

Zum Verbleib beim Bieter bestimmt  
nicht mit dem Angebot zurückgeben!

## Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen (ZTV-GE-LSA)

der Stadt Gelsenkirchen für die Ausführung von Lichtsignalanlagen  
(Fassung 24. Juli 2020)

### Inhaltsverzeichnis:

<b>1</b>	<b>Verkehrssteuerungssystem der Stadt Gelsenkirchen</b>	<b>- 3 -</b>
1.1	Systemkonfiguration und Steuerverfahren - Überblick	- 3 -
1.2	Technische Spezifikationen zu den Schnittstellen OCIT-O und Canto	- 4 -
1.2.1	OCIT-Zentralenzugang	- 6 -
1.2.2	Canto-Zugang	- 7 -
<b>2</b>	<b>Besondere technische Vertragsbedingungen</b>	<b>- 10 -</b>
2.1	Allgemeines, Regelwerke	- 10 -
2.2	Anforderungen an das Steuergerät	- 12 -
2.2.1	Aufbau des Steuergerätes	- 13 -
2.2.2	Leistungseigenschaften	- 17 -
2.2.3	Grundfunktionen gemäß OCIT	- 19 -
2.2.4	Erweiterte Funktionen gemäß OCIT	- 20 -
2.2.5	Signalsicherung	- 22 -
2.2.6	Messwerterfassung	- 24 -
2.2.7	Detektorüberwachung	- 25 -
2.2.8	ÖPNV-Bevorzugung	- 26 -
2.2.9	Bedienteil	- 29 -
2.2.10	Lokale Schnittstellen	- 29 -
2.2.11	Schnittstellen (extern)	- 29 -
2.2.12	Lokaler Zugang am Steuergerät	- 29 -
2.2.13	VSR-Anschluss	- 30 -
2.2.13.1	Verbindungsprofile	- 31 -
2.2.13.2	Zweidraht-Standleitung (V.34 / PPP)	- 32 -
2.2.13.3	Funkverbindungen	- 32 -
2.2.13.4	Profil Ethernet	- 32 -
2.2.13.5	Adernsparende Standleitung	- 33 -
2.2.13.6	Sicherheit im Datenverkehr	- 33 -
2.2.14	Abstimmung der Datenhaltungsbestände zw. Verkehrsrechner und Lichtsignalanlage	- 33 -
2.2.15	Verhalten bei Übertragungsstörungen	- 36 -
2.2.16	Zentralbetrieb	- 36 -
2.2.17	Ortsbetrieb	- 36 -
2.2.18	Uhrenbetrieb	- 36 -
2.2.19	Serviceblinken	- 36 -
2.2.20	Durchgängige Versorgungskette	- 36 -
2.2.21	Softwareerstellung	- 37 -
2.2.22	Versorgung der Verkehrstechnik	- 38 -
2.2.23	Steuerkabelanbindung	- 38 -

2.3	Steuerungsverfahren.....	- 38 -
2.3.1	Allgemeine verkehrstechnische Bedingungen .....	- 39 -
2.3.2	Übertragung komprimierter Meldungen .....	- 39 -
2.3.3	Analysesoftware.....	- 41 -
2.4	Verkehrsebene .....	- 43 -
2.4.1	Induktionsschleifen - Detektoren .....	- 43 -
2.4.2	Video-Detektionssystem ohne Bildübertragung - Detektoren.....	- 43 -
2.4.3	Video-Detektionssystem mit Bildübertragung - Detektoren.....	- 44 -
2.4.4	Signalgeber LED .....	- 46 -
2.4.5	Maste .....	- 47 -
2.4.6	Anforderungstaster .....	- 48 -
2.4.7	Anforderungsgeräte und akustische Freigabesignale für Sehbehinderte .....	- 48 -
2.4.8	Verkabelung .....	- 50 -
2.4.9	Induktionsschleifen .....	- 50 -
<b>3</b>	<b>Verkehrstechnische Planung .....</b>	<b>- 53 -</b>
3.1	Merkmale der verkehrsabhängigen Steuerung.....	- 54 -
3.1.1	Programme .....	- 54 -
3.1.2	Festzeitsteuerung .....	- 54 -
3.1.3	ÖPNV-Erfassung .....	- 55 -
3.1.4	Allgemeine Merkmale der IV-Steuerung.....	- 55 -
3.1.4.1	Merkmale der verkehrsabhängigen, koordinierten/individuell gesteuerten Steuerung.....	- 55 -
3.1.4.2	Steuerungs-Prinzip .....	- 55 -
3.1.4.3	Grünzeitenmodifikation über dynamischen Rahmenplänen .....	- 56 -
3.1.4.4	Anforderungs- und Verlängerungs-Bedingungen .....	- 58 -
3.1.4.5	Programm-Merker für den Individualverkehr.....	- 58 -
3.1.4.6	Fußgängersignalisierung .....	- 59 -
3.1.5	Allgemeine Merkmale der ÖPNV-Steuerung .....	- 60 -
3.1.5.1	Kriterien der ÖPNV-Beschleunigung.....	- 60 -
3.1.5.2	Prioritätsbegrenzung bei Störungen und außergewöhnlich langen Wartezeiten des Individualverkehrs .....	- 61 -
3.1.5.3	Berücksichtigung von Fahrzeiten, Haltestellenaufenthaltszeiten und Reaktionszeiten der Signalsteuerung .....	- 61 -
3.1.5.4	Berücksichtigung von Koordinierungsbedingungen in Grünen Wellen .....	- 61 -
3.1.5.5	Berücksichtigung des Individualverkehrs nach einem ÖPNV-Eingriff.....	- 62 -
3.2	Grundsatzfestlegungen für Verkehrssignalsteuerungen der Stadt Gelsenkirchen.....	- 64 -

## Verwendete Abkürzungen

LSA	Lichtsignalanlage
AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
VSR	Verkehrsrechner
IV	Individualverkehr
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
EVU	Energieversorgungsunternehmen
EZ	Ersatzzentrale
ES	Echtzeitsteuerung
EES	Ersatz-Echtzeitsteuerung
BEFA	Befehlsausgabe
LV	Leistungsverzeichnis
TL	Traffic Language
LB	Leistungsbeschreibung

# 1 Verkehrssteuerungssystem der Stadt Gelsenkirchen

Im folgenden wird hier das Konzept des Verkehrssteuerungssystems der Stadt Gelsenkirchen beschrieben. Diese Informationen sollen die Wettbewerbsteilnehmer über die Funktion und den aktuellen Stand des Verkehrssteuerungssystems informieren. Gleichzeitig ist die Beschreibung des aktuellen Zustandes die Basis für die Leistungsmerkmale, welche von der hier zur Vergabe anstehenden Erweiterung des Systems verlangt werden.

## 1.1 Systemkonfiguration und Steuerverfahren - Überblick

Der Verkehrsrechner Gelsenkirchen ist ein modular aufgebautes, hierarchisch organisiertes Rechnersystem zur Verkehrssteuerung und zur übergreifenden Bedienung aller Verkehrsleitsysteme in Gelsenkirchen. Er ist als Server Client-System konfiguriert und Teil des Datenverbundes Ruhrpilot.

Basis des Systems auf den Ebenen Bedienung und Systemserver sind handelsübliche Hard- und Softwareprodukte.

Als Steuerkonzepte werden folgende Verfahrenskonzepte der Siemens AG angewendet:

- Signalgruppen-Fernsteuerung (SF) mit der Schnittstelle BEFA 5 (Alttechnik)
- Signalplan-Versorgung (SV) mit den Schnittstellen BEFA 15 (Alttechnik), OCIT-Outstations und SITRAFFIC Canto.

Als Verkehrsrechner und als Schnittstellen- und Ruhrpilot-Bedienserver wird das Produkt SITRAFFIC Scala (Hersteller Siemens AG) eingesetzt.

Die Systemserver, die Gebietsrechner und die Datenübertragungssysteme sind zentral in den Räumen des Polizeipräsidiums Gelsenkirchen in der Breddestraße untergebracht.

Abgesetzt von diesem Rechnerstandort ist die Bedienzentrale im Verwaltungsgebäude Rathaus Buer eingerichtet. Daneben sind zwei externe Bedienzentralen, je eine in der Veltins-Arena und in der Verkehrsleitstelle errichtet worden.

Zu den Komponenten im Einzelnen:

Die Bedienebene besteht aus sechs Clients mit unterschiedlichem Funktionsumfang, insbesondere in Bezug auf die Funktionen Systemversorgung, Planung und Funktionsanalyse:

Folgende Produkte der Steuerung, Visualisierung, Versorgung, Planung und Funktionsanalyse werden eingesetzt:

- SITRAFFIC Office (u.a. Control, TL, QM), VISSIM , geplant ist LISA+
- GIS-Standard, STRAMO, Systemstatusdisplay, Aktionsplan
- Videodetektions-Software

Die Systemserver bilden den zentralen Bestandteil des Verkehrsrechnersystems mit der Aufgabe, alle für den Rechnerbetrieb notwendigen Daten und Prozesse zu speichern und für Anwendungen von der Bedienzentrale bis hin zu den Gebietsrechnern, Subsystemen und den Feldgeräten zur Verfügung zu stellen.

Die zentralen Komponenten setzen sich aus Applikationsserver, Planungs- und Versorgungsserver, GUI-Server, Netzwerkserver und Videosever zusammen.

Das derzeit eingesetzte wie auch das zukünftige Serversystem ist OCIT-fähig.

## 1.2 Technische Spezifikationen zu den Schnittstellen OCIT-O und Canto

Das Verkehrsrechnersystem Gelsenkirchen in der Ausführung SITRAFFIC Scala, Version 1.3 und höher unterstützt die Anbindung OCIT-fähiger Steuergeräte über die standardisierte OCIT-Outstations- Schnittstelle in der Version 2.0.

Auf folgende Dokumente wird dazu Bezug genommen (siehe [www.ocit.org](http://www.ocit.org)):

- OCIT-Outstations, Einführung in das System, OCIT-O-System\_V2.0
- OCIT-Outstations, Lichtsignalsteuergeräte, OCIT-O-Lstg\_V2.0
- OCIT-Outstations, Basisfunktionen für Feldgeräte, OCIT-O-Basis\_V2.-0
- OCIT-Outstations, Regeln und Protokolle, OCIT-O-Protokoll\_V2.0

Folgende Übertragungsprofile werden unterstützt:

- Festgeschaltete Verbindungen gemäß OCIT-Outstations, Profil 1 - Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf festgeschalteten Übertragungswegen, OCIT-O-Profil\_1\_V1.1
- OCIT-Outstations, Profil 2 - Übertragungsprofil für Wählverbindungen im Festnetz und GSM-Mobilfunknetze, OCIT-O-Profil\_2\_V1.0
- OCIT-Outstations Profil 3 – Ethernet mit DHCP, OCIT-O-Profil\_3\_V1.0

Nachfolgende Übersicht in Tabelle 1 zeigt die Leistungsfähigkeit des VSR Gelsenkirchen bzgl. des OCIT-O Funktionsspiegels, OCIT-O\_V2.0\_Funktionsspiegel\_V1.0\_A02:

<b>Nr.</b>	<b>Kurztitel</b>	<b>OCIT-LSA-Ausstattung</b>	<b>Scala</b>	<b>Bemerkung zur Scala Funktion</b>
1.1	IP-Adressen	G	X	OCIT-O 2.0
1.2	Passwörter	G	X	
1.3.1	Zeitdienst NTP	G	X	
1.3.2	Permanente Verb.	G	X	
1.3.3	Lokale Zeit	O	X	
1.3.4	Temp. Verb.	P	X	
1.4.1	Rückrechenverfahren	G	X	
1.5	Relative Knoten	O		
1.6	Teilknoten	O	X	
1.7	Verkehrsabh. Logiken	P	X	
1.7.1	AP-Werte	P	X	
1.8.1	Projektspezifische Funktionen der Schnittstelle OCIT-Outstations	P	X	soweit projektspezifisch erforderlich
2.1	OCIT-Instations, Schnittstelle OCIT-I-VD-LSA, OCIT-I-PD-LSA	P	X	OCIT-O 2.0
2.1.1	Anwender-Fernversorgung	G	X	OCIT-O 2.0
2.2	Zentraler Systemzug	G	X	
3.1	OCIT-Protokoll BTPPL.	G	X	
3.2	Sicherheit des Datennetzes	P	X	
3.3	Erkennen von Störungen des Übertragungsweges	G	X	
3.3.1	Netzausfall	O	X	
3.3.2	Meldungsverwaltung in einer Zentrale.	P		
3.4	Übertragungsprofile	P	X	
3.4.1	Übertragungsprofil 1, Übertragungseinrichtungen, Übertragungswege	G G -	X X X	
3.4.2	Übertragungsprofil 2, Übertragungseinrichtungen, Übertragungswege	G G P	X X X	nur GSM, kein ISDN nur GSM, kein ISDN nur GSM, kein ISDN
3.4.3	Übertragungsprofil 3	G	X	inkl. DHCP erfordert Festlegung projektspezifischer Maß-

<b>Nr.</b>	<b>Kurztitel</b>	<b>OCIT-LSA-Ausstattung</b>	<b>Scala</b>	<b>Bemerkung zur Scala Funktion</b>
				nahmen (Sicherheit etc.)
4.1.1	Bedienmodell	G	X	
4.1.2	Vorgangskennung	G	X	
4.1.3	Start-/Endezeit	G	X	
4.1.4	Schalte Knoten	G	X	
4.1.5	Signalprogrammwahl	G	X	
4.1.6	Knoten ein-/ausschalten	G	X	
4.1.7	Teilknoten EIN/AUS	G	X	
4.1.8	Wirkung der Sondereingriffe wählen	G	X	
4.1.9	Übergeordneten Zustand der lokalen VA wählen	G	X	
4.1.10	Zustand der Beeinflussung der lokalen VA durch den Individualverkehr wählen	O	X	
4.1.11	Übergeordneten Zustand der ÖPNV-Bevorzugung wählen	O	X	
4.1.12	Projektspezif. Modifikation OCIT-konform Projektspezifisch	P	X	
4.2	Betriebszustand des Feldgerätes abfragen			
4.2.1	Laufendes Signalprogramm	G	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.2	Ein-/ Auszustand eines Knotens	G	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.3	Ein-/Auszustand eines Teilknotens	G	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.4	Zustand Sondereingriffe	G	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.5	Zustand lokale VA-Logik	G	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.6	Zustand der Beeinflussung der lokalen VA-Logik durch den Individualverkehr	O	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.7	Zustand ÖPNV-Bevorzugung	O	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.8	Zustand projektspezifische Modifikationen	P	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.9	Betriebsart	G	X	in 4.2.10 enthalten
4.2.10	Betriebszustand (Ist-Vektor)	G	X	
4.3.1	Gerätestatus abfragen	G	X	
4.4.1	Archive	G	X	
4.4.2	Betriebszustandsarchiv (Listennummer 0)	G	X	
4.4.3	Standard-Meldearchiv (Listennummer 1)	G	X	
4.4.4	Syslog-Archiv (Listennummer 2)	G		Nicht benutzt
4.4.5	Archiv Service-Systemzugang (Listennummer 3)	G		Nicht benutzt
4.4.6	Versorgungsarchiv (Listennummer 4)	G		
4.4.7	Dynamisches Archiv (Listennummer 31)	G		
4.4.8	Signalisierungsarchiv (Listennummer 32)	G	X	
4.4.9	ÖPNV-Archiv (Listennummer 33)	O	X	
4.4.10	Messwertarchiv (Listennummer 34)	O	X	
4.4.11	Onlinearchiv (Listennummer 35)	O	X	
4.4.12	Offlinearchiv (Listennummer 36)	P	X	
4.4.13	Freie Archive	P		
4.5.1	Meldungen	G	X	
4.5.2	Meldungsgrad, -kategorie	G	X	
4.5.3	Hauptmeldungen	G	X	
4.6.1	Erfassung der Signalisierung für die Visualisierung in der Zentrale	G	X	
4.6.2	Detektormesswerte	O	X	Unterschiedlicher Leis-

<b>Nr.</b>	<b>Kurztitel</b>	<b>OCIT-LSA-Ausstattung</b>	<b>Scala</b>	<b>Bemerkung zur Scala Funktion</b>
				tungsumfang OCIT-O 1.1 und OCIT-O 2.0
4.6.3	R09-Standard-Telegramme, Erweiterte R09-Telegramme	O	X	
4.7.1	Feldgeräteinformation abfragen	G	X	Unterschiedlicher Leistungsumfang OCIT-O 1.1 und OCIT-O 2.0
4.8.1	Standard-AP-Werte	G	X	
4.9.1	Detektoren und Signale Abfrage von Namen und/oder Zuständen	G		
4.10.1	Passwörter ändern	G		Nicht benutzt
4.11.1	Anzeige des Servicebetriebs	O		Nicht benutzt
4.12.1	Trace-Möglichkeiten	G	X	

**Tabelle 1: Funktionsspiegel OCIT-O auf der Plattform VSR SITRAFFIC Central/ Scala Gelsenkirchen**  
 [Ausstattung: G = Grundausstattung, O = Optionale Ausstattung, P = Projektspezifische Ausstattung]

### 1.2.1 OCIT-Zentralenzugang

Der Verkehrsrechner Gelsenkirchen stellt grundsätzlich einen Zentralen Systemzugang gemäß OCIT-O V2.0 für die Fernversorgung von Fremdgeräten - aus Sicht der vorhandenen VSR\_Zentrale - mittels herstellerspezifischer Versorgungstools [Lieferbestandteil der OCIT-LSA-Steuergeräte] zur Verfügung.

Der OCIT-Zentralenzugang wird durch die Stadt Gelsenkirchen eingerichtet/nachgerüstet, wenn OCIT-Lichtsignalsteuergeräte das wirtschaftlichste Angebot darstellen und insoweit den Zuschlag erhalten.

Die Herstellung des OCIT-Systemzugangs einschl. Absicherung erfolgt entsprechend den im Folgenden genannten Grundlagen:

- Die Steuergeräte von Fremdherstellern werden über die OCIT Kommunikationseinrichtungen an den Outstations-Access-Point (OAP) angeschlossen. Die Kommunikation muss nach den OCIT Regeln auf Basis von OCIT-Outstations V2.0 erfolgen.
- Die Fernversorgung der Steuergeräte der Fremdhersteller erfolgt mit Hilfe der von diesen Unternehmen jeweils zu liefernden herstellerspezifischen Versorgungstools über den OCIT-Systemzugang des Verkehrsrechnersystems.
- Diese herstellerspezifischen Versorgungstools (Lieferant ist der jeweilige Hersteller des OCIT-Lichtsignalsteuergerätes) sind auf den VSR-Clients der Stadt in den Diensträumen der Referats Verkehrs, Fachbereich 69/1-2 und auf dem Versorgungslaptop zu installieren.

Es ist somit eine Fernversorgung von den Bedienplätzen des Verkehrsrechners und eine Vorversorgung über den Laptop zu realisieren. Die Installation des Versorgungstools muss durch den jeweiligen Gerätehersteller erfolgen.

Die vollständige und einwandfreie Kommunikationsfunktion im Gesamtsystem, dabei insbes. bis zu den Schnittstellen der Zentrale ist durch den LSA-Hersteller zu gewährleisten.

Die Protokollierung des Versorgungsvorgangs wird von den Verkehrsrechnerkomponenten übernommen.

Die Anforderungen der Schnittstellenfunktion gemäß ODG-Dokument „OCIT-Outstations Lichtsignalsteuergeräte Version 2.0 Funktionsspiegel“, OCIT-O\_V2.0\_Funktionsspiegel V1.0, sind - soweit nicht Gegenteiliges im Lastenheft dargestellt ist - mindestens zu erfüllen.

## 1.2.2 Canto-Zugang

CANTO ist ein Produkt der Siemens AG und stellt die Nachfolgeneration der bisherigen Schnittstellen BEFA 5, 8, 10, 12, 15 dar: Zielsetzung der Schnittstelle ist es, die der Stadt bekannten Leistungsmerkmale der BEFA-Schnittstellen mit moderner Technologie zu vernetzen und weiterzuentwickeln.

Das Canto-Kommunikationssystem bietet insoweit hohe Kompatibilität für den LSA-Feldbestand in Gelsenkirchen.

CANTO muss dabei in Abstimmung mit dem SITRAFFIC-Verkehrsrechnersystem eine ausreichend hohe Sicherheitsstufe im Datenverkehr bereitstellen, um Verkehrssteuergeräte, insbesondere bei Benutzung öffentlicher Kommunikationswege (z.B. Internet / GPRS), vor unberechtigten Zugriffen zu schützen. Die zentrale Steuerung und Überwachung der Steuergeräte mit SITRAFFIC Canto muss insoweit qualifizierten Sicherheitsmerkmalen über verschlüsselte Verbindungen unterliegen.

In der Stadt Gelsenkirchen kommt SITRAFFIC Canto mit folgenden Kommunikationsprofilen zum Einsatz:

- Anbindung von Lichtsignalanlagen über Punkt-zu-Punkt Modem-Verbindung via Telefonleitungen an die Scala-Zentrale.
- Anbindung von Lichtsignalanlagen über GPRS-Funkverbindung an die Scala-Zentrale

Gemäß Vorgaben des Fachbereichs Verkehrstechnik in Gelsenkirchen wird das Kommunikationssystem CANTO eine Schnittstelle mit einem auf TCP/IP basierendem schnellem Übertragungsverfahren (Baudrate mind. 28.800 Baud) verwenden.

Das Canto-Übertragungsprotokoll unterstützt dabei standardmäßig eine Vernetzung über den Ethernet-Standard. Dabei müssen sich alle heute üblichen Medien (LWL, OTN, DSL; Internet und Funk) nutzen lassen, soweit sie eine TCP/IP bzw. UDP/IP - Kommunikation ermöglichen. Dabei muss grundsätzlich auch eine Kombination aller Medien miteinander möglich sein, um künftige Systemanforderungen flexibel abdecken zu können.

Folgende Eigenschaften der Vernetzung sind einzuhalten:

- Das Feldgerätenetz muss unabhängig vom Zentralennetz betrieben werden.
- Datenpakete, die innerhalb der Zentralekomponenten ausgetauscht werden, dürfen insbesondere aus Gründen der Datensicherheit und der Übertragungsleistung nicht automatisch an die Feldgeräte gesendet werden
- Das IT-Netz in Richtung Feldgeräte muss ohne Einschränkung geschwitched und geroutet ausgelegt sein
- Der IP-Adressraum der Feldgeräte muss im Outstation-Subnetz getrennt vom Zentralennetz verwaltet werden können.

Um eine Manipulation der System- und Steuerdaten auszuschließen sind insbes. bei einer zukünftigen Verwendung öffentlicher Netze gesicherte Kommunikationslösung vorzusehen. Als geeignete Methode wird insbesondere eine VPN-Tunnelung zwischen dem Steuerrechner und den Lichtsignalanlagen mit einer beidseitigen PKI-Verschlüsselung als Hauptsicherungsmechanismus gefordert. Kryptologisch sind folgende Eigenschaften gefordert:

- symmetrischer Algorithmus mit einer Schlüssellänge von mind. 256 bit.
- asymmetrischer Algorithmus mit einer Schlüssellänge von mind. 1024 bit.

Der Anbieter der insoweit gesicherten Kommunikationslösung muss nachweisen, dass er zur PKI-Generierung eine so genannte Trustcenter-Infrastruktur verwendet, die nur einem definierten kleinen Personenkreis die Generierung von PKI-Schlüsseln gestattet.

Die Ansteuerung der über SITRAFFIC CANTO angeschlossenen Lichtsignalanlagen (Jahresautomatik JAUT, Signalsteuerung für SITRAFFIC Canto) ist vergleichbar/ähnlich dem bisher eingesetzten Steuerverfahren SV bzw. OCIT, d.h. die Signalprogrammwahl erfolgt zentral mit dezentraler/lokaler Signalprogrammabarbeitung im LSA-Steuergerät.

Die folgenden Forderungen beziehen sich insoweit auf das Zusammenwirken von Verkehrsrechner und Lichtsignalsteuergerät:

- Steuerbefehle des VSR im Steuerkonzept SV:
  - Ein/Aus – Befehle Gesamtknoten(Aus (Default, Blinken NR, Dunkel)
  - Schalten Signalprogramm
  - Schalten Sondereingriff
  - Schalten Modifikation
  - Lokale Verkehrsabhängigkeiten IV/ÖV schalten
    - ... jeweils mit Freigabe lokale Zustandswahl
  - Anlagenspezifische Modifikationen schalten mit verschiedenen Schaltoptionen, wie Startzeit, Endezeit, ...
  - Zeitsynchronisation (Datum und Uhrzeit, Referenzzeit)
- Rückmeldungen der LSA
  - Sammelstörung
  - Betriebsart (Handschaltung, Ortsbetrieb, Zentralenbetrieb)
  - Nummer des laufenden Signalplans
  - Zustand der lokalen VA
  - Störungsmeldungen
  - Herkunfts-/Vorgangskennung
  - Knoten-/Teilknotenzustand
  - Nummer des laufenden Signalplans
  - Anlagenspezifische Modifikationen melden wie
    - Netzausfall
    - Gerätestörung / Prozessorstörung
    - Lokale Uhr gestört
    - Sollbildstörung
    - Istfehler primär, sekundär
    - sekundäre Lampenstörung
    - Feindlichkeit
    - Mindestzeitunterschreitung (Rot-/Grünzeiten)
    - Umlaufkontrolle
    - Detektorstörung
    - ÖV-Empfängerstörung
    - Wechsel der Betriebsart
    - Wartungszeit (Beginn/Ende)
    - Tür auf/zu
    - mindestens 16 Sondermeldungen
    - Adernbruch

- Signalsicherungsstörung
- Prozessorstörung
- Rückmeldekanalstörung
- Übertragung Gerätearchivdaten
  - Betriebszustandsarchiv
  - Meldungsarchiv
  - Signalisierungsarchiv
  - ÖPNV-Archiv
  - Online-Archive
    - Rohdaten
    - Allgemeine AP-Werte
    - AP-Werte der VA
  - Messwertarchive (Zählung, Belegung, Geschwindigkeit, Fahrzeugklassifizierung (Pkw/Lkw))
  - Messdaten autarker/strategischer Detektoren
- Übertragung Fernversorgung
  - Versorgung örtlicher Daten
    - Ortssignalpläne
    - Parameter der örtlichen VA
    - Parameter der zeitabhängigen Steuerung (JAUT)
  - Parameter der verkehrsadaptiven Steuerung (Messwerte, Motion MX-Parameter)
  - Konfigurationsparameter der autarken Detektion

## 2 Besondere technische Vertragsbedingungen

### 2.1 Allgemeines, Regelwerke

Der Auftragnehmer hat die Fertigung, Lieferungen und Ausführung von Leistungen nach den einschlägigen Regeln der Technik auszuführen.

Das Steuergerät sowie die gesamte Außenanlage müssen den jeweils gültigen Fassungen der nachfolgend aufgeführten Vorschriften, DIN- und VDE-Vorschriften, Richtlinien und Bekanntmachungen entsprechen:

- StVO Straßenverkehrsordnung
- VwV-StVO Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur StVO
- RiLSA Richtlinien für Lichtsignalanlagen, aktuelle Fassung, inkl. Teilfortschreibung sowie Richtlinien und Merkblätter der Forschungsgesellschaft für das Straßenwesen e. V., soweit sie Belange der Verkehrssignalanlagen berühren und in den RiLSA nichts anderes festgelegt ist.
  
- BAPT Vorschriften des Bundesamtes für Post und Telekommunikation
- BZT Zulassungsvorschriften des Bundesamtes für Zulassungen in der Telekommunikation
  
- TAB Technische Vorgaben der örtlichen EVU
- Richtlinien für den Anschluss ortsfester Schalt- und Steuergeräte im Freien an das Niederspannungsnetz der EVU
  
- Baustell V Verordnung über Sicherheit und Gesundheitsschutz auf Baustellen
  
- DIN 6163 Farben und Farbgrenzen für Signallichter
- DIN 18 299 Allgemeine Regelungen für Bauarbeiten jeder Art
- DIN 18 300 Erdarbeiten
- DIN 32 981 Zusatzeinrichtungen für Blinde und Sehbehinderte an Straßenverkehrs-Signalanlagen
  
- DIN 41 611, Teile 1, 4 Lötfreie elektrische Verbindungen
- DIN 43 629 Steuergerätesockel
- DIN 46 249, Teil 1 Flachsteckverbindungen
- DIN 49 730 Lampenfassung
- DIN IEC 488 (co) 126 Einzelheiten zur Steckverbindung
- DIN 57 160 Erdungsmaßnahmen
- VDI/VDE 3551 Empfehlungen zur Störsicherheit der Signalübertragung beim Einsatz von Prozessrechnern
  
- DIN 57 832 Signalsicherung
- DIN 67 544 Signalmaste
- DIN 67 527 Lichttechnische Eigenschaften von Signallichtern im Verkehr
- VDI/VDE 3546 Aufstellbedingungen von Elektronikschränken - Leitungsführung
- DIN VDE 0100 Bestimmungen für das Errichten von Starkstromanlagen mit Nennspannungen bis 1.000 V
  
- DIN VDE 080 Fernmeldenetze
- DIN VDE 0800, Teil 1 Fernmeldetechnik; Errichtung und Betrieb der Anlagen
- DIN VDE 0800, Teil 2 Fernmeldetechnik; Erdung und Potentialausgleich
- DIN VDE 0832/HD 638 Straßenverkehrs-Signalanlagen (SVA)
- DIN VDE 0875 Funk-Entstörung von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen
- DIN VDE 0472 Prüfungen an Kabeln und isolierten Leitungen

- DIN VDE 0607 VDE-Bestimmung für die Klemmstelle von schraubenlosen Klemmen zum Anschließen oder Verbinden von Kupferleitern von 0,5 mm<sup>2</sup> bis 16 mm<sup>2</sup>
- DIN VDE 0871 Funkstörung von Hochfrequenzgeräten
- DIN VDE 0873 Funkstörung von Anlagen unter 10 kV
- DIN VDE 0875 Funk-Entstörung von elektrischen Betriebsmitteln und Anlagen
- DIN VDE 0878 / 3 Elektromagnetische Verträglichkeit von Einrichtungen der Informations- und Telekommunikationstechnik
- VÖV 04.05.1 Übertragungsverfahren Datenfunk
- VÖV 04.05.3 Technische Anforderungen an Funkgeräte für Sprech- und Datenfunk
- OCIT-O-System\_V2.0 Einführung in das System
- OCIT-O-Protokoll\_V2.0 Regeln und Protokolle
- OCIT-O-Basis\_V2.0 Basisdefinitionen für Feldgeräte
- OCIT-O-Lstg\_V2.0 Lichtsignalsteuergeräte
- OCIT-O-Profil\_1\_V1.1 Profil 1 – Übertragungsprofil
- OCIT-O Profil 2\_V1.0 Übertragungsprotokoll für Wählverbindungen im Festnetz und GSM-Mobilfunknetz
- OCIT-O\_Profil 3\_V1.0 Ethernet mit DHCP
- OCIT-O V2.0,\_Funktionsspiegel\_V1.0\_a02 Funktionsspiegel der OCIT Version 2.0
- OCIT-I-SP-VD OCIT-Schnittstellen und Protokolle für Versorgungsdaten
- OCIT-I-DM-VD-LSA OCIT-Datenmodelle und Objekte Versorgungsdaten
- OCIT-I-DM-PD OCIT-Datenmodelle und Objekte Prozessdaten
- OCIT-I-SP-PD OCIT-Schnittstellen und Protokolle für Prozessdaten
- OCIT-I-RM OCIT Instations Referenzmodell
- OCIT-I-SM OCIT Instations Systemmodell
- OCIT-VI-Instations\_V1.1 Verkehrstechnische Basisversorgungsdaten für Lichtsignalanlagen
- OCIT-LED\_V1.0\_A01 OCIT LED-Signalgebermodule 40V AC, Version 1
- RSA Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen
- MVAS 99 Merkblatt über Rahmenbedingungen für erforderliche Fachkenntnisse zur Verkehrsicherung von Arbeitsstellen an Straßen
- Merkblatt über Detektoren für den Straßenverkehr
- Merkblatt für das Zufüllen von Leitungsräumen
- Maschinenschutzgesetz über technische Arbeitsmittel
- Richtlinien für die Kabeltechnik der VDEW
- TL-BIT FUG Technische Lieferbedingungen für bituminöse Fugenvergußmassen
- HAV Hinweise für das Anbringen von Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen
- ZTVE-StB Zusätzliche Technische Vorschriften und Richtlinien für Erdarbeiten im Straßenbau
- ZTV-SA Zusätzliche Technische Vorschriften für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen

Hinweis:

OCIT®

OCIT (Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems) ist eine geschützte Marke (OCIT®) der Gründungsfirmen der OCIT-Initiative, Dambach, Siemens, Signalbau Huber, Stoye und Stührenberg,

Heute: AVT Stoye GmbH, Siemens AG, Stührenberg GmbH und Swarco Traffic Systems GmbH

Produkte aus anderen Mitgliedstaaten der Europäischen Gemeinschaft und Ursprungswaren aus Mitgliedstaaten des europäischen Wirtschaftsraumes, die diesen technischen Spezifikationen nicht entsprechen, werden einschließlich der im Herstellerstaat durchgeführten Prüfungen und Überwachungen als gleichwertiges Produkt behandelt, wenn mit ihnen das geforderte Schutzniveau – Sicherheit Gesundheit und Gebrauchstauglichkeit – gleichermaßen dauerhaft erreicht wird.

Spätestens bei der Abnahme sind dem AG insbesondere folgende Unterlagen zweifach in Papierausfertigung und elektronisch jeweils in deutscher Sprache zu übergeben. Die Dokumentationen für Hardware und Software müssen den einschlägigen Richtlinien entsprechen:

Hardware:

- Übersichtspläne
- Funktionsbeschreibungen für alle gelieferten Geräte
- Schnittstellenspezifikationen und Beschreibungen der Gerätekomponenten
- Stromlaufpläne der Gerätekomponenten mit allen Bauelementen
- Prüf- und Testunterlagen aller Gerätekomponenten
- Verteiler- und Kabelbelegungslisten
- Kabel- und Schaltpläne
- Ersatzteillisten
- Beschreibung der Überwachungseinrichtungen
- Wartungsbücher und Wartungsanleitungen
- Bedienungsanleitungen für alle gelieferten Geräte

Software:

- Funktionsbeschreibung der einzelnen Programme und Module des Steuergerätes, des Betriebssystems und der Anwendersoftware
- Vollständige Dokumentation der Planungs- und Versorgungsunterlagen der LSA inklusive Ablaufdiagramme gemäß aktueller RiLSA (Kap. 4.5) für die Verkehrsabhängige Steuerung
- Beschreibung für alle veränderbaren Parameter
- Verzeichnis und Belegung aller Speicher
- Service-tool zur Versorgung / Änderung der Versorgung des Steuergerätes (siehe Kap. 2.2.12 und 2.3.3)

## **2.2 Anforderungen an das Steuergerät**

Die Lichtsignalanlagen sind in konventioneller Technik (Lampenschalter im Steuergerät), auszuführen. Für das Steuergerät in konventioneller Technik gelten für die Zentralenschnittstellen sowie Softwareerstellung die Eigenschaften wie im folgenden beschrieben wird.

Bei Neuanlagen muss die 40 Volt-LED Technik oder niedriger eingesetzt werden.

Vor Auftragsvergabe ist eine technische Beschreibung über das angebotene Gerät beizubringen. Der AG fordert diese bei AN zwingend zur technischen Prüfung ein.

### 2.2.1 Aufbau des Steuergerätes

Der Aufbau des Steuergerätes muss in Mikrocomputer-Technologie in vollelektronischer Ausführung gem. VDE 0832 so ausgelegt sein, dass alle nach der RiLSA (Kap. 4.1) vorgesehenen Steuerungsverfahren softwaremäßig im Knotenpunktsteuergerät selbst realisiert werden können. Das Steuergerät muss ohne Einschränkung des beschriebenen Anforderungsprofils an den Gelenkirchener Verkehrsrechner angeschlossen werden können.

Die Steuerung der LSA kann sowohl dezentral als auch zentral vom übergeordneten VSR erfolgen.

Im einzelnen werden folgende Anforderungen an den Aufbau des Steuergerätes gestellt:

– Konstruktiver Aufbau

Das Steuergerät ist in einem aus Kunststoff hergestellten Schrank, Farbton RAL 7035 (lichtsgrau) oder vergleichbar einzubauen. Der Schrank muss korrosionsbeständig und spritzwasserdicht sein. Des Weiteren muss der Schrankboden so ausgebildet werden, sodass das Eindringen durch Nagetiere von außen verhindert wird.

Der Schaltschrank muss die räumliche Trennung durch abschließbare Türen für die drei folgenden Funktionsbereiche gewährleisten:

- Steuergerät mit Leistungsteil, Signalsicherung und Heizung zugänglich nur für Montage- und Wartungspersonal des AN und Bedienstete des AG.
- Stromanschlußteil des EVU mit Zähler und Geräten für den Verbraucheranschluss zugänglich für Personal des EVU, Wartungspersonal und Bedienstete des AG.
- Handbedienungsgerät für Steuerung durch Polizei, zugänglich für Polizei, Wartungspersonal und Bedienstete des AG.

Die Türen müssen mit haltbaren Dichtungen gegen eindringende Feuchtigkeit und jegliche Kleintiere und mit nicht rostenden Zylinderschlössern versehen werden. Die Schlösser sind mit Rosetten, Abdeckklappen o.ä. gegen Spritzwasser zu schützen.

Es sind Zylinderschlösser in die Türen einzubauen, die alle mit einem Hauptschlüssel und jeweils für sich mit unterschiedlichen Schlüsseln geöffnet werden können. Für das Schloss zum Bedienungsteil sind 5 Schlüssel auszuliefern und für das Schloss zum Zählerteil drei Schlüssel. Zum Öffnen aller Schlösser sind 2 Hauptschlüssel auszuliefern.

Die Außentüren sind mit einer Feststellvorrichtung zu versehen, die die Türen in einem Öffnungswinkel von  $> 90^\circ$  arretieren. Als Schaltschrankfundament ist ein Fertigteilfundament (Leichtbausockel aus Kunststoff) zu verwenden. Der Sockel ist abhängig von der Bodenfrosttiefe, mindestens jedoch mit einer Höhe von 1.100 mm zu liefern.

Es ist leihweise bei Lieferung der Kabel eine Abdeckplatte für das Fundament zu liefern, die auf die Ankerschrauben passt. Damit soll verhindert werden, dass vor dem Aufstellen des Schaltschranks Kabel aus dem Fundament gestohlen oder beschädigt werden können. Statt der Abdeckplatte kann auch leihweise ein Leerschrank geliefert werden. Die Kosten hierfür werden nicht gesondert vergütet.

Der Boden des Steuergeräteschranks ist nach Abschluss der Arbeiten so abzudichten bzw. zu vergießen, dass ein Eindringen von jeglichen Kleintieren und Feuchtigkeit in den Steuerschrank nicht möglich ist. Alle Kabeldurchführungen müssen verschlossen sein. Vorher ist der Sockel zum Schutz des Steuergerätes gegen aufsteigende Feuchtigkeit und jegliche Kleintiere mit ca. 100 l Sockelfüller aus Blähton bis UK-Montageöffnung vollständig zu verfüllen. Dazu müssen vorher sämtliche Öffnungen der Kabelleerrohre mit Mineralwolle verschlossen werden.

Der Geräteeinsatz ist als Bussystem auszuführen. Die Verdrahtung ist in Bustechnik zu realisieren. Im Geräteeinsatz sind genügend freie Einbauplätze für Zusatzbaugruppen, wie z. B. Telegrammauswertebaugruppen etc. vorzunehmen.

Das Steuergerät muss über eine LCD-Anzeige verfügen und so beschriftet sein, sodass an ihr der aktuelle Betriebszustand und, im Störfall, der aufgetretene Fehler mit Art- und Ortsangabe im Klartext abzulesen sein muss. Des Weiteren müssen ebenfalls die LED-Anzeigen für Signalgruppen und Detektoren eindeutig etikettiert sein.

Die bauliche Trennung von Netzanschluss zu Steuerteil und Signalsicherung ist vorzusehen. Die Führung von Starkstrom- und Schwachstromleitungen ist getrennt auszuführen.

Der so genannte Hausanschluss (Kabelverlegung von der Speiseleitung bis in den Schaltschrank) wird vom zuständigen Energieversorgungsunternehmen (EVU) als Fremdleistung hergestellt.

Zu liefern und einzubauen sind als Verbindung zwischen Hausanschluss und Steuergerät alle nach VDE und evtl. zusätzlichen Bestimmungen des EVU erforderlichen Bauteile wie Sicherungselemente, Zählertafel und Klarsichtschutzdeckel, evtl. wasserdicht, in Übergröße nach Forderung der EVU, Erdung aus Kreuzerdern in den erforderlichen Abmessungen und die zugehörige Verkabelung. Die Zählertafel inkl. Adapterplatte für EHZ-Zähler ist an besonderer Stelle zu montieren, damit der Zähler hinter der hierfür vorgesehenen Tür des Schrankes hängt.

Zusätzlich zu den von VDE und EVU geforderten Einbauten ist die Anlage mit zwei Schuco-Steckdosen zu versehen, die auch dann betriebsbereit sind, wenn das Steuergerät ausgeschaltet ist.

Für die Stromversorgung der LSA ist beim zuständigen EVU die Leistungsmessung anzufordern. Bei diesem Tarif wird die Leistung durch einen so genannten Leistungszähler mit Schwachlastregelung registriert. Die Schaltuhr ist dann erforderlich, wenn das EVU mit der Rundsteuerung die Verbrauchsanlage nicht erreicht bzw. eine Rundsteuerung nicht vornimmt. Dementsprechend ist der Platzbedarf für den Verbraucheranschluss im Schaltschrank gemäß den Forderungen des EVU ausreichend zu dimensionieren.

Die Abstimmung mit dem EVU ist in eigener Zuständigkeit und Verantwortung vom Auftragnehmer durchzuführen. Vor Angebotsabgabe hat der Auftragnehmer sich über die grundsätzlichen Forderungen des EVU zur Preisbildung zu informieren.

Der Inbetriebsetzungsantrag wird vom AG dem AN zur Vervollständigung der technischen Angaben und Benennung eines beim EVU konzessionierten Elektronunternehmens zur Weiterleitung an das EVU zugesandt. Die Zählereinbaugebühr ist vom AN an das EVU zu entrichten.

Der Eingang zum Steuergerät muss über einen eigenen Sicherungsautomaten entsprechend den VDE-Vorschriften abgesichert werden. Zum Schutz vor Blitzeinwirkungen über die Stromversorgung sind leistungsstarke Überstromauslöser einzubauen. Zum Schutz vor Blinkeinwirkungen über die Außenanlage sind alle Ein- und Ausgänge ebenfalls entsprechend abzusichern.

Alle eingesetzten Bauteile müssen der Industrie-Typenqualität entsprechen (Temperaturbereich  $\leq 80^\circ \text{C}$  Umgebungstemperatur).

Die Funkentstörung muss dem EMV-Gesetz (Elektromagnetische Verträglichkeit) und den gültigen EN (Europäischen Normen) und der DIN entsprechen.

Der erforderliche Co-Prozessor für die verkehrsabhängige Steuerung mit der Programmiersprache TL ist im Steuergerät einzubauen.

#### – Signalschalter

Die Signalschalter sind in Halbleitertechnik auszuführen. Es sind Signalschaltertypen für alle Arten von Signalgruppen, wahlweise ein-, zwei-, drei- oder mehrbegriffige Signalgruppen für

eine Lampenspannung von 10V/200W – 10V/5W bzw. bei LED-Technik 40V/8 – 40V/6W vorzusehen. Als Überspannungsschutz sind Varistoren einzubauen.

– Heizung

Aus Gründen der Betriebssicherheit ist eine den Erfordernissen entsprechende Heizung in das Steuergerät einzubauen. Die Leistung darf maximal 50 - 60 Watt betragen.

– Standardausbau

Das Steuergerät ist je nach den im Leistungsverzeichnis geforderten Signalgruppen, Sondersignalgruppen und Detektoren zu dimensionieren. Darüber hinaus müssen noch mindestens fünf Signalgruppen nachrüstbar sein.

Außerdem müssen bis zu 8 verkehrsabhängige und weitere 8 Festzeitprogramme mit unterschiedlichen Strukturen versorgt werden können. Die Programme können in Einzelsteuerung oder koordiniert betrieben werden. Im koordinierten Betrieb kann die Koordinierung entweder von einer im Steuergerät eingebauten DCF-Uhr oder vom VSR erfolgen.

– Betriebsarten

Das Gerät muss folgende Betriebsarten erlauben:

- Zentralenbetrieb, Ortsbetrieb (Automatikbetrieb)
- Handbetrieb
- verkehrsabhängiger Betrieb
- Gelb-Blinken
- Alles-Rot-Schaltung
- Not-Aus

– Netzspannung/Anschlussspannung

Die Anschluss-Nennspannung beträgt 230 V (+ 6 %, - 20 %), 50 Hz (Nennspannung nach Norm IEC 38). Innerhalb der genannten Spannungstoleranz muss das Gerät einwandfrei arbeiten.

Verändert sich die Netzspannung unter den zulässigen Wert, muss das Gerät selbständig abschalten. Kurzzeitige Netzeinbrüche bis max. 40 ms dürfen nicht zur Abschaltung der Anlage führen.

Bei Netzwiederkehr muss sich die Anlage gem. Einschalt- und Störungsprogramm selbsttätig wieder einschalten. Die Ein- bzw. Ausschaltprogramme sind nach den RiLSA zu erstellen.

– Überspannungsschutzmaßnahmen

Die Netzkabeleingänge und alle Ein-/Ausgänge der zentralen Steuerkabel sowie die Signalkabel sind mit einem ausreichenden Überspannungsschutz zu versehen (Überspannungsableiter zur Ableitung von Blitzspannungen und sonstiger Überspannung an jeder Ader eines Koordinierungskabels sowie den Zuleitungskabeln für Induktionsschleifendetektoren).

Der Kreuzeisenerder ist direkt auf die Potentialausgleichsschiene zu führen.

Alle von und zum Steuergerät führenden Leitungen müssen durch geeignete Maßnahmen gegen Überspannung geschützt sein (Prüfspannung 2.000 Volt für 1 Minute).

Es müssen Netzeingangsglieder für den Störschutz und die Netzpufferung bei Netzschwankungen eingebaut werden (Ableitstrom von > 40 kA).

– Betriebstagebuch

Vom Steuergerät muss ein elektronisches Betriebstagebuch geführt werden, in dem folgende Statuswechsel zeitgenau dokumentiert werden müssen:

- Ein-/Aus-/Umschaltungen,
- Messwerverfassung,

- Betriebsartenwechsel,
- Störungen,
- Datenübertragungen,
- Änderungen.

Das Betriebstagebuch muss über Laptop und Verkehrsrechner abrufbar sein. Die erforderliche Software ist beizustellen.

– Elektrotechnische Unterlagen

Es sind die zur Umsetzung der Vorgabe der Verkehrsplanung (Signallage-, Signalzeitenpläne Zwischenzeitmatrix etc.) und der übrigen Forderungen gem. Leistungsbeschreibung und Leistungsverzeichnis in die Ausstattung ,Verdrahtung und Erstellung der Software der Steuergeräte sowie die Verkabelung vom Steuergerät zu den Signalgebern, Induktionsschleifen, Koppelschleifen, Fußgänger-Anforderungstaster erforderlichen elektronischen Unterlagen (Signalisierungstabellen Klemmleistenpläne, Kabelpläne etc.) zu erstellen. Ein Satz der elektronischen Unterlagen ist im Steuergerät zu hinterlegen und ein zweiter Satz ist dem AG zu liefern.

– Knotenpunktdaten

Sämtliche kreuzungsrelevanten Daten einschließlich eventueller verkehrsabhängiger Logiken müssen in einem gepufferten RAM-Datenspeicher hinterlegt werden und müssen vor Ort durch ein Versorgungsprogramm oder CD/USB-Speichermedium änderbar sein.

Sicherheitsrelevante Daten, wie Zwischenzeiten und Mindestgrünzeiten aller Signalgruppen müssen im Steuergerät veränderungssicher abgespeichert werden. Sie dürfen nur durch besondere Bedienungsmaßnahmen veränderbar sein (Versorgungsprogramm).

Bei Fehlererkennung muss die Anlage abschalten.

Die Versorgung der nicht besonders zu schützenden Daten, wie z. B. Signalprogrammzeiten oder Steuerungsparameter müssen von der Zentrale und am Gerät mittels Laptop möglich sein und müssen ohne Betriebsunterbrechung ausgeführt werden können. Für diese Daten ist eine Direktversorgung vom Datenträger zu ermöglichen. Die notwendige Software für den Laptop ist beizustellen.

Die Rotgelb- und Gelbzeiten müssen frei programmierbar sein; die Gelbzeiten müssen für die einzelnen Signalgruppen unterschiedlich lang einstellbar sein. Die Rotgelb- und Gelbzeiten müssen fest ablaufen, sie dürfen weder verlängert noch verkürzt werden.

Die Zeitlückenwerte müssen stufenlos in 0,1 Sekunden-Schritten eingestellt werden können. Die Bemessung der Grünzeiten nach Ablauf der Mindestgrünzeit muss frei programmierbar in Sekundenschritten möglich sein.

Anforderungen müssen sich bis zur letztmöglichen Sekunde in eine nicht feindliche, bereits laufende Phase zuschalten können. Anforderungen müssen je nach Planungsvorgabe beliebig gelöscht werden können.

An das Steuergerät müssen Laptops entsprechend dem Stand der Technik anschließbar sein. Es muss sowohl die Änderung einzelner Parameter als auch die komplette Versorgung einer Neuplanung direkt vom Datenträger möglich sein. Folgende Protokollierungen und Bedienungen müssen bei laufender Anlage möglich sein:

- Alle versorgten Daten
- Ausdruck aller Signalzeiten in tabellarischer und graphischer Form mit Rot- und Grünzeiten je Signalgruppe
- Ausdruck aller Zwischenzeiten in Form einer Matrix mit der Zuordnung der Signalgruppen

- Über das E/A-Gerät muss die Änderung aller Signalplanzeiten sowie aller Signalzeitenpläne sowie aller anderen nicht geschützten verkehrstechnischen Daten möglich sein. Der Speicherbereich dieser Daten muss auf ungewollte Veränderungen überwacht werden.

## 2.2.2 Leistungseigenschaften

Die nachfolgend aufgeführten Eigenschaften müssen vom Steuergerät erfüllt werden:

- Gelb-Blinken im Auszustand, Zuordnung auf beliebige Signalgruppen
- Alle Signalfolgen müssen möglich sein
- Blinksignale mit 1 oder 2 Hz-Takt; Wechselblinken muss möglich sein
- Steuerung der Signalgruppen mit netzsynchronem Sekundentakt
- Teilkreuzungsbetrieb (min. 3) mit getrennter Aus- und Einschaltung
- Ein-/Ausschalten über definierte, getrennt versorgbare Signalbilder
- Alle Ein- und Ausschaltprozeduren müssen möglich sein
- Fern Ein-/Ausschaltung von Zentrale und Geräten
- Definiertes Abschalten im Fehlerfall
- Koordinierte Einschaltung ohne Standzeit
- Örtlicher Betrieb mit 8 wählbaren Signalprogrammen, jedes Signalprogramm kann entweder in Festzeit ablaufen oder verkehrsabhängig modifiziert sein
- Alles-Rot-Schaltung
- Automatische Bildung von Phasenübergängen bei verkehrsabhängiger Einzelsteuerung
- Verkehrsabhängigkeiten müssen frei und individuell in einer „verkehrstechnischen Sprache“ programmierbar sein. Standardisierte Steuerungsverfahren, wie z.B. VS-Plus, TL oder Trelan u.a. müssen im Gerät ablaufen können und vom Gerätebetriebssystem unterstützt werden.
- Verkehrsabhängiger Betrieb muss örtlich wie auch zentralgesteuert möglich sein. Signalgruppenfernsteuerung mit dezentraler Modifikation und automatischer Zwischenzeitkorrektur
- Alle Betriebs- und Fehlermeldungen müssen im Gerät gespeichert werden können; das Betriebstagebuch muss lokal durch geeignete Geräte, z.B. Laptop oder zentral von dem Verkehrsrechner abgefragt werden können
- Signalprogramm-Wechselverfahren über GSP
- Signalprogramm-Wechselverfahren mit Sofort-Umschaltung, auch mit Vorgabe von mehreren Einstiegszeitbereichen
- Signalprogramm-Auswahl per Uhr, per Bediengerät, per Wochenautomatik lokal sowie zentral
- Handsteuerung: die Auswahl der einzelnen Phasen erfolgt am Bediengerät
- Verschiedene Arten der Zeitbildung (DCF-Empfänger, Netzfrequenz)
- Der Zentralanschluss muss in adernsparender Technik über 1 Doppelader mit einem seriellen Signalelement des Verkehrsrechners möglich sein.
- Zentralanschluss muss in o. g. adernsparender Technik unter Verwendung von Fernmeldeleitungen möglich sein.
- Wechsel der Betriebsart bei Übertragungs- oder Zentralenfehler in den örtlichen Wochenautomatik-Betrieb, oder Ausschalten mit automatischer Wiederanschaltung an den VSR nach Geräte-EIN.
- Der Wechsel zwischen Orts- und Zentralenbetrieb muss ohne Ausfall der Kreuzungssignalisierung erfolgen

- Anzeigeeinheit für ÖPNV-Beschleunigungsverfahren
- On-Line-Ausgabe der Signalisierungs- bzw. Detektorzustände vor Ort mit Hilfe eines Notebooks und an der Zentrale
- Erweiterungsmöglichkeiten oder Softwareänderung des Steuergerätes
- Auswertung von seriellen Detektorinformationen
- Verarbeitung von ÖPNV-Zusatzinformationen
- Dezentrale Messwertaufbereitung zur Steuerung und Überwachung von bis zu 64 Signalgruppen
- Die Speicherung folgender Daten im Steuergerät ist gefordert:
  - Signalisierung und Zusatzwerte (jede Datenspeicherzelle)
  - Detektorwerte
  - Rotlichtfehler
  - ÖPNV-Speicher
  - Betriebstagebuchdaten
  - Messwerte, z.B. 1/4-Std.-Werte etc.
  - tx Zeit
  - Phasennummer
- Die Anschaltung einer Büstra-Anlage muss, wenn erforderlich, mit dem Steuergerät möglich sein.
- Die Empfangs- und Auswertebaugruppen für ÖPNV müssen mittels EBÜT an das Steuergerät angeschaltet werden.

Zur Fehlerdiagnose müssen weiterhin alle wichtigen Funktionen im Steuergerät optisch angezeigt werden (z.B. Grün-Grün-Störung, Rotlampenausfall, Detektorstörung, Signalisierungszustand und Detektorzustand beim Ausfallzeitpunkt).

Alle ablaufenden Funktionen müssen im Steuergerät abgerufen und dargestellt werden können, z.B. zur Fehlererkennung bzw. zur Störungseingrenzung (alle aktuellen Speicherinhalte im „On-Line-Betrieb wie Signalisierungszustand der einzelnen Signalgruppen, Anforderungen, Zustände der Folgezugsteuerung, Zeitlücken, Belegungsdauer, Verursacher der Zwischenzeitenverletzungen, Betrag der Zwischenzeitenunterschreitung).

Alle Informationen sind für Prüfungszwecke sekundengenau vor Ort sowie vom VSR aus abzurufen und über Drucker zu protokollieren.

Daneben sind weitere Fehlfunktionen genauso zu überwachen, anzuzeigen und zu übermitteln.

Bei sämtlichen Störmeldungen an den VSR muss eine sichere Übertragung gewährleistet sein. Besteht für eine bestimmte Zeit keine Verbindung zum VSR, müssen bis zur Wiederherstellung der Verbindung sämtliche Daten im Steuergerät abrufbar sein.

Zur Fehlererkennung bzw. Störungseingrenzung muss bei Störungen durch die Signalsicherung der vollständige Speicherinhalt für einen späteren Abruf vor Ort oder vom VSR aus gesichert werden. Dies gilt insbesondere für den Signalisierungszustand der einzelnen Signalgruppen, Anforderungen, Zeitlücken, Belegungsdauer, Verursacher und Betrag der Zwischenzeitenverletzungen und Zustände der ÖPNV-Beeinflussung.

Bei der Wartungen nach DIN 0832-100 der Lichtsignalanlage, insbesondere bei der D-Wartung müssen die einzelnen Tests ohne Abdecken der Signalgeber der Außenanlage durchführbar

sein. D. h. die notwendigen Prüfungen sind weitgehend bei betriebsbereitem Steuergerät und sichtbaren Signalen durchzuführen. Lediglich eine kurzfristige Abschaltung für die Prüfung der redundanten Abschaltkreise ist zulässig. Diese Abschaltzeit darf nur wenige Minuten dauern, so dass keine Verkehrssicherungsmaßnahmen notwendig werden.

### 2.2.3 Grundfunktionen gemäß OCIT

Die nachfolgenden Ausführungen beruhen auf dem OCIT Dokument „OCIT Outstations Lichtsignalsteuergeräte Version 2.0, Funktionsspiegel“. Dieser Funktionsspiegel wird in Gelsenkirchen als verbindlich vorausgesetzt mit allen Grundfunktionen.

Erforderliche Festlegungen zum Betrieb sowie optionale oder projektspezifische Festlegungen sind nachfolgend systemunabhängig beschrieben; sie werden nach Auftragserteilung zwischen AG und AN systemspezifisch im Rahmen eines Pflichtenhefts festgelegt (beim Pflichtenheft und der Realisierung dürfen keine Mehrkosten gegenüber den Angebotspreisen entstehen):

Die Leistungen sind gleichwertig auch für Lichtsignalanlagen mit der Schnittstelle SITRAFFIC Canto gefordert:

- Systemzeit DCF 77 mit Rückrechenverfahren 01. Januar des laufenden Jahres ohne Sommerzeit.
- Die verkehrstechnische Software für die ausgeschriebenen LSA wird vom AG mit dem Programmierverfahren SITRAFFIC Language oder LISA+ auf Datenträger zur Verfügung gestellt, sofern diese Leistung nicht Gegenstand des AN in dieser Ausschreibung ist. Es wird erwartet, dass eine Übernahme der entsprechenden Dateien dieses Programmierverfahrens und eine automatisierte Übertragung in PDM im Steuergerät erfolgt.
- OCIT-Standardwerte und Anwenderprogrammwerte (AP-Werte) sind vorgegeben für verschiedene Anwendungen innerhalb des Verkehrssteuerungssystems, siehe auch folgende Erläuterungen.

Es sind folgende Schnittstellen am VSR eingerichtet und müssen vom Steuergerät mit den entsprechenden Daten und Funktionen bedient werden können:

- Planungssystem SITRAFFIC Office und LISA+ (geplant)
- Qualitätssicherung SITRAFFIC Q2
- Es sind folgende Funktionen zusätzlich gefordert:
  - Versorgung der Verkehrstechnik
  - Übertragung Prozessdaten Netzsteuerung
  - Übertragung Prozessdaten Qualitätssicherung
- Die Feldgeräte müssen über den zentralen Systemzugang über OCIT-Systemzugang mit firmenspezifischer Hardware und Software in der Zentrale angesprochen werden.
- Die Feldgeräte müssen auch über den lokalen Systemzugang mit der gleichen Software wie beim zentralen Systemzugang und geeigneter Hardware angesprochen werden.
- Alle Programmparameter, Signalzeitenpläne, VA-Daten usw. müssen insoweit zentral und dezentral z. B. mit einem Notebook/Laptop und ohne Änderung der Hardware sofort geändert und auch vom Betreiber selbst nach entsprechender Einweisung ohne spezielle Kenntnisse dem Verkehrsbedarf angepasst werden können.
- Die Pläne sind mit einer eindeutigen Versionsnummer nach Vorgabe des VSR-Lieferanten im Gesamtsystem Verkehrsrechner zu verwalten. Es darf insoweit nicht möglich sein, dass Versi-

onsnummern bei der Versorgung der Lichtsignalsteuergeräte verändert werden. Weitere Forderungen wie nachfolgend beschrieben.

- Es werden stadtspezifisch wahlweise zwei Übertragungsprofile gefordert:
  - Profil 1 – Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf festgeschalteten Übertragungswegen, Version 1.1.
  - Profil 2 – Übertragungsprofil für Punkt-zu-Punkt-Verbindungen auf Wählleitungen, GSM (siehe 2.2.13).
  
- Als Übertragungseinrichtungen werden zum Einbau in vorhandene Baugruppenträger am Verkehrsrechner eingesetzt
  - Modems der Baureihe Multitech und
  - GSM-Modem MC35.

Es wird empfohlen, diese Produkte aus Gründen der Konformität einzusetzen.
  
- Manuelle Schaltwünsche am Steuergerät sind gegenüber Schaltwünschen der Zentrale höher priorisiert.
  
- Im OCIT-System werden nur Hauptmeldungen und die ausgewählte Nebenmeldungen Nebenmeldungen protokolliert und verwaltet:
  
- Die Größe der Archive ist gemäß Grundausbau gefordert. Das Onlinearchiv ist für eine Füllzeit von mindestens 20 Minuten auszulegen.
  
- Bei Meldungen müssen herstellereinspezifische Zusatzmeldungen als Textmeldungen ausgegeben werden, Festlegung mit dem AG bei konkreter Gerätekonfiguration.
  
- Es genügt eine Sammelmeldung „Tür auf“ und „Tür zu“.
  
- Rohwerte werden auf den Rohdaten-Server des VSR übertragen, Festlegungen gemäß Kapitel 2.2.4 ff.
  
- Es wird ergänzend zu R09.x-Standardtelegramme auch das erweiterte R09-(AMLI)-Telegramm gefordert (Erfassung der Busse parallel oder seriell, siehe unten).
  
- Die Anzeige des Servicebetriebes muss realisiert werden.
  
- Meldung „Netz aus“ mit Kurzzeit-USV muss realisiert werden.
  
- Die Texte und Zuordnungen der Signalsicherungs- und Fehlermeldungen sind mit dem AG abzustimmen. Zielsetzung hierbei sind standardisierte, Gerätetyp-unabhängige Fehlermeldungen (Referenzgeräte C 800 /C 900, ca. 150 Grundtexte mit meldungsspezifischen Variablen).
  
- Mit der selben Zielsetzung wie zuvor beschrieben sind die Texte der Tagebucheinträge mit dem AG abzustimmen (Referenzgeräte C 800 /C 900, ca. 80 Grundtexte und meldungsspezifischen Variablen).

#### **2.2.4 Erweiterte Funktionen gemäß OCIT**

Nachfolgend sind die Funktionen näher beschrieben, die in der Verkehrsrechnerzentrale in Gelsenkirchen zum Einsatz kommen und wofür die LSA-Steuergeräte in geeigneter Weise (OCIT-Standard und stadtspezifische Erweiterung, SITRAFFIC-Canto) Daten liefern müssen.

- Online SIPL  
Hauptzweck von Online SIPL ist die Visualisierung der sekundlichen Zustände von Signalgruppen und Detektoren in Form eines Signalzeitenplanes, um eine Analyse der Signalpro-

gramm-Abläufe durchführen zu können. Vom Steuergerät sind über die OCIT-O Schnittstellen zur Verfügung zu stellen:

- Die Signalisierungszustände aller Signalgruppen des Knotenpunktes
  - Die Detektorzustände aller Detektoren des Knotenpunktes (IV/ÖV).
- Online Knoten  
Online Knoten visualisiert sekundlich die Zustände von Signalgruppen und Detektoren in einem Lageplan. Signalprogramm-Abläufe können protokolliert und wiedergegeben werden, auch solche, die mit dem Online SIPL-Programm abgespeichert wurden. Im Prinzip werden hier insoweit dieselben Daten angefordert und vom Steuergerät zur Verfügung gestellt.
- Online Netz  
Online Netz Viewer visualisiert die Zustände von Knoten, Detektoren und Messwerten auf dem Hintergrund einer Stadtkarte. Vom Steuergerät sind hierfür die Daten gemäß OCIT-Outstations zur Verfügung zu stellen
- Online Weg Zeit Diagramm  
Hauptzweck vom Online Zeit-Weg-Diagramm (OZWD) ist die Visualisierung von Verkehrsströmen zwischen Knotenpunkten während der Grünphasen. Vom Steuergerät sind hierfür ebenfalls die Signalgruppenzustände gemäß OCIT-Outstations zur Verfügung zu stellen.
- SIPL Change  
Das Programm „Signalplanwechsel“ zeigt in einer Balkengrafik für einen frei wählbaren Zeitraum, welcher Signalplan zu welchem Zeitpunkt an einem bestimmten Knotenpunkt gelaufen ist. Die Daten hierfür werden vom Steuergerät über die OCIT-Outstations-Schnittstelle (Änderungen des Ist-Vektors) bereitgestellt.
- Qualitätsüberwachung SITRAFFIC Q2
- IV-Modul:  
Mit SITRAFFIC Q2 (IV) werden in Gelsenkirchen zwei Aufgabenfelder bearbeitet:
    - Nachträgliche Qualitätsanalysen von Daten, die auf dem File-Server zur Verfügung gehalten werden
    - Zeitnahe Überwachung der Qualität des IV im 24h-Betrieb mit automatisierter Überwachung der Schaltzeiten ausgewählter Signalgruppen koordinierter Signalanlagen und kontinuierlicher Abgleich von Detektorwerten mit hinterlegten Schwellenwerten mit Daten aus dem Rohdaten-Server. Vom AN sind hierfür die AP-Werte über die OCIT-Outstations-Schnittstelle zur Verfügung zu stellen.
  - ÖV-Modul  
Für die Qualitätsüberwachung im ÖV muss das Programmsystem SITRAFFIC Q2 eingesetzt werden. Die Daten sind ebenfalls auf dem Rohdaten-Server abgelegt. Vom AN der Steuergeräte sind hier die ÖV-Werte gemäß Kapitel *ÖV-Datenfunk* über die OCIT-Outstations-Schnittstellen an den Verkehrsrechner zu übertragen.  
  
Die Datenhaltung des LSA-Geräts muss online entsprechende Auswertungen für bis zu 11 Parameter mit Plausibilitätskontrolle (Aussondern unvollständiger, unlesbarer und falsch zugeordneter Datentelegramme und Wiederholungsmeldungen) ermöglichen.
- Daten der Strategischen Netzsteuerung

Die Stadt Gelsenkirchen wird zukünftig für die Netzsteuerung das Produkt MOTION der Siemens AG evtl. einsetzen.

Von der Zentrale werden Signalprogramm-Informationen zum Steuergerät übertragen, die dort zu Rahmenplänen verarbeitet werden. Von MOTION Zentral werden Signalprogramm-Informationen als so genannte AP-Werte über OCIT oder Canto an die Steuergeräte übertragen.

Diese Informationen umfassen unter anderem die Signalprogramm-Nummer (inkl. Kopfzeile), die Umlaufzeit und die Phasen-Endezeiten für alle Phasen.

Zu den einzelnen Steuergeräten werden alle Signalprogramm-Informationen übertragen und das Steuergerät des AN muss diese Daten für die entsprechende lokale verkehrabhängige Steuerung weiterbearbeiten. Das Format dieser „MOTION“-Signalprogramm-Informationen ist von Siemens in Gelsenkirchen offen gelegt.

Vom AN des Steuergerätes sind die so genannten MX-Module der Fa. Siemens zu übernehmen und in die Steuergeräte-Software zu integrieren.

Die Lizenzierung der MX-Module erfolgt durch den AG, hierbei entstehen dem AN keine Lizenzkosten. Vom AN ist allerdings die vollständige Integration dieser Module in seine Steuergeräte-Software kostenmäßig zu berücksichtigen. Für eine möglicherweise im Einzelfall vom AN angeforderte Implementierungsunterstützung durch externe Fachkräfte ist von einer aufwandsabhängigen Vergütung mit einem Tagessatz von ca. 1.150,00 € netto auszugehen

Diese Kosten sind ggf. vom Bieter zu übernehmen und werden nicht gesondert durch den AG erstattet.

#### – Befehle des Responseplanmangements

Für die strategische Steuerung des Arena – Besucherverkehrs wird weiterhin in Gelsenkirchen ein regelbasierter Systembaustein zur formelmäßigen Verknüpfung von Daten zur Beschreibung der Verkehrslage und zur Erkennung von verkehrlichen Ereignissen eingesetzt.

Diese Daten zum Verkehrsgeschehen und die hieraus abgeleiteten Rückschlüsse ermöglichen es, Aktionen einzuleiten. Tritt ein Systemereignis auf, werden in der VSR-Zentrale versorgte Responsepläne abgearbeitet. Der Inhalt der Responsepläne ist dabei unterschiedlich: Situationsabhängig werden Schilderanzeigen und Verkehrsrechnersignalpläne zur Steuerung der zu- und abfließenden Besucherströme vor und nach einer Großveranstaltung geschaltet werden. Der Operator erhält dabei eine Liste der Punkte, die abzuarbeiten ist. Darüber hinaus ist eine automatische Abarbeitung der Responsepläne möglich.

Die LSA- Schaltbefehle erfolgen i.d.R. Anlagengruppenbezogen aus der aktuellen JAUT und werden nach Abschluss der Veranstaltung wieder in die dann aktuelle Jaut zurückgeschaltet.

### **2.2.5 Signalsicherung**

Alle für die Verkehrssicherheit maßgeblichen Signalisierungsvorgaben wie Zwischenzeiten, Mindestgrünzeiten, Übergangszeiten usw. müssen so überwacht werden, dass bei Fehlbedienung, Störung oder Stromausfall sofort eine Abschaltung und Fehleranzeige erfolgt.

Die Signalsicherung muss von der eigentlichen Verkehrssteuerung unabhängig und in fehlersicherer Technik ausgeführt sein. Sie muss unabhängig von der jeweiligen verkehrstechnischen Versorgung sein. Die kreuzungsspezifische Überwachungslogik für die Auswertung der Signalsicherungssignale ist softwaremäßig auszuführen, so dass im Falle der Änderung von Feindlichkeitsbeziehungen an der Anlage eine geringe Abschaltzeit erreicht wird.

Neben den in der VDE 0832 als unerlässlich aufgeführten Sicherungsmaßnahmen zur Vermeidung verkehrsgefährdender Signalisierungszustände werden zusätzliche Überwachungs-

einrichtungen gefordert, die eine Unterschreitung der Zwischenzeiten gemäß Zwischenzeitmatrix und eine Unterschreitung von Mindestgrünzeiten feststellen.

Die Unterschreitung der Zwischenzeiten bzw. Mindestgrünzeiten auf der Steuerungsebene muss ohne Abschaltung der Anlage durch selbsttätige Korrektur im Steuergerät verhindert werden. Ebenfalls muss die Überschreitung der maximalen Wartezeit einer Signalgruppe unterbunden werden. Auch bei Programmwechsel dürfen Zwischenzeiten und Mindestgrünzeiten nicht unterschritten werden. Korrekturen müssen gespeichert, angezeigt und protokolliert werden.

Weiterhin ist eine einstellbare Umlaufzeitüberwachung einzurichten, die bei ungewollt dauernd anstehenden Signalbildern eine Störung des Programmablaufes meldet und im zentralen Steuerungsbetrieb unterbrechungsfrei in das Ortsprogramm wechselt bzw. aus dem Ortsprogramm in den „Aus-Zustand“ bzw. „Blinken-Zustand“ schaltet.

Die Signalsicherung muss für 10 Volt-Signalgeber bzw. 40 Volt-LED-Signalgeber ausgelegt sein und muss folgende Möglichkeiten aufweisen:

- mindestens 32 Stück Signalgruppen (Lampenschalter) überwachbar
- Aufteilung in drei Teilknoten (z.B. Umfahrt/Fußgänger-Überweg/Teilkreuzung)
- mit gesonderter Teilabschaltung
- Erkennung von feindlichen Grünsignalen
- Überwachung von Gelbsignalen
- Erkennung von fehlenden Rotsignalen
- Zwischenzeitüberwachung
- Mindestgrünzeitüberwachung
- Mindestdunkelzeitüberwachung
- Mindestrotzeitüberwachung
- Erkennung von nicht erlaubten Farbkombinationen am Signalgeber
- Blinksignalüberwachung (optional)
- „Not-Aus“-Überwachung (über FI-Schutzschalter, wenn im Zustand „Aus Blinken“ oder „Dunkel“ eine Grünlampe, z.B. durch Kabelfehler leuchtet)
- Sofortabschaltung bei Rotlampenausfall eines Überwachungskreises nach Planvorgabe entsprechend VDE
- Erkennungsschwelle der Signalsicherung
- Grün- oder Gelbsignal: Lampe glimmt kaum sichtbar ( $< 0,1$  cd)
- Rotlampenausfall für beliebige Lampen bzw. Lampengruppen einer Signalgruppe
- Überwachung und Anzeige von defekten Lampenschaltersicherungen
- Erkennung des Ausfalls der letzten Grün- oder Gelblampen eines Überwachungskreises
- Netzspannungsschwankungen bis 15 % zulässig, dann gezielte Abschaltung
- Überwachung der Netzspannung
- Überwachung der Netzfrequenz
- Selbständiges Erkennen eines Bauteilefehlers durch Kombination aus fehlersicheren Sensoren und dauernder Selbstüberwachung des Systems
- Anzeige von Betriebsmeldungen und Systemfehlern am Display und am Terminal, Anzeige von Fehlerart und Ort gemäß der Planungsvorgabe (z.B. Signal 1, 1<sub>1</sub>, 1<sub>2</sub> usw.) und Ausgabe ins Betriebstagebuch bzw. zum VSR

- Programmierung der anwendungsspezifischen Daten der Signalsicherung, daher keine anwendungsspezifische Verdrahtung

#### Verhalten des Steuergerätes bei Störungen

- Beim Rotlampenausfall eines Fahrverkehrssignals muss das Steuergerät abschalten, wenn
  - kein Wiederholer vorhanden ist: sofort,
  - ein Wiederholer vorhanden ist: bei Ausfall am Hauptsignal (i.d.R. unten rechts),
  - zwei oder mehr Wiederholer vorhanden sind: bei Ausfall aller Wiederholer oder des Hauptsignals.
- Das Steuergerät muss abschalten beim gleichzeitigen Erscheinen der Freigabesignale feindlicher Signalgruppen gemäß Zwischenzeitenmatrix.
- Das Steuergerät muss abschalten, wenn 250s keine Signalschaltung erfolgt, obwohl eine gesperrte Richtung angefordert hat (Detektorstörung).
- Das Steuergerät muss bei Netzausfall garantieren, dass
  - Netzausfall kleiner 40ms nicht zur Abschaltung führen,
  - ein automatisches Wiedereinschalten nach max. 5 Minuten erfolgt,
  - bei erneutem Netzausfall innerhalb von 5 Minuten die Anlage ausgeschaltet bleibt, bis sie durch Fachpersonal wieder manuell in Betrieb genommen wird.

Nach Störungserkennung und Abschaltung der Anlage müssen die Signale der Nebenrichtung auf gelbes Blinklicht schalten.

### 2.2.6 Messwerterfassung

Alle Detektoren für die Messwerterfassung müssen getrennt mit unterschiedlichen Zeitlücken, Freigabefolge - und Belegzeiten bemessen werden können. Diese Kriterien müssen veränderbar sein. Bis zu 60 Meldeeingänge für Detektoren, Fußgänger- und ÖPNV-Anforderungen müssen angeschlossen und verarbeitet werden können. Die Abtastrate muss für mindestens 24 Detektoren bei 10-ms und für 36 Detektoren bei 100 ms liegen.

Es sind mindestens folgende Eingangssignale zu erfassen:

- Anzahl positive und negative Flankenwechsel
- Belegung der Schleife
- Nichtbelegung der Schleife
- Belegungszeit und Zeitlücke im Vielfachen von 10 ms bzw. 100 ms

Die Messwerte sind mindestens nachfolgend aufzubereiten:

- Anforderung, Stau, Lücke, Verlängerung, Belegungsgrad, Fahrtrichtung
- Detektorüberwachung auf Pulsen und Dauerbelegung
- Zählwerte
- Geschwindigkeit- und Fahrzeuglängenerfassung mit Einzelschleife
- Gewichtung und exponentielle Glättung aller Messwerte

Die an der Verkehrszeichenanlage erfassten Detektorinformationen müssen einmal dezentral für die verkehrsabhängige Steuerung aufbereitet werden und zum anderen zentral zum VSR übertragen werden.

Es müssen Anschlussmöglichkeiten für folgende Detektoren und Sensoren über potentialfreie Kontakte und die Schnittstelle RS 232 C eingerichtet werden:

- Induktionsschleifen
- Koppelsschleifen
- Lichtschranken
- Intelligente Streckenstationen
- ÖPNV-Funkempfänger
- Witterungssensoren etc.
- Kamera-Bildverarbeitung / Videodetektion
- IR-Detektoren
- Radar-Sensoren
- Ultraschall-Sensoren
- Laser-Sensoren

Als Fußgängeranforderung kommen Sensortasten und/oder Anforderungstasten für Sehbehinderte zum Einsatz. Die Blindentaster müssen in die Signalsicherung einbezogen werden. Der Geräuschpegel muss lärmabhängig und zeitabhängig ein-/abgestellt werden können. Die Fußgängertaster müssen mit einer Sicherheitskleinspannung betrieben werden.

Für die Freigabezeitbemessung von Fußgängern werden ggf. auch Infrarotdetektoren eingesetzt. Der Anschluss erfolgt über potentialfreie Kontakte, die auf der Verteiler- Klemmleiste im Steuergerät aufzulegen sind.

### **2.2.7 Detektorüberwachung**

Detektoren müssen auf ihre Funktionsfähigkeit hin überwacht werden. Im Steuergerät muss eine Prüfeinrichtung für die Detektoren eingebaut sein, die bei Detektorstörung den defekten Detektor anzeigt. Jeder defekte Detektor hat eine separate Störungsmeldung ins Steuergerät mit anschließender Sammelmeldung an die Zentrale zu geben. Im Störfall sind geeignete Maßnahmen einzuleiten, die bis zur Reparatur des defekten Detektors einen teilverkehrsabhängigen Betrieb am Knotenpunkt ermöglichen. So müssen z.B. bei Ausfall von einem oder mehreren Detektoren vorher festgelegte Werte eines Ersatzdetektors - bzw. eines Mittelwertes - verwendet oder entsprechende Ersatzprogramme geschaltet werden können.

Erkennung der Detektorstörung bei:

- Adernbruch (Schleife oder Zuleitung)
- Dauerbelegung länger als 5 Minuten
- Fahrzeuganzahl größer als 40 Fz/min. je Spur
- mehr als dreimalige Belegungsunterbrechung des Detektors je Sekunde (Pulsen)
- Defekt am Auswertegerät
- Logische Überwachung ÖPNV-Detektoren (Ein-Impulse = Aus-Impulse)

## 2.2.8 ÖPNV-Bevorzugung

### a) Busse

Die ÖPNV-Erfassung der Busse muss über Funkempfänger erfolgen. Die Datenfunktelegramme sind vom Funkempfänger zu übernehmen, die Verarbeitung der ÖPNV-Funktelegramme erfolgt im Prozessor des Steuergerätes. Die Telegrammauswerteeinheit muss die eintreffenden Telegramme des ganzen Stadtgebietes auf Übereinstimmung und Vollständigkeit prüfen und weiterleiten.

Für jede ÖPNV-Meldung ist im ÖPNV-Speicher des Steuergerätes ein Eintrag vorzunehmen, der folgende Dateien enthalten muss:

<b>Stammdaten</b>	<b>Fahrzeugdaten</b>	<b>LSA-Daten</b>
Datum	Linie/Kurs	Sekunde im Umlauf
Uhrzeit	Routennummer	Signalplannummer
Meldepunktnummer	Priorität	Phasenübergang
	Buslänge	Theoretische Fahrzeit
	Richtung von Hand	Rotende
		Grünende

Über eine parallel/serielle Schnittstelle müssen die umgesetzten Telegramme in einem festgelegten Verfahren so übertragen werden, dass die sekundliche Verarbeitung im Gerät gesichert ist.

Die Daten sind auch innerhalb OCIT oder Canto vom Steuergerät an den Verkehrsrechner zu übertragen, hierfür ist der AN der LSA verantwortlich.

Besondere Auswerteprogramme und Anzeigebaugruppen müssen dem Betreiber On-Line genaue Informationen über die eingehenden Funktelegramme und deren Weiterverarbeitung ermöglichen. Zusätzlich müssen Eintragungen in Fehler- und Telegrammspeicherbereiche, die vor Ort oder mit Hilfe der Fernversorgung über den VSR abgerufen werden können, erfolgen.

Für eine statistische Auswertung muss anschließend die Weiterverarbeitung der Fehlermeldungen möglich sein, um auf fehlerhafte Bauteile oder Fahrzeugkomponenten rückschließen zu können.

Der optimale Antennenstandort ist durch Feldstärkemessungen zu ermitteln und festzulegen. Bei notwendig werdender Montage der Antenne außerhalb des Geräteschranks (z.B. am Signalmast), gehört das Coaxial- oder Datenkabel mit zum Liefer- und Montageumfang (außer Tiefbauarbeiten).

Anforderungen an den Funkempfänger/Telegrammauswerteeinheit:

- LCD/LED-Anzeige:
  - Betriebszustand
  - Telegrammzuordnung
- Meldepunktausgänge parallel
- Schnittstelle:
  - RS232 (Service)
  - serielle Schnittstelle zum Steuergerätprozessor
- Telegrammstruktur: Gemäß VÖV (R 09 alle Varianten), mindestens 3 und maximal 9 Nutzbytes, nach Angabe des AG

- Uhrzeit:
  - Stunde, Minute, Sekunde synchron vom Prozessor
  - batteriegepufferte Stromversorgung
- Umgebungstemperatur: - 30 ° C - + 80 ° C
- Geräte-Software: Empfang und Auswertung des Datentelegrammes auf bis zu 11 Parameter mit Plausibilitätskontrolle (Aussondern unvollständiger oder verstümmelter Datentelegramme sowie von Telegrammen, die nicht dem Knotenpunkt zugeordnet sind sowie Wiederholungsmeldungen).
- Datenübergabe: Zuordnung der vollständig und richtig empfangenen Meldungen und Übertragung der Steuerungsparameter an die/den LSA/VSR
- Datenspeicherung: Speicherung der als plausibel erkannten Steuerungsparameter in einem History-Speicher nach dem ROLL-OVER-Verfahren mit Jahr, Tag und Uhrzeit (Stunde, Minute, Sekunde) für einen Zeitraum von mindestens 72 h oder 1000 Einträgen (Auswertung muss dezentral über PC und zentral über ZBR erfolgen).
- Datenversorgung: Die Versorgung der Daten sowie Änderungen (s. o.g. Parameter) in der Datenfunk-Empfangseinheit müssen dezentral über PC und zentral über VSR möglich sein. Außerdem müssen Grenzwerte bzw. Attribute eingestellt bzw. verändert werden können. Die eindeutige Zuordnung von An- und Abmeldungen zueinander und zu vorgegebenen Fahrtrichtungen muss gewährleistet sein. Dafür sind die jeweiligen Meldepunkte in einer Zufahrt-Fahrtweg-Datenverwaltung eindeutig den gewünschten Fahrtrichtungen zuzuordnen. Eine Abmeldung muss mit Passieren der Haltelinie erfolgen. Eine Abmeldung ist zu verwerfen, wenn keine zugehörige Anmeldung vorliegt. Bleibt eine Anmeldung länger als eine vom AG vorgegebene Zeit gesetzt, so ist über einen Timeout die Anmeldung zurückzusetzen.

b) Straßenbahn

Die ÖPNV-Erfassung für die Straßenbahnen muss mittels einer induktiven Meldungsübertragung (IMU) über Koppelschleifen mit einer Trägerfrequenz von 91 kHz erfolgen. Die weitere Übertragung ist über eine Schleifenanpassungsbaugruppe bzw. Übertragerbaugruppe die die Anwesenheit eines Fahrzeuges über den Träger detektiert und zum Steuergerät (Koppelschleifenauswertung) weiterzuleiten. Im Steuergerät müssen die ÖPNV-Daten ausgewertet und abgearbeitet werden können.

Für jede ÖPNV-Meldung ist im ÖPNV-Speicher des Steuergerätes wie bei den Bussen ein Eintrag vorzunehmen, der folgende Dateien enthalten muss:

<b>Stammdaten</b>	<b>Fahrzeugdaten</b>	<b>LSA-Daten</b>
Datum	Positive/negative Flanke	Sekunde im Umlauf
Uhrzeit		Signalplannummer
Meldepunktnummer		Phasenübergang
		Theoretische Fahrzeit
		Rotende
		Grünende

Das elektronische Frequenzdekodiersystem FRED-9100 der Firma Baudis Bergmann Rösch oder ähnliches muss die eingestellten Informationen für die induktive Meldungsübertragung in der Form aufbereiten, so dass auf einer Trägerfrequenz von 91 kHz bis zu dreißig Tonfrequenzen (im Frequenzband von 350 Hz bis 6300 Hz) nach dem Frequenzmultiplex-Verfahren die Informationen aufmoduliert und gleichzeitig übertragen werden.

Die eingestellten, zum Fahrzeug gehörigen Daten müssen ständig über eine Fahrzeug-Sendekoppelpule zur Strecke gesendet werden.

An bestimmten Streckenpunkten sind die gesendeten Frequenzinformationen über Empfangskoppelpulen zu erfassen, abzufragen und durch eine Dekodierbaugruppe entsprechend einer programmierbaren, anwenderspezifischen Kennungszuordnung auszuwerten.

Dabei sind aus zehn Frequenzen eine zweistellige Zugnummer im 2v10-Code (45-Code = 45 Variationen) oder im sicheren 2v5-Code dezimal aus 2 Dekaden (100 Variationen) zu bilden.

Diese Dateiiinformationen werden als potentialfreie Kontakte (Optokoppelerausgänge) und als serielles Telegramm über den Systembus des Frequenzdekodersystem zur Weiterverarbeitung benötigt.

Als Schleifenleiter kann jedes nicht abgeschirmte einadrige Kabel verwendet werden, z B. Installationskabel mit 4 qmm Querschnitt.

Die Empfangsschleife muss mechanisch als große „8“ verlegt werden, wobei darauf zu achten ist, dass die mittleren beiden Leiter exakt in der Gleismitte (möglichst parallel) montiert werden. Die Befestigung des Schleifenleiters kann mit Metallschellen an den Schwellen erfolgen. Sollte eine durchgängige Eisenarmierung im Gleisbett vorhanden sein, so muss ein Mindestabstand des Schleifenleiters von 100 mm zu der Armierung eingehalten werden. Im Bereich der Schleife dürfen keine Querverbinder von Gleiskreisen oder Weichensperrkreisen verlegt sein.

Zum mechanischen Schutz des Schleifenleiters sind die Kabel in metallfreie Rohre (z.B. PE, Neopren o.ä.) einzuziehen.

Der elektrische Anschluss der verlegten Empfangsschleife muss direkt an die Schleifenanpassungsbaugruppe erfolgen, die in einer Muffe im nächstgelegenen Abzweigkasten untergebracht ist.

Das Schleifenanpassungskabel zur Schleifenanpassungsbaugruppe, muss wenn erforderlich, aus verdrehten zweiadrigen Kabel bestehen, das mit einem Neoprenschlauch überzogen ist.

Die Schleifenanpassungsbaugruppe muss in einer Kabelmuffe vergossen werden und dient der Signalanpassung eines von einer IMU-Empfangsschleife gelieferten Frequenzmultiplex-Signals zur Auswertung durch eine der Frequenzdeko-der-Baugruppe.

Die Empfangsschleifen sind in einer Länge von 9,00 m herzustellen und müssen an die Schleifenanpassungsbaugruppen angeschlossen werden.

Der Systemabstand Fahrzeug – Strecke muss 200 mm bis 400 mm betragen, wobei sich die quer im Fahrzeug eingebaute Sendekoppelpule mittig zur Längseinrichtung der Schleife befinden muss.

Am Eingang der Schleifenanpassungsbaugruppe ist der 91 kHz-Träger auszufiltern. Anschließend muss eine Demodulation und Verstärkung des NF-Signals erfolgen. Die Übertragung des Tonfrequenzsignals an die Frequenzdeko-derbaugruppe muss über eine Zweidrahtleitung erfolgen, über die auch die Schleifenanpassungsbaugruppe mit Gleichspannung versorgt wird (Tonaderspeisung 12 V DC).

Zusätzlich zur Erkennung des Tonfrequenzgemisches muss die reine Trägererkennung 91 kHz genutzt werden können. Dazu muss die Schleifenanpassungsbaugruppe zwei getrennte potentialfreie Schaltausgänge besitzen, die ebenfalls für die Dauer einer Überfahrt durchgeschaltet werden müssen.

Die Kontakte sind Schalttransistoren, die mit einer maximalen Sperrspannung von 60V und einer maximalen Schaltstrom von 1A belastet werden können; sie schalten nur Gleichspannung (DC).

Werden Schaltausgänge oder Anschlüsse nicht genutzt, so müssen die Aderenden gegen Kurzschluss isoliert werden.

Die Anforderungen an die Koppelschleifenauswerteeinheit bezüglich LCD/LED-Anzeige, Schnittstelle, Datenübergabe ect. müssen denen der unter a) für Busse genannten Anforderungen entsprechen.

### **2.2.9 Bedienteil**

Das interne Bedienteil muss im Steuergeräteschrank so angeordnet werden, dass bei Bedienung keine spannungsführenden Teile berührt werden können.

Aufbau des Bedienteils:

- Mind. zweizeilige LCD-Anzeige mit mind. 40 Stellen zur Darstellung aktueller Betriebsdaten, wie Datum, Uhrzeit, aktuelle Umlaufsekunde, Phasen, Phasenübergänge
- Tastatur zur Wahl der Betriebsarten, zur manuellen Anwahl von bis zu 8 Signalprogrammen, zur Handprogrammschaltung (Fortschaltung/Phasenauswahl) zum Aufruf des Wartungs- und Änderungsmenüs, zur Änderung von Anwenderparametern (z.B. Detektortestzeiten, verkehrstechnische Daten etc.). Ferner sind alle Funktionen des Betriebsartenschalters nach VDE 0832 einzubauen.

### **2.2.10 Lokale Schnittstellen**

Für die Ein- und Ausgabe von Versorgungsdaten am Gerät muss eine Standard-Schnittstelle RS 232C/Ethernet vorgesehen sein.

### **2.2.11 Schnittstellen (extern)**

Folgende Leistungsmerkmale müssen bei den Schnittstellen (extern), für die Datenübertragung, beachtet werden:

- modularer Aufbau der Hardware
- Datenübertragung über ein Adernpaar Fernmeldekabel mit mindestens 28.800 Baud in Echtzeit
- gesicherte Datenübertragung mit Datenprotokoll
- Datenkompression
- Betriebssystemsoftware des Steuergerätes funktionell an das System des Verkehrsrechners angepasst und zur Vermeidung verkehrsgefährdender Signalisierungszustände mit selbstüberwachender Logik ausgestattet
- Prozesskanal und Datenkanal mit Prioritätssteuerung
- ÖPNV-Meldungen werden vom Gerät in Echtzeit dem VSR zur Verfügung gestellt.

### **2.2.12 Lokaler Zugang am Steuergerät**

Mit einem Versorgungslaptop ist eine lokale Versorgung des Steuergerätes zu ermöglichen.

Für OCIT gilt Folgendes

Eine lokale Direktversorgung der Verkehrsabhängigkeit über das vom AN zu liefernde Programm muss mit der gleichen Hard- und Software wie am OCIT-Systemzugang in der Verkehrsrechnerzentrale möglich sein.

Diese Forderung gilt sinngemäß auch für Canto-Geräte.

Hierzu gilt im Einzelnen:

- Die Software für das Auslesen und Weiterverarbeiten des Betriebstagebuches vor Ort, der Echtzeitprotokollierung vor Ort sowie die Software für die Übertragung und Bearbeitung der verkehrstechnischen Versorgung des Steuergerätes vor Ort muss vom AN beigestellt werden.
- Die Software ist dem AG auf Datenträger (CD-ROM) zu übergeben und auf dem beim AG vorhandenen Versorgungslaptop zu installieren.
- Der Anschluss an das Steuergerät muss über die RS 232 C Schnittstelle des Versorgungscomputers mit mindestens 9600 Baud realisiert sein.
- In allen Protokollen sind Datum und Uhrzeit mit aufzuzeichnen.
- Das Betriebstagebuch muss über den Versorgungscomputer aus dem Steuergerät ausgelesen und auf Datenträger im ASCII-Format oder gleichwertig abgespeichert werden können.
- Eine Darstellung der Dateninhalte am Bildschirm des Versorgungslaptop muss im Klartext möglich sein.
- Der grafische Ausdruck der laufenden Signalisierung inklusive Detektorstatus und der aktuellen tx-Zeit muss möglich sein. Diese Daten müssen auf Datenträger zwecks Weiterverarbeitung im ASCII-Format oder gleichwertig abgespeichert werden können.
- Detektor-Meßwerte (IV und ÖV) müssen auch vor Ort über den Versorgungslaptop mindestens intervallmäßig ausgelesen, abgespeichert und am Bildschirm dargestellt werden können. Diese Funktion dient unter anderem der Plausibilitätsprüfung vor Ort.

### 2.2.13 VSR-Anschluss

Der Anschluss der Steuergeräte muss über eine vorhandene Canto- bzw. OCIT-Schnittstelle des Verkehrsrechner erfolgen.

Es sind die in Kapitel 2.1 genannten Dokumente der OCIT-Arbeitsgruppen als Grundlagen verbindlich.

Die Anbindung der OCIT-Steuergeräte erfolgt im Verkehrsrechnerraum über OCIT-fähige Modems, die zentralenseitig vom Lieferanten des Verkehrsrechners geliefert, montiert und versorgt werden. Es ist deshalb auch steuergeräteseitig ein OCIT-fähiges Modem einzusetzen, vollständig kompatibel zum OCIT-Referenzmodem.

Spätere Hochrüstungen der Lichtsignalanlagen-Steuergeräte auf die jeweils gültigen OCIT-Versionen müssen auf Basis der geliefert Hard- und Software mit entsprechenden Erweiterungen problemlos möglich sein und sind jeweils bei Verfügbarkeit getrennt zu beauftragen und zu vergüten.

Die Kommunikationsbaugruppen müssen dabei das OCIT- Protokoll in proprietäre gerätespezifische Protokolle umsetzen.

Die Datenübertragung OCIT erfolgt in Gelsenkirchen mittels fest geschalteter Verbindungen mit analogem Standardmodem V.34, 2-Draht-Fernsprechleitungen, max. 28.000 bit/s, bis zu 15 km Entfernung mit 0,8 mm<sup>2</sup> Fernsprechkabel, bzw. 8,3 km Entfernung mit 0,6 mm<sup>2</sup>.

Übergänge auf Telekommunikationsdienste (Multiplexer, Mietleitungen) müssen möglich sein.

Das Protokoll beschreibt das OCIT-Protokoll per BTPPL, UDP/TCP und IP.

Für die Canto-Schnittstelle gilt sinngemäß:

Die Anbindung von Canto-Steuergeräte erfolgt im Verkehrsrechnerraum Gelsenkirchen über Canto-Modems, die zentralenseitig vom Lieferanten des Verkehrsrechners geliefert, montiert und versorgt werden.

Die geforderte Punkt zu Punkt-Verbindung zwischen einer Canto-LSA und dem Verkehrsrechner erfolgt ebenfalls nach dem V.34-Standard, mit dem Übertragungsverfahren TCM. Das Übertragungsprotokoll muss eine Anbindung über den Ethernetstandard unterstützen.

Die Steuergeräte werden über spezielle Kommunikationsbaugruppen (Modem und Schnittstellenmodul (MPM-C - Baugruppe) in den Lichtsignalsteuergeräten mit der Zentrale verbunden. Das Schnittstellenmodul setzt dabei das Canto-Protokoll in proprietäre gerätespezifische Protokolle des Steuergeräts um.

Die Steuergeräteschnittstelle muss insoweit den Datenverkehr mit dem zugehörigen Zentralmodem im VSR beherrschen. Sämtliche Daten müssen ohne Beeinträchtigung der Steuerung am Knoten übertragen werden.

Der Anschluss des Steuergerätes an den Verkehrsrechner wird aus Haftungsgründen von dem VSR-Hersteller, Siemens AG, durchgeführt und gesondert durch die Stadt Gelsenkirchen vergeben. Die Leistungen des VSR-Anschlusses beinhalten:

- Einrichtung und Versorgung der LSA in der Zentraleinheit mit den vom AN erstellten Kreuzungsspezifischen Daten wie Signalpläne, Wochenautomatik, Meldungsarchiv, Adressen- und Parameterzuordnung einschl. der erforderlichen Versorgungsprotokolle
- Erweiterung des vorhandenen Outstations-Access-Points um die erforderlichen Schnittstellen für den Anschluss der Steuergeräte im Verkehrsrechner
- Verkehrsrechnerversorgung für die Aufnahme und Weitergabe der Meldungen der Steuergeräte wie Betriebstagebuch, Zustandsmeldungen, Signalplanwiedergabe Online je Kreuzungsgerät einschließlich der erforderlichen Versorgungsprotokolle.
  
- Rangieren der Steuerleitungen im vorhandenen Steuerkabelnetz vom Kabelverteiler (einschl. der Endverschlüsse im Kabelverteiler) der zu erstellen Lichtsignalanlagen bis zum VSR.

Die Signalsteuerungssoftware des AN muss so konzipiert sein, dass eine einwandfreie Datenübertragung zwischen Steuergerät und VSR gewährleistet ist, d. h.

Datentelegramme/Dateninformationen müssen so adressiert sein, dass diese vom VSR richtig gelesen und weiterverarbeitet werden können.

Der Datenverkehr zwischen Verkehrsrechnerzentrale und Steuergerät muss die in Kapitel 2.2 aufgeführten Daten umfassen.

### **2.2.13.1 Verbindungsprofile**

Das Übertragungsprotokoll muss die Nutzung der Kommunikationsmedien

- Kupfer-Zweidraht („Punkt-zu-Punkt“)
- Kupfer-Zweidraht in Serie (adernsparende Technik / „Partyline“)
- ADSL, SHDSL
- LWL
- GPRS / Internet

erlauben.

Eine Nutzung von ISDN ist nicht erforderlich.

Alle Medien müssen ohne funktionstechnische Einschränkungen gleichermaßen genutzt werden können, dabei ist lediglich die Menge der Rohmesswerte (Prozessdaten) im Funkbetrieb etwas niedriger ansetzbar.

Alle Profile müssen eine zentrale Steuerung (z.B. makroskopische Verfahren, strategische Maßnahmen, Welleschaltungen, etc.), wie auch eine Lieferung von verkehrstechnischen Daten der

Feldgeräte (aggregierte Messwerte und Rohmesswerte / Prozessdaten) erlauben. Alle Schaltungen müssen innerhalb weniger Sek. an die Feldgeräte übermittelt werden, so dass auch größere Knotengruppen synchron beeinflusst werden können.

#### **2.2.13.2 Zweidraht-Standleitung (V.34 / PPP)**

Eine "Punkt-zu-Punkt"-Verbindung zwischen Verkehrssteuergeräten und dem Verkehrsrechner erfolgt nach dem V.34-Standard mit dem Übertragungsverfahren TCM. Das zu verwendende Fernmeldekabel besitzt mehrere verdrehte unipolarisierte Adernpaare. Dabei ist je Adernpaar ein Steuergerät anschließbar.

Die verwendeten Modemgeräte müssen bei einem Drahtdurchmesser von 0,8 mm eine Reichweite von bis zu 10 km ermöglichen, bei 0,6 mm bis zu 6,7 km. Für weitere Entfernungen muss der Bieter eine getestete Repeaterlösung zur Verfügung stellen können. Die Modulation erfolgt im Sprachband gemäß ITU-T M.1040. Die Datenrate erfolgt bei ausreichender Leitungsqualität über 19200 bps.

#### **2.2.13.3 Funkverbindungen**

Bei drahtlosen Feldgeräteanschlüssen sind zentralseitig Antennen bzw. Funkgeräte anzuschließen, da der GSM-Empfang im Zentralenumfeld meist unzureichend ist. Die Lösung soll zentralseitig ethernetbasiert sein, die über eine Firewall eine Internetverbindung zu dem Funkprovider nutzt. Dabei kann entschieden werden, ob das Gateway gestellt wird, oder ob ein separater DSL-Zugang genutzt wird. Zur Kommunikation mit den Feldgeräten reicht die Freischaltung von 1 Portadresse, die von der Zentrale vorgegeben werden kann.

Die Funkverbindung soll geräteseitig über GPRS über das D1 bzw. D2 Mobilfunknetz erfolgen. Die dazu notwendige Kommunikationsbaugruppe incl. GSM-Modul am Feldgerät ist vom AN zu liefern und zu montieren. Der Auftraggeber stellt die notwendige SIM-Karte.

Der Zugang über den Funkanschluss muss die vollen Bedien- und Abfragemöglichkeiten ermöglichen, die sich auch über die Kabelanbindung ergeben würden.

#### **2.2.13.4 Profil Ethernet**

Das Übertragungsprotokoll unterstützt standardmäßig eine Vernetzung über den Ethernet-Standard. Dabei lassen sich heute übliche Medien (LWL, DSL, Internet, Funk) nutzen, die eine permanente TCP/IP- bzw. UDP/IP-Kommunikation ermöglichen. Des Weiteren ist eine Kombination aller Medien untereinander möglich, um projektspezifische Besonderheiten bzw. künftige Anforderungen flexibel abdecken zu können.

Folgende Eigenschaften sind bei der Vernetzung einzuhalten:

- Datenpakete, die innerhalb des Zentralennetzes ausgetauscht werden (Broadcast / Multicast), dürfen keinesfalls an die Feldgeräte gesendet werden (notwendige Datensicherheit, unnötig hoher Datenverkehr, reduzierte Übertragungsleistung)
- Das IT-Netz in Richtung Feldgeräte kann ohne Einschränkung geroutet ausgelegt sein.
- Zwischen dem Instationnetz (Zentrale) und Outstationnetz (Feldgeräte) kann eine Firewall zum Schutz der Zentrale dazwischengeschaltet werden. Die Firewall öffnet max. 1 Port für die Outstation-Kommunikation.
- Der IP-Adressraum der Feldgeräte wird im Outstation-Teilnetz getrennt vom Zentralennetz verwaltet. Das Outstation-Netz kann dabei einen separaten DHCP- und DNS-Server besitzen, die logistisch nicht vom Zentralennetz beeinflusst werden. In diesem Fall muss dabei das Feldgerät die IP-Adresse vom DHCP-Server übernehmen und den DNS-Server verwenden können.

### 2.2.13.5 Adernsparende Standleitung

Sind im Kabelnetz zu wenige Adernpaare verfügbar, unterstützt die Kommunikationslösung eine Mehrfachnutzung der Kupferverbindung. Es müssen bis zu 16 Feldgeräte an einem Adernpaar anschließbar sein. Jedes Modem hat zugleich eine Repeaterfunktion und kann damit die Leitungslänge aktiv beeinflussen. Zwischen jedem Modemgerät kann ein Abstand von min. 3,5 km (bei 0,6mm-Adern) bzw. min. 5 km (bei 0,8mm-Adern) Leitungslänge möglich sein. Die Datenrate soll sich je nach Leitungsqualität und Kabellänge zwischen 512 kBit/s und 2048 kBit/s bewegen, um eine ausreichende Bandbreite für Rohmesswerte zu gewährleisten.

### 2.2.13.6 Sicherheit im Datenverkehr

Werden öffentliche Netze (z.B. gemietete Fernmeldeleitungen, Ethernet, GPRS/Internet) zur Kommunikation genutzt, sind geeignete Maßnahmen vorzusehen, damit eine Manipulation der verkehrlichen Sicherheitseinrichtungen auszuschließen ist.

Als geeignete Methode ist dabei eine VPN-Verbindung (Tunnelung) zwischen Zentrale und Verkehrssteuergerät, die mit einer beidseitigen PKI-Verschlüsselung (public key infrastructure) als Hauptbestandteil, die kryptotechnisch folgende Eigenschaften besitzt, vorzusehen:

- symmetrischer Algorithmus, mit einer Schlüssellänge von min. 256 Bit (nur für kurzlebige Sessionkeys zu verwenden)
- asymmetrischer Algorithmus, mit einer Schlüssellänge von min. 1024 Bit (Verwendung für die Autorisierung)

Der Anbieter der gesicherten Kommunikationslösung kann auf Nachfrage nachweisen, dass er zur PKI-Generierung eine Trustcenter-Infrastruktur verwendet, die nur einem stark eingeschränkten Personenkreis die Generierung von PKI-Schlüsseln ermöglicht, wobei der Zugang mit einer elektronischen Signatur zusätzlich gesichert ist (z.B. Chipcard).

### 2.2.14 Abstimmung der Datenhaltungsbestände zw. Verkehrsrechner und Lichtsignalanlage

Die Datenhaltung eines VSR-Steuersystem erfolgt grundsätzlich im Verkehrsrechner und den Lichtsignalanlagen. Für die verschiedenen Daten ist die Datenhaltung der LSA insoweit in jeweils geeigneter Weise für das in der Stadt betriebene Verkehrsrechnersystem zu realisieren. Der Realisierungsweg ist im Pflichtenheft systemspezifisch darzustellen.

Folgende wesentliche VSR-Datenhaltungsbestände sind dabei insbesondere von der LSA zu bedienen:

- Pufferarchiv für den Rohdaten-Server mit den Inhalten: Rohmesswerte, Signalbilder und Prozessdaten (AP-Werte aus der Mikrosteuerung in den LSA) ...
- Messwertarchiv (einschließlich ÖPNV-Archiv) mit den Inhalten: aggregierte bzw. aufbereitete Messdaten, ÖPNV-Meldungen (ergänzt VDV-Datentelegramm R09.x bzw. AMLI) und Betriebszustände
- Meldungsarchiv mit den Inhalten: Betriebs- und Störmeldungen, ...
- Versorgungsdaten aus Planung und Bestand mit den Planungs- und Systembestandsdaten
- Videodaten-Archiv.

Zu den Archiv und den wichtigsten Strukturelementen:

Rohdatenarchiv

Der Pufferspeicher des Verkehrsrechners für die Rohdaten ist als Ringspeicher realisiert. Die für den Rohdatenserver bestimmten Daten teilen sich (gemäß OCIT) auf in:

- Messwerte, die sich untergliedern in:
  - Rohmesswerte (sekundliche Detektorflanken und Detektorbelegungen) mit einer Auflösung von 10 ms
  - Signalgruppenzustände
  - Telegramme der ÖV-Anforderungen (R09 bzw. AMLI)
- AP-Werte (Anwenderprogrammvariablen).

#### Messwertarchiv

Im Messwertarchiv werden unabhängig vom Zugangsweg alle Daten der verkehrstechnisch relevanten Objekte gespeichert. Dabei ist eine Speicherung unterschiedlicher Datentypen und Strukturen vorgesehen. Die Speicherung der Daten muss dabei kontinuierlich durchgeführt werden.

Das Verzeichnis umfasst Zeitparameter, Messwertobjekte und Messwerttypen. Die Daten werden im VSR filebasiert abgespeichert

#### Betriebsmeldearchiv

Im Betriebsmeldearchiv werden die verschiedenen Betriebsmeldungen abgespeichert. Dies sind Störungsmeldungen, u.a. von Feldgeräten und Servern, Bedieneingriffe, wichtige Systemereignisse, wie Schaltungen der Jahresautomatik, sowie manuelle Meldungen, z. B. Eingaben von Veranstaltungen.

Die Meldungen werden dabei vom Verkehrsrechnersystem selbst wie auch von den angeschlossenen Subsystemen mit eigener Intelligenz, insoweit auch vom Kreuzungsteuergerät, produziert.

Die Meldungen setzen sich in der Regel aus mehreren Bestandteilen zusammen und haben einen gleichen Meldungsaufbau. Dabei ist das Verkehrsrechnersystem in der Lage, Meldungsbestandteile zu ergänzen, z.B. aktuelle Ausführungszeit, Datum (Tag, Monat, Jahr) und Uhrzeit (Stunde (24h), Minute, Sekunde), Meldungskategorie (z.B. Zustandsmeldung, Störungsmeldung) und Auswirkung (z.B. Warnung, Schwerer Fehler).

Die Meldungen sind mit einer Herkunftskennung zu versehen, der zu entnehmen ist, ob sie von einem Steuergerät oder von anderen Systemkomponenten wie einem Server, einem Client oder von einem Subsystem abgesetzt wurden.

Die Herkunftskennung muss eine ID beinhalten, die die eindeutige Identifizierung der Quelle ermöglicht.

Die Betriebsmeldungen werden in relationalen Datenbankmanagementsystem (ORACLE, Version 10g und höher) gespeichert. Das Archiv ist so ausgelegt, dass Betriebs- und Störungsmeldungen über einen Zeitraum von 5 Jahren gespeichert werden können.

Die nachträgliche Eingabe manueller Kommentare in das Archiv mit Verknüpfung zu einer vorhandenen Archivmeldung der zurückliegenden 7 Tage ist jederzeit möglich.

#### Betriebsmeldungen der LSA:

- Haupt- und ausgewählte Nebenmeldungen in Anlehnung an OCIT

Im Normalbetrieb der LSA müssen mindestens folgende Angaben - im Display - abgerufen werden können:

- aktuelle Umlaufsekunde (tx-Zeit)

- Phase und Phasenübergang
- aktuelle Programm-Nummer
- Datum und Uhrzeit (wenn Funkuhr vorhanden)
- Betriebsart: Ortsbetrieb (Funkuhr), Zentrale, Manuelle Programmwahl, Anlage ein/aus
- Synchronisationszustand
- Datum der letzten Versorgung
- die Betriebssoftware-Version
- die Versionsnummern der lokal gespeicherten Steuerprogramme. Die Versionierung muss aktuell gehalten werden und mit der Nummerierung in der Zentrale abgeglichen sein.

Alle Betriebsartwechsel sowie alle Programmumschaltungen müssen mit Datum und Uhrzeit in das elektronische Betriebstagebuch eingetragen werden.

Es muss weiterhin eine Protokollierung im VSR-Betriebsmeldearchiv erfolgen.

Ebenfalls müssen Änderungen der verkehrstechnischen Daten mit der Code-Nummer des Ausführenden eingetragen werden. Diese Eintragungen sind für mindestens eine Wartungsperiode netzausfallsicher zu speichern.

#### Anfragen OCIT-Datenarchiv

Grundsätzlich erfolgt eine Erfassung von OCIT-Daten nur auftragsbezogen. Ein Auftrag (abgelegt in der dynamischen Versorgung) wird dabei als Zusammenfassung verschiedener Messwerte und AP-Werte, z. B. „Erfassung Zustand Signalgruppe 3“ gebildet.

Die hierzu notwendigen Versorgungsdaten werden innerhalb einer allgemeinen Datenhaltung hinterlegt. Folgende Funktionen werden innerhalb der Serverkomponenten des Verkehrsrechners Gelsenkirchen realisiert:

- Online-Rohdaten an die Module SITRAFFIC Powermess und SITRAFFIC Q2 (QA-Tool)
- Online-Rohdaten werden direkt vom SITRAFFIC Q2 bei der Rohdatenerfassung beauftragt
- Online-Rohdaten werden zu Ruhrpilot-Messwerten aufbereitet.

#### Anforderung an die Datenerfassung

Die Stadt Gelsenkirchen setzt verschiedene Detektionssysteme, Induktionsschleifen, Infrarotdetektoren, Videodetektion und zukünftig ggf. Floating Car Data ein. Diese Systeme liefern teilweise nach Fahrzeugarten differenzierte Mengen- und Geschwindigkeitsdaten. (siehe Kap.2.2.6)

#### Versorgungsdaten aus Planung und Bestand

siehe Kapitel 2.2.20

#### Videodaten-Archiv

Die Videodetektoren sind mit an das Steuergerät anzuschließen. Von dort sind Videodaten, Videobilder und Parametersätze an den Videodatenserver (Ringspeicher für 10 Kameras und 120 h

Aufzeichnung) des Verkehrsrechner übertragen. Die eingehenden Videobilddaten werden dort überprüft und abgespeichert.

(zum Videodetektionssystem, siehe Kapitel 2.4.2 und 2.4.3)

Die Video-Messdaten werden vom Verkehrsrechner wie die Daten der übrigen Detektoren behandelt. Das Messsystem muss dabei alle einschlägigen Verkehrsdaten wie Verkehrsaufkommen, Geschwindigkeit, Zeitbedarfswert, Mindestabstand, Belegung, Verkehrsdichte und Klassifizierung liefern. Als Videoeingang ist ein Signal (F)BAS,  $U_{SS} = 1V$  an  $75\Omega$  vorhanden.

LSA-Bestandsdatenarchiv

Die Stadt Gelsenkirchen setzt zum Management des LSA-Bestands das System VIA-LSA der Firma Caos, Karlsruhe ein. Die Systemdaten (Grund-, Betriebs- und Versorgungsdaten) der gelieferten Komponenten sind in diesem Management-Tool zu versorgen.

### **2.2.15 Verhalten bei Übertragungsstörungen**

Bei Ausfall von mindestens 2 in Sekundenrastern aufeinander folgenden Befehlstelegrammen der Zentrale muss das Steuergerät in den Ortsbetrieb wechseln. Der Verkehrsrechner muss dies an einer entsprechenden Rückmeldung erkennen und protokolliert „Leitungsstörung“.

Bei erneutem Empfang von Zentralen-Telegrammen müssen die aktuellen und zurückliegenden seit der Leitungsstörung aufgetretenen Geräterückmeldungen vom Gerät zur Zentrale gemeldet werden.

Eine gleichzeitige Übertragung von allen Steuergeräten ist sicherzustellen.

### **2.2.16 Zentralbetrieb**

gemäß OCIT-Definition (Steuerverfahren SV)

### **2.2.17 Ortsbetrieb**

Es müssen bis zu 8 Ortsprogramme über Tastatur bzw. Display wählbar sein.

### **2.2.18 Uhrenbetrieb**

Es müssen bis zu 8 örtliche Signalprogramme zeitplanabhängig über Wochen- und Feiertagsautomatik anwählbar sein.

### **2.2.19 Serviceblinken**

Im Prüfbetrieb muss die Außenanlage auf gelbes Blinklicht schalten.

### **2.2.20 Durchgängige Versorgungskette**

In den Räumen des Teams Verkehrseinrichtungen (Ref. 69/1-2) befinden sich vier Verkehrsingenieur-Arbeitsplätze, Hersteller Fa. Siemens AG.

Die SW-Ausstattung der vier Plätze unterscheidet sich geringfügig.

Diese Verkehrsingenieur-Arbeitsplätze arbeiten mit folgenden Systemprogrammen zusammen:

- SITRAFFIC Office: LSA-Planung und Streckenbearbeitung, Versorgung und Qualitätsanalyse
- VISSIM – Testplatz und Verkehrssimulation
- SITRAFFIC SCALA-Client
- Zukünftig voraussichtlich LISA+ (SCHLOTHAUER & WAUER - Ingenieurgesellschaft für Straßenverkehr mbH & Co. KG)

An den Arbeitsplätzen werden von der Auftraggeberseite einzelknotenbezogene Signalplanungen und auch netzbezogene koordinierte Steuerungen erstellt.

Anforderungen zur Durchgängigkeit der Versorgungskette

Innerhalb des Lichtsignalsteuerungssystems Gelsenkirchen kann das OCIT®-Datenmodell in der Version V 2.0 mit ergänzenden Spezifikationen, die für die Stadt Gelsenkirchen notwendig sind, eingesetzt werden. Alternativ steht, wie beschrieben das Übertragungssystem SITRAFFIC Canto zur Verfügung.

Die Stadt Gelsenkirchen fordert in diesem Kontext als eine wesentliche Funktionalität die durchgängige Versorgungskette zur Implementation von verkehrabhängiger Steuerung in den Steuergeräten der Lichtsignalanlagen.

Falls erforderlich, werden dem AN auf Anforderung weitere Informationen vom AG zur Verfügung gestellt.

Für eine möglicherweise im Einzelfall vom AN gewünschte Implementierungsunterstützung durch den Hersteller ist von einer aufwandsabhängigen Vergütung mit einem Tagessatz von ca. 1.150,00 € netto auszugehen. Diese Kosten sind ggf. vom Bieter zu übernehmen und werden nicht gesondert durch den AG erstattet.

Unter direkter Steuergeräteversorgung wird in diesem Zusammenhang die Möglichkeit verstanden, die Versorgung der Steuerung ohne weitere manuelle Nachbearbeitung der Logik oder der Parametersätze vorzunehmen. Dabei wird unterschieden nach festen Bereichen (z. B. Signalgruppenzuordnung, Zwischenzeitenmatrix) und freien Bereichen (z. B. Logik, Parameter).

Die Versorgung bzw. Änderungen sind von mehreren Systemebenen aus, z. B. vom Verkehrsrechner über den Verkehrsingenieurarbeitsplatz aus über Datenfernübertragung oder auch vor Ort am Steuergerät über ein Notebook vornehmen zu können.

Zur Übertragung der Daten der verkehrabhängigen Steuerungen ist ein Versorgungsdaten-Download (Fernversorgung) und Upload über Container zu realisieren.

Insbesondere Folgende Daten müssen im Rahmen des Downloads versorgt bzw. über Upload ausgelesen werden können:

- Stammdaten
- Signalprogramme
- Wochenautomatik inklusive Feiertagskalender und Ferien
- Nicht sicherheitsrelevante Grunddaten
- Parameter der verkehrabhängigen Steuerung
- VA-Code
- Detektoren.

### **2.2.21 Softwareerstellung**

Die Software zum Ablauf der verkehrstechnischen Aufgabenstellung muss in verkehrstechnisch orientierter Programmiersprache erstellt werden.

Die bereits vorhandene Standardsoftware des Referates Verkehr „Traffic Language“ (TL) oder „Lisa+“(geplant) muss verwendet werden.

Die Software muss gemäß verkehrstechnischer Aufgabenstellung durch den Gerätelieferanten erstellt werden können.

Die Software ist gemäß den programmtechnischen Vorgaben des Referats Verkehr so zu strukturieren, dass spätere Änderungen durch das Personal des Referats Verkehr vorgenommen werden können.

Eine entsprechende Einweisung hat durch den Auftragnehmer kostenlos zu erfolgen.

Die Anforderungen an die Planungsdaten sind in Kapitel 3 des vorliegenden Dokuments dargestellt:

Vorgaben für die Durchführung der verkehrstechnischen Planungen

- durch den Hersteller der LSA bzw.
- Verfahren bei Beistellung der Planungen durch die Stadt

hier insbes.

- Inhalt und Umfang Konzeptentwurf
- Durchführung Abstimmung
- Detailplanung
- Funktionstests Testplatzabnahme und Dokumentation,
- ggf. Anforderungen an Sonderprogramme wie Feuerwehrstraße.

Lichtsignalanlagen im Umfeld der Veltins-Arena müssen wie erwähnt in das Responseplan-Managementssystem für den Arena-Besucherverkehr eingebunden werden können.

### **2.2.22 Versorgung der Verkehrstechnik**

In Gelsenkirchen ist grundsätzlich die Versorgung der Verkehrstechnik mittels der Übernahme der Planungsdaten aus SITRAFFIC Language oder Lisa+ gefordert, die auf Datenträger zur Verfügung gestellt werden, sofern diese Leistung nicht Gegenstand des AN in dieser Ausschreibung ist. Es wird erwartet, dass eine Übernahme der entsprechenden Dateien dieser o.g. Programmierverfahren in das Steuergerät mit Direktversorgung erfolgt.

### **2.2.23 Steuerkabelanbindung**

Das Auf- und Ablegen der Steuerkabel sowohl im vorh. Steuerkabelnetz als auch bei der im Rahmen der Maßnahme neu herzustellenden Steuerkabelverbindungen (z.B. für VSR-Anschluss, Verbindungen zu den LSA, Durchschaltung von Detektormeldungen, etc.) wird aus Haftungsgründen vom VSR-Hersteller (Fa. Siemens Mobility GmbH) durchgeführt und von der Stadt Gelsenkirchen gesondert vergeben.

Die Rangierarbeiten in den Kabelverteilern erfolgen daher ausschließlich durch die Fa. Siemens. Für die einzelnen Anbindungen zu verwendenden Kabeladern müssen mit der Fa. Siemens im Rahmen der Ausführung für jeden Einzelfall einvernehmlich abgestimmt werden. Über das Abstimmungsergebnis hat der AN ein Protokoll (Kabel- und Aderplan, o. ä.) zu führen.

Die Protokolle sind der Fa. Siemens und dem AG je einfach zur Verfügung zu stellen. Die Abstimmung und Protokollierungen sind in der Position „Endmontage, Abnahme und Inbetriebnahme“ der LSA einzukalkulieren.

## **2.3 Steuerungsverfahren**

Die im Kapitel 4 der RiLSA aufgeführten Steuerungsverfahren müssen im Bedarfsfall mit dem Steuergerät ausgeführt werden können:

- Zeitplanabhängige, vollverkehrsabhängige Signalprogrammwahl

- Festzeitprogramme
- Teil- und vollverkehrsabhängige Signalprogramme
- Freigabezeitanpassung
- Phasentausch
- Bedarfsphasenanforderung
- Signalprogrammbildung
- Frei programmierbare Einsatzpunkte und Interrupts in Normal und Sonderprogrammen für Zentralenbetrieb oder Fernwirkeinrichtungen von Bahn, Feuerwehr, ÖPNV etc.

### **2.3.1 Allgemeine verkehrstechnische Bedingungen**

Die Ein- und Abschaltung der LSA muss nach einer gemäß aktueller RiLSA verkehrstechnisch unbedenklichen Folge von Signalisierungszuständen erfolgen.

Die Programmierung der Signalprogrammzeiten muss für jede Signalgruppe getrennt und ohne technische Eingriffe ins Gerät erfolgen können.

Die Optimierung bzw. Änderung der Signalprogramm-Steuerung muss ohne Einsatz von Zusatzgeräten vom VSR aus und vor Ort leicht über das interne Bedienfeld im Steuergerät bzw. über Laptop möglich sein:

- Änderung und Kontrolle der Ortsprogramme
- Änderung und Kontrolle von Signalprogrammzeiten, Verkehrsparametern (wie z.B. Belegungsdauer und Zeitlücken - Testzeit) sowie sämtlichen Anwenderparametern zur verkehrsabhängigen Signalprogrammsteuerung
- Zeitlücken-Testzeiten in 0,1 Sekundenschritten, Freigabezeitanpassungen in Sekundenschritten frei wählbar
- Setzen und Rücksetzen von Detektormeldungen (IV und ÖPNV)

Vor Ort muss die gesamte Anwendersoftware über einen PC lesbar sein. Programmerstellung auf Personalcomputer mit einem Textsystem in Klartext, Generierung der Versorgungsdaten über einen Compiler. Als Datenträger müssen übliche PC-Medien (CD-ROM, ZIP, USB) zum Einsatz kommen.

### **2.3.2 Übertragung komprimierter Meldungen**

Zur Kontrolle und Überwachung der verkehrsabhängigen Steuerung sind die benötigten Daten vom Steuergerät über den Verkehrsrechner an einen Analyserechner zu übertragen. Dazu ist vom Steuergerät je Umlauf einmal eine komprimierte Meldung zu erzeugen und an den Verkehrsrechner zu übertragen.

Dateninhalt einer komprimierten Meldung (TL):

Meldungsart	Datenfelder	max. Anzahl Meldungen	Anzahl Byte je Meldung/Datenfeld
Kopfdaten		1	11
	Startkennung		1
	LSA-Nr.		1
	Jahr		1
	Tag des Jahres		2
	Sekunde des Tages		3
	Signalplannr.		1
	Umlaufzeit		1
	Endekennung		1
ÖPNV-Meldungen		50	502
	Startkennung		1
	Sekunde im Umlauf		1
	Meldepunktnummer		2
	Liniennummer		2
	Kursnummer		2
	Routennummer		1
	Priorität+Zuglänge (Fahrplanlage)		1
	Endekennung		1
Verkehrstromzustand		3.840	11.522
	Startkennung		1
	Sekunde		1
	VS-Nummer		1
	VS-Zustand		1
	Endekennung		1
Verkehrsstromzeiger		120	842
	Startkennung		1
	Sekunde		1
	Hauptzeiger 1		1
	Hauptzeiger 2...5		4
	Hauptzeiger 6		1
	Endekennung		1
Signalgruppenzustände		64	322
	Startkennung		1
	Ein 1. Anwurf		1
	Aus 1. Anwurf		1
	Ein 2. Anwurf		1
	Aus 2. Anwurf		1
	Endekennung		1
Detektormesswerte		32	23.042
	Startkennung		1
	Sekunde		1
	Detektornummer		1
	Belegungsdauer		2
	Fahrzeugart		1
	Geschwindigkeit		1
	Endekennung		1
Checksumme			4

Maximale Anzahl Bytes einer komprimierten Meldung: 36.245

Maximale Umlaufzeit: 120

### 2.3.3 Analysesoftware

Nur falls im Leistungsverzeichnis in einer gesonderten Position ausgeschrieben, ist zu den angebotenen Steuergeräten eine Analyse-Software samt Analyse-Hardware (Notebook incl. Schnittstellenkabel) zu liefern, die das Protokollieren der Signalisierungszustände und eine zugehörige Auswertung entsprechend den Forderungen der ZTV-GE-LSA erfüllt. Die Analysesoftware einschließlich des zugehörigen Protokollierungsprogramms müssen zwingend mit einem Betriebssystem ab Microsoft® Windows 10 lauffähig sein.

Die Analysesoftware samt dem erforderlichen Notebook, die erforderliche Einweisung des AG, eine Programmfunktionsbeschreibung sowie die erforderlichen Anschlusseinrichtungen (Schnittstellenkabel mind. 1,50 m lang) zum Steuergerät sind dann in den Einheitspreis einzukalkulieren. Sofern bei einer Ausschreibung mehrere Steuergeräte angeboten werden und dazu eine einheitliche Analysesoftware entsprechend dieser Position angeboten wird, ist die Leistung dieser Position nur einmal ausgeschrieben.

Das Notebook für den mobilen Einsatz muss folgende Mindestanforderung erfüllen:

- Gewicht max. 1,5 kg (inkl. optisches Laufwerk und Standard Akku, inklusive Netzteil)
- Stromnetzunabhängiges Arbeiten von mindestens 6 Stunden (normale Office-Anwendungen)
- Bildschirmauflösung: mind. 1920 x 1080 pixel
- Prozessor: ab Intel i7
- Speicher (RAM): mind. 8GB
- Speicher: SSD mind. 512 GB
- WLAN, Bluetooth, ggfs. LTE

Die Analysesoftware muss folgende Mindestanforderungen erfüllen:

- ASCII-Export/Import sämtlicher Daten
- Ausgabe der Protokolle auf einem PC-Drucker für mindestens 32 Signalgruppen und/oder Speicherinhalte pro Zeile, sämtliche Werte werden in einer Datei gespeichert (SION-Datei)
- Die Reihenfolge und Anzahl der zu protokollierenden Signalgruppen und Speicherinhalte muss frei wählbar und softwaremäßig frei zugeordnet werden können (z.B. muss der Raum nicht benötigter Signalgruppen durch Speicherinhalte ersetzt werden können).
- Sekündliche Darstellung der Signalisierungszustände der einzelnen Signalgruppen unter Verwendung nicht alphanumerischer Zeichen. Die verwendeten Symbole für Sperr- und Freigabezeiten müssen der RiLSA-Spezifikation entsprechen.
- Die Speicherinhalte, wie z.B. Marken müssen ihrem Wert entsprechend numerisch im Sekunden-Raster dargestellt werden, bei Speicherinhalten, wie z.B. Detektoreingängen ist die symbolische Darstellung im Sekunden-Raster ausreichend.
- Gleichzeitige Darstellung von dezimaler Wellensekunde und aktuellen Speicherinhalten, die softwaremäßig frei wählbar sein müssen, auf einem Bildschirm, Display oder Protokollausdruck.
- Anzeige von Zwischenzeitverletzungen bzw. -korrekturen und Mindestfreigabezeitunterschreitungen bzw. korrekturen
- Für jede LSA sind Stammdaten im ASCII-Format vorzusehen, die gerätespezifische Parameter (z.B. LSA-Nr., Zuordnung der Signalgruppenbezeichnungen zu den Anzeigkanälen, Klartextbezeichnungen von Speicherzellen, Detektoren und Signalgruppen) enthält. Für jeden Parameter muss die Eingabe von mindestens 3 alphanumerischen Zeichen möglich sein.

Durch die automatische Verknüpfung der jeweiligen Stammdaten zum aktuellen Protokoll sind in den Darstellungen die Klartextbezeichnungen zu verwenden.

- Feststellen der max. Rotzeit einer jeden Signalgruppe.
- Feststellen der max. Grünzeit einer jeden Signalgruppe.
- Eine Tabelle die die Häufigkeit der Dauer der Rotzeiten jeder Signalgruppe aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder aus einem gewählten Signalplan in einem 10er Raster wiedergibt.
- Eine Tabelle die die Häufigkeit der Dauer der Grünzeiten jeder Signalgruppe aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder aus einem gewählten Signalplan in einem 10er Raster wiedergibt.
- Die Anzahl der Anwürfe nach Grün aus dem gesamten Protokoll oder aus einem gewählten Signalplan.
- Die Anzahl der Abwürfe nach Rot aus dem gesamten Protokoll oder aus einem gewählten Signalplan.
- Die Gesamt Grünzeiten jeder Signalgruppe aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder aus einem gewählten Signalplan.
- Die Gesamt Rotzeiten jeder Signalgruppe aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder aus einem gewählten Signalplan.
- Aufstellung aller Rotzeiten aller Signalgruppen nach Signalgruppen sortiert mit Angabe von Signalplan, Datum/Uhrzeit, der Zeile (*Rotendezeile*) in der Protokolldatei, Rotzeitdauer und Rotende TX. aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder aus einem gewählten Signalplan.
- Aufstellung aller Grünzeiten aller Signalgruppen nach Signalgruppen sortiert mit Angabe von Signalplan, Datum/Uhrzeit, der Zeile (*Grünendezeile*) in der Protokolldatei, Grünzeitdauer und Grünende TX. aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder aus einem gewählten Signalplan.
- Die max. Rotzeit einer gewählten Signalgruppe +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll aus dem gesamten Signalzeitenprotokoll oder einem gewählten Signalplan.
- Meldestelle größer als X und Signalgruppe = Rot +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll.
- Meldestelle gleich X und Signalgruppe = Rot +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll.
- Meldestelle größer als X und Signalgruppe = Grün +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll.
- Meldestelle gleich X und Signalgruppe = Grün +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll.
- Meldestelle größer als X +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll.
- Meldestelle gleich X +/- 100 Sekunden als SION-Protokoll.
- Zustand aller Meldestellen zur ersten Rotsekunde einer Signalgruppe mit Angabe von Signalplan, Datum/Uhrzeit und Zeile in der SION-Datei.
- Zustand aller Meldestellen zur ersten Grünsekunde einer Signalgruppe mit Angabe von Signalplan, Datum/Uhrzeit und Zeile in der SION-Datei.
- Angabe des größten und des kleinsten max. Wert der gewählten Meldestelle.
- Eine Tabelle in der die Anzahl der max. Werte der gewählten Meldestelle in einem 10er Raster dargestellt wird.
- Maxwert einer gewählten Meldestelle und Zustand aller Signalgruppen und Meldestellen zu dieser Sekunde mit Angabe von Datum/Uhrzeit und Zeile in der SION-Datei.
- Ausschneiden von Bereichen aus der SION-Datei mit Extrakt.

## 2.4 Verkehrsebene

Zur Verkehrsebene zählt die gesamte Peripherie einer LSA, wie Signalgeber, Detektoren, Meldeeinrichtungen, Signalmaste, Anforderungstaster und Blindeneinrichtungen.

### 2.4.1 Induktionsschleifen - Detektoren

Induktionsschleifendetektoren (ISD) müssen sowohl für Verkehrszählungen als auch für die verkehrsabhängige Steuerung einsatzfähig sein. Deshalb muss mit ein und demselben Detektor sowohl die Freigabeanforderung, die Freigabezeitanpassung, als auch die Erfassung der Belegungsdauer realisiert werden. Die potentialfreien Kontakte sind auf die Verteiler-Klemmleiste des Steuergerätes zu legen. Die Empfindlichkeit der Detektoren muss so eingestellt werden können, dass auch Zweiräder (Fahrrad, Mofa etc.) erfasst werden. Jeder Detektor muss durch einen Schalter in folgende drei Betriebsarten versetzt werden können:

- AUS (keine Anforderung oder Belegung)
- Daueranforderung oder -belegung
- Normalbetrieb

Durch die Schalterstellung „AUS bzw. Daueranforderung“ darf die Detektorüberwachung nicht ansprechen. IS-Detektoren müssen selbstabgleichend sein und ihre Schleifenfrequenz ebenfalls selbsttätig überwachen und korrigieren.

Leistungsmerkmale:

- Mikrocomputer als Zentraleinheit
- Digital, selbstabgleichend
- Betriebsarten: Puls und Anwesenheit
- Ansprechdauer in 4 Stufen einstellbar ( $t = 1s$  bis  $\infty$ )
- LED als Belegt-Anzeige
- Ausgang: Relaiskontakt potentialfrei oder elektronisch im offenen Kollektor
- Überspannungsschutz mit Varistoren
- Evtl. erforderliche Schleifenüberträger zur Anpassung der Schleifeninduktivität

### 2.4.2 Video-Detektionssystem ohne Bildübertragung - Detektoren

Das Video-Detektionssystem ohne Bildübertrag muss sowohl für Verkehrszählungen als auch für die verkehrsabhängige Steuerung einsatzfähig sein. Deshalb muss mit ein und demselben Detektor sowohl die Freigabeanforderung, die Freigabezeitanpassung, als auch die Erfassung der Belegungsdauer realisiert werden.

Das Videodetktionssystem soll in der Lage sein alle im jeweiligen Lageplan verzeichneten virtuellen Schleifen sowohl im Nahbereich (2 Meter bis 10 Meter vor dem Haltebalken) als auch im Fernbereich (40 Meter bis 70 Meter vor dem Haltebalken) über die gesamte Breite der Fahrstreifen zuverlässig zu detektieren.

Hierbei dürfen die Lichtverhältnisse (Schlagschatten, Dunkelheit und Blooming-Effekt) sowie die Witterungsverhältnisse (Trocken, Regen und Schnee) die zuverlässige Detektion nicht beeinflussen.

Als Standort der Videokamera(s) sind die Peitschenmaste zu wählen. Die Installationshöhe der Videokamera(s) ist so zu wählen, dass LKW's (bis zu einer Höhe von 4 Metern) die seitlich liegenden Fahrstreifen nicht verdecken und somit fälschlicher Weise die benachbarten Schleifen

mit detektieren. Hierzu ist es zulässig zur Montage der Kamera(s) senkrechte Verlängerungen an den Peitschenmast anzubringen, wobei die statische Nachweise vom AN bezüglich des Peitschenmastes und der zusätzlichen Last zu prüfen sind.

Die Möglichkeit alternative Standorte für die Kamera(s) zu wählen ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.

Die Detektionsschleifen im Nahbereich (2 Meter bis 10 Meter vor dem Haltebalken) werden hauptsächlich zur Freigabeanforderung genutzt. Das Videodetektionssystem ist so zu wählen, dass alle Fahrzeuge welche eine Freigabe anfordern detektiert werden.

Es ist zulässig innerhalb eines Videodetektionssystems bis zu drei Kameras zu verwenden.

Die logischen Funktion UND und ODER sollen für die Verknüpfung von virtuellen Schleifen angewendet werden können.

Mittels mitgelieferter Software sollen die Schleifen über einen PC bzw. Laptop modifiziert, gelöscht oder hinzugefügt bzw. Verkehrsdaten ausgelesen werden können.

Das Video-Detektionssystem ist in wetterfesten blitzgeschützten Gehäusen einzubauen. Das Video-Detektionssystem ist mit Auswerteeinrichtungen für jede Detektionzone auszustatten.

Leistungsmerkmale:

- Mikrocomputer als Zentraleinheit
- Kamera mit integrierter Bildauswertung für mindestens 4 Detektionszonen in einem wetterfesten Gehäuse
- Automatische Fehlererkennung bei schlechter Bildqualität
- Betriebsarten: Puls und Anwesenheit
- LED als Belegt-Anzeige
- Ausgang: Relaiskontakt potentialfrei oder elektronisch im offenen Kollektor

Das Video-Detektionssystem besteht aus allen Hardware- wie auch Software-Bausteinen, welche für die Detektion der Zufahrten eines Knotenpunktarms notwendig sind.

Es sind die Video-Kameras mit Auswerteeinrichtung einschließlich Objektiv, die notwendigen Baugruppen für das Steuergerät, die Verkabelung der Videokamera(s) mit der Auswerteeinrichtung und dem Steuergerät, die Steuerungs- und Auswertungssoftware und die Einrichtung der virtuellen Schleifen in die entsprechende Position einzukalkulieren.

Eine technische Beschreibung des Video-Detektionssystems ist vor Auftragsvergabe dem AG vorzulegen.

### **2.4.3 Video-Detektionssystem mit Bildübertragung - Detektoren**

Das Video-Detektionssystem mit Bildübertragung muss sowohl für Verkehrszählungen als auch für die verkehrsabhängige Steuerung einsatzfähig sein. Deshalb muss mit ein und demselben Detektor sowohl die Freigabeanforderung, die Freigabezeitanpassung, als auch die Erfassung der Belegungsdauer realisiert werden.

Das Videodetektionssystem soll in der Lage sein alle im jeweiligen Lageplan verzeichneten virtuellen Schleifen sowohl im Nahbereich (2 Meter bis 10 Meter vor dem Haltebalken) als auch im Fernbereich (40 Meter bis 70 Meter) über die gesamte Breite der Fahrstreifen zuverlässig zu detektieren. Hierbei dürfen die Lichtverhältnisse (Schlagschatten, Dunkelheit und Blooming-Effekt) sowie die Witterungsverhältnisse (Trocken, Regen und Schnee) die zuverlässige Detektion nicht beeinflussen.

Als Standort der Videokamera(s) sind je nach Erfordernis bis zu 10 Meter hohe Montagemaste bzw. vorhandene Signalmaste vorzusehen. Die Installationshöhe der Videokamera(s) ist so zu wählen, dass eine zuverlässige Detektion auf den Fahrstreifen möglich ist und ein möglichst großer Bereich der Fahrstreifen über das Videobild einsehbar ist.

Die Video-Kamera ist mit Hilfe einer Detektorbaugruppe an das Steuergerät anzuschließen. Die Detektorbaugruppe ist mit einer Analysesoftware auszustatten, welche die empfangenen Bilder analysiert, um Verkehrsdaten zu erzeugen. Es sind sowohl wartende als auch heranfahrende Fahrzeuge zu detektieren. Die Anwesenheitsdaten sind über Optokoppler-Ausgänge an den Verkehrsrechner weiterzuleiten. Außerdem soll die Staulänge mittels Schwellenwerten erfasst werden.

Die Detektorbaugruppe soll einen Zählbereich von sechs Spuren gleichzeitig auswerten können und die Zähldaten in einem Ringspeicher für 4000 Intervalle pro Kamera speichern. Die logischen Funktionen UND und ODER sollen angewendet werden können. Die erfassten Verkehrsdaten dienen als Eingangsdaten für die Signalsteuerung.

Für die Übertragung der Verkehrsdaten und Videobildern ist das Steuergerät mit einer Kommunikationsbaugruppe auszustatten, welche Daten, Bilder und Videobilder an die Zentrale übermittelt. Die Videobildübertragung sollte eine Bildrate von 1 Bilder/5 Sekunde nicht unterschreiten. Die Datenübertragung vom Videosystem zur Zentrale (Videosever) ist über das vorhandene Steuerkabelnetz zu realisieren.

Mit Hilfe eines Standard-Internet-Browsers soll der Zugang zur Kommunikationsbaugruppe ermöglicht werden, um die Funktionen Streaming Video, Verkehrsdaten in Echtzeit und Einrichtung der Baugruppe vom Arbeitsplatz zu ermöglichen. Dies beinhaltet auch die Änderung der Detektionszonen. Über eine mitgelieferte Auswertungssoftware, die in den entsprechenden Positionen mit einzurechnen sind, sollen die Verkehrsdaten ausgelesen und ausgewertet werden können.

Leistungsmerkmale:

- Mikrocomputer als Zentraleinheit
- Kamera in einem wetterfesten Gehäuse mit auszureichender Bildqualität bei geringer Beleuchtungsstärke
- Mindestens 4 frei wählbare Detektionszonen
- Automatische Fehlererkennung bei schlechter Bildqualität
- Betriebsarten: Puls und Anwesenheit
- Datenspeicher in der Baugruppe
- LED als Belegt-Anzeige
- Ausgang: Relaiskontakt potentialfrei oder elektronisch im offenen Kollektor
- Bildübertragung zwischen Steuergerät und Verkehrsrechner über das vorhandene Steuerkabelnetz

Das Video-Detektionssystem besteht aus allen Hardware- wie auch Software-Bausteinen, welche für die Detektion der Zufahrten eines Knotenpunktarms notwendig sind.

Es sind die Video-Kameras mit Auswerteeinrichtung einschließlich Objektiv, die notwendigen Baugruppen für das Steuergerät, die Baugruppen zur Videobildübertragung sowohl für das Steuergerät als auch für den Videosever, die Verkabelung der Videokamera mit der Auswerteeinrichtung und dem Steuergerät, die Steuerungs- und Auswertungssoftware und die Einrichtung der virtuellen Schleifen in die jeweilige Position einzukalkulieren.

Eine technische Beschreibung des Video-Detektionssystems ist dem AG bei Auftragserteilung auszuhändigen.

## 2.4.4 Signalgeber LED

Signalgeber sind zu kennzeichnen. Die Kennzeichnung muss mit dem Signalalgeplan übereinstimmen. Beschriftung der Signalgeber gut sicht- und lesbar auf der Rückseite durch mindestens 20 mm hohe Ziffern bzw. Buchstaben mit den im Lageplan angegebenen Signaturen.

Signalgeber sind in der **LED-Technik** mit „zentraler Lichtquelle“ komplett mit Gehäuse einschließlich Montageelementen für die Befestigung an den Masten, mit

- LED-Einsatz
- Symbolen
- Transformatoren,
- Trennklemmen,
- Dichtungen,
- Zuleitungskabel (falls erforderlich bis zur Klemmleiste im Mast),
- Schuten
- ggf. Kontrastblenden für Signalgeber 3-feldig, 300 mm Ø (gesonderte Pos.)

und allem erforderlichen Montagezubehör sowie Rotlampenüberwachungseinrichtungen soweit erforderlich eingebaut sind zu liefern und zu montieren.

Mischbetrieb, d.h. LED-Signale zusammen mit Signalgebern aus der 10 Volt – oder 230 Volt-Technik (z.B. für Weiss-Signale) sind nicht zulässig.

Es dürfen nur die vom AG zugelassenen Signalgeber verwendet werden.

Die LED – Signalgeber müssen die sicherheitstechnischen Anforderungen der DIN VDE 0832-100 erfüllen. Die erforderlichen TÜV-Prüfbescheinigungen nach DIN VDE 0832-100 und DIN VDE 0832-200, sowie das Bast Prüfzeugnis für die lichttechnischen Eigenschaften des LED-Einsatzes sind zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe vorzulegen.

Der TÜV-Bericht muss auch die EMV- und Umweltprüfungen (externe Test Reports) beinhalten.

Die Signalgeber unterliegen folgenden Mindestanforderungen:

### a) Gehäuse

Gehäuse aus witterungs- und lichtbeständigem Polycarbonat (Farbe: grün RAL 6009) oder vergleichbar in Bausteinausführung, spritzwasserdicht gemäß IP 44 DIN 40050. Die Vorderfläche der Signalbergehäuse muss rechteckig sein.

Dichtungen zwischen Geber und Tür müssen fest verklebt sein. Selbsteinrastende Kunststoffverschlüsse sind zugelassen, Einschubtüren jedoch nicht.

### b) Befestigungen

Die Montage der Signalgeber hat an Normal- und Peitschenmasten, in besonderen Fällen an Beleuchtungsmasten oder Signalbrücken, den signalisierten Verkehrsströmen eindeutig zugeordnet, zu erfolgen. Die Wahl der konstruktiven Art der Befestigung der Signalgeber (Verschraubung oder mit Schellenbändern) bleibt dem AN überlassen. Er übernimmt die Gewähr für fachlich einwandfreie Befestigung, die auch bei höchster Windbelastung ein Verdrehen oder Pendeln der Geber verhindert. In jedem Falle müssen nicht rostende Befestigungsmaterialien verwendet werden. Sofern es für Freihaltung des Lichtraumprofils oder für die Einsicht auf ein Signalzeichen erforderlich ist, müssen Signalgeber auch seitlich an Masten befestigt werden können und schwenkbar sein. Zusätzliche Bohrungen für Befestigungen bzw. Kabeldurchführungen werden nicht gesondert vergütet. Freie Kabelverbindungen zwischen Mast und Signalgeber sind nicht zulässig. Ausgenommen hiervon sind Kabelstrecken vom oberen Ende der Standmasten bis zu den oberen Signalgebern bei der Verwendung von „Glockenhauben“.

c) LED-Einsätze

Alle Signalgeber sind in der LED-Technik mindestens mit folgenden Ausführungsmerkmalen zu liefern und zu montieren. Dabei sind lichttechnische Vorschriften gemäß RiLSA 2015 Kapitel 6.2.1 einzuhalten. Die Typenreihe der LED-Signalgeber muss durch ein Typenschild identifizierbar sein.

d) Schuten

Über den Farbscheiben müssen dunkelgrüne Sonnenblenden (Schuten) aus Kunststoff montiert werden.

f) Kontrastblenden

Kontrastblenden für Signalgeber 300 mm Ø gem. RiLSA sind auf der Rückseite des Signalgebers in Nute einzupassen und mit dem Gehäuse des Signalgebers fest zu verschrauben. Sie sollen aus witterungs-, temperaturbeständigem und schlagfestem Material bestehen.

Die Signalgeber sind komplett mit allem Zubehör wie oben beschrieben betriebsfertig zu montieren.

Vorzuhalten und ein- bzw. auszubauen sind Abdeckungen für Signalgeber mit sicherer Befestigungsart gegen unbeabsichtigtes Lösen, für die Zeit der Montage und Prüfung der LSA vor der regulären Inbetriebnahme. Kosten dafür werden nicht gesondert vergütet.

Die Gestellung eines Hubfahrzeuges für die Montagearbeiten der Signalgeber und Kontrastblenden ist in den Einheitspreis einzukalkulieren.

Es sind die Angaben der RiLSA, maßgebliche gültige Fassung, zur Lichtraumfreiheit einzuhalten.

## 2.4.5 Maste

Zu liefern sind Normalmaste und Peitschenmaste für Verkehrssicherungsanlagen nach DIN 50976, Stahlrohr feuerverzinkt mit Erdstück, Öffnung für Mastklemmleiste mit Masttür aus Stahl feuerverzinkt, Verschlusschraube aus V2A, 2 Öffnungen für seitliche Kabeleinführung, Stahlschiene mit Gleitmuttern zur Aufnahme der Mastklemmleiste und sämtlichem Zubehör (z.B. Klemmleisten, Kleinmaterial, etc). Insbesondere wird auf den Punkt 6.2 der ZTV-KOR 02 hingewiesen.

Die Normalmaste und Peitschenmaste müssen nach den aktuellen Richtlinien und Normen so bemessen sein, dass sie die statischen und dynamischen Belastungen von mehreren Signalgebern mit Kontrastblenden, Verkehrszeichen und sonstigen Komponenten (mind. siehe Signallageplan + 1 zusätzlicher 3-feldiger Signalgeber inkl. Kontrastblende) aus Eigengewicht und Winddruck aufnehmen können.

Peitschenmaste sollen seitlich schwenkbar sein. Ausladung entsprechend Leistungsverzeichnis. Ansonsten wie vorstehend beschreiben, einschließlich spritzwasserdichten Kabelverteilungsgewäusen aus Kunststoff mit Klemmleisten im Mastunterteil und Erdungsschrauben.

Die Signalmaste sind mit Erdstück zu liefern und müssen nach statischen Vorgaben fachgerecht eingebaut werden.

Eine geprüfte Statik nach EC-3 (Grüner Prüfstempel) der angebotenen Maste und eine Einbauanweisung für die Fundamente mit Angabe der entsprechenden Fundamentgrößen sind im Auftragsfall dem AG vor Auftragsvergabe zu übergeben.

Im einzelnen haben die Maste nachfolgende Anforderungen zu erfüllen:

a) Normalmaste

- aus nahtlos gezogenem Stahlrohr

- abgesetzte Bauform 108/133 mm Ø
- Erdstück = 800 mm
- Unterkante der Signalgeber mindestens 2,10 m über dem Gehweg

#### b) Peitschenmaste

- aus konischem Stahlrohr
- Erdstück = 1.200 mm
- lichte Durchfahrtshöhe mindestens 4,5m (Unterkante Signalgeber)

Die oberen Enden der Maste müssen mit einer Kunststoffkappe abgedichtet werden.

Werden für die Befestigung von Signalgebern oder Tasten vorgebohrte Masten geliefert bzw. vorhandene Masten der Stadt Gelsenkirchen verwendet und Neu- oder Zusatzbohrungen erforderlich, so werden hierfür keine Kosten vergütet. Nicht benötigte Bohrungen sind wasserdicht zu verschließen.

Zur Einhaltung der erforderlichen Lichtraumhöhe sind ggf. Mastaufsätze zur Verlängerung (Signalgeber übereinander) mit Aufsatzhaube und seitlicher Klemmverschraubung erforderlich. Für die Mastaufsätze gelten alle vorgenannten Forderungen.

Sofern der AN den Tiefbau zur Errichtung der LSA nicht selbst ausführt, hat der AN dem AG unmissverständliche Anweisungen für den Einbau der Signalmaste zu geben. Die Kosten für Umbauarbeiten an falsch gesetzten Masten bzw. deren Umsetzen bei nicht erfolgter Anweisung gehen mit allen Folgekosten zu Lasten des Auftragnehmers.

### 2.4.6 Anforderungstaster

Als Anforderungstaster für Fußgängeranforderung sind Sensortaster der Firma RTB mit folgenden Merkmalen aus Gründen eines einheitlichen Stadtbildes zu verwenden:

- Gehäuse aus schlagfestem Kunststoff (Farbton RAL 1007), Schutzklasse II gemäß DIN EN 61140, Schutzart IP 55 gemäß DIN EN 60529
- Frontseite: Sensortaster und Leutfeld (LED) zur optischen Quittierung der Signalanforderung
- Edelstahl-Schutzbügel gegen groben Vandalismus

Andere, gleichwertige Produkte werden nicht zugelassen.

Lieferung und Montage der Anforderungstaster einschließlich Mastanpassung, Befestigungsmaterial und Steuerleitung. Die Montage dieser Geräte muss in einer Höhe von ca. 0,85 m, gemessen von der Gehwegoberkante, erfolgen. Bei der Montage des Tasters muss gewährleistet sein, dass die Stromkabel im Mast nicht von außen zugänglich sind und durch eine Bohrung im Mast direkt in das Gehäuse führen. Durch Betätigung des Tasters muss eine Quittierung der Anforderung in Form einer roten LED-Anzeige am Taster erfolgen. Diese muss bis Grünbeginn am Taster angezeigt werden. Sowohl ein witterungsbedingtes Auslösen des Tasters als auch eine Anforderung durch Blockierung mit unerlaubten Mitteln muss ausgeschlossen sein.

### 2.4.7 Anforderungsgeräte und akustische Freigabesignale für Sehbehinderte

Die Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte bestehen aus einem akustischen Freigabesignal, einem taktilen Signalgeber (Vibrationstaster) und einem akustischen Orientierungssignal.

Die Vibrationstaster sind wie folgt auszuführen:

- Gehäuse aus schlagfestem Kunststoff (Farbton RAL 1007), Schutzklasse II gemäß DIN EN 61140, Schutzart IP 55 gemäß DIN EN 60529
- Taster mit oder ohne Anforderung der Freigabe; Anforderungstaster mit Leutfeld (LED) zur optischen Quittierung der Signalanforderung
- Taster mit verdeckter Anforderung für die Zuschaltung der akustischen Signalgeber
- Blindensymbol (Taste ohne Anforderung) bzw. Fußgängersymbol (Taste mit Anforderung)
- ausgeprägtes Pfeilsymbol, ggf. mit Kennung: Balken waagrecht (Mittelinsel), Punkt (nochmalige Anforderung auf Mittelinsel)
- Vibrator mit einstellbarem gerichtungsabhängigem Prägepfeil auf der Unterseite bzw. auf der Gerichtung abgewandten Seite des Gehäuses (Ansteuerung durch Blindensignalgruppe des Steuergerätes)
- Edelstahl-Schutzbügel gegen groben Vandalismus

Lieferung und Montage der Anforderungsgeräte einschließlich Mastanpassung, Befestigungsmaterial und Steuerleitung. Die Montage dieser Geräte muss in einer Höhe von ca. 0,85 m erfolgen.

Die akustischen Freigabesignalgeber für Sehbehinderte sind wie folgt auszuführen:

- Gehäuse aus witterungs- und lichtbeständigen Polycarbonat oder vergleichbar (Farbe: Tannengrün RAL 6009)
- Lautstärke des Freigabesignaltons muss sich der Umgebungslautstärke anpassen
- Zeitabhängige Absenkung der Lautstärke
- Verschiedene Grundeinstellungen der Lautstärke des Freigabesignaltons
- Tonfrequenz 880 Hz ( $\pm$  50Hz)

Lieferung und Montage der akustischen Freigabesignalgeber einschließlich Befestigungsmaterial und Steuerleitung. Der Schallgeber ist in Höhe des Fußgängersignals anzubringen.

Die Orientierungssignale für Sehbehinderte sind wie folgt auszuführen:

- 1 bis 1,2 Herz Takterzeugung, permanent (mechanisch über Synchronmotor oder elektronisch)
- Verschiedene Grundeinstellungen der Lautstärke des Orientierungssignal
- Lautstärke des Orientierungssignal muss sich der Umgebungslautstärke anpassen

Die Orientierungssignale sind in dem Gehäuse des Vibrationstasters zu integrieren. Alternativ können die Orientierungssignale in einen separaten Gehäuse am Mast in einer Höhe zwischen 2,10 m und 2,30 m angebracht werden. Die Orientierungssignale sind in jedem Fall, ob im Tastergehäuse oder in einem separaten Gehäuse untergebracht, in den Einheitspreis des Tasters einzurechnen.

Die akustischen Freigabesignale, die taktilen Signalgeber und die Orientierungssignale müssen den Anforderungen der RiLSA entsprechen.

Blindensignalgeber müssen mit akustischem und taktilen Signal als gesonderte und getrennt überwachte Signalgruppe angesteuert werden. Die Ein- und Ausschaltung aller Zusatzeinrichtungen für Sehbehinderte müssen getrennt voneinander (zu verschiedenen Zeiten) über eine Schaltuhr erfolgen können.

## 2.4.8 Verkabelung

Folgende Kabeltypen sind zu verwenden:

Signalkabel (konventionelle Technik)	NYJ-J 30 x 1,5 mm <sup>2</sup> NYJ-J 24 x 1,5 mm <sup>2</sup> NYJ-J 19 x 1,5 mm <sup>2</sup> NYJ-J 14 x 1,5 mm <sup>2</sup> NYJ-J 7 x 1,5 mm <sup>2</sup> NYJ-J 5 x 1,5 mm <sup>2</sup>
Erde	NYJ-J 1 x 16 qmm (grün-gelb)
Detektorzuleitung	A2Y F (L) 2 Y6 x 2 x 0,8 A2Y F (L) 2 Y4 x 2 x 0,8

Die verwendeten Kabel müssen der VDE 0832 entsprechen. Bei Erdkabel sind nur Kunststoffmantelkabel nach VDE 0271 zu verwenden. Die Abschaltung bei Kurzschluss muss nach VDE 0100 gewährleistet sein.

Die Adern sind mit Überspannungsableitern gegen Überspannung (Blitzschlag) zu schützen. Es ist ein schneller Überspannungsschutz mit einer Abschaltzeit von 9 bis 10 Millisekunden einzurichten.

Die Verkabelung, bei konventioneller Technik, muss nach dem Prinzip der Sternverkabelung (Mastverkabelung) erfolgen. Die Kabelausstattung muss im Normalfall mindestens 5 Reserveadern enthalten. Alle Adern einschl. der Reserveadern sind vollständig aufzulegen.

Muffen sind innerhalb der Kreuzungsverkabelung unzulässig.

Die Kabel müssen im Schaltgerät zugentlastet befestigt werden. Jedes einzelne Signalkabel ist genau und eindeutig zu kennzeichnen.

Die Kabelpreise für die Signal- und Steuerkabel sind Festpreise. Die im Leistungsverzeichnis zugrunde gelegten Längen sind vorläufig. Die Abrechnung der Kabellängen erfolgt nach dem vom Auftraggeber bestätigten Aufmass.

Vor Angebotsabgabe hat der Bieter zu überprüfen, ob die ausgeschriebenen Längen und Querschnitte ausreichend bemessen sind. Hält der Bieter wesentliche Änderungen für erforderlich (z.B. Kabelquerschnitte), so hat der Bieter die Stadt Gelsenkirchen rechtzeitig zu informieren, damit die Stadt Gelsenkirchen diesen Hinweis überprüfen kann und ggfs. die Änderungen an alle Bieter vor Angebotsabgabe mitteilen kann.

## 2.4.9 Induktionsschleifen

Es ist ein Schleifendraht zu verwenden, der mindestens folgende Qualitätsmerkmale erfüllt:

- hohe Durchschlags- und Abriebfestigkeit
- hoher Isolationswiderstand
- geringer Mindestbiegeradius
- geringe dielektrische Verluste
- Kraftstoff- und Ölbeständigkeit
- keine Wasseraufnahme, annähernd 0 %
- nicht entflammbar

- hitzebeständig, d.h. einsetzbar für Heißvergußverfahren gem. TL bit Fug

Ein entsprechendes Datenblatt und ein Muster ist nach Aufforderung dem AG vorzulegen.

Die Anordnung der Schleifen erfolgt, soweit vom AG keine anderen Vorgaben gemacht werden, gemäß dem Musterblatt „Hinweise für die Installation von Induktionsschleifen“.

Innerhalb von Fahrbahnflächen

Schneiden der Fugen

Die Fugenschnitte sind so exakt wie möglich (gerader Verlauf) herzustellen, zu trocknen und staubfrei zu reinigen. Es ist max. eine Abweichung vom mittleren Grundmaß von  $\pm 0,5$  cm zugelassen. Erstellungsbedingte maßliche Abweichungen sind im Messprotokoll festzuhalten und dem AG vor der Abnahme zu übergeben.

Das Einbauverfahren muss sicherstellen, dass Verschiebungen innerhalb der Gewährleistungszeit von + 1 cm nicht zur elektrischen Beeinträchtigung führen können.

Die Herstellung der Schnitffugen erfolgt im Nassschnittverfahren.

Scharfkantige Übergänge etc. sind auszuschließen und zu beseitigen. Der Einsatz von Kanten-schonern (Gleitecken) aus isoliertem Material ist im Quarzsandbereich zugelassen.

Die Fugen für die Induktionsschleifen bzw. Schleifenzuleitungen werden in Asphaltdecke hergestellt. Die einzelnen Fahrstreifen bestehen in der Regel aus Asphaltstreifen.

Die Anordnung einschl. den Zuleitungen sind gem. den Anlagen und den örtlichen Gegebenheiten oder nach besonderer Anweisung durch den AG zu realisieren.

Änderungen der Schleifenabmessungen von +/- 10 % sind im Einheitspreis einzukalkulieren und werden nicht gesondert vergütet.

Herstellen des Überganges

Der Übergang von Fahrbahndecke zur Erdverlegung erfolgt durch eine Bohrung  $d=38$  mm im Winkel von 45 Grad durch die Fahrbahnbefestigung - Bohraustritt im Erdreich unter OK Gelände. (Schleifenleitung unter Randstein und Borden)

Verlegen des Schleifendrahtes

Vor dem Verlegen des Drahtes müssen die Fugen **trocken und staubfrei** sein (ausblasen).

Der Schleifendraht wird locker in die Fuge eingelegt und mit ca. 1 cm Quarzsand bzw. mit hitzebeständigem Moosgummi überdeckt.

Es sind 4 bzw. 5 Windungen einzubringen.

Die Ableitungen sind ab Schleifenaustritt paarig verdreht (50 D/m) in die Fugen einzulegen und durch die Bohrung zu führen. Ein Aufschwimmen des Schleifendrahtes innerhalb der Fugen ist durch geeignete Maßnahmen zu verhindern (z.B. durch Einpressen von Holzkeilen in einem Abstand von 50 cm).

Die Fugenflächen sind nach Einlegen des Schleifendrahtes und Einfüllen des Quarzsandes bzw. eines Moosgummis mit einer Voranstrichmasse einzustreichen und die Fugen mit Heißverguß nach TL bit Fug bis Fahrbahnoberkante vollzugießen und absolut wasserdicht abzuschließen. Die Abtrockenzeit entsprechend den Herstellerangaben ist bis zur Verkehrsfreigabe einzuhalten, um ein "Ausfahren" des Fugenvergusses auszuschließen (Gewährleistung).

Bei durch den Auftragnehmer nachgewiesener Gleichwertigkeit eines anderen Verlegeverfahrens als das mit dem Quarzsand bzw. Moosgummi kann dieses Verfahren nach Zustimmung durch den Auftragnehmer angewandt werden.

Eine Überdeckung der Schleife bzw. Ableitung von mind. = 5 cm muss an jeder Stelle gewährleistet sein.

#### Außerhalb der Fahrbahnfläche

Die verdrehten Schleifenableitungen sind durchgehend im Erdreich und in den Übergangsbereichen Fahrbahndecke-Erdreich bzw. Erdreich-KA in einem flexiblen Kunststoffpanzerrohr bis in einem Abstand von 1,50 m einzubauen, in Kabelabzweigkästen zu führen und mit einer Kabellängenreserve von 2 m im KA geordnet zu verlegen. Die Verdrehungen der einzelnen Ableitungen bis in den Kabelabzweigkästen sind durch geeignete Klemmen zu gewährleisten.

Die einzelnen Drahtenden sind wasserdicht zu verschließen (z.B. Endkappe in Schrumpftechnik).

Das Kunststoffpanzerrohr ist sowohl in die Bohrung als auch in den KA einzuführen. Die Öffnungen der Kunststoffpanzerrohre sind nach Einziehen der verdrehten Ableitungen durch geeignete Maßnahmen abzudichten.

#### Kennzeichnung der Schleifen

Enden mehrere Schleifen in einem Kabelabzweigkasten, so sind diese zu kennzeichnen. Um eine eindeutige Zuordnung der entsprechenden Schleifen zu gewährleisten, sind die einzelnen Ableitungen der Induktionsschleifen im KA dauerhaft (wischfest und witterungsbeständig, z.B. mittels Beschriftungshülsen) – ohne Beschädigung der Ummantelung zu beschriften und zu kennzeichnen (jede Ader). Die Schleifendrahtnummerierung als eine Einheit muss unverlierbar bzw. abrutschfest an jedem Schleifendraht( ca. 30 cm vom Aderende entfernt) angebracht werden.

#### Erstellen von Messprotokollen

Von jeder erstellten Verkehrserfassung (Messquerschnitt) hat der AN vor Abnahme ein Messprotokoll über die Induktivität im Mikro-Henry, den Ohmschen Widerstand in Ohm und den Isolationswiderstand in Mega-Ohm der Induktionsschleifen mit entsprechender Kennzeichnung (z.B. Schleife D10) anzufertigen.

Der Isolationswiderstand ist mit einem Isolationsmessgerät gegen Erde und die benachbarten Schleifen mit einer Messspannung von 500 V Gleichspannung zu messen (Messprotokoll). Der AG behält sich ein Nachmessen bei der Abnahme vor. Die Gerätetechnik stellt der AN. Der Erdübergangswiderstand muss bei der Abnahme mind. 99 MOhm betragen.

Die Gerätetechnik stellt der AN (Isolationsmessgerät, Widerstandmessgerät (z.B. Messbrücke) Induktivitäts-Messgerät). Das Erstellen von Messprotokollen zählt zu den Nebenleistungen und wird nicht gesondert vergütet.

#### Gewährleistung

Vor Ablauf der Gewährleistung darf der Isolationswiderstand nicht unter 10 Mega-Ohm abgefallen sein. Dies gilt für die Messbeziehungen Induktionsschleifendraht gegen Erde sowie für den Übergangswiderstand der Induktionsschleifen gegeneinander. Bei Unterschreitung dieses Wertes oder bei einem Defekt (z.B. Leiterbruch) einer Schleife muss die komplette Schleife vom AN neu verlegt werden.

### 3 Verkehrstechnische Planung

Die Planungsergebnisse bis zur Erstellung der Festzeitprogramme werden in der Regel vom AG zur Verfügung gestellt. Ggfs. können jedoch diese Leistungen im Leistungsverzeichnis abgefragt werden.

Der Auftragnehmer hat die verkehrsabhängige Planung der Signalprogramme nach den vorgegebenen Festzeitplänen und ggf. den Zeit-Weg-Diagrammen zu erstellen. Dabei muss das Konzept der Verkehrsabhängigkeit mit dem Referat Verkehr der Stadt Gelsenkirchen abgestimmt werden. Nach Freigabe durch Das Referat kann die weitere Planung erfolgen.

Bei der Verkehrsplanung sind die bei der Stadt Gelsenkirchen im Einsatz befindliche Produkte SITRAFFIC Office sowie das Simulationstool VISSIM einzusetzen. Nach Fertigstellung der Planung ist ein gemeinsamer Abnahmetermin der Verkehrssteuerung (Labortest) mit dem AG zu vereinbaren. Die Abnahme kann in den Räumen des AGs erfolgen, alternativ in den Räumen des Auftragnehmers, soweit diese nicht mehr als 50km von Gelsenkirchen entfernt ist.

Verkehrsabhängige koordinierte Knotenpunkte müssen hinsichtlich der Bedingungen an den Nachbarknotenpunkten so abgestimmt werden, dass eine verkehrsabhängige Steuerung des Knotenpunktes und eine Koordinierung mit den Nachbaranlagen gewährleistet wird. Die Art und Lage der Detektoren sind dem beigefügten Lageplan zu entnehmen.

Für die Zeiten stetigen Verkehrsaufkommen sind verkehrsabhängige Signalprogramme für die folgenden Verkehrssituationen zu erstellen:

- Schwacher Verkehr (Nachtprogramm)
- Normaler Verkehr (Tagesprogramm)
- Spitzen Verkehr morgens
- Spitzen Verkehr abends
- ggf. sind zusätzliche Sonderprogramme erforderlich (koordinierte Steuerung oder Einzelsteuerungen)

Die Signalprogramme müssen hinsichtlich der Logik so aufgebaut sein, dass alle wichtigen Funktionen über Programmparameter optimiert werden können. Zu den schaltbaren bzw. änderbaren Parametern gehören insbesondere:

- Schalter für die Steuerungsart (Hauptrichtung-Dauer-Grün HDG, zyklisch koordinierte Steuerung, Festzeitgesteuert, ect.
- Anforderungs- und Verlängerungen (maximale Wartezeiten, Prioritätsunterdrückung, automatische Freigabe einer Signalgruppe, automatische Fußgängerverlängerungen, Versatzzeitfreigabe Fußgänger FU\_Vers\_HR/NR und FU\_Vers\_OEP, ect.

Bei der Signalisierung ist der gesamte Betriebsablauf des ÖPNV durch datenfunktgesteuerte bzw. datentransferierte Eingriffe in den Signalablauf des Individualverkehr einzubeziehen. Für die Planung sind die Vorgaben der BOGESTRA AG und VESTISCHE Straßenbahnen GmbH bezüglich der Datenfunktechnik, die Standorte der Erstanmeldungen und Wiederholungsanmeldungen und die Anzahl der Buslinien zu berücksichtigen.

Die endgültigen Planungsunterlagen sind vom AN mit einem Prüfvermerk (Unterschrift des Prüfers) zu versehen. Die Planunterlagen sind in 2-facher Papierausführung und als PDF an den AG zu übergeben und müssen folgendes beinhalten:

- Signallageplan
- Ausführliche Erläuterung der Signalsteuerung (u.a. Lage, Koordinierung, Festzeitsteuerung...)

- Detaillierte Erläuterung zur Verkehrsabhängigkeit (u.a. Freigabe Steuerung des MIV, ÖPNV...)
- Programmschaltzeiten
- Signalgruppenliste (inkl. Unterschrift)
- Detektoren
- Bei ÖPNV-Anlagen: OEV-Daten
- Zwischenzeiten-Matrix (inkl. Unterschrift)
- Signalprogramme
- Phasenfolgeplan
- Phasenrahmenpläne
- Phasenübergänge
- Anforderungs-/Bemessungsbedingungen
- Anwenderparameter
- Phasenlogik
- Funktionslogik
- Fahrstreifenliste
- Lageplan mit Fahrlinien und Konfliktpunkten
- Zwischenzeiten-Berechnung

Des Weiteren sind alle Planungsdateien (SITRAFFIC Office und VISSIM) auf geeignete Datenträger dem AG zu übergeben.

### **3.1 Merkmale der verkehrsabhängigen Steuerung**

#### **3.1.1 Programme**

Alle bezeichneten Lichtsignalanlagen steuern den Verkehr zukünftig verkehrsabhängig, d.h. sowohl die Fahrzeuge als auch die Fußgänger werden über Detektoren erfasst.

Es sind verkehrsabhängig-koordinierte bzw. verkehrsabhängig-einzelgesteuerte Signalprogramme für die folgenden drei Verkehrssituationen vorgesehen:

- schwacher Verkehr (Nachtprogramm)
- normaler Verkehr (Tagesprogramm)
- Spitzenverkehr (Spitzenprogramm)

Für die Verkehrssituation Spitzenverkehr kann bei stark unterschiedlichen Verkehrsbelastungen der einzelnen Verkehrsströme in den Morgens- und Nachmittagsspitzen die Erstellung von zwei Spitzenprogrammen erforderlich werden.

#### **3.1.2 Festzeitsteuerung**

Alle Lichtsignalanlagen (LSA) müssen mit „Notsignalplänen“ ausgestattet. Der Signalprogrammablauf entspricht den verkehrsabhängig koordinierten Programmen. Die Festzeitprogramme dienen als Rückfallebene und halten bei gravierenden Störungen den Betrieb der LSA aufrecht. Die Aktivierung kann zentral oder dezentral erfolgen. Außerdem erfolgt eine automatische Aktivierung durch spezielle Überwachungsprogramme. Bei diesem Programmen wird nach Über-

schreitung einer einstellbaren maximalen Anforderungszeit, automatisch das entsprechende Festzeitsteuerprogramm geschaltet. Die Reaktivierung der Verkehrsabhängigkeiten erfolgt ebenfalls automatisch nach n- Signalumläufen im Festzeitenplan. Der Grund einer solchen Anforderungszeitüberschreitung muss im Datenspeicher des Steuergerätes abgelegt werden und muss zur späteren Störungsanalyse ausgelesen werden können.

### **3.1.3 ÖPNV-Erfassung**

Die ÖPNV- Fahrzeuge werden an der Lichtsignalanlage über Koppelspulen sowie über Datenfunk erfasst. Bei der Steuerung werden Eingriffe des ÖPNV in den Signalplanablauf des Individualverkehrs berücksichtigt. Bei der Realisierung werden die spezifischen Vorgaben der jeweiligen Verkehrsbetriebe in Bezug auf Inhalte der Datenfunktelegramme, die Anzahl der ÖPNV- Linien und der bestehenden Fahrpläne berücksichtigt.

### **3.1.4 Allgemeine Merkmale der IV-Steuerung**

#### **3.1.4.1 Merkmale der verkehrsabhängigen, koordinierten/individuell gesteuerten Steuerung**

- Alle Verkehrsteilnehmer werden mit Detektoren (KFZ) oder Taster (FU) erfasst.
- Die zueinander verträglichen Verkehrsrichtungen werden in verkehrs-technisch sinnvollen Phasen zusammengefasst, soweit dies nicht zu Nachteilen für den Verkehrsablauf führt.
- Die Grünzeiten setzen sich aus den systembedingt überwachten Mindestgrünzeiten und den parametrierbaren Verlängerungszeiten der einzelnen Signalgruppen zusammen.
- Es werden nur die Phasen geschaltet, für die bei einer der dort freigegebenen Signalgruppen eine Anforderung vorliegt oder gemäß den Grün-Wellen-Bedingungen eine Freigabe notwendig ist.
- Der Grünzeitbedarf der einzelnen Verkehrsströme wird mit Hilfe eines Zeitlückenverfahrens ermittelt, d. h. der Abbruch einer Signalgruppe oder Phase wird unter anderem von der Lücke zwischen zwei Fahrzeugen bestimmt.
- Zur Steigerung der Sicherheit erhält jede Zufahrt eine bedarfsabhängige Freigabezeit. Ob einzelne Zufahrten eine Zugabezeit erhalten hängt von der individuellen verkehrstechnischen Situation ab. Falls die Möglichkeit der Zugabezeitschaltung im Einzelfall vorgesehen wird, können Nachläufe und deren Begrenzung durch entsprechende Parameter eingestellt werden.
- Detektorstörungen führen nicht zu einer Festzeitsteuerung an der entsprechenden LSA. Vielmehr werden für den Störfall gesonderte Bedingungen der einzelnen Signalgruppen formuliert, die eine Fortsetzung der verkehrsabhängigen Steuerung ermöglichen.

#### **3.1.4.2 Steuerungs-Prinzip**

Verkehrsabhängig- koordinierte Steuerung:

Es müssen jeweils zwei Steuerungsverfahren in der Logik integriert sein, die wahlweise über einen Programm-Merker aktiviert werden können.

- Eine koordinierte Steuerung, die nach Ablauf der normalen Hauptrichtungs-grünzeiten, auch ohne eine Anforderung von feindlichen Richtungen eine automatische Freigabe von ausgewählten Nebenrichtungen realisiert [zyklisch koordinierte Steuerung (ZKS)].
- Eine Hauptrichtung-Dauergrün-Schaltung (HDG). Bei dieser Steuerung bleiben die Signale der Hauptrichtung auf Dauergrün, wenn keine Anforderung von feindlichen Richtungen vorliegt. In der Hauptrichtungsphase wird ständig überprüft, ob die Freigabe von Nebenrichtungsphasen unter Einhaltung aller Koordinierungsbedingungen möglich ist.

Verkehrsabhängig-einzelgesteuerte Steuerung:

Es müssen jeweils zwei Steuerungsverfahren in der Logik integriert sein, die wahlweise über einen Programm-Merker aktiviert werden können.

- Alles Rot- Schaltung

Bei diesem Steuerungsprinzip, stehen alle Signale bei Grundstellung in Rot. Bei Anforderung einer Verkehrsrichtung wird die zugehörige Phase, unter Berücksichtigung von Zwischenzeiten und verkehrstechnischer Randbedingungen, unmittelbar geschaltet.

- Eine Hauptrichtung-Dauergrün-Schaltung (HDG).

Bei dieser Steuerung bleiben die Signale der Hauptrichtung auf Dauergrün, wenn keine Anforderung von feindlichen Richtungen vorliegt

### 3.1.4.3 Grünzeitenmodifikation über dynamischen Rahmenplänen

Die Rahmenplanphilosophie in der Mikro- und in der Makroebene ist verkehrstechnisch identisch. Diese Rahmenpläne dienen zur verkehrsabhängig koordinierten Steuerung des Verkehrs, wobei die jeweils gültigen netzoptimierten Koordinierungsbedingungen berücksichtigt werden. Die Rahmenpläne sind phasenorientiert. Die gültigen Randbedingungen der Grünzeitenverteilung am Knotenpunkt, werden von der LSA- Steuerung u.a. aus den Phasenrahmen abgeleitet.

Jede Phase hat fünf Erlaubnissbereiche:

- **PHA**                **Phasenerlaubnis**
- **IVANF**            **IV-Anforderungserlaubnis**
- **IVBEM**            **IV-Bemessungserlaubnis**
- **OEVANF**          **ÖV-Anforderungserlaubnis**
- **OEVERL**          **ÖV-Verlängerungserlaubnis**

Die hier beschriebenen Definitionen beziehen sich auf Rahmenpläne in einem verkehrsabhängigen koordinierten System. Bei einer vollverkehrsabhängigen Steuerung werden die Phasenwechselbedingungen durch andere Parameter bestimmt. Rahmen spielen hier eine untergeordnete Rolle.

Für die LSA- Steuerlogik sind ggfs. auch bei vollverkehrsabhängigen Programmen Rahmen erforderlich. Normalerweise sind dann allerdings alle Rahmen dauererlaubt.

Sind mehrere Anforderungsrahmen verschiedener Phasen gleichzeitig erlaubt, entscheidet die Logik (Prioritätsfolge) welche Phase geschaltet wird. Über Phasentausch und andere vom Standard abweichenden Fälle entscheidet ebenfalls die Logik.

PHA Phasenerlaubnis- Bereich

Bereich, in dessen Grenzen eine Phase geschaltet ist.

Ausnahme: Es ist kein Zwangswechsel parametrisiert und die Logik ermittelt, dass kein Phasenwechselwunsch vorliegt

#### ► Erlaubnisbeginn

Frühester Zeitpunkt, die laufende Phase abzubrechen.

### ► Erlaubnisende

Eine aktive Verlängerung der laufenden Phase ist nicht möglich. Die laufende Phase wird nur beendet, wenn dabei Mindestgrünzeiten und Zwischenzeiten eingehalten werden.

#### IVANF IV-Anforderungs- Bereich

Der IV- Anforderungsbereich liegt innerhalb der Phasenerlaubnis. Um zu gewährleisten, dass alle Zwischenzeiten und Mindestzeiten zum Erlaubnisende der Phase abgelaufen sind, ist das Erlaubnisende des IV-Anforderungsbereichs entsprechend anzusetzen.

Eine IV-Anforderung muss normalerweise innerhalb dieses Bereiches vorgelegen haben, um im laufenden Umlauf noch bedient zu werden.

### ► Erlaubnisbeginn

Frühester Zeitpunkt, bei IV-Anforderung die laufende Phase abubrechen. Die Verlängerung der lfd. Phase, innerhalb ihres IV- oder ÖV- Verlängerungsbereichs, hat im Regelfall jedoch Vorrang (Logikabhängig)! Die Einhaltung von Mindestfreigabezeiten hat immer Vorrang. Soll die Anforderung höhere Priorität als die Bemessung haben, so muss die Bemessung durch die Logik „unterdrückt“ werden. Bei Bedarf wird eine im Erlaubnisbereich vorliegende Anforderung, die während des Erlaubnisbereichs nicht bedient werden konnte, „gespeichert“ (Haltemarkierung, Anforderung „Nachholen ausgefallener Phasen“). In diesen Fällen wird sie sobald als möglich nach dem Ende des IV-Anforderungsbereichs (jedoch nur innerhalb der Phasenerlaubnis) realisiert.

### ► Erlaubnisende

Spätester regulärer Zeitpunkt, bei IV-Anforderung die laufende Phase abubrechen. Die laufende Phase kann nur beendet werden, wenn dabei die Mindest- und Zwischenzeiten eingehalten werden. (Gespeicherte Anforderung - siehe Erlaubnisbeginn).

#### IVBEM IV-Bemessungs- Bereich

Der IV- Bemessungsbereich liegt innerhalb der Phasenerlaubnis.

### ► Erlaubnisbeginn

Ab Erlaubnisbeginn kann eine IV-Bemessung die laufende Phase aktiv verlängern.

### ► Erlaubnisende

Ab diesem Zeitpunkt ist eine aktive Verlängerung der Phase durch den IV nicht mehr möglich.

#### OEVANF ÖV-Anforderungs- Bereich

Der ÖV- Anforderungsbereich darf außerhalb des Phasenerlaubnisbereichs beginnen.

### ► Erlaubnisbeginn

1. Frühester Zeitpunkt für eine bevorrechtigte Anforderung des ÖV (Berechnung des Anforderungsmerkers). Wird das ÖV- Fahrzeug, lt. theoretischer Fahrzeit, im nächsten erreichbaren

OEVANF- Bereich eintreffen, so wird der ÖV- Anforderungsmerker gesetzt. Der tatsächliche Phasenwechselzeitpunkt und die Art der Bevorrechtigung werden von der Logik bestimmt.

2. Frühester Zeitpunkt (bei gleichzeitiger Phasenerlaubnis), um bei einer ÖV-Anforderung die laufende Phase abzubrechen. Mindestfreigabezeiten und die Verlängerung der laufenden Phase, innerhalb ihres IV- oder ÖV-Verlängerungsbereichs, hat im Regelfall jedoch Vorrang.

#### ► Erlaubnisende

Spätester regulärer Zeitpunkt, bei ÖV- Anforderung die laufende Phase abzubrechen. Die laufende Phase kann nur beendet werden, wenn dabei die Mindest- und Zwischenzeiten eingehalten werden.

#### **OEVERL    ÖV- Verlängerungs- Bereich**

Der ÖV- Verlängerungsbereich liegt innerhalb der Phasenerlaubnis.

#### ► Erlaubnisbeginn

Frühester Zeitpunkt, um bei ÖV- Bemessung die laufende Phase aktiv zu verlängern.

#### ► Erlaubnisende

Ab Erlaubnisende kann die laufende Phase durch den ÖV weiter verlängert werden jedoch maximal bis zum Ende des Phasenerlaubnisbereichs.

### **3.1.4.4 Anforderungs- und Verlängerungs-Bedingungen**

Die Freigabezeit der einzelnen Kfz-Signalgruppen teilt sich in zwei Bereiche auf:

- systemtechnische Mindestgrünzeit:
  - Diese Grünzeit wird bei einmal freigegebenen Verkehrsströmen immer eingehalten, unabhängig von Koordinierungsbedingungen oder ÖPNV-Eingriffen.
- parametrierbare aktive Bemessungsgrünzeit:
  - Zu Beginn dieses Zeitraumes werden alle Detektoren der Signalgruppe zur Bemessung ausgewertet. Ab einem einstellbaren Bemessungszeitraum werden die Grünzeiten ausschließlich über die haltlinienfernen Detektoren bemessen. Bei Detektorstörungen an haltlinienfernen Detektoren übernehmen die haltlinienfernen Detektoren wieder die Bemessung (parametrierbar). Der aktive Bemessungszeitraum befolgt die Randbedingungen der "Grünen-Welle". Er kann jedoch durch Anforderungen von ÖPNV-Fahrzeugen jederzeit verlassen werden.
  - Sind alle Detektoren einer Signalgruppe gestört und deshalb eine verkehrsabhängige Grünzeitmodifikation nicht mehr möglich, wird dieser Signalgruppe automatisch eine tageszeitabhängige parametrierbare feste Grünzeit zugeordnet.
  - Bei einer Detektorstörung an Detektoren unmittelbar vor Haltlinien oder an Anforderungstastern für Fußgänger wird für die entsprechende Signalgruppe eine automatische Anforderung nach einer frei einstellbaren Zeit gesetzt.

### **3.1.4.5 Programm-Merker für den Individualverkehr**

Das globale Verhalten der Steuerung kann durch parametrierbare Programm-Merker zu variieren. Soweit dies verkehrstechnisch sinnvoll ist, sind die in der folgenden Tabelle erläuterten Merker in die Steuerung zu integrieren.

<b>N A M E</b>	<b>F U N K T I O N</b>
<b>AFFU</b> = automatische Freigabe der <b>Fußgänger</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker und entsprechender IV-Anforderung erfolgt im Umlauf eine automatische Freigabe der Fußgänger parallel zum KFZ unterschieden nach Haupt- und Nebenrichtung.
<b>AVFU</b> = automatische Verlängerung der <b>Fußgänger</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker und entsprechender IV-Verlängerung erfolgt im Umlauf eine automatische Verlängerung der Fußgängergrünzeiten gekoppelt an die Kfz- Freigabe unterschieden nach Haupt- und Nebenrichtung.
<b>EINZF</b> = <b>Einzelfreigabe</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker ist die Einzelfreigabe eines untergeordneten Verkehrsstroms zugelassen
<b>ÖP</b> = <b>ÖPNV- Priorisierung</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker ist die ÖPNV- Priorisierung aktiv
<b>NAL</b> = <b>Nachlauf</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker und entsprechender Anforderung ist ein Nachlauf zugelassen
<b>HDG</b> = <b>Haupttrichtung Dauer Grün</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker ist die Haupttrichtung die Ruhestellung der Anlage (ohne Anforderung der Nebenrichtung)
<b>FZ</b> = <b>Festzeit-Steuerung</b> (ja/nein)	Bei gesetztem Merker ist die verkehrabhängige Steuerung ausgeschaltet und es läuft eine verkehrstechnisch kompatible Festzeitsteuerung.

Tabelle Programm-Merker

### 3.1.4.6 Fußgängersignalisierung

Optische und taktile Fußgängersignale:

Die Signalgruppen werden immer parallel freigegeben.

Über den Programm-Merker AFFU kann die Steuerung so beeinflusst werden, dass die Fußgänger der Nebenrichtung automatisch freigegeben werden, wenn nur eine Kfz- Freigabe vorliegt. Bei nicht gesetztem Merker werden die Fußgänger nur bei eigener Anforderung freigegeben.

Über den Programm-Merker AVFUH und AVFUN kann eingestellt werden, ob die Fußgängerfreigabe an die Freigabezeit der parallelen Kfz- Signalgruppen gekoppelt werden soll. Bei nicht gesetztem Merker werden die Freigabezeiten der Fußgänger gemäß ihrer eigenen Verlängerungsbedingungen modifiziert. Die parallel zur Haupttrichtung freigegebenen Fußgänger orientieren sich zusätzlich an den Kerngrünzeit der koordinierten Richtungen.

Akustische Blindensignalgruppen:

Diese Signalgruppen werden nur bei vorliegenden Anforderungen über spezielle Blindentaster freigegeben. Die Freigabe erfolgt nur gleichzeitig mit dem Start der optischen Fußgängersignal-

gruppen. D. h. sie werden nicht zum laufenden Grün dazugeschaltet. Bei Fußgängerüberwegen mit Mittelinsel, wird die Freigabe nur dann realisiert, wenn der gesamte Überweg freigegeben werden kann. Im Fall einer Anforderung während das optische Grün bereits ansteht, ist die Blindenanforderung zu speichern und mit der nächsten Freigabe der optischen Signale nachzuholen. Die taktilen Signalgeber für Sehbehinderte sind ohne Unterbrechung mit den optischen Signalgebern parallel zu schalten.

#### Sonderverlängerung bei Fußgängerüberwegen mit Mittelinseln

Die Freigabe solcher Fußgängerüberwege werden zusätzlich zu reinen Freigabezeitsteuerung (TgMAX2- Zeit), über Versatzzeiten geregelt (Tv\_x\_y). Hierbei wird in beiden Laufrichtungen der Freigabestart des ersten Teilüberweges auf das Freigabeende der folgenden Teilüberwege mit 1,2 m/s berücksichtigt. D.h. über entsprechende Parameter ist die Progressive Freigabezeitsteuerung der Fußgänger einstellbar.. Außerdem sind die Programmmerker FU\_Vers\_HR/NR und FU\_Vers\_OEP vorzusehen. Bei eingeschalteten FU\_Vers\_HR/NR, werden die einmal freigegebenen Fußgänger unabhängig von den Koordinierungsbedingungen mit der eingestellten Versatzzeit bedient. Ein Eingriff in die Freigabe durch den ÖPNV ist jedoch noch möglich und kann die Freigabe der Fußgänger bis auf Mindestgrünzeiten einkürzen. Bei eingeschaltetem FU\_Vers\_OEP ist die Versatzzeitfreigabe der Fußgänger mit höherer Priorität als die zeitgenaue Bedienung des ÖPNV's einstellbar.

### 3.1.5 Allgemeine Merkmale der ÖPNV-Steuerung

#### 3.1.5.1 Kriterien der ÖPNV-Beschleunigung

Zur ÖPNV-Beschleunigung sind folgende Bedingungen zu berücksichtigen:

- ÖPNV-Fahrzeuge sollen in der Regel ohne Aufenthalt die LSA passieren können.
- Mehrere ÖPNV-Fahrzeuge, die sich gleichzeitig innerhalb des Anforderungsbereichs befinden werden von der Steuerung logisch verwaltet.
- Fehlende Abmeldungen werden nach Ablauf von einstellbaren Zeiten automatisch gelöscht. Hiernach nimmt die Steuerung wieder den Normalbetrieb auf.
- Der Eingriff in den normalen Ablauf des Signalprogramms zugunsten der ÖPNV-Fahrzeuge erfolgt zeitgenau. Fahrzeit und Haltestellenzeit und Reaktionszeit des Signalprogramms werden berücksichtigt.
- Wird beim Individualverkehr eine frei wählbare Wartezeit überschritten, weil durch die Eingriffe der ÖPNV-Fahrzeuge die Freigabe des entsprechenden Verkehrsstroms über längere Zeit verhindert wurde, kann für eine frei wählbare Zeit die ÖV -Beschleunigung außer Kraft gesetzt werden.
- Der Priorisierungsgrad des ÖPNV's kann programmbezogen über Parameter eingestellt werden.
- Bei Bedarf können ÖPNV-Eingriffe so begrenzt werden, dass die Grüne Welle nur geringfügig oder überhaupt nicht beeinträchtigt wird.
- Alle Prioritätsmaßnahmen können vom Anwender über Programmparameter oder Rahmen einfach an die Bedürfnisse der Praxis angepasst werden.
- Mit spezifischen Parametern können benachteiligte Signalgruppen infolge ÖPNV – Eingriff beeinflusst werden (Nachbeeinflussung).

### **3.1.5.2 Prioritätsbegrenzung bei Störungen und außergewöhnlich langen Wartezeiten des Individualverkehrs**

Um die ÖPNV-Eingriffe für den Fall von Störungen bei den An- und Abmeldeeinrichtungen zu begrenzen, werden ÖPNV-Anforderungen zwangsgelöscht, wenn nach der letzten Anmeldung einer ÖPNV-Fahrt diesem Fahrzeug eine einstellbare, nutzbare Freigabezeit zur Verfügung stand.

Durch eine zu dichte Fahrzeugfolge und die dadurch im Rahmen der Beschleunigungsmaßnahme verursachte ständige Freigabe bestimmter Richtungen wäre es ohne entsprechende Gegenmaßnahmen möglich, dass die zu den ÖPNV-Fahrten unverträglichen Verkehrsrichtungen theoretisch für unbestimmte Zeit gesperrt bleiben. Um hier unzumutbaren Sperrzeiten entgegenzuwirken, werden ÖPNV-Anforderungen nur akzeptiert, wenn sie vor Ablauf der maximalen Wartezeit die LSA passieren können.

Die Überschreitung des Schwellwertes unterbricht die Prioritätsmaßnahme für eine einstellbare Zeit (Programmparameter), so dass der Individualverkehr gesteuert werden kann.

Mit Hilfe dieser Programmparameter kann die Priorität der ÖPNV-Fahrzeuge in der Hinsicht gesteuert werden, dass einerseits die maximalen möglichen Wartezeiten begrenzt werden und andererseits dem Individualverkehr eine frei wählbare Zeit zur Verfügung gestellt wird, in der er sich nach einem ÖPNV-Eingriff normalisieren kann.

Eine Deaktivierung einzelner ÖPNV-Linien ist über spezielle Programm-Merker möglich.

### **3.1.5.3 Berücksichtigung von Fahrzeiten, Haltestellenaufenthaltszeiten und Reaktionszeiten der Signalsteuerung**

Der Eingriff in den normalen Ablauf des Signalprogramms zugunsten des ÖPNV's ist im Wesentlichen von folgenden drei Werten abhängig:

- Theoretische Annäherungszeit zwischen dem Zeitpunkt der Anforderung am ersten Meldepunkt und dem gewünschten Freigabezeitbeginn für den ÖPNV an der Signalgruppe X.
- Bereits abgelaufene Fahrzeit seit Anforderung an den Anmeldepunkten.
- Zeit vom Beginn des Eingriffs in das Signalprogramm bis zum möglichen Freigabezeitbeginn für den ÖPNV = Reaktionszeit der Lichtsignalanlage.

Die Zeit zwischen der Anforderung am Anmeldepunkt und dem gewünschten Grünbeginn ergibt sich aus der theoretischen Fahrzeit vom Meldepunkt bis zur Haltlinie, dem gewünschten Vorlauf der Freigabezeit vor Erreichen der Haltlinie (in der Regel 5 s) und eventuellen Haltestellenaufenthaltszeiten.

Die Zeit zwischen der Anmeldung und dem gewünschten Grünbeginn wird als Programmparameter organisiert (theoretische Fahrzeit). Erhalten die ÖPNV-Fahrzeuge zu früh bzw. zu spät Grün, kann über die Parameter der Eingriff optimiert werden.

In der Regel vergehen ab Anmeldung des ÖPNV bis zur Freigabe einige Sekunden. Diese Reaktionszeit, verursacht insbesondere durch Mindestgrünzeiten und Zwischenzeiten, wird bei der Einleitung von ÖV-Beeinflussungen zugunsten der ÖPNV-Fahrzeuge berücksichtigt, indem sie wie die aktuelle Fahrzeit von der theoretischen Fahrzeit abgezogen wird.

Ein Eingriff zugunsten der ÖPNV-Fahrzeuge erfolgt, abgesehen von den Koordinierungs- und sonstigen Randbedingungen, wenn die Reaktionszeit der LSA der verbleibenden Restfahrzeit entspricht.

### **3.1.5.4 Berücksichtigung von Koordinierungsbedingungen in Grünen Wellen**

Bei der koordiniert - verkehrsabhängigen Signalsteuerung wird im Bedarfsfall die Priorität des ÖPNV's auf eine bestimmte Zeit des Signalumlaufs begrenzt. Hiermit können Störungen in der Koordination verringert bzw. ganz verhindert werden. Dazu werden jeder ÖPNV-Richtung je

Signalprogramm zeitliche "Erlaubnisrahmen" zugeordnet, in denen die Priorisierung wirksam werden kann.

Die Gestaltung der "Erlaubnisrahmen" liegt zwischen zwei Wirksamkeitsextremen:

- Der „Erlaubnisrahmen“ liegt exakt in dem Bereich, in dem aufgrund der Grüne-Wellen-Beziehung ohnehin die Freigabe vorgesehen ist. In diesem Fall würden die Prioritätsmaßnahmen auf das Minimum beschränkt und eine Beeinträchtigung des Individualverkehrs praktisch ganz ausgeschlossen.
- Der " Erlaubnisrahmen " für die Eingriffe zur Beschleunigung des ÖPNV entspricht der Umlaufzeit. In diesem Fall werden Anforderungen der ÖPNV-Fahrzeuge ständig mit voller Priorität, unabhängig von der Grünen Welle, durchgeführt. Die Folge sind zwangsläufig spürbare Störungen in der Grünen Welle.

Um den Grad der Priorisierung auch in Abhängigkeit von den Grünwellenbedingungen bei koordinierter Steuerung in den verschiedenen Programmen unterschiedlich festlegen zu können, werden die Rahmen der Beschleunigungsmaßnahme mit Hilfe von ÖPNV- Rahmendefinitionen variabel vorgesehen.

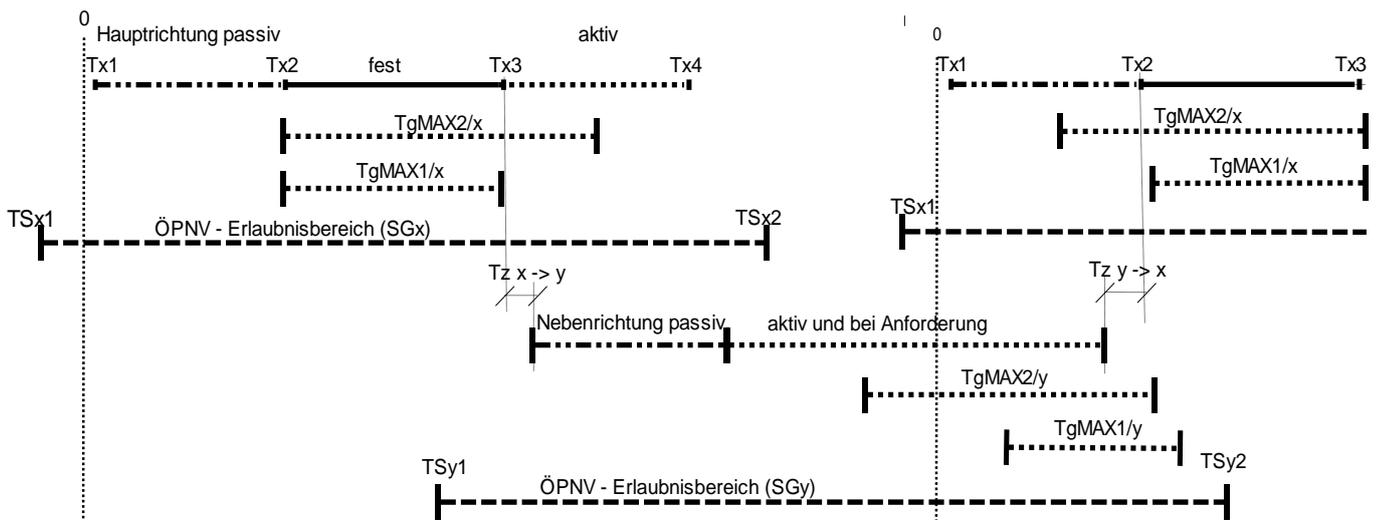
Die Rahmen in der vorgesehenen Planung werden zunächst so eingestellt, dass die Eingriffe des ÖPNV's sich auf das Vorziehen bzw. Verlängern der Freigabe (über das Normalmaß hinaus) beschränken. Die geplante Einstellung der Erlaubnisfenster stellt eine mittlere Priorität zwischen den dargestellten Wirksamkeitsextremen dar.

#### **3.1.5.5 Berücksichtigung des Individualverkehrs nach einem ÖPNV-Eingriff**

Zur ÖPNV-Beschleunigung sind bezüglich des Individualverkehrs folgende Randbedingungen zu beachten:

- Alle erfassten Verkehrsströme werden trotz eines ÖPNV-Eingriffs im Umlauf freigegeben.
- Über die Grünwellenbedingungen hinaus kann jede freigegebene Signalgruppe bis zu einer einstellbaren Grünzeit ( $T_{gmax1}$ ) bemessen. Nur eine aktuelle ÖPNV-Anforderung kann diese Freigabezeit verkürzen.
- Im Rahmen der Koordinierungsbedingungen können die Verkehrsströme Freigabezeiten anfordern und verlängern. Der Eingriff des ÖPNV in diese Grünzeitverteilung infolge der eingestellten Randbedingung ist möglich.

# Übersicht Grünzeitverteilung bei ÖPNV-Eingriff



**Tx1:** frühester Zeitpunkt für den Start der Signalgruppe (SG) x (Ohne Verlängerung der Nebenrichtung nach einer Freigabe)

**Tx2:** spätester Zeitpunkt für den Start der SG x (Maximale Verlängerung der Nebenrichtung nach einer Freigabe)

**Tx3:** frühester Zeitpunkt für das Ende der SG x (Ohne Verlängerung der Haupttrichtung, mit Anforderung der Nebenrichtung)

**Tx4:** spätester Zeitpunkt für das Ende der SG x (Maximale Verlängerung der Haupttrichtung, Anforderung der Nebenrichtung)

**Tsx1, Tsx2:** Bereichsdefinition für den ÖPNV-Eingriff der Haupttrichtung (Beeinflussung der Signalgruppe x)

**Tsy1, Tsy2:** Bereichsdefinition für den ÖPNV-Eingriff der Nebenrichtung (Beeinflussung der Signalgruppe y)

**TgMAX2/x, TgMAX2/y:** Verlängerungsaktive Zeit bei Freigabe für SG x und y (Alternativ zur GW mit Eingriffsmöglichkeit des feidlichen ÖPNV's)

**TgMAX1/x, TgMAX1/y:** Verlängerungsaktive Zeit bei Freigabe für SG x und y (Alternativ zur GW ohne Eingriffsmöglichkeit des feidlichen ÖPNV's)

### **3.2 Grundsatzfestlegungen für Verkehrssignalsteuerungen der Stadt Gelsenkirchen**

Grundsätzlich werden bei der verkehrstechnischen Berechnung und Planung die aktuelle Fassung der RiLSA berücksichtigt. **Abweichende bzw. ergänzende Vorgaben der Stadt Gelsenkirchen sind nach Auftragserteilung vom AN beim AG einzuholen.**