

Förderprojekt:

ITS4CULTURE 2025

Leistungsbeschreibung

Auftraggeber: **Stadt Chemnitz**
 Verkehrs- und Tiefbauamt
 Abt. Verkehrsregelung und -lenkung

Bearbeitungsstand: Version I, 22.05.2025

INHALTSVERZEICHNIS

1	ALLGEMEINES	5
1.1	Ausgangslage und Motivation	5
1.2	Projektziele	7
1.3	Ausschreibungsmodalitäten	7
1.3.1	Angebotserstellung	8
1.3.4	Nebenangebote	8
1.4	Zuschlagskriterien	9
1.4.1	Allgemeines	9
1.4.2	Kriterium Preis	9
1.4.3	Bewertungskriterium	9
1.5	Pflichtenheft, Baufristen	12
1.6	Gewährleistung	12
1.7	Wartungs- und Instandhaltungsvertrag	12
1.8	Abnahme	13
1.9	Anforderungen an die Anlagensicherheit – BSI-Gesetz	14
2	DARSTELLUNG DER BESTANDSSITUATION	14
2.1	Verkehrsmanagementsystem	14
2.2	Feldebene - Lichtsignalanlagen im Fördervorhaben	16
2.3	Kommunikationsnetz	17
2.4	Schnittstellen für den Outstations- und Instationsbereich	18
2.4.1	Outstationsbereich	18
2.4.2	Instationsbereich	18
3	ERTÜCHTIGUNG DER INFRASTRUKTUR FÜR C-ITS-ANWENDUNGEN	19
3.1	Allgemeine Forderungen	19
3.2	Bauablauf und zeitliche Rahmenbedingungen	19
3.3	Verkehrsführung und Verkehrssicherung	20
4	ERNEUERUNG UND ERTÜCHTIGUNG DER FELDEBENE	21
4.1	Energieanschluss	21
4.2	Demontage der vorhandenen LSA-Steuergeräte und Steuergeräteschränke	22
4.3	Anpassung der Kommunikationstechnik	23
4.4	Anforderungen an die LSA-Steuergeräte	25
4.4.1	Schaltschrank und Sockel	25
4.4.2	Gerätetechnische Anforderungen	25

4.4.3	<i>Anschluss der vorhandenen Außenanlagen</i>	30
4.4.4	<i>Anforderungen an die Roadside Units</i>	31
4.4.5	<i>Anforderungen an das intelligente Kamerasystem</i>	33
4.4.6	<i>Vorgaben zur Erarbeitung und Versorgung der LSA-Steuerungen</i>	35
4.4.7	<i>Funktionale Anforderungen an den GLOSA-Dienst (ÖV)</i>	37
4.4.8	<i>Funktionale Anforderungen an die Fahrzeug-Priorisierung (TSP)</i>	38
4.4.9	<i>Funktionale Anforderungen an das Absetzen einer Warnmeldung (CPM und DENM) – VRU Service</i>	40
4.4.10	<i>Test und Inbetriebnahme</i>	41
5	LIEFERUNG UND MONTAGE DER ONBOARD UNITS	42
5.1	<i>Allgemeine Anforderungen</i>	42
5.2	<i>Gerätetechnische Anforderungen</i>	42
5.3	<i>Kopplung der OBU mit dem Bordrechner</i>	44
5.4	<i>Dokumentation</i>	44
6	WEBBASIERTER SERVICE ZUR OBU-VERWALTUNG	44
6.1	<i>Aufgaben und Anforderungen</i>	44
6.2	<i>Zugriff auf die Serviceoberfläche</i>	45
6.3	<i>Erstversorgung</i>	46
6.4	<i>Anforderungen an die Bedienoberfläche des Webservices</i>	46
7	WEBSERVICE ZUR REISEZEITERMITTLUNG	47
7.1	<i>Erstversorgung</i>	47
7.2	<i>Ermittlung und Darstellung von Reisezeiten</i>	47
7.3	<i>Datenarchivierung</i>	47
7.4	<i>Bereitstellung der Daten für Dritte</i>	48
8	ANBINDUNG/SERVICE EINER PKI	48
9	EINWEISUNG	49
10	INSTALLATIONSTÄTIGKEITEN - PROJEKTL EITUNG	49
11	ZU BEACHTENDE EMPFEHLUNGEN UND RICHTLINIEN	50
12	ABKÜRZUNGSVERZEICHNIS	51

ANLAGENVERZEICHNIS

Anlage 1 Überblick über die Lage der LSA im Fördergebiet

Anlage 2 Lage- und Ausrüstungspläne

- 2.1 - LSA 0905 Salzstraße/Hechlerstraße
- 2.2 - LSA 0910 Müllerstraße/Promenadenstraße
- 2.3 - LSA 0915 Müllerstraße/Nordstraße
- 2.4 - LSA 0920 Müllerstraße/Mühlenstraße
- 2.5 - LSA 0925 Zöllnerplatz
- 2.6 - LSA 0930 Wilhelm-Külz-Platz
- 2.7 - LSA 0932 August-Bebel-Straße/Hilbersdorfer Straße
- 2.8 - LSA 0935 Thomas-Mann-Platz
- 2.9 - LSA 0940 Palmstraße/Hainstraße
- 2.10 - LSA 0945 Heinrich-Schütz-Straße/Zietenstraße
- 2.11 - LSA 2405 Fürstenstraße/Zietenstraße
- 2.12 - LSA 2720 Augustusburger Straße/Clausstraße/Zietenstraße
- 2.13 - LSA 2810 Clausstraße/Bernhardstraße
- 2.14 - LSA 3010 Clausstraße/Charlottenstraße
- 2.15 - LSA 3310 Clausstraße/Carl-von-Ossietzky-Straße
- 2.16 - LSA 3620 Zschopauer Straße/Wartburgstraße
- 2.17 - LSA 3920 Bernsdorfer Straße/Wartburgstraße
- 2.18 - LSA 4020 Wartburgstraße 42
- 2.19 - LSA 4214 Reichenhainer Straße/Campusplatz
- 2.20 - LSA 4215 Reichenhainer Straße/Wartburgstraße
- 2.21 - LSA 4220 Reichenhainer Straße/Friedhof
- 2.22 - LSA 4520 Fraunhofer Straße/Lise-Meitner-Straße
- 2.23 - LSA 4505 Fraunhofer Straße/Lutherstraße
- 2.24 - LSA 4203 Reichenhainer Straße/Südbahnstraße
- 2.25 - LSA 3911 Bernsdorfer Straße/Südbahnstraße
- 2.26 - LSA 3910 Bernsbachplatz
- 2.27 - LSA 4200 Reichenhainer Straße/Gustav-Freytag-Straße
- 2.28 - LSA 4810 Annaberger Straße/Gustav-Freytag-Straße
- 2.29 - LSA 6305 Stollberger Straße/Reichsstraße
- 2.30 - LSA 7205 Zwickauer Straße/Reichsstraße
- 2.31 - LSA 7301 Stephanplatz

- 2.32 - LSA 7805 Reichsstraße/Weststraße
- 2.33 - LSA 7810 Weststraße/Barbarossastraße
- 2.34 - LSA 8105 Barbarossastraße/Henriettenstraße
- 2.35 - LSA 8425 Limbacher Straße/Barbarossastraße/Beyerstraße
- 2.36 - LSA 9310 Beyerstraße/P.-Jäkel-Straße
- 2.37 - LSA 9305 Luisenplatz
- 2.38 - LSA 8705 Leipziger Straße/Salzstraße/Konradstraße
- 2.39 - LSA 9010 Bergstraße/Salzstraße

- Anlage 3 Muster Wartungs- und Instandhaltungsvertrag für den Webservice und Software OBU
- Anlage 4 Muster Wartungs- und Instandhaltungsvertrag für die RSU-Software

1 Allgemeines

1.1 Ausgangslage und Motivation

Angesichts zunehmender Urbanisierung, steigender Verkehrsdichte und im Hinblick auf die wachsenden Anforderungen an Nachhaltigkeit, Effizienz, Umweltfreundlichkeit und Verkehrssicherheit gewinnen Anwendungen im Kontext einer digitalisierten und vernetzten Mobilität immer mehr an Bedeutung.

Im Rahmen des Förderprojektes ITS4Culture wird eine weitreichende Nutzung digitaler Technologien und die Umsetzung folgender Hauptziele angestrebt:

(1) Priorisierung von ÖV- und Rettungsfahrzeugen

Unter dem Hintergrund der kurz- bis mittelfristig auslaufenden Nutzbarkeit von R09.16-Telegrammen zur ÖV-Priorisierung ist es erforderlich, bis dato europäisch harmonisierte C-ITS-Dienste zu etablieren (C-ITS ... Cooperative Intelligent Transport Systems). Mittels der exakten Erfassung des Fahrzeuges und TSP (Traffic Signal Priority) ist dieser Dienst dabei nicht nur für den ÖV, sondern auch für andere Verkehrsteilnehmer, wie z.B. für Rettungs- und Einsatzfahrzeuge von großem Mehrwert. Im Rahmen des Förderprojektes soll die ÖV-Beschleunigung ETA-basiert durch die Nutzung von SREM/SSEM-Nachrichten im Parallelbetrieb mit R09.16-Telegrammen erfolgen (ETA... Estimated Time of Arrival, SREM... Signal Request Message, SSEM... Signal Status Message).

(2) Etablierung eines GLOSA-Dienstes

Der GLOSA-Dienst (Green Light Optimized Speed Advisory) liefert Echtzeitdaten zu Lichtsignalsteuerungen zusammen mit einer Prognose der erwarteten Umschaltzeiten der Signalzustände. Diese Informationen ermöglichen es Fahrzeugen, ihre Geschwindigkeit so anzupassen, dass sie möglichst wenig an Lichtsignalanlagen halten müssen. Die Geschwindigkeitsberechnung sowie die Anpassung der eigenen Fahrtrajektorie erfolgt dabei im Fahrzeug selbst. Dies reduziert Kraftstoffverbrauch und Emissionen, optimiert den Verkehrsfluss und ist ein wichtiger Bestandteil intelligenter, nachhaltiger Mobilität (C-ITS).

(3) Absetzen von Gefahrenmeldungen

Die Erhöhung der Verkehrssicherheit wird insbesondere bei Abbiegevorgängen und daraus resultierenden Konflikten zwischen abbiegenden Kfz und querenden Fußgängern und Radfahrern angestrebt. Mittels intelligenter Detektionstechnik sollen dabei potenzielle Konflikte vorrangig zwischen motorisierten und nicht motorisierten Verkehrsteilnehmern identifiziert werden. Weiterführend soll dann seitens der Infrastruktur eine Warnmeldung mittels CPM (Collective Perception Message) und perspektivisch mittels DENM (Decentralised Environmental Notification Message) an die Verkehrsteilnehmer abgegeben werden.

(4) Ermittlung, Darstellung und Bereitstellung von Reisezeiten

Im Hinblick auf eine bedarfsgerechte Verkehrsplanung und den effektiven Einsatz verkehrstechnischer Anlagen sind Verkehrsdaten des motorisierten und nicht motorisierten Verkehrs unverzichtbar. Entsprechend dem Verlauf der Ringbuslinie soll durch ein bereits vorhandenes Content Management System (CMS) der Stadt Chemnitz die jeweils aktuelle Reisezeit für beide Fahrtrichtungen kontinuierlich ermittelt und auf dem Reisezeitserver des CMS dargestellt werden. Zudem sollen vom CMS die Reisezeitdaten der Mobilitätsplattform der Stadtverwaltung Chemnitz sowie der Mobilithek zur Verfügung gestellt werden. Dazu müssen im Zuge dieses Projektes die lokal erfassten Verkehrsdaten an das bereits CMS übertragen werden.

Um diese Ziele zu erreichen ist es einerseits notwendig, die Infrastruktur dahingehend zu erweitern und zu ertüchtigen, dass diese C-ITS-Nachrichten senden, empfangen und verarbeiten kann. Dazu müssen unter anderem die Steuergeräte der Lichtsignalanlagen (LSA) modernisiert und mit Road-Side-Units (RSUs) ausgestattet sowie die Steuerungen erweitert und angepasst werden. Im Rahmen des Fördervorhabens wird die Umsetzung der vorbenannten Ziele an insgesamt 39 Lichtsignalanlagen (LSA) angestrebt. Diese LSA werden durch Busse der Chemnitzer Verkehrs AG (CVAG) im Linienbetrieb der Ringbuslinie 82 passiert.

Für die Kommunikation zwischen Infrastruktur (LSA) und Fahrzeug (Busse der Linie 82) ist es ferner zwingend erforderlich, auch die Fahrzeuge mit entsprechender Sende-/Empfangstechnik auszustatten. Die Lieferung und Konfiguration der Onboard Units (OBUs) einschl. notwendige Anpassungen der Schnittstelle zum Bordrechner der IVU Traffic Technologies AG und daraus resultierende Abstimmungen mit dem Hersteller der Bordrechner sind daher ebenfalls Bestandteil dieser Ausschreibungsunterlage.

Die Administrierung der zu liefernden und zu installierenden RSUs und OBUs soll über einen Webservice im Sinne eines Content Management Systems/Backends erfolgen, da eine Erweiterung der Verkehrsmanagementzentrale nicht möglich ist. Diese Dienste sind durch den Auftragnehmer zu etablieren. Darüber hinaus sind sämtliche C-ITS-Nachrichten von den neu zu installierenden RSU über eine nach Möglichkeit standardisierte Schnittstelle an das vorhandene CMS der Stadt Chemnitz zu übertragen.

Die Darstellung der Informationen auf dem Display der Bordrechner und damit bedingte Anpassungen sowie Änderungen und Erweiterungen des ITCS-Systems der CVAG sind nicht Leistungsbestandteil dieser Ausschreibungsunterlage.

1.2 Projektziele

Mit dem Fördervorhaben sollen folgende wesentliche Projektziele umgesetzt werden:

- Optimierung und Harmonisierung des Verkehrsablaufes sowie energieeffizientes Fahren
- Zielgerichtete ÖV-Beschleunigung in Abhängigkeit der Fahrplanlage
- Priorisierung von Einsatzfahrzeugen an ausgewählten Lichtsignalanlagen
- Erhöhung der Verkehrssicherheit, insbesondere bei Abbiegevorgängen an einer ausgewählten Lichtsignalanlage
- Abbildung der Verkehrslage auf Basis der Reisezeit (LOS) für die Streckenabschnitte entsprechend dem Linienverlauf der Buslinie 82 (beide Richtungen)

1.3 Ausschreibungsmodalitäten

Die vorliegende Leistungsbeschreibung einschließlich der detaillierten Preisblätter gelten als bindende Ausschreibungsunterlage für die Lieferung und Installation der Feldgeräte sowie der angeschlossenen Komponenten auf mikroskopischer Ebene, für die Lieferung der Onboard Units und die Bereitstellung und Konfiguration eines Webservices für die Onboard Units, die Lieferung und Montage der Roadside Units und die Bereitstellung und Konfiguration des Webservices für die Verwaltung der Roadside Units. Sie wird bei Auftragserteilung Bestandteil des Vertrages. Mit der Angebotsabgabe stimmt der Bieter den Bedingungen der Ausschreibungsunterlagen zu. Die Angebotsunterlagen sind eindeutig, ohne Interpretationsspielraum zu verfassen.

Im Angebot sind alle Bau-, Herstellungs-, Lieferungs- und Montageleistungen sowie alle erforderlichen Kleinteile und Werkzeuge enthalten. Dies gilt auch dann, wenn dies in der Leistungsbeschreibung oder in den Preisblättern nicht explizit erwähnt ist. Sollten dem Bieter Mängel in der Beschreibung technischer Anlagen auffallen, so ist der Bieter vor Abgabe des Angebotes verpflichtet, die ausschreibende Stelle darüber zu informieren und eine Klärung herbeizuführen.

Der Bieter verpflichtet sich **in jedem Fall ein komplett installiertes, vollkommen versorgtes, fertiges und entsprechend den in dieser Beschreibung formulierten Anforderungen funktionierendes System zu übergeben**. Das schließt die Lieferung, Montage und die Inbetriebnahme ein. Der Nachweis erfolgt über die geforderten Versorgungs-, Prüf- und Abnahmeleistungen. Dabei sind die in der Bundesrepublik Deutschland geltenden technischen Normen und Lieferbedingungen (DIN, VDE, europäische Normen EN) einzuhalten.

Die Wartung der LSA erfolgt durch den AG selbst. Für die Webservices werden separate Wartungsverträge abgeschlossen (s. Abschnitt 1.7)

1.3.1 Angebotserstellung

Durch den Bieter sind zum einen die **Eignungskriterien** nachzuweisen und mit dem Angebot einzureichen und zum anderen ein **Konzept** (Umfang max. 15 DIN A4-Seiten) in deutscher Sprache anzufertigen und zwingend mit dem Angebot einzureichen.

Sämtliche Fragen des Bieters im Angebots-/Vergabeprozess sind in deutscher Sprache zu verfassen. Ansprechpartner des Bieters müssen die deutsche Sprache in Wort und Schrift entsprechend Level C1 (fachkundige Sprachkenntnisse) beherrschen.

1.3.2 Eignungskriterien

Die Nachweise zur Eignung sind mit dem Angebot einzureichen und ergeben sich aus dem Teil "Fragebogen zur Eignung", Kriterien 1.1.1 bis 1.1.3.

1.3.3 Konzept

Im Konzept sind die zu erbringenden Leistungen hinsichtlich der angedachten technischen Umsetzung zu beschreiben, wobei inhaltlich die in der Leistungsbeschreibung aufgeführten Positionen zu berücksichtigen sind.

Folgende Erläuterungen und Darstellungen sollen sich im Konzept in knapper Form widerspiegeln:

- vorgesehene Bearbeitungs-/Herangehensweise
- Beschreibung des Web-Services für die RSU und OBU
- Darlegung der Bearbeitungsdauer und Grob Ablaufplan für die Leistungserbringung mit der Maßgabe Projektabschluss bis 31.10.2026
- vorgesehener Personaleinsatz
- Darstellung der Kommunikation und des Datenflusses zwischen RSU, OBU und Webservice/Backend
- Darlegung der sicherheitsrelevanten Aspekte für die Kommunikation zwischen RSU und OBU, insbesondere zur Verschlüsselung der Nachrichten, Sicherheitslevel im Zusammenhang mit der Anbindung an eine PKI (Public Key Infrastructure)
- Beschreibung der Umsetzung des TSP-Services inklusive der Bereitstellung der Inhalte der SREM, insbesondere ETA

Im Rahmen der Erstellung des Konzeptes sind die Anforderungen des Kriterienkataloges zu berücksichtigen (s. Abschnitt 1.4).

Die Einbeziehung von Subunternehmern ist möglich. Die vorgesehenen Subunternehmer sind in den Angebotsunterlagen namentlich zu nennen, diese werden auf Eignung geprüft.

1.3.4 Nebenangebote

Nebenangebote sind nicht zugelassen.

1.4 Zuschlagskriterien

1.4.1 Allgemeines

Es erhält derjenige Bieter den Zuschlag, welcher das wirtschaftlichste Angebot abgegeben hat. Dieses wird unter Verwendung des nachfolgend beschriebenen Bewertungsschemas ermittelt.

Der Bieter mit der höchsten Punktzahl aus den zwei Zuschlagskriterien erhält den Zuschlag. Die Vergabe der Gesamtpunkte erfolgt entsprechend der Gewichtung.

In die Bewertung gehen ein:

- das Kriterium Preis mit einer Gewichtung von 30%
- qualitative Bewertungskriterien mit einer Gewichtung von 70%.

Seitens des AG wird darauf hingewiesen, dass die ausgeschriebenen Leistungen im Rahmen eines Fördermittelprojektes zu erbringen sind. Es stehen Fördermittel in Höhe von 2,97 Mio. Euro (brutto) zur Verfügung. Darüber hinaus sind keine weiteren finanziellen Mittel vorhanden.

1.4.2 Kriterium Preis

Das preisniedrigste wertbare Angebot erhält 100 Punkte. Alle anderen wertbaren Angebote werden mittels folgender Formel bewertet: $\text{preisniedrigstes Angebot} \times 100 \text{ geteilt durch zu wertendes Angebot}$.

Maßgebend ist der Angebotspreis für sämtliche Positionen entsprechend Preisblätter einschl. Wartung und Instandhaltung. Der günstigste Bieter erhält die volle Punktzahl. Für die weiteren Bieter ergibt sich eine gestaffelte Zuordnung je nach prozentualer Abweichung zum günstigsten Preis, gerundet auf eine Stelle nach dem Komma.

1.4.3 Bewertungskriterium

Die Bewertung erfolgt durch eine Jury, welche aus 5 Personen aus dem Fachbereich Verkehrsregelung und -lenkung besteht, anhand des eingereichten Konzeptes.

Die mit einem B gekennzeichneten Anforderungen stellen innerhalb der Bewertungsskala die mit Punkten zu bewertenden Kriterien dar.

Insgesamt können für die Bewertungskriterien B.1 bis B.4 maximal 100 Punkte erreicht werden. Die Kriterien werden dabei entsprechend ihrer Bedeutung unterschiedlich gewichtet.

Qualitative Bewertungskriterien (B)		Gewichtung
B.1	Allgemeines - Problemstellung und Zielsetzung erfasst und in eigenen Worten dargestellt. Problemverständnis Datenübertragung und Schnittstellen - Zusammenhänge erfasst und methodisch schlüssig wiedergegeben. Problemverständnis Webservice und Schnittstellen - Zusammenhänge erfasst und methodisch schlüssig wiedergegeben.	Max. 20 Punkte 0-5 Punkte: unterdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung. Angaben weisen Mängel auf, die den Anforderungen wenig entsprechen. >5-15 Punkte: Wenn das Konzept in den dargestellten Angaben den Anforderungen an die Eignung voll entsprechen. >15-20 Punkte: Hervorragende, überdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung, die insgesamt den Erwartungen des Auftraggebers in einem besonderen Maße entspricht. Die Darstellung der Lösungsansätze ist sehr ausführlich.
B.2	Kurzbeschreibung Web-Service - Was kann der AG in Zukunft selbst konfigurieren/ändern (z.B. Inhalte der SREM und SSEM)? - Welche C-ITS-Nachrichten werden wie lange und in welcher Form im Webservice RSU und OBU gespeichert? - Besteht die Möglichkeit, jeden Nachrichtentyp separat mittels PKI zu signieren? - Stehen bereits zum Zeitpunkt der Ausschreibung neben den Webservices zusätzliche weitere Services zur Verfügung (z.B. Bereitstellung der Glosa Daten über eine kostenfrei verfügbare App für die Smartphone-Betriebssysteme Android und iOS mit spurgenaue Anzeige der Prognose zur verbleibenden Rotzeit und Anzeige der optimalen Annäherungsgeschwindigkeit, um den Knoten bei Grün zu passieren; Nutzung des in Smartphone integrierten GPS). - Gibt es bereits eine Applikation der Reisezeitermittlung - Darstellung des eigenen Entwicklungsstandes hinsichtlich herstellerübergreifender Interoperabilität der verwendeten Komponenten - Welche Möglichkeiten der Darstellung und Auswertung von C-ITS-Nachrichten sowie Prozessdaten bieten die Webservices? - Darstellung der Daten-Schnittstellen (APIs) für externe Systeme - Darstellung des eigenen Entwicklungsstandes zur Korrektur ungenauer GPS-Positionsbestimmung	Max. 35 Punkte 0-9 Punkte: unterdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung. Angaben weisen Mängel auf, die den Anforderungen wenig entsprechen. >9-25 Punkte: Wenn das Konzept in den dargestellten Angaben den Anforderungen an die Eignung voll entsprechen. >25-35 Punkte: Hervorragende, überdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung, die insgesamt den Erwartungen des Auftraggebers in einem besonderen Maße entspricht. Die Darstellung der Lösungsansätze ist sehr ausführlich.

Qualitative Bewertungskriterien (B)		Gewichtung
B.3	Dienstleistung und Qualitätssicherung - Beschreibung der vorgesehenen Komponenten (Steuergerät, RSU, OBU, Switches, ...) - Wie erfolgt die Anbindung an die Mobilithek? - Wie erfolgt die Umsetzung des C-ITS Services VRU (Vulnerable Road User Protection) - Kurzbeschreibung des Konzepts? - Kurzbeschreibung der Umsetzung des TSP-Services inklusive der Bereitstellung der Inhalte der SREM, insbesondere ETA - Konzeptionelle Beschreibung, wie für die C-ITS-Komponenten ein Update von PKI Level L0 auf PKI Level L2 erfolgen kann Wie und durch welche Komponente wird die Schaltzeitprognose erstellt (GLOSA-Dienst; dezentral oder zentral)? Mit welchen Latenzzeiten ist zu rechnen, insbesondere im Hinblick auf SPATEM und GLOSA? Welche Möglichkeiten des Monitorings der RSU-Daten werden dem Anwender zur Verfügung gestellt, insbesondere im Hinblick auf die Transparenz (z.B. Heat-Map der Funkabdeckung, MAPEM-/SPATEM-Darstellung)? Erfüllen die Soft- und Hardwarekomponenten bereits die Anforderungen hinsichtlich DIN ISO/ IEC 27001, DIN ISO/ IEC 27002 BSI-Gesetz?	Max. 35 Punkte 0-9 Punkte: unterdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung. Angaben weisen Mängel auf, die den Anforderungen wenig entsprechen. >9-25 Punkte: Wenn das Konzept in den dargestellten Angaben den Anforderungen an die Eignung voll entsprechen. >25-35 Punkte: Hervorragende, überdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung, die insgesamt den Erwartungen des Auftraggebers in einem besonderen Maße entspricht. Die Darstellung der Lösungsansätze ist sehr ausführlich.
B.4	Abwicklung und Organisation - Ist der Zeitplan für die Leistungserbringung schlüssig und nachvollziehbar? - Wie wird die Leistungserbringung in Abhängigkeit vom Personaleinsatz organisiert? - Auf welche Risiken verweist der AN und welche Möglichkeiten zur Minimierung der erkannten Risiken zeigt er auf?	Max. 10 Punkte 0-2,5 Punkte: unterdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung. Angaben weisen Mängel auf, die den Anforderungen wenig entsprechen. >2,5-7,5 Punkte: Wenn das Konzept in den dargestellten Angaben den Anforderungen an die Eignung voll entsprechen. >7,5-10 Punkte: Hervorragende, überdurchschnittliche Darstellung der Umsetzung, die insgesamt den Erwartungen des Auftraggebers in einem besonderen Maße entspricht. Die Darstellung der Lösungsansätze ist sehr ausführlich.

1.5 Pflichtenheft, Baufristen

Durch den Auftragnehmer (AN) ist zeitnah nach Auftragsvergabe ein Pflichtenheft in deutscher Sprache zu erarbeiten. In diesem ist die Umsetzung der in der Ausschreibung geforderten fachtechnischen Spezifikationen detailliert zu beschreiben und mit dem AG abzustimmen.

Das mit dem AG abgestimmte Pflichtenheft ist dem AG zur Genehmigung und Unterzeichnung in digitaler Form (vorzugsweise im pdf-Format) vorzulegen.

Der genaue Fristenplan mit den einzuhaltenden Zwischenzielen ist nach Auftragserteilung in Abstimmung mit dem AG zu erstellen.

1.6 Gewährleistung

Die Gewährleistung orientiert sich an den Allgemeinen Vertragsbedingungen für die Ausführung von Leistungen (VOL/B).

Für die Komponenten der Ausschreibung beginnt die Gewährleistungszeit mit der jeweiligen Schlussabnahme. Für die Komponenten der Feldebene (LSA-Steuergeräte) ist davon auszugehen, dass diese zeitversetzt installiert und in Betrieb genommen werden.

Für die gelieferte Software gilt prinzipiell ein uneingeschränkter Gewährleistungszeitraum für ihre Funktionalität.

Während der Gewährleistungsfristen haftet der AN im vollen Umfang für alle direkt und indirekt verursachten Schäden, die in der Folge mangelhafter Ausführung der Leistungen entstanden sind. Direktschäden sind dabei solche Schäden, die unmittelbar durch mangel- oder fehlerhafte Ausführung von Leistungen des AN entstehen (z. B. durch Zerstörung von Bauteilen durch Kurzschluss infolge fehlerhafter Verdrahtung). Indirekt verursachte Schäden treten mittelbar durch mangel- oder fehlerhafte Ausführung von Leistungen des AN auf (z.B. Schäden, die auf Hacker- oder Virensoftware infolge mangelhafter Systemsicherheit zurückzuführen sind).

1.7 Wartungs- und Instandhaltungsvertrag

Auf der Feldebene erfolgt die Wartung und Instandhaltung der LSA durch den AG. Es werden dementsprechend keine Wartungs- und Instandhaltungsverträge für LSA abgeschlossen.

Unabhängig davon haftet der AN während der Gewährleistungsfrist nach VOL für alle gelieferten Komponenten der Lichtsignalanlage.

Für den Webservice für die Verwaltung und Administration der OBUs sowie für die Software der RSU wird jeweils ein separater Wartungs- und Instandhaltungsvertrag zwischen AG und AN vereinbart. Die Laufzeit des jeweiligen Vertrages beginnt am Tag der förmlichen Abnahme. Der Angebotspreis für die Wartung und Instandhaltung des Webservices wird in der Angebotswertung berücksichtigt.

Der jeweilige Vertrag kann mit einer Kündigungsfrist von 3 Monaten zum Ende eines jeden Kalenderjahres gekündigt werden, frühestens jedoch zum Ende der vertraglich

vereinbarten Mindestvertragsdauer von 4 Jahren. Ohne Kündigung verlängert sich die Laufzeit des Vertrages jeweils um ein weiteres Jahr.

Der Wartungs- und Instandhaltungsvertrag umfasst die Softwarepflege, Softwareupdates und -upgrades. Sämtliche dadurch anfallenden Gebühren, die der AN in diesem Zusammenhang an Dritte zu entrichten hat, sind darin zu berücksichtigen. Die Lichtsignalanlagen, das Kommunikationsnetz sowie die Netzwerke Dritter sind nicht Bestandteil dieses Wartungsvertrages. Die Systemverantwortung des AN endet bei den Übergabepunkten zum Netzwerk Dritter.

Ein Vertragsentwurf ist den Ausschreibungsunterlagen beigelegt. Die Vertragsentwürfe orientieren sich dabei an den Ergänzenden Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen (EVB-IT) Pflege S und berücksichtigen Folgendes:

- (1) Die Reaktion des AN auf eine während der Servicezeit gemeldete Störung erfolgt innerhalb von 4 Stunden. Der AN hat die ständige telefonische Erreichbarkeit innerhalb der vereinbarten Rahmen-Wartungszeit (Montag bis Freitag – ausgenommen Feiertage für den Freistaat Sachsen- zwischen 08:00 Uhr und 16.00 Uhr) zu gewährleisten. Der AG meldet auftretende Störungen und Mängel mit einer Fehlerbeschreibung der angegebenen Kontaktadresse (E-Mail, Telefon).
- (2) Alle Arbeiten sind zu dokumentieren. Vorhandene Dokumentationen/Beschreibungen/ Bedienungsanleitungen sind nach jeder Änderung und Anpassung zu aktualisieren.
- (3) Softwareupdates und -upgrades der Webservices einschl. der Schnittstellen sind Leistungsbestandteil des AN
- (4) Die Beseitigung von Störungen der Webservices, die nicht auf höhere Gewalt zurückzuführen sind, sowie von Fehlern und Mängeln einschl. der Schnittstellen sind Leistungsbestandteil des AN
- (5) Updates und Upgrades der Webservices sind vor Ausführung dem AG bzw. dem Kunden anzuzeigen.

1.8 Abnahme

Die Abnahme der Leistungen muss vom AN rechtzeitig beim AG beantragt werden. Die Gewährleistung beginnt mit erfolgter Abnahme. Mängel, die bei der Abnahme festgestellt werden, müssen in angemessenem Zeitraum beseitigt werden. Teilabnahmen über Einzelkomponenten (z.B. für die Webservices) bzw. Teilleistungen (z.B. für den abgeschlossenen Umbau einer LSA) sind möglich, wobei die abzunehmenden Leistungen in sich abgeschlossen sein müssen.

Die C-ITS Funktionen für den TSP- und GLOSA-Dienst sind zuerst an der LSA 7810 Weststraße/Barbarossastraße nachzuweisen, ehe diese Funktionalitäten an den verbleibenden 38 LSA umgesetzt werden. Das bedeutet, dass durch den AN die LSA 7810 als erste LSA zu ertüchtigen ist.

Weitere Nachweise der C-ITS-Dienste können sukzessive mit der Fertigstellung für mehrere LSA zusammengefasst erbracht werden (z.B. Nachweis der Dienste für 5 fertiggestellte LSA im Zuge eines Abnahmetermins).

Der Nachweis der Funktionsfähigkeit der C-ITS-Funktionalitäten erfolgt auf Basis von Tests vor Ort. Sowohl der GLOSA- Dienst als auch die ÖV-Priorisierung (TSP) sind durch den AN vor Ort im Rahmen der Inbetriebnahme/Abnahme nachzuweisen. In diesem Kontext sind durch den AN die Nachweise hinsichtlich der Konformität der MAP-Datei sowie der Abgleich auf Übereinstimmung des verkehrstechnischen Projekts mit den über die RSU versendeten Nachrichten zu erbringen.

Konkret sind darzulegen (Mindestanforderungen):

- die Übereinstimmung der Grundversorgung im LSA-Steuergerät und in der RSU
- die Synchronität des Systems (LSA-Steuergerät, RSU, OBU)
- die Übereinstimmung der Anzahl gesendeter und empfangener C-ITS-Nachrichten zwischen OBU und RSU in einem definierten Zeitfenster
- die Übereinstimmung der MAP-Daten mit der tatsächlichen Spuraufteilung und Richtigkeit der Georeferenzierung

Die Überprüfung der geforderten Qualität der C-ITS-Funktionalitäten erfolgt im Rahmen der Projektevaluierung durch einen extern vom AG beauftragten Dienstleister.

Grundsätzlich setzt eine erfolgreiche Abnahme des jeweiligen Gesamtsystems einen erfolgreichen Probebetrieb über mindestens 4 Wochen voraus. Während des Probebetriebs müssen alle geforderten Systeme und Funktionalitäten gewährleistet sein.

Bei schwerwiegenden Mängeln ist nach Abstellung der Mängel eine wiederholte Abnahme erforderlich, welche zu Lasten des AN geht. Geringfügige Mängel können abgenommen werden, sind in das Abnahmeprotokoll aufzunehmen und kostenfrei in abgemessener Zeit zu beheben.

1.9 Anforderungen an die Anlagensicherheit – BSI-Gesetz

Die Stadt Chemnitz gilt aufgrund ihrer Größe, gemessen an der Einwohnerzahl, nicht als Betreiber kritischer Infrastruktur. Sie unterliegt damit nicht § 8a des „Gesetzes über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI-Gesetz – BSI-G)“.

Im Hinblick auf eventuelle Novellierungen des Gesetzes sollte der Bieter jedoch darauf achten, dass die von ihm gelieferten Hard- und Softwarekomponenten bereits zum jetzigen Zeitpunkt den DIN ISO/ IEC 27001, DIN ISO/ IEC 27002 entsprechen.

2 Darstellung der Bestandssituation

2.1 Verkehrsmanagementsystem

Die Stadt Chemnitz verfügt über ein Verkehrsmanagementsystem mit der Verkehrsmanagementzentrale (VMZ) VRS5000web der Swarco Traffic Systems GmbH, das im Jahr 2015 in Betrieb genommen wurde.

Im VMZ-Netzwerk wurde für jede Gruppe von Feldgeräten ein eigenes, erweiterbares Subnetz (VLAN mit entsprechenden IP-Adressbereich) eingerichtet. Jedes Feldgerät und jeder Server sind damit über die IP-Adresse eindeutig adressierbar.

Das Verkehrsmanagementsystem ist in folgende drei Ebenen gegliedert:

- Bedienebene
- Serverebene
- Feldgeräteebene

Die Softwarekomponenten und -module des Systems sind auf entsprechenden Hardware-Servern installiert. Cloud-basierte Anwendungen sind nicht Bestandteil des Verkehrsmanagementsystems.

Die *Bedienebene* umfasst insgesamt 15 Bedienterminals. Des Weiteren ist dieser Ebene der LISA-Datenserver zugeordnet, auf dem die Verwaltung der Planungsdaten für die LSA-Steuerungen erfolgt.

Der *Serverebene* sind die Server für die Netzsteuerungssoftware, für das Qualitätsanalysetool, für die Versorgung der Informationstafeln, für das Feldgeräte-Verwaltungssystem sowie die Portserver für die Kommunikation GSM und SMS zugeordnet. Des Weiteren sind der Versorgungs- und der Prozessdatenserver sowie die Verkehrsrechner dieser Ebene zugeordnet.

In der *Feldgeräteebene* finden sich die Schnittstellen zu den LSA-Steuergeräten wieder. Über das Transportnetz werden die Feldgeräte (LSA-Steuergeräte, Messstellen, ...) erreicht. Weiterhin wird über dieses Netz die Kommunikation mit dem ITCS der CVAG hergestellt. Ferner erfolgt die Kommunikation über VPN über diese Ebene.

Das System VRS5000web wird vom Hersteller nicht weiterentwickelt. Es wird jedoch auch zukünftig für die Verwaltung und das Monitoring der Lichtsignalanlagen sowie der weiteren derzeit angeschlossenen Feldgeräte durch den AG weiter genutzt.

Upgrades und Updates des VRS5000web bzgl. der Integration C-ITS- und cloud-basierter Anwendungen sind nicht möglich. Hierzu ist es erforderlich, ein separates Backend bzw. Content-Management-System zu etablieren, das C-ITS-spezifische Daten entgegennimmt, verwaltet und anderen Anwendungen zur Verfügung stellt.

2.2 Feldebene - Lichtsignalanlagen im Fördervorhaben

Im Zuge der Ringbuslinie befinden sich insgesamt folgende 39 Lichtsignalanlagen:

Lfd. Nr.	LSA-Nr.	Knotenpunkt	Steuergeräte-Hersteller	Anschluss
1	0905	Salzstraße/Hechlerstraße	Stührenberg GmbH	LWL
2	0910	Müllerstraße/Promenadenstraße	Yunex GmbH	LWL
3	0915	Müllerstraße/Nordstraße	Yunex GmbH	LWL
4	0920	Müllerstraße/Mühlenstraße	Stührenberg GmbH	LWL
5	0925	Zöllnerplatz	Stührenberg GmbH	LWL
6	0930	Wilhelm-Külz-Platz	Stührenberg GmbH	LWL
7	0932	August-Bebel-Straße/Hilbersdorfer Straße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
8	0935	Thomas-Mann-Platz	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
9	0940	Palmstraße/Hainstraße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
10	0945	Heinrich-Schütz-Straße/Zietenstraße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
11	2405	Fürstenstraße/Zietenstraße	Yunex GmbH	LWL
12	2720	Augustusburger Str./Clausstr./Zietenstr.	Stührenberg GmbH	LWL
13	2810	Clausstraße/Bernhardstraße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
14	3010	Clausstraße/Charlottenstraße	Stührenberg GmbH	LWL
15	3310	Clausstraße/Carl-von-Ossietzky-Straße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
16	3620	Zschopauer Straße/Wartburgstraße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
17	3920	Bernsdorfer Straße/Wartburgstraße	Stührenberg GmbH	LWL
18	4020	Wartburgstraße 42	Swarco Traffic Systems GmbH	Mobilfunk
19	4214	Reichenhainer Straße/Campusplatz	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
20	4215	Reichenhainer Straße/Wartburgstraße	Yunex GmbH	LWL
21	4220	Reichenhainer Straße/Friedhof	Swarco Traffic Systems GmbH	Mobilfunk
22	4520	Fraunhofer Straße/Lise-Meitner-Straße	Stührenberg GmbH	LWL
23	4505	Fraunhofer Straße/Lutherstraße	Stührenberg GmbH	LWL
24	4203	Reichenhainer Straße/Südbahnstraße	Stührenberg GmbH	LWL
25	3911	Bernsdorfer Straße/Südbahnstraße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
26	3910	Bernsbachplatz	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
27	4200	Reichenhainer Str./Gustav-Freytag-Str.	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
28	4810	Annaberger Straße/Gustav-Freytag-Str.	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
29	6305	Stollberger Straße/Reichsstraße	Stührenberg GmbH	LWL
30	7205	Zwickauer Straße/Reichsstraße	Stührenberg GmbH	LWL
31	7310	Stephanplatz	Swarco Traffic Systems GmbH	Mobilfunk
32	7805	Reichsstraße/Weststraße	Stührenberg GmbH	LWL
33	7810	Weststraße/Barbarossastraße	Yunex GmbH	LWL
34	8105	Barbarossastraße/Henriettenstraße	Swarco Traffic Systems GmbH	LWL
35	8425	Limbacher Straße/Barbarossastr./Beyer-str.	Yunex GmbH	LWL
36	9310	Beyerstraße/P.-Jäkel-Straße	Yunex GmbH	LWL
37	9305	Luisenplatz	Swarco Traffic Systems GmbH	Mobilfunk
38	8705	Leipziger Straße/Salzstraße/Konradstraße	Stührenberg GmbH	LWL
39	9010	Bergstraße/Salzstraße	Stührenberg GmbH	LWL

Tabellarische Übersicht über die Lichtsignalanlagen im Fördergebiet

Alle LSA-Steuergeräte dieser Liste verfügen über eine Lampenspannung von 40 V und sind über die standardisierte OCIT[®]-O-Schnittstelle in der derzeit gültigen Version V2.0-O_Lstg_V2.0_A04, Anschlussprofil 3 mittels Kabel oder Mobilfunk an den Verkehrsrechner der Stadt Chemnitz angebunden. Die Signalgebermodule sämtlicher LSA kommunizieren über OCIT[®]-LED mit dem jeweiligen LSA-Steuergerät.

2.3 Kommunikationsnetz

Die Lichtsignalanlagen und das Verkehrsrechnersystem sowie die weiteren Verkehrsmanagementkomponenten (Messwerterfassungssystem, Informationssystem und Störungsmanagementsystem) sind in ein Netzwerk integriert, das nach außen geschlossen und durch entsprechende Firewalls gegen unberechtigte Zugriffe geschützt ist. Die Kommunikation innerhalb des Netzwerks erfolgt mittels TCP/IP, so dass alle Netzwerkkomponenten über die entsprechende Netzwerkadresse erreicht werden können.

Im VMZ-Netzwerk wurde für jede Gruppe von Feldgeräten (LSA-Steuergeräte, Messstellen, ...) ein eigenes, erweiterbares Subnetz (VLAN mit entsprechenden IP-Adressbereich) eingerichtet. Jedes Feldgerät und jeder Server sind damit über die IP-Adresse eindeutig adressierbar. Derzeit wird durch den AG das Kommunikationsnetz modernisiert und angepasst. Durch den AN ist vor Konfiguration der Netzwerkkomponenten (z.B. Switches) und -Schnittstellen das Netzwerkkonzept mit dem AG abzugleichen.

Das Netzwerk ist so konzipiert, dass es einerseits den hohen Sicherheitsanforderungen genügt und andererseits hohe Datenübertragungsraten und vielfältige Kommunikationsmöglichkeiten gewährleistet – sowohl innerhalb des Netzwerks als auch mit Dritten. Es verfügt über entsprechende Firewalls, die das System vor unberechtigten Zugriffen schützen.

Für das Verkehrsmanagementsystem existieren ein eigener DSL-Anschluss und Fernzugriffsmöglichkeiten mittels VPN, über den autorisierte Nutzer auf einzelne Managementkomponenten zugreifen können. Das sind u. A. die Hersteller der Signalbaufirmen (Zugriff auf die eigenen LSA-Steuergeräte), die Hersteller der VMZ-Softwarekomponenten (Zugriff auf die eigenen Softwarekomponenten) sowie die Mitarbeitenden des Betreibers.

Störungsmeldungen, die in der Verkehrsmanagementzentrale auflaufen, werden über den DSL-Anschluss an den Wartungsdienst des VTBA Chemnitz versandt.

Ferner wird über diesen Anschluss der Austausch dynamischer Daten mit Dritten realisiert.

Die LSA 4020, 4220, 7310 und 9305 verfügen über eine Anbindung mittels Mobilfunk. Alle anderen LSA sind über LWL ins Kommunikationsnetz eingebunden.

2.4 Schnittstellen für den Outstations- und Instationsbereich

Die Funktionalität des Verkehrsmanagementsystems und die Anforderungen an die daran gekoppelten Anwendungen setzen eine schnelle, verlust- und fehlerfreie Datenübertragung voraus.

Alle in der VMZ auflaufenden Daten werden in entsprechenden PostgreSQL-Datenbanken abgelegt und über entsprechende Schnittstellen anderen Anwendungen zur Verfügung gestellt.

Die Funktionalität und der bisherige Funktionsumfang der In- und Outstations-Schnittstellen müssen auch nach der Installation der neuen LSA-Steuergeräte uneingeschränkt zur Verfügung stehen.

Die Funktionalität ist durch den AN im Zuge der Inbetriebnahme bzw. Abnahme der einzelnen LSA nachzuweisen.

2.4.1 Outstationsbereich

Wie bereits beschrieben kommunizieren die LSA-Steuergeräte über die standardisierte Schnittstelle OCIT® in der derzeit gültigen Version V2.0-O Lstg. V2.0_A04, Anschlussprofil 3 mit der VMZ Chemnitz. Von den LSA werden dabei die im Betrieb anfallenden dynamischen Daten (Prozessdaten) sowohl zyklisch als auch ereignisorientiert übermittelt.

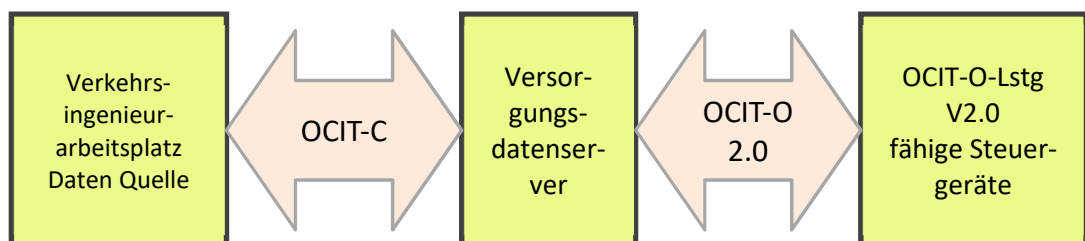
Die derzeit vorhandenen Medien (LWL-Kabelverbindungen und Mobilfunkanbindungen) sind durch den AN weiter zu nutzen.

2.4.2 Instationsbereich

Prozessdaten bilden die Basis für die übergeordnete Netzsteuerung, Qualitätsanalysetools, für Auswertungen von Zählungen und weitere Anwendungen.

Im Instations-Bereich bedient sich das Verkehrsmanagementsystem der OCIT®-C-Schnittstelle, über die u.a. Fernversorgungen der LSA-Steuergeräte vorgenommen werden.

Für die Fernversorgung werden die notwendigen Standards gemäß den Festlegungen OCIT®-C und OCIT®-O für folgende Versorgungskette verwendet:



Versorgungskette Fernversorgung

Durch das VTBA Chemnitz werden Fernversorgungen in Form von Änderungsversorgungen vorgenommen. Hierbei wird eine im Verkehrsingenieurarbeitsplatz LISA erstellte Versorgungsdatei über einen Versorgungsdatenserver (VD-Server) zum LSA-Steuergerät gesendet und eingespielt.

Die Erstversorgung der LSA-Steuergeräte des VTBA Chemnitz obliegt dem Steuergerätehersteller.

3 Ertüchtigung der Infrastruktur für C-ITS-Anwendungen

3.1 Allgemeine Forderungen

Im Rahmen der Ertüchtigung der Infrastruktur für die C-ITS-Anwendungen ist durch den AN sicherzustellen, dass das Verkehrsmanagementsystem der Stadt Chemnitz auch weiterhin uneingeschränkt und verlustfrei zur Verfügung steht.

Auf Feldebene darf es zu keinem Ausfall der Lichtsignalanlagen kommen. Eine Ausnahme bilden die technologisch bedingten Ausfallzeiten für die Erneuerung/ Ertüchtigung der einzelnen Lichtsignalanlagen.

3.2 Bauablauf und zeitliche Rahmenbedingungen

Technologisch bedingte Ausfallzeiten, die auf der Feldebene im Zuge der Erneuerung der LSA-Steuergeräte unumgänglich sind, erfordern eine genaue Planung des Bauablaufes.

Der Auftragnehmer hat unmittelbar nach Zuschlagserteilung mit den Arbeiten zu beginnen und sicher zu stellen, dass der vom Fördermittelgeber vorgegebene **Fertigstellungstermin 31.10.2026** eingehalten wird.

Die Reihenfolge und Abwicklung der Arbeiten orientieren sich an den Vorgaben der zuständigen Straßenverkehrsbehörde und sind durch den AN mit dem AG und der Straßenverkehrsbehörde laufend abzustimmen. Für das Jahr 2025 sind folgende Großveranstaltungen bereits bekannt, die die Baumaßnahmen berühren:

08.08. bis 10.08.2025 Konzertveranstaltung Küchwaldwiese (exkl. Auf- u. Abbau)

15.08. bis 16.08.2025 Konzertveranstaltung Küchwaldwiese (exkl. Auf- u. Abbau)

29.11. bis 30.11.2025 Abschlussveranstaltungen Kulturhauptstadt

Der AN muss daher in seiner Kalkulation davon ausgehen, dass die Erneuerung der LSA zeitlich gestaffelt erfolgt und in Abhängigkeit tangierender Veranstaltungen oder Baumaßnahmen Anpassungen des Bauablaufplanes nicht auszuschließen sind (Anpassung der zeitlichen Reihenfolge). **Die LSA 7810 Weststraße/Barbarossastraße ist zeitlich als erste LSA hinsichtlich C-ITS zu ertüchtigen.**

Alle damit verbundenen Aufwendungen sind in die entsprechenden Positionen des LVs einzukalkulieren.

Der Zeitraum der Außerbetriebnahme und Erweiterung der stationären LSA darf maximal 14 Tage betragen. In diesem Zeitraum wird der Verkehrsablauf am jeweiligen Knoten mittels temporärer Lichtsignalanlage geregelt.

Vom AN ist innerhalb von 14 Kalendertagen nach Auftragserteilung ein verbindlicher Bauzeitenplan vorzulegen. Aus diesem müssen mindestens die vom AN vorgesehenen Termine für die Außerbetrieb- und Inbetriebnahme der einzelnen Steuergeräte

hervorgehen. Beim Bauablauf ist darauf zu achten, dass mit den notwendigen Vorarbeiten (u. a. Bestellung der Bauteile und Komponenten) rechtzeitig begonnen wird.

Um Ausfallzeiten auf ein Minimum zu begrenzen, hat der AN soweit möglich vorkonfigurierte Baugruppen zu ihrem jeweiligen Einbauort zu liefern. Das heißt, die Soft- und Hardwarekomponenten sind bereits im größtmöglichen Umfang installiert, so dass sich die Arbeiten vor Ort lediglich auf die Montage, den Funktionstest sowie die Inbetriebnahme von Hardware beschränken.

3.3 Verkehrsführung und Verkehrssicherung

Im Rahmen der Ertüchtigung und Modernisierung der LSA sind erforderliche Verkehrssicherungen nach den Regelplänen der aktuellen Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen (RSA) durchzuführen. Sie sind unter Beibehaltung des fließenden Verkehrs abzuwickeln. Der AN hat unter Vorlage anordnungsfähiger Verkehrszeichenpläne, Nennung eines qualifizierten Verantwortlichen (Privatadresse, Telefon dienstlich und privat) und Nennung des Anordnungszeitraumes die zur Verkehrssicherung erforderlichen Anordnungen gem. §45 (2) StVO mindestens 21 Kalendertage vor Baubeginn bei der zuständigen Straßenverkehrsbehörde zu beantragen. Dadurch entstehende Kosten sind in die entsprechenden Positionen der Preisblätter einzurechnen.

Dem Antrag sind Pläne zur Verkehrsführung (Abmessungen der Eng- und Sperrstellen, Aufstellort der Absperrungen und Verkehrszeichen und Signalisierungszustände für alle Bauzustände u. ä.) beizufügen. Die Anordnungen sind gebührenpflichtig und in die Einheitspreise einzurechnen. Sämtliche Absperrgeräte und Beschilderungen sind vom AN zu stellen, vorzuhalten, zu unterhalten, aufzustellen, ggf. mehrmals umzusetzen und abzubauen. Bestehende Zeichen, die der Baustellenbeschilderung widersprechen, sind außer Kraft zu setzen und abzudecken. Die Baustellen- und Verkehrssicherung beinhaltet die komplette Bauzeit. Die im Zuge der Baustellen- und Verkehrssicherung erforderlichen Abstimmungstermine mit dem AG bzw. den zuständigen Behörden und die Erstellung und Einreichung der erforderlichen Unterlagen sind in die Einheitspreise einzurechnen und werden nicht gesondert vergütet.

Der Verkehrszeichenplan auf Basis der RSA muss auf die Baustelle selbst bezogen sein und der Örtlichkeit entsprechen. Mit der Baumaßnahme darf erst nach protokollierter Abnahme der Umsetzung der straßenverkehrsbehördlichen Anordnung durch die anordnende Dienststelle begonnen werden. Die Verkehrssicherungspflicht liegt mit Beginn der Einrichtung der Arbeitsstelle in der Verantwortung des AN bis zum vollständigen Abschluss der Arbeiten und Räumung der Arbeitsstelle. Die ordnungsgemäße Wahrnehmung der Verkehrssicherungspflicht umfasst die turnusmäßige Instandhaltung nach DIN EN 50556, regelmäßige Kontrollen und die Protokollierungen der Sicherungsmaßnahmen gemäß RSA.

4 Erneuerung und Ertüchtigung der Feldebene

Auf der Feldebene sind im Zuge der Ringbuslinie insgesamt 39 Lichtsignalanlagen für das Senden und Empfangen von C-ITS-Nachrichten zu ertüchtigen. Die bisherigen Schnittstellenspezifikationen sind für sämtliche 39 LSA im Fördervorhaben beizubehalten, insbesondere zur Kommunikation mit der VMZ über OCIT®-O Lstg. V2.0 und zur Anbindung der LED-Signalgeber über OCIT®-LED an das jeweilige Steuergerät.

Um dem geforderten Leistungsumfang zu genügen sind die Demontage der vorhandenen sowie die Lieferung und Installation neuer LSA-Steuergeräte notwendig. Die Leistungen umfassen im Wesentlichen:

- die Demontage der vorhandenen LSA-Steuergeräte und Demontage der Steuergeräteschränke einschl. -sockel (Ausnahme: drei nebeneinanderstehende Steuergeräteschränke der LSA 3910 Bernsbachplatz, LSA 3911 Bernsdorfer Straße/Südbahnstraße und LSA 4200 Reichenhainer Str./Gustav-Freytag-Str. sind weiter zu nutzen)
- die Lieferung, Montage und Versorgung neuer LSA-Steuergeräte einschließlich der RSU sowie der Steuergeräteschränke und -sockel
- die Anbindung und Migration der vorhandenen Signalgeber und Detektoren in das jeweilige neue Steuergerät.
- die Anpassung und der Test der VTU einschl. Erstellung der MAP-Dateien, Integration der C-ITS-Funktionalitäten und Versorgung der LSA
- die partielle Demontage vorhandener Kommunikationstechnik
- die Lieferung, Montage und Inbetriebnahme neuer Komponenten für die Kommunikation innerhalb des Verkehrsmanagementsystems
- der Test und die Inbetriebnahme der LSA

4.1 Energieanschluss

Vor Demontage der LSA-Steuergeräte ist der jeweilige Energieanschluss bis zur Montage des jeweils neuen LSA- Steuergerätes zu trennen und nach erfolgter Montage wieder in Betrieb zu setzen. Alle damit verbundenen Leistungen, wie beispielsweise die Beantragung der Außer- und Inbetriebnahme des jeweiligen Anschlusses und die Abstimmungen mit dem zuständigen Energieversorgungsunternehmen sind Leistungsbestandteil des AN und in den entsprechenden Positionen der Preisblätter zu berücksichtigen.

Durch den AN sind folgende Besonderheiten zu berücksichtigen:

Die **LSA 0905** Salzstr./Hechlerstr. verfügt über keinen eigenen Zähleranschluss. Die Energiezuführung erfolgt über den Verteilerkasten der Stadtbeleuchtung

Die **LSA 0920** Müllerstr./Mühlenstr. erhält ihre Energiezuführung von der LSA 0925 Zöllnerplatz. Für den Zeitraum der Erneuerung der LSA 0925 ist für die LSA 0920 eine Baustromversorgung vorzusehen. Alternativ sind beide Steuergeräte zeitgleich zu tauschen.

Die **LSA 0932** A.-Bebel-Str./Hilbersdorfer Str. verfügt über keinen eigenen Zähler und wird über eine Zähleranschlusssäule, die sich mittig zwischen den LSA 0932 und LSA 0935 an der August-Bebel-Straße befindet, gespeist.

Die **LSA 0935** Thomas-Mann-Platz verfügt über keinen eigenen Zähler und wird über eine Zähleranschlusssäule gespeist, die mittig zwischen den LSA 0932 und LSA 0935 an der August-Bebel-Straße platziert ist.

Die **LSA 4214** Reichenhainer Straße/Campusplatz verfügt über keinen eigenen Zähleranschluss. Sie wird von der LSA 4215 Reichenhainer Straße/Wartburgstraße gespeist. Für den Zeitraum der Erneuerung der LSA 4215 ist für die LSA 4214 eine Baustromversorgung vorzusehen. Alternativ sind beide Steuergeräte zeitgleich zu tauschen.

Die **LSA 4220** Reichenhainer Straße/Friedhof verfügt über keinen Zähler und wird über den Zähler des Garten- und Friedhofamtes gespeist (Zähler-Nummer 6410893).

Die **LSA 3911** Bernsdorfer Straße/Südbahnstraße und **LSA 4200** Reichenhainer Straße/G.-Freitag-Straße verfügen über keinen eigenen Zähleranschluss und werden über den Elt.-Anschluss der LSA 3910 Bernsbachplatz gespeist. Für den Zeitraum der Erneuerung der LSA 3910 ist durch den AN für die LSA 3911 und LSA 4200 eine Baustromversorgung vorzusehen.

Die **LSA 9310** Beyerstr./P.-Jäkel-Str. erhält ihre Zusp eisung von der LSA 8425 Limbacher Str./Barbarossastraße. Für den Zeitraum der Erneuerung der LSA 8425 ist durch den AN für die LSA 9310 eine Baustromversorgung vorzusehen.

Die Energieversorgung für die **LSA 4805** Annaberger Straße/Beckerbrücke erfolgt über den Energieanschluss der LSA 4810 Annaberger Straße/G.-Freitag-Straße. Für den Zeitraum des Umbaus der LSA 4810 ist die Energieversorgung für die LSA 4805 über einen Baustromanschluss herzustellen. Alternativ sind beide Steuergeräte zeitgleich zu tauschen.

4.2 Demontage der vorhandenen LSA-Steuergeräte und Steuergeräteschränke

Im Zuge der Ringbuslinie sind für nahezu alle 39 LSA die Steuergeräteschränke einschließlich Sockel zu demontieren und nach Rücksprache mit dem AG zum Lagerplatz des AG (Frühlichtweg 4a, 09127 Chemnitz) zu transportieren und an den AG zu übergeben.

Eine Ausnahme bilden die Schränke und Sockel für die **LSA 3910** Bernsbachplatz **LSA 3911** Bernsdorfer Straße/Südbahnstraße und **LSA 4200** Reichenhainer Straße/Gustav-Freitag-Straße. Diese sind nicht zu demontieren und weiter zu verwenden. Das heißt, der AN hat das neue Steuergerät in die vorhandenen Steuergeräteschränke zu integrieren und seine Baugruppen dementsprechend zu dimensionieren.

Alle notwendigen Tiefbau- und Oberflächenarbeiten sind vom AN durchzuführen. Dabei ist jeweils der alte Steuergerätesockel freizulegen, auszubauen, durch den AN zu übernehmen und einer Verwertung nach Wahl des AN zuzuführen.

Die Steuergeräte der insgesamt 39 LSA sind ebenfalls zu demontieren. Sämtliche wieder verwertbaren Baugruppen und Komponenten sind ebenfalls vom AN zum Lagerplatz des AG zu transportieren und dem AG zu übergeben.

Schränke, Sockel und Steuergeräte, die nicht dem AG übergeben werden, sind vom AN zu übernehmen und einer Verwertung nach Wahl des AN zuzuführen.

Vor der Demontage der Steuergeräte sind die Kabelverbindungen zu trennen, zum nächstgelegenen LSA-Schacht zurückziehen und bis zur Montage des neuen LSA-Steuergerätes in diesem LSA-Schacht verkehrssicher zwischenzulagern. Die Erdungseinrichtung ist ebenfalls zu trennen und bis zur Montage des neuen Steuer-schranks/Sockels zu sichern.

Der nächstgelegene LSA-Schacht ist in diesem Fall der Schacht, der über eine ausreichende Kapazität zur Ablage und verkehrssicheren Lagerung der zurückzuziehenden Kabel verfügt.

Nach Montage des neuen LSA-Steuergerätes sind die zwischengelagerten Kabel aufzunehmen, in das LSA-Schutzrohrsystem bis zum LSA-Steuergerät einzuziehen und betriebsbereit zu montieren.

Fehlende oder beschädigte Kabel sind durch den AN zu liefern.

4.3 Anpassung der Kommunikationstechnik

Für insgesamt 35 LSA mit LWL-Anschluss sind die vorhandenen Modems/Switche zu demontieren, zum Lagerplatz des AG zu transportieren (Frühlichtweg 4a, 09127 Chemnitz) und an den AG zu übergeben.

Sie werden durch neue Switche ersetzt. Die neu zu liefernden Switches sind durch den AN bezüglich der Netzwerkadressen vor ihrer Montage im Steuergeräteschrank zu konfigurieren. Die Netzwerkadressen werden dazu vom AG vorgegeben. Sie sind vor der Konfiguration durch den AN mit dem Netzwerkkonzept des AG hinsichtlich ihrer richtigen Zuordnung abzugleichen.

Die Switches sind mit einem separaten Netzteil zu liefern, über das zudem die Energieversorgung der RSU mittels PoE über den Switch erfolgt.

Die Switches müssen Layer-3-Statistisches Routing sowie die ITU-G.8032 ERPS-Ring-Technologie unterstützen, um die schnelle Wiederherstellung von Verbindungen im Ethernetnetzwerk zu ermöglichen.

Im jeweiligen LSA-Steuergeräteschrank ist der Platzbedarf für den Switch zu berücksichtigen. Für die Montage des Switches einschl. der Energieversorgung sind durch den AN entsprechende Hutschienen vorzumontieren.

Die Switches müssen folgenden Mindestspezifikationen genügen:

- Managed Industrieswitch, Energieversorgung PoE
- Zertifiziert nach CE, IEC 60068-2-6, IEC 60068-2-27,

FCC Part 15 Subpart B Class A

- Integriert in ein Gehäuse mit mindestens Schutzklasse IP40
- Abmessungen ca. 50 x 135 x 90mm (H x B x T)
- Geeignet für Montage auf Hutschiene
- Verfügbare Ports:
 - # mindestens 4x 10/100/1000BASE-T Gigabit Ethernet RJ45 mit IEEE 802.3at PoE+, mit jeweils bis zu 36 Watt pro PoE-Port
 - # Mindestens 2x 100/1000X Glasfaserports
 - # Konsole: 1x RJ45 zu RS232 serielle Schnittstelle
- IPv6/IPv4-Managementschnittstelle mit L2/L4-Switching-Funktionen
- Einsatzfähig bei Temperaturen zwischen -40°C und 75°C
- Eingangsspannung DC 48 – 56V
- Manuelle Reset-Taste
- LED-Anzeigen mind. 1x für On/Off, PoE-Power-Status, Aktivität, Störung
- Unterstützte Sicherheitsalgorithmen: SNMP, SNMPv3
- SSH/SSL-Unterstützung
- Routing-/Switching-Kapazität: 12 Gbit/s
- Durchgang: 8928 Mpps
- Datenpaket-Pufferspeicher: 4MB
- Anzahl der statischen Routen: 32
- Anzahl der VLANs: 4094

Passend zu den Switches ist jeweils ein Netzteil mit Einphaseneingang und mit folgenden Spezifikationen, geeignet für die Montage auf einer Hutschiene mittels Schraubklemmen zu liefern und zu installieren:

- Eingangsspannung 115/230V/AC
- Ausgangsstrom (max.) 5A
- Phasen 1
- Anzahl Ausgänge 1x
- Abmessungen: ca. 60 x 124 x 117 mm (B x H x T)
- Anschluss Schraubklemme
- Eingangsspannung (nominal) 115 V/AC 230 V/AC
- Eingangsspannung (max.) 240V/AC
- Eingangsspannung (min.) 100V/AC
- Ausgangsspannung (max.) 52V/DC
- Ausgangsspannung (min.) 48V/DC
- Ausgangsspannung (nom.) 48V/DC
- Leistung 240 W
- Ausgangsspannung 48V/DC
- Ausgangsstrom 5A
- Max. Temperatur +70°C

Für die insgesamt vier LSA, die über Mobilfunk mit dem Verkehrsrechner kommunizieren, sind der vorhandene Funkrouter und die LSA-PLUS-Leiste zu demontieren, zwischenzulagern und nach Montage des neuen Steuergerätes wieder einzubauen.

Zusätzlich ist für diese LSA ebenfalls ein PoE-Switch (wie beschrieben) zu liefern und betriebsbereit zu montieren. Für die Verbindung zwischen dem Modem und dem Switch ist Ethernet-Kabel (CAT-7) zu liefern und zu installieren.

4.4 Anforderungen an die LSA-Steuergeräte

4.4.1 Schaltschrank und Sockel

Für jede LSA, mit Ausnahme der LSA 3910 Bernsbachplatz, LSA 3911 Bernsdorfer Straße/Südbahnstraße und LSA 4200 Reichenhainer Str./Gustav-Freytag-Str. ist durch den AN ein Schaltschrank einschl. Sockel zu liefern und betriebsbereit zu montieren. Die Steuergeräteschränke für die LSA 3910, LSA 3911 und LSA 4200 sind nebeneinander positioniert und aus gestalterischen Gründen weiter zu verwenden.

Der Schaltschrank aus Kunststoff (Farbe: hellgrau RAL 7035) ist mit Anti-Graffiti-Beschichtung für Freiluftaufstellung inkl. aller notwendiger Verbindungsmittel für Fertigteilsockel etc. zu montieren. Alle Schlösser (nicht rostende Zylinderschlösser) sind mit einer mit Abdeckung vorzusehen. Es sind zwei separat verschließbare Türen für Steuergerät und Hausanschlusskasten (Doppelschließanlage für HAK, ein Schließzylinder für Schlüssel von INETZ und ein Schließzylinder für Schlüssel des AN) inkl. Lieferung eines Schlüsselsatzes unter Beachtung eines einheitlichen Schließsystems in Chemnitz vorzusehen. Eine aufklappbare Ablage für den Service Laptop im Format 15,4 Zoll ist vorzusehen. Die zwischengelagerte und gesicherte Erdungseinrichtung ist durch den AN wieder anzuschließen und hinsichtlich der geforderten Funktionalität zu überprüfen.

Es ist ein Schaltschrank zu liefern, der den Betrieb des Steuergerätes im Straßenraum bei allen vorkommenden klimatischen Bedingungen erlaubt. Falls erforderlich, ist zur Temperierung eine thermostatgesteuerte elektrische Heizung oder Kühlung einzubauen.

Für die Sicherstellung des Empfangs der GPS-Funkuhr ist eine geeignete Montagemöglichkeit zu wählen.

Nach Einbau des neuen Steuergerätesockel ist die Baugrube wieder zu verfüllen und die Oberfläche entsprechend dem ursprünglichen Zustand wiederherzustellen. Außerdem ist das Steuergerät an die bestehende Verrohrung anzubinden.

4.4.2 Gerätetechnische Anforderungen

Alle Stoffe und Baugruppen müssen den einschlägigen Normen nach EN/DIN VDE entsprechen. Gefährdete Bauteile sind mit geeigneten Blitzschutz-/Überspannungsschutzeinrichtungen zu versehen. Für die Installation und den Betrieb der ausgeschriebenen Leistungen gelten die einschlägigen Vorschriften, Normen und Richtlinien in der jeweils gültigen Fassung. Im Besonderen sind dieses u. a. die aktuell gültigen DIN VDE 0100, DIN EN 50556 und Richtlinien für Lichtsignalanlagen (RiLSA) und alle darin aufgeführten Vorschriften und Technischen Regelwerke.

Alle an das Steuergerät angeschlossenen Kabel der Außenanlage sind mit Überspannungsschutzeinrichtungen zu versehen. Die Ableitfähigkeit der einzelnen Schutzmaßnahmen muss dem Gefährdungspotenzial angepasst sein. Die Lichtsignalanlagen sind fachgerecht zu erden. Die Erdungseinrichtungen sind an einer geeigneten Stelle fachgerecht in das Erdreich einzubringen und direkt auf die nach DIN VDE 0100 ausgeführte Potenzial-Ausgleichschiene im EVU-Teil des Steuergerätes zu führen. Es obliegt dabei dem AN, die vorhandenen Erdungseinrichtungen weiter zu nutzen. Vor der Erstinbetriebnahme ist ein Protokoll über die Messung des Erdungswiderstandes anzufertigen und an den AG zu übergeben.

Zu liefern ist jeweils ein vollelektronisches, mikroprozessorgesteuertes Kreuzungs- bzw. Fußgängersteuergerät mit frei programmierbarem Schreib-/Lesespeicher, geeignet für den Anschluss an die Verkehrsmanagementzentrale der Stadt Chemnitz über Kabel bzw. Funk, mit Überwachung auf feindliche Signalisierungszustände (Rotanzeigenausfall, feindliches Grün) sowie auf Zwischen- und Mindestgrünzeiten nach DIN EN 50556 und RiLSA und abrufbaren Datenspeicher für Betriebs-/ Störmeldungen sowie Zustandsmeldungen mit einer für die geforderten Zeitdauern entsprechenden Speichergröße.

Die Anschlussspannung des jeweiligen LSA-Steuergerätes wird durch die vorhandene Außenanlage vorgegeben. Sie beträgt bei allen LSA 40 V.

Die LSA-Steuergeräte sind über die OCIT[®]-Schnittstelle (s. Abschnitt 2.4.1) an den Verkehrsrechner anzuschließen. Entsprechende Übertragungseinrichtungen sind durch den AN zu liefern und im LSA-Steuergerät zu integrieren. Die anfallenden Prozessdaten müssen wahlweise in ein Archiv geschrieben werden können. Dieses Archiv muss über eine SOAP/XML-Schnittstelle wieder gelesen werden können, so dass die Daten für offline-Anwendungen zur Verfügung stehen.

Eine weitere Schnittstelle muss den Anschluss und die Integration einer RSU ermöglichen: Über die RSU erfolgt die Sicherstellung der C2X Kommunikation. Von den LSA-Steuergeräten müssen über die RSU die für die C2X-Kommunikation benötigten Statusinformationen (CCAM), Informationen zur ÖV-Priorisierung (SREM/SSEM), die Knotentopologie (MAP), Störmeldungen (DENM) sowie die Signalisierungsprognosedaten (SPaT) übertragen werden können. Hierfür ist eine kurze Latenzzeit von < 1s unerlässlich und zu garantieren.

Jedes LSA-Steuergerät muss in Kombination mit der RSU für alle Verkehrsteilnehmer bzw. Signalgruppen eine Schaltzeit- bzw. Signalisierungsprognose ableiten und zur Verfügung stellen können. Die Prognose muss hierbei alle in der LSA-Steuerung versorgten Kfz-, Fußgänger-/Radfahrer- und ÖV-Signalgruppen berücksichtigen. Die logische Verortung dieser Funktionalität, d.h., ob diese in das LSA-Steuergerät, die RSU oder in eine andere Komponente integriert wird, bleibt dem AN überlassen. Allerdings dürfen keine Latenzzeiten (< 1s) auftreten.

Das jeweilige LSA-Steuergerät ist so zu dimensionieren, dass es problemlos zu einem späteren Zeitpunkt um Funktionsbaugruppen mit mindestens 24 Kanälen erweitert werden kann. Entsprechende viele Steckplätze sind dafür zu berücksichtigen.

Der AN hat zu gewährleisten, dass sämtliche Ersatzteile für das entsprechende Steuergerät und die Detektoren mindestens 10 Jahre nach Auftragsvergabe nachgeliefert werden können.

Es sind alle Baugruppen, die zur Erfüllung der verkehrstechnischen Aufgabenstellung nötig sind, einzurechnen.

Die Steuergeräte müssen für eine Teilknotensteuerung ausgelegt sein. Sie sind so auszulegen, dass mindestens drei Teilknoten definiert werden können. Die Teilknoten müssen dabei unabhängig voneinander zu- und abgeschaltet werden können – sowohl lokal vor Ort im Steuergerät als auch am Verkehrsrechner. Spätere Anpassungen und Erweiterungen müssen ohne aufwendige Änderungen der Hardware möglich sein. Es ist darauf zu achten, dass alle Anwendervariablen zugänglich sind und ohne größeren Aufwand geändert werden können.

Schutz- und Mindestzeiten sind einzuhalten. Sie dürfen sich durch äußere Einflüsse oder Fehlbedienungen nicht verändern.

Der Abschnitt 7.3.4 der RiLSA 2015 (Signalsicherung) muss mit der angebotenen Anlage zur Signalsteuerung voll umsetzbar sein.

Sämtliche Kraftfahrzeugsignal- und Fußgängerrotanzeigen sowie ÖV-Haltanzeigen (Signalbild F0) sind gegen Ausfall zu überwachen. Jeder defekte LED-Signalgeber ist am Steuergerät anzuzeigen.

Zur Signalisierung der Sehbehinderten und Blinden ist jeweils eine eigene Signalgruppe vorzusehen.

Mittels eines zusätzlich definierten Ausgangs „Stumm“ bzw. „Akustik_Off“ (übergeordnete Zusatzsignale) müssen die Tonsignale unabhängig von den Vibrationsplatten im Taster angesteuert werden. Die Stummschaltung der Tonsignale erfolgt programmseitig (LISA) und getrennt für die jeweiligen Teilknoten (sofern vorhanden).

Ferner ist das Steuergerät so zu dimensionieren, dass es eine schnelle Signalprogrammwahl und –umschaltung ermöglicht. Es müssen bis zu 32 Signalzeitenpläne im LSA-Steuergerät hinterlegt werden können.

Für die ÖPNV-Beschleunigung ist ein Parallelbetrieb vorzusehen: Im jeweiligen LSA-Steuergerät sind Baugruppen für den Empfang von Daten-Telegrammen zu integrieren. Zudem ist für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur je LSA eine Roadside Unit einschl. Antennen zu liefern und betriebsbereit zu installieren. Die RSU muss dabei die aktuell standardisierten C2X-Nachrichten unterstützen (s. Abschnitt 4.4.4).

Für die ÖV-Priorisierung mittels Analogfunk sind Baugruppen zu verwenden, deren Telegramme dem universellen Anmeldungsdatensatz R09.16 der Empfehlung des Verbandes öffentlicher Verkehrsbetriebe (VÖV) entsprechen. Dabei werden folgende Informationen übertragen:

- Meldepunktnummer
- Liniennummer

- Kursnummer
- Routennummer
- Priorität
- Zuglänge und
- Fahrplanlage

Die eingehenden R 09.16-Funktelegramme der ÖPNV-Fahrzeuge sind im Steuergerät in einem ÖPNV-Speicher, verknüpft mit dem jeweiligen Steuerungseingriff, abzu legen. Dieser ist als Ringspeicher zu dimensionieren und muss über das angeschlossene Informationskabel an den Verkehrsrechner übertragbar und über eine Schnittstelle vor Ort mit Hilfe eines PC in einer Textdatei speicherbar sein.

Es ist eine Anforderungsschnittstelle für den Anschluss von externen Detektoren, Handtastern, Infrarotsensoren, Road-Side-Units (RSU) und parallelen ÖV-Ausgängen vorzusehen.

Eine weitere Schnittstelle ist für den Einbau und den Anschluss von Detektoren vorzusehen. Ihre Anzahl ist abhängig von der Größe der Knotenpunkte und muss beliebig erweiterbar sein.

Zur Verkehrsdetektion werden Detektoren verschiedener Bauart eingesetzt. Die LSA-Steuergeräte müssen folgende Anforderungen berücksichtigen:

- Die Empfindlichkeit jedes Detektors muss einstellbar sein.
- Der Detektor überwacht den Arbeitsbereich des Messkreises dauerhaft auf Über- und Unterschreitung der Induktivschleifenfrequenz als spezifizierte Meldung (Kannalkennung und Art der festgestellten Störungen, keine Sammelstörung über mehr als eine Schleife). Die Meldungen werden dem verkehrstechnischen Programm zur Auswertung zur Verfügung gestellt und in dem zugehörigen Archiv protokolliert.
- Neben den Überwachungen durch den Detektor muss je Kanal im Steuergerätebetriebssystem eine Überwachung auf maximale Belegung und Nichtbelegung mit einer Auflösung von einer Sekunde frei parametrierbar sein. Jeder Kanal muss einzeln abschaltbar sein.
- Jeder Kanal ist bei Flattern des Eingangssignals (mehr als drei Anforderungen je Sekunde) als gestört zu melden. Der Kanal kehrt nach Beendigung von temporären Störungen automatisch wieder in den Normalbetrieb zurück. Jeder Kanal muss einzeln abschaltbar sein.
- Alle Überwachungen müssen spezifisch je Kanal über Parameter ein- und ausschaltbar sein. Zusätzlich muss ein zentraler Parameter alle Überwachungen ein- und ausschalten können.
- Bei einer Störung muss parametrierbar zwischen einer Daueranforderung oder keiner Anforderung gewählt werden können. Dieser Parameter muss für jeden Kanal und jedes Signalprogramm separat einstellbar sein.

- Eine Daueranforderung je Kanal muss als Parameter je Signalprogramm einstellbar sein.
- Zwei Kanäle müssen wahlweise zu einer richtungsabhängigen Auswertung verknüpft werden können.
- Je Kanal sind LED-Serviceanzeigen für Belegung und Störung vorzusehen.
- Je Kanal ist ein Serviceschalter mit den Stellungen „Normalbetrieb“/„Aus“/ „Daueranforderung“ vorzusehen. Bei der Schalterstellung „Daueranforderung“ dürfen keine Kanalstörungen oder simulierte Messwerte gemeldet werden.
- Die Detektionsfrequenzen müssen so anpassbar sein, dass eine gegenseitige Beeinflussung mehrerer Induktivschleifensignale ausgeschlossen ist.

An der Lichtsignalanlage LSA 7810 Weststraße/Barbarossastraße ist für die Identifizierung von Abbiegekonflikten zwischen Fußgängern/Radfahrern und abbiegenden Kfz ein intelligentes Kamerasystem betriebsbereit zu installieren. Die Anforderungen an das System werden in Abschnitt 4.4.5 formuliert.

Bedienungen am Steuergerät mit Anzeige (Display) sind ohne fremde Hilfsmittel über eine eingebaute Tastatur vorzusehen. Meldungen und Bedienerführung sind im Klartext darzustellen.

Über eine programmierbare Wochenautomatik muss die zeitplanabhängige Programmauswahl sowie das Ein- und Ausschalten der LSA gewährleistet sein. Die Wochenautomatik ist von einem GPS-Empfänger zu steuern und muss die unterschiedlichen Werk- und Feiertage berücksichtigen.

Der zur Realisierung der Wochenzeitautomatik erforderliche GPS-Empfänger ist Bestandteil der jeweiligen Geräteausstattung. Die GPS-Empfangsbaugruppe ist komplett versorgt mit Antenne, Kabel, Prozessor und Stromversorgung etc. zu liefern und betriebsbereit zu montieren.

Das Steuergerät wird im Freien installiert (Außenaufstellung) und ist für einen Temperaturbereich von -40°C bis $+60^{\circ}\text{C}$ auszulegen. Es ist in einen vandalismussicheren Steuergeräteschrank zu integrieren und durch geeignete Maßnahmen gegen das Eindringen von Überspannung zu schützen.

Das LSA-Steuergerät muss über ein Bedienteil verfügen, das die Eingabemöglichkeit mindestens folgender Funktionen gewährleistet:

- NOT-Aus,
- Ausschalten,
- Programmschaltung,
- Handschaltung,
- Zentralenbetrieb, Ortsbetrieb,
- Anzeige o.g. Funktionen und Fehlermeldung für Lampenausfall, Störungsindikator über Code-Nr. und beiliegendem Plan (d. h. Erkennbarkeit der Position)

Für Servicezwecke ist eine Schnittstelle für den Anschluss eines Laptops zu gewährleisten (z.B. über RJ45 oder USB) mit der Möglichkeit der Parameteränderung und Anzeige der wichtigsten Betriebsdaten wie:

- Fehleranzeige (auch flüchtige),
- Datum,
- Uhrzeit,
- Programmnummer, Umlaufsekunde,
- Phasennummer, Phasensekunde...
- Erfasste Betriebsdaten und Fehlertypen wie
- Ein- und Ausschaltungen, auch an Zusatzeinrichtungen für Blinde und sehbehinderte Personen
- Netzausfall,
- Rotlampenausfall mit Identifizierung,
- Programmwahl (manuell und zeitplanabhängig),
- Wartungseingriff, Türkontakt des Steuerschranks (Steuerteil)...

Im Hinblick auf die Anlagensicherheit ist das Schließsystem des Steuerschranks über den Verkehrsrechner mit zu überwachen (Türkontakt). Mit Türöffnung des Steuerschranks ist über die standardisierte Schnittstelle OCIT[®]-O eine Meldung an den Verkehrsrechner abzusetzen.

Die Schnittstelle für PC, Notebook, Netbook, Smartphone, Handheld... (entsprechendes Eingabegerät ist nicht Bestandteil dieser Ausschreibung) zur Versorgung und zum Auslesen der verkehrstechnischen Daten ist Bestandteil der jeweiligen Geräteausrüstung. Ein entsprechendes Kommunikationsprogramm zur Installation auf einem Gerät des AG ist bereitzustellen und in die Einheitspreise einzurechnen.

Es ist ein Betriebstagebuch anzulegen, in dem der Zustand und die Arbeitsweise der Lichtsignalanlage dokumentiert werden. Das Betriebstagebuch muss bei Bedarf ausgedruckt werden können.

Der AN hat für jede Lichtsignalanlage eine Dokumentation zu erstellen bzw. diese anzupassen (Schaltbuch mit Klemmenbelegungsplan, Ausrüstungs- und Kabelverzeichnis usw.). Die Dokumentation ist dem AG in zweifacher Ausfertigung spätestens zur Inbetriebnahme der jeweiligen LSA zu übergeben.

Jedes LSA-Steuergerät ist mit einem abgesetzten Handbediengerät auszustatten, das über eine separate Tür des Geräteteils zugänglich sein muss. Das Gerät stellt ausschließlich die Bedienfunktionen „NOT-Aus“, „LSA EIN“ und „LSA AUS (Nebenrichtung blinken)“ und Handschaltung bereit. Eine separate Schließung ist einzubauen.

4.4.3 Anschluss der vorhandenen Außenanlagen

Die vorhandenen Außenanlagen (Maste, Signalgeber, Detektoren) sind weiter zu nutzen und ggf. nur punktuell durch den AN zu ergänzen.

Die aktuellen Lagepläne für die entsprechenden LSA sind als Anlage der Ausschreibungsunterlage beigelegt.

Details zur Anzahl der zu berücksichtigenden Signalgruppen, Detektoren, Ein- und Ausgängen sind den entsprechenden Positionen der Preisblätter zu entnehmen. Der AN kann davon ausgehen, dass die Verkabelung zur RSU und zur Kamera zwischen LSA-Steuergerät und Befestigungsort der RSU bzw. Kamera in das jeweilige Schacht-/Rohrsystem eingezogen werden kann.

Nach Montage des Steuergerätes sind durch den AN sämtliche demontierten und im LSA-Schacht zwischengelagerten Kabelverbindungen aufzunehmen, ins LSA-Schutzrohrsystem einzuziehen und betriebsbereit aufzulegen.

Der Anschluss der RSU und der intelligenten Kamera an das jeweilige LSA-Steuergerät erfolgt über eine Ethernet-Verbindung mit PoE. Durch den AN ist entsprechendes Kabel zu liefern, in das LSA-Schutzrohrsystem einzuziehen, bis zum Montageort der RSU bzw. Kamera zu verlegen und betriebsbereit aufzulegen. Der Montageort der RSU wurde im Vorfeld bzgl. Reichweite und Konnektivität ermittelt und ist beizubehalten.

Die Montage der intelligenten Kamera erfolgt nach Vorgabe des AG an einem vorhandenen LSA- oder Beleuchtungsmast.

Sowohl für die Montage der RSU als auch für die Montage der intelligenten Kameras ist der Einsatz eines Steigerfahrzeugs zu berücksichtigen.

An der LSA Weststraße/Barbarossastraße sind die Blindentaster zu erneuern und mit einem auf Bluetooth basierenden System für die akustische Führung von Blinden(LOC.id) zu ergänzen.

4.4.4 Anforderungen an die Roadside Units

Für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur ist durch den AN für jede LSA eine RSU einschl. Antennen und systembezogenen Zubehör zu liefern, zu konfigurieren und betriebsbereit nach Vorgabe des AG am entsprechenden Mast bzw. Ausleger zu installieren.

Über die RSU werden im Kontext der C2X-Kommunikation unter Nutzung von WLAN 802.11p (IEEE 802.11p) C-ITS-Nachrichten gesendet, empfangen und weitergeleitet. Die RSU muss die jeweiligen technischen Spezifikationen entsprechend ETSI TS 102 und ETSI TS 103 sowie ETSI EN 302 erfüllen.

Die RSU ist jeweils in ein witterungsbeständiges Gehäuse mit Schutzklasse mindestens IP66 zu integrieren. Das Gehäuse sollte dabei die Abmessungen von ca. 300 x 300 x 150 mm nicht überschreiten, muss vandalismussicher und vor unberechtigt Zugriff geschützt sein.

Seitens des AG wird der Einsatz von RSU mit innen liegenden Antennen gefordert. Im Hinblick auf eine optimale Funkabdeckung wird für unbehinderte Sicht eine Reichweite von mindestens 1000 m gefordert.

Die RSU ist für einen Temperaturbereich von -40 °C bis 75 °C auszulegen.

Hinsichtlich der Kommunikationssicherheit muss die RSU über ein zertifiziertes Hardware-Sicherheitsmodul mit Sicherheitslevel mindestens L1 verfügen, in dem einerseits private Signaturen/Schlüssel sicher hinterlegt werden können. Andererseits müssen mit Hilfe dieses Moduls Nachrichten signiert werden können. Bestandteil der C2X-Technologie ist zudem eine Public Key Infrastructure (PKI). Die RSU muss in der Lage sein, Nachrichtensignaturen zu erstellen und zu überprüfen, so dass nicht autorisierte Nachrichten ignoriert werden können. Die Möglichkeit der Anbindung der RSU an eine PKI mit mindestens Sicherheitslevel L0 ist sicherzustellen.

Über die jeweilige RSU ist der Austausch folgender ETSI-konformer Nachrichten zu gewährleisten:

- SPATEM („Signal Phase And Timing Extended Message“ – Übermittlung der Schaltzeitprognose bzw. des zeitlichen Verlaufs nachfolgender Signalzustände)
- SREM (Nachricht vom Fahrzeug zur Priorisierungsanfrage), darin
- SSEM (Rückmeldung von Infrastruktur [RSU] zum Priorisierungsstatus)
- CAM („Cooperative Awareness Message“ – fahrzeugseitige Information für andere Verkehrsteilnehmer bzgl. Position, Fahrtrichtung, Geschwindigkeit u. dgl.)
- DENM („Decentralized Environmental Notification Message“)
- MAPEM (Map Extended Message - Beschreibung der Kreuzungstopologie)
- CPM (Collective Perception Message) – Warnung vor Gefährdungen

In die jeweilige Position des LV ist die Lieferung und Konfiguration der RSU einschl. Hinterlegung der MAP-Daten einzurechnen.

Ferner ist für jede LSA über die RSU die Schaltzeitprognose (SPAT und GLOSA-Dienst) für alle im LSA-Steuergerät hinterlegten Signalgruppen zur Verfügung zu stellen. Die Bereitstellung des GLOSA-Dienstes ist in die entsprechenden Positionen für die Lieferung und Montage der jeweiligen RSU einzurechnen.

Die RSU soll einen erweiterten SPAT- Service für Schaltzeitprognosen bereitstellen: Eine kostenlose App soll den Nutzern des Individualverkehrs die spurgenaue Anzeige der aktuellen Ampelphasen, die verbleibenden Rotzeiten sowie die Geschwindigkeitsempfehlung zum Erreichen der Lichtsignalanlage bei Grün anbieten.

Das Verkehrs- und Tiefbauamt der Stadt Chemnitz verfügt bereits über einen RSU-Webservice/Backend der Fa. Yunex GmbH. Über diesen Service muss es u.a. möglich sein, Softwareupdates und -upgrades auf den RSUs vorzunehmen, den Betriebsstatus der RSUs zu erkennen, eine PKI anzubinden (s. Abschnitt 8) und den C-ITS-Nachrichtenverkehr der RSU nachzuverfolgen und zu überwachen.

Durch den AN ist eine standardisierte Schnittstelle in Abstimmung mit der Firma Yunex GmbH zu implementieren (beispielsweise OCIT[®]-O V3 oder MQTT [Message Queuing Telemetry Transport]), über die die gesendeten und empfangenen C-ITS-

Nachrichten sowie der Betriebsstatus der RSU an den Webservice der Fa. Yunex GmbH übertragen werden.

In den Preisblättern ist der Aufwand zur Abstimmung und Etablierung der Schnittstelle in die entsprechenden Positionen einzurechnen.

Die Kommunikation zwischen RSU und den Webservices des AN sowie der Fa. Yunex GmbH soll mittels Mobilfunk erfolgen (mindestens LTE 4G). Die RSU muss dementsprechend über mindestens einen SIM-Karten-Slot (Nano-Format nach ISO 7816-3) und einen Micro-SD-Kartenslot verfügen.

Die für die Datenübertragung benötigten SIM-Karten werden durch den AG bereitgestellt.

Für die Ermittlung der Reisezeit und die Darstellung der Reisezeiten auf einem Reisezeitserver, der Bestandteil des Webservices der Fa. Yunex GmbH ist, muss die RSU in der Lage sein, neben den C-ITS-Nachrichten auch die MAC-Adressen von Fahrzeugen über Bluetooth zu erfassen und anonymisiert über Mobilfunk an diesen Webservice weiterzuleiten.

Im Rahmen der Wartung muss eine Softwareaktualisierung der RSU über den Webservice/das CMS möglich sein.

Die Mindestanforderungen an die RSU sind nachfolgend zusammengefasst:

- abschaltbar/deaktivierbar sowie Möglichkeit des Resets über das GUI des Webservices
- kabellose Kommunikation via Bluetooth 5.0 oder höher und W-LAN 802.11p
- Verwendung der ETSI ITS-Standards ITS-G5, GeoNetworking/BTP41, IP Protokollstack IPv4, IPv6, TCP, UDP

4.4.5 Anforderungen an das intelligente Kamerasystem

Durch den AN ist an der **LSA 7810** Weststraße/Barbarossastraße ein Kamerasystem mit künstlicher Intelligenz (KI), bestehend aus Kamera und Auswerteeinheit zur Detektion und zum Tracking von Fahrzeugen, Fußgängern und Radfahrern zu liefern und betriebsbereit zu montieren.

Der Einsatz der intelligenten Kamera ist für den C-ITS Service VRU an der dort definierten Lichtsignalanlagen vorgesehen (siehe „Funktionale Anforderungen an das Absetzen einer Warnmeldung (CPM) und DENM – VRU Service“).

Das Kamerasystem muss den aktuell gültigen Anforderungen an den Datenschutz und die Datensicherheit genügen (Einhaltung der DSGVO und der europäischen Datenschutzverordnung). Die entsprechenden Nachweise und Dokumente sind auf Verlangen dem AG zu übergeben.

Das Kamerasystem muss die Klassifizierung und das Tracking mindestens folgender Verkehrsarten ermöglichen: Pkw, Pkw+Anhänger, Lieferwagen, Lkw, Lkw+Anhänger, Bus, Straßenbahn, Motorräder, Rad, Fußgänger. Die entsprechende Software, mit

der diese Funktionalitäten echtzeitbasiert umgesetzt werden, ist als integrativer Bestandteil des Kamerasystems mitzuliefern und in die entsprechende Position der Preisblätter einzukalkulieren.

Das Kamerasystem ist durch den AN vorkonfiguriert zum jeweiligen Einsatzort zu liefern. Das Justieren und Einrichten der Detektionsfelder haben durch den AN vor Ort zu erfolgen. Es müssen mindestens 20 Detektionsfelder definiert werden können.

Für das Einrichten und Konfigurieren der Kamera muss die Auswerteeinheit über ein Interface/eine Benutzeroberfläche verfügen. Über diese muss es möglich sein, Kameras hinzuzufügen, Detektorfelder zu definieren sowie die angeschlossenen Kameras bzgl. Betriebszustand zu überwachen und Updates/Upgrades einzuspielen. Der Zugriff auf die Benutzeroberfläche muss von jedem internetfähigen Gerät aus erfolgen können.

Die Auswerteeinheit muss in der Lage sein, die Bilder von mindestens 4 Kameras gleichzeitig zu verarbeiten. Für den Anschluss der Kameras ist PoE vorzusehen. Verkehrstechnische Objekte müssen in einer Entfernung von bis zu 100m spurfein erfasst werden können. Ferner muss die Auswerteeinheit in der Lage sein, anhand der Bilddateien RSU-konforme Meldungen für den VRU-Service zu generieren (z.B. CPM und perspektivisch DENM) und diese an die RSU zu übermitteln. Hierzu ist eine Georeferenzierung der Detektorfelder unerlässlich und durch den AN zu berücksichtigen. Ferner ist eine gesicherte und verschlüsselte Nachrichtenkommunikation zwischen Kamera-Auswerteeinheit und RSU sicherzustellen.

Das Kamerasystem muss über einen Automatismus verfügen, der eine stabile Detektion bzw. ein stabiles Tracking auch dann gewährleistet, wenn Objekte kurzzeitig verdeckt werden. Das Kamerasystem muss unabhängig des Steuergerätetyps einsetzbar und für eine Betriebstemperatur zwischen -40°C und +60°C ausgelegt sein und unabhängig der Tageszeit und Witterung arbeiten.

Die Auswerteeinheit des Kamerasystems ist in den Steuergeräteschrank zu integrieren.

Das Kamerasystem muss über einen Arbeitsspeicher von mindestens 32 GB und einen Speicher von mindestens 64 GB (eMMC 5.1) verfügen, um hohe Datenübertragungsgeschwindigkeiten zu gewährleisten.

Die KI-Leistung muss mindestens 200 TOPS (Trillion Operations Per Second) betragen, um den hohen Anforderungen an die Bilderkennung in Echtzeit gerecht zu werden.

Zudem muss die Auswerteeinheit mindestens über folgende Schnittstellen verfügen:

- 8x Gigabit-Ports mit PoE
- 4x 100/1000 BASE-T SFP-Schnittstellen, unterstützt
- 100/1000Mbps Dualmode
- ≤ 32x konfigurierbare digitale Ausgänge via IO-Baugruppe

- WWAN 2G, 3G, 4G, CDMA mit konfigurierbarer SMA-Buchse

Das Kamerasystem ist vollausgestattet und konfiguriert durch den AN zu liefern und zu montieren. In die entsprechende Position der Preisblätter ist der Aufwand zum Trainieren der KI einzukalkulieren.

4.4.6 Vorgaben zur Erarbeitung und Versorgung der LSA-Steuerungen

Die Projektierung der verkehrstechnischen Unterlagen (VTU) ist Leistungsbestandteil des Bieters. Grundsätzlich sind nur die vom AG freigegebenen Unterlagen in das jeweilige LSA-Steuergerät zu integrieren und zu versorgen.

Die neu zu erstellenden VTU sind für alle LSA mit Ausnahme der LSA 7805 Reichsstraße/Weststraße in der jeweils aktuellen Version der SYLVIA-Steuerung (Version 2.2.6) zu erstellen. Der Bieter hat in seiner Kalkulation diesbezüglich erforderlichen Anpassungen der jeweiligen Bestandsversion zu berücksichtigen. Die jeweils aktuelle Version der Steuerung ist in der entsprechenden Position der Preisblätter vermerkt.

Die Steuerung für die LSA 7805 Reichsstraße/Weststraße wurde mittels OMTC als freie Logik projektiert.

Die Bestands-VTUs für die 39 LSA werden durch den AG nach Auftragserteilung übergeben. Es ist davon auszugehen, dass die Bestands-VTUs vom AG im pdf-Format und als LISA-Datei in der zum Zeitpunkt der Planung aktuell gültigen Fassung zur Verfügung gestellt werden.

Durch den Bieter ist für die Versorgung des jeweiligen LSA-Steuergerätes von folgenden grundlegenden Randbedingungen auszugehen:

- Anwendung des Steuerverfahrens SYLVIA (signalplanorientiert). Zeitliche, logische und sonstige Bedingungen sind durch Ablaufdiagramme zu beschreiben.
- Die Anzahl der zu hinterlegenden Festzeit-Signalzeitenpläne, der Steuerungsart (koordiniert/unkoordiniert) sowie die Anzahl der zu hinterlegenden Parametersätze für die verkehrsabhängige Steuerung sind für jede LSA den Positionen des LV zu entnehmen
- Die Steuerungslogik ist um die C-ITS-Funktionalitäten, insbesondere die Priorisierung von Fahrzeugen über SREM/SSEM zu ergänzen. Hierbei ist der Misch-/Parallelbetrieb mit R09.16-Telegrammen zu berücksichtigen
- Die VTUs sind als direkt versorgbare Steuerungen zu erarbeiten. Hierbei handelt es sich um eine getestete und abgezeichnete Steuerung im LISA-Dateiformat (s. Abschnitt 4.4.10).

Die zeitlichen Bedingungen sowie die Detektorkenngrößen sind durch den AN in der Software als Parameter zu hinterlegen. Alle sicherheitstechnisch nicht relevanten Parameter müssen vom Betreiber vor Ort über ein Bedienfeld (Display und Tastatur) oder ein Herstellertool veränderbar sein.

Steuerungen mit fehlender Blindensteuerung sollen jederzeit mit Zusatzeinrichtungen für blinde und sehbehinderte Menschen incl. Stummschaltausgang nachrüstbar sein.

Komponenten für die ÖPNV-Bevorrechtigung müssen ebenfalls nachgerüstet werden können.

Spätere Anpassungen und Erweiterungen müssen ohne aufwendige Änderungen der Hardware möglich sein.

Die Versorgung der LSA-Steuergeräte muss als direkt versorgbare Steuerung vor Ort sowie als Fernversorgung, mit den erforderlichen Standards gemäß den Festlegungen der „OCIT®-I VD-DM-LSA und OCIT®-O Lstg V2.0 Spezifikation“, von der Verkehrsmanagementzentrale über die OCIT®-I-VD Schnittstelle über LISA möglich sein.

Im öffentlichen Kommentar der Versorgungsdatei ist die LISA- Version, welche zur Erstellung genutzt wurde, einzutragen. Die Anlage von AP-Werten erfolgt nach Chemnitzer Vorgaben.

Durch den AN sind ggf. herstellerspezifische Anpassungen für die Implementierung der direkt versorgbaren Steuerungen in die Gerätetechnik vorzunehmen. Der entsprechende Aufwand ist bei der Kalkulation zu berücksichtigen.

Die Steuerungen sind mit einer einstellbaren Umlaufzeitüberwachung zu liefern. Sie soll die Steuerung auf ein ungewollt permanent anstehendes Signalbild überwachen. Der einstellbare Zeitbereich soll 1-99.999 Sekunden (erforderlich für Einzelsteuerungsanlagen) betragen und die Überwachung muss deaktiviert werden können.

Die Umlaufzeitüberwachung muss für jedes Signalprogramm separat inkl. Ein- und Ausschaltprogrammen eingestellt werden können. Spricht die Umlaufzeitüberwachung an, wird in eine parametrierbare Rückfallebene umgeschaltet, mit der Standardeinstellung

- vom Festzeit-, Ein- oder Ausschaltprogramm in den „Aus- bzw. Blinken-Zustand“
- vom verkehrsabhängigen Signalprogramm in ein parametrierbares Festzeitprogramm.

Im Störfall findet neben der Protokollierung der Programmumschaltung ein Eintrag „Umlaufkontrolle“ in das konfigurierte OCIT®-Meldungsarchiv statt. Eine verkehrsabhängige Steuerung darf die Umlaufzeitüberwachung auch ohne Schaltung einer Signalgruppe zurücksetzen, solange keine entsprechende Anforderung vorliegt.

Bei der Verwendung der Steuerungsmethode SYLVIA ist im bereitgestellten Grundgerüst bereits eine Umlaufzeitüberwachung enthalten, welche noch zu parametrieren ist.

Die Prüfung der implementierfähigen Daten und Programme muss hinsichtlich aller zu testenden Funktionen der Steuerung vollständig sein und daher alle Betriebsbedingungen umfassen, einschließlich des Ein-, Aus- und Umschaltens sowie das Verhalten bei Störungen.

Die Prüfungen sollten sich dabei an den Beschreibungen im Abschnitt 4.5.5 der RiLSA (Test der Steuerung) orientieren. Die entsprechenden Prüfvorschriften in Form von Testmustern werden vom Planer bereitgestellt. Die bei der Erstversorgung erforderlichen Tests zur Integration des Steuerungsverfahrens in die Zielhardware sind

vom AN in geeigneter Weise zu dokumentieren und dem AG zu übergeben. Der AN gewährleistet dadurch das fehlerfreie Zusammenspiel zwischen der Steuergerätesoftware und der Steuergerätehardware.

Die drei OCIT®-Grundmodifikationen der Schaltuhr VA, ÖPNV-Beeinflussung (Funkanmeldung) Ein/Aus, IV-Beeinflussung Ein/Aus sind berücksichtigt, so dass diese entsprechend den Einstellungen im Tagesplan vom Steuergerät verarbeitet werden. Wenn in der Schaltuhr bei ÖV „aus“ ausgewählt wird oder wenn auf dem im Bedienteil die Einstellung „ÖV“ deaktiviert wird, wird die ÖPNV-Anmeldung über Funk inaktiv gesetzt (OCIT®-Funktion). Um bei ungewollten dauernd anstehenden Signalbildern eine Störung des Programmablaufs zu vermeiden, ist eine Umlaufüberwachung vorzusehen.

Damit der AG selbst spätere Anpassungen der LSA-Steuerungen und -Versorgungen mit dem Verkehrsingenieurarbeitsplatz LISA vornehmen kann, ist die MAP mit LISA zu erstellen und gemeinsam mit der LSA-Steuerungsdaten dem AG zu übergeben und in der RSU zu hinterlegen.

4.4.7 Funktionale Anforderungen an den GLOSA-Dienst (ÖV)

GLOSA optimiert den ÖPNV durch Verlagerung der Wartezeiten vor den Haltelinien signalisierter Knotenpunkte zurück zu den Haltestellen, was die Servicequalität wesentlich erhöhen kann. Dies geschieht durch eine vorausschauende Geschwindigkeitsanpassung des Fahrers mittels Schaltzeitprognosen (GLOSA-Dienst). Der Dienst übermittelt die relevanten Informationen via ETSI G5 oder Mobilfunk an Fahrzeuge/Endgeräte, um einen effizienten und komfortablen Fahrtverlauf zu gewährleisten.

Fahrzeugseitig sind folgende zwei Hauptanwendungen sinnvoll:

Grüne-Welle-Assistent: Mit dieser Anwendung wird der Fahrer über die zu erwartenden LSA-Phasen und der optimalen Geschwindigkeit für das Erreichen der Grünphase informiert und kann diese adaptieren.

Verzögerungsassistent: Mit Hilfe dieser Anwendung wird der Fahrer darüber informiert, dass er die nächste LSA nicht mehr im Rahmen der Freigabezeit erreichen kann. Für den ÖV ergeben sich in diesem Zusammenhang folgende Handlungsstrategien:

- Variante 1: Die effektivste Variante ist die Verlagerung der Haltezeiten von der LSA direkt in die Haltestelle. Die Wartezeiten stehen für einen erweiterten Fahrgastwechsel zur Verfügung. Das Fahrzeug bekommt in der Haltestelle eine Art Countdown übermittelt. So weiß der Fahrer, wann er die Türen schließen und das Fahrzeug abfertigen muss, um bei geplanter Betriebsgeschwindigkeit die in Fahrtrichtung folgende nächste LSA während der Freigabezeit zu passieren.
- Variante 2: Sofern das Fahrzeug die Haltestelle vorzeitig verlässt, oder wenn sich keine Haltestelle im Zulauf der LSA befindet, bekommt das Fahrpersonal die optimale Geschwindigkeit zum Erreichen der in Fahrtrichtung folgenden nächsten LSA bei Grün angezeigt. Der Halt am Signalquerschnitt entfällt, was neben einer

Verbesserung der Energieeffizienz auch eine Steigerung des Fahrkomforts für die Fahrgäste bewirkt.

- Variante 3: Das Fahrzeug muss vor der LSA am Signalquerschnitt halten. In diesem Fall wird dem Fahrpersonal die verbleibende Sperrzeit bis zur nächsten Freigabe des zugeordneten Signals angezeigt und kann sich so gezielt auf das Anfahren vorbereiten.

Sowohl der Dienst des Grüne-Welle-Assistenten als auch der Verzögerungsassistent sollen auf dem Bordrechner der Busse (Hersteller: IVU Traffic Technologies AG) angezeigt werden. Das zur Umsetzung der vorbenannten Varianten benötigte Annäherungsmodell und die Berechnung des Countdowns obliegen dem AN und sind durch diesen bereitzustellen.

Der C-ITS Service GLOSA ist auf allen in Anlage 2 aufgezeigten LSA zu implementieren.

4.4.8 Funktionale Anforderungen an die Fahrzeug-Priorisierung (TSP)

Die Prioritätsanforderung via TSP (Traffic Signal Priority Request) zielt darauf ab, den aktuellen Zustand der LSA-Steuerung so zu beeinflussen, dass zu priorisierende Fahrzeuge (z.B. Einsatzfahrzeuge, ÖV-Fahrzeuge) möglichst schnell, unbehindert und verzögerungsfrei die LSA in der gewünschten Fahrtrichtung passieren können. Aktive TSP-Techniken basieren auf der Erkennung von Fahrzeugen, die sich einer LSA nähern. Im Gegensatz zu passiven Techniken erfordert der aktive TSP-Dienst den Einsatz spezieller Hardware. Diese besteht typischerweise aus einem Sender im Fahrzeug (OBU) und einem oder mehreren infrastrukturseitigen Empfängern (RSU).

Je nach Fahrzeugtyp (z.B. ÖV-Fahrzeug oder Einsatzfahrzeug) oder Status (z.B. ÖV-Fahrzeug verfrüht, pünktlich oder verspätet) können dabei unterschiedliche Prioritätsstufen angewendet werden. Fordern Fahrzeuge ihre Priorität an einer LSA an, erfolgt je nach Prioritätsstufe und Gegebenheit der Eingriff in die LSA-Steuerung.

Die Anmeldung eines ÖV-Fahrzeugs erfolgt über die international für Priorisierungsanforderungen vorgesehenen Nachrichtenformate Signal Request Message (SREM) sowie die Signal Status Message (SSEM) zur Realisierung des Rückkanals. Die beiden C2X-Nachrichtenformate sind speziell für die Anforderung der Beeinflussung der Lichtsignalsteuerung vorgesehen und so auch international standardisiert.

Der Service soll entsprechend der Definitionen von C-ROADS umgesetzt werden.

Die Anmeldung eines zu priorisierenden Fahrzeuges muss dabei über einen vom AN zur Verfügung zu stellenden Webservice und im Verkehrsrechner nachvollziehbar sein (ähnlich dem heutigen ÖV – siehe Abschnitt 6). Hierfür sind Schnittstellen zum freien Export der Daten, beispielsweise als CSV-File umzusetzen.

Die Priorisierung von Einsatzfahrzeugen und die ÖV-Priorisierung an den LSA mittels TSP ist zwingend über SREM/SSEM-Nachrichten umzusetzen (Nutzung des OCIT-Extension-Frames der SREM-Nachricht). Die Fahrzeug-Priorisierung des R09.16

Public Transport Container in der CAM-Nachricht und die Umsetzung von R09.16-Meldepunkten im SREM-Container ist nicht zulässig.

Generelles Ziel ist die Umsetzung von SREM inklusive ETA. Dies entspricht den folgenden beschriebenen Ausbauvarianten:

- BAST-Bericht V 353: Nutzung der C2X-basierten ÖV-Priorisierung an signalisierten Knotenpunkten
- VDV-Mitteilung 4022 Beschleunigung von ÖPNV-Fahrzeugen an Lichtsignalanlagen mit C-ITS – Migration des ÖPNV von „morgen“ im Umfeld von Lichtsignalanlagen
- FGSV HTwLSA Hinweise für den Technologiewechsel C-ITS an Lichtsignalanlagen

Die Anforderung eines ÖV-Fahrzeuges über SREM muss wie auch heute im Status Quo an der LSA über ein entsprechendes Signal quittiert werden. Ein Parallelbetrieb zwischen dem aktuellen System der ÖV-Beschleunigung über R09.16 und der Priorisierung über SREM/SSEM muss über mehrere Jahre möglich sein.

Der Rückkanal der SSEM soll auf dem Bordrechner visualisiert werden. Hier ist dem Fahrpersonal eine Rückmeldung zu geben, dass die Anmeldung über SREM an der LSA empfangen und entsprechend quittiert wurde („digitales Quittierungssignal“). Die Information ist über die OBU an den Bordrechner weiterzugeben. Die Anpassung des Bordrechners ist nicht Leistungsbestandteil des Bieters.

Analog zum gegenwärtigen Zustand sind die SREM-Meldungen vom Steuergerät der LSA an den Verkehrsleitrechner zu übertragen, beispielsweise über AP-Wertblöcke. Der Bieter hat diese Funktionalität in seiner Kalkulation zu berücksichtigen.

Im Sinne einer qualitäts- und zielgerichteten ÖV-Priorisierung soll diese an folgenden LSA nur dann erfolgen, wenn das ÖV-Fahrzeug gegenüber dem hinterlegten Fahrplan verspätet eintrifft. Für Fahrzeuge, die gegenüber dem Fahrplan verfrüht die LSA erreichen oder pünktlich erreichen, erfolgt keine Priorisierung:

- LSA 9010 Bergstraße/Salzstraße
- LSA 0905 Salzstraße/Hechlerstraße
- LSA 0910 Müllerstraße/Promenadenstraße
- LSA 0915 Müllerstraße/Nordstraße
- LSA 2810 Clausstraße/Bernhardstraße
- LSA 3010 Clausstraße/Charlottenstraße
- LSA 3620 Zschopauer Straße/Wartburgstraße
- LSA 4505 Fraunhoferstraße/Lutherstraße

Der Schwellwert, ab welcher Zeitspanne ein Fahrzeug als verfrüht betrachtet wird, ist mit Projektfortschritt und projektspezifisch für jede der vorbenannten LSA separat mit dem AG abzustimmen und in der LSA-Steuerung als Parameter zu hinterlegen. Es ist

davon auszugehen, dass der Abgleich zwischen theoretischer und aktueller Fahrplananlage fahrzeugseitig erfolgt und die entsprechende Informationen dem LSA-Steuergerät übergeben wird.

Für alle anderen LSA erfolgt die Priorisierung unabhängig der Fahrplananlage.

Neben der ÖV-Beschleunigung sind an folgenden LSA Einsatzfahrzeugen der Feuerwehr zu priorisieren. Meldet sich ein Einsatzfahrzeug an der LSA an, sind konfliktierende Signalgruppen unverzüglich unter Beachtung der Mindestfreigabe- und Zwischenzeiten abzuwerfen und die für das Einsatzfahrzeug relevante(n) Signalgruppe(n) freizugeben:

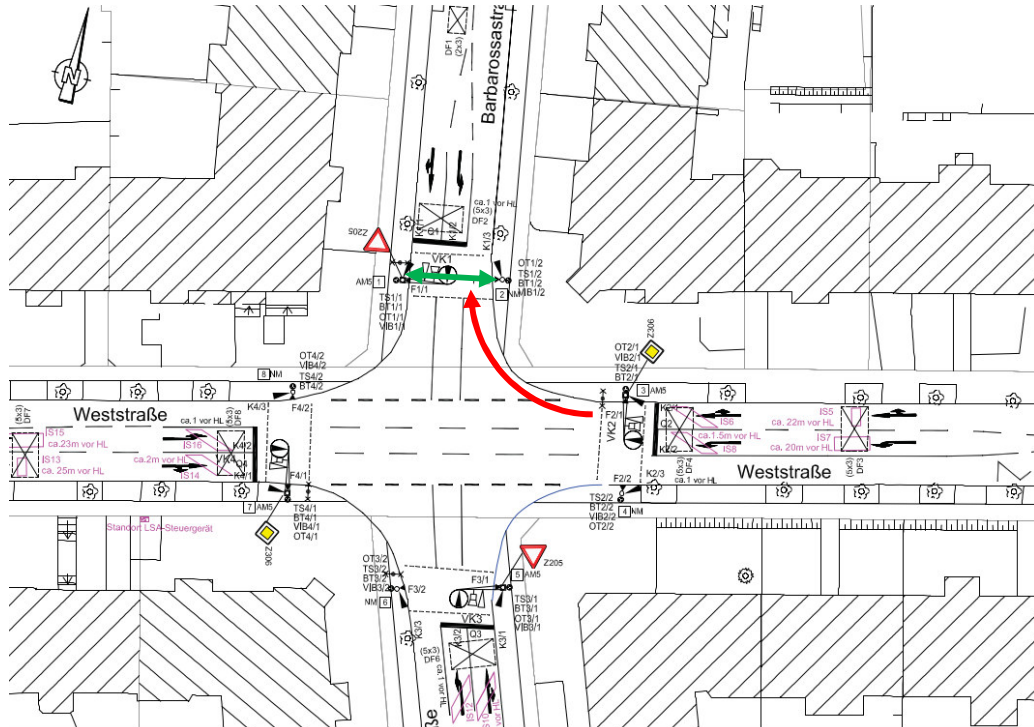
4810 Annaberger Str./G.-Freytag-Str. – Priorisierung der Signalgruppen K1 und K2

6305 Stollberger Straße/Reichsstraße – Priorisierung der Signalgruppe K1

Gleichzeitig ist im Zuge der Einsatzfahrzeugpriorisierung durch das Fahrzeug über die OBU eine DENM-Nachricht an andere, sich in der Umgebung befindende Fahrzeuge zu versenden.

4.4.9 Funktionale Anforderungen an das Absetzen einer Warnmeldung (CPM und DENM) – VRU Service

An der LSA 7810 Weststraße/Barbarossastraße ist Sensorik zur Erfassung eines zum Kfz bedingt verträglichen Fußgängerstroms zu installieren. Der Konfliktfall ist hier von K2 auf F1 vorgesehen.



Lageplanausschnitt LSA 7810 Weststraße/Barbarossastraße mit Konflikt K2/F1

An der LSA 7810 ist der Service „Vulnerable Road User Protection“ umzusetzen.

Dieser Service ist eine Day-1.5-Anwendung. Gefährdete Verkehrsteilnehmer werden in der ITS-Richtlinie definiert als „nicht motorisierte Verkehrsteilnehmer, wie Fußgänger und Radfahrer sowie Motorradfahrer und Personen mit Behinderungen oder eingeschränkter Mobilität und Orientierung“. Ein Warnsystem für ungeschützte Verkehrsteilnehmer – hier eine installierte Kamerasensorik inkl. C-ITS Kommunikation – zielt auf die Erkennung von Risikosituationen ab und ermöglicht es, Fahrzeugführer zu warnen.

Der Service arbeitet in einem zweistufigen Algorithmus, der durch den AN entsprechend umzusetzen ist:

- Stufe 1: Die installierte Kamerasensorik soll in Absprache mit dem AG eine Konfliktfläche an der genannten LSA detektieren. Die entsprechenden Algorithmen der Sensoren erkennen die Objekte auf der Konfliktfläche und können diese klassifizieren. Alle erfassten Objekte werden mit ihrer Position, Geschwindigkeit, Ausrichtung, Objektklasse und Konfidenz in die dynamische Objektkarte übergeben und über die C-ITS Nachricht CPM von der RSU der LSA ausgesendet.
- Stufe 2: Diese Stufe ist perspektivisch umzusetzen. Das Nachrüsten muss zu einem späteren Zeitpunkt ohne Wechsel der Hardware erfolgen können (z.B. im Zuge von Softwareupdates und -grades). Die Trajektorien der Objekte in der dynamischen Objektkarte werden hierbei erfasst und in Verbindung mit dem aktuellen Signalstatus ausgewertet. Im Falle, dass sich hier schneidende Trajektorien ergeben, sendet die Infrastruktur eine Warnmeldung als C-ITS Nachricht DENM. Diese Nachricht soll nur dann gesendet werden, wenn tatsächlich ein potenzieller Konflikt entsteht.

4.4.10 Test und Inbetriebnahme

Für den Nachweis der Funktionalität der verkehrstechnischen Unterlagen sind durch den AN mindestens 10 Testmuster anzulegen, zu dokumentieren und dem AG zu übergeben. Die Freigabe der getesteten und abgezeichneten Steuerungsdatei erfolgt durch den AG.

Zusätzlich ist ein Stresstest (Umschaltmuster, Testmuster IV-Belastung und ÖV-Belastung) nach Vorgaben des AG über 50.000 Simulationssekunden durchzuführen und zu dokumentieren.

Des Weiteren ist die Teilnahme des AN an der Inbetriebnahme der einzelnen LSA sowie die verkehrstechnische Prüfung der erstellten Signalsteuerung vor Ort Leistungsbestandteil des AN.

Je nach Projektfortschritt und Bauablauf ist die Inbetriebnahme mehrerer LSA an einem Tag möglich.

Zudem sind eine einmalige Feinjustierung und Optimierung der direkt versorgten Steuerungen nach Inbetriebnahme vorzusehen und zu kalkulieren.

Im Rahmen der Inbetriebnahme hat der AN den Nachweis folgender Funktionalitäten zu erbringen:

- Nachweis der Direktversorgbarkeit des Steuergerätes für eine LSA
- Nachweis der Fernversorgung als Änderungsversorgung über OCIT®-I_VD/OCIT®- C über LISA
- Nachweis GLOSA-Dienst
- Nachweis TSP mit ETA
- Nachweis Richtigkeit der MAP im Kontext VTU und RSU

Entsprechende Hilfsmittel und Werkzeuge für den Nachweis der vorbenannten Funktionalitäten, wie beispielsweise ein Laptop, sind durch den AN zur Inbetriebnahme bereitzustellen.

5 Lieferung und Montage der Onboard Units

5.1 Allgemeine Anforderungen

Für die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur sind durch den AN für vorerst insgesamt 20 Fahrzeuge der CVAG Onboard Units für den Einbau in ein 19“-Rack zu liefern und zu konfigurieren. Die Installation der OBUs in die Fahrzeuge sowie deren Kopplung mit dem Bordrechner sind nicht Leistungsbestandteil des AN und obliegen der CVAG und ihren Vertragspartnern.

Für den Zweck der Einsatzfahrzeugpriorisierung ist eine OBU (1 Stück) einzusetzen, die hinsichtlich der Montage flexibel einsetzbar ist und jederzeit ohne größeren Aufwand (d.h. ohne Werkzeug) von einem Fahrzeug auf ein anderes Fahrzeug versetzt werden kann.

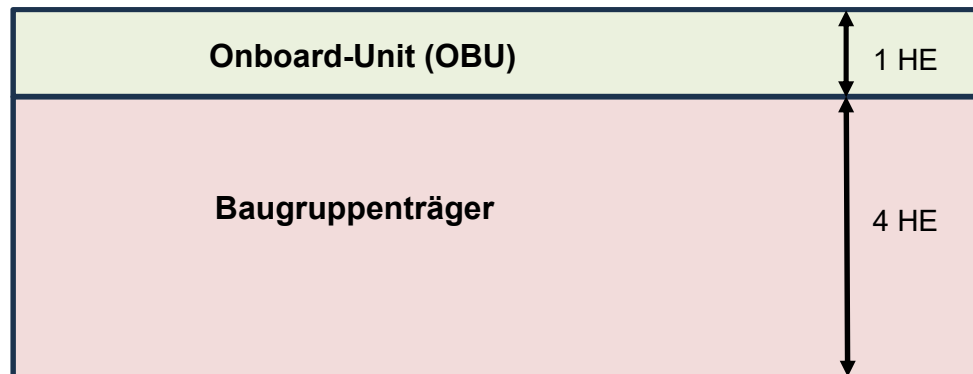
Die OBUs sind durch den AN zu konfigurieren und der CVAG bzw. dem Rettungsdienst für die Montage zu übergeben.

Die vom AN zu liefernden und zu installierenden OBUs müssen die Anforderungen der ISO 16750 hinsichtlich der Umwelteinflüsse sowie der mechanischen, klimatischen, elektrischen und chemischen Belastungen erfüllen.

5.2 Gerätetechnische Anforderungen

Durch die OBU erfolgt die bidirektionale Kommunikation zwischen Fahrzeug und Infrastruktur über WLAN-Standard IEEE 802.11p.

Die Onboard Unit wird im jeweiligen ÖV-Fahrzeug in ein 19“-Rack mit maximal 4 Höheneinheiten (HE) über bereits installierte Baugruppen mit einer Bauhöhe von insgesamt 3 HE integriert. Infolgedessen darf die Höhe der OBU eine HE nicht überschreiten. Das für die Montage benötigte Befestigungsmaterial sowie die Antennen sind durch den AN mitzuliefern und Bestandteil der Geräteausstattung.



Prinzipiskizze Integration der Onboard Unit in das 19“-Rack

Die OBU ist so in das ÖV-Fahrzeug zu integrieren, dass im Bordrechner sowohl R09.16 Telegramme als auch C-ITS-Nachrichten verarbeitet werden. Die OBU ist zudem entsprechend VDV 300 an den IBIS-Wagenbus anzubinden und muss über eine Ethernet-Schnittstelle verfügen. Hardwareseitig muss der Anschluss der OBU an den Bordrechner über RJ45 erfolgen.

Für die hinsichtlich Einsatzort flexibel einsetzbare OBU sind interne Antennen und eine Halterung/Befestigungsmöglichkeit am Armaturenbrett, an der Windschutzscheibe o.ä. durch den AN mitzuliefern.

Sämtliches Zubehör, wie Antennen, Kabel und Befestigungsmaterial ist durch den AN mitzuliefern und in den entsprechenden Positionen des LV einzukalkulieren.

Die Energieversorgung der OBU (beide Varianten) ist über das Fahrzeugnetz (12V bis 24V) mit einer Versorgungsspannung von 8V bis 32V sicherzustellen.

Ferner muss die OBU – unabhängig der Montageart - mindestens folgende Betriebsparameter aufweisen:

- Umgebungstemperaturbereich -40°C bis +85°C
- Schutzart IP54
- mit CE-Kennzeichnung hinsichtlich Einhaltung der gesetzlichen Anforderungen der EU an Sicherheit, Gesundheit und Umweltschutz
- EMV-Zertifizierung/E-Kennzeichnung bzgl. Einhaltung der ECE-Regelungen zur elektromagnetischen Kompatibilität

Die OBU (beide Varianten) muss resistent gegen Spannungsschwankungen des jeweiligen Fahrzeug-Bordnetzes sein und über einen Schutz vor Über- und Unterspannung verfügen.

Sämtliche C-ITS-Meldungen, die von der OBU empfangen und gesendet werden, sowie die jeweiligen Fahrzeug- und Positionsdaten sind ereignisorientiert an einen OBU-Webservice zu übertragen (s. Abschnitt 6). Zur Gewährleistung der Informationssicherheit muss jede OBU über ein Sicherheitsmodul zur Verschlüsselung von

Nachrichten mittels PKI, Sicherheitslevel L0 verfügen. Die OBU soll ohne Hardware-tausch auf Level 1 upgradebar sein.

5.3 Kopplung der OBU mit dem Bordrechner

Die CVAG nutzt ausschließlich Bordrechner des Herstellers IVU Traffic Technologies AG. Die vom AN zu liefernden OBUs müssen zwingend über eine Schnittstelle zum Fahrzeug-Bordrechner verfügen. Über diese Schnittstelle ist zu gewährleisten, dass gesendete und empfangene C-ITS-Nachrichten automatisch zum Bordrechner übertragen und auf dem Display des Bordrechners dargestellt werden können (u.a. Visualisierung der Services TSP und GLOSA). Hierzu sind die aktuell gültigen Spezifikationen der VDV 300, VDV 301 und VDV 435 umzusetzen.

Bei Fehlfunktionen der OBU ist eine Statusmeldung an den Bordrechner zu übermitteln.

Die Anpassung des Bordrechner-GUI sowie die Anpassung und Erweiterung des ITCS-Systems/Backends der CVAG um die Funktionalitäten hinsichtlich der C-ITS-Nachrichten sind nicht Leistungsbestandteil des AN.

Der Bieter hat in seinem Angebot sämtliche Abstimmungen zur Schnittstelle zwischen Bordrechner und OBU zu berücksichtigen. Ferner sind durch den Bieter in seinem Angebot unterstützende Leistungen/Beratungsleistungen hinsichtlich des Einbaus und der Konfiguration der OBU einzukalkulieren (Support für die CVAG bzw. deren Vertragspartner).

Nach erfolgtem Einbau der OBU ist durch den AN jeweils ein Integrationstest zur Sicherstellung der verlust- und fehlerfreien Kommunikation zwischen OBU und Bordrechner sowie hinsichtlich der Kommunikation zwischen OBU und RSU durchzuführen und im Angebot zu kalkulieren.

5.4 Dokumentation

Für die OBUs mit festem Einbau im ÖV-Fahrzeug und flexibler Montage im Einsatzfahrzeug ist ein Handbuch bzw. eine Beschreibung in deutscher Sprache, jeweils in digitaler Form (pdf-Datei, farbig) zu liefern.

6 Webbasierter Service zur OBU-Verwaltung

6.1 Aufgaben und Anforderungen

Für die Administrierung, die Konfiguration und das Monitoring der OBUs ist dem AG durch den AN ein webbasierter Service bereitzustellen. Der Zugriff auf diesen Service muss von jedem internetfähigen Endgerät erfolgen können. Über den Webservice muss der Anwender die Möglichkeit haben, Softwareupdates und -upgrades der angeschlossenen OBUs vorzunehmen.

Der Webservice ist bedienerfreundlich zu gestalten, muss VPN unterstützen und folgende prinzipielle Aufgaben erfüllen:

- dynamische Anzeige/Darstellung der OBU-Standorte auf einer zoombaren Hintergrundkarte mit Anzeige des jeweiligen OBU-Status (in Betrieb/außer Betrieb)
- Anzeige des Status jeder OBU und des GPS-Empfangs
- Anzeige von Fehlermeldungen
- Empfang und Speicherung sämtlicher C-ITS-Nachrichten der angeschlossenen OBU (gesendete und empfangene SREM/SSEM, SPATEM, CPM, CAM und DENM, ...) sowie aktueller Fahr- und Positionsdaten des Fahrzeugs
- Datenexport der gespeicherten Daten an Dritte in einem weiter verarbeitbaren Datenformat, wie beispielsweise *.csv oder *.xml
- Manuelle Auswahl der OBU in der Karte und Anzeige detaillierter Informationen zur OBU (z.B. IP-Adresse, Nachrichtensignaturen u.dgl.)
- Konfiguration der OBU sowie Einspielen von Software-Updates und -Upgrades
- Einbindung einer PKI

6.2 Zugriff auf die Serviceoberfläche

Der Zugriff auf den Webservice erfolgt über ein separates Login und darf nur durch berechtigte Personen mittels Zwei-Faktor-Authentifizierung erfolgen. Grundsätzlich muss der Zugriff von jedem internetfähigen Endgerät aus ausführbar sein. Der Webservice muss für mindestens 5 Nutzer/Anwender des AG nutzbar sein.

Eventuelle Anpassungen/ Konfigurationsänderungen der Firewalls, über die der AG von seinen Bedienstationen einen Zugang zum Internet bzw. auf die Bedienoberfläche erhält, sind nicht Leistungsbestandteil des AN.

Wird an einem Bedienterminal länger als eine einstellbare Frist die Tastatur nicht mehr betätigt, muss der Zugriff auf die Weboberfläche automatisch gesperrt werden. Der Nutzer muss sich gegebenenfalls wieder neu in das System einloggen. Die Zeit für ein automatisches Logout muss für jeden Nutzer konfigurierbar sein.

Prinzipiell muss der Zugriff auf die Serviceoberfläche an allen Wochentagen rund um die Uhr zur Verfügung stehen (24/7).

Ein Fernzugriff via VPN auf den Webservice ist zu gewährleisten.

Der Schutz vor Viren, unberechtigten Zugriffen, Cyberattacken u. dgl. auf den Webservice muss mit größter Sicherheit gewährleistet werden und obliegt auf Serverseite dem AN. Andererseits sorgt der AG über die in seinem Netzwerk installierten Sicherheitsmechanismen für den größtmöglichen Schutz gegenüber den vorbenannten Gefahren.

Durch den AN ist ein gespiegeltes System (RAID1) anzubieten, das auf einem Server installiert ist, der sich innerhalb eines EU-Mitgliedsstaates befindet. Das Hosting des Webservices ist für die vertraglich vereinbarte Nutzungsdauer Leistungsbestandteil des AN und in die entsprechende Position der Preisblätter einzukalkulieren.

6.3 Erstversorgung

Der Bieter hat in seinem Angebot die komplette Versorgung des Webservices einzukalkulieren. Dazu zählen unter anderem:

- die Versorgung einer Hintergrundkarte
- das Anlegen sowie Integrieren/Konfigurieren der OBUs (21 Stück)
- die Erstellung/Hinterlegung der Zertifikate für die OBUs (21 Stück)
- das Einrichten und Testen sämtlicher Schnittstellen für systeminterne und -externe Prozesse sowie den Datentransfer
- die Parametrierung des Gesamtsystems
- das Einrichten und Festlegen der Pfade für Datenspeicherung und -export

6.4 Anforderungen an die Bedienoberfläche des Webservices

Der Zugriff auf gewünschte Informationen und Funktionen sollte schnell und komfortabel erfolgen. Deshalb haben die Bedienoberfläche, die Menüführung und die Mausfunktionen grundsätzlich den Festlegungen zu entsprechen, die im Windows Interface Guidelines for Software Design getroffen wurden.

Die gesamte Versorgung und Verwaltung der OBU (z. B. das Einbinden weiterer OBU, die Anzeige des Betriebszustands usw.) soll schnell begreifbar und einfach möglich sein.

Zur Visualisierung ist eine georeferenzierte Hintergrundkarte in Vektorgrafik oder eine digitalisierte Stadtkarte, die nicht als Vektorgrafik vorliegt, zu hinterlegen. Die Stadtkarte ist seitens des AN in digitaler Form bereit zu stellen sowie im Rahmen der Wartungszyklen zu aktualisieren. Die Kartengrundlage sollte frei von Rechten Dritter nutzbar sein (z. B. OpenStreetMap).

In diese Karte sind die OBUs als dynamische Symbole bzw. Objekte aufzunehmen. Die Erweiterung um weitere OBUs sowie das Editieren dieser Objekte muss durch den Anwender selbst erfolgen können. Weitere Informationen, wie beispielsweise Informationen zur Linie und Route müssen integriert werden können

Eine menügesteuerte Bedienung muss in der Übersichtskarte mindestens folgende Funktionen gestatten:

- Horizontales und vertikales Scrollen sowie Zoomen,
- Auswahl/Anwahl verkehrstechnischer Objekte (OBU)
- Anzeige von Detailinformationen zu einem selektierten Objekt
 - Alias bzw. Name,
 - aktueller Betriebszustand
 - Betriebsstatus
 - Anzeige der empfangenen und gesendeten C-ITS-Nachrichten

- Status der PKI für jeden Nachrichtentyp (signiert/nicht signiert)
- Datenexport

7 Webservice zur Reisezeitermittlung

7.1 Erstversorgung

Der Bieter hat in seinem Angebot die komplette Versorgung des Webservices einzukalkulieren. Dazu zählen unter anderem:

- das Anlegen sowie Integrieren/Konfigurieren der RSUs (39 Stück)
- die Erstellung/Hinterlegung der Zertifikate für die RSUs (39 Stück)
- das Einrichten und Testen sämtlicher Schnittstellen für systeminterne und -externe Prozesse sowie den Datentransfer
- die Definition und das Anlegen der Strecken für die Ermittlung und Berechnung der Reisezeit
- die Parametrierung des Gesamtsystems

7.2 Ermittlung und Darstellung von Reisezeiten

Basierend auf den Bluetooth- und WLAN-Daten der RSUs ist für den Streckenverlauf der Ringbuslinie 82 fahrtrichtungsbezogen die Reisezeit in Form des aktuellen LOS abzubilden. Die entsprechenden Algorithmen zur Berechnung des LOS sind Bestandteil des Lieferumfangs des AN.

Der LOS muss dabei abschnittsbezogen zwischen zwei Knotenpunkten abgebildet werden, wobei von mindestens drei verschiedenen LOS-Stufen auszugehen ist. Die Darstellung des LOS muss dabei farbige getrennt für jede LOS-Stufe erfolgen:

GRÜN – freier Verkehrsfluss

GELB – dichter Verkehr

ROT – stockender Verkehr, Stau

Die Schwellwerte für freien, dichten und stockenden Verkehrsfluss sind als Parameter zu hinterlegen. Sie müssen durch den AG bzw. den Anwender jederzeit geändert werden können.

Die Aktualisierung und Darstellung der Reisezeitdaten muss selbstständig durch das System in einem zeitlichen Abstand von maximal 5min erfolgen.

Perspektiv muss es mit Verdichtung und Aktualisierung der verkehrstechnischen Ausstattung möglich sein, weitere Strecken in die Reisezeitermittlung und -darstellung zu integrieren.

7.3 Datenarchivierung

Der gesamte ein- und ausgehende Datenverkehr der angeschlossenen RSU (Logfiles) ist durch den AN für mindestens 6 Monate mit Datum und Zeitstempel in einem

für den Anwender weiter verarbeitbaren Format zu archivieren (z.B. *.csv, *.xml). Die abgespeicherten Daten müssen durch den Anwender jederzeit aus dem Archiv abgerufen und im *xml-Format anderen Systemen bzw. Dritten zur Verfügung gestellt werden können.

7.4 Bereitstellung der Daten für Dritte

Die aktuellen Daten zur Reisezeit sind vom Webservice über eine geeignete standardisierte Schnittstelle an die Mobilithek zu übertragen. Dafür ist durch den AN eine entsprechende Schnittstelle bzw. ein entsprechender Dienst zu konfigurieren. Die Details zur Schnittstelle zur Mobilithek sind unter folgendem Link abrufbar: <https://mobilithek.info>.

8 Anbindung/Service einer PKI

Jede RSU und OBU muss separat an eine PKI angebunden werden können, um Nachrichten zu signieren.

Da der AG keine eigene PKI zur Verfügung stellt, ist durch den AN ein entsprechender Anbieter zu binden. Eine Anbindung der PKI über das Verkehrsmanagementsystem des AG ist nicht realisierbar.

Die PKI muss in der Lage sein, eine große Anzahl von Zertifikaten auszustellen und zu verwalten. Sie ist redundant auszuführen und muss über entsprechende Backups verfügen, so dass ein kontinuierlicher Betrieb zu gewährleistet ist. Die Richtlinien, die die Nutzung und den Betrieb der PKI definieren, müssen dokumentiert sein.

Der AG setzt voraus, dass die PKI die Zertifikate automatisch bereitstellt und verlängert.

Die einzusetzende PKI muss mindestens dem Sicherheitslevel L0 entsprechen und folgenden grundlegenden Anforderungen genügen:

- Sichere Generierung, Speicherung und Verwendung von privaten Schlüsseln.
- Regelmäßiger Austausch und Widerruf von Schlüsseln bei Verdacht auf Kompromittierung.
- Verwendung eines Hardware Security Modules zur Speicherung privater Schlüssel.
- Starke Verschlüsselungsalgorithmen mit angemessener Schlüssellänge.
- Einsatz einer vertrauenswürdigen Zertifizierungsstelle mit transparenter Darlegung der Prozesse
- Verwendung von Routinen zur Überprüfung der Zertifikatsgültigkeit
- Regelmäßiges Audit der PKI-Operationen durch unabhängige Dritte.
- Verwendung und Einhaltung der PKI-Standards X.509 für Zertifikate und PKCS#10/12 für eine Zertifizierungsanfrage/sicheren Zertifizierungsspeicher.

9 Einweisung

Für alle zugriffsberechtigten Personen ist eine Systemeinweisung für den Webservice zur Verwaltung der OBUs durchzuführen. Diese muss die Mitarbeiter des AG in die Lage versetzen, das System zu verstehen sowie Parameterveränderungen und Konfigurationen selbst vornehmen zu können.

Hierfür ist im Angebot einmalig ein Schultag in Präsenz beim AG für bis zu 10 zugriffsberechtigte Personen zu kalkulieren (1x 1 Tag à 8 Stunden im VTBA Chemnitz, Friedensplatz 1 in Chemnitz).

Ferner ist durch den AN für eine Schulung zu den LSA-Steuergeräten, die für die Umsetzung der C-ITS-Funktionalitäten eingesetzt werden, einzukalkulieren. Die Schulung ist beim AG vor Ort in Chemnitz (s.o.) für insgesamt 3 Tage für jeweils 8h und einen Teilnehmerkreis von maximal 10 zugriffsberechtigten Personen zu kalkulieren.

Die genaue Anzahl der Teilnehmer ist im Rahmen der Terminvereinbarung mit dem AG abzustimmen.

Entsprechendes Schulungsmaterial ist durch den AN in digitaler Form zur Verfügung zu stellen.

10 Installationstätigkeiten - Projektleitung

Die Projektleitung obliegt der ausführenden Firma. Sie hat nach Auftragserteilung einen Projektleiter namentlich zu benennen. Während der Einrichtung und Entwicklung der Anlagen sind dem Bedarf entsprechend Abstimmungsgespräche mit dem Auftraggeber bzw. dem mit der Bauüberwachung beauftragten Ingenieurbüro durchzuführen.

11 Zu beachtende Empfehlungen und Richtlinien

Es sind alle zutreffenden Normen sowie Richtlinien und Hinweise in jeweils gültiger Fassung bei der Erbringung der Leistungen zu berücksichtigen.

Die Technischen und Zusätzlichen Technischen Vertragsbedingungen sind in der Fassung maßgebend, die zum Zeitpunkt der Angebotsabgabe Gültigkeit hatte. Gleiches gilt für die technischen Lieferbedingungen, die zu beachtenden Richtlinien und Hinweise sowie für die entsprechenden DIN-Normen.

12 Abkürzungsverzeichnis

In den Ausführungen wurden die nachstehenden Abkürzungen benutzt.

AG	Auftraggeber
AN	Auftragnehmer
AP	Anwenderparameter
BSIG	Gesetz über das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik
C-ITS	Cooperative Intelligent Transport Systems
C2X	Car to X – Kommunikation
CAM/CCAM	Cooperative Awareness Message
CE	Europäische Konformität
CMS	Content Management System
CPM	Collective Perception Message
CVAG	Chemnitzer Verkehrs AG
DENM	Decentralised Environmental Notification Message
DIN	Deutsche Industrienorm
DSL	Digital Subscriber Line
DSGVO	Datenschutz-Grundverordnung
ECE	Economic Commission for Europe
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
EN	Europäische Norm
ETA	Estimated Time of Arrival
ETSI	European Telecommunications Standards Institute
EU	Europäische Union
EVB-IT	Ergänzende Vertragsbedingungen für die Beschaffung von IT-Leistungen
EVU	Energieversorgungsunternehmen
GLOSA	Green Light Optimized Speed Advisory
GSM	Global System for Mobile Communications
GPS	Global Positioning System
GUI	Graphical User Interface
HAK	Hausanschlusskasten
IBIS	Integriertes Bordinformationssystem

ITCS	Intermodal Transport Control System
ISO	International Organization for Standardization
IV	Individualverkehr
LOS	Level Of Service
LSA	Lichtsignalanlage
LWL	Lichtwellenleiter
MAPEM	Map Extended Message
MQTT	Message Queuing Telemetry Transport
OBU	Onboard Unit
OCIT®	Open Communication Interface for Road Traffic Control Systems (OCIT®-C Center to Center) (OCIT®-I Instations) (OCIT®-O Outstations) (OCIT®-LED Schnittstelle zu 40V-LED-Signalgebern)
ÖPNV	Öffentlicher Personennahverkehr
ÖV	Öffentlicher Verkehr
PKI	Public Key Infrastructure
PoE	Power over Ethernet
RILSA	Richtlinien für Lichtsignalanlagen
RSA	Richtlinien für die Sicherung von Arbeitsstellen an Straßen
RSU	Roadside Unit
SMS	Short Message Service
SOAP	Simple Object Access Protocol
SPATEM	(Signal Phase and Timing Extended Message)
SQL	Structured Query Language
SREM	Signal Request Message
SSEM	Signal Status Message
SYLVIA	System Leipzig für verkehrsabhängige individuelle Anpassung
TSP	Traffic Signal Priority
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
VA	verkehrsabhängig(e)
VDE	Verband der Elektrotechnik, Elektronik und Informationstechnik

VLAN	Virtual Local Area Network
VOL	Vergabe- und Vertragsordnung für Lieferleistungen
VÖV	Verband öffentlicher Verkehrsbetriebe
VMZ	Verkehrsmanagementzentrale
VPN	Virtual Private Network
VRU	Vulnerable Road User Protection
VTBA	Verkehrs- und Tiefbauamt
VTU	Verkehrstechnische Unterlagen
WLAN	Wireless Local Area Network
XML	eXtensible Markup Language