

Leistungsverzeichnis

Kauf und Lieferung von Umweltsensoren

Diese Vergabe umfasst den Kauf und die Lieferung von Gateways, Luftqualitäts-, Kombi-Wetter-, berührungslose optische Straßenzustands- und Straßentemperatursensoren sowie Traversen im Rahmen des Förderprojektes "Modellprojekt Smart Cities: Aufbau eines multimodalen Verkehrsmanagements" zur Einbindung in das Verkehrsmanagementsystem für die Landeshauptstadt Dresden.

1. VORHABEN

Im Rahmen des Aufbaus eines umweltsensitiven Verkehrsmanagements (UVM) innerhalb des oben genannten Förderprojekts sind durch kurz-, mittel- und langfristige Maßnahmen im Rahmen der Verkehrssteuerung die Kfz-Emissionen zu reduzieren. Dies ist durch die Erfassung und Kombination von Umwelt- und Verkehrsdaten zu ermöglichen. Hierzu werden aus unterschiedlichen Quellen Daten zum Verkehr, Umwelt und für das Umfeld gesammelt. Für das Pilotgebiet Johannstadt ist mit Hilfe von Umweltsensoren die Schadstoffbelastung zu messen. Diese bilden die Basis der zukünftigen, gezielten und vorausschauenden umweltorientierten Verkehrsbeeinflussung. Aufgrund der sich täglich wechselnden Rahmenbedingungen ist die an die jeweilige Situation angepasste Auswahl der optimalen Strategie essenziell.

Wichtige Ziele:

- keine dauerhaften negativen Auswirkungen auf den Verkehrsfluss
- laufende Berechnung der aktuellen Emissions- und Immissionsituationen im Straßennetz
- Erfassung und Darstellung von Online-Messdaten aus Meteorologie- und Luftqualitätsmessstellen
- Nutzung von Verkehrs-, Meteorologie- und Luftbelastungswerten als Auslösekriterien für die manuelle oder automatische Strategieauswahl
- vielfältige Handlungsmöglichkeiten zur Verbesserung des Verkehrsflusses über intelligente Verschiebung der Emissionen in weniger kritische Bereiche bis hin zur Einrichtung dynamischer Umweltzonen
- Erfolgskontrolle durch getrennte Ausweisung der verkehrsreduzierten Belastungsanteile
- langfristiger Erfahrungsaufbau mithilfe von netzweiter Darstellung der Verkehrs- und Umweltsituation, etwa durch die Erkennung von Verlagerungseffekten

Offene Schnittstellen zu existierenden Subsystemen und die Einbindung von anerkannten Emissions- und Immissionsmodellen sollen Integrationen, sowohl in technischer als auch in organisatorischer Hinsicht, in das Verkehrsmanagementsystem gewährleisten.

Die genaue Position der Sensoren im Stadtgebiet wird in Vorbereitung auf die Montage festgelegt.

2. LEISTUNGEN DES AUFTRAGNEHMERS

2.1 Gateway- Kommunikations- und Datenverwaltungseinheit

Ein Gateway im Kontext dieser Vergabe bezeichnet eine kompakte und leichte Outdoor-Datenverwaltungseinheit zur Kommunikation und Verwaltung von Umwelt- und Wettersensoren- Es ist im Außeneinsatz für eine Montage an Wänden und Masten geeignet und verfügt über eine integrierte Web-Benutzeroberfläche für Wartungs- und Konfigurationsarbeiten.

Das Gehäuse ist mit mindestens fünf Anschlusssteckern an der Unterseite der Einheit auszuführen. Diese Anschlüsse dienen zum Verbinden der Spannungsversorgung der Systemeinheit, zum Anschluss eines Servicekabels, sowie zum Anschluss kombinierter Daten- und Versorgungskabel von Sensoren. Für die Spannungsversorgung und Sensoren sind wetterfeste Steckverbinder mit M12 Gewinde zu verwenden. Für den Service-Port ist ein USB-Kabel zu verwenden. Der Anschlussstecker für den USB-Service-Port muss wetterfest ausgeführt werden.

Eine Nachrüstung von Sensoren muss jederzeit ohne Umbau des Gateways möglich sein. Die Nachrüstung beziehungsweise Aktivierung der hier ausgeschriebenen Sensoren muss über die grafische Oberfläche wählbar sein.

Bei Aktivierung von Sensoren über die grafische Oberfläche muss das System die angeschlossenen Sensoren automatisch erkennen. Das Gateway muss über eine Funktionalität zur Speicherung von Sensorendaten, Metadaten, Konfigurationen und weiteren systemspezifischen Daten verfügen.

Zur Optimierung und Sicherstellung der Kompatibilität müssen Sensoren und Gateways vom gleichen Hersteller stammen. Der Anschluss der Spannungsversorgung und Sensorik sowie die Konfiguration des Gerätes muss ohne das manuelle Öffnen des Gehäuses möglich sein. Jegliche Art von Schraubklemmen sind nicht zugelassen.

Die Daten müssen über Mobilfunk mit MQTT-Protokoll übertragen werden. Die dafür benötigten SIM-Karten werden durch den Auftraggeber bereitgestellt. Das interne Kommunikationsmodul benötigt mindestens einen Standard SIM-Karten-Slot. Die Kommunikationseinstellungen der SIM-Karte wie beispielsweise APN-Einstellungen (Aufzählung nicht abschließend) müssen über eine Web-Benutzer-Oberfläche konfigurierbar sein. Integrierte Antennen für Mobilfunk und/oder andere Antennen im Außenbereich des Gateways sind nicht zulässig. Als Schnittstellen für die Datenübertragung sind sowohl eine MQTT der Version 3.1.1 sowie eine verschlüsselte TLS-Schnittstelle bereitzustellen. Zur Nutzung der lokalen Kommunikation mit USB-C-Service-Kabel ist eine TLS-Verschlüsselung notwendig. Bei lokaler Erstaktivierung des Gateways ist ein einmaliger Aktivierungsschlüssel mitzuliefern.

Technische Mindestanforderungen:

- Gesamtgewicht Systemeinheit inklusiver Halterung maximal 1,5 kg
- wasserdichtes und staubdichtes Gehäuse mit Schutzart IP65
- maximale Abmessungen des Gehäuses ohne Kabel / Halterung: Breite 220 mm, Höhe 150 mm, Tiefe 100 mm
- Status LED auf der Vorderseite des Gehäuses zur einfachen Prüfung der Konnektivität zum Mobilfunknetz
- Montagehalter für Mastmontage
- Betriebsspannungsbereich 12 bis 24 VDC
- Betriebstemperaturbereich - 30°C bis + 50°C
- Betriebsfeuchtebereich von 0 bis 100 % rF
- Anschlüsse: 1 Service-Anschluss: verschließbarer Service Port mit USB-Kabel, 1 Versorgungs-Anschluss mit wetterfester M12 Kupplung, 1 Sensor-Eingang für Umweltsensoren mit wetterfester M12 Kupplung, 1 Sensor-Eingang für Kombi-Wettersensor mit wetterfester M12 Kupplung, 1 Sensor-Anschluss für Straßentemperatur- und Straßenzustandssensor mit wetterfester M12 Kupplung

Folgende Sensoren müssen zeitgleich an einem Gateway betrieben werden können sowie für eine Nachrüstung vorbereitet sein:

- 1 Kombi-Wettersensor- Wind, Temperatur, Niederschlag, Feuchte, Luftdruck
- 1 Luftqualitäts-Messwertgeber für PM1, PM2, PM2.5, PM10, NO2, NO, O3, CO
- 1 berührungsloser optischer Straßenzustandssensor mit Sichtweitenfunktion
- 1 berührungsloser optischer Infrarot Straßentempersensoren
- integriertes Kommunikationsmodul zur Datenübertragung über Mobilfunk mit Unterstützung von 4G Standard, sowie Fallback auf 3G und 2G
- LTE, UMTS/HSPA+ und GSM/GPRS/EDGE Abdeckung

Mindestanforderungen der grafischen Web-Benutzer-Oberfläche:

- Visualisierung der aktuellen Messdaten
- Konfiguration von Sensoren & Sensorparametern
- Konfiguration von SIM-Einstellungen und Netzwerk-Einstellungen
- MQTT-Konfiguration
- Daten-Sendeintervall Konfigurationen
- Systemübersicht
- serielle Konsole
- Debug Konsole
- Software-Update der Systemeinheit
- Systemneustart

2.2 Luftqualitäts-Messwertgeber-Feinstaub, NO2, NO, O3, CO

Der Messwertgeber muss für den Außeneinsatz geeignet sein und eine Montage an Wänden und Masten ermöglichen.

Der Luftqualitäts-Messwertgeber muss die Luftqualitätsindikatoren Stickstoffdioxid (NO₂), Stickstoffmonoxid (NO), Ozon (O₃), Kohlenstoffmonoxid (CO), PM₁, PM_{2,5} und PM₁₀ messen und Daten zur Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und des Luftdrucks erfassen können. Der Sensor muss mit einer kombinierten Temperatur- und Feuchtesonde ausgestattet sein.

Die Messung der Luftschadstoffe NO₂, NO, CO, und O₃ muss auf der Verwendung von elektrochemischen Sensorelementen basieren. Parallel zu den Luftschadstoffen sind die Umgebungsbedingungen des Sensors zu erfassen. Diese sind Lufttemperatur, Luftfeuchtigkeit und Luftdruck.

Algorithmen müssen den Einfluss dieser Umgebungsbedingungen und Cross Sensitivity Effects kompensieren. Die elektrochemischen Sensorelemente müssen ohne Kalibrierung für mindestens 24 Monate nutzbar sein. Die Sensorabnutzung dieser Elemente muss als prozentualer Index lokal ermittelt und über die Datenausgabe ausgegeben werden können.

Die Messung der Feinstaubkonzentration PM₁, PM_{2.5} und PM₁₀ muss auf der Verwendung eines optischen Partikelzählers erfolgen und die Auswertung des Streuverhaltens von Partikeln in einem Probenvolumen basieren. Mittels photoelektrischer Sensoren und spezieller Optiken muss die winkelabhängige Streulichtintensität ermittelt und anschließend mittels digitaler Signalverarbeitung analysiert werden.

Technische Mindestanforderungen:

- Gesamtgewicht Sensor inklusive Halter maximal 2,5 kg
- Montagehalter für Mast- und Wandmontage
- Ausführung nach Schutzklasse IP65
- Betriebsspannungsbereich mindestens von 12 bis 24 VDC
- Betriebstemperaturbereich von - 30°C bis + 45°C
- maximale Abmessungen des Sensorgehäuses ohne Kabel/Halterung: Höhe 350 mm, Durchmesser 140 mm (Breite/Tiefe je 140 mm)
- maximale Leistungsaufnahme: 5,0 Watt
- typische Leistungsaufnahme bei Gas- und Partikelmessung: maximal 3,0 Watt
- wetterfester Steckverbinder für Daten beziehungsweise Wartungsschnittstelle
- RS-485 Datenschnittstelle für die lokale Datenausgabe
- > Das Datenprotokoll Modbus RTU muss frei auswählbar sein, falls eine spätere Integration in ein anderes System umgesetzt wird.
- RS-232 Wartungsschnittstelle
- Messintervall Output für Gase: eine Minute
- Messintervall Output für PM₁, PM_{2,5}, PM₁₀: einstellbar im Bereich 2 bis 255 Minuten
- Bereitstellung der Messdaten in ppb und/oder Mikrogramm/Kubikmeter (mg/m³) über eine lokale digitale Schnittstelle

Folgende Leistungsdaten und Messbereiche sind lokal im Sensor zu erfassen:

PM₁ (Einheit mg/m³)

- Messbereich 0 bis 1000 mg/m³
- Nachweisgrenze 0,1 mg/m³

PM_{2,5} (Einheit mg/m³)

- Messbereich 0 bis 1000 mg/m³
- Nachweisgrenze 0,1 mg/m³

PM₁₀ (Einheit mg/m³)

- Messbereich 0 bis 2500 mg/m³
- Nachweisgrenze 0,1 mg/m³

NO₂ -Stickstoffdioxid (Einheit: ppb)

- Messbereich 0 bis 2000 ppb
- Nachweisgrenze 5 ppb

NO - Stickstoffmonoxid (Einheit: ppb)

- Messbereich 0 bis 2000 ppb
- Nachweisgrenze 5 ppb

CO- Kohlenstoffmonoxid (Einheit: ppb)

- Messbereich 0 bis 10.000 ppb
- Nachweisgrenze 10 ppb

O3 - Ozon (Einheit ppb)

- Messbereich 0 bis 2000 ppb
- Nachweisgrenze 5 ppb

Lufttemperatur (Einheit °C)

- Messbereich -30 °C bis + 50°C
- Temperaturgenauigkeit des Sensorelements +/- 0,3 °C bis + 20°C

Luftfeuchtigkeit (Einheit % rF)

- Messbereich 0 bis 100 % rF
- Luftfeuchtemessung mit Genauigkeit +/- 3 % für 0 bis 90 % relativer Feuchte
- Luftfeuchtemessung mit Genauigkeit +/- 5 % für 90 bis 100 % relativer Feuchte

Indikative Luftdruckmessung (Einheit hPa)

- Druckgenauigkeit +/- 15 hPa

Die Mindestanforderungen an typische Leistungsdaten beziehen sich auf mehrere Langzeit-Feldtests in unterschiedlichen Klimazonen im Vergleich zum Referenzinstrument. Ausschlaggebend ist ein typischer R2-Wert, sowie der mittlere absolute Fehler gegenüber der Referenz der oben genannten Analysen. Diese Anforderungen sind in den typischen Temperaturbereichen -10 °C bis + 30°C mit Werkskalibrierung ohne linearen Abgleich mindestens zu erreichen:

- NO2: Stickstoffdioxid: R2= 0,90 - Mittlerer absoluter Fehler: 5 ppb
- NO: Stickstoffmonoxid: R2= 0,95 - Mittlerer absoluter Fehler: 8 ppb
- CO: Kohlenstoffmonoxid: R2= 0,85 - Mittlerer absoluter Fehler: 183 ppb
- O3: Ozon: R2= 0,90 - Mittlerer absoluter Fehler 6 ppb
- PM1: R2= 0,95 - Mittlerer absoluter Fehler: 2 mg/m3
- PM2,5: R2= 0,85 - Mittlerer absoluter Fehler 3 mg/m3
- PM10: R2= 0,85 - Mittlerer absoluter Fehler 4 mg/m3

Die Mindestanforderungen an typische Leistungsdaten beziehen sich auf mehrere Langzeit-Feldtests in unterschiedlichen Klimazonen im Vergleich zu mindestens zwei baugleichen Sensoren. Ausschlaggebend ist die Gerätekorrelation als typischer R2-Wert, sowie der Präzisionswert als mittlere absolute Differenz in ppb. Folgende Anforderungen sind in den typischen Temperaturbereichen -10 C bis + 30 °C mit Werkskalibrierung ohne linearen Abgleich mindestens zu erreichen:

- NO2: Stickstoffdioxid: Gerätekorrelation (R2)= 0,98 - Präzision: 3 ppb
- NO: Stickstoffmonoxid: Gerätekorrelation (R2)= 0,96 - Präzision: 3 ppb
- CO: Kohlenstoffmonoxid: Gerätekorrelation (R2)= 0,97 - Präzision: 25 ppb
- O3: Ozon: Gerätekorrelation (R2)= 0,95 - Präzision: 4 ppb
- PM1: Gerätekorrelation (R2)= 0,99 - Präzision: 1 mg/m3
- PM2,5: Gerätekorrelation (R2)= 0,97 - Präzision: 2 mg/m3
- PM10: Gerätekorrelation (R2)= 0,97 - Präzision: 3 mg/m3

2.3 Kombi-Wettersensor - Wind, Temperatur, Niederschlag, Feuchte, Luftdruck

Einen Kombi-Wettersensoren im Kontext dieser Vergabe bezeichnet einen Sensor zur Erfassung von Luftdruck, Lufttemperatur, Feuchte, Niederschlag, Windgeschwindigkeit und Windrichtung. Der Sensor muss für den Außeneinsatz und mit einer kombinierten Temperatur- und Feuchtesonde ausgestattet sein. Um Fehlmessungen und thermische Einflüsse durch die Sonnenstrahlung zu vermeiden, ist die Technik in einem weißen Strahlenschutzgehäuse zu integrieren.

Die Niederschlagsmessung muss mit einem piezoelektrischen Akustiksensoren erfolgen. Das Messverfahren für den Niederschlag des Sensors darf von der umliegenden Infrastruktur und Umwelt nicht beeinflusst werden.

Verschleißkomponenten müssen vor Ort wechselbar sein. Der Tausch einer Feuchtesonde muss vor Ort durch ein werkskalibriertes Wechselmodul möglich sein.

Technische Mindestanforderungen:

- Gesamtgewicht Sensor inklusive Halter maximal 1,0 kg
- Schnellwechsellkupplung/Montagehalter für die Montage auf ein 30 mm dickes Rundrohr
- Ausführung nach Schutzklasse IP65
- Betriebsspannungsbereich von 12 bis 24 VDC
- Betriebstemperaturbereich mindestens -30° C bis + 50° C
- Betriebsfeuchtebereich von 0 bis 100 % rF
- maximale Abmessungen des Sensorgehäuses ohne Kabel/Halterung: Höhe maximal 300 mm, Durchmesser maximal 120 mm (Breite/Tiefe je 120 mm)
- maximale Leistungsaufnahme mit Heizfunktion: 20,0 Watt
- typische Leistungsaufnahme ohne Heizfunktion: maximal 1,0 Watt
- wetterfester Steckverbinder für Daten beziehungsweise Wartungsschnittstelle
- RS-485 Datenschnittstelle für die lokale Datenausgabe
- >Das Datenprotokoll Modbus RTU muss frei auswählbar sein, falls eine spätere Integration in ein anderes System umgesetzt wird.
- RS-232 Wartungsschnittstelle

Folgende Leistungsdaten und Messbereiche sind lokal im Sensor zu erfassen:

Lufttemperaturmessung

- Temperaturmessbereich -40 °C bis + 60°C
- Temperaturgenauigkeit des Sensorelements +/- 0,3 °C bei +20 °C

Luftfeuchtemessung

- Messbereich 0 bis 100 % relativer Luftfeuchte
- Genauigkeit von +/- 3 % für 0 bis 90 % relativer Luftfeuchte
- Genauigkeit von +/- 5 % für 90 bis 100% relativer Luftfeuchte

Luftdruckmessung

- Messbereich 500 bis 1100 hPa
- Genauigkeit von +/- 1 hPa im Messbereich 600 bis 1100 hPa

Windmessung mit Ultraschallmessprinzip

- Messbereich Windrichtung 0° bis 360°
- Messgenauigkeit Windrichtung von +/- 3° bei 10 m/s
- Messbereich Windgeschwindigkeit 0 bis 60 m/s
- Messgenauigkeit Windgeschwindigkeit von +/- 0,3 m/s bei 10 m/s
- Ultraschall Windmessung mit 3 beheizten Signalwandlern optimiert für winterliche Bedingungen

Niederschlagsmessung mit piezoelektrischem Akustiksensoren

- Mindestgröße der Messfläche 60 cm²
- Niederschlagsintensität: Messbereich 0 bis 200 mm/h
- Auflösung 0,1 mm/h
- Niederschlagssumme: Messbereich in mm (Abhängig von Zeitauflösung)
- Auflösung 0,01 mm/h

2.4 Berührungsloser optischer Straßenzustandssensor

Der berührungslose augensichere optische Laser-Sensor im Kontext dieser Vergabe muss mit einem spektroskopischen

Messprinzip zur Erkennung des Oberflächenzustands arbeiten.

Der Sensor dient zur Erkennung und Identifikation von Straßenzuständen, sowie der Erfassung der Sichtweite und der Griffigkeit. Er muss für den Außeneinsatz sowie für eine Montage an Rechtecktraversen mit einem Querschnitt von 40 x 40 mm geeignet sein.

Zum Schutz der Optik vor Kondensationsbildung ist ein Heizelement zu integrieren. Die Heizleistung muss zur Optimierung des Energieverbrauchs konfigurierbar sein.

Die individuelle Ausrichtung des Messbereichs auf der Straßenoberfläche muss unabhängig von anderen Sensoren möglich sein. Die Messdistanz zwischen Sensor und Straßenoberfläche ist im Bereich von 2 bis 15 Meter variabel einstellbar. Die Sichtweite muss bis auf eine Distanz von acht Metern verfügbar sein. Der Montagewinkel des Sensors von der horizontalen Linie und Straßenoberfläche muss im Bereich zwischen 30 und 85 Grad einstellbar sein.

Technische Mindestanforderungen:

- Automatische Kalibrierfunktion zur Optimierung der Langzeitstabilität
 - Gesamtgewicht Sensor inklusive Halter maximal 4 kg
- Ausführung nach Schutzklasse IP65
- Betriebsspannungsbereich mindestens von 12 bis 24 VDC
 - Betriebstemperaturbereich mindestens -30 °C bis +50 °C
 - Betriebsfeuchtebereich von 0 bis 100 % rF
 - maximale Abmessungen Gehäuse ohne Kabel/Halterung: Höhe 250 mm, Breite 150 mm, Länge 450 mm
 - maximale Leistungsaufnahme mit Heizfunktion: 6,0 Watt
 - typische Leistungsaufnahme ohne Heizfunktion: maximal 2,0 Watt
 - 3 wetterfeste Steckverbinder für Daten-, Versorgungs- beziehungsweise Wartungsschnittstelle
 - 2 RS-485 Schnittstellen
 - >eine RS-485 Datenschnittstelle: Datenausgang
 - > eine RS-485 Datenschnittstelle: Dateneingang für den optionalen Anschluss einen Infrarot-Straßentempersensors (separat aufgeführt)

Folgende Leistungsdaten und Messbereiche sind lokal im Sensor zu erfassen:

Schichtstärke: Wasser

- Messbereich: 0,00 bis 2,00 mm
- Auflösung: 0,01 mm

Schichtstärke: Schnee

- Messbereich Schneebedeckung: 0,00 bis 10,00 mm
- Messbereich Schnee wasseräquivalent: 0,00 bis 1,00 mm
- Auflösung 0,01 mm

Schichtstärke: Eis

- Messbereich: 0,00 bis 2,00 mm
- Auflösung: 0,01 mm

Fahrbahnzustand

- Erkennung und Identifikation folgender Straßenzustände
- Trocken, Feucht, Nass, Schnee, Eis, Schneematsch

Griffigkeit / Haftung

- Messbereich: 0,01 bis 1,00
- Meldebereich: 0,09 bis 0,82
- Auflösung: 0,01

Sichtweite

- Meteorologischer Sichtweitenbereich: 10 bis 2000 m
- Auflösung: 1 m

2.5 berührungsloser optischer Straßentempersensor

Der optische Infrarot Sensor im Kontext dieser Vergabe dient der berührungslosen Messung der Straßenoberflächentemperatur, sowie der Erfassung der Lufttemperatur, der Luftfeuchtigkeit und des Taupunktes. Der Sensor muss für den permanenten Außeneinsatz und ohne Motoren beziehungsweise bewegliche Teile konzipiert sein. Bewegliche Teile oder Verschleißteile wie beispielsweise Leuchtmittel sind nicht zulässig. Er muss für den Außen einsatz sowie eine Montage an Rechtecktraversen mit einem Querschnitt von 40 x 40 mm geeignet sein.

Die individuelle Ausrichtung des Messbereichs auf der Straßenoberfläche muss unabhängig von anderen Sensoren möglich sein. Die Messdistanz zwischen Sensor und Straßenoberfläche muss im Bereich von 2 bis 15 Meter variabel einstellbar sein. Die Sichtweite muss bis auf eine Distanz von acht Metern verfügbar sein. Der Montagewinkel des Sensors von der horizontalen Linie und Straßenoberfläche muss im Bereich zwischen 30 und 85 Grad einstellbar sein.

Technische Mindestanforderungen:

- Gesamtgewicht Sensor inklusive Halter maximal 2,0 kg
- Ausführung nach Schutzklasse IP65
- Betriebsspannungsbereich mindestens von 12 bis 24 VDC
- Betriebstemperaturbereich mindestens -30 °C bis +50 °C
- Betriebsfeuchtebereich von 0 bis 100 % rF
- maximale Abmessungen Gehäuse ohne Kabel/Halterung: Höhe 150 mm, Breite 100 mm, Länge 350 mm
- maximale Leistungsaufnahme: 0,5 Watt
- ein wetterfester Steckverbinder für Daten- und Versorgungsschnittstelle
- 1 RS-485 Datenschnittstelle: Datenausgang
- Messintervall Output mindestens einmal pro Minute
- System zur automatischen Kompensation von Emissionsfehlern

Folgende Leistungsdaten und Messbereiche sind lokal im Sensor zu erfassen:

Oberflächentemperatur

- Temperaturmessbereich -40 °C bis +60 °C
- Auflösung: 0,1 °C

RMSE-Wert (Root Mean Square Error)

->Der RMSE-Wert hat bei typischen Frostbedingungen für die Fahrbahn maximal 0,3 °C im Vergleich zu einem Referenzthermometer, welches in der Fahrbahn montiert ist zu betragen.

Dieser RMSE-Wert von maximal 0,3 °C ist im Temperaturbereich -20 bis +20 °C einzuhalten und die Differenz zwischen der Gerätetemperatur und Fahrbahntemperatur weniger als 10 °C betragen.

Lufttemperaturmessung

- Temperaturmessbereich -40 °C bis +60 °C
- Temperaturgenauigkeit des Sensorelements $\pm 0,6$ °C bei +20 °C

Luftfeuchtemessung

- Messbereich 0 bis 100 % relativer Feuchte
- Auflösung: 0,1
- Genauigkeit von ± 3 % für 0 bis 90 % relativer Feuchte
- Genauigkeit von ± 5 % für 90 bis 100 % relativer Feuchte

Taupunkt

- wird aus Lufttemperatur und relativer Feuchte berechnet
- Messbereich 0 bis 100 % relativer Feuchte

2.6 Traverse

Die im Rahmen dieser Vergabe ausgeschriebenen Kombi Wettersensoren sowie die berührungslosen optischen Straßenzustands und Straßentemperatursensoren sind auf einer Traverse zu montieren. Die Traverse muss sowohl mittig, als auch seitlich an der Montageplatte befestigt werden können. An einer Traverse müssen bis zu drei Sensoren montiert werden können.

Für die Montage werden folgende, für den Außeneinsatz geeigneten Elemente benötigt:

- Montageplatte aus rostfreiem Edelstahl (AISI 304) zur Befestigung einer Aluminium Sensortraverse
- Montageklammer aus rostfreiem Edelstahl zur Befestigung der Montageplatte an Rundmasten mit 100mm Durchmesser
- Sensortraverse aus Aluminium (EN-AW 6063 T5) passend zur Montageplatte im Querschnitt 40mm x 40 mm und einer Länge von 1200 mm

2.7 Anschlusskabel- Servicekabel - Software

Es werden wetterfeste Verbindungskabel für die Daten- und Versorgungsleitung der Sensoren zum Gateway benötigt. Die Kabel müssen beidseitig mit passenden wetterfesten Steckverbindern ausgestattet und ausreichend lang sein.

Zusätzlich werden folgende Servicekabel gefordert:

Servicekabel - Gateway (Kommunikations- und Datenverwaltungseinheit)

- Das Servicekabel für eine direkte kabelgebundene Verbindung der Gateways über einen USB-Anschluss eines PC ist zu liefern. Software-Updates des Gateways müssen über die grafische Oberfläche des Gateways möglich sein.
- Es ist ein Servicekabel zu liefern

Servicekabel und Software - Luftqualitäts-Messwertgeber

- Das Servicekabel für eine direkte kabelgebundene Verbindung des Sensors über einen USB-Anschluss eines PC inklusive Software zur Visualisierung der Daten und Update der Sensor-Firmware ist zu liefern
- Es ist ein Servicekabel inklusive Software zu liefern

Servicekabel und Software - Kombi-Wettersensor

- Das Servicekabel für eine direkte kabelgebundene Verbindung des Sensors über einen USB-Anschluss eines PC inklusive Software zur Visualisierung der Daten und Update der Sensor-Firmware ist zu liefern.
- Es ist ein Servicekabel inklusive Software zu liefern.

3. INTEGRATION IN DAS BESTEHENDE VERKEHRSMANAGEMENTSYSTEM

Das städtische Verkehrsmanagementsystem basiert auf der Software Yuttraffic Concert. Die Möglichkeit die Daten der Sensoren aus dieser Vergabe anschließend in diesem bestehenden System zu integrieren, ist zwingende Voraussetzung. Eine entsprechende Schnittstelle ist zu liefern.

4. SONSTIGES

Dem Angebot ist eine detaillierte Spezifikation für jedes angebotene Produkt (Achtung: keine Kopie des Leistungsverzeichnisses!) beizulegen.

In dieser muss die Erfüllung ALLER Forderungen aus dem Leistungsverzeichnis eindeutig ersichtlich sein.

Nr.	Bezeichnung	Mengen- und Preisangaben	Gesamtbetrag netto inkl. Pos.-Nachlass (EUR)
1	Gateway inklusive Halterung Die Anforderungen sind dem Punkt 2.1 der Langbeschreibung zu entnehmen	Menge: 13 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro <input type="text"/> USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) _____	<input type="text"/>
F 1.1	zu 1: Hersteller- und Produktdaten		
	Fragetitel	Antwort	
	1.1 Hersteller Geben Sie den Hersteller an!	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	1.2 Produktbezeichnung Geben Sie die Produktbezeichnung an!	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
2	Luftqualitäts-Messwertgeber inklusive Halter Die Anforderungen sind dem Punkt 2.2 der Langbeschreibung zu entnehmen.	Menge: 13 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro <input type="text"/> USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) _____	<input type="text"/>

Nr.	Bezeichnung	Mengen- und Preisangaben	Gesamtbetrag netto inkl. Pos.-Nachlass (EUR)
F 2.1	zu 2: Hersteller- und Produktdaten		
	Fragetitel	Antwort	
	1.1 Hersteller Geben Sie den Hersteller an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	
	1.2 Produktbezeichnung Geben Sie die Produktbezeichnung an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	
3	Kombi-Wettersensor inklusive 30 mm Halter Die Anforderungen sind dem Punkt 2.3 der Langbeschreibung zu entnehmen.	Menge: 1 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) _____	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
F 3.1	zu 3: Hersteller- und Produktdaten		
	Fragetitel	Antwort	
	1.1 Hersteller Geben Sie den Hersteller an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	
	1.2 Produktbezeichnung Geben Sie die Produktbezeichnung an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	

Nr.	Bezeichnung	Mengen- und Preisangaben	Gesamtbetrag netto inkl. Pos.-Nachlass (EUR)
4	berührungsloser optischer Straßenzustandssensor inklusive Anschlusskabel Die Anforderungen sind dem Punkt 2.4 der Langbeschreibung zu entnehmen.	Menge: 1 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro <input type="text"/> USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) <input type="text"/>	<input type="text"/>
F 4.1	zu 4: Hersteller- und Produktdaten		
	Fragetitel	Antwort	
	1.1 Hersteller Geben Sie den Hersteller an!	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
	1.2 Produktbezeichnung Geben Sie die Produktbezeichnung an!	<input type="text"/> <input type="text"/> <input type="text"/>	
5	berührungsloser optischer Straßentemperatursensor inklusive Halter Die Anforderungen sind dem Punkt 2.5 der Langbeschreibung zu entnehmen.	Menge: 1 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro <input type="text"/> USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) <input type="text"/>	<input type="text"/>

Nr.	Bezeichnung	Mengen- und Preisangaben	Gesamtbetrag netto inkl. Pos.-Nachlass (EUR)
F 5.1	zu 5: Hersteller- und Produktdaten		
	Fragetitel	Antwort	
	1.1 Hersteller Geben Sie den Hersteller an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	
	1.2 Produktbezeichnung Geben Sie die Produktbezeichnung an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	
6	Traverse Es ist eine Montageplatte, eine Montageklammer und eine Sensortraverse inklusive Montagezubehör wie Edelstahlschrauben und Muttern zu liefern. Die Anforderungen sind dem Punkt 2.6 der Langbeschreibung zu entnehmen.	Menge: 1 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) _____	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>
F 6.1	zu 6: Hersteller- und Produktdaten		
	Fragetitel	Antwort	
	1.1 Hersteller Geben Sie den Hersteller an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	
	1.2 Produktbezeichnung Geben Sie die Produktbezeichnung an!	<div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div> <div style="background-color: yellow; height: 15px; border: 1px solid black;"></div>	

Nr.	Bezeichnung	Mengen- und Preisangaben	Gesamtbetrag netto inkl. Pos.-Nachlass (EUR)
7	Anschlusskabel - Servicekabel - Software Die Anforderungen sind dem Punkt 2.7 der Langbeschreibung zu entnehmen.	Menge: 1 Stück Preiseinheit: 1 Stück Nettopreis in Euro <input type="text"/> USt.: 19 %, falls abweichend _____ % Nachlass (%) _____	<input type="text"/>

Skonto

Ein angebotenes Skonto wird nur berücksichtigt, wenn als Zahlungsziel mindestens 14 Tage angegeben werden!

1. Gewährung von _____ % Skonto bei Zahlung innerhalb von _____ Tagen
2. Gewährung von _____ % Skonto bei Zahlung innerhalb von _____ Tagen

Wertungsschema

Das wirtschaftlichste Angebot erhält den Zuschlag.

Nr.	Bezeichnung	Antwort	Kriteriengewichtung
1	Preis	<input type="text"/>	100 %

Angebot

Mit Unterzeichnung des Angebotes erkennt der Bieter die Forderungen und Angaben des Leistungsverzeichnisses an und bestätigt die Richtigkeit der von ihm gemachten Angaben.	Nachlass in %:	<hr/>
	Gesamtangebotssumme ohne USt. inkl. Nachlass (EUR):	<hr/>
	Gesamtangebotssumme inkl. USt. und Nachlass (EUR):	<hr/>