL-KEV oder des Switches zuliegen kommt. Der Thermo- und Hygrostat ist auf 10° C und der Hygrostat ist auf 70 % relative Feuchtigkeit einzustellen. Sollen andere Werte für den einwandfreien Betrieb der LSA Steuerung eingestellt werden, ist dies in der technischen Dokumentation aufzuführen.
- 4.3.2.5. Kabelendverschluss (KEV) / Router  
KEV werden bauseits geliefert und im vorgängig ausgebauten FW-Teil montiert. Die Maximalmasse betragen B x H x T 160 x 300 x 150 mm.  
Wird die LSA mit Mobilfunk ans übergeordnete Netz angeschlossen, wird anstelle des KEV ein Router inkl. Planetarantenne (pilzförmig) gemäss C.1.5 montiert. Die Aussenmontage der Antenne ist an einer Aussenwand an einer uneinsichtigen Position zu montieren. Die Lieferung vom Router und der Antenne erfolgt bauseits. Diese sind durch den Lieferanten LSA zu installieren und anzuschliessen. Vor dem Einbau muss ein ausreichender Empfang der Antenne sichergestellt werden.
- 4.3.2.6. Switches  
Switches werden bauseits durch den Unternehmer LWL respektive Unternehmer Verkehrsrechner geliefert und müssen durch den Lieferanten LSA montiert und installiert werden. Die Masse betragen B x H x T 125 x 133 x 100 mm.

#### 4.3.2.7. Netzteil

Das Netzteil wird bauseits durch den Unternehmer LWL respektive Unternehmer Verkehrsrechner geliefert und muss durch den Unternehmer LSA montiert und installiert werden. Die Masse betragen B x H x T 45 x 75 x 98 mm.

## 4.4. Steuer-Teil

- 4.4.1. Aufbau Die Dispositionspläne und ein Elektroschema (Vorgaben siehe Anhang, C.2) sind durch den Lieferanten LSA zu erstellen und der Bauleitung zur Genehmigung abzugeben.
- 4.4.1.1. Schwenkrahmen Das Steuergerät ist auf einem Schwenkrahmen, schwenkbar bis 160°, einzubauen, so dass sämtliche Komponenten bei Revisions- und Unterhaltsarbeiten leicht zugänglich sind. Schwenkrahmen und Scharniere sind so zu bemessen, dass die Funktion über die gesamte Lebensdauer sichergestellt ist (kein Verziehen). Der Schwenkrahmen muss verriegelt werden können und ist separat mit einem entsprechenden Erdband gut sichtbar zu erden.
- 4.4.2. Komponenten und Hardware Es liegt in der Verantwortung des Lieferanten LSA, dass die Funktionstüchtigkeit der LSA im Steuergerätschrank unter den beschriebenen Umweltbedingungen (Kapitel 4.1.2) jederzeit gewährleistet ist. Es müssen Komponenten eingesetzt werden, welche unter den gegebenen Umweltbedingungen eine einwandfreie kontinuierliche Funktion garantieren. Die Betriebs- und Grenzwerte müssen von den Herstellern in Datenblättern festgehalten werden, die Komponenten müssen Industriestandard aufweisen und vorgeprüft sein.
- 4.4.2.1. Eingangssicherung Der Eingangssicherungsautomat mit trennbarem Neutralleiter muss in geschlossener Ausführung (allenfalls mit Abdeckung) eingebaut werden. Die Eingangssicherung ist 5-polig vorzusehen, wenn das STG elektrisch mit 3-Phasen erschlossen ist. Bei einer 1-phasigen Erschliessung ist die Eingangssicherung 3-polig vorzusehen.
- 4.4.2.2. Hauptschalter Mit dem Hauptschalter wird die gesamte Steuerung inkl. Signalgeber ausgeschaltet. Die Eingangssicherung kann als Hauptschalter verwendet werden.
- 4.4.2.3. Elektroverteilung Es ist, gemäss Elektroschema (Anhang, C.2), eine Elektroverteilung vorzusehen.
- 4.4.2.4. Überspannungsschutz Es gilt Klasse D0 gemäss [c22] (keine Schutzeinrichtung erforderlich)
- 4.4.2.5. Spannungsüberwachung Die Spannungsversorgung wird durch eine unabhängige Einrichtung dauernd überwacht (siehe auch 4.6.2.)
- 4.4.2.6. Leistungsschutzschalter Die Einspeisung von Steuergerät, BSS, Wegweisungsbeleuchtung sowie Servicesteckdose, Heizung, Stablampe werden jeweils über separate Leistungsschutzschalter abgesichert (Anhang, C.2).

#### 4.4.2.7. FI | IW

Zur Überwachung des elektrischen Zustands der 40 V Aussenanlage ist eine FI-Überwachung Überwachungsschaltung (Isolationswächter) 300 mA vorzusehen (Kabel- und Geräteschutz). Übersteigt der Fehlerstrom den Wert 300 mA, ist dies sowohl im STG optisch anzuzeigen (Kapitel 4.7.1) als auch an den Verkehrsrechner zu übermitteln. Ein Ansprechen der FI Überwachungsschaltung darf zu keiner Abschaltung der Anlage führen, sofern keine Gefährdung des Kabel- oder Geräteschutzes vorliegt.

#### 4.4.2.8. Transformator

Die Umwandlung der Nennspannung in Kleinspannung erfolgt mittels eines Transformators. Der Trafo ist bedingt kurzschlussfest und stellt die galvanische Trennung der Stromkreise sicher.

#### 4.4.2.9. Rechner

Im Steuergerät sind zwei voneinander unabhängige Rechner vorzusehen, welche sich gegenseitig kontrollieren (mindestens ein Steuerrechner, welcher durch mindestens einen Überwachungsrechner überwacht wird).

Es kommen Industrierechner zum Einsatz, die den Betrieb der im Kanton Zürich eingesetzten Logik (Kapitel 4.5.9) sicherstellen. Bei der Dimensionierung ist auf genügend Leistungsreserve für allfällige SW-Updates sicherzustellen.

Die Rechner sind mit nichtflüchtigen Speichermedien auszurüsten, rotierende Speichermedien sind nicht zugelassen. Für die Speicherung von Aufzeichnungen und Logbücher (Kapitel 4.8) muss ausreichend Speicherplatz zur Verfügung stehen. Für die Ablage von variablen Daten sind Lösungen ohne batteriegestützte Speicher zu bevorzugen. Bei batteriegeschütztem Speicher hat der Lieferant den Ersatzzyklus der Batterie für einen störungsfreien Betrieb in seiner erstellten Dokumentation schriftlich festzulegen.

#### 4.4.2.10. Netzwerkschnittstellen

Das Steuergerät ist mit folgenden netzwerktechnischen Schnittstellen auszurüsten:

- Ethernetbasierte-Netzwerkschnittstelle (IEEE 802.3 mit RJ45-Anschluss) mit Echtzeit- und Versorgungsschnittstelle (protokollbasiert mit OZS3.0) für den Anschluss an den Verkehrsrechner (Zentralenschnittstelle). Die Netzwerkschnittstelle der Steuerung muss gegenüber elektromagnetischen Einflüssen unempfindlich sein.
- Separate Service-Netzwerkschnittstelle (IEEE 802.3 mit RJ45-Anschluss) mit Versorgungsschnittstelle für die Bedienung des Steuergeräts vor Ort (auf die Front des Steuergeräts geführt, inklusive DHCP-Serverfunktion).
- Netzwerkadressabfragen dürfen bei keiner Schnittstelle zum Ausfall der LSA führen.

#### 4.4.2.11. Servicesteckdose

Für den Anschluss von Mess- und Prüfgeräten sowie mobilen Rechnern ist eine separate Steckdose mit 13A einzubauen und mit einem FI-Schutz 30 mA und Schutzkragen auszurüsten. Es kommen Steckdosen vom Typ 13 zum Einsatz.

#### 4.4.2.12. Netzgeräte

Netzgeräte dürfen maximal mit 60% ihrer Nennleistung belastet sein. Sie müssen Transienten, welche auf dem speisenden Netz auftreten können, ausfiltern.

#### 4.4.2.13. Heizung + Klima

Die Montage der Heizung und Hygro-Thermostat werden jeweils an der Seitenwand auf eine kombinierte C/DIN-Schiene montiert und direkt auf den Verteiler verdrahtet. Es gelten für die Montage die gleichen Abstände gemäss Kapitel 4.3.2.4. Sollen andere Werte für den einwandfreien Betrieb der LSA-Steuerung eingestellt werden, ist dies in der technischen Dokumentation aufzuführen. Sofern unter den gegebenen Umweltbedingungen die Funktionstüchtigkeit der LSA nicht jederzeit gewährleistet ist, muss der Lieferant LSA darauf hinweisen und mit dem Bauherrn Massnahmen gegen Überhitzung festlegen, wie geeigneter Standort, Gehäusefarbe, Isolierung oder funktionsüberwachter thermostatisch geregelter Ventilator.

#### 4.4.2.14. Handleuchte

Eine flexible, fest angeschlossene Stableuchte mit separatem Schalter ist einzubauen. Die Stableuchte ist in LED-Technik zu liefern und in einem entsprechenden Halter im Steuergerät zu verstauen. Die Kabellänge der Stableuchte muss so dimensioniert werden, dass nach dem Entfernen der Stableuchte aus dem entsprechenden Halter alle Komponenten in allen Steuergeräteabteilen ausgeleuchtet werden können (Richtlänge Kabel mindestens 1.5 m).

#### 4.4.2.15. Dämmerautomatik

Die Anlage muss mit einer Dämmerautomatik ausgerüstet sein. Tagsüber werden die Signalgeber mit der vollen Nennspannung versorgt. Während der Nacht muss die Signalgeberspannung auf ca. 35% der Nennspannung reduziert werden. Die Dimmspannung ist in der Dokumentation des Lieferanten LSA anzugeben. Der Schwellenwert für die Abdämmerung liegt bei 50 Lux.

Das Steuergerät verwendet für die Dämmerung folgende Quellsignale:

- *Erste Priorität:* OZS-Datenpunkt "Ganznachtschaltung", bzw. Verkehrsrechner (früher Datenpunkt "Signaltafelbeleuchtung")
- *Zweite Priorität:* Dämmerungsfühler

Solange die Verbindung zum Verkehrsrechner aufrecht erhalten bleibt, wird *nur* das Signal des Verkehrsrechners verwendet. Erst wenn keine Verbindung mehr zum Verkehrsrechner besteht, wird der Dämmerungsfühler als Quelle verwendet.

#### 4.4.2.16. Zeitquelle

Das Steuergerät verwendet für die Zeitsynchronisation folgende Zeitquellen:

- *Erste Priorität:* Zentrales Zeitsignal mittels NTP
- *Zweite Priorität:* Funkbasierter Zeitsignalempfänger
- *Dritte Priorität:* Taktfrequenz des Steuerungsrechners, bzw. Rückrechenverfahren

Die Uhrzeit entspricht dabei der Mitteleuropäischen-Zeitzone (MEZ) mit automatischem Wechsel auf Sommer-, bzw. Winter-/Normalzeit.

Der vorgesehene Standort der Antenne für den funkbasierten Zeitsignalempfänger ist vor der Montage durch den Lieferanten LSA auf ausreichenden Empfang zu prüfen.

Nach 48 Stunden ohne Empfang wird eine Störung des Zeitempfängers protokolliert und eine Störungsmeldung an den Verkehrsrechner abgesetzt. Die NTP-Zeitquelle und die funkbasierte Zeitquelle müssen separat überwacht sein.

#### 4.4.2.17. WLAN

WLAN-Accesspoints sind nicht zulässig. Bei Systemkomponenten mit integriertem WLAN-Accesspoint ist dieser zu deaktivieren.

- 4.4.2.18. Die Anlage ist nach den Vorgaben EMV (elektromagnetische Verträglichkeit) zu  
EMV entstören. Es gelten [a11] und [a14].
- 4.4.3. Sämtliche abgehenden Kabel sind auf Federkraft-Trennklemmen aufzuschalten. Die  
Ausgänge Klemmen werden auf Montage-Schienen an der Rückwand der STG-Kabine montiert.  
Die Verdrahtung vom Steuergerät zu den Klemmen erfolgt mit Litzen.
- 4.4.3.1. Die Signalgruppenausgänge haben eine Ausgangsspannung von 40 VAC / 50 Hz und  
Signalgruppen sind einzeln überwachbar (Strom- und Spannungsüberwachung) sowie bedingt  
kurzschlussfest. Die Schaltung von LED-Leuchtmitteln muss gewährleistet sein. Die  
Dimmung der Signalgruppenausgänge erfolgt über den entsprechenden  
Datenpunktsteuerung des Verkehrsrechners. Besteht keine Verbindung zum  
Verkehrsrechner erfolgt die Dimmung über den an der LSA montiertem  
Dämmerungsschalter.
- Jedes Leuchtmittel eines Signalgebers (Rot, Gelb, Grün, weiße Mehrpunkte-Signale,  
bzw. ÖV-Signalgeber, Warn-/Konfliktblinker) muss einzeln überwacht werden. Die  
einzelnen Leuchteinsätze müssen eindeutig erkannt (z.B. rotes Leuchtmittel Überkopf,  
Spur 11) und protokolliert (inkl. Sammelalarm an den Verkehrsrechner) werden. Eine  
Summenstromüberwachung ist nicht zulässig.
- Bei der Überwachung muss unterschieden werden zwischen Dreifarbenbetrieb und  
Blinkbetrieb. Im Blinkbetrieb ist die Zustandsänderung und die Blinkfrequenz des  
gelben Leuchtmittels zu überwachen (kein stehendes Gelb). Die Ausgänge für die  
Anmeldequittierungen werden nicht überwacht. Pro ÖV-Signalgruppe ist für die  
Anmeldequittierung eine Trennklemme vorzusehen. Pro Fussgängerdrücker ist für die  
Quittierung eine Trennklemme oder Trennstrip (Anmeldequittierung optisch mit LED)  
notwendig.
- 4.4.3.2. Im Regelfall sind keine beleuchteten Signale vorgesehen. Die Ausgänge für  
Beleuchtete Signale BSS angeleuchtete und ausgeleuchtete Signale sind als potentialfreie Kontakte, bedingt  
kurzschlussfest mit mindestens 2 A / 40 VAC vorzusehen. Sie werden nicht  
überwacht.
- 4.4.3.3. Im Regelfall sind keine Anstrahlleuchten vorgesehen. Die Ansteuerung ist analog der  
Anstrahlleuchten Signalgruppen zu realisieren
- 4.4.3.4. Die Mastklemmen (ein Klemmsatz pro Mast) befinden sich im Steuergerät an der  
Mastklemmen Rückwand, die Rangierung erfolgt direkt über die Steckverbindungen der  
Signalgruppenausgänge.
- 4.4.3.5. Die Klemmen sind dauerhaft mit Kunststoffschildern zu beschriften.

4.4.4. Eingänge  
Der Anschluss der Detektorkabel hat auf Trennstrips oder Klemmblöcke mit Messmöglichkeit zu erfolgen. Die Montage erfolgt auf eine Schiene an der Seitenwand des Steuergeräteschranks.

Die Zuleitungskabel müssen bei voller Funktionsfähigkeit mit einer Länge von mindestens 200m ausgeführt werden können.

4.4.4.1. Fz-Detektoren  
Für Fahrzeuge sind primär Induktionsschleifen auf dem Prinzip der elektromagnetischen Feldänderung vorzusehen. Andere Detektionssysteme (z.B. mittels Video, Radar, etc.) sind nur nach Absprache mit der Kapo und dem TBA zulässig.

4.4.4.2. ÖV-Detektoren  
Es kommen zwei unterschiedliche Systeme zur Anwendung.

1. Standard ist das System SESAM-Dialog. Eine frequenzunabhängige Induktionsschleife ist gleich zu behandeln wie die, die für den Individualverkehr zuständig ist. Sie wird vom Lieferanten LSA geliefert und in der Fahrbahn verbaut.
2. Das Steuergerät ist seitens des Lieferanten LSA für den Empfang von Funktelegrammen von den Fahrzeugen zur LSA in den definierten Frequenzen der ÖV-Betreiber (Frequenzbänder ZVV, VBG, etc.). Dies erfolgt über einen RBL-380 Empfänger, der die eingehenden Telegramme empfängt, dekodiert und auswertet.  
Hierzu sind die entsprechenden Schnittstellen und Konverter inkl. der Spannungsversorgung des Funkempfängers im Steuergerät einzubauen und bis zu den Anschlussklemmen des Funkempfängers auf der Steuergeräterückwand zu verdrahten. Die Funktionalität ist zwingend vor der Inbetriebnahme durch den Lieferanten LSA zu prüfen.

Die Steuerung muss immer für beide Varianten ausgelegt sein. Sodass auch Kombinationen von beiden Systemen möglich sind.

Ein ÖV-Detektor muss für mehrere Buseingriffe verwendet werden können. Die Zuordnung der ÖV-Detektoren (alle Typen) zu den Buseingriffen muss mittels Parameteranpassung möglich sein.

4.4.4.3. FG-Drücker  
Die Impulse (Kleinspannung) der FG-Drücker (Spezifikationen: Kapitel 3.6.7) sind einzeln auszuwerten. Andere Detektionssysteme (z.B. mittels Video, Radar, etc.) nur nach Absprache mit der Kapo und dem TBA zulässig.

4.4.4.4. Velo-Detektoren  
Für Velos sind Induktionsschleifen auf dem Prinzip der elektromagnetischen Feldänderung vorzusehen. Die korrekte Funktionsfähigkeit ist durch den Lieferanten LSA vor IBN mit einem Testvelo zu prüfen und zu protokollieren. Andere Detektionssysteme (z.B. mittels Video, Radar, etc.) sind nur nach Absprache mit der Kapo und dem TBA zulässig.

#### 4.4.4.5. Detektorauswerteeinheiten

Die Detektorauswerteeinheiten (Kleinspannung) für alle Anmeldeanlagen sind im Steuergerätschrank von vorne gut sichtbar (ohne Öffnen des Schwenkrahmens) einzubauen. Der entsprechende Platz für den Einbau in Einschubtechnik muss vorhanden sein. Einstellungen können mit einem Servicerechner erfolgen. Bei Fahrzeug- und Velodetektoren sind mindestens 4-fach-Detektorauswerter in Einschubtechnik einzusetzen. Die Empfindlichkeit der Detektorauswerter muss einstellbar sein. Die Störzustände der Auswerter müssen sowohl über den Verkehrsrechner als auch vor Ort zurückgesetzt (Hardware-Reset) werden können.

#### 4.4.4.6. Beschriftung

Die Trennstrips, Klemmen und Klemmenblöcke sind dauerhaft mit Kunststoffschildern zu beschriften.

## 4.5. Steuerung (Software)

### 4.5.1. Betriebs- und Steuerungsarten | Definition

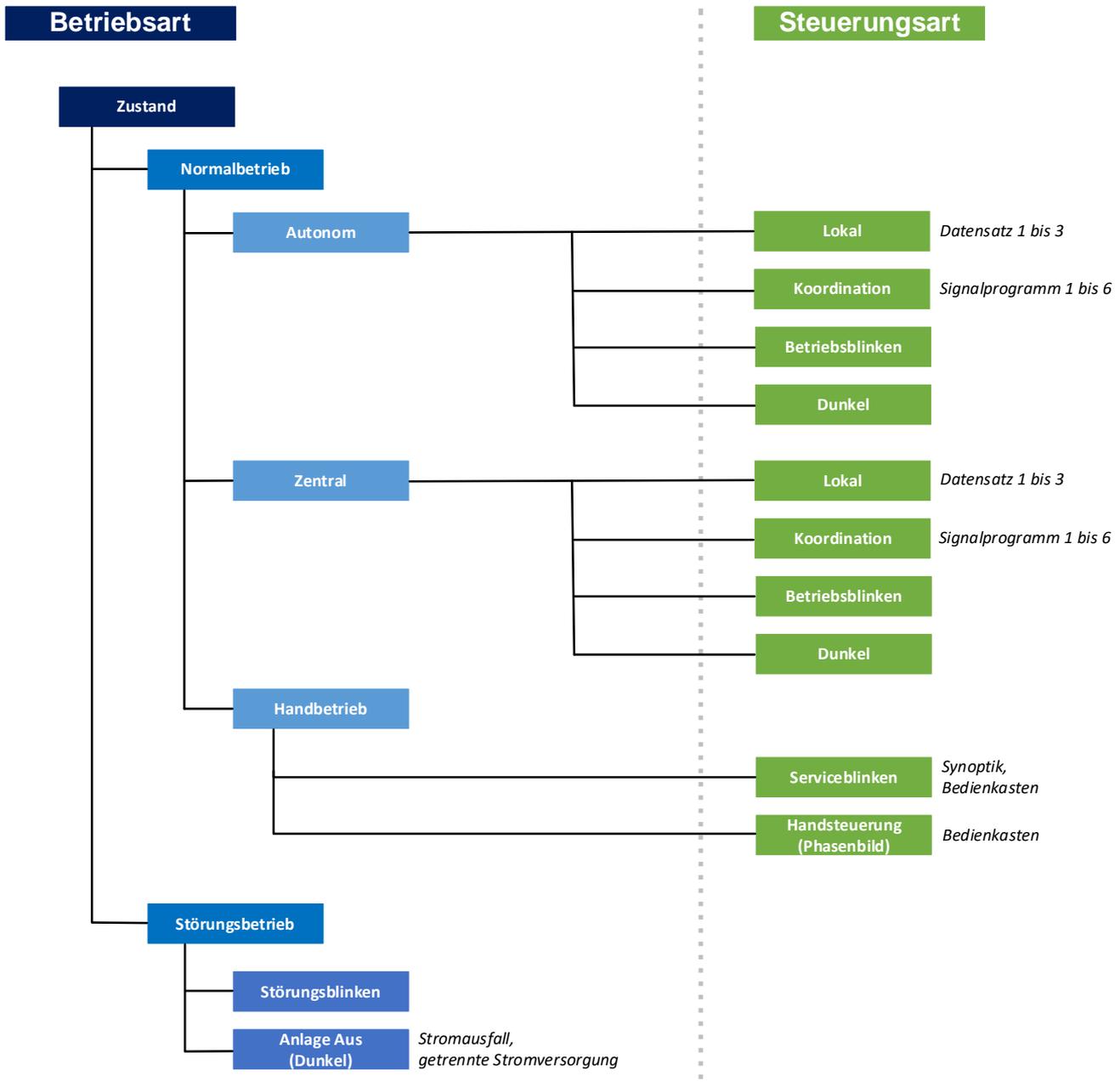


Abbildung 3 | Übersicht Betriebs- und Steuerungsarten

- 4.5.1.1. Normalbetrieb  
Es gelten die Definitionen nach [c15] und [c17].  
Die LSA ist im störungsbefreiten Zustand und arbeitet gemäss der vorgesehenen Parametrierung/Logik. Die Anlage kommuniziert mit dem Verkehrsrechner.
- 4.5.1.2. Störbetrieb  
Es gelten die Definitionen nach [c15] und [c17], inkl. Kapitel 4.6.6.  
Die LSA befindet sich im gestörten Zustand, wenn aufgrund eines kritischen Fehlers die sichere Knotenregelung nicht mehr gewährleistet ist. Sofern die Anlage noch korrekt mit Strom versorgt ist, blinkt sie (Störungsblinker). Die Anlage kommuniziert mit dem Verkehrsrechner, sofern die Netzwerkverbindung noch funktioniert.
- Störungsblinker  
Die LSA fällt bei einem betriebsverhinderndem Fehler in den Zustand Störungsblinker gemäss obiger Beschreibung. Die Blinkfrequenz beträgt  $1 \text{ Hz} \pm 0.5 \text{ Hz}$ .
- Anlage Aus (Dunkel)  
Das Steuergerät der LSA ist ausser Betrieb (Stromausfall oder Stromversorgung manuell getrennt). Es ist keine Spannung mehr an den Komponenten vorhanden. Die Trennung der Spannung erfolgt bei der Netzeingangssicherung bzw. beim primären Fehlerstromschutzschalter.
- 4.5.1.3. Handbetrieb  
Wird die LSA vor Ort an der Synoptik oder über den Bedienkasten auf den Blinkbetrieb oder in ein Phasenbild (nur BK) gestellt, befindet sie sich im Handbetrieb. Im Handbetrieb kann die LSA nicht von anderen Steuerquellen (z.B. Verkehrsrechner, Schaltuhr, etc.) übersteuert werden. Das heisst, der Handbetrieb bleibt so lange aktiv, bis er wieder manuell zurückgesetzt wurde.
- Serviceblinker  
Während der Steuerungsart Serviceblinker blinken die definierte Signalgeber. Der Blinkbetrieb muss auch nach Entfernen des STG aus dem Schwenkrahmen und während Unterhaltsarbeiten gewährleistet sein. Der Blinkbefehl über die Synoptik ist höher priorisiert als Schaltungen über den Bedienkasten.  
Wird das Serviceblinker geschaltet, können projektspezifisch Signalgeber auch auf dunkel gestellt werden (z.B. bei Fussgängerstreifen über Tramgleise, welche über keine Grüne Ampelkammer verfügen).
- Handsteuerung (Phasenbild)  
Wird am Bedienkasten die Handsteuerung mit einer dazugehörigen Phase geschaltet, verbleibt die LSA bis zum manuellen Reset in dieser Phase. Phasenwechsel erfolgen abgesichert über die regulären Zwischenzeiten und Mindestzeiten. Die möglichen Phasenbilder der Anlage werden in den Projektunterlagen definiert. Phasenbilder können auch geschaltet werden, wenn tiefer priorisierte Befehlsquellen (Schaltuhr oder Verkehrsrechner) die Anlage auf Blinken oder Dunkel stellen.
- 4.5.1.4. Autonom  
Wird die LSA nicht von einem Verkehrsrechner angesteuert (keine Zentralenbefehle anstehend) oder der Synoptikschalter ist auf Autonom, befindet sie sich in der Betriebsart Autonom. Die LSA wird intern über die Schaltuhr oder ereignisbasiert bei Bedarfsanlagen gesteuert.
- 4.5.1.5. Zentral  
Wird die LSA vom Verkehrsrechner angesteuert, das heisst der Verkehrsrechner gibt den Befehl zur aktuellen Steuerungsart, befindet sie sich in der Betriebsart Zentral. Die LSA arbeitet gemäss den übergeordneten Steuerbefehlen.

- 4.5.1.6. Steuerungsart Lokal  
Eine LSA befindet sich in der Steuerungsart Lokal, wenn sie nach einem vorgegebenem internem Datensatz läuft. Es gibt in der Regel drei Datensätze. Der Befehl für den Lokalbetrieb (vorgegebener Datensatz) kann sowohl vom Verkehrsrechner als auch von der internen Schaltuhr erfolgen. Eine aktive LSA-Steuerung (aktiver Knotenumlauf) in der Betriebsart Autonom ist in der Regel in der Steuerungsart Lokal.
- 4.5.1.7. Steuerungsart Koordination  
Eine LSA befindet sich in der Steuerungsart Koordination, wenn sie nach einem vorgegeben Signalprogramm läuft. Es gibt in der Regel maximal sechs Signalprogramme. Der Befehl für die Koordination erfolgt primär durch den Verkehrsrechner (vorgegebenes Signalprogramm). Signalprogramme können aber auch durch die interne Schaltuhr vorgegeben werden. Für die korrekte Umschaltung und zur Programmsynchronisation wird zudem das K-Signal des Verkehrsrechners benötigt.  
Im Falle eines Verbindungsunterbruchs oder Störung des Verkehrsrechners wird das Signalprogramm auch direkt via interne Schaltuhr von der LSA geschaltet (= Notkoordination). Das K-Signal wird in diesem Falle mittels Rückrechenverfahren von der LSA selbst ermittelt.
- 4.5.1.8. Steuerungsart Blinken (Betriebsblinken)  
Während dem Betriebsblinken blinken die im Blinkbild gemäss den Projektunterlagen definierte Signalgeber gelb. Die Beleuchtung der BSS-Signale ist automatisch einzuschalten. Der Blinkbefehl kann sowohl durch den Verkehrsrechner, als auch über die interne Schaltuhr erfolgen. Der Verkehrsablauf wird normal weiter protokolliert.
- 4.5.1.9. Steuerungsart Dunkel (Dunkelbetrieb)  
Im Dunkelbetrieb sind die Signalgeber dunkel geschaltet. Die Beleuchtung der BSS-Signale ist automatisch einzuschalten. Der Befehl für die Dunkelschaltung kann sowohl durch den Verkehrsrechner, als auch über die interne Schaltuhr erfolgen. Der Verkehrsablauf wird normal weiter protokolliert.
- 4.5.1.10. voll-verkehrsabhängige Steuerung  
Bei einer voll-verkehrsabhängigen Steuerung richtet sich der Knotenumlauf nach dem aktuellen Verkehrsaufkommen und besonderen ereignisbasierten Eingriffen (z.B. ÖV-Phase, Stau, etc.), welche entsprechend auch die Phasendauer beeinflussen. Vollverkehrsabhängige Steuerungen befinden sich in der Regel in der Steuerungsart Lokal.
- 4.5.1.11. teil-verkehrsabhängige Steuerung  
Die teil-verkehrsabhängige Steuerung arbeitet nach definierten Rahmensignalplänen (Signalprogramme oder stärker eingeschränkte Datensätze) wobei die Umlaufzeit nicht mehr flexibel und der Phasenablauf eingeschränkt ist. Teil-verkehrsabhängige Steuerungen befinden sich in der Regel in der Steuerungsart Koordination.
- 4.5.1.12. Standby (Wartestand)  
Bedarfsanlagen (z.B. Busbevorzugungen, Pförtner- oder Dosieranlagen) sind im Normalbetrieb auf Dunkel oder Blinken gestellt (Standby). Über projektspezifische Ereignisse (z.B. ÖV-, Stau-, Fernwirksignale, etc.) kann die LSA aufgeweckt werden. Nach der Einschaltphase befindet sich die Anlage in der Regel im Lokalbetrieb bis die Ausschaltbedingung erfüllt ist. Danach wechselt sie wieder in den Standby. Der Verkehrsablauf wird normal weiter protokolliert.

4.5.2.  
Priorisierung und  
Schaltung der  
Betriebsarten

Die folgende Grafik zeigt auf, welche Instanzen (Befehlsquelle) mit welcher Priorität die gängigen Betriebsarten schalten.

Die detaillierte Beschreibung zu den verschiedenen Betriebsarten ist in den vorherigen Kapiteln beschrieben. Zusammengefasst ist die Priorisierung der Betriebsarten folgendermassen:

- 1. Priorität: Störungsbetrieb (ausgelöst durch die LSA selber)
- 2. Priorität: Handbetrieb (ausgelöst durch Schaltung vor Ort)
- 3. Priorität: Zentralbetrieb, so lange ...  
... die Verbindung zum Verkehrsrechner aufrecht erhalten wird,  
... der Betriebsquellenschalter nicht auf Autonom steht (Kapitel 4.7.1.3),  
... der Verkehrsrechner auch effektiv Befehle an die LSA verschickt.
- 4. Priorität: Autonombetrieb

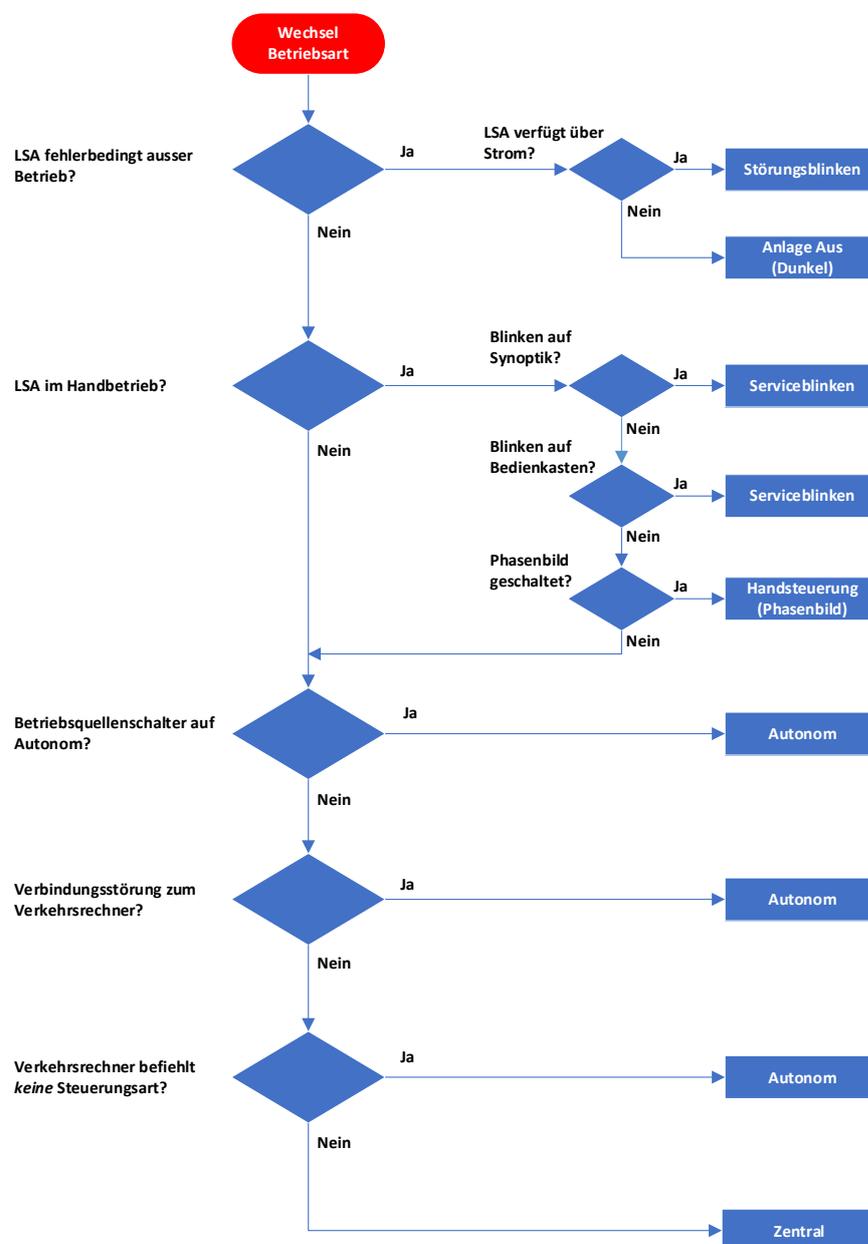


Abbildung 4 | Ablauf Betriebsarten und Befehlsquelle

- 4.5.3. Signalfolgen Die Signalfolgen zur Regelung des Fahrzeug- und Fussgängerverkehrs richten sich nach [a13], [b23][c11] und [c11].
- 4.5.3.1. Ein-/Ausschaltbilder Es gelten die Vorgaben gemäss [c11] und [b23].
- 4.5.4. Übergangs- und Mindestzeiten Die Übergangs- und Mindestzeiten richten sich nach [b23] und [c11].
- 4.5.5. Zwischenzeiten Die Zwischenzeiten richten sich nach [c12] und [b23]. Die Zwischenzeiten müssen von einem Planer (Ingenieurbüro) gerechnet werden. Die Berechnungsgrundlagen (Distanz + Geschwindigkeit, Verriegelungsmatrix) müssen dem Auftraggeber abgegeben werden. Nach der Berechnung der Zwischenzeiten durch den Planer hat die Kontrolle in der Regel durch die Kantonspolizei zu erfolgen. Die Zwischenzeitmatrix wird von Planer und Kantonspolizei signiert und ist für den LSA-Lieferanten verbindlich.
- 4.5.6. Schaltuhr Die Schaltuhr dient zur steuergerätinternen Logikregelung. Die Zeitbasis erfolgt über die Zeitquelle gemäss Kapitel 4.4.2.16.
- Die Schaltuhr ermöglicht die zeit-, wochentag- und kalenderbasierte logische Steuerung (Schaltung von Betriebs- und Steuerungsarten) der LSA. In erster Linie werden mittels der Schaltuhr die Steuerungsarten der LSA eingestellt (z.B. zeitbasierter Blinkbetrieb in der Nacht). Die lokal eingestellten Steuerungsarten werden im Zentralbetrieb grundsätzlich von dieser übersteuert. Schalturkanäle können aber auch projektspezifisch verwendet werden, um beispielsweise diverse externe Betriebsmittel (z.B. Wechselsignale) zeitabhängig zu steuern.
- Die Schaltkanäle müssen mindestens minutengenau geschaltet werden können. Weiter sollen Standardparameter für alle Wochentage und Feiertage definiert werden können. Die nicht-kalendarischen Feiertage (z.B. Ostern) müssen dabei automatisch errechnet werden: Im Minimum sind die folgenden Feiertage während der nächsten 20 Jahre implementiert.
- 1. Januar (Neujahr)
  - 2. Januar (Berchtoldstag)
  - Karfreitag
  - Ostermontag
  - 1. Mai (Tag der Arbeit)
  - Auffahrt
  - Pfingstmontag
  - 1. August (Nationalfeiertag)
  - 25. Dezember (1. Weihnachtsfeiertag)
  - 26. Dezember (2. Weihnachtsfeiertag)

#### 4.5.7. Versorgung

Es wird zwischen der herstellerspezifischen- und der Anwenderversorgung unterschieden.

##### 4.5.7.1. Herstellerspezifische Versorgung

Der Lieferant erhält die Grundlagen und Vorgaben für die herstellerspezifische Versorgung vom Verkehrsingenieur als Dokument in Papierform oder als PDF. Die Angaben beinhalten die sicherheitsrelevanten Daten (Verriegelungsmatrix mit vorgegebener Anzahl Fahrstreifen, Signalfolgen gemäss [a13] und [c11], Zwischenzeiten gemäss [c12], Mindest- und Übergangszeiten gemäss [c11], Lampenüberwachung gemäss [c17]). Die korrekte Umsetzung liegt in der Verantwortung des Lieferanten. Die herstellerspezifische Versorgung kann nur durch den Lieferanten geändert werden, es darf ein herstellerspezifisches Tool verwendet werden.

##### 4.5.7.2. Anwenderversorgung

Zur Anwenderversorgung (verkehrstechnische Parametrierung) gehören die verkehrstechnischen Grün-, Rot- und Versatzzeiten, etc. (sofern diese die Mindest- und Übergangszeiten der herstellerspezifischen Versorgung nicht unterschreiten).

Die Anwenderversorgung kann jederzeit durch den Eigentümer oder den Betreiber ohne Beizug einer Fremdfirma mit einem herstellerspezifischen Software-Programm (Service-Tool) über die Versorgungsschnittstelle ausgelesen, geändert und wieder eingelesen und aktiviert werden; dies gilt für einzelne Werte, vollständige Tabellen und/oder die gesamte Parametrierung der Steuerung. Darüber hinaus muss der Vergleich zweier Versorgungsdateien mit einer übersichtlichen Anzeige der Unterschiede sowie das Auslesen der Archive und Aufzeichnungen (Kapitel 4.8) und die fortlaufende Anzeige von Steuer- (Kapitel 4.8.2) und Rotfahrerdaten (Kapitel 4.8.4) möglich sein. Die Anwenderversorgung muss im laufenden Betrieb, ohne Betriebsunterbruch (d.h. ohne Anlageneustart) möglich sein.

Verfügt die LSA-Steuerung über einen Webserver, welcher einzelne oder alle der beschriebenen Funktionalitäten abdeckt, wird für die Bedienung vor Ort eine Kombination von Webbedienung und dediziertem Bedienprogramm akzeptiert.

Der Lieferant hat die Preise für die Lieferung der zur Versorgung und Diagnose des Steuergerätes erforderlichen Software-Programme (Service-Tools) inklusive allfällig notwendiger Schulungen und Hardware-Module für den Kopierschutz (Dongle) anzugeben. Die bereits bestehenden Lizenzen dürfen bei der Preiskalkulation nicht berücksichtigt werden.

#### 4.5.8. Störungsverhalten

Das Steuergerät muss auftretende Fehler und Störungen an der LSA (Kapitel 4.6) erkennen, klassifizieren (verkehrsgefährdend, nicht verkehrsgefährdend gemäss [c17]) und den Vorgaben entsprechend reagieren können. Wechselt die LSA aufgrund eines verkehrsgefährdenden Fehlers in die Betriebsart *fehlerbedingt ausser Betrieb*, muss vor der Wiedereinschaltung (Umschaltung auf Betriebsart Normalbetrieb) sichergestellt sein, dass die Steuerung einwandfrei funktioniert. Die Funktionsprüfung muss mittels einer manuellen und automatischen Alarmquittierung ausgelöst werden können. Eine manuelle Alarmquittierung muss auch als Befehl über den Verkehrsrechner möglich sein.

Für die automatische Alarmquittierung gilt folgendes Prinzip:

Im Störfall unterscheidet man innerhalb eines Kalendertages zwischen drei Stufen der automatischen Alarmquittierung:

- Stufe 1: Nach zwei Minuten Störungsblinker schaltet das Steuergerät nach erfolgreicher Funktionsprüfung in die Betriebsart *Normalbetrieb*.
- Stufe 2 Wird erneut ein verkehrsgefährdender Zustand durch die Steuerung erkannt, wechselt diese direkt wieder in die Betriebsart *Fehlerbedingt ausser Betrieb*. Bei dieser zweiten verkehrsgefährdeten Klassifizierung verbleibt die Steuerung für 30-Minuten auf Störungsblinker und versucht nach automatischer Alarmquittierung neu zu starten.
- Stufe 3 Im Fall einer dritten Störung bleibt die LSA auf Störungsblinker, eine Alarmquittierung muss vor Ort oder über den Verkehrsrechner erfolgen.

Hat die LSA im Laufe eines Kalendertages eine oder zwei automatische Alarmquittierungen durchgeführt, findet beim Wechsel in den neuen Kalendertag ein Reset statt, der den Zähler der automatischen Alarmquittierung wieder auf Null zurücksetzt. Zur weiteren Veranschaulichung dient das Flussdiagramm in folgender Abbildung.

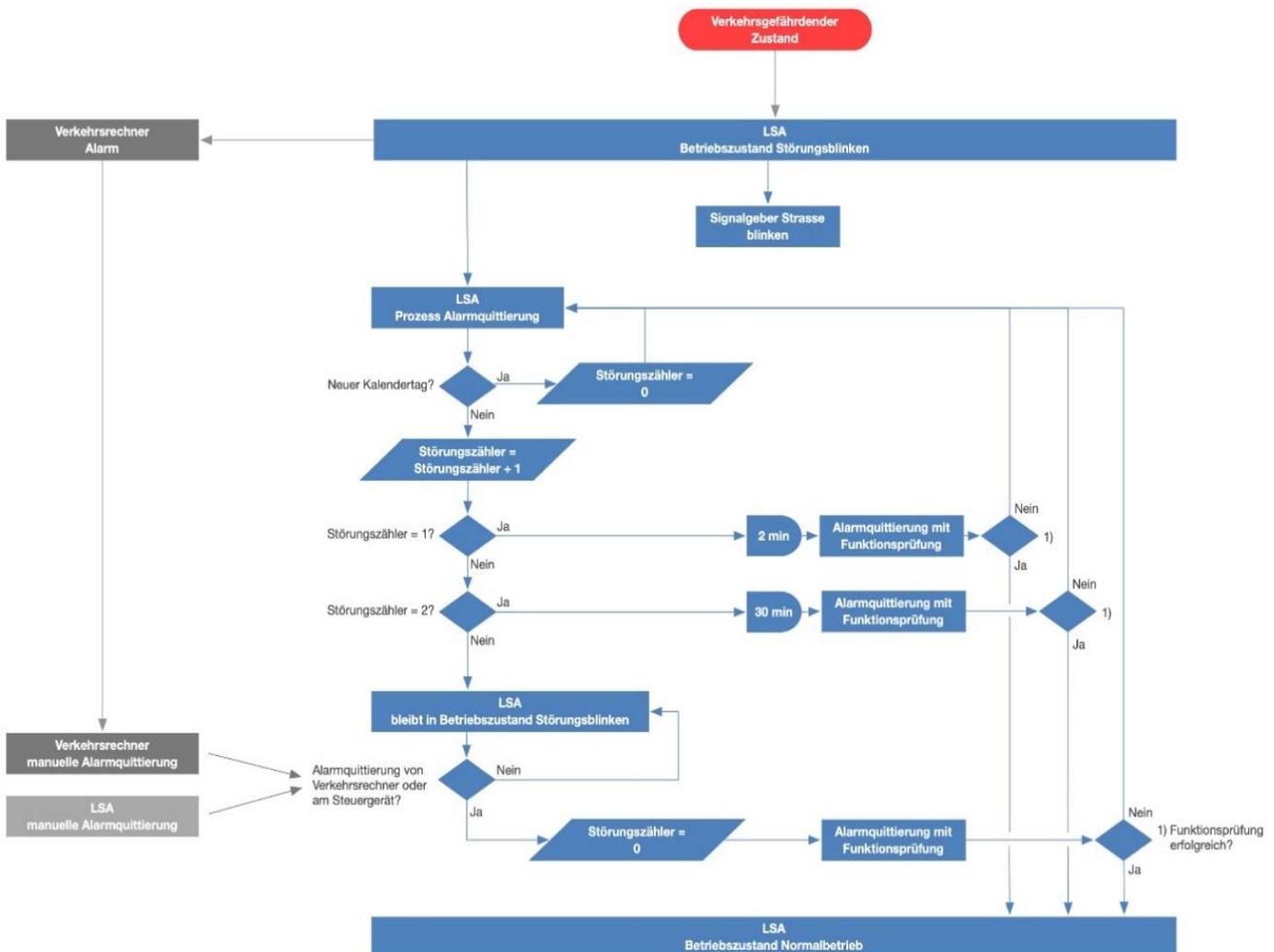


Abbildung 5 | Flussdiagramm Automatische Alarmquittierung

Bei einem Ausfall der Verbindung zum Verkehrsrechner schaltet das Steuergerät einer Einzelanlage nach Ablauf einer parametrierbaren Zeit auf die Betriebsart *Autonom*. Steht die Verbindung wieder zur Verfügung, schaltet die Steuerung automatisch auf die Betriebsart *Zentral* zurück, sofern nicht durch einen Eingriff vor Ort eine andere Betriebsart eingestellt wurde. In einer Koordination müssen sämtliche LSA im koordinierten Abschnitt bei einem Ausfall der Verbindung zum Verkehrsrechner auf Notkoordination (Kapitel 4.5.1.7) schalten können.

In der Not- oder Funkuhrkoordination laufen die LSA im Koordinationsabschnitt in der Betriebsart Lokalbetrieb oder mit fest programmiertem Signalprogramm. An jedem Knoten wird der Startpunkt des Umlaufs durch die Funkuhr definiert. Für die Synchronisation muss das RRV 1.1<sup>3</sup> verwendet werden.

#### 4.5.9. Steuerverfahren

Als Knotensteuerung wird das Steuerverfahren FESA ([www.FESA.ch](http://www.FESA.ch)) verwendet. Sowohl Steuergeräteelieferanten (Unternehmer LSA) als auch Planer müssen den Nachweis erbringen, dass sie das Steuerverfahren FESA anwenden können.

---

<sup>3</sup> Definition gemäss OCIT-Outstations Lichtsignalsteuergeräte Version 2.0, 2012

## 4.6. Sicherung und Überwachung

- 4.6.1. Anforderungen  
Es gelten die Vorgaben der Schweizer Normen [c15] und [c17].
- 4.6.2. Spannungsüberwachung  
Die Spannungsversorgung wird überwacht. Bei Absinken der Netzspannung unter 180 VAC muss die Anlage auf Blinken umschalten, was im Störungsarchiv (Kapitel 4.8.8) protokolliert werden muss.  
Wenn die Netzspannung wiederkehrt, muss die Anlage oberhalb 200 VAC gemäss Ein- Ausschaltbild wieder einschalten. Die Wiedereinschaltung darf frühestens nach 10-30 Sekunden (einstellbar via Parameter) und maximal zweimal pro Stunde erfolgen.  
  
Bei Kurzunterbrechungen gelten hinsichtlich selbstständiger Abschaltung die Vorgaben gemäss [c17].  
  
Eine Zwangsabschaltung bzw. Wiedereinschaltung muss nach der Wiedereinschaltung protokolliert und eine Meldung an den Verkehrsrechner abgesetzt werden. Der Vorgang muss optisch sichtbar sein und kann rückgestellt werden (Kapitel 4.7.1.2). Ein Wiedereinschalten darf frühestens nach 10-30 Sekunden (einstellbar via Parameter) und maximal zweimal pro Stunde erfolgen.
- 4.6.3. Konfliktfehler (Grünverriegelung)  
Die Anlage muss eine Verriegelung aufweisen, die ein feindliches Grün sowie ein feindliches Grün-Rot/Gelb [c17] ausschliesst.  
Zusätzlich darf ein Fehler an Aussenanlagen (Kabeldefekt) zu keiner falschen Signalsteuerung führen (Rückspannungsüberwachung). Angesprochene Verriegelungen müssen im Steuergerät als Störung angezeigt werden.  
Bei Ansprechen eines Konfliktfehlers muss die Anlage innerhalb von 150 ms (Klassen AA1, AB1 und AD1 nach [c17] auf Störungsblinken oder dunkel (Leuchtmittel an jedem Signalgeber) umschalten und eine Meldung an den Verkehrsrechner absetzen. Die vorgeschriebene, einzuhaltende Zeit von 150 ms für die Klassen AA1, AB1 und AD1 nach [c17], muss am Leuchtmittel selbst eingehalten werden.
- 4.6.4. Fehlende Lichtsignale (Lampenüberwachung)  
Alle Leuchtmittel eines Signalgebers inkl. Warnblinker und ÖV-Signale müssen mit einer Überwachung versehen sein (keine Summenstromüberwachung, Kapitel 4.4.3.1) Jeder Signalausfall ist geräteintern zu signalisieren.  
Wenn pro Fahrspur mehr als ein Rotsignal, das einzige Rotsignal oder ein Warnblinker (Fehler gemäss [c17]) ausfällt, muss die Anlage nach dessen Detektion innerhalb von 300 ms (Klassen CA1, CB1, CC1, CD1 und CE1 nach [c17]) auf Störungsblinken umschalten und eine Meldung an den Verkehrsrechner absetzen. Die vorgeschriebene, einzuhaltende Zeit von 150 ms für die Klassen CA1, CB1, CC1, CD1 und CE1 nach [c17] muss am Leuchtmittel selbst eingehalten werden.  
Bei Fussgängersignalgruppen löst bereits der Ausfall eines Rotsignals den Betriebszustand *Störungsblinken* aus.  
Bei einem LED ÖV-Signal (Mehrpunkte-Signal) ist jeder Punktausfall geräteintern zu signalisieren. Bei einem Ausfall von mehr als einem «Rot» Punkt muss die Anlage nach dessen Detektion innerhalb von 300 ms (Klasse CC1 nach [c17] auf

Störungsblinker umschalten und eine Meldung an den Verkehrsrechner absetzen. Die vorgeschriebene einzuhaltende Zeit von 300 ms für die Klasse CC1 nach [c17] muss am Leuchtmittel selbst eingehalten werden.

Der Betriebszustand *Störungsblinker* muss sowohl auf dem synoptischen Tableau als auch im Bedienkasten optisch angezeigt werden.

Beim Ausfall eines Warnblinkers oder Konfliktblinkers, unabhängig von seinem Standort, muss die Anlage nach dessen Detektion innerhalb von 300 ms (Klasse CE1) nach [c17]) auf Störungsblinker umschalten und eine Meldung an den Verkehrsrechner absetzen.

Die vorgeschriebene einzuhaltende Zeit von 300 ms für die Klasse CE1 nach der Norm [c17] muss am Leuchtmittel selbst eingehalten werden.

#### 4.6.5. Sicherheitszeiten

Die Einhaltung der sicherheitsrelevanten Zeitwerte, der Taktfrequenz sowie der Mindest- und Übergangszeiten (Fehler 4.9 a-c gemäss [c17]) muss überwacht werden. Beim Unterschreiten der Zeitwerte muss die Anlage innerhalb von 300 ms (Klassen FA1, FB1 und FC1) nach [c17]) auf *Störungsblinker* umschalten und eine Meldung an den Verkehrsrechner absetzen. Der Betriebszustand *Störungsblinker* muss auf dem synoptischen Tableau optisch angezeigt werden.

#### 4.6.6. Wartezeitüberwachung

Jede Signalgruppe muss einzeln auf ihre aktuelle Wartezeit (entspricht der Zeit zwischen Freigabeende und Freigabeanfang) überwacht werden. Ein Wartezeitfehler steht an sobald, eine Signalgruppen diesen Grenzwert erreicht. Der Grenzwert ist für alle Signalgruppen gleich (Standardwert entspricht einer maximalen Wartezeit von 5 min). Ein Wartezeitfehler führt zu Störungsblinker, bzw. zu einem Anlageneustart. Die Störungsbehandlung erfolgt dabei gemäss dem Kapitel 4.5.8.

#### 4.6.7. Detektorüberwachung

Sowohl die Belegungszeit als auch die Zeitlücke (Nichtbelegungszeit) jedes Detektors (Schleife, FG-Drücker, etc.) werden überwacht. Es muss ersichtlich sein, was für ein Detektortyp eine Störung aufweist (ÖV, FG, MIV, etc.)

Die genauen Parameter zur Überwachung (unter anderem die Zeitwerte) werden in den technischen Unterlagen zur Anlage definierten. Flatterdetektoren müssen erkannt, adäquat behandelt und ebenfalls als Störung erfasst werden (Störungsmeldung an den Verkehrsrechner, sowie Eintrag im entsprechenden Logbuch).

Störungen eines Detektors müssen mit der Alarmquittierung vor Ort oder über den Verkehrsrechner quittiert, bzw. zurückgesetzt, werden können. Durch die Alarmquittierung wird die Störung am Auswerter quittiert und die Zeitüberwachung zurückgesetzt.

Die Störung auf Grund der Zeitüberwachung wird bis zum Erreichen der parametrierbaren Überwachungszeit nicht mehr angezeigt. Die Störungsmeldung und auch die Störungsbehandlung hat in Abhängigkeit des Detektortyps (FG-Drücker, ÖV-Anmeldung, etc.) zu erfolgen. Das Deaktivieren eines Detektors über die Parameterfunktion führt zur Ausschaltung von dessen Funktion und der entsprechenden Überwachung.

## 4.7. Bedienung und Anzeige

### 4.7.1. Synoptisches Tableau

Das Steuergerät der LSA ist mit einem synoptischen Tableau auszurüsten, welches der Lieferant LSA aufgrund der vom Projektverfasser erhaltenen technischen Unterlagen erstellt. Der Fabrikationsplan ist dem Projektverfasser zur Prüfung vorzulegen. Dieser holt seinerseits die Genehmigung zur Ausführung beim Auftraggeber ein. Das freigegebene Schema ist in den planerseitigen Projektunterlagen abzulegen.

Das synoptische Tableau dient sowohl der Bedienung der LSA als auch der Anzeige von Informationen. Für die Bedienung kommen Kippschalter und Taster zum Einsatz (Kapitel 4.7.1.2).

Die Anzeigen sind als LED in 3 mm Optik mit einem Abstrahlwinkel von mindestens 30° und einer Lichtstärke von mindestens 1 cd auszurüsten. Die Bedienung und Anzeige müssen in Echtzeit erfolgen.

Das synoptische Tableau kann durch eine zusätzliche Darstellung auf einem mobilen Endgerät mit denselben Bedienungs- und Anzeigemöglichkeiten ergänzt werden.

Das Produkt muss vorgängig durch das TBA schriftlich genehmigt werden.

### 4.7.1.1. Darstellung

Das synoptische Tableau besteht aus Aluminium. Aufbau und Anordnung muss einer der beiden vorgegebenen Varianten entsprechen.

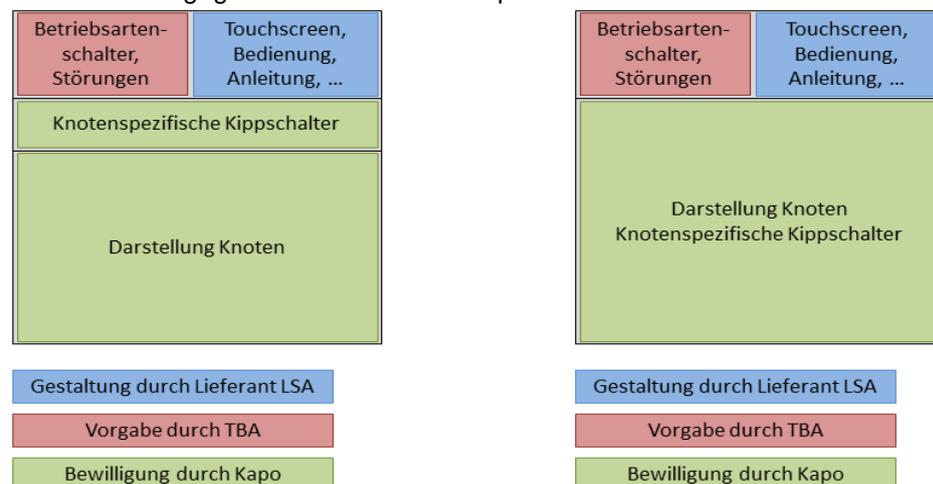


Abbildung 6 | Aufbau synoptisches Tableau

Der Situationsplan muss im Tableau-Abschnitt «Darstellung Knoten» lagerichtig abgebildet sein. Die LSA-Nr. und der Standort der LSA (Gemeinde und Knotenbezeichnung) müssen auf dem Tableau ersichtlich sein. Die Strassen sowie die Hauptrichtungen müssen angeschrieben werden. Ebenfalls soll die Grundmarkierung (Linien, Haltebalken, Vortrittmarkierungen, etc.) ersichtlich sein. Die folgenden Darstellungen sind als Beispiel zu verstehen.

4.7.1.2.  
Bedien- und  
Anzeigeelemente |  
Prüfschalter

**Prüfschalter:** sind mittels Kippschalter auszuführen, sie befinden sich im roten Abschnitt des synoptischen Tableaus.

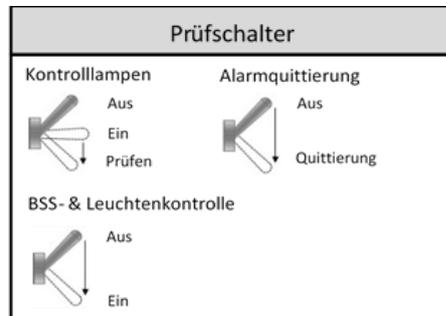


Abbildung 7 | Mögliche Darstellung Bedienfeld Prüfschalter

Schalterstellung, Beschriftung	Funktion	Element
<p>Kontrolllampen</p> <p>Aus Ein Prüfen</p>	Zum Ein-/ Ausschalten der LED auf dem Tableau sowie zur Prüfung der Funktionstüchtigkeit der LED; arretierbar in den Positionen <i>Aus</i> und <i>Ein</i> , federbelastet in Position <i>Prüfen</i>	Kippschalter, arretierbar in Stellung oben, Mitte, federbelastet unten
<p>Alarmquittierung</p> <p>Aus Quittierung</p>	Taster zur manuellen Alarmquittierung	Taster, federbelastet
<p>BSS- &amp; Leuchtenkontrolle</p> <p>Aus Ein</p>	Zur Prüfung der Funktionstüchtigkeit der BSS und Leuchten, sofern vorhanden	Kippschalter, arretierbar

Abbildung 8 | Beschreibung der Prüfschalter

4.7.1.3.  
Bedien- und  
Anzeigeelemente –  
Betriebsart und  
Befehlsquelle

Die Schalter Betriebsart und Befehlsquelle auf dem synoptischen Tableau sind zwingend mittels Kippschalter, die Anzeigen Betriebsart und Befehlsquelle mit LED auszuführen. Sie befinden sich im roten Abschnitt des synoptischen Tableaus.

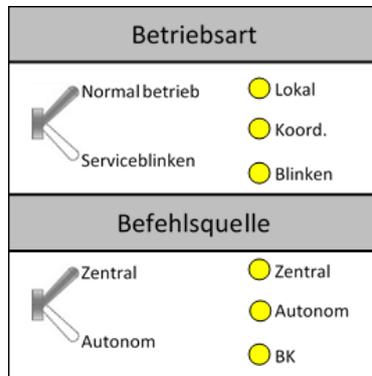


Abbildung 9 | Mögliche Darstellung des Bedien- und Anzeigefelds Betriebsart, Befehlsquelle

Schalterstellung, Anzeige, Beschriftung	Funktion	Element
<p>Normalbetrieb Serviceblinken</p>	<p>Manuelle Schaltung der Betriebsarten Normalbetrieb und Blinkbetrieb (Serviceblinken). Der Betriebsartenschalter auf dem Synoptischen Tableau hat die höchste Priorität sämtlicher Befehlsquellen sofern sich die LSA nicht im Störbetrieb befindet (Kapitel 4.5.2).</p>	Kippschalter
<p>Zentral Autonom</p>	<p>Manuelle Schaltung der Befehlsquelle <i>Zentral</i> und <i>Autonom</i> (Betriebsquellenschalter). Befindet sich der Schalter auf Autonom werden alle zentralenseitigen Befehle zur Steuerungsart unterbunden und es gelten die Schaltungen gemäss interner Schaltuhr.</p>	Kippschalter

Schalterstellung, Anzeige, Beschriftung	Funktion	Element
 Lokal	Leuchtet, wenn die LSA in der Steuerungsart Lokal mit Datensätzen läuft (Kapitel 4.5.1.6).	LED gelb
 Koordination	Leuchtet, wenn die LSA in der Steuerungsart Koordination mit Signalprogrammen läuft (Kapitel 4.5.1.7).	LED gelb
 Blinken	Leuchtet, wenn die LSA blinkt. (Störungs-, Service oder Betriebsblinken)	LED gelb
 Zentral	Leuchtet, wenn die Steuerungsart der LSA durch den Verkehrsrechner Zentrale (Kapitel 4.5.1.5) vorgegeben wird.	LED gelb
 Autonom	Leuchtet, wenn die Steuerungsart der LSA <i>nicht</i> durch den Verkehrsrechner (Kapitel 4.5.1.4) vorgegeben wird, bzw. der Betriebsquellenschalter auf "Autonom" steht.	LED gelb
 BK	Leuchtet, wenn die LSA durch einen Eingriff von Hand an den Betriebsartenschaltern vor Ort (synoptisches Tableau oder Bedienkasten) bedient wird.	LED gelb

Tabelle 1 | Beschreibung der Schalter und Anzeigen Betriebsart und Befehlsquelle

4.7.1.4.  
Bedien- und  
Anzeigenelemente |  
Detektor

**Fahrstreifenbezogene Detektorschalter:** Pro Fz-, Velo- und FG-Signalgruppe ist fahrstreifenbezogen ein Detektorschalter vorzusehen. Die Schalter sind zwingend mittels arretierbaren Kippschaltern auszuführen, sie befinden sich im grünen Abschnitt (Kapitel 4.7.1.1).

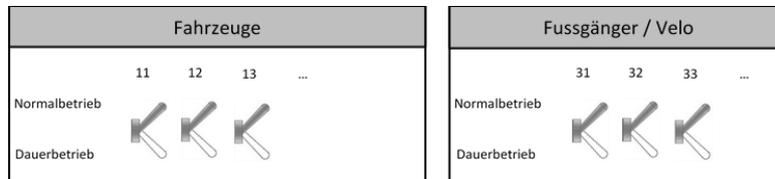


Abbildung 10 | Mögliche Darstellung des Bedienfelds Detektoren

Schalterstellung, Beschriftung	Funktion	Element
<p>Signalgruppen-Nr.</p> <p> Normalbetrieb</p> <p> Dauerbetrieb</p>	<p>Manuelle Schaltung der Betriebsart für Fz-Detektoren (ausgenommen Rotfahrer) sowie FG- und Velo-Anmeldungen</p>	<p>Kippschalter (arretierbar)</p>

Abbildung 11 | Beschreibung der Detektorschalter

**Detektortaster** sind pro Fz-, Velo- und FG-Detektor lagerichtig im Situationsplan des Knotens anzuordnen. Die Taster für die FG-Detektoren sollen dabei die Funktion des Blindentasters (BT) widerspiegeln. Für die reguläre FG-Anmeldung reicht es, wenn diese über den Kippschalter signalgruppenweise ausgelöst werden kann.

**Folgende zwei Varianten sind möglich:**

**Variante 1 | Anordnung lagerichtig im Situationsplan**

Detektoranzeigen sind pro Fz-, Velo- und FG-Detektor (auch Behinderten-Taster [BT]) lagerichtig im Situationsplan des Knotens anzuordnen.

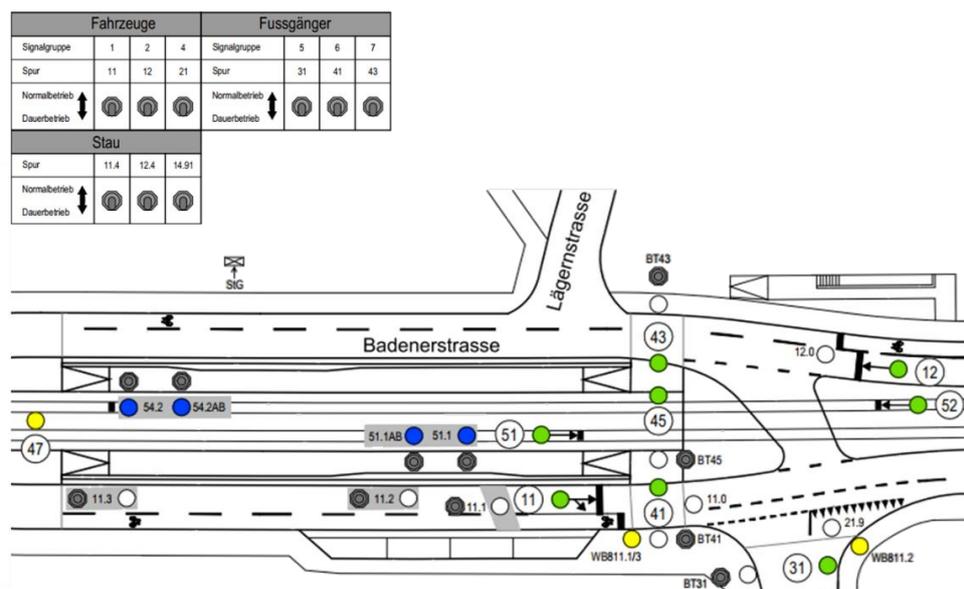


Abbildung 12 | Mögliche Darstellung der Detektortaster und -anzeigen im Knotenbild

Schalterstellung, Anzeige, Beschriftung	Funktion	Element
 Detektor-Nr. (.1, .2, .3, 41, 611.1, ...)	Manuelle Auslösung der Fz-Detektoren sowie der FG-, BT-, Velo- und ÖV-Detektoren	Impuls-taster
 Schalter-Nr. (11, 15, 41, 43, ...)	Schalter zum Umschalten zwischen Normalbetrieb und Daueranmeldung	Kipp-schalter
 Signalgruppen-Nr.	Grünzustand pro Signalgruppe, leuchtet während der gesamten Grünphase,	LED grün
 Signalgruppen-Nr.	Falls auf der Signalgruppe kein Grün angesteuert wird (z.B. Zweikammer-Signalgeber bei Busbevorzugungen) soll stattdessen das Rotsignal angezeigt werden. Angezeigt wird der Rotzustand pro Signalgruppe.	LED rot
 Detektor-Nr. (0, 1, 2, 3, ...)	Impulsanzeige pro Fz-Detektor. Die Det-Nr. 0, 2, 3, und 4 leuchten, wenn der Detektor belegt ist. Det-Nr. 1 wird zusätzlich als Anmeldespeicher verwendet; leuchtet, sobald auf der Signalgruppe eine Anmeldung während der Sperrphase ansteht. Während der Grünphase funktioniert Det-Nr. 1 wie die anderen Detektoranzeigen.	LED weiss
 Signalgruppen-Nr. FG	FG-Anmeldung, leuchtet so lange die Anmeldung ansteht.	LED weiss

 Warnblinker-Nr. / Konfliktblinker-Nr.	<p>Der Warnblinker leuchtet, bzw. blinkt, solange der betreffende Warnblinker aktiv ist. Warnblinker sind neben, bzw. in der Nähe, der entsprechend Signalgruppe und/oder am Konfliktpunkt (Konfliktblinker) vorzusehen.</p>	LED gelb
 Signalgruppen- Nr. ÖV	<p>Impulsanzeige der ÖV-Anmeldung blinkt, wenn ÖV-Anmeldung mit tiefer Priorität ansteht. Leuchtet, wenn ÖV-Anmeldung mit hoher Priorität ansteht. Impulsanzeige der ÖV-Abmeldung leuchtet während Impulsempfang.</p>	LED blau
 Staudetektor-Nr.	<p>Kombinierte Anzeige für Staurechner und Stauspeicher. Blinken zeigt an, dass der Staurechner Stau detektiert. Sind die Parameter für Stau nicht mehr erfüllt, erlischt die Anzeige. Leuchtet die Anzeige, ist der entsprechende Stauspeicher gesetzt (Stau aktiv) Die Anzeige erlischt, wenn der Stauspeicher nicht mehr gesetzt ist. Stau-LED sollen zur zugehörigen Detektornummer mit "Stau" (z.B. Stau 11.91) bezeichnet werden.</p>	LED rot

Tabelle 2 | Beschreibung der Taster und Anzeigen des synoptischen Tableaus

## Variante 2 | Anordnung einer Matrix neben dem Situationsplan

Detektoranzeigen sind pro Fz-, Velo- und FG-Detektor in einer Matrix neben dem Situationsplan des Knotens anzuordnen. Die Taster bei den Fussgängersignalgruppen müssen dabei die Funktion des Blindentasters (BT) widerspiegeln. Für die reguläre FG-Anmeldung reicht es, wenn diese über den Kippschalter signalgruppenweise ausgelöst werden kann.

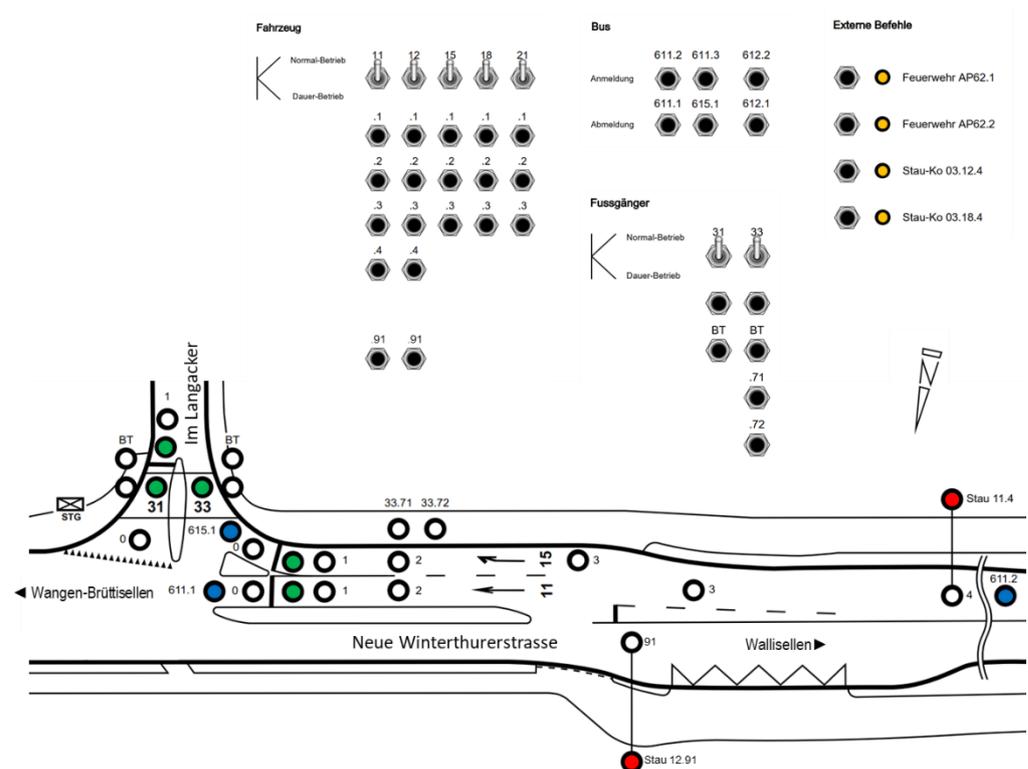


Abbildung 13 | Mögliche Darstellung der Detektortaster in einer Matrix

Schalterstellung, Anzeige, Beschriftung	Funktion	Element
 Detektor-Nr. (.1, .2, .3, 41, 611.1, ...) 	Manuelle Auslösung der Fz-Detektoren sowie der FG-BT-, Velo- und ÖV-Detektoren	Impulstaster
 Schalter-Nr. (11, 15, 41, 43, ...) 	Schalter zum Umschalten zwischen Normalbetrieb und Daueranmeldung	Kippschalter
 Signalgruppen-Nr. 	Grünzustand pro Signalgruppe, leuchtet während der gesamten Grünphase.	LED grün

 Signalgruppen-Nr.	<p>Falls auf der Signalgruppe kein Grün angesteuert wird (z.B. Zweikammer-Signalgeber bei Busbevorzugungen) soll stattdessen das Rotsignal angezeigt werden. Angezeigt wird der Rotzustand pro Signalgruppe.</p>	LED rot
 Detektor-Nr. (0, 1, 2, 3, ...)	<p>Impulsanzeige pro Fz-Detektor. Die Det-Nr. 0, 2, 3, und 4 leuchten, wenn der Detektor belegt ist. Det-Nr. 1 wird zusätzlich als Anmel-despeicher verwendet; leuchtet, sobald während der Rotphase ein Detektor auf demselben Fahrstreifen überfahren wird. Während der Grünphase funktioniert Det-Nr. 1 wie die anderen Detektoranzeigen.</p>	LED weiss
 Signalgruppen-Nr.	<p>FG-Anmeldung, leuchtet, solange die Anmeldung ansteht.</p>	LED weiss
 Signalgruppen-Nr. ÖV	<p>Impulsanzeige der ÖV-Anmeldung blinkt, wenn ÖV-Anmeldung mit tiefer Priorität ansteht. Leuchtet, wenn ÖV-Anmeldung mit hoher Priorität ansteht. Impulsanzeige der ÖV-Abmeldung leuchtet während Impulsemfang.</p>	LED blau
 Warnblinker-Nr. / Konfliktblinker-Nr.	<p>Der Warnblinker leuchtet, bzw. blinkt, solange der betreffende Warnblinker aktiv ist. Warnblinker sind neben, bzw. in der Nähe, der entsprechend Signalgruppe und/oder am Konfliktpunkt (Konfliktblinker) vorzusehen.</p>	LED gelb
 Staudetektor-Nr.	<p>Kombinierte Anzeige für Staurechner und Stauspeicher. Blinken zeigt an, dass der Staurechner Stau detektiert. Sind die Parameter für Stau nicht mehr erfüllt, erlischt die Anzeige. Leuchtet die Anzeige, ist der entsprechende Stauspeicher gesetzt (Stau aktiv) Die Anzeige erlischt, wenn der Stauspeicher nicht mehr gesetzt ist. Stau-LED sollen zur zugehörigen Detektornummer mit "Stau" zeichnet werden (z.B. Stau 11.91).</p>	LED weiss

Tabelle 3 | Beschreibung der Taster, Schalter und Anzeigen des Synoptischen Tableaus

4.7.1.5.  
Bedien- und  
Anzeigenelemente |  
externe Befehle

Schalter und Anzeige für externe Befehle (z.B. Bus- oder Feuerwehrphase):  
Die Schalter sind gemäss den abgegebenen Projektunterlagen mittels Impulstaster oder Kippschalter auszuführen.  
Schalter und Anzeigen für Bahnanmeldungen sind in einem eigenen Dokument beschrieben.  
Mögliche Darstellungen im grünen Abschnitt sind:

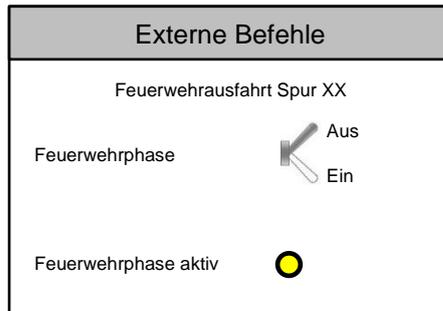


Abbildung 14 | Phasenaktivierung bei aktivem Eingang

Phasenaktivierung bei aktivem Eingang

Durch die Aktivierung des Eingangs wird die entsprechende Phase geschaltet, bis dieser wieder abfällt respektive deaktiviert wird. Die LED blinkt beim Wechsel in die entsprechende Phase und leuchtet, solange die Phase aktiv ist.

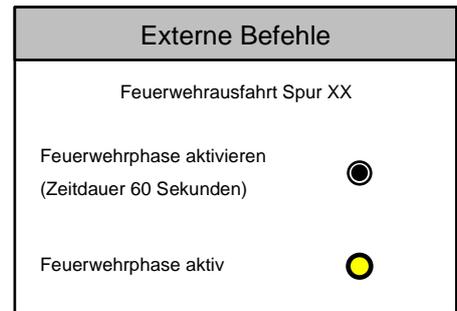


Abbildung 15 | Phasenaktivierung durch Impuls mit Abfallverzögerung

Phasenaktivierung durch Impuls mit Abfallverzögerung

Nach dem Erhalt des Impulses am Eingang wird die entsprechende Phase während der parametrierbaren Zeit geschaltet. Die Deaktivierung der Phase erfolgt über das Erreichen der parametrierbaren Zeit oder durch Erhalt eines erneuten Impulses. Die LED blinkt beim Wechsel in die entsprechende Phase und leuchtet, solange die Phase aktiv ist.

Element	Funktion	Schalterstellung, Beschriftung
Impulstaster oder Kippschalter	Externe Befehle gemäss Submissionsunterlagen	gemäss Submissionsunterlagen
LED gemäss Unterlagen	Anzeige externer Befehle gemäss Unterlagen	gemäss Submissionsunterlagen

Tabelle 4 | Beschreibung der Schalter und Anzeigen externe Befehle

4.7.1.6.  
Bedien- und  
Anzeigeelemente |  
Störung

**Anzeigen für Störungen:** befinden sich im roten Abschnitt des synoptischen Tableaus.

Störungen			
Si. Si.	Lampen- ausfall	Störung	FI / IW
			
Netz- ausfall	Zeitsignal- störung	Detektor- störung	
			

Abbildung 16 | Anzeigen für Störungen befinden sich im roten Abschnitt des synoptischen Tableaus

Beschriftung	Funktion	Element
 Si. Si.	<p>Leuchtet, wenn die Signalsicherung einen Fehler detektiert (z.B. Grünkonflikt, Gelb-Grün-Konflikt, Verletzung Zwischenzeiten)</p> <p>Ist die Störung behoben, erlischt das LED nach erfolgreicher interner Funktionsprüfung automatisch. Alternativ wird durch die Betätigung des Tasters Alarmquittierung die interne Funktionsprüfung aktiv gestartet. Ist diese erfolgreich abgeschlossen, wechselt die LSA in den Betriebszustand <i>Normalbetrieb</i> und die Anzeige erlischt.</p>	LED rot
 Lampenausfall	<p>Leuchtet, wenn ein Leuchtmittel ausgefallen ist – unabhängig davon, ob die LSA weiterläuft oder fehlerbedingt auf <i>Gelbblinken</i> umschaltet.</p> <p>Ist die Störung behoben, erlischt das LED nach Betätigung des Tasters <i>Alarmquittierung</i> oder automatisch nach erfolgreicher interner Funktionsprüfung.</p>	LED rot

 Störung	<p>Leuchtet, wenn die LSA einen Fehler detektiert – auch eine der hier beschriebenen Störungen.</p> <p>Ist die Störung behoben, erlischt das LED nach erfolgreicher interner Funktionsprüfung automatisch. Alternativ wird durch die Betätigung des Tasters <i>Alarmquittierung</i> die interne Funktionsprüfung aktiv gestartet. Ist diese erfolgreich abgeschlossen, wechselt die LSA in den Betriebszustand <i>Normalbetrieb</i>.</p>	LED rot
 FI / IW	<p>Leuchtet, wenn der FI-Schalter / Isolationswächter (Kapitel 4.4.2.7) anspricht. Die Anzeige dient der Zustandsüberwachung der Kabelanlage.</p> <p>Das LED erlischt nur, wenn die Störung am FI-Schalter / Isolationswächter quittiert wird.</p>	LED rot
 Netzausfall	<p>Leuchtet, wenn die LSA aufgrund eines Netzausfalls oder Unter-/Überspannung ausser Betrieb geht (Kapitel 4.6.2)</p> <p>Das LED erlischt erst, nachdem die Alarmquittierung betätigt wurde, unabhängig davon, ob die LSA bereits automatisch wieder den Normalbetrieb aufgenommen hat.</p>	LED rot
 Zeitsignalstörung	<p>Leuchtet, wenn kein korrektes Zeitsignal (Ausfall NTP <i>und</i> Funkuhr) mehr verfügbar ist (Kapitel 4.4.2.16).</p> <p>Das LED erlischt, wenn die Störung nach erfolgreicher Funktionsprüfung behoben wurde. Diese kann auch durch das Betätigung der Taste Alarmquittierung aktiviert werden.</p>	LED rot
 Detektorstörung	<p>Leuchtet, wenn ein Detektor gestört ist (Kapitel 4.6.74.4)</p> <p>Sie erlischt, wenn die Störung nach erfolgreicher Funktionsprüfung behoben wurde oder durch Betätigung der Taste Alarmquittierung.</p>	LED rot

Tabelle 5 | Anzeigeelemente Störungen

4.7.1.7.  
Bedien- und  
Anzeigeelemente |  
Signalprogramm

**Anzeigen für Signalprogramm, Datensatz:** Anzeigen für Signalprogramm / Datensatz befinden sich im roten Abschnitt des synoptischen Tableaus oder können via Bildschirm im blauen Abschnitt angezeigt werden.

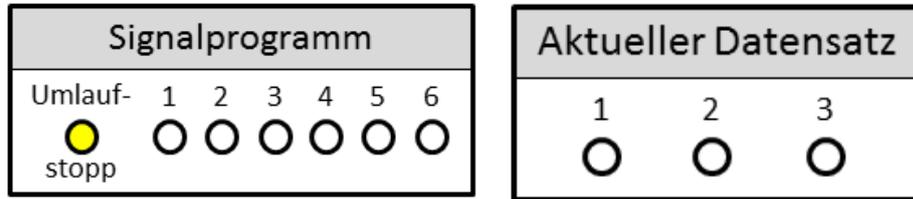


Abbildung 17 | Mögliche Darstellung der Anzeigenfelder Signalprogramm und Datensatz

Signalprogramm		
Beschriftung	Funktion	Element
Umlauf-stopp	Leuchtet, wenn der Umlaufstopp aktiv ist.	LED gelb
1	Leuchtet, wenn die LSA im Signalprogramm 1 läuft.	LED weiss
2	Leuchtet, wenn die LSA im Signalprogramm 2 läuft.	LED weiss
3	Leuchtet, wenn die LSA im Signalprogramm 3 läuft.	LED weiss
4	Leuchtet, wenn die LSA im Signalprogramm 4 läuft.	LED weiss
5	Leuchtet, wenn die LSA im Signalprogramm 5 läuft.	LED weiss
6	Leuchtet, wenn die LSA im Signalprogramm 6 läuft.	LED weiss

Aktueller Datensatz		
Beschriftung	Funktion	Element
1	Leuchtet, wenn die LSA im Datensatz 1 läuft.	LED weiss
2	Leuchtet, wenn die LSA im Datensatz 2 läuft.	LED weiss
3	Leuchtet, wenn die LSA im Datensatz 3 läuft.	LED weiss

Tabelle 6 | Beschreibung der Anzeigen Signalprogramm und Datensatz

4.7.1.8.  
Beschriftung

Sämtliche Bedienungs- und Anzeigeelemente müssen dauerhaft und eindeutig beschriftet sein. Die verwendeten Bezeichnungen gemäss den Projektunterlagen sind zwingend umzusetzen.

4.7.2.  
Bedienkasten

Die Steuerung mittels Bedienkasten erfolgt azyklisch gemäss Projektunterlagen. Das aktuell geschaltete Phasenbild muss dem Bediener lagerichtig optisch im Bedienkasten angezeigt werden. Bei einem Wechsel des Phasenbildes hat die Umschaltung unter Berücksichtigung der Zwischenzeiten und Minimalzeiten automatisch zu erfolgen. Der Wechsel zwischen den einzelnen Phasenbildern muss im Bedienkasten dem Bediener optisch angezeigt werden.

4.7.2.1.  
Gehäuse

Das Gehäuse des Bedienkastens ist in vandalensicher (RC2 nach [c25]), wetterfester und spritzwasserdichter (Schutzart mindestens IP 54 [c28] Chromstahlausführung (V4A) ohne Schutzanstrich zu liefern (Anhang, D.1). Eine V2A Chromstahlausführung ist nicht zulässig.

Standardabmessungen für die Gehäusegrösse und Aufbau des Bedienkastens entsprechen der folgenden Abbildung. Konstruktion und Disposition sind dem Bauherrn zur Genehmigung vorzulegen.

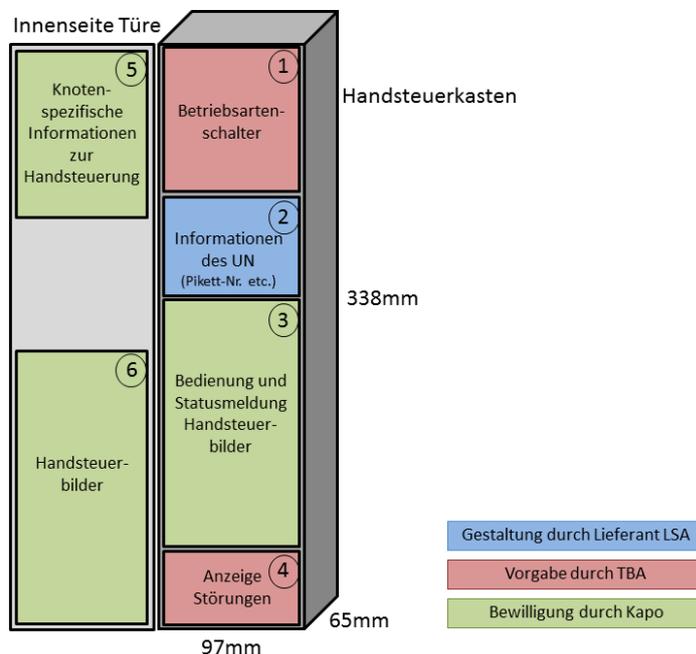


Abbildung 18 | Aufbau Bedienkasten

Das Gehäuse muss auf einer Höhe von 1.5 m (UK Gehäuse) über dem Boden montiert werden und so ausgerichtet sein, dass der Knoten im Blick der bedienenden Person liegt.

Die Beschriftungstafel des Bedienkastens (Chromstahl oder Kunststoff zu Anzeige der LSA-Nr.) wird bauseits geliefert.

#### 4.7.2.2. Montage

Die Montage erfolgt gemäss Projektbeschreibung an einem Signalmasten. Der Bedienkasten wird direkt am Signalmast befestigt, unter Berücksichtigung der Vorgaben aus Kapitel 3.2. Die Verschraubungen liegen im Bedienkasten und sind nur bei geöffneter Kastentüre zugänglich. Bei der Montage an einen Rundmast ist die Rückseite des Gehäuses entsprechend der Mastrundung auszufräsen. Der Signalmast mit dem Bedienkasten wird gelb markiert (Haube, gelber Ring).

Die Einführung des Kabels in den Bedienkasten erfolgt mastintern von unten über eine Stopfbuchse. Sämtliche Anschlüsse sind auf einen steckbaren Flachstecker geführt. Die Frontplatte des Bedienkastens ist am Gehäuse festgeschraubt und demontierbar.

#### 4.7.2.3. Schliesszylinder

Es ist ein Schloss gemäss gültigem Schliessplan des TBA zu verwenden. Die entsprechenden Zylinder werden, nach den Vorgaben des TBA, vom Lieferanten LSA selbst beschafft und eingebaut. Der Zylinder ist nach aussen mit einer Abdeckung zu versehen.

#### 4.7.2.4. Bedien- und Anzeigeelemente

Der Bedienkasten (BK) muss folgende Bedien- und Anzeigeelemente enthalten:  
Der Betriebsartenschalter mit den Betriebsarten *Normalbetrieb*, *Blinken* und *Hand* ist als Drehschalter auszuführen und befindet sich im roten Abschnitt 1 oben im Bedienkasten. Die Umschaltung vom *Normalbetrieb* auf *Blinken* erfolgt unter Einhaltung der Mindestzeiten sowie des Ausschaltbilds.

Bei der Umschaltung auf Handbetrieb läuft die verkehrsabhängige Steuerung weiter, bis ein Handsteuerbild gewählt wird. Die Betätigung des Betriebsartenschalters hat eine entsprechende Rückmeldung (Handsteuerung) an den Verkehrsrechner zur Folge, auf dem synoptischen Tableau leuchtet die BK-Anzeige (Kapitel 4.7.1) auf.

Im Falle einer Störung der LSA kann der Bediener die LSA mit dem Bedienschalter auf *Blinken* umschalten. Nach der Umschaltung erlöschen die Störungsanzeigen im Bedienkasten. Durch erneutes Umschalten auf *Normalbetrieb* muss die LSA nach erfolgreicher Funktionsprüfung in den *Normalbetrieb* wechseln. Sollte die interne Funktionsprüfung einen Fehler erkennen, wird dieser durch die Störungsanzeige(n) im BK angezeigt. Die Anlage bleibt im Zustand Störungsblinken. Dieser Vorgang kann durch den Bediener beliebig wiederholt werden.



Abbildung 19 | Mögliche Darstellung des Betriebsartenschalters im Bedienkasten

Die Leuchtetaster für das azyklische Schalten der Handsteuerbilder befinden sich im grünen Abschnitt 3 des Bedienkastens und sind als Taster mit integrierter LED auszuführen. Der Ablauf der Zwischen- und Minimalzeiten muss automatisch erfolgen. Die Phasenübergänge werden im Bedienkasten durch Blinken des gewählten grünen Bildtasters oder der Warten-Anzeige (LED) optisch angezeigt. Wird das gewählte Phasenbild angezeigt, leuchtet der entsprechende Bildtaster stehend grün. Bahnphasen sollen separat mittels einer blauen LED/Taster schaltbar sein. Die Handphasen werden in den Projektgrundlagen vom Planer definiert. Reine Bahn- oder Tramphasen sind als Taster mit blauer LED auszustatten. Der Phasenplan mit den Phasenbildern befindet sich auf der Innenseite der Türe und muss witterungsbeständig und lagerichtig dargestellt werden Die Anzeigen für Störung und Lampenausfall befinden im Bedienkasten unten. Sie sind in LED-Technik auszuführen. Ein Beispielfoto eines Bedienkastens ist unten ersichtlich (Abbildung 20).

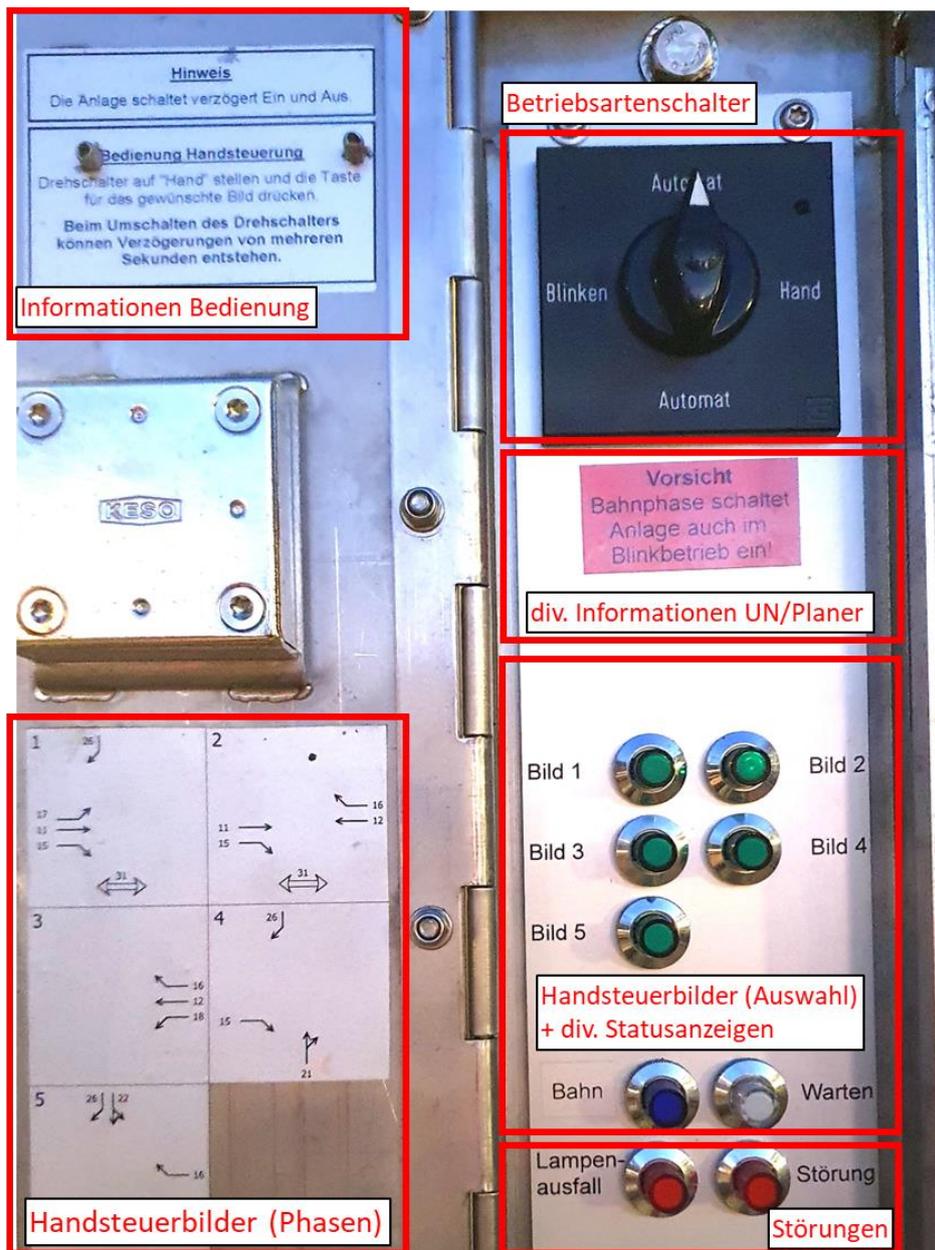


Abbildung 20 | Beispielfoto Bedienkasten

Beschriftung	Funktion	Element
 Lampen- ausfall	<p>Leuchtet, wenn ein Leuchtmittel ausgefallen ist (Kapitel 4.6.4) und die LSA fehlerbedingt auf <i>Störungsblinker</i> umschaltet.</p> <p>Die LED «Lampenausfall» erlischt unter folgenden Bedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Automatisch nach Behebung der Störung.</li> <li>▪ Durch Betätigen der Alarmquittierung im Steuergerät.</li> <li>▪ Durch Auslösen einer Alarmquittierung am Verkehrsrechner.</li> <li>▪ Durch Umschalten des Bedienschalters auf die Position <i>Blinken</i> (Serviceblinker).</li> </ul>	LED rot
 Störung	<p>Leuchtet, wenn die LSA einen Fehler detektiert, auch eine der in Kapitel 4.6 beschriebenen Störungen.</p> <p>Die LED «Störung» erlischt unter folgenden Bedingungen:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Automatisch nach Behebung der Störung.</li> <li>▪ Durch Betätigen der Alarmquittierung im Steuergerät.</li> <li>▪ Durch Auslösen einer Alarmquittierung am Verkehrsrechner.</li> <li>▪ Durch Umschalten des Bedienschalters auf die Position <i>Blinken</i> (Serviceblinker).</li> </ul>	LED rot

Tabelle

7 | Beschreibung der Störungsanzeigen im BK

Für knotenspezifische Informationen und Betriebshinweise steht der grüne Abschnitt 5 auf der Innenseite der Türe (Abbildung, Aufbau Bedienkasten) zur Verfügung.

## 4.8. Aufzeichnungen und Archive

- 4.8.1. Allgemeines
- Die Detailanforderungen zu den notwendigen Protokollen, dessen Layout und deren Inhalt ist in der FESA-Protokolldokumentation Anhang E respektive unter [www.FESA.ch](http://www.FESA.ch) beschrieben. Diese sind zwingend einzuhalten.
- Sämtliche Aufzeichnungen erfolgen über einen Ringspeicher. Abweichungen von dieser Vorgabe sind in den folgenden, detaillierten Beschreibungen der Datenaufzeichnungen beschrieben.
- Die Daten müssen sowohl lokal als auch via Fernzugriff abrufbar sein und in Form eines txt-Files gespeichert werden können. Die Bezeichnungen in den Aufzeichnungen und Archiven müssen klar und selbsterklärend beschrieben sein.
- Sollten die Archive nicht im Klartext aus dem Gerät herausgelesen werden können, stellt der Lieferant LSA dem Auftraggeber ein entsprechendes Tool für die Konvertierung zur Verfügung. Die Kosten dieses Tools sind im Angebot einzurechnen und werden nicht separat vergütet.
- Die Daten müssen mit den Softwareprogrammen WinLSA oder Excel weiterverarbeitet und aufbereitet werden können.
- 4.8.2. Signalplan
- 4.8.2.1. Aufzeichnung
- Das Steuergerät muss mit einer Signalplan-Aufzeichnung (HEX-Datei) zur Unfallauswertung ausgerüstet sein. Diese erfasst den gesamten Knotenumlauf sekundenweise mit allen Signalzuständen und Detektor, sowie knotenspezifischen Ereignisse. Die detaillierten Vorgaben und Definitionen sind im Anhang, E beschrieben. Neben der normalen Signalplanaufzeichnung (3 Stunden) soll auch die lange Signalplanaufzeichnung (min. 16 Stunden) als separate Textdatei heruntergeladen werden können. Im Signalplan sollen alle Signalzustände dargestellt werden.
- 4.8.2.2. Signalplan Online-Aufzeichnung
- Das Steuergerät muss mit einer fortlaufenden Signalplanaufzeichnung (Online-Aufzeichnung sekundlich) ausgerüstet sein, welche den Knotenumlauf sekundlich aktualisiert anzeigt
- 4.8.3. Verkehrszählung
- In einem Zählprotokoll müssen alle Zählwerte pro Zähl-detektor gesichert werden können. Die Zähl-detektoren sowie das Erfassungsintervall sind in den jeweiligen technischen Unterlagen der Anlage ersichtlich.
- Minimale Anzahl Protokolleinträge: 2000 Zeilen (bei Stundenintervall)

#### 4.8.4. Rotfahrer

##### 4.8.4.1. Aufzeichnung

Im der Rotfahreraufzeichnung (Rotfahrer-Protokoll) müssen alle Rotfahrer auf der jeweiligen Signalgruppe und dem jeweiligen Detektor inkl. der aktuellen Signalfarbe (Rot oder Rot/Gelb) mit einem Zeitstempel erfasst werden. Ebenfalls muss die Zeit von Detektionsart (also z. B. Rotbeginn) und dem Übertritt in Zehntelsekunden erfasst werden. Die Detektionszeiten (in der Regel 0.6 s ab Rotbeginn und 0.1 s ab Rot/Gelb) und die Rotfahrerschleifen sind in den technischen Unterlagen der Anlage beschrieben.  
Minimale Anzahl Protokolleinträge: 1000 Zeilen

##### 4.8.4.2. Rotfahrer Online

Die Rotfahrer müssen in Form einer Online-Aufzeichnung (ähnlich des Signalplans) in einem fortlaufenden Protokoll zur Verfügung stehen. Die geöffnete Datei muss in Echtzeit automatisch aktualisiert werden. Jeder Übertritt geniert eine neue Zeile.

##### 4.8.5. Betriebszustände

Alle relevanten Betriebszustände und deren Änderungen müssen in einem Logbuch abgebildet werden.  
Minimale Anzahl Protokolleinträge: 2000 Zeilen

##### 4.8.6. ÖV

Alle ÖV-technischen Steuereingriffe (Anmeldungen, Abmeldung, Buszähler, Zwangsabmeldungen etc.) müssen in einem ÖV-Logbuch gesichert werden.  
Minimale Anzahl Protokolleinträge: 5000 Zeilen

##### 4.8.7. Verkehrstechnische Ereignisse

Alle verkehrstechnischen Ereignisse (Staus, Drosselungen, Dimmstufen, externe Signale, etc.) müssen in einem oder mehreren Logbüchern gesichert werden.  
Die detaillierten Vorgaben und Definitionen sind im Anhang, E beschrieben.  
Minimale Anzahl Protokolleinträge: 15000 Zeilen

##### 4.8.8. Störungen

Alle Störungen (kleinere Störungen bis Systemausfälle) müssen in einem Störungslogbuch gesichert werden. Das Störungslogbuch ist dabei von den Betriebszuständen gemäss Betriebslogbuch (Kapitel 4.8.5) zu trennen.  
Minimale Anzahl Protokolleinträge: 1000 Zeilen

##### 4.8.9. Zentralensignale

Der Datenaustausch zwischen Verkehrsrechner und LSA muss als Mitschnitt erfasst werden können. Die Aufzeichnung umfasst die empfangen und verschickten OZS-Telegramme (UDP-Sockel, byte-weise oder als Klartext). Der Mitschnitt dient als Nachweis, dass die Zentralenschnittstelle erwartungsgemäss funktioniert. Dieser Nachweis muss nicht als reguläres Protokoll direkt heruntergeladen werden können, muss aber auf Anfrage transparent abrufbar sein.

##### 4.8.10. Parametrierung

Die verkehrstechnische Parametrierung (auch Gerätedaten oder Gerätedokumentation) muss in einem oder mehreren Dateien gesichert werden können. In der Parametrierung sind sämtliche Logikfunktionen und Geräteparameter ersichtlich. Falls sich diese in einem proprietären Format befindet muss der Unternehmer LSA ein geeignetes Konvertierungstool zum Auswerten dieser Parametrierung unentgeltlich bereitstellen.

##### 4.8.11. Datensicherung

Als Datensicherung wird das Auslesen und Sichern der vorgängig beschriebenen Aufzeichnungen und Archive aus dem LSA-Steuergerät verstanden.  
Für die Datensicherungen steht den Benutzern ein herstellernertrales Werkzeug (WinLSA) zur Verfügung, welches vom Unternehmer LSA technisch unterstützt werden muss.

Die Datensicherung muss sowohl via Verkehrsrechner (Kapitel 5.4.1) als auch vor Ort mit einem Laptop über die lokale ethernetbasierte Versorgungsschnittstelle am Steuergerät möglich sein. Der Lieferant muss sicherstellen, dass die Daten im STG mit diesem Werkzeug jederzeit abgefragt und aufbereitet werden können.

#### 4.8.11.1. Grün-Grün- Datensicherung

Unter Grün-Grün-Datensicherung wird ein Sammelbefehl verstanden, mit welchem über eine einfach bedienbare Auswahl im herstellernutralen Werkzeug sowohl vor Ort als auch via Verkehrsrechner (Kapitel 5.4.1) diverse Protokolle aus dem Steuergerät ausgelesen werden.

Dabei werden in der Regel nachfolgende Protokolle und Logbücher heruntergeladen:

- Betriebslogbuch / Betriebstagebuch
- Störungslogbuch / Signalsicherungs-Logbuch
- Verkehrszählung (Stundenintervall)
- Logbuch Verkehrstechnik / Ereignisse
- ÖV-Protokoll
- Rotfahrerprotokoll
- Signalplanaufzeichnung (3-stündige Aufzeichnung)
- Versorgung (Parametrierungsdaten)

# 5. ÜBERGEORDNETE SYSTEME

## 5.1. Systemübersicht

### 5.1.1. Verkehrsrechner

Es sind mehrere Verkehrsrechner in Betrieb. Die Steuergeräte sämtlicher LSA sind zur Ansteuerung und Fernüberwachung an einen der Verkehrsrechner angeschlossen und kommunizieren mit diesem. Die Zuordnung einer LSA zu einem Verkehrsrechner erfolgt durch das TBA in Absprache mit der Kantonspolizei.

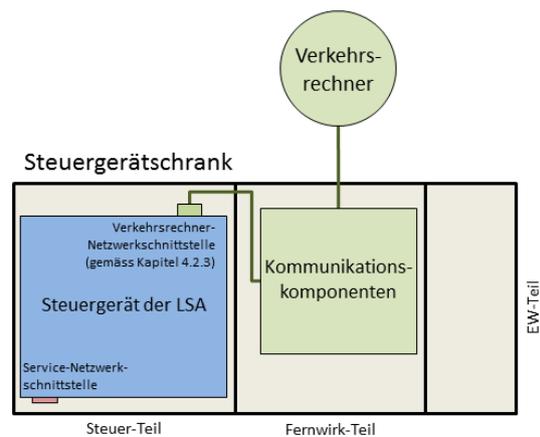


Abbildung 21 | Übersicht Anbindung Verkehrsrechner

### 5.1.2. Zentrale Versorgungseinrichtung

Zur Versorgung aller LSA-Steuergeräte (Kapitel 4.5.7.27) und für die Ausführung der automatisierten Unfalldatensicherung (Kapitel 4.8.11.1) ist eine redundant aufgebaute zentrale Versorgungseinrichtung in einer gesicherten Umgebung (Demilitarized Zone) in Betrieb.

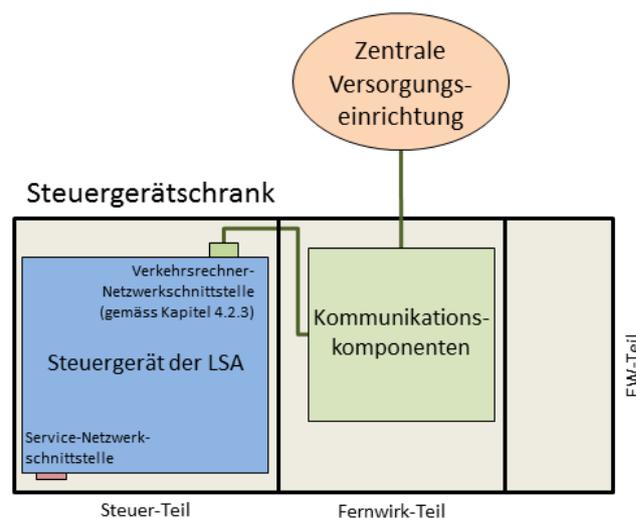


Abbildung 22 | Übersicht Anbindung Zentrale Versorgungseinheit

## 5.2. Kommunikation

### 5.2.1. Anschluss der LSA

Die Steuergeräte der LSA werden vorzugsweise über eine LWL-Verbindung oder über Mobilfunk nach vorgegebenem Ablauf ins Breitbandkommunikationsnetz des Kantons (BKN-ZH) integriert (Kapitel 5.3). Die Erschliessungsart ist abhängig vom Standort der LSA und in den projektspezifischen Submissionsunterlagen festgelegt, kupferdrahtgebundene Anbindungen werden nicht erstellt. Das Steuergerät wird via Ethernet über die Verkehrsrechner-Netzwerkschnittstelle (RJ-45-Stecker) gemäss Kapitel 4.4.2.10 an den zentralen BKN-Switch angebunden.

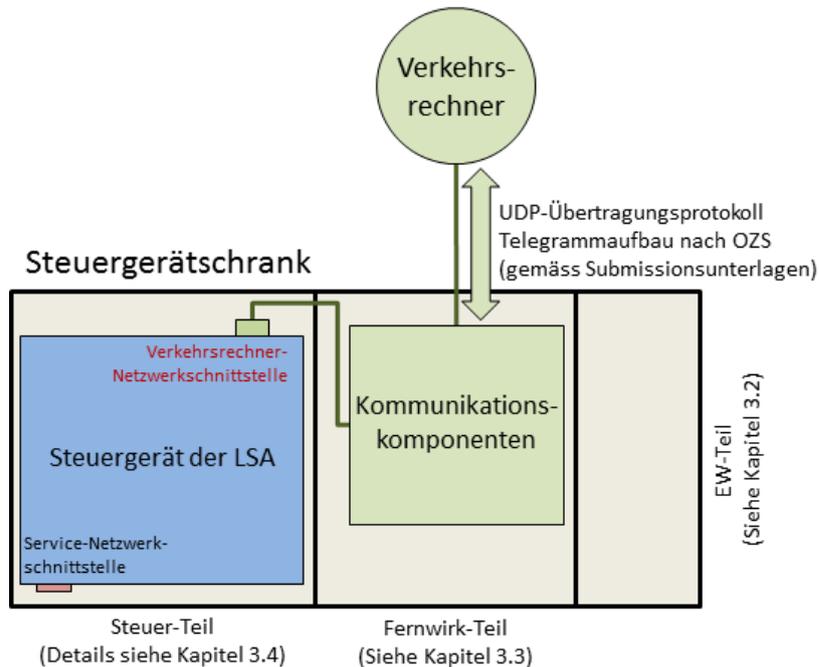
### 5.2.2. Kommunikationseinrichtungen

Die Kommunikationseinrichtungen werden bauseits geliefert und sind durch den Lieferanten LSA gemäss Vorgaben in den Fernwirk-Teil (Kapitel 4.3) des Steuergeräts einzubauen.

### 5.2.3. Verkehrsrechner-Netzwerkschnittstelle

Die Kommunikation zwischen dem LSA-Steuergerät und dem Verkehrsrechner erfolgt in beide Richtungen über die Verkehrsrechner-Netzwerkschnittstelle (Kapitel 4.4.2.10). Über die Netzwerkschnittstelle werden sowohl Nutzdaten/Echtzeitdaten als auch Protokollaten transferiert. Das zu verwendende Zentralenprotokoll ist OZS3.0 ([www.FESA.ch](http://www.FESA.ch)).

#### 5.2.3.1. Schnittstelle zum Verkehrsrechner



5.2.3.3.  
Schnittstelle zur  
zentralen Versorgungs-  
einrichtung

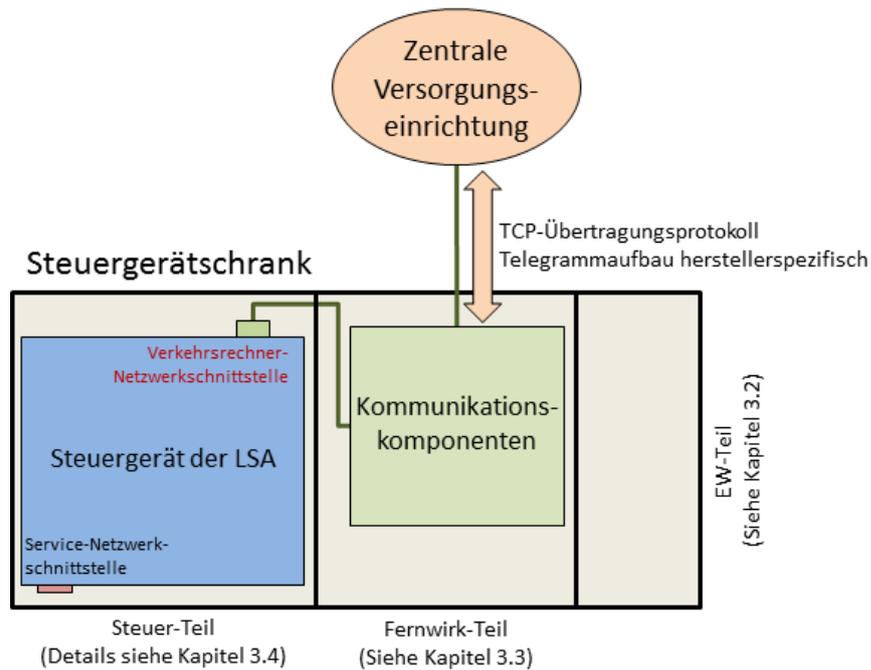


Abbildung 24 | Schnittstelle zur zentralen Versorgungseinrichtung

5.2.4.  
Feldbus

Feldbusse für den direkten Signalaustausch diverser Anlagen werden in Ausnahmefällen projektspezifisch erstellt. Die Kommunikation soll dabei glasfaserbasiert erfolgen. Feldbusse auf Kupferdrahtbasis werden grundsätzlich nicht erstellt. Die Feldbus-Controller müssen SNMP fähig sein. Werden LSA in einen bestehenden Feldbus integriert, hat der Unternehmer LSA die vorhandenen Spezifikationen des bestehenden Feldbusses umzusetzen.

## 5.3. Integration

- 5.3.1. Ablauf Die Integration der LSA an die Verkehrsrechner erfolgt nach einem festen Ablauf über mehrere Phasen.
- 5.3.1.1. Ausführungsunterlagen Mit den Ausführungsunterlagen, welche vom Projektverfasser vorgegeben wurden, erhält der Lieferant LSA folgende Angaben, welche im Steuergerät zu konfigurieren sind:
- Datenpunktliste als Grundlage für die Kommunikation zwischen Steuergerät und Verkehrsrechner (OZS-Datenpunktliste)
  - Vorgaben der Netzwerkadressierung (Deckblatt OZS-Datenpunktliste)
- 5.3.1.2. Prüfung Anlässlich der Prüfung in einer Testumgebung (Kapitel 6.1.2) werden mit Hilfe der OZS-Testsoftware vollständige OZS-Signaltests durchgeführt. Das Testprotokoll ist vom Prüfer im Werk zu unterzeichnen.
- 5.3.1.3. Integration Im Rahmen der Prüfung vor Ort (Kapitel 6.1.4) wird die konkrete Umsetzung der Vorgaben geprüft.
- Kontrolle der Netzwerkadressierung des Steuergeräts
  - Integration des Steuergeräts ins BKN
  - Uhrzeitsynchronisation durch NTP-Zeitserver
  - Kommunikation mit dem Verkehrsrechner
  - Ansteuerungen und Rückmeldungen
  - LSA-Versorgung via zentrale Versorgungseinrichtung (Versorgungsserver) und Datensicherung via Verkehrsrechner
  - Weitere knotenspezifische Signale
- Die Integration der Anlage an den Verkehrsrechner erfolgt in der Regel kurz nach der Inbetriebnahme der Anlage.

## 5.4. Versorgung über zentrale Versorgungseinrichtung

### 5.4.1. Datensicherung über den Verkehrsrechner

Die Datensicherung muss über den Verkehrsrechner ausgelöst werden können. Der Sicherungsauftrag wird vom Verkehrsrechner an die zentrale Versorgungseinrichtung weitergegeben, welche eine Instanz des herstellerunabhängigen Versorgungstools WinLSA startet. Dieses Bedienprogramm liest die angeforderten Protokolle (Kapitel 4.8) aus dem LSA-Steuergerät und speichert sie zentral ab.

Der Lieferant LSA muss sicherstellen, dass WinLSA die Daten im Steuergerät auslesen und übertragen kann. Notwendige Anpassungen an WinLSA und die eventuelle Lieferung von erforderlichen gerätespezifischen Treibern müssen durch den Lieferanten LSA abgegolten werden.

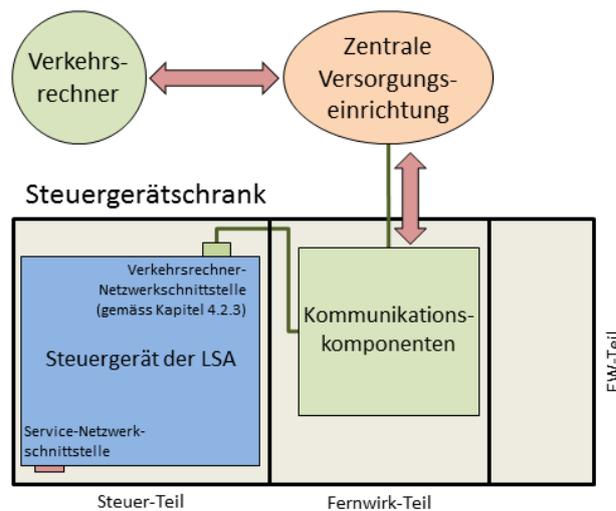


Abbildung 25 | Ablauf Datensicherung über Verkehrsrechner

### 5.4.2. Zentrale Versorgung

Die zentrale Versorgung beinhaltet die verkehrstechnische Parametrierung über die zentrale Versorgungseinrichtung, analog der in Kapitel 4.5.7.2 beschriebenen Anwenderversorgung.

Für die Installation einer herstellereigenen Software-Applikation steht die Versorgungseinrichtung (Kapitel 5.1.2) zur Verfügung, die entsprechenden Anforderungen sind in den Submissionsunterlagen beschrieben.

Die Applikation muss sich sowohl für die zentrale Installation und den Betrieb in einer DMZ eignen als auch gleichzeitig in mehreren Instanzen für verschiedene LSA-Steuerungen ausgeführt werden können. Sie wird sowohl für fest angeschlossene Steuerungen als auch für die Sicherung über Mobilfunkverbindungen genutzt. Stellt der Lieferant LSA auf dem Steuergerät einen Webserver-Zugang für gewisse Funktionalitäten zur Verfügung, muss der Web-Zugang mit einem kantonsspezifischen Nutzer und Passwort gesichert werden.

### 5.4.3. Testinfrastruktur

Um die Funktionalität der zentralen Bedienung, Datensicherung und Versorgung neuer Steuergerätypen austesten zu können, steht dem Lieferanten LSA die bestehende Versorgungs-Infrastruktur, inklusive Mobile-Router zu Testzwecken zur Verfügung.

Die Aufwendungen für Tests und Wiederherstellung des Grundzustands der zentralen Versorgungseinrichtung gehen zu Lasten des Lieferanten LSA. Das Steuergerät muss die Funktionalität des im Kanton Zürich eingesetzten Steuerungsverfahrens vollumfänglich erfüllen.

# 6. ABNAHME, INBETRIEBNAHME & UNTERHALT

## 6.1. Prüfungen

- 6.1.1. Besichtigung im Werk Der Bauherr kann sich jederzeit, bei vorgängiger Anmeldung, über den Fabrikationsstand der Anlagenkomponenten im Werk direkt orientieren lassen.
- 6.1.2. Werkprüfung Das Steuergerät wird vor der Auslieferung nach den Vorgaben von [c15] einer Prüfung in einer Testumgebung (Werkprüfung) unterzogen. Der Aufwand für die Werkprüfung des Steuergerätes muss im Offertenbetrag enthalten sein. Die Werkprüfung beinhaltet sowohl eine sicherheitstechnische als auch eine verkehrstechnische Prüfung des Steuergeräts. Die komplette Anlage, inklusive Datenübermittlung zum Verkehrsrechner und Bedienung via zentraler Versorgungseinrichtung, werden vor der Werkprüfung durch den Lieferanten LSA vollständig getestet. Die Prüfungsergebnisse werden dokumentiert und protokolliert. Auftretende Fehler werden behoben, das Protokoll wird vom Lieferanten LSA unterzeichnet und liegt zum Zeitpunkt der Werkprüfung bereits *vollständig* vor. Ebenfalls wird das Signalsicherungsprotokoll sowie die abgehakte OZS-Datenpunktliste dem Werkprüfungsprotokoll beigelegt.
- Im Rahmen der Werkprüfung führt das TBA die sicherheitstechnischen Prüfungen am vorgängig durch den Lieferanten LSA vollständig geprüften Gerät durch. Geprüft werden sämtliche Konfliktfehler, Warnblinker- und Rotlampenausfälle, welche zu einem Ausfall der gesamten LSA führen müssen. Fehler, welche nicht zum Ausfall einer LSA führen dürfen, werden stichprobenartig getestet. Anhand der Datenpunktliste (Kapitel 5.3.1.1) werden die Datenübermittlung an den Verkehrsrechner sowie die Bedienung über die zentrale Versorgungseinrichtung stichprobenartig ausgetestet. Die Ergebnisse der sicherheitstechnischen Prüfungen werden protokolliert. Die Kapo führt die verkehrstechnischen Prüfungen durch. Getestet werden die Richtigkeit der Mindest-, Übergangs- und Zwischenzeiten sowie stichprobenartig die Betriebsartenschaltung und Priorisierung der Schaltungen, die Handsteuerbilder und die Signalprogramme, soweit sich der Verkehrsablauf am Werkstest simulieren lässt. Die Ergebnisse der verkehrstechnischen Prüfungen werden protokolliert.
- Die Werkprüfung wird durch den Planer begleitet.
- Die Werkprüfung folgt einem standardisierten Prüfablauf nach den gültigen Formularen des TBA [b9]. Die Protokollführung obliegt dem Planer. Das Protokoll der Werkprüfung beinhaltet die Ergebnisse der sicherheitstechnischen und verkehrstechnischen Prüfungen und wird von allen Beteiligten unterzeichnet. Das Original bleibt im Besitz des TBA. Alle Beteiligten erhalten eine Kopie.
- Auftretende Fehler werden nach Möglichkeit im Rahmen des Werkstatstests behoben und die Funktion erneut geprüft. Ist eine rasche Fehlerbehebung nicht möglich, wird das weitere Vorgehen mit allen Beteiligten festgelegt. Möglich ist eine Wiederholung des Werktests nach Behebung gravierender Mängel oder eine erneute Prüfung der betroffenen Funktionen vor der Inbetriebnahme der LSA.

6.1.3.  
Vorprüfung zur  
Inbetriebnahme

Die Vorprüfung erfolgt nach den Vorgaben von [c15] anhand eines durch die TBA und Kapo bewilligten Prüfablaufs [b9]. Die Vorprüfung hat durch den Lieferanten LSA zu erfolgen und stellt sicher, dass die kompletten Aussenanlagen in Verbindung mit dem Steuergerät funktionsfähig sind. Das Prüfprotokoll zur Vorprüfung dokumentiert und protokolliert sämtliche Prüfpunkte und wird vom Lieferanten LSA angefertigt. Das Protokoll der Vorprüfung ist vollständig zur IBN (Kapitel 6.1.4) mitzunehmen.

6.1.4.  
Inbetriebnahme IBN

Die Prüfung erfolgt nach den Vorgaben von [c15] anhand eines durch das TBA und die Kapo bewilligten Prüfablaufs [b9]. An der Inbetriebnahme werden stichprobenartig sicherheits- sowie steuertechnischrelevante Tests vorgenommen. Ebenfalls wird die Aussenanlage augenscheinlich untersucht. Der Planer erstellt das Rahmendokument zum offiziellen Protokoll des TBA, welches von allen Beteiligten unterzeichnet wird. Das Original bleibt im Besitz des des TBA.

Die Beobachtung, Analyse, Dokumentation und Beurteilung des Verkehrsablaufs nach der Einschaltung obliegt der Kantonspolizei sowie dem Planer.

6.1.5.  
Schulung

Der Aufwand für allfällige separate Instruktionen von Personal wird in Regie entschädigt.

## 6.2. Probetrieb und Abnahme

- 6.2.1. Abnahme
- Die Abnahme der LSA erfolgt nach 60-tägigem Probetrieb nach den Vorgaben von [c15], sofern die letzten 14 Tage störungsfrei verlaufen.  
Das Abnahmeprotokoll [b16] fertigt der projektierende Ingenieur an. Es wird von allen Beteiligten unterzeichnet. Das Original bleibt im Besitz des TBA.
- 6.2.1.1. Abzugebende Unterlagen / DAW (Dokumente des ausgeführten Werks)
- Die Dokumente müssen gemäss der Übersicht DAW [b20] in der definierten Form an die entsprechenden Stellen abgegeben werden. Gedruckte Unterlagen der Anlage sind in einem Anlageordner zusammenzufassen und in der Steuerkabine abzulegen.
- Zusätzlich gelten folgende Dokumente und Abgabeformen:
- Hinweistabelle über das Instandhalten der Anlage (Revisionsvorschrift)
  - Bestellbezeichnungen der elektronischen Komponenten, falls jene auf den Betriebsmitteln selbst nicht angebracht oder nicht erkennbar sind

## 6.3. Garantie und Schlussprüfung

- 6.3.1. Garantie
- Die Garantiezeit und zu erbringenden Garantieleistungen für alle Arbeiten und Lieferungen werden im Werkvertrag festgelegt.
- 6.3.2. Schlussabnahme
- Die Schlussabnahme der LSA erfolgt den Vorgaben von [c15].
- 6.3.3. Unterhalt
- Die Unterhaltsleistungen und Bedingungen werden durch einen Servicevertrag [b19] geregelt.
- Gegen Verrechnung stellt der Lieferant LSA sein Serviceteam auch dann zur Verfügung, wenn kein Servicevertrag abgeschlossen wird oder auch für Reparaturen, die nicht unter den Unterhaltsdienst fallen.
- Sämtliche Arbeiten an den LSA oder deren Komponenten sind nur im Einverständnis und In Zusammenarbeit mit der Kapo und dem TBA gestattet.

## **6.4. Anlagenspezifische Dokumentation**

- 6.4.1. Zweck Die Dokumentation des Lieferanten LSA soll alle benötigten Informationen beinhalten, die gemäss Vorgaben [b20] für einen sicheren Betrieb der Anlage benötigt werden.
- 6.4.2. Inhalt Die Dokumentation muss aus logischen und strukturierten Kapiteln bestehen. Der Umfang der Dokumentation muss alle in dieser Wegbegleitung geforderten Punkte enthalten. Zudem muss sie der Nachvollziehbarkeit, Bedienbarkeit, Wartung und Entstörung dienen.

# 7. ABBILDUNGS- UND TABELLENVERZEICHNISSE

Abbildung 1   Übersicht der Zuständigkeiten im Kanton Zürich .....	8
Abbildung 2   Gesetzespyramide. Dokument Nr. 601.06.40   Version 1.1 vom 19.12.2019 .....	12
Abbildung 3   Übersicht Betriebs- und Steuerungsarten .....	34
Abbildung 4   Ablauf Betriebsarten und Befehlsquelle .....	37
Abbildung 5   Flussdiagramm Automatische Alarmquittierung .....	40
Abbildung 6   Aufbau synoptisches Tableau.....	44
Abbildung 7   Mögliche Darstellung Bedienfeld Prüfschalter .....	45
Abbildung 8   Beschreibung der Prüfschalter .....	45
Abbildung 9   Mögliche Darstellung des Bedien- und Anzeigefelds Betriebsart, Befehlsquelle .....	46
Abbildung 10   Mögliche Darstellung des Bedienfelds Detektoren.....	48
Abbildung 11   Beschreibung der Detektorschalter.....	48
Abbildung 12   Mögliche Darstellung der Detektortaster und -anzeigen im Knotenbild .....	48
Abbildung 13   Mögliche Darstellung der Detektortaster in einer Matrix.....	51
Abbildung 14   Phasenaktivierung bei aktivem Eingang .....	53
Abbildung 15   Phasenaktivierung durch Impuls mit Abfallverzögerung .....	53
Abbildung 16   Anzeigen für Störungen befinden sich im roten Abschnitt des synoptischen Tableaus.....	54
Abbildung 17   Mögliche Darstellung der Anzeigenfelder Signalprogramm und Datensatz .....	56
Abbildung 18   Aufbau Bedienkasten.....	57
Abbildung 19   Mögliche Darstellung des Betriebsartenschalters im Bedienkasten .....	58
Abbildung 20   Beispielfoto Bedienkasten .....	59
Abbildung 21   Übersicht Anbindung Verkehrsrechner .....	64
Abbildung 22   Übersicht Anbindung Zentrale Versorgungseinheit .....	64
Abbildung 23   Schnittstelle zum Verkehrsrechner .....	65
Abbildung 24   Schnittstelle zur zentralen Versorgungseinrichtung .....	66
Abbildung 25   Ablauf Datensicherung über Verkehrsrechner .....	68
Tabelle 1   Beschreibung der Schalter und Anzeigen Betriebsart und Befehlsquelle .....	47
Tabelle 2   Beschreibung der Taster und Anzeigen des synoptischen Tableaus .....	50
Tabelle 3   Beschreibung der Taster, Schalter und Anzeigen des Synoptischen Tableaus .....	52
Tabelle 4   Beschreibung der Schalter und Anzeigen externe Befehle .....	53
Tabelle 5   Anzeigeelemente Störungen.....	55
Tabelle 6   Beschreibung der Anzeigen Signalprogramm und Datensatz .....	56
Tabelle 7   Beschreibung der Störungsanzeigen im BK .....	60

## 8. GLOSSAR

ASTRA	Bundesamt für Strassen
AGS	Anti Graffiti Schutz
BK	Bedienkasten
BKN	Breitbandkommunikationsnetz
BSA	Betriebs- und Sicherheitsausrüstung
BSS	Beleuchtete Strassensignale
cd	Candela (SI Einheit der Lichtstärke)
DAW	Dokumente des ausgeführten Werks
Det.	Detektor
DMZ	Demilitarized Zone
EN	Europäische Norm
FESA	Steuerverfahren für Lichtsignalanlagen
FG	Fussgänger
FI	Fehlerstrom
IW	Isolationswächter
Fz	Fahrzeug
GR	Gebietsrechner
K	Kelvin
K-Signal	Koordinationssignal
Kapo	Kantonspolizei
KIP	Knoten-Interface-Programm
KEV	Kabelendverschluss
LSA	Lichtsignalanlage
LWL	Lichtwellenleiter
NTP	Network Time Protocol
OK	Oberkante
ÖV	Öffentlicher Verkehr
OZS	Offene Zentralen-Schnittstelle
RRV	Rückrechenverfahren
SiNa	Sicherheitsnachweis
Si.Si.	Signalsicherung
SN	Schweizer Norm
STG	Steuergerät
TBA	Tiefbauamt
TCP/IP	Transmission Control Protocol / Internet Protocol
UDP	User Datagram Protocol
UeLS	Übergeordnetes Leitsystem
UK	Unterkante
VDE	Verkehrsdatenerfassung
VR	Verkehrsrechner
VSS	Schweizerischer Verband der Strassen und Verkehrsfachleute
WinLSA	Benutzeroberfläche für Knotensteuergeräte