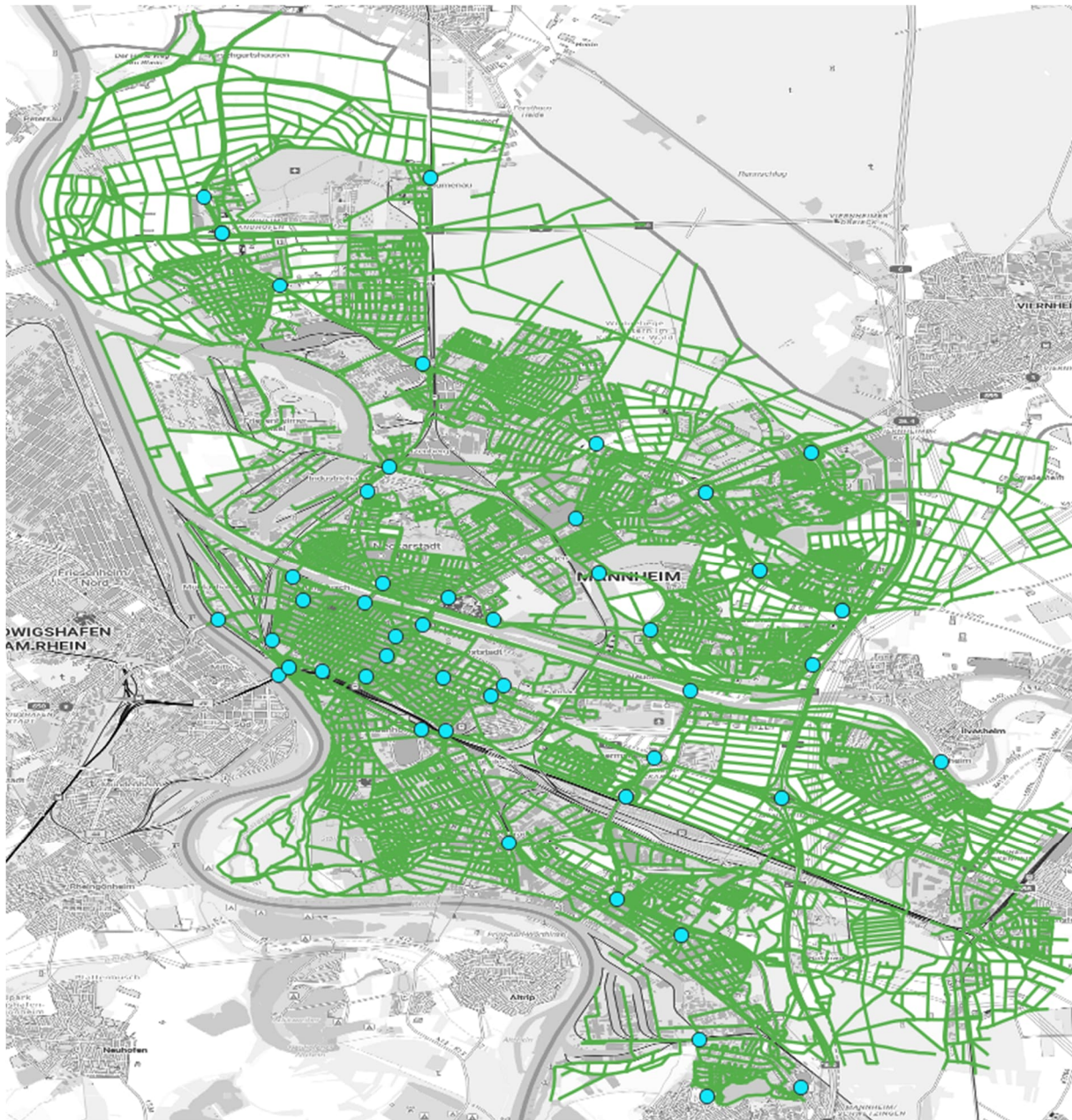


Leistungsverzeichnis: Stadtweites Messnetz zur Verkehrsdatenerhebung in Mannheim

Los 2 zur Wiederauffindung von Verkehr



Inhalt

1.	Allgemeines	4
2.	Los 2 – Wiederkehrende Merkmale zur Reisezeit- und Routenbestimmung.....	5
2.1.	Zielsetzung	5
2.2.	Messkonzept.....	6
2.3.	Anforderungen an Sensorik (Erfassung wiederkehrender Merkmale, Pseudonymisierung)	7
2.4.	Anforderungen an Datenerfassung und –übertragung	8
2.5.	Anforderungen an den Datenschutz.....	9
2.6.	Anforderungen an Installationsstandorte und Montage	11
2.7.	Anforderungen an Wartung und Betrieb	14
2.8.	Anforderungen an technische Gestaltung	16
2.9.	Anforderungen an Datenqualität und Validierung	17
3.	Vertragsbedingungen und Rahmenbedingungen	18

Anlage B.2.4 Leistungsverzeichnis (Los 2)

Kurzbezeichnung und Vergabekürzel	StaVeDa - Stadtweites Messnetz zur Verkehrsdatenerhebung in Mannheim für das Smart Cities Projekt sMArt roots
Auftraggeber	MKB Mannheimer Kommunalbeteiligungen GmbH Landteilstraße 33 68163 Mannheim
Ansprechpartner	Nils Ehrlich Smart City Manager
Auftrags- hintergrund	Im Rahmen des sMArt roots Teilprojekts Mobilität sollen stadtweit Verkehrsdaten erhoben werden. Dazu zählen zum einen die Zählung und Klassifizierung von Verkehr an Knotenpunkten, sowie punktuell das Erkennen von Fahrzeuggeschwindigkeiten (Los 1). Zum anderen das Auslesen von Wiedererkennungsmerkmalen von Fahrzeugen durch Bluetooth-Sensorik, um Reisezeiten und Routenführungen zu ermitteln (Los 2). Auftrag: Das Messnetz muss jeweils in jedem Los durch einen Generalunternehmer geplant, installiert und betrieben werden. Die Daten müssen direkt an die Analysesoftware TCOR der MKB übermittelt werden.
Dauer der Leistungserbringung	Installation des Messnetzes innerhalb von 5 bzw. 9 Monaten nach Bezuschlagung des jeweiligen Loses Betrieb und Services: bis 31.12.2027 sowie vier weitere Jahre optional
Losaufteilung	Auftragsart: Planung, Installation und Betrieb des Messnetzes Die Beschaffung erfolgt in zwei Losen: Los 1 umfasst das Zählen und Klassifizieren sowie teilweise ermitteln der Fahrzeuggeschwindigkeiten durch optische oder thermische Kameras. Los 2 umfasst das Ermitteln von Wiedererkennungsmerkmalen durch Bluetooth-Classic-Sensoren.
Weitere Hinweise	Die Vertragssprache und die zu verwendete Sprache bei Auftragsausführung ist Deutsch.

1. Allgemeines

Die MKB Mannheimer Kommunalbeteiligungen GmbH (MKB oder Auftraggeber „AG“) ist durch die Stadt Mannheim mit der Umsetzung des Förderprojektes „sMArt roots“ im Rahmen des „Modellprojekts Smart Cities“ durch das Bundesministerium für Wohnen, Stadtentwicklung und Bauwesen (BMWSB) betraut worden. Die sMArt City Mannheim GmbH leitet das Projekt als Tochterunternehmen der MKB federführend.

Im Rahmen dieses Projekts sollen stadtweit an bis zu 53 Knotenpunkten Verkehrsdaten erhoben werden. Der Ausbaugrad wird in Abhängigkeit der Gesamtkosten in bis zu vier Ausbaustufen realisiert. Der Ausbau aller tatsächlich beauftragter Ausbaustufen soll parallel umgesetzt werden. Durch deutlich längere Vorlaufzeiten von bis zu 6 Monaten bei der elektrischen Vorbereitung an Lichtsignalanlagen (LSA) soll der Ausbau in zwei Phasen stattfinden (Phase 1: Sensoren an Masten und Schildbrücken ohne große Vorlaufzeiten, Phase 2: Sensoren an noch vorzubereitenden LSA).

Damit soll eine umfassende Datengrundlage zum Verkehrsfluss innerhalb Mannheims geschaffen werden. Diese Datengrundlage soll sowohl von Seiten der Stadtverwaltung für kurz- und langfristige Planungen verwendet werden. Zum anderen soll sie zur Weiterentwicklung des ebenfalls von der MKB beauftragten digitalen Zwilling des Mannheimer Verkehrsnetzes verwendet werden.

Zur Schaffung dieser Datengrundlage sollen folgende Leistungen, aufgeteilt in zwei Lose, beschafft werden:

- Los 1: Zählen und Klassifizieren von Verkehr (teilweise mit Näherung der Fahrzeuggeschwindigkeiten) durch den Einsatz von thermischen Kameras.
- Los 2: Wiederauffinden von Verkehr im Messnetz durch das Auslesen von Mac-Adressen im Fahrzeug per Bluetooth-Classic-Sensoren.

Die Leistungserbringung soll jeweils durch einen Generalunternehmer (GU) erbracht werden.

Die Daten müssen an den aktuell in Entwicklung befindlichen Software-Container Traffic-Container of Reasoning (TCOR) per MQTT übertragen werden. Dort werden sie im Weiteren ausgewertet. Außer zur Kalibrierung und Wartung der Sensorik bedarf es keiner weiteren Software durch den Auftragnehmer (AN).

Neben dem Aufbau des Messnetzes als GU hat der AN bis mindestens zum 31.12.2027 (Ende Förderzeitraum) und mit jährlich optionaler Verlängerung bis zum 31.12.2031 auch den Betrieb und den Unterhalt des Messnetzes zu leisten. Hierbei sind insbesondere Ausfälle von Sensorik schnellstmöglich zu beheben (binnen 14 Tagen ab Meldung der Störung) um für eine stabile Datengrundlage zu sorgen.

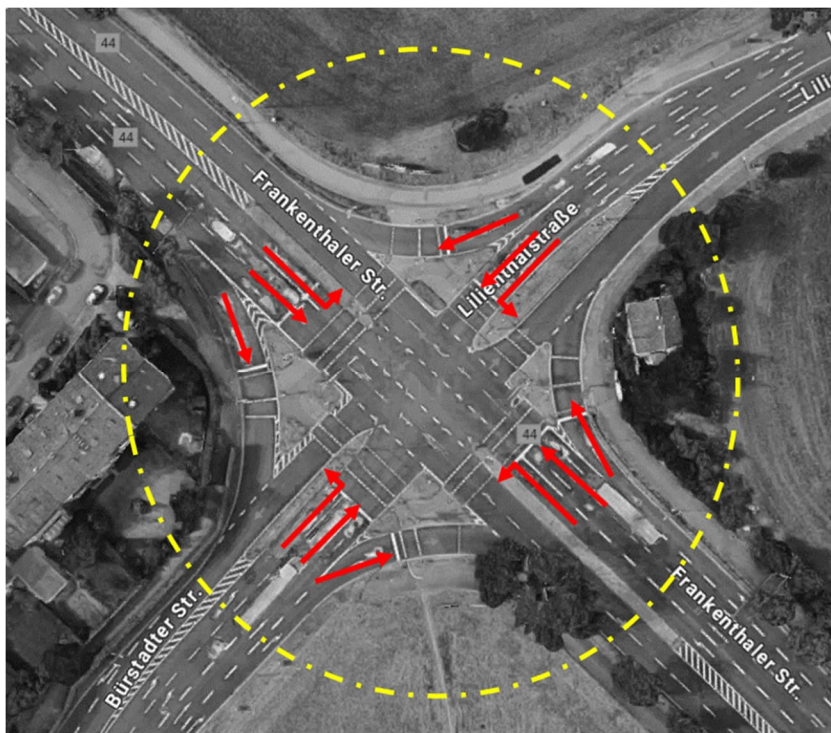
2. Los 2 – Wiederkehrende Merkmale zur Reisezeit- und Routenbestimmung

2.1. Zielsetzung

Los 2 wird zur Erhebung von Verkehrsdaten an definierten Knotenpunkten verwendet. Es sind Wiedererkennungsmerkmale von Fahrzeugen per Bluetooth-Classic-Sensoren zu erheben. Die Sensoren müssen dabei so gestaltet sein, dass eine Modulnachrüstung von z.B. Bluetooth Low Energy, Wifi-Sensoren, etc. im Bedarfsfall möglich ist.

Beim Einsatz der Sensoren sind insbesondere die rechtlichen Grundlagen der DSGVO und LDSG BW und damit einhergehenden Zusatzmodule und Einschränkungen zu beachten.

Die Bietenden sollen den in der **Anlage B.4 (Verortung Messpunkte)** und im Bild beispielhaft gezeigten Erfassungsbereich in allen geforderten Standorten ermitteln können:



In diesem Bild sind alle die Fahrzeuge zu erfassen, die über entsprechende Bluetooth-Classic-Erkennung verfügen und die den Knotenpunkt im gelb markierten Bereich passieren. Die Erkennung muss dabei vollständig möglich sein, so dass keine Fahrzeuge am Detektionsfeld vorbeifahren können. Deshalb ist ein in der Größe einstellbarer Detektionsradius von bis zu 250m verpflichtend.

Ziel ist es die pseudonymisierte permanent sichtbare Bluetooth-MAC-Adresse mit Zeitstempel und Knotenpunktbezeichnung direkt an den TCOR zu übermitteln. Eine Analyse von Reisezeiten und Routenführungen erfolgt im Späteren dort durch den AG.

2.2. Messkonzept

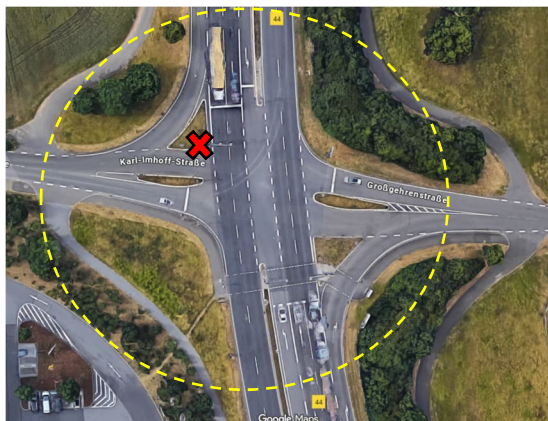
Die Bietenden haben im Rahmen der Ausschreibungsteilnahme ein Messkonzept zu erstellen. Dieses wird gemäß den Vorgaben der **Anlage A.6 (Wertungsmatrix (Angebote Los 2))** bewertet.

An das einzureichende Messkonzept werden folgende Anforderungen gestellt:

- Das Messkonzept muss an allen geforderten Knotenpunkten im skizzierten Bereich Fahrzeuge wiedererkennen können. Dabei ist es den Bietenden freigestellt, wie viele Sensoren an welchen Stellen installiert werden. Die Bietenden können so frei gestalten, ob z.B. ein einzelner Sensor mit großem Erkennungsradius installiert wird, oder mehrere mit kleinerem Radius. Entscheidend ist, den Knotenpunkt vollumfänglich zu erfassen.
- Im Messkonzept ist genau anzugeben, an welchen Elementen (Lichtsignalanlagen, Laternen, Abspannmasten, usw.) die Sensorik angebracht werden soll. Es soll per Bild dargestellt werden, welche Sensoren an welcher Stelle installiert werden sollen und wie groß der damit ausgeleuchtete Bereich im Knotenpunkt ist. Auch eventuell notwendige zusätzliche Masten, Mastverlängerungen, etc. sind zu skizzieren. Beispielhaft wird am Messpunkt 1 folgend skizziert, wie darzustellen ist:

Soll-Verortung im Knotenpunkt

inkl. Messbereich



Soll-Positionierung am Objekt



- Bei der Positionierung im Knotenpunkt sind die Bietenden in der Platzwahl frei. Es liegt eine vorbehaltliche Freigabe zur Montage an all den LSA, Beleuchtungsmasten und Abspannmasten vor, die in der **Anlage B.8 (potentielle Montageobjekte)** skizziert sind, sofern die in der **Anlage B.3 (Anforderungen an die Montageart und Stromversorgung)** erfüllt sind. Allerdings wird nach der Bezuschlagung jeder Standort im Detail mit den

verantwortlichen Fachstellen diskutiert. Einzelne Änderungen sind möglich. Für geringfügige Änderungen (z.B. vergleichbarer Mast an anderer Position) dürfen keine zusätzlichen Kosten entstehen. Vorhersehbare notwendige und wesentliche Änderungen, die nicht durch den AN durchgeführt werden können, wie zusätzliche Stromverteilerkästen sind im Preisblatt als durch den AG noch umzusetzende Position anzugeben. Die Kosten dafür werden mit den in **Anlage B.6 (Fixkostenbeträge für Bauleistungen)** Pauschalbeträgen in den Preisvergleich aufgenommen, vgl. u.a. **Anlage A.6 (Wertungsmatrix (Angebote Los 2))** und **Anlage B.2.3 (Preisblatt (Los 2))**).

2.3. Anforderungen an Sensorik (Erfassung wiederkehrender Merkmale, Pseudonymisierung)

Die Bluetooth-Sensoren sollen permanent Bluetooth-Classic-MAC-Adressen der vorbeifahrenden Fahrzeuge (bzw. deren sichtbare Bluetooth-Schnittstellen, wie Mobiltelefone, Headsets, Navigationssysteme, sowie fix verbaute Bluetooth-Schnittstellen) erheben. Hardwareseitig muss eine modulare Nachrüstung von Bluetooth Low Energy und/oder Wifi möglich sein.

Der Erfassungsradius muss in Abhängigkeit des Knotenpunkts bis zu 250m einstellbar sein, um Erhebungen auch im Autobahnbereich zu ermöglichen. Die Datenübertragung erfolgt per LTE direkt an den TCOR der MKB. Es erfolgt keine Umleitung der Daten über die Plattform des Herstellers mit anschließender Weiterleitung per API.

Die Sensoren sowie der nachgelagerte Anonymisierungs- und Übertragungsprozess müssen datenschutzkonform (DSGVO, LDSG BW) erfolgen. Diese werden im Kapitel 2.5 ausführlich beschrieben.

2.4. Anforderungen an Datenerfassung und –übertragung

Die Einrichtung und Kalibrierung der Sensoren erfolgen durch die herstellerseitige Konfigurationsschnittstelle und Software. Dem AG ist Zugang mit vollen Nutzerrechten über die Lebensdauer des Sensors zu gewähren. Es ist eine Anwenderschulung (mindestens 4 Stunden, digital, bis zu 10 Teilnehmern) durchzuführen. Die Einrichtung der Sensoren und das Anlegen des Detektionsbereichs erfolgt durch den AN.

Die erfassten Daten werden direkt an den TCOR der MKB übermittelt. Als Protokoll für die Datenübertragung wird MQTTs verwendet und das genutzte Datenformat ist JSON. Der Nachrichteninhalt soll datensparsam aber gut auswertbar gestaltet sein. Mit dem Angebot ist ein Beispieldatensatz einzureichen.

Nach jedem Neustart des Sensors und in regelmäßigen zeitlichen Intervallen (z.B. stündlich) müssen die Statusinformationen (Betriebsdaten mindestens Temperatur, Spannung, Koordinaten etc.) an den TCOR übermittelt werden. Darüber hinaus muss das zeitliche Intervall für die Übertragung der Nutzdaten konfigurierbar sein.

Es ist ein Zwischenpuffer mit mindestens 20.000 Events am Gerät zu installieren. Dieser ist notwendig für den Fall einer Übertragungsstörung.

Die Übertragung der Daten erfolgt per LTE. Die SIM-Karten sind durch den AN zu stellen. Der Betrieb per LTE ist bis zum 31.12.2027 zu erbringen. Darüber hinaus besteht für den AG ab dem 01.01.2028 eine viermalige einseitige Verlängerungsoption bis zum 31.12.2031. Zu weiteren Einzelheiten wird auf die **Anlage B.2.1 (Entwurf Betriebs- und Wartungsvertrag (Los 2))** verwiesen.

Die Datenübertragung (Nutz- und Betriebsdaten) muss Over-the-Air (bidirektional) möglich sein. Dabei müssen LTE und GPRS (als Fallback) unterstützt werden. Ein Wechsel zu 5G oder zukünftigen Mobilfunktechnologien muss durch einen Modultausch möglich sein.

Es darf aus förderrechtlichen Gründen keine herstellerseitige proprietäre Software zur Auswertung der Daten beschafft werden.

Es müssen folgende Nutzdaten ermittelt werden:

- Erfasste und anonymisierte Bluetooth-MAC-Adresse (ID),
- RSSI-Value,
- sekundengenaue Zeitstempel (GPS, Fallback: NTP),
- Temperatur im Gehäuse,
- GPS-Koordinaten,
- Spannung,
- Bluetooth-Scanner-Device-ID.

Alle Zeitangaben (Zeitstempel) sind in koordinierter Weltzeit (UTC) zu übertragen.

Das Protokoll für die Datenübertragung vom Sensor sowie die bidirektionale Kommunikation zwischen Sensor und SMACONDI sind mit dem Auftraggeber abzustimmen und sensorseitig nach dessen Spezifikation zu implementieren.

Es darf und wird vom AG keine herstellerseitige proprietäre Software zur Auswertung der Daten beschafft.

2.5. Anforderungen an den Datenschutz

An die zu liefernden Sensoren werden neben der DSGVO Datenschutzanforderungen nach LDSG BW § 13 gestellt. Danach werden die Daten zu „statistischen Zwecken“ erhoben. Bei der Erhebung zu statistischen Zwecken sind direkte Zugriffsmöglichkeiten auf den Sensor vor Ort auszuschließen.

Die Anforderungen beziehen sich u.a. auf die Pseudonymisierung- und Verschlüsselungsverfahren der Bluetooth-Sensoren, sowie auf die Verhinderung einer Manipulation der übermittelten Daten und der Hardware und Software selbst.

Die Datenschutzmaßnahmen umfassen folgende Bereiche:

- Gegenseitige Authentifizierung
- Sichere Verschlüsselung der Daten bei der Übertragung vom Sensor zum TCOR
- Anonymisierung der Daten und begrenzte Datenaufbewahrung.

Um das tagesübergreifende Verfolgen von Bluetooth-Adressen und das Erstellen von Bewegungsprofilen zu verhindern, sind die detektierten MAC-Adressen zu anonymisieren und mit Salt-Values (einmal täglich 03.00 Uhr ausgetauscht) zu kombinieren.

Das Konzept zur Pseudonymisierung - und Verschlüsselungsverfahren muss vom Bieter detailliert beschrieben werden. Zudem ist ein Konzept zur Manipulationssicherheit der Sensorik und zum Schutz der erhobenen/zu übertragenden Daten sowie zur lückenlosen Übertragung der Erhebungsdaten vorzulegen.

Es werden detaillierte Angaben über die Umsetzung der Anonymisierungsverfahren der von der Sensorik erkannten Bluetooth-Adressen innerhalb der Sensor-Firmware und im Zusammenspiel mit der serverseitigen Software verlangt, die für die Bereitstellung von SALT-Values und die lückenlose Übertragung der Erhebungsdaten verantwortlich ist.

Beim Aufbau der SSL/TLS-Verbindung vom Sensor zum Verkehrsdatenserver bzw. vom Sensor zum SALT-Server muss eine gegenseitige Authentifizierung erfolgen.

Der SALT-Wert wird dem Sensor zumindest einmal täglich zur bestimmten Uhrzeit (z.B. 03:00 Uhr) vom TCOR gestellt. Die URL für die Abfrage des SALT-Wertes sowie die Uhrzeit der Abfrage müssen am Sensor konfigurierbar sein.

Die Datenübertragung muss über SSL/TLS verschlüsselt erfolgen.

Der Zugriff auf den Sensor über die Web-Schnittstelle bzw. die entfernte Programmierschnittstelle muss über eine verschlüsselte Verbindung mittels Benutzername und Passwort gesichert sein.

Der Sensor muss über eine Firewall verfügen. Alle Verbindungen dürfen nur mit den auf der Firewall des Sensors freigegebenen IP-Adressen kommunizieren.

Die Firmware des Sensors muss aktualisierbar sein, sodass Verbesserungen installiert oder Sicherheitslücken nachträglich durch Updates behoben werden können. Die Updates müssen über OTA installiert werden können.

Alle optionalen Schnittstellen, die für den eigentlichen Zweck der BT-Erfassung nicht benötigt werden, müssen deaktiviert sein.

Unbefugter Zugriff oder Manipulation muss nach dem Stand der Technik ausgeschlossen sein.

Die unterstützten Bluetooth-Profile dürfen keine Dienstmerkmale unterstützen, die dem eigentlichen Zweck zuwiderlaufen.

Die Konfiguration des Sensors muss über einen integrierten Webserver und eine Ethernet-Schnittstelle möglich sein. Jeder Sensor muss über eine eindeutige Benutzername/Passwort-Kombination verfügen.

Firmware der Sensorik

Bezüglich der eingesetzten Software/Firmware der Sensorik sind folgende Informationen bereitzustellen:

- Beschreibung der Funktionsweise, des Betriebssystems, der Firmware, der Scan-Algorithmen, der Verschlüsselungs- und Anonymisierungsverfahren sowie des Schutzes vor Manipulation der Daten am Sensor.
- Beschreibung der Software-Schnittstellen und ihrer Struktur (Modularisierung).
- Beschreibung der Übertragung von Firmware- und/oder Parameteränderungen über Kabel- und Luftschnittstelle.
- Beschreibung der Umsetzung der Anonymisierung der erfassten MAC-Adressen vor der Datenübertragung.
- Beschreibung der Konzeption von Fallback-Lösungen im Bereich der Sensor-Firmware hinsichtlich selbstheilender Funktionen von Hardware-Modulen bei nicht gegebener Funktionalität oder nach Strom- bzw. Übertragungsausfällen.

Schutz vor Manipulation

Die Datenkommunikation darf ausschließlich vom Sensor zum Server aufgebaut werden. Der Aufbau der Datenkommunikation darf ausschließlich durch die Sensor-Firmware erfolgen und nicht durch ein eventuell angeschlossenes Peripheriegerät.

2.6. Anforderungen an Installationsstandorte und Montage

Der AN installiert alle Sensoren selbst (bzw. durch einen von ihm beauftragten und koordinierten Dritten). Die Detailprüfung der Standorte führen AG und AN gemeinsam mit den verantwortlichen Stellen (EB Stadtraumservice Mannheim, MVV Energie AG, Rhein-Neckar-Verkehr GmbH (rnv)) durch. Weitere Detailabstimmungen, Genehmigungen und Anträge zu baulichen Maßnahmen, Straßensperrungen, usw. führt der AN eigenständig durch. Der AN berichtet dem AG im Rahmen der Projektplanung und -durchführung 14-tägig den aktuellen Sachstand in Abstimmungsterminen. Die Montage des Messnetzes soll zweistufig erfolgen. Objekte ohne zeitintensive Vorbereitungen an z.B. Beleuchtungsmasten oder Schilderbrücken sollen in 5 Monaten installiert werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass die Kabelübergangskästen (KÜK) in Beleuchtungsmasten durch die MVV Netze GmbH zur Vorbereitung installiert werden müssen. Dafür werden nach Beauftragung 3 Monate angesetzt.

An LSA müssen im Vorfeld neue Stromverteilerkästen durch die MVV Netze AG gesetzt werden. Dafür werden 6 Monate veranschlagt. Alle an LSA installierten Sensoren sollen in einer zweiten Montagefahrt installiert werden. Ein Projektstrukturplan ist vorzulegen.

Im Regelfall soll der Standort so gewählt werden, dass an städtischer Infrastruktur, insbesondere Laternen, Abspannmasten oder Lichtsignalanlagen montiert werden kann. Alle für die erwartungsgemäße Montage vorgesehen Kosten wie z.B. Straßensperrungen oder Hubsteiger sind im Angebot zu berücksichtigen. Auch von vorneherein ersichtliche bauliche Maßnahmen, wie z.B. Mastverlängerungen sind im Preisblatt mit anzugeben. Die Umsetzung der Montage erfolgt nach Freigabe durch den AN.

Der AG hat an zuvor gemeinsam definierten Stellen Übergabepunkte für den Stromanschluss bereitgestellt oder Montageobjekte mit autarker Energieversorgung definiert.

Die folgenden Ausführungen zu Montageobjekt, Montageart und Stromanschluss werden in den **Anlagen B.3 (Anforderung an die Montageart und Stromversorgung)**, **B.7 (Kabeltrassenpläne LSA)** und **B.8 (potentielle Montageobjekte)** konkretisiert.

Bei Lichtsignalanlagen handelt es sich um Verteilerkästen, die neben dem aktuellen Verteilerkasten der LSA stehen. Ein Anschluss erfolgt gemeinsam mit der MVV Netze AG.

In Beleuchtungsmasten bzw. Abspannmasten mit Beleuchtung handelt es sich dabei um KÜK. Diese stehen unter Dauerspannung. Der Anschluss an den KÜK muss darum durch eine Person durchgeführt werden, die entsprechend zu Arbeiten an unter Spannung stehenden Bauteilen geschult ist.

An LSA liegt Dauerstrom an. Unmittelbar neben dem Verteilerkasten im Knotenpunktbereich kann ein weiterer Verteiler für die elektrische Versorgung der Sensoren installiert werden. Von diesem abgehend kann über Leerrohre unter der Straße und in der LSA die Spannungsversorgung per PoE hergestellt werden. Zulässig sind Spannungsversorgungen mit 24 V bzw. 40 V. Bohrungen zur Kabelführung am Mast der LSA sind nach Möglichkeit von unten in Ausleger zu setzen. Kabel sind mit Abtropfschlaufen durch die Bohrung zu führen. Das Bohrloch ist mit Korrosionsschutz zu behandeln. Zur Abdichtung ist ein elastisches und UV-beständiges Dichtmittel zu verwenden. Weitere Bohrungen sind zu vermeiden. Die Befestigung der Sensorik erfolgt per Stahlband. In der **Anlage B.7 (Kabeltrassenpläne LSA)** sind die Kabeltrassenpläne abgebildet. Geprüfte Leerrohre sind in der **Anlage B.8 (potentielle Montageobjekte)** markiert. Für das Setzen des Verteilerkastens inkl. der Zähler werden im Rahmen des Preisvergleichs pauschal 10.000 € zusätzlicher Kosten angenommen (vgl. **Anlage B.6 (Fixkostenbeträge für Bauleistungen)**).

An Beleuchtungs- bzw. Laternenmasten liegt im Mannheimer Stadtgebiet i.d.R. Dauerstrom an. Die MVV Netze AG wird im Rahmen der Konzeptumsetzung KÜK in den Laternenmasten setzen. An diesen kann der AN direkt elektrisch anklemmen. Dazu muss die ausführende Person für Arbeiten an unter Spannung stehenden Objekten geschult sein. Der entsprechende Schulungsnachweis ist mit den Angebotsunterlagen einzureichen. Die elektrische Spannung in Laternenmasten beträgt 230 V. Die Kosten für das Installieren eines KÜK werden pauschal mit EUR 500,00 im Preisvergleich aufgeschlagen (vgl. **Anlage B.6 (Fixkostenbeträge für Bauleistungen)**).

Sofern an einzelnen Standorten kein Dauerstrom an Laternenmasten anliegen sollte, ist mit Pufferakkus zu arbeiten. Die Pufferakkus müssen in den Sommermonaten mit 6 bis 8 Stunden Nachtstrom geladen werden und einen dauerhaften Betrieb über 5 Jahre sicherstellen. Das Installieren von PV-Paneelen ist nicht gestattet.

Die Laternenmasten, die lediglich der Beleuchtung dienen, dürfen nicht älter als 30 Jahre sein (s. **Anlage B.8 (potentielle Montageobjekte)**). Anbauteile inkl. Beschilderungen dürfen nicht mehr als 0,7 m² Windangriffsfläche bieten. Die Sensoren sind auf einer Mindesthöhe von 3 m zu platzieren. In der **Anlage B.8** sind alle zulässigen Beleuchtungsmasten je Standort markiert. Bohrungen sind, sofern möglich, von unten in Ausleger zu setzen. Kabel sind mit Abtropfschlaufen durch die Bohrung zu führen. Das Bohrloch ist mit Korrosionsschutz zu behandeln. Zur Abdichtung ist ein elastisches und UV-beständiges Dichtmittel zu verwenden. Weitere Bohrungen sind zu vermeiden. Die Befestigung der Sensorik soll per Stahlband erfolgen.

Die Abspannmasten oder Kombimasten (Beleuchtung und Straßenbahn), dürfen mit PV-Modul oder per direktem 230 V Spannungsanschluss installiert werden (sofern vorhanden). Bei der Installation sind darüber hinaus die gleichen Anforderungen wie bei Beleuchtungsmasten zu berücksichtigen. Ausgenommen sind hiervon lediglich die statischen Einschränkungen.

Darüber hinaus kann nach Einzelfallprüfung auch an z.B. Brücken oder Überführungen installiert werden. Die Stromversorgung ist hier autark herzustellen (PV-Modul). Die Sensorik samt Energiemodul wird am entsprechenden Bauwerk verschraubt. Die Positionierung ist nach Möglichkeit so zu wählen, dass die Sensorik direkt über der Fahrbahn befestigt wird.

Beim Einsatz von PV-Modulen gilt prinzipiell, dass ein Dauerbetrieb gewährleistet sein muss. Entsprechend sind für Zeiten ohne Sonnenschein entsprechende Pufferakkus einzuplanen. Defekte oder nicht mehr ausreichend leistungsfähige Pufferakkus sind im Rahmen des Messnetzbetriebs zu tauschen. Bei der Positionierung der Module ist auf eine gute Sonnenbestrahlung zu achten. Verschattete Standorte können durch den AG abgelehnt werden. Bei regelmäßigem Ausfall der Sensorik durch mangelnde Stromversorgung ist der AN zur Korrektur verpflichtet.

Darüber hinaus kann nach Einzelfallprüfung auch an z.B. Brücken, Überführungen oder ausreichend stark dimensionierten Masten, mit autarker Energieversorgung installiert werden. Die Sensorik samt Energiemodul wird am entsprechenden Bauwerk verschraubt.

Die im Innenstadtbereich bereits installierten Wärmebildkameras sollen im Rahmen des Los 1 ausgetauscht werden. Dort bereits gelegte Stromanschlüsse sollen in Los 1 verwendet werden. Durch KÜK kann auch hier auf bestehende Stromversorgung zurückgegriffen werden. Diese ist in der **Anlage B.9 (nutzbare Standorte WBK)** dargestellt.

Sollten Standorte nach der Detailprüfung gravierend vom ursprünglichen Konzept abweichen kann der AN ein Nachtragsangebot stellen. Gravierende Änderungen sind dann gegeben, wenn der Messstandort grundsätzlich neugestaltet werden muss, da das vorgesehene Montageobjekt ungeeignet ist. Ein Umsetzen von einem Mast/LSA/usw. auf ein vergleichbares Objekt in der Nähe fällt nicht unter eine gravierende Änderung. Sollte ein erhöhter Standort nicht wie geplant möglich sein und stattdessen mehrere dezentrale Messpunkte benötigt werden, dürfen diese Kosten nachträglich angeboten werden. Ebenfalls angeboten werden dürfen die Kosten für ungeplante Änderungen resultierend aus den Unsicherheiten der städtischen Infrastruktur. So können z.B. ungeplante Pufferakkus in Rechnung gestellt werden. Der AG hat hierbei die Vorgaben des § 132 GWB zu beachten.

Die Installation darf nur durch befähigtes Personal durchgeführt werden. Die Installation darf nur durch befähigtes Personal durchgeführt werden. Die elektrischen Arbeiten müssen durch eine elektrotechnisch ausgebildete Fachkraft durchgeführt

werden. Der Anschluss an den Beleuchtungsmasten darf nur durch Personen durchgeführt werden, die zu Arbeiten an unter Spannung stehenden Elementen geschult sind. Der Nachweis ist mit den Angebotsunterlagen einzureichen. Soweit entsprechende Arbeiten durch Nachunternehmer erbracht werden sollen und der betreffende Nachunternehmer bereits im Zeitpunkt der Angebotsabgabe feststeht, sind die Nachweise auch für das von diesem Nachunternehmer hierfür vorgesehene Personal mit den Angebotsunterlagen einzureichen. Steht der Nachunternehmer im Zeitpunkt der Angebotsabgabe noch nicht fest oder wird das hierfür vorgesehene Personal erst zu einem späteren Zeitpunkt bestimmt, sind die Nachweise spätestens vor Aufnahme der jeweiligen Arbeiten vorzulegen.

Die Installation darf nur wie in **Anlage B.3 (Anforderungen an die Montageart und Stromversorgung am Messpunkt)** durchgeführt werden.

Begleitend zur Installation muss ein Montagebuch inkl. Fotodokumentation angefertigt werden. Das Montagebuch dokumentiert welche Sensoren, wann, an welchen Orten installiert worden sind, unter Nennung der montierenden Personen. Etwaige Schwierigkeiten werden ebenfalls festgehalten. In der Fotodokumentation muss jeder installierte Sensor mit Seriennummer und Umfeld erkennbar sein. So wird eine Zuordenbarkeit des Sensors und des Installationsstandortes „vom Schreibtisch aus“ möglich, um eventuelle Falschzuordnungen einfach prüfen zu können. Die in **Anlage B.2.6 (Montagebuch (Los 2))** enthaltenen Anforderungen an die Struktur des Montagebuchs sind einzuhalten.

Dieses Montagebuch bildet die Grundlage für das kontinuierlich zu pflegende Wartungsbuch.

Es sind die Betriebshandbücher der verwendeten Sensoren nach Abnahme beim AG einzureichen.

Anmerkung: Es ist notwendig, sich bei der Installation der Sensorik mit dem Auftragnehmer von Los 1 abzustimmen. So können teure Straßensperrungen und Genehmigungen womöglich zusammengelegt werden. Das spart Geld und verhindert für den Bürger unersichtliche Mehrfachsperrungen der Knotenpunkte. Die Informationen des Auftragnehmers des Los 1 werden dem Auftragnehmer nach Zuschlagserteilung mitgeteilt werden.

2.7. Anforderungen an Wartung und Betrieb

Der Auftragnehmer ist für den reibungslosen Dauerbetrieb der Verkehrssensoren verantwortlich, mindestens bis zum 31.12.2027.

Darüber hinaus besteht für den AG ab dem 01.01.2028 eine viermalige einseitige Verlängerungsoption bis zum 31.12.2031. Zu weiteren Einzelheiten wird auf die **Anlage B.2.2 (Entwurf Betriebs- und Wartungsvertrag (Los 2))** verwiesen.

Störungen und Ausfälle der Sensorik von > 24h sind dem AG am folgenden Werktag in Textform (per E-Mail) mitzuteilen. Dazu muss der AN ein eigenständiges Monitoring der Sensorik aufbauen.

Störungen sind im Regelfall innerhalb von maximal zwei Wochen zu beheben. Sollte aufgrund der Komplexität des Standortes eine derartig kurzfristige Behebung nicht möglich sein, muss der AN den AG unverzüglich informieren und ihm den avisierten Termin der Behebung mitteilen. Dieser Termin ist dann durch den AG freizugeben.

Es muss zu jedem Störfall ein deutschsprachiger Ansprechpartner zur Verfügung gestellt werden. Der AN benennt diesen gegenüber dem AG bei Meldung des Störfalles. Der Ansprechpartner muss zu den gängigen Bürozeiten (Mo-Fr 08:00 - 17:00 Uhr) telefonisch und per E-Mail erreichbar sein.

Ausfälle die unverschuldet durch den AN zustande kommen (z.B. LKW fährt Pfosten um), sind nach Wiederherstellung der Ausgangslage durch den AN ebenfalls wiederinstandzusetzen. Die Kosten dafür liegen beim AG bzw. beim Schadensverursacher. Die Sensorik wird im Schadensfall vor Ort durch den Stadtraumservice Mannheim gesichert. Sollte sie beim Unfall unbeschädigt geblieben sein, sichert der AG den Sensor zum Wiedereinbau.

Im Betrieb ist zu erwarten, dass einige Standorte im Rahmen von Modernisierungsarbeiten an städtischer Infrastruktur rück- und wiederaufgebaut werden müssen. Das gilt insbesondere beim Neubau von LSA-Anlagen. Hier muss der AN in Abstimmung mit dem AG die Hardware rechtzeitig abbauen und nach Installation der neuen LSA wiederaufbauen. Der AN kann diese Arbeiten entsprechend des angegebenen Stundensatzes abrechnen.

Der aktuelle Planungsstand ist in der **Anlage B.5 (geplante Modernisierungen an LSA-Standorten)** dargestellt. LSA-Anlage, die jünger als 25 Jahre sind, werden über die Betriebsdauer der Verkehrssensorik nicht abgebaut. Sie sind in der Anlage grün eingefärbt.

Sicher gewechselt werden folgende LSA in den kommenden Jahren:

- 4 Viernheimer Weg Bahnunterführung (2026)
- 7 B44 / Waldhofstraße (2028)
- 11 B38 / Auf dem Sand (2029)
- 13 Aubuckel / Hauptstraße (2026)
- 23 A 38a Neckarbrücke (2027)
- 27 L542 Neckarbrücke (2027)
- 43 Kurpfalzkreisel (2028)
- 45 Friedrichsring Goethestraße (2026)

Im Rahmen der Wartung ist einmal jährlich eine Sichtkontrolle der Sensoren durchzuführen.

Sämtliche Wartungs-, Reinigungs- und baulichen Maßnahmen werden im Wartungsbuch festgehalten.

Der AN stellt darüber hinaus sicher, dass sämtliche gelieferten Sensoren einschließlich aller zugehörigen Software-, Firmware- und Betriebssystemkomponenten während der gesamten Vertragslaufzeit auf dem jeweils aktuellen, vom Hersteller freigegebenen Stand gehalten werden.

Dies umfasst insbesondere:

- Bereitstellung und Installation sämtlicher Software-, Firmware- und Sicherheitsupdates,
- Bereitstellung aller Fehlerkorrekturen (Bugfixes),
- Bereitstellung funktionaler Weiterentwicklungen und neuer Softwareversionen, soweit diese für die eingesetzte Hardware vom Hersteller freigegeben werden,
- Schließung bekannt gewordener Sicherheitslücken innerhalb angemessener Fristen entsprechend ihrer Kritikalität,
- Sicherstellung der Kompatibilität zu allen im Rahmen dieses Auftrags bereitgestellten Schnittstellen, Protokollen und Datenformaten,
- Durchführung der Updates grundsätzlich remote und mit möglichst geringer Betriebsunterbrechung,
- Möglichkeit zum Rollback auf den vorherigen Softwarestand bei fehlgeschlagenen Updates,
- Dokumentation sämtlicher Versionsstände und durchgeführter Änderungen einschließlich Bereitstellung der Release Notes.

Sämtliche hierfür erforderlichen Lizenzen, Wartungsverträge, Herstellergebühren sowie Personal- und Reisekosten sind Bestandteil der Leistung und werden nicht gesondert vergütet.

2.8. Anforderungen an technische Gestaltung

Die Sensorik muss diese Anforderungen erfüllen:

- Dauerhaft outdoorgeeignet (min. IP66)
- Einsatzfähig zwischen – 20 ° C bis 60 ° C
- Möglichst leicht und klein (notwendig wegen Statik und Windangriffsfläche, sowie Stadtgestaltung)
- Stromanschluss per 230 V oder 24 bzw. 40 V
- Niedriger Energieverbrauch
- Datenübertragung per LTE
- Datenpuffer bei Netzausfall

2.9. Anforderungen an Datenqualität und Validierung

Die Sensoren sollen im Mittel $> 25\%$ und müssen mindestens 15% des Verkehrs detektieren und eine möglichst hohe Pärchenbildung erzielen.

Mit dem Angebot hat der Bieter eine Angabe zur Erkennungsrate in **Anlage B.2.5 (Qualitätsblatt (Los 2))** anzugeben. Eine geringere Erkennungsrate als 15% führt zum Ausschluss. Hierbei handelt es sich um eine vergaberechtliche Mindestanforderung.

Die Abnahme erfolgt nach Abschluss aller Installationsarbeiten und Herstellung der Datenanbindung. Dazu wird die Fotodokumentation im Montagebuch herangezogen. Darüber hinaus prüft der AG, ob alle Sensoren Daten an die Datenplattform konstant übermitteln. Die konstante Übermittlung wird im Rahmen der Abnahme definiert, als eine 14-tägige unterbrechungsfreie Übertragung der Daten. Sollte es im Rahmen des späteren Betriebs zu größeren Datenlücken kommen, hat der AN diese im Rahmen der Gewährleistung zu beheben.

Nach Fertigstellung der Installation des Messnetzes wird darüber hinaus die Erkennungsqualität an allen Standorten abgenommen. Dazu wird je eine Woche die Summe der durch die Bluetooth-Detektion erkannten Fahrzeuge durch die per Kamera erkannte Summe der Fahrzeuge dividiert.

Da die in Los 1 installierten Kameras zur Qualitätsbewertung herangezogen werden, muss zuerst die Qualitätsprüfung von Los 1 abgeschlossen sein. Dann kann die Qualitätsprüfung von Los 2 erfolgen. Sollte es zu intensiven Verschiebungen bei Los 1 kommen, kann durch den AG alternativ eine Zählung vor Ort durch per Teleskopmast aufstellbaren Kameras ersatzweise durchgeführt werden.

Die Abnahme erfolgt nach Abschluss aller Installationsarbeiten und Herstellung der Datenanbindung. Dazu wird die Fotodokumentation im Montagebuch herangezogen. Darüber hinaus prüft der AG, ob alle Sensoren Daten an die Datenplattform konstant übermitteln. Die konstante Übermittlung wird im Rahmen der Abnahme definiert, als eine 14-tägige unterbrechungsfreie Übertragung der Daten. Sollte es im Rahmen des späteren Betriebs zu größeren Datenlücken kommen, hat der AN diese im Rahmen der Gewährleistung zu beheben.

Erst nach erfolgreicher Prüfung durch den AG bzw. einer von ihm beauftragten Stelle unter Einhaltung der geforderten Wiedererkennungquote gilt das Messnetz als abgenommen. Sollten die vom AN im Qualitätsblatt genannten Erkennungsraten an einzelnen Messstandorten nicht erreicht sein, sind je weitere 2 Wochen Daten abzugleichen. Sollten weiterhin Qualitätsmängel bestehen, hat der AN den Standort auf eigene Kosten in den geforderten Mindeststandard zu bringen.

Das System wird als Gesamtes je Montagephase abgenommen. Teilstandorte können nicht in Rechnung gestellt werden.

Erst nach abgeschlossener Prüfung aller Maßnahmen gilt das System als abgenommen und geht in den Regelbetrieb über.

Die Abnahme wird durch die Parteien dokumentiert.

3. Vertragsbedingungen und Rahmenbedingungen

Im Rahmen der Beauftragung werden pro Los insgesamt zwei Verträge geschlossen (vgl. **Anlage B.2.1 (Entwurf Werkvertrag (Los 2))** und die **Anlage B.2.2 (Entwurf Betriebs- und Wartungsvertrag (Los 2))**).