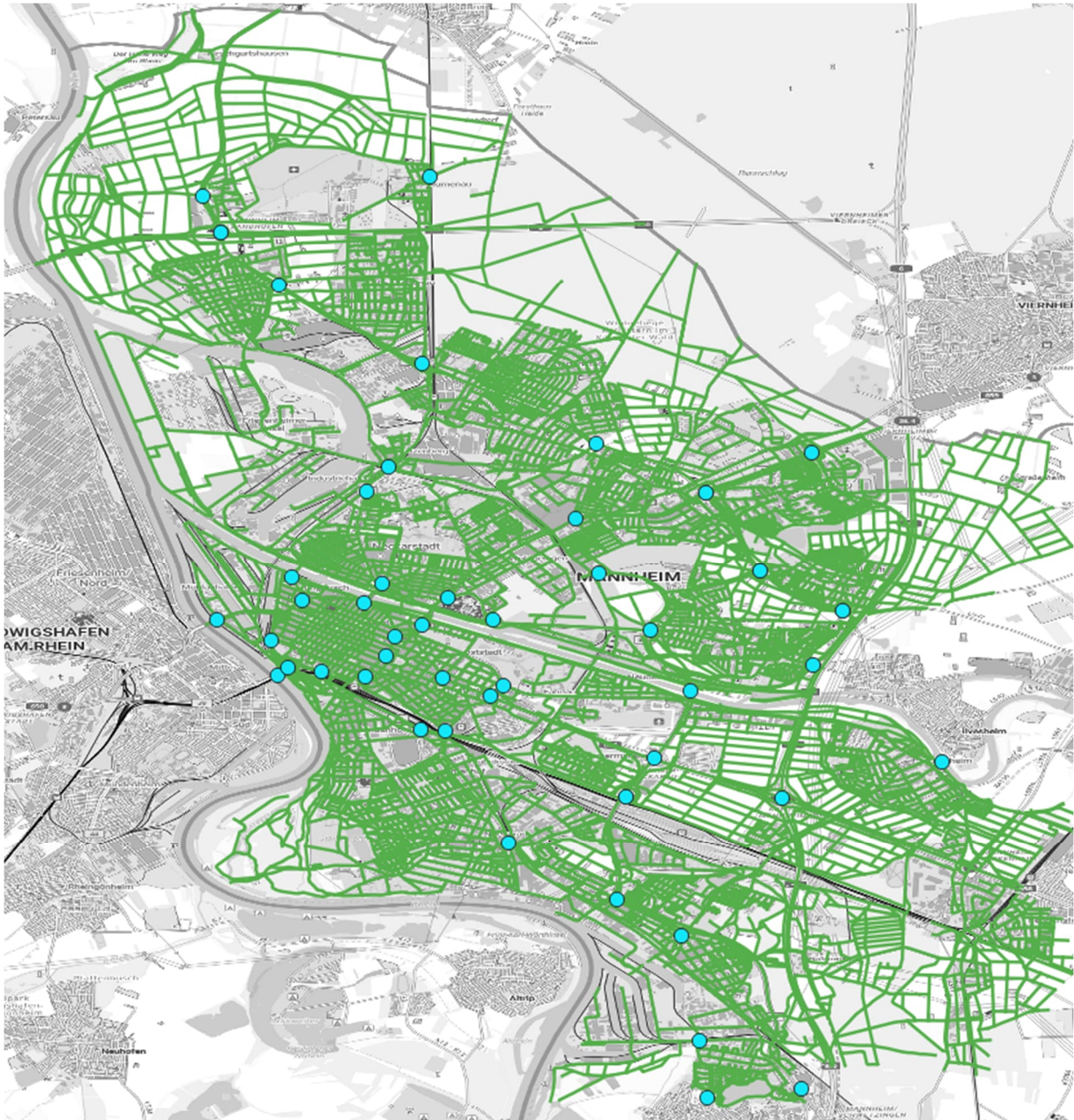


Leistungsverzeichnis: Stadtweites Messnetz zur Verkehrsdatenerhebung in Mannheim

Los 1 zur Zählung, Klassifizierung und Geschwindigkeitsmessung von Verkehr



Inhalt

1. Allgemeines	4
2. Los 1 – Verkehrszählung und –klassifizierung	5
2.1. Zielsetzung	5
2.2. Messkonzept	6
2.3. Anforderungen an Sensorik (Funktion, Genauigkeit, Klassifikationsstufen, Geschwindigkeitsschätzung)	8
2.4. Anforderungen an Datenerfassung und -übertragung	9
2.5. Anforderungen an den Datenschutz	10
2.6. Anforderungen an Installationsstandorte und Montage	10
2.7. Anforderungen an Wartung und Betrieb	14
2.8. Anforderungen an technische Gestaltung	15
2.9. Anforderungen an Datenqualität und Validierung zur Abnahme	16
3. Vertragsbedingungen und Rahmenbedingungen	17

Anlage B.1.3 Leistungsverzeichnis (Los 1)

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 Zwillings 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 mit Edge-KI (aufgrund LDSG BW keine optischen Sensoren zugelassen).
- 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).

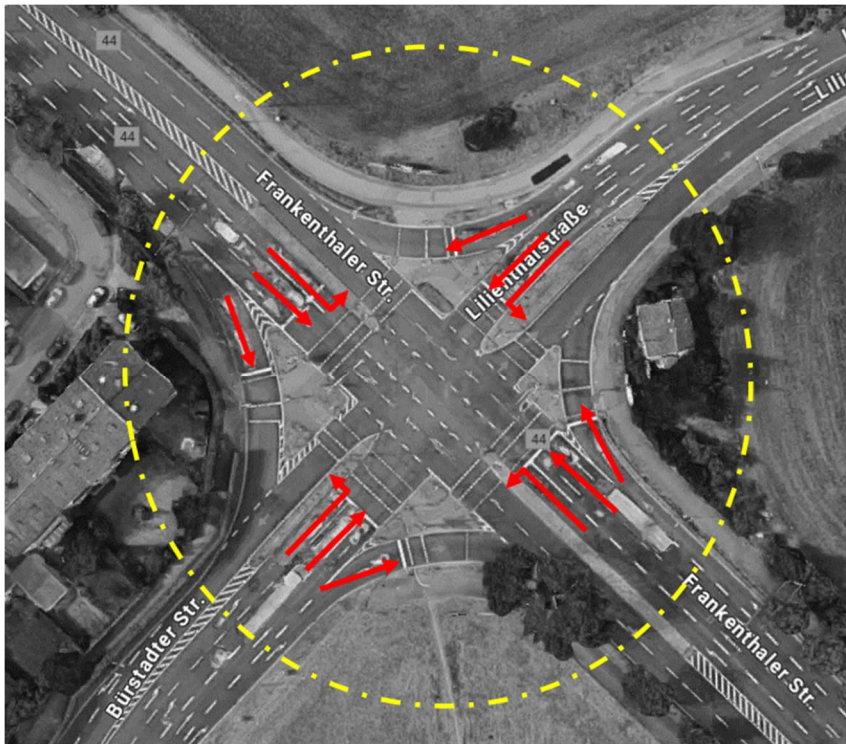
Nach dem Aufbau des Messnetzes als GU hat der AN bis mindestens zum 31.12.2027 und mit jährlich optionaler Verlängerung bis zum 31.12.2031 auch den Betrieb und den Unterhalt des Messnetzes zu leisten. Hierbei sind insbesondere Ausfälle von Sensorik schnellstmöglich zu beheben (binnen 14 Tagen ab Meldung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

2. Los 1 – Verkehrszählung und -klassifizierung

2.1. Zielsetzung

Los 1 wird zur Erhebung von Verkehrsdaten an definierten Knotenpunkten verwendet. Ziel ist es Fahrzeuge zu zählen, zu klassifizieren (min. PKW, Zweiräder, Transporter, LKW zzgl. Personen und Fahrrad) und teilweise Geschwindigkeiten zu nähern. Dazu sollen Wärmebildkameras (WBK) verwendet werden.

Die Bietenden sollen die am Bild beispielhaften Informationen aus allen geforderten Standorten ermitteln können:



In diesem Schemabild sind alle Fahrzeuge aus der Frankenthaler Straße (in beide Richtungen), Lilienthalstraße und Bürstadter Straße zu ermitteln. Neben der Anzahl der aus den Straßen auf den Knotenpunkt zufahrenden Fahrzeugen müssen auch die Abbiegebeziehungen (links, gerade, rechts) wie schematisch mit den Pfeilen dargestellt, erkannt werden.

In der **Anlage B.4 (Verortung der Messpunkte)** sind sämtliche Standorte dargestellt. Die verpflichtend zu erkennenden Abbiegebeziehungen sind mit roten Pfeilen dargestellt. Darüber hinaus sind einige Abbiegebeziehungen mit orangenen Pfeilen dargestellt. Diese werden bereits erhoben und sollen verbleiben. Blaue Pfeile werden erhoben, sollen im Rahmen dieser Ausschreibung allerdings modernisiert werden. Vorhandene elektrische Anschlüsse können weiterverwendet werden.

Der gelbe Kreis betrifft Los 2 und hat im Rahmen von Los 1 keine Bedeutung.

An ausgewählten Standorten ist darüber hinaus die Geschwindigkeit der vorbeifahrenden Fahrzeuge zu analysieren. Das gilt für alle Standorte die sich nicht im Knotenpunkt direkt befinden, sondern in Straßenabschnitten mit fließendem Verkehr.

Zusätzlich soll es möglich sein, der Integrierten Leitstelle (Feuerwehr und Rettungswagen) Bild- und Videodaten der Wärmebildkameras übermitteln zu können. Das soll im Einsatzfall Klarheit über die Gegebenheiten vor Ort oder mögliche Fahrwege schaffen. Bild- und Videodateien sollen dabei direkt an das aktuell in Aufbau befindliche Kommunikationssystem des Amts übermittelt werden.

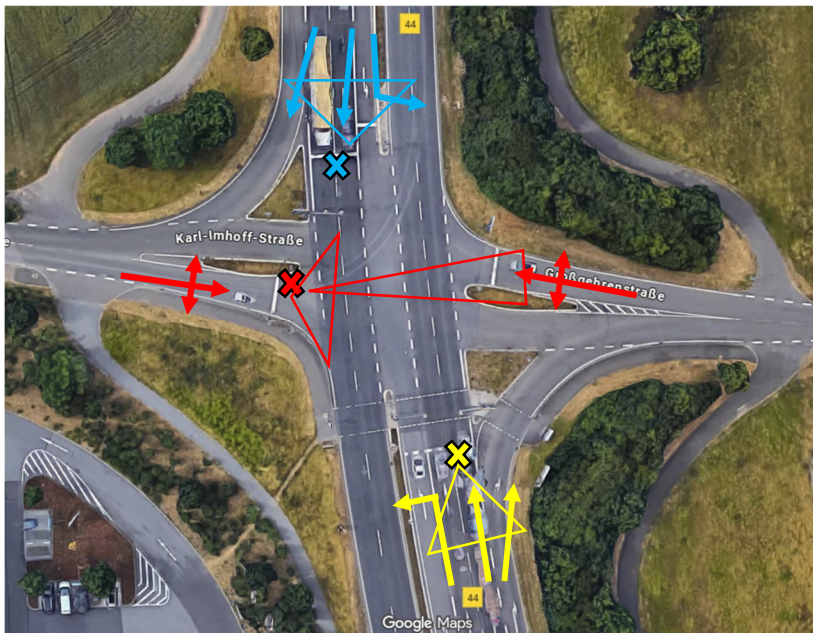
2.2. Messkonzept

Die Bietenden haben im Rahmen der Ausschreibungsteilnahme ein Messkonzept zu erstellen. Dieses wird gemäß den Vorgaben der **Anlage A.5 (Wertungsmatrix (Angebote Los 1))** bewertet.

An das einzureichende Messkonzept werden folgende Anforderungen gestellt:

- Dieses Messkonzept muss die geforderten Zählungen und Klassifizierungen an den geforderten Abbiegebeziehungen beinhalten. 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 an erhöhter Position den gesamten/wesentlichen Teil eines Knotenpunkts erfassen kann, oder ob deutlich mehr Sensoren in kleinteiligen Bereichen benötigt werden.
- Entscheidend ist, dass die geforderten Qualitätskriterien eingehalten werden.
- Im Messkonzept ist genau anzugeben, an welchen Elementen (Lichtsignalanlagen, Laternen, Abspannmasten, usw.) die Sensorik angebracht werden soll. Es soll per Bild dargestellt werden, an welcher Stelle Sensoren installiert werden sollen, welche Fahrspuren bzw. Abbiegebeziehungen damit erkannt werden und welchen Sichtbereich die Sensoren haben. Auch eventuell notwendige zusätzliche Masten, Mastverlängerungen, etc. sind zu skizzieren.
- Unterschiedliche Sensoren sind mit ihren zugehörigen Fahrspuren/Abbiegebeziehungen und Sichtbereichen per Farbcode klar voneinander zu unterscheiden. Beispielhaft wird am Messpunkt 1 folgend skizziert, wie grundsätzlich darzustellen ist:

Soll-Verortung im Knotenpunkt mit Abbiegebeziehung und Sichtbereich



Soll-Positionierung am Objekt



Legende

-  Standort Sensor
-  Erkannte Fahrtrichtung
-  Sichtbereich Sensor
-  Bauliche Änderung (z.B. Mastverlängerung)

- Die Bietenden müssen sich bei der Verortung der Sensorik nicht an die Position der Pfeile in der **Anlage B.4 (Verortung der Messstandorte)** halten. Ist die gewünschte Information an einer anderen Stelle im Straßenabschnitt geeigneter zu erfassen, kann die Sensorik im Rahmen des Messkonzepts frei positioniert werden.
- 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 am Messpunkt)** beschriebenen Anforderungen 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)** genannten Pauschalbeträgen in den Preisvergleich aufgenommen, vgl. u.a. **Anlage A.5 (Wertungsmatrix (Angebote Los 1))** und **Anlage B.1.3 (Preisblatt (Los 1))**.

2.3. Anforderungen an Sensorik (Funktion, Genauigkeit, Klassifikationsstufen, Geschwindigkeitsschätzung)

Die Sensoren müssen durch bildverarbeitende Programme Verkehr zählen und klassifizieren, sowie Geschwindigkeiten ermitteln. Die Sensoren müssen dabei mindestens klassifizieren nach PKW, Lieferwagen, LKW, Zweirad, Fußgänger und Fahrrad. Feinere Klassifizierungen sind erwünscht.

In Abhängigkeit der Umgebungsbedingungen (Tag/Nacht, Wetter) werden unterschiedliche Mindestqualitäten verlangt.

In der **Anlage B.1.5 (Qualitätsblatt (Los 1))** sind diese als Muss und Soll definiert. Dort haben die Bietenden ihre zu erwartenden Qualitätswerte anzugeben.

Die Muss-Werte sind zwingend zu erfüllen. Angebote, die die Muss-Werte nicht erfüllen, werden ausgeschlossen. Sie sind als vergaberechtliche Mindestanforderungen zu verstehen.

Die Soll-Werte werden gemäß den Vorgaben der **Anlage A.5 Wertungsmatrix (Angebote Los 1)** und der **Anlage B.1.5 (Qualitätsblatt (Los 1))** bewertet.

Die durch den AN angegebenen Qualitätswerte werden in der Abnahme als Zielwert definiert und vertraglich vereinbart. Diese sind für eine erfolgreiche Abnahme zu erreichen.

Die Geschwindigkeitserhebung dient einer Näherung der Fließgeschwindigkeit. Dabei sollen die Geschwindigkeiten mit einer Toleranz von ± 5 km/h der Fließgeschwindigkeit erfasst werden. Es werden Geschwindigkeiten von < 10 km/h bis 130 km/h erwartet.

2.4. Anforderungen an Datenerfassung und -übertragung

Die Einrichtung und Kalibrierung der Kameras erfolgen durch die herstellerseitige Software. Dem AG ist über die Lebensdauer der Sensorik Zugang mit vollen Nutzerrechten zu gewähren. Es ist eine Anwenderschulung (mindestens 4 Stunden, digital, bis zu 10 Teilnehmern) durchzuführen. Die Ausrichtung der Kameras, sowie das Anlegen von Zähllinien, Polygonen, usw. erfolgt durch den AN.

Die Bilder werden auf den Kameras ausgewertet und als Rohdaten an den TCOR übermittelt. Als Protokoll für die Datenübertragung wird MQTTs verwendet und das genutzte Datenformat ist JSON. Der Nachrichteninhalte soll datensparsam aber gut auswertbar gestaltet sein. Mit dem Angebot ist ein Beispieldatensatz einzureichen.

Die Integrierte Leitstelle (ILS) soll darüber hinaus Bilddaten erhalten. Dazu wird durch die ILS auf deren Plattform definiert, welche Standorte für ein Lagebild relevant sind. Standorte können hinzugewählt und gestrichen werden. Die gewählten Standorte übertragen im einstellbaren Intervall (z.B. 5-minütig) ein einzelnes Bild inkl. der Standort-Metadaten (Name Kreuzung, Koordinaten, Sensor-ID, Uhrzeit, etc.). Darüber hinaus soll es möglich sein, auf Pull-Anfrage des Sensors einen Video-Stream der einzelnen WBK in Echtzeit auf der Plattform der ILS zu erhalten.

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.

Ausfälle der Netzwerkverbindung von mindestens 30 Minuten aggregierter Daten soll durch die Kameras abgefangen werden, d.h. ein lokaler Pufferspeicher in ausreichender Größe ist notwendig.

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.1.1 (Entwurf Werkvertrag (Los 1))** verwiesen.

Die Datenübertragung (Nutz- und Betriebsdaten) muss sowohl kabelgebunden als auch Over-the-Air (bidirektional) möglich sein. 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.

2.5. Anforderungen an den Datenschutz

Die eingesetzten Wärmebildkameras dürfen in ihrer technischen Ausgestaltung nicht unter den Anwendungsbereich der DSGVO, sowie im Weiteren unter das LDSG BW fallen. Das gilt unter den Prämissen, dass hier Wärmebildkameras eingesetzt werden, die keine hohe Bildauflösung sowie Zoom-Funktionen ermöglichen und dass diese Kameras an Laternen, Masten, LSA, etc. und damit mit einem deutlichen Abstand zu Verkehrsteilnehmer installiert werden. Damit muss auf Basis der generierten Wärmebildaufnahmen – soweit diese überhaupt die Silhouetten einzelner Personen erkennen lassen – jedenfalls ein Identifizierbarkeit einzelner Personen ausgeschlossen sein.

Mit dem Angebot sind Bilder der einzusetzenden Wärmebildkameras von vergleichbaren Standorten einzureichen. Auf diesen Bildern müssen Personen in und/oder außerhalb von Fahrzeugen im unmittelbaren Erfassungsbereich der Kamera sichtbar aber nicht erkennbar sein.

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), Autobahn GmbH) 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 Kabelüberführungskasten (KÜK) in Beleuchtungsmasten durch die MVV Netze AG 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 Beleuchtungsmasten, Abspannmasten oder Lichtsignalanlagen montiert werden kann. Die Stromversorgung ist im Regelfall durch vorhandenen Dauerstrom herzustellen, nur in Ausnahmefällen kann eine autarke Energieversorgung (z.B. PV-Modul) in Betracht gezogen werden. 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 am Messpunkt)**, **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 GmbH.

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 EUR 10.000,00 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 im Preisvergleich aufgeschlagen (vgl. **Anlage B.6 (Fixkostenbeträge für Bauleistungen)**).

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

Die Laternenmasten, die lediglich der Beleuchtung dienen, dürfen nicht älter als 30 Jahre sein (s. **Anlage B.8 (potentielle Montageobjekte)**). Die gesamten 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, Überführungen oder ausreichend stark dimensionierten Masten, mit autarker Energieversorgung installiert werden. 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.

Die im Innenstadtbereich bereits installierten Wärmebildkameras sollen im Rahmen des Projekts ausgetauscht werden. Dort bereits gelegte Stromanschlüsse sollen verwendet werden, wenn die geforderten Messqualitäten bei gegebener Sensorposition eingehalten werden können. Die 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 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.1.6 (Montagebuch (Los 1))** 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 AN von Los 2 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 AN des Los 2 werden dem AN nach Zuschlagserteilung mitgeteilt werden.

2.7. Anforderungen an Wartung und Betrieb

Der AN hat den reibungslosen Dauerbetrieb der Verkehrssensoren 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.1.2 (Entwurf Betriebs- und Wartungsvertrag (Los 1))** 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 B.5** 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)
- 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. Dabei werden Sensor und Linse gereinigt.

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 230V oder 24 bzw. 40V bzw. autarke Energieversorgung
- Niedriger Energieverbrauch.
- Datenübertragung per LTE.
- Datenpuffer bei Netzausfall.

- Die optische Erscheinung soll nicht an Überwachungskameras erinnern (Überwachungskamera vs. Verkehrssensor).

2.9. Anforderungen an Datenqualität und Validierung zur Abnahme

Die Abnahme erfolgt nach Abschluss aller Installationsarbeiten und Herstellung der Datenanbindung je Montagephase. 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 Installation aller Sensoren hat der AN 3 x 30 Minuten Videomaterial von jeder Kamera bereitzustellen, inkl. der in diesem Zeitraum gemessenen Werte. Die Zeitfenster der Videosequenzen werden durch den AG definiert. Die Stichproben werden dabei zufällig verteilt erhoben. Es werden unterschiedliche Licht- und Wetterverhältnisse bewertet.

Erst nach erfolgreicher Prüfung der Videosequenzen durch den AG bzw. einer von ihm beauftragten Stelle unter Einhaltung der geforderten Qualitätskriterien gilt das Messnetz als abgenommen. Dafür hat der AG max. 4 Wochen nach Bereitstellung der Videos Zeit. Sollten die vom AN im Qualitätsblatt genannten Qualitätskriterien an einzelnen Messstandorten nicht erreicht sein, sind je weitere 3 (durch den AG ausgewählte) Stunden Videomaterial bereitzustellen. Sollten weiterhin Qualitätsmängel bestehen, hat der AN den Standort 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.1.1 (Entwurf Werkvertrag (Los 1))** und **Anlage B.1.2 (Entwurf Betriebs- und Wartungsvertrag (Los 1))**).