



Lieferung, Installation, Inbetriebnahme und Zertifizierung von automatischen Fahrgastzählssystemen (AFZS)

Anlage L - Leistungsbeschreibung -

Entwurf vom 03.02.2026

Allgemeine Hinweise

Die Leistungsbeschreibung beschreibt die Ziele, Rahmenbedingungen, technischen Anforderungen und die zu erbringenden Leistungen und formuliert gleichzeitig die Muss-, Kann- und Qualitätskriterien.

Alle in dieser Leistungsbeschreibung mit „muss“ oder ohne weitere Kennzeichnung wie „wünschenswert“ usw. beschriebenen Anforderungen sind als zwingende Muss-Anforderungen zu verstehen und werden vom Bieter mit Angebotsabgabe als verbindliche Leistungsanforderung anerkannt und bestätigt. Die Nicht-Erfüllung von Muss-Anforderungen führt zum Ausschluss des Angebots. Formulierungen wie „soll“, „wünschenswert“, „idealerweise“, „möglichst“, „vorzugsweise“ o. ä. beschreiben die Erwartungen der Auftraggeber und werden als Qualitätskriterien bei Erfüllung positiv in der Angebotswertung berücksichtigt.

Die „grünen Kästen“ ...

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

...weisen darauf hin, dass zu dem jeweiligen Kapitel Erläuterungen in Anlage E vom Bieter erwartet werden. In Anlage E ist die Ausgestaltung der angebotenen Leistungen an den dafür vorgesehenen Stellen zu beschreiben. Die ausgefüllte Anlage E ist mit dem Angebot einzureichen und bildet die Grundlage für die Überprüfung der Erfüllung der Mindestanforderungen und für die Bewertung des Wertungskriteriums „Qualität“ der Angebote. Gleichzeitig wird sie im Falle des Zuschlags Vertragsbestandteil und dokumentiert im Sinne einer Beschaffenheitsgarantie angebotene Qualitäten, Funktionalitäten und zugesagte Leistungen, die über die Muss-Anforderungen hinausgehen.

Zur besseren Lesbarkeit wird in dieser Vereinbarung das generische Maskulinum verwendet. Die Personenbezeichnungen beziehen sich – sofern nicht anders kenntlich gemacht – auf alle Geschlechter.

Inhalt

1	Einleitung.....	5
1.1	Abkürzungen	5
1.2	Beschaffungsvorhaben.....	5
1.3	Ziele	6
1.4	Lieferumfang	7
2	Fahrzeugausrüstung	9
2.1	Auszustattende Fahrzeuge	9
2.2	Zentralgerät.....	10
2.2.1	Signalaufzeichnung.....	11
2.2.2	GPS-Modul, Kommunikationsmodul und Antenne.....	13
2.2.3	Switch und Verkabelung.....	13
2.3	Fahrgastzählsystem	14
2.3.1	Zählsensoren	14
2.3.2	Zählgenauigkeit	15
2.3.3	Sensorhalterungen	15
2.3.4	Das Prinzip der Datenaufzeichnung	16
2.3.5	Zählung	16
2.3.6	Ortung	17
2.3.7	Zustandserfassung und Fehlerstatus	17
2.3.8	Zählvideos.....	18
2.3.9	Zähldatenübermittlung und -bereitstellung	19
2.3.10	Live-Datenübermittlung der Fahrzeugposition und Fahrgastzählung.....	20
2.4	Allgemeine technische Anforderungen, Wartungsfreundlichkeit	21
2.5	Fernwartung und Diagnose	22
2.6	Sicherheitskonzept der Fahrzeugausrüstung und Datenkommunikation	23
2.7	Ersatzteile/Austauschservice	23
2.8	Normen und Zulassungen	23
3	Installation und Inbetriebnahme	25
3.1	Musterinstallationen	25
3.2	Dokumentation der Fahrzeugausrüstung	25
3.3	Eingesetztes Personal und Verfügbarkeit	26
3.4	Einbau und Inbetriebnahme	26
3.5	Technische Abnahme, Stufe 1.....	27
3.6	Technische Abnahme, Stufe 2.....	27
3.7	Definition und Nachweis der Zählgenauigkeit	28

4	Zertifizierung	28
5	Software	31
5.1	Hintergrundsystem zur technischen Betriebsführung.....	31
5.1.1	Funktionsumfang.....	31
5.1.2	Hosting und Technische Betriebsführung.....	32
5.2	Auswertung der Zählvideos.....	33
5.3	Werkstatt-Support und Softwarepflege.....	34
6	Schulungen	36
6.1	Schulungen Hintergrundsystem und Fernwartung.....	36
6.2	Werkstattschulungen	36
7	Projekttablauf, Liefer- und Ausführungszeit	36
7.1	Kickoff-Meeting und Projektstart.....	36
7.2	Fahrzeugliste	37
7.3	Regelmäßige Meetings.....	38
7.4	Musterinstallation	38
7.5	Serienausrüstung.....	38
7.6	Folgeabrufe ab 2027 bis 3 Monate vor Ende der Vertragslaufzeit	39
7.7	Eingesetztes Personal.....	40
8	Abnahme und Zahlungsplan.....	41

1 Einleitung

1.1 Abkürzungen

- AFZS Automatisches Fahrgastzählsystem
- AG Auftraggeber
- AN Auftragnehmer
- HTE Haltestellen-Tür-Ereignis
- LB Leistungsbeschreibung
- VAG Freiburger Verkehrs AG
- VDV Verband Deutscher Verkehrsunternehmen

1.2 Beschaffungsvorhaben

Die Freiburger Verkehrs AG (VAG) als kommunales Nahverkehrsunternehmen der Stadt Freiburg im Breisgau verfügt bereits über Fahrgastzählsysteme in 51 Bussen und 27 Bahnen, bestehend aus Recordern der Fa. Derovis und Zählsensoren des Typs IRMA MATRIX, und beabsichtigt die Ausrüstung von weiteren 19 Bussen und 28 Straßenbahnen verschiedener Fahrzeugtypen mit Fahrgastzählanlagen (insgesamt etwa 339 Türen) plus Optionen über 10 Zählsysteme für weitere Abrufe in den Folgejahren. Die genauen Mengen können bis Aufforderung zu Abgabe eines finalen Angebotes variieren.

Die Fahrgastzählsysteme müssen die Vorgaben aus dem „Anforderungskatalog AFZS“ des Landes Baden-Württemberg erfüllen (**Anlage A**). Sie müssen u.a. in der Lage sein, die gezählten Personen in Klassen größer und kleiner 1,20 m Körpergröße zu unterscheiden, Zwischenergebnisse für die Wartesaalerfassung zu liefern sowie Videomaterial für Vergleichszählungen zu erzeugen.

In der Ausschreibung soll ein Unternehmen gefunden werden, das entsprechende Systeme liefert, in den Fahrzeugen installiert, in Betrieb nimmt und die Zertifizierung durch einen Gutachter durchführen lässt.

Die Zählsysteme müssen unabhängig von der Versorgung der Fahrzeuge mit Netz- und Fahrplandaten sowie der Fahreranmeldung funktionieren.

Ein Programm zur Auswertung der Zähldaten ist nicht Bestandteil des Vergabeverfahrens, wohl aber ein Hintergrundsystem zur Verwaltung der Flotte und Geräte, zur Fernwartung und Datenübertragung („Flottenmanagement“).

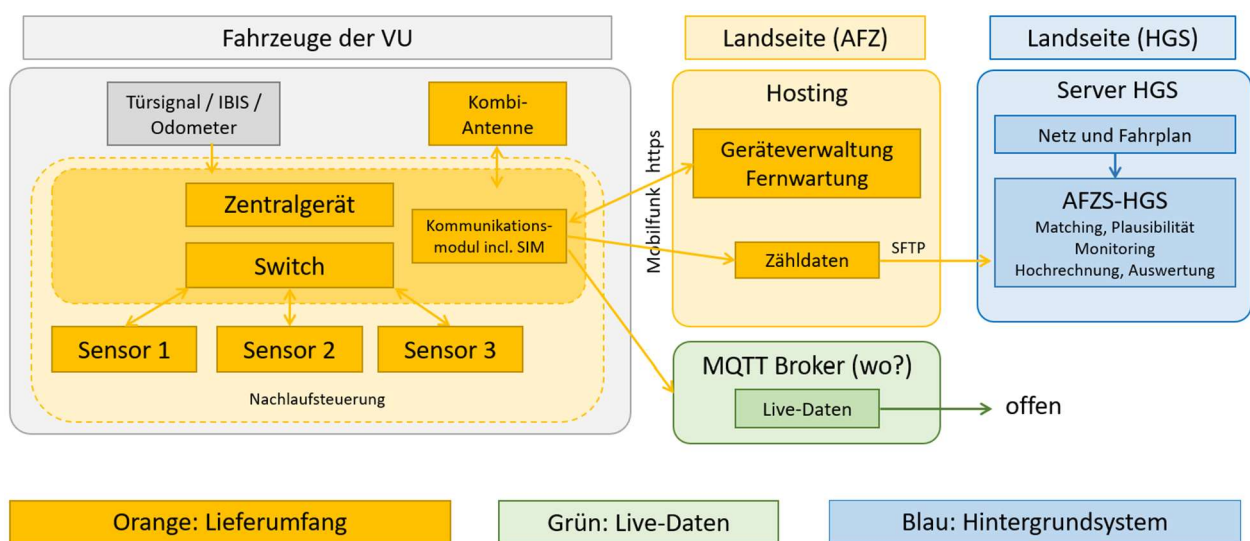
Wartung und Entstörung werden nach Ablauf der Gewährleistung von der VAG-eigenen Werkstatt durchgeführt und sind nicht Teil des Auftrags.

Die Beschaffung erfolgt mit Mitteln der LGVFG-Förderung des Landes Baden-Württemberg.

1.3 Ziele

Die Fahrgastzählsysteme müssen die Anforderungen des Landes Baden-Württemberg (**Anlage A** „Anforderungskatalog AFZS“) und der einschlägigen VDV-Schrift 457 V2.2 erfüllen, entsprechend zertifiziert werden und die Daten an ein regionales Hintergrundsystem senden, namentlich die Software FAN der Fa. GVS Gesellschaft für Verkehrsberatung und Systemplanung mbH. Die Zähl Datenschnittstelle ist produktneutral gemäß Standard VDV 457-2 auszulegen.

Darüber hinaus müssen die Systeme geeignet sein, um die live-Belegung der Fahrzeuge zu ermitteln und nach jedem Halt zu übermitteln.



Das in blauer Farbe auf der rechten Seite dargestellte Hintergrundsystem („Landseite (HGS)“ = Auswertesystem) ist nicht Bestandteil der vorliegenden Ausschreibung.

1.4 Lieferumfang

Ausgeschrieben wird die Beschaffung von Hard- und Softwaresystemen, die die oben genannten Ziele erreichen, mit den Leistungsbestandteilen:

- Lieferung eines Fahrgastzählsystems, inkl.
 - Zählsensoren mit Halterungen
 - Zentralgerät mit Schnittstellen zu den Bordsystemen (IBIS-IP, Odometer)
 - GPS-Modul
 - Kommunikationsmodul
 - Kombiantenne GPS und LTE
 - Nachlaufsteuerung
 - Switch – in den Bahnen ggf. mehrere
 - Verkabelung
- Abstimmung mit dem Auftraggeber zwecks Festlegung der korrekten Montagepositionen der einzelnen Komponenten.
- Sechs Musterinstallationen (3 unterschiedliche Straßenbahnen, 3 unterschiedliche Busse) in enger Abstimmung mit der Werkstatt der VAG einschließlich ausführlicher Dokumentation
- Serieneinbau im vorgegebenen Zeitraum
- Einbau, Kalibrierung und Inbetriebnahme
- Dokumentation von Einbau, Inbetriebnahme und Konfiguration der Zählsensoren (Einbauprotokolle, IP-Adressen, Seriennummern, Funktionsprüfung, Verkabelungspläne, Softwarekonfiguration), Erklärung der Betriebsbereitschaft¹
- Weitere Dokumentation [Fehler! Textmarke nicht definiert.](#): Anleitung zur Überwachung, Wartung und Entstörung¹
- Vor-Ort Schulung des Werkstattpersonals
- Alle Maßnahmen, die zur Herstellung der vollständigen Betriebsbereitschaft notwendig sind, auch wenn sie hier nicht explizit aufgeführt sind
- Hintergrundsystem/Flottenmanagement zur Datenkommunikation, Systemüberwachung und Fernwartung
- Software, die die Auswertung der sensorspezifischen Zählvideos im Rahmen von Videovergleichszählungen ermöglicht
- VDV 457-2 konforme Schnittstelle zur Bereitstellung von Zählrohdaten
- Schnittstelle zur live-Übertragung von Fahrzeug- und Zählrohdaten und Nebeninformationen
- Preisliste für Ersatzteile
- Supportleistungen und Softwarepflege

¹ Nicht abschließende Aufzählung



- Zertifizierung der ausgerüsteten AFZ-Systeme nach Landesvorgaben BW.

Bevorzugt und positiv bewertet werden Lösungen, die die Funktionen (Zentralgerät, Switch, GPS, Kommunikation, Schnittstellen zu den Bordsystemen) in wenigen Geräten vereinen.

SIM-Karten und Serverinfrastruktur werden vom AG beigestellt.

2 Fahrzeugausrüstung

2.1 Auszustattende Fahrzeuge

Die Fahrzeugtypen und die jeweilige Anzahl Türen sind dem Preisblatt zu entnehmen. Die Verteilung kann bis zur Umsetzung leicht variieren. Eine Kalkulationsgrundlage ist im Preisblatt hinterlegt. Die aktuelle Fahrzeugliste und eine Fotodokumentation ist in **Anlage F** enthalten.

Folgende Fahrzeugtypen sind zur Ausrüstung mit Fahrgastzählssystemen vorgesehen:

- Straßenbahn
 - Duewag GT8 Z (Baujahr 1993 bis 1995)
 - Siemens Combino Advanced (Baujahr 2005 bis 2006)
 - CAF Urbos 100 (Baujahr 2017)
- Bus
 - Mercedes-Benz Citaro G
 - Mercedes-Benz Citaro G
 - Mercedes-Benz Citaro C2 S3 GÜ
 - Mercedes-Benz Citaro C2 Ü
 - MAN Lion's City G Klima
 - Setra 415LE

Im Jahr 2026 müssen mindestens die im Folgenden aufgeführten Fahrzeuge mit den hier beschriebenen Systemen ausgerüstet werden. Im Laufe des Jahres 2027 müssen alle weiteren Fahrzeuge ausgerüstet werden.

- 10 Straßenbahnen vom Typ „Siemens Combino Advanced“
- 2 Busse vom Typ „MAN Lion's City G Klima“
- 2 Busse vom Typ „Setra S 415 LE“
- 1 Bus vom Typ „Mercedes-Benz Citaro C2 S3 GÜ“
- 1 Bus vom Typ „Mercedes-Benz Citaro C2 Ü“

Die Montage, Inbetriebnahme und Zertifizierung erfolgen durch den Auftragnehmer (AN) an einem zentralen Standort der VAG in Freiburg.

Anlage F enthält umfangreiche Informationen zu den auszurüstenden Fahrzeugen. Spezifische, für die Integration der Systeme in die Fahrzeuge benötigte Informationen ermitteln die Bieter in der Angebotsphase durch eine **obligatorische Besichtigung der Fahrzeuge (Terminierung in Absprache mit der Vergabestelle)**. Spätere Nachforderungen gegenüber den angebotenen

Festpreisen aufgrund fehlender Informationen zu den Fahrzeugen und sonstigen Rahmenbedingungen, die durch eine Besichtigung der Fahrzeuge vermeidbar gewesen wären, sind ausgeschlossen.

Der Bieter erstellt in seinem Angebot für die folgenden vier Fahrzeugtypen Einbaupläne mit Stücklisten, die die geplanten Orte für den Einbau der Geräte, Anschlüsse und Sensoren aufzeigen.

- Duewag GT8 Z
- Siemens Combino Advanced
- CAF Urbos 100
- Mercedes-Benz Citaro G

Der Bieter reicht die Unterlagen unter Verwendung der Anlage E ein.

2.2 Zentralgerät

Die Zentraleinheit je Fahrzeug hat die Aufgabe, die Fahrzeugsignale zu verarbeiten, die Zählung zu steuern, alle Daten zu sammeln und in einer definierten Form auf einem zentralen Server abzuliefern. Generalisierend wird für die Zentraleinheit im Folgenden auch der Begriff „Gerät“ verwendet.

Die Aufgaben des Geräts umfassen:

- Steuerung und Aufzeichnung der Zählung mit geeigneten Sensoren im Türbereich
- Erkennen Fahrzeughalt, Tür-Auf, Tür-Zu und Abfahrt
- Abfragen und Speichern des Zählergebnisses je Tür bei Tür-Zu bzw. Abfahrt mit Zwischenwerten (Wartesaalerfassung)
- Erkennen und Aufzeichnen des Fehlerstatus (selbst, Zählsensoren, GPS, Signale, Kommunikation)
- Kontinuierliche Erfassung der Position (eigenes GPS, Odometer vom Fahrzeug)
- Verbindung zum IBIS-IP Netz im Fahrzeug herstellen
- Aufzeichnen der Ereignisse vom IBIS (VDV 300)
- Aufzeichnen von Bewegungsbildern aus den Zählsensoren während des Zählvorgangs zum Zwecke der Vergleichszählung (vom AN aktivierbar)
- Sammeln der genannten Daten
- Sicherstellung einer Nachlaufzeit nach Abschalten des Zündungs- bzw. Aufrüstsignals, sodass die Aufzeichnung der Zählung und Videos bei ausgeschalteten Bordsystemen weitergeführt wird. Im Falle einer laufenden Datenübertragung, laufendem Firmware-Update o.ä. verlängert sich die Systemnachlaufzeit entsprechend.
- Verbindungsaufbau mit der Landseite
- Sicherstellen der Erreichbarkeit von der Landseite, solange das System in Betrieb ist

- Senden der gesammelten Daten mindestens einmal täglich an einen SFTP-Server
- Möglichkeit zum kontinuierlichen Senden der Position und der Zählraten nach jedem Halt

Technische Anforderungen umfassen:

Das Zentralgerät soll möglichst viele Funktionen zusammenfassen (AFZ-Steuerung, alle Anschlüsse, Datenspeicher, GPS-Modul, Kommunikationseinheit, Nachlaufsteuerung, Switch wenn möglich). Die Verwendung von wenigen Einzelkomponenten wird positiv bewertet.

Anschlüsse müssen eindeutig erkennbar sein, etwa durch farbliche Markierungen und Beschriftungen.

Die SIM-Karte muss gegen unautorisierte Entnahme gesichert sein.

Eine galvanische Trennung aller Anschlüsse wird erwartet.

Ein Servicezugang zum Anschluss eines Laptops soll möglichst gut zugänglich sein.

Freier und gut zugänglicher USB- oder Netzwerkanschluss zum Herunterladen von Zählvideos und Aufspielen von Konfigurationen und Firmware-Updates.

Das Gerät muss seine Funktionszustände auf geeignete Weise (z.B. per LEDs) gut sichtbar anzeigen. Die Funktionszustände müssen möglichst zweifelsfrei, einfach, ohne Hilfsmittel und ohne körperliche Anstrengungen erkannt werden können.

Die Zählsysteme dürfen durch Abschalten des Bordnetzes an Endhaltestellen, auch während des Aussteigens der Fahrgäste oder bei Halten auf freier Strecke in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden. Die Netzspannung muss nach Abschalten für einen parametrierbaren Zeitraum erhalten bleiben. Es ist in jedem Fall sicherzustellen, dass es nicht zu unüberwachten Fahrgastwechseln kommt. Hierbei ist auch eine eventuelle Beeinflussung des Türsignals durch diese Schalthandlungen zu berücksichtigen (z.B. Abfall des Türsignals bei Zündung-Aus).

Der fahrzeugseitige Nachlauf ist möglicherweise nicht ausreichend lang. Der mindestens einzuhaltende Nachlauf des Systems ist 30 Minuten; wird dieser nicht fahrzeugseitig sichergestellt so muss das Zählsystem einen Nachlauf von mindestens 30 Minuten selbst herstellen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.2.1 Signalaufzeichnung

Die maßgebende in den Ereignissen aufzuzeichnende Zeit ist die GPS-Zeit einschließlich Sekunden. Das Gerät synchronisiert seine Systemzeit kontinuierlich mit der GPS-Zeit, um Zeitsprünge in den Daten zu vermeiden, die entstehen würden, wenn bei fehlendem GPS-Empfang eine abweichende System- anstelle der GPS-Zeit verwendet würde. Beim Kaltstart hat das System zunächst die Systemzeit zu verwenden, sodass auch Ereignisaufzeichnungen vor dem ersten GPS-Sync einen gültigen Zeitstempel erhalten.

Das Gerät verarbeitet vom Bordsystem die folgenden Informationen bzw. stellt sie mit geeigneten Mitteln selbst fest:

- Zündung bzw. Aufrüsten/Abrüsten des Fahrzeugs
- Fahrzeug hält
- Fahrzeug fährt an
- Tür öffnet (Türsignal)
- Tür ist geschlossen (Türsignal)
- Fahrtinformationen (IBIS / IBIS-IP), obligatorisch
- Odometer (Achtung, individuelle Eichfaktoren je Fahrzeug zur Umrechnung in Meter)

Das Gerät verfügt über einen passiven Anschluss an den IBIS-Wagenbus nach VDV 300 und zeichnet die folgenden Fahrtinformationen auf (in Klammern IBIS-Telegramm):

- Linie (1)
- Ziel (3)
- Halt Lfd. Nr. (10b)
- Haltestelle in den Ausprägungen „Nummer“ (4) und „Name“ (9)

Welche der Linien- und Haltestellen-Datensätze aufgezeichnet werden, ist im Projekt einvernehmlich festzulegen. Die Auswahl der Datensätze/Felder muss vom AG einstellbar sein.

Es ist davon auszugehen, dass die Informationen bei allen Fahrzeugen identisch sind.

Optional und zusätzlich: Das Gerät verfügt über einen Anschluss IBIS-IP Netz nach 301 und zeichnet die folgenden Fahrtinformationen auf:

- Linie (LineInformation.LineNumber/LineCode/LinePublicCode/ExternalLineRef)
- Richtung (TripInformation.RouteDirection)
- Umlauf (TripInformation.BlockNumber)
- Ziel (Destination.DestinationName)
- Halt Lfd. Nr.
- Haltestelle (in den Ausprägungen „Nummer“ und „Name“)
StopInformation.StopRef/StopName/StopShortName/StopGlobalId

Welche der Linien- und Haltestellen-Datensätze aufgezeichnet werden, ist im Projekt einvernehmlich festzulegen. Die Auswahl der Datensätze/Felder muss vom AG einstellbar sein.

In den live-Daten ist stets die zuletzt gültige Information zu verwenden. Im Falle der Zähl Datensätze ist der Zeitpunkt der Ankunft maßgeblich.

Das Zählsystem stellt parallel zur eigenen Datenaufzeichnung den PassengerCountingService für die Verwendung im Trapeze Bordrechner zur Verfügung.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.2.2 GPS-Modul, Kommunikationsmodul und Antenne

Das System muss über eine eigene Kommunikationseinheit verfügen (mindestens LTE) und darüber die Übertragung der Daten und die Fernwartung realisieren. SIM-Karten werden vom AG gestellt und müssen bei Installation der Systeme vom AN eingesetzt und aktiviert werden. Der AN dokumentiert, welche SIM-Karte in welchem Gerät/Fahrzeug verbaut wird.

Die SIM-Karte muss gegen unautorisierte Entnahme gesichert sein.

Das System muss über eine eigene GPS-Positionsbestimmung verfügen. Eine hochwertige GPS-Erfassung mit Koppelnavigation und Gyro wird besser bewertet als einfache Lösungen.

Es sind Standard-Kabelanschlüsse zu verwenden und eine möglichst verschleißfreie Ausführung und Verlegung der Kabel vorzunehmen. Die genaue Kabelführung wird in den Musterinstallationen gemeinsam mit Mitarbeitern des AG pro Fahrzeugtyp festgelegt.

Für GPS und Mobilfunk sind entsprechende Antennen zu liefern und zu installieren, idealerweise in Form einer Kombiantenne. Die Antenne ist innerhalb des Fahrzeugs zu montieren. Die genaue Position ist mit der Werkstatt des Auftraggebers je Fahrzeugtyp abzustimmen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.2.3 Switch und Verkabelung

Es ist eine IP-Verkabelung vorzusehen, wobei ein eigenes, vom Bordnetz unabhängiges Netz aufzubauen und benötigte Switches mitzuliefern sind, sofern diese Funktion nicht im Zentralgerät integriert ist. Die Switches müssen wie alle anderen Komponenten in die Nachlaufsteuerung eingebunden sein.

Switch oder Zentralgerät müssen so ausgelegt sein, dass neben dem Anschluss aller Geräte ein freier Port zur Anbindung an das IBIS-IP Netz sowie ein Zugang für Servicezwecke (Laptop) vorhanden ist.

Zwei Netzkabel/Adapter zum Anschluss von Laptops sind einzupreisen und zu liefern (auf Seiten des Laptops Anschluss mit USB-C).

Alle nötigen Kabel, Stecker und Adapter zur Verbindung der Zählsensoren, der Zentraleinheit und der Antennen sowie Verbindung zur Stromversorgung, IBIS-IP, Türsignal und weiteren Fahrzeugsignalen sind Bestandteil der Lieferung.

Es sollen nur Standard-Steckverbindungen verwendet werden. Abweichungen sind im Angebot zu benennen.

Der Verkabelungsaufwand soll sich minimal gestalten.

Zur Reduktion der nötigen Kabel und Steuerung der Nachlaufzeiten werden PoE Verbindungen zu den Zählsensoren bevorzugt (kein Muss).

Sämtliche Steckverbindungen müssen so ausgeführt sein, dass sie im Dauerbetrieb über mehrere Jahre zuverlässig halten, sich nicht leicht lösen und gegen Schmutz geschützt sind. Zum Anschluss der Sensoren sind nur hochwertige M12 Steckverbindungen zugelassen. Für Servicezwecke sind RJ45 Steckverbindungen erlaubt.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.3 Fahrgastzählsystem

2.3.1 Zählsensoren

Es sind Zählsensoren anzubieten, die alle einsteigenden und aussteigenden Fahrgäste zuverlässig und mit hoher Genauigkeit zählen. Es darf nur ein Sensor pro Tür nötig sein. Die Sensoren sollen eine möglichst geringe Einbautiefe aufweisen, sich leicht einbauen und justieren lassen und unempfindlich gegen Erschütterungen, Hitze und Kälte sein. Sie müssen bei den unterschiedlichsten Lichtverhältnissen zuverlässig zählen.

Es werden nur Systeme mit Time-of-Flight Technologie (oder vergleichbar) zugelassen, d.h. der Sensor muss eine aktive und präzise Höhenmessung der Bewegungen im Türbereich der Fahrzeuge ohne Verwendung des Umgebungslichts vornehmen. Die Erfassungstechnik darf nicht geeignet sein, um Personen zu identifizieren.

Die Zählung darf nur während der Türöffnungszeit der zugehörigen Tür erfolgen. Türsignale stehen an jeder Tür zur Verfügung und sind direkt dort abzugreifen. Bei halbseitig öffnenden Türen ist durch geeignete Maßnahmen sicherzustellen, dass die Zählung auch bei halbseitiger Türöffnung zuverlässig funktioniert.

Die Sensoren müssen eine Ferndiagnose über die Zentraleinheit unterstützen. Firmwareupdates und Parametereinstellungen der Sensoren sollen sich ohne Betreten des Fahrzeugs von zentraler Stelle aufspielen und ändern lassen. Für größere Datenmengen wie Firmwareupdates oder Zählvideos sollte ein einfach zu handhabender Zugang per USB-Stick bestehen.

Die Integration der gelieferten Sensoren mit der Zentraleinheit erfolgt per VDV 301 Passenger-CountingService.

Die Zählsensoren müssen eine Unterscheidung der Ein- und Aussteiger hinsichtlich großer und kleiner Personen („Kindern“ und „Erwachsenen“) anhand der Messhöhe ermöglichen. Die Messhöhe muss vom AG einstellbar sein. Der Startwert bei Inbetriebnahme ist 1,20 m.

Die Zählsensoren müssen Bewegtbilder mit farblicher Höheninformation zum Zwecke der visuellen Überprüfung der Zählungen liefern können (vergl. Kap. 2.3.6).

Die Zählsensoren sind im Fahrzeug von vorne nach hinten fortlaufend durchnummerieren (IP-Adresse und Nr. in den Zählraten). Die vordere rechte Tür erhält die Nummer 1 (bei Straßenbahnen im Uhrzeigersinn aufsteigend, beginnend in Fahrtrichtung A-Seite vorne rechts).

Zur Vereinfachung des Austauschs von Sensoren erhalten die Sensoren idealerweise automatisch eine feste IP in Abhängigkeit vom Port am Switch. Idealerweise erhalten sie darüber hinaus nach dem Hochfahren vollautomatisch die im System hinterlegte tür- und fahrzeugspezifische Sensorkonfiguration.

Es werden nur Sensoren zugelassen, die eine erfolgreich durchgeführte Zertifizierung nach VDV 457 nachweisen können (Muss-Kriterium).

Erläuterungen des Bieters in Anlage E:

2.3.2 Zählgenauigkeit

Die Definition und Überprüfung der Zählgenauigkeit der installierten Systeme ist in Kapitel 3.7 festgelegt. Der Nachweis der Zählgenauigkeit muss anhand der beim AG installierten Systeme im Linienbetrieb nachgewiesen werden und ist Abnahmebedingung.

2.3.3 Sensorhalterungen

Zählsensoren sind so anzubringen, dass ein dauerhaft sicherer Sitz und eine optimale Ausrichtung für die Zählfunktion gewährleistet ist und dass sie sich mit möglichst wenig Aufwand und Rückständen wieder ausbauen lassen.

Die Sensoren müssen so eingebaut sein, dass eine möglichst hohe Vandalismusresistenz gewährleistet ist. Andere Einbauten und Anlagen der Fahrzeuge dürfen nicht beeinträchtigt oder gestört werden und müssen zugänglich bleiben.

Die Sensoren sollen sich möglichst gut in das Erscheinungsbild der Fahrzeuge einfügen. Falls eine direkte Anbringung nicht möglich ist, dürfen spezielle Sensorhalterungen zum Einsatz kommen, die möglichst unauffällig und robust gestaltet sein sollten. Um einen schnellen Ein- und Ausbau und lange Haltbarkeit zu gewährleisten, sollen Sensoren und Halterungen vorzugsweise geschraubt und nicht geklebt werden, wobei Schrauben nach Möglichkeit im Fahrgastraum nicht sichtbar sein sollen.

Dem Angebot sind für die Qualitätsbewertung Fotos und Zeichnungen der verbauten Sensoren und Sensorhalterungen beizufügen, die nach Möglichkeit die konkreten angebotenen Einbausituationen der beim Auftraggeber vorhandenen Fahrzeugtypen mit den konkret angebotenen Sensorhalterungen zeigen (wertungsrelevant).

Dem Angebot sind für die Qualitätsbewertung Fotos und Zeichnungen der verbauten Sensoren und Sensorhalterungen beizufügen, die idealerweise die konkreten angebotenen Einbausituationen der Fahrzeugtypen mit den konkret angebotenen Sensorhalterungen zeigen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E unter Kapitel 2.1

2.3.4 Das Prinzip der Datenaufzeichnung

Das Gerät zeichnet die für die Zählung relevanten Ereignisse im Fahrzeug chronologisch auf. Die Haltestelle ist nicht maßgebend für das Erzeugen eines Datensatzes, sondern der Fahrzeughalt, die Türfreigabe/Türereignisse, Änderungen von relevanten Fahrtinformationen im CustomerInformationService wie Linie/Kurs/Haltestelle, Fehlerereignisse und die Ortsveränderung.

Es ist das Prinzip eines autarken Zählsystems anzuwenden, d.h. die Zählung muss unabhängig davon sein, ob eine Fahreranmeldung erfolgt ist oder ob Solldaten vorliegen. Das Zählsystem im Fahrzeug wird nicht mit Netz- und Fahrplandaten versorgt und muss Zählungen lückenlos und unabhängig von der vorhandenen Fahrplanversorgung aufzeichnen.

Im Fahrzeug werden die für die Zählung relevanten Ereignisse und Informationen lediglich aufgezeichnet. Die Zuordnung der Fahrgäste zu Haltestellen und Fahrten erfolgt nicht im Fahrzeug, daher ist die kontinuierliche Aufzeichnung der GPS-Positionen mit allen Ereignissen direkt durch das Zählsystem eine essenzielle Anforderung. IBIS-Informationen sind dennoch zusammen mit den Zählwerten aufzuzeichnen.

2.3.5 Zählung

Das Gerät steuert die Sensoren

- Zählung starten bzw. Zeitpunkt aufzeichnen (bei Tür-Auf)
- Abfragen von Zwischenergebnissen
- Zählung nach Tür-Zu bzw. Abfahrt abfragen
- Zählwerte abspeichern (pro Zeitfenster und Tür)

Die Erfassung erfolgt separat je Tür und bei längeren Aufenthaltszeiten kontinuierlich alle 15 Sekunden („Wartesaaleffekt“). Das Aufzeichnungsintervall muss vom Auftraggeber – vorzugsweise remote - konfigurierbar sein.

Durch geeignete Maßnahmen muss sichergestellt werden, dass die Zählung bei längeren Standzeiten mindestens 30 Minuten erfolgt, also dass alle nötigen Geräte über eine Nachlaufsteuerung betriebsbereit sind und die Zählung nicht unterbrochen wird.

Das Türsignal ist an der Tür abzunehmen. Es ist nicht davon auszugehen, dass die Türsignale an zentraler Stelle zur Verfügung stehen.

Die finale Zuordnung, zu welcher Haltestelle ein Zählereignis gehört, erfolgt in einem Hintergrundsystem, das nicht Bestandteil der Lieferung ist. Wichtig ist, dass Zählungen bei einer relevanten Positionsveränderung separat abgefragt und gespeichert werden, jeweils mit Datum, Zeit und GPS. Das Gerät muss nicht versuchen, zusammenhängende Zählungen etwa beim Vorwärtsrücken innerhalb einer Haltestelle als ein Ereignis zu erkennen und zusammenzufassen.

Das Gerät soll in der Lage sein, neben den ein- und aussteigenden Fahrgästen auch differenzierte Werte wie Erwachsene, Kinder, Fahrräder und Mobilitätshilfen aufzuzeichnen, sofern die Sensoren diese Daten erfassen können und dafür konfiguriert sind.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.3.6 Ortung

Das Gerät zeichnet die GPS-Position mit jedem Ereignis auf, also auch mit den Türereignissen und Fehlermeldungen.

Die GPS-Aufzeichnung schließt Angaben zur Genauigkeit der gemessenen Position ein (Genauigkeit in Metern, Anzahl Satelliten oder HDOP).

Das Gerät zeichnet die GPS-Position kontinuierlich und zusammen mit dem Odometer auf, also auch unterwegs zwischen den Halten sowie vor der ersten und nach der letzten Fahrt.

Die Rate der kontinuierlichen Aufzeichnung der Positionsdaten muss wie folgt konfigurierbar sein:

- Alle X Sekunden während der Fahrt (Default: 10 Sekunden) und
- alle Y Sekunden, während das Fahrzeug steht (Default: 30 Sekunden);
- alle Z Meter, während der Fahrt (Default: 50 Meter)
- Alternativ geschwindigkeitsabhängig mit einstellbarer Häufigkeit

Die Konfiguration kann vom AG selbst mit Hilfe der Fernwartungssoftware ohne Betreten des Fahrzeugs vorgenommen werden.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.3.7 Zustandserfassung und Fehlerstatus

Das Gerät speichert bei jedem Hochfahren folgende Informationen in die Zählrohdaten und logfiles:

- Feste Fahrzeug-ID (im Gerät hinterlegt und vom AG änderbar)
- Die eigene Gerätekennung/Seriennummer, Modell-Bezeichnung und Softwareversion
- Erkannte Sensoren: Modell-Bezeichnung und Softwareversion

Das Gerät überwacht kontinuierlich seinen eigenen Zustand sowie den der Zählsensoren, der Ortung, der Datenkommunikation sowie aller Anschlüsse und zeichnet jeden Fehlerzustand in den logfiles und den Zählrohdaten auf. Alle von den Zählsensoren unterstützten Fehlermeldungen sind zu berücksichtigen. Die Aufzeichnung erfolgt je Ereignis mit Datum, Zeit und Ort (GPS und Odometer) des Auftretens.

Status und Fehler müssen in maschinenlesbarer Form als Codes bereitgestellt werden. Zusätzliche textliche Informationen und die Ablage in einer Excel-kompatiblen Form (Spaltentrenner) zur besseren Lesbarkeit sind erwünscht.

Eine Liste der möglichen Meldungen mit Erläuterungen ist Bestandteil des Angebots. Umfang und Vollständigkeit gehen in die Qualitätswertung ein.

Das Zentralgerät (Kap. 2.2) oder das technische Hintergrundsystem (Kap. 5.1) soll in der Lage sein, relevante Fehlerzustände (vom AG konfigurierbar) per Push-Nachricht (z.B. E-Mail) zu senden, sodass die Werkstatt automatisch über Störungen informiert wird. Die Relevanz ergibt sich aus Häufigkeit und Dauer des Auftretens und sollte je Fehler einstellbar sein, um zu häufige Push-Nachrichten zu vermeiden. Ein Service-Account auf einem SMTP-Server zum Versenden von Nachrichten wäre vom AN zu stellen und die Adressaten von E-Mails müssten in den gelieferten Systemen vom AG konfigurierbar sein.

Das Hintergrundsystem (Kap. 5.1) muss die Fehlerzustände anzeigen, und zwar sowohl den aktuellen Status als auch die Historie.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.3.8 Zählvideos

Neben der eigentlichen Zählung der Ein- und Aussteiger mit anschließender Bereitstellung der Zählwerte muss das System in der Lage sein, Bewegtbilder für z.B. Vergleichszählungen bereitzustellen. Die Videosequenzen sollen sich auf die Zeit der Türöffnung beschränken, idealerweise inkl. einer kurzen Vor- und Nachlaufzeit. Die Speicherkapazität muss für mindestens zwei Betriebstage ausreichen.

Echte optische Videos aus den Zählsensoren, auf denen optische Merkmale wie Kleidung oder Gesichter erkennbar wären, sind nicht zugelassen.

Wünschenswert ist, dass an der einstellbaren Höhengrenze zwischen den Objektklassen „Erwachsene“ und „Kind“ ein deutlich erkennbarer Farbwechsel erkennbar ist oder die gemessene Objektgröße angezeigt wird.

Die Funktion der Videoaufzeichnung soll im Hintergrundsystem (bevorzugt) oder am Gerät (notfalls) durch den Anwender aktivierbar sein und nach einer definierbaren Zeit automatisch enden.

Das Herunterladen der Videos geschieht bevorzugt über die Online-Verbindung des Zentralgeräts oder als Rückfallebene direkt am Gerät, z.B. per USB-Stick oder Laptop.

Die Zählvideos können vom AN zum Zwecke der Vergleichszählung genutzt werden, vergl. Kap. 3.7 und 5.2).

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.3.9 Zähldatenübermittlung und -bereitstellung

Das Fahrgastzählsystem stellt fahrzeug- oder landseitig sicher, dass die Daten eines Betriebstages in der Nacht vollständig als Dateien bereitstehen. Insofern ist das Herunterfahren des Gerätes kurz vor Ablauf der Nachlaufzeit der ideale Zeitpunkt für die Datenübertragung und nicht das erneute Hochfahren am nächsten Betriebstag. Sofern beim Herunterfahren keine Mobilfunkverbindung besteht, ist der Vorgang bei der nächsten Gelegenheit mit Mobilfunkverbindung nachzuholen.

Das Gerät muss die Daten im Schnittstellenformat ohne Umwege direkt an den SFTP-Server des AG senden. Es sollen möglichst wenige Dateien je Fahrzeug und Betriebstag entstehen (genau eine Datei mit Zähldaten je Herunterfahren des Zentralgeräts). Es muss eine Kompatibilität zu MS AZURE gewährleistet sein.

Es ist sicherzustellen, dass Fahrgastzähldaten weder unvollständig noch doppelt übertragen werden. Die Übertragung der Zähldaten hat Vorrang vor der Übertragung von Zählvideos und logfiles.

Die Zähldaten verbleiben mindestens einen Monat nach der Datenübertragung auf dem Gerät, bevor sie fahrzeugseitig automatisch gelöscht werden.

Datenformat

Die Daten müssen gemäß Schnittstellenstandard VDV 457-2 entsprechend der aktuellen Spezifikation des VDV unter Berücksichtigung der Konkretisierungen in **Anhang S** bereitgestellt werden (PassengerCountingMessage und WayPointMessage).

Folgende Daten müssen in jeder Datenlieferung (Datei) mindestens enthalten sein:

- Fahrzeugnummer (je Fahrzeug fest), vorzugsweise als KFZ-Kennzeichen bzw. Nummer der Straßenbahn, wird vom AG definiert
- Device ID des Geräts
- Typ und Softwareversion der Zentraleinheit
- Typ und Softwareversion der Sensoren
- Zeitpunkte des Hochfahrens und Herunterfahrens (nur im logfile)
- GPS-Koordinate und GPS-Zeit mit Angabe der Genauigkeit/Anzahl Satelliten
- Zeitpunkte der Türöffnung und Türschließung

- Zählwerte je Tür nach jedem Halt bzw. jeder Türschließung (getrennt nach Objektklassen)
- Bei langen Haltestellenaufenthaltszeiten: kontinuierlich abgegriffene Zählwerte („Wartesaal-erfassung“)
- Wegpunkt (GPS, Zeit, Odometer) kontinuierlich während der Fahrt
- Status- und Fehlercodes gemäß Kapitel 2.3.7 (differenziert nur in logfiles, in 457-2 weniger differenziert Spezifikation gemäß Anlage S)

Die vollständig implementierte, dokumentierte und funktionsfähige Datenbereitstellung ist Abnahmekriterium für jedes gelieferte System.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.3.10 Live-Datenübermittlung der Fahrzeugposition und Fahrgastzählung

Das Zählsystem muss in der Lage sein, die angereicherten Zählergebnisse nach jedem Halt an einen MQTT-Broker des AG zu senden. Zusätzlich muss das System in einem vom AG konfigurierbaren Intervall die GPS- und Odometer-Position des Fahrzeugs zusammen mit der zuletzt gemeldeten Linie/Kurs/Haltestelle an den Broker senden.

Die Zählergebnisse (Einsteiger- und Aussteigerwerte) sind als saldierte Summen über alle Türen (mit Wartesaalverrechnung) in allen Differenzierungen nach Objektklassen bereitzustellen und um folgende Informationen anzureichern:

- Fahrzeugnummer
- GPS-Position und Odometer¹ zum Zeitpunkt der letzten Türschließung
- Zeitstempel Ankunft und Abfahrt (oder erste Tür auf / letzte Tür zu)
- Fahrtinformationen wie Linie, Kurs, Haltestelle vom IBIS-IP (letzte Meldung vor dem Halt)

Die Datenübermittlung soll dem Standard VDV 435-3-5

(<https://knowhow.vdv.de/documents/435-3-5/>) und 435-3-4 (Ortung) folgen, vorzugsweise in JSON, und dabei die Anwendungsszenarien 4.1.4 und 4.1.5 implementieren:

- GnsPhysicalPositionData
- SingleEventCountingData

Die nicht im Standard definierten Haltestellen- und Fahrtinformationen sind als „Extensions“ abzulegen.

Von VDV 435/MQTT abweichende live-Bereitstellungsoptionen sind zugelassen und im Angebot detailliert zu beschreiben. Sollten andere Technologien als MQTT/VDV 435 angeboten werden und dafür spezielle Softwareinfrastrukturen erforderlich sein, so sind diese Kosten in den Softwarepreis einzurechnen (Preisblatt Pos. 8 und 9).

Die Funktion der live-Datenübermittlung auf Fahrzeugseite ist in den Gerätepreis einzukalkulieren.

Es ist davon auszugehen, dass die Live-Datenübermittlung nicht im Rahmen der Projektlaufzeit bis 2027 in Betrieb gehen wird, sondern erst zu einem späteren Zeitpunkt im Rahmen der Wartung. Dann ist sie innerhalb von 3 Monaten nach Abruf kostenneutral einzurichten und zu aktivieren.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.4 Allgemeine technische Anforderungen, Wartungsfreundlichkeit

- Die Geräte sind wartungsfreundlich einzubauen, um einen einfachen Austausch zu gewährleisten.
- Die Geräte und ihre Anschlüsse müssen gut zugänglich sein.
- Die Systemteile müssen für Montage-, Einstell- und Wartungsarbeiten leicht zugänglich sein.
- Die Arbeiten müssen in der Regel mit handelsüblichen Werkzeugen auszuführen sein.
- Ausführung nach Möglichkeit lüfterlos und ohne Lüftungsschlitze zur Wärmeableitung
- Aktives Temperaturmanagement zum Schutz von elektronischen Komponenten und Datenträgern
- Die Rückwirkungsfreiheit zu den anderen Systemen im Fahrzeug ist zu garantieren und wenn erforderlich nachzuweisen.
- Mit dem Einschalten der Versorgungsspannung müssen sich alle Systemkomponenten innerhalb von einer Minute automatisch einschalten und in einen betriebsfähigen Zustand gehen. Spezielle Handlungen von außen dürfen dazu nicht erforderlich sein. Die Einschaltvorgänge müssen so koordiniert sein, dass eine automatische IP-Vergabe zuverlässig möglich ist.
- Der Ausschaltvorgang muss so koordiniert sein, dass vor dem Herunterfahren alle Zählraten übertragen werden, sofern eine Mobilfunkverbindung besteht.
- Die Anlage muss funktionsfähig sein bei Spannungsschwankungen von +15 % bis +30 % der Nennspannung. Kurzfristige Absenkungen der Bordspannung unter diesen Wert, z.B. beim Starten des Motors, dürfen zu keinen undefinierten Zuständen der Zählanlagen oder zum Verlust gespeicherter Daten führen.
- Die Spannungsversorgung ist durch geeignete Maßnahmen gegen positive und negative Spannungsspitzen des Bordnetzes zu schützen. Diese nach Zeit und Größe definierten Spannungsspitzen gelten gemäß den Vorgaben der Fahrzeughersteller. Der AN hat sich diesbezüglich zu informieren und die Einhaltung sicherzustellen.
- Dauerkurzschlüsse in einer Komponente der Fahrgastzählanlage dürfen nicht zur Beeinträchtigung oder gar Beschädigung anderer Komponenten, speziell der Spannungsversorgung, führen. Eine versehentliche Vertauschung der Polarität der Versorgungsspannung darf keinen Schaden verursachen.

- Werden zur Spannungspufferung von Speicherbausteinen o.ä. Batterien eingesetzt, so muss ihre Betriebsfähigkeit mit einfachen Mitteln überprüfbar sein. Pufferbatterien müssen mit einfachen Mitteln ersetzbar sein.
- Häufige Ein- und Ausschaltvorgänge, hervorgerufen zum Beispiel durch Auf- und Abrüsten des Fahrzeugs, dürfen zu keiner Funktionsbeeinträchtigung des Zählsystems führen.
- Ein direkter Anschluss an die Fahrzeugbatterie ohne Abschaltmöglichkeit der Zählanlagen ist nicht zulässig.
- Die Anlagen müssen so aufgebaut sein, dass bei Ausfall einer Komponente durch Austausch die Betriebsbereitschaft der Anlage in kürzester Zeit wiederhergestellt werden kann.
- Nach Beendigung einer Reparatur oder eines Komponententauschs muss nach der endgültigen und kompletten Wiedermontage der Anlage die Betriebsbereitschaft erkennbar oder feststellbar sein.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.5 Fernwartung und Diagnose

Das System darf keine spezielle Wartung erfordern. Es sollen keine besonderen Sensoreinstellungen und Nachjustierungen zur Erreichung der dauerhaft garantierten Genauigkeit erforderlich sein. Fahrzeug- und türspezifische Konfigurationen müssen zentral speicherbar und leicht auf Austauschgeräte übertragbar sein.

Das Zentralgerät muss eine Ferndiagnose und Fernwartung ermöglichen, also den Zugriff von außen, ohne dass das Fahrzeug betreten werden muss. Per Fernwartung muss es möglich sein,

- den Zustand / Status des Gerätes, der Sensoren zu analysieren,
- Logfiles der Telegramme (syslog, IBIS-IP, Fahrgastzählung...) einzusehen und herunterzuladen,
- aufgezeichnete Daten herunterzuladen,
- Parameter des Gerätes einzustellen,
- Parameter der Sensoren einzustellen (kein Muss),
- Firmware-Updates des Gerätes aufzuspielen und auszuführen,
- Firmware-Updates der Sensoren aufzuspielen und auszuführen,

Die genannten Funktionen sollen sowohl über das zentrale Flottenmanagement (Kap. 5.1) als auch direkt im Fahrzeug gewährleistet sein. Der Zugriff auf die Geräte erfolgt per Browser und ohne separat zu installierende Software.

Der Zugriff auf die Wartungs-Software und einzelne Geräte muss ebenfalls über ein Berechtigungskonzept für die verschiedenen Bereiche verfügen (Wartung, Konfiguration, Fahrgastzählung).

Die Fernwartungsfunktion muss dem AG zur Verfügung stehen.

Bevorzugt werden übersichtliche, leicht zu bedienende Webtools. Spezialgeräte zur Wartung der Komponenten sollen nicht zum Einsatz kommen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.6 Sicherheitskonzept der Fahrzeugausrüstung und Datenkommunikation

Die verbauten Geräte und die zentrale Software sind zwecks Fernwartung und Diagnose aus dem Internet zu erreichen. Dabei besteht die Gefahr von Hackerangriffen und Missbrauch der Geräte z.B. als Mail-Spammer. Geräte und Kommunikationswege sind durch geeignete Maßnahmen – auch langfristig – gegen Angriffe zu sichern.

Sicherheitsupdates für alle Geräte sind dauerhaft und zeitnah nach Verfügbarkeit bereitzustellen und müssen im Regelfall remote aufspielbar sein.

Zur Sicherstellung einer vertraulichen und integritätsgesicherten Datenübertragung müssen die eingesetzten Komponenten ein verschlüsselungsbasiertes Protokoll (z.B. SFTP oder SSH) unterstützen.

Die Kommunikation zwischen Fahrzeug und Hintergrundsystem hat über einen gesicherten Kommunikationskanal zu erfolgen, vorzugsweise unter Verwendung eines VPN-Protokolls bzw. VPN-Tunnels. Ein direkter Zugriff aus dem öffentlichen Internet auf die Geräte ist unzulässig und muss technisch zuverlässig verhindert werden.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.7 Ersatzteile/Austauschservice

Der AN hält im Rahmen der von ihm geschuldeten Support- und Serviceleistungen (Kapitel 05-3) eine ausreichende Anzahl von Systemkomponenten bereit, um sie im Falle eines Defektes oder einer Störung kurzfristig bereitstellen zu können. Die Anzahl muss sich nach seinen Erfahrungen der Ausfallraten und den in Kapitel 05-3 geforderten Reaktionszeiten richten. Bei den Ausfallraten sind nicht nur Gewährleistungsfälle, sondern auch sonstige, nicht vom AN zu verantwortende Fälle wie Unfall oder Vandalismus zu berücksichtigen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

2.8 Normen und Zulassungen

Bei der Umsetzung des Projektes sind die jeweils geltenden Gesetze, Verordnungen, Normen und der Stand der Technik einzuhalten, insbesondere BOStrab und BOKraft.



Die Geräte müssen für den dauerhaften Betrieb in Bussen und Straßenbahnen unter den üblichen Einsatzbedingungen wie Temperatur, Luftfeuchtigkeit, Witterungseinfluss, Staub und Erschütterung ausgelegt sein.

Nachweise sind spätestens bei Inbetriebnahme beizubringen.

3 Installation und Inbetriebnahme

Die Fahrzeuge werden vom AG am zentralen Betriebsstandort in Freiburg zur Installation, Konfiguration und Inbetriebnahme der Zählsysteme durch den AN bereitgestellt. Installation und Inbetriebnahme der Anlagen und Hintergrundsoftware sind Bestandteil der angebotenen Leistungen des Bieters.

Der AN stellt die notwendigen Verbindungen zu den Fahrzeugsignalen her und konfiguriert alle Geräte einschließlich Zentralgerät, Switch, Zählsensoren und Datenkommunikation. Besonderer Wert wird auf die korrekte Konfiguration der Zählsensoren, Türsignale und Nachlaufsteuerung gelegt. Wichtig ist auch, dass die Geräte ab dem Tag des Einbaus online und über die Software für die Fernwartung erreichbar sind, um eine zweite Bereitstellung des Fahrzeugs zu vermeiden.

3.1 Musterinstallationen

Musterinstallationen dienen dazu, Fahrzeugsignale, Einbauorte und Kabelführung je Fahrzeugtyp zu ermitteln und zusammen mit der Werkstatt einvernehmlich festzulegen. Daraus ergibt sich u.a. der Bedarf an Material und Vorbereitung für die weiteren Fahrzeuge. Musterinstallationen nehmen also mehr Zeit in Anspruch als die Serienmontage.

Musterinstallationen sind obligatorisch und sollen jeweils zeitnah – im Regelfall innerhalb von vier Wochen - nach Abruf getrennt für die einzelnen Fahrzeugtypen durchgeführt werden.

Die Musterinstallationen sind in den Systempreis aus Pos 1 einzupreisen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

3.2 Dokumentation der Fahrzeugausrüstung

Mit jeder Fahrzeugausrüstung ist eine Dokumentation über die verbauten Geräte einschließlich Inbetriebnahmeprotokoll anzufertigen. Die Dokumentation ist Bestandteil der Lieferung, umfasst Schalt- und Verkabelungspläne und dokumentiert das verbaute Material mit Seriennummern, Anschlüsse, IP-Adressen, SIM-Karten, Parametereinstellungen usw..

Dokumentationen und Beschreibungen sind in einem allgemein üblichen Format in deutscher Sprache elektronisch zu übermitteln.

Die Funktionsbeschreibungen müssen so ausführlich sein, dass die Arbeitsweise des gesamten Systems einschließlich des Zusammenwirkens der einzelnen Komponenten schlüssig und vollständig für einzelne Anwendungsfälle nachvollzogen werden kann. Die Beschreibungen sollen durch Beispiele verdeutlicht werden.

Es ist eine Systemdokumentation zu liefern, die den Anwender bei Einrichtung und Betrieb des Systems unterstützt und die Funktionsweisen des Systems offenlegt. Die Systemdokumentation muss Beschreibungen von Fehlermeldungen und Lösungswege enthalten.

Darüber hinaus ist eine Dokumentation zur Verfügung zu stellen, aus der hervorgeht, was Werkstatt und Fahrpersonal für den Betrieb und die Pflege der Einrichtungen zu beachten haben.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

3.3 Eingesetztes Personal und Verfügbarkeit

Der Einbau der Systeme erfolgt durch den AN und von ihm eingewiesenem Personal. Der Bieter benennt im Angebot die für Einbau und Inbetriebnahme eingeplanten bzw. verfügbaren Personen oder Subunternehmer, weist deren Eignung durch Referenzen oder Qualifikationen nach (siehe Kap. 7.7). Das Personal muss die gesetzlichen Voraussetzungen für Arbeiten an Elektrobussen und Straßenbahnen erfüllen. Das Personal hat an einer Einweisung durch die Werkstatt der VAG teilzunehmen.

Der Bieter weist mit dem Angebot nach, dass er oder das von ihm mit dem Einbau beauftragte Unternehmen über Erfahrungen in der fachgerechten Konfiguration der angebotenen Geräte und Sensoren verfügt oder vom Hersteller dazu autorisiert ist (siehe Kapitel 5.5).

3.4 Einbau und Inbetriebnahme

Die erforderlichen durchschnittlichen Montagezeiten je Fahrzeugtyp sowie die Größe und Anzahl der eingeplanten und gleichzeitig arbeitenden Installationsteams sind im Angebot anzugeben.

Alle baulichen Veränderungen am oder im Fahrzeug müssen dokumentiert und durch die entsprechenden technischen Aufsichtsbehörden oder das zuständige Fachpersonal der VAG genehmigt und abgenommen werden.

Inbetriebnahme

Für jedes Fahrzeug ist ein Einbau- und Inbetriebnahmeprotokoll (**Anlage I**, wird mit Angebotsaufforderung bereitgestellt) abzuarbeiten und aufzufüllen, von einem Mitarbeiter des Verkehrsunternehmens abzuzeichnen und dem AG zu übergeben. Die Erfassung soll nach Möglichkeit elektronisch erfolgen.

Zusammen mit dem AG überprüft der AN nach dem Einbau bei jedem einzelnen Fahrzeug anhand des Inbetriebnahmeprotokolls die Funktionsfähigkeit der vorgenannten Komponenten. Mit diesem Funktionstest werden der korrekte Anschluss der Türsignale, der Sensoren, des Odometer und IBIS sowie die Funktion des GPS und der Datenkommunikation zum technischen

Hintergrundsystem sowie die Einbindung in die Software zur Fernwartung nachgewiesen. Ist eine Probefahrt nicht möglich, so sind wenigstens das Hoch- und Herunterfahren, die Nachlaufsteuerung und die Zählfunktion an jeder Tür im Stand zu überprüfen. Der AN hinterlässt die Fahrzeuge sauber und betriebsbereit und mit einem Zählsystem, das ordnungsgemäß arbeitet und so weit konfiguriert ist, dass es nachweislich Zählzeiten an das technische Hintergrundsystem sendet und den Fernwartungszugriff von zentraler Stelle ermöglicht.

Die Verbindung zum SFTP-Server soll ebenfalls mit Inbetriebnahme eingerichtet und getestet werden. Die nachträgliche Einrichtung ist zulässig, sofern dies problemlos per Fernwartung möglich ist.

Benötigte Werkzeuge und Kleinmaterialien sind vom AN mitzubringen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E (bei Kapitel 5)

3.5 Technische Abnahme, Stufe 1

Die Abnahme eines On-Board-Systems erfolgt je Fahrzeug zweistufig: Sobald die Systemkomponenten im Fahrzeug verbaut sind, erfolgt eine Funktionsprüfung durch den AN. Die Funktionsprüfung umfasst

- die Prüfung aller Fahrzeugsignale,
- das Hoch- und Runterfahren des Zählsystems,
- die Kommunikation mit den Sensoren,
- eine Überprüfung der Zählfunktion (mindestens ein Zählereignis pro Tür, getrennt nach Richtung),
- die Datenübertragung zum Server sowie
- die Erreichbarkeit der Systeme im Fahrzeug „remote“ per Mobilfunk über die Fernwartungssoftware

und wird im Inbetriebnahmeprotokoll (**Anlage I**) dokumentiert.

Der AN stellt sicher, dass die Zählzeiten aus den Fahrzeugen zu diesem Zeitpunkt für den AG in der vereinbarten Form bereitgestellt werden.

Sobald der Anschluss an das technische Hintergrundsystem und der Datenfluss hergestellt ist, meldet der AN die Betriebsbereitschaft, aktualisiert die zentrale Fahrzeugliste (Kap. 7.2) und übermittelt die Dokumentation des Einbaus und der Funktionsprüfung (**Anlage I**).

3.6 Technische Abnahme, Stufe 2

Während der ersten vier Wochen Fahrbetrieb erhält der AN die gesammelten Daten der Zählsysteme kontinuierlich zur Analyse, nimmt – sofern erforderlich – Korrekturen und Nachjustierungen an der Anlage vor und erklärt das gelieferte System schließlich als voll funktionsfähig.

Dies gilt für jedes einzelne Fahrzeug und ist Voraussetzung für die Abschlagsrechnung der Lieferung und für die Durchführung der Vergleichszählung. Der AG oder ein von ihm Beauftragter erhält die identischen Daten zeitgleich zur Prüfung. Die Daten müssen dem vereinbarten Schnittstellenformat entsprechen, damit dieser Schritt als abgeschlossen angesehen werden kann, und dürfen um zusätzliche log-Dateien ergänzt werden.

Der AG oder ein von ihm Beauftragter bestätigt nach Prüfung der Unterlagen und Datenlage die technische Abnahme, Stufe 2.

3.7 Definition und Nachweis der Zählgenuigkeit

Der AN lässt durch einen unabhängigen und anerkannten Zertifizierer Vergleichszählungen durchführen und weist somit die Zählgenuigkeit der eingebauten Geräte nach.

Weitere Einzelheiten sind Kapitel 4 zu entnehmen.

Die erfolgreiche Zertifizierung (Testierung der Zählgenuigkeit) ist Voraussetzung für die finale rechtsgeschäftliche Abnahme und Schlussabrechnung. Die Abnahme im Rahmen des Vertrages erfolgt einheitlich je Fahrzeugkategorie für alle als Basisausrüstung gelieferten Geräte; Teilabnahmen bezogen auf einzelne Geräte finden im Rahmen der Basisausrüstung nicht statt.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

4 Zertifizierung

Der AN lässt auf seine Kosten durch einen unabhängigen und anerkannten Zertifizierer Vergleichszählungen durchführen und weist somit die Zählgenuigkeit nach. Der Nachweis erfolgt nach den Vorgaben des Anforderungskatalogs AFZS (Anlage A Kapitel 2.3.1) bzw. gem. VDV-Schrift 457 Version 2.2 Kapitel 13 mit den folgenden Parametern:

- Standardabweichung Messfehler: $v = 0,3$
- Schranke a: 2%
- Äquivalenztest: $\Delta = 2,5\%$

Daraus ergibt sich eine kalkulatorische Fallzahl von mindestens 2.550 HTE einschließlich Reserve.

Die Typzertifizierung gem. Anforderungskatalog soll getrennt für fünf Zählfahrzeugkategorien (3x Straßenbahn, 2x Bus) bzw. Typkategorien kalkuliert werden.

Mit der Zertifizierung kann begonnen werden, sobald ein ausreichender Teil der Fahrzeuge je Zählfahrzeugkategorien gem. Kap. 3.6 freigegeben wurde. Die Zertifizierung muss innerhalb von 4 Monaten abgeschlossen sein.

Die Vergleichszählungen werden vorzugsweise auf Basis der Zählvideos aus den Sensoren vorgenommen. Alternativ können separat installierte Kameras zum Einsatz kommen, sofern sich der AN vollständig um die Datenschutzbelange und Logistik kümmert und die Kameras rückstandsfrei entfernt. Manuelle Zählungen ohne Einsatz von Videotechnik sind nicht zugelassen.

Es ist ausdrücklich erwünscht, die Zähldaten aus möglichst vielen Fahrzeugen einzubeziehen. Die Auswahl der konkreten Fahrzeuge erfolgt durch den AG in Abstimmung mit dem Zertifizierer.

Der AG unterstützt bei der Bereitstellung der für die Testierung benötigten Daten und Videos.

Neben der Testierung sind die detaillierten Rohdaten der Vergleichszählung sowie die „Referenzfunktion“ für die Rezertifizierung gem. VDV-Schrift Kapitel 14.3 je Typkategorie mitzuliefern.

Neben der Testierung sind die detaillierten Rohdaten der Vergleichszählung sowie die „Referenzfunktion“ für die Rezertifizierung gem. VDV-Schrift 457 Kapitel 14.3 je Zählfahrzeugkategorie mitzuliefern.

Gelingt der Nachweis nicht, so sind vom AN ohne zusätzliche Kosten Nachjustierungen der jeweiligen Zählfahrzeugkategorie vorzunehmen und die Vergleichszählungen samt Testierung auf Kosten des AN zu wiederholen.

Die erfolgreiche Testierung der Zählgenauigkeit ist Voraussetzung für die finale Abnahme und Schlussabrechnung.

Der Bieter benennt in Anlage E den beauftragten Gutachter und ggf. weitere nachgelagerte Dienstleister und legt deren Referenzen und ein mit dem Gutachter abgestimmtes Konzept zur Zertifizierung vor.



5 Software

5.1 Hintergrundsystem zur technischen Betriebsführung

Es ist eine serverbasierte Hintergrundsoftware bereitzustellen, die einer beliebigen Anzahl von Nutzern Remote Zugriff auf die Systeme der Flotte gestattet und die Funktionen zur Datenübertragung und Konfiguration vollumfänglich unterstützt.

Der Nutzerzugriff erfolgt vorzugsweise über einen gängigen Internetbrowser (alternativ per Remote Desktop, Citrix o.ä.) und mit sicherer Authentifizierung und Transportverschlüsselung.

Der Auftragnehmer muss ein nach ISO/IEC 27001 zertifiziertes Informationssicherheits-Managementsystem (ISMS) oder vergleichbar betreiben. Unterauftragnehmer müssen ebenfalls ISO 27001-zertifiziert sein oder gleichwertige Nachweise erbringen. Der Cloud-Service muss in Rechenzentren innerhalb der EU betrieben werden oder es müssen geeignete Garantien gemäß DSGVO (Standardvertragsklauseln) vorliegen. Der Anbieter muss nachweislich die Anforderungen von ISO 27017 (Cloud Security) und ISO 27018 (Cloud Privacy) erfüllen oder gleichwertige Standards anwenden.

5.1.1 Funktionsumfang

Das Hintergrundsystem hat folgende Hauptaufgaben:

- Sicherstellen der Kommunikation mit den Geräten in den Fahrzeugen
- Flottenmanagement
 - Flottenübersicht in Listenform
 - Liste der Stammdaten der Fahrzeuge einschließlich
 - KFZ-Kennzeichen, Standort und Verkehrsunternehmen
 - Seriennummern der verbauten Geräte (Zentralgerät und Sensoren)
 - Gerätetypen der verbauten Geräte (Zentralgerät und Sensoren)
 - Firmwarestände der verbauten Geräte (Zentralgerät und Sensoren)
 - Aktueller Standort der Fahrzeuge auf der Landkarte
- Überwachung der Geräte
 - Zustand der Geräte: aktuell online / offline, zuletzt online (mit Datum/Zeit), Gerätstatus, Fehler (möglichst mit den Infos zur Nummer des betroffenen Sensors und der Fehlerart)
 - Aktive Benachrichtigung per E-Mail
 - bei schweren Fehlern (Adresse und Fehlertypen konfigurierbar)
 - bei „länger nicht online“ (Tage und Adresse konfigurierbar)

- Kein Muss: Automatisches Erkennen eines Gerätetauschs (z.B. anhand veränderter Seriennummer der MAC-Adresse) mit aktiver Benachrichtigung per E-Mail
- Kein Muss: Täglicher Statusbericht per E-Mail mit Liste aller Fahrzeuge (zuletzt online, Status der Geräte)
- Kein Muss: Möglichst übersichtliche Anzeige der Zählqualität als Heatmap („Gütedepich“)
 - Zeilen = Fahrzeuge
 - Spalten = Tage (die letzten 30 bis 90 Tage)
 - Inhalt = Prozentuale Differenz der Tagessalden aus Einsteigern und Aussteigern, möglichst mit Farbe hinterlegt mit Abstufung „schlecht/mittel/gut/zu wenig Daten“ oder stufenlos und möglichst mit zahlenmäßiger Angabe der Absolutwerte für Einsteiger, Aussteiger
- Fernwartung der Geräte
 - Aufspielen von Firmwareupdates für das Zentralgerät und alle angeschlossenen Geräte
 - Aufspielen von Einstellungen und Parametern auf die angeschlossenen Geräte, jeweils Auswahlmöglichkeit einzelner Parameter und der Geräte (eines / alle / gewählte Gruppe)
 - Weiterleiten auf die Diagnosesoftware der Geräte
 - Herunterladen von logfile zur Diagnose
 - Möglichkeit, Geräte auf „beobachten“ zu setzen mit aktiver Benachrichtigung, sobald das Gerät online ist (Mail, Messenger...)
 - Aktivieren / Deaktivieren der Aufzeichnung von Zählvideos (kein Muss) und Herunterladen der Zählvideos (kein Muss) (s. Kap. 2.3.8)
 - Anzeige des aktuellen Besetztgrades (kein Muss)

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

5.1.2 Hosting und Technische Betriebsführung

Die Software wird vom AN gehostet und betrieben. Der AN stellt die gesamte Infrastruktur (virtuelle Server o.ä.) zur Verfügung und übernimmt die technische Betriebsführung des Hintergrundsystems. Die technische Betriebsführung dient der Sicherstellung der Verfüg- und Nutzbarkeit des Systems auf der Ebene der Betriebsmittel wie Systemhardware und -software, Applikationshardware und -software, Netzwerktechnik, Benutzerberechtigungen, Datensicherungsprozeduren, Notfallprogrammen, redundanter Technik etc.

Die technische Betriebsführung sorgt für die Wartung der System- und Applikationssoftware durch Einspielen von Patches, Updates und Upgrades oder andere geeignete Maßnahmen der

Systempflege und schließt die Sicherstellung der Systemsicherheit (Schutz sensibler Daten) und regelmäßige Datensicherung ein.

Das Hosting soll bevorzugt in Deutschland erfolgen, zugelassen sind auch EU und Schweiz.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

5.2 Auswertung der Zählvideos

Es wird eine Software zum effizienten Sichten und Auszählen der Zählvideos mitgeliefert. Die Nutzungsrechte müssen den uneingeschränkten Gebrauch für die Zählsysteme des AG erlauben. Der uneingeschränkte Gebrauch schließt die Weitergabe an einen vom AG bestellten Gutachter zwecks Auswertung von Vergleichszählungen für die VAG ohne weitere Kosten ein.

Die Software soll neben dem reinen Sichten der Videos weitere Funktionen bieten:

- Einfaches und effizientes Navigieren zwischen den Haltestellen-Tür-Ereignissen (HTE)
- Anzeige der aufgezeichneten Haltestelleninformationen (IBIS/IBIS-IP) zu jedem HTE
- Alternativ: Ortung der Haltestelle anhand der aufgezeichneten GPS-Koordinate und einer beigestellten Haltestellenliste.
- Idealerweise Anzeige der zum HTE aufgezeichneten GPS-Position in einer Landkarte
- Einfaches und effizientes Navigieren innerhalb der Videos: Vorwärts, Rückwärts, Anspringen von Zeitpunkten, Abspielgeschwindigkeit, Einzelbildweitschaltung
- Tastatur-/Controller- und Mausbedienung
- Eindeutige Visualisierung der Personengröße zur Unterscheidung von Personen kleiner und größer 1,20 m (Muss-Anforderung)
- Eingabemöglichkeit der Vergleichszählergebnisse zu jedem HTE. Dabei werden alle verfügbaren Zählkategorien (Personen kleiner 1,20 m, Fahrräder usw.) berücksichtigt.
- Idealerweise unterstützt die Software die in der VDV 457 definierten Prozesse einer Vergleichszählung, wie z.B. das Sammeln von Vergleichszählergebnissen mehrerer Auswerter.
- Einlesen der aufgezeichneten Zählrohdaten, Zuordnung der Zählvideos zu den Zählrohdaten und Gegenüberstellung der Zählwerte vom Sensor mit denen der Vergleichszählung in der Ergebnisdatei
- Die Ergebnisse der Vergleichszählung lassen sich zusammen mit den Nebeninformationen (Haltestelle, wenn möglich Fahrt) in einem Tabellenformat (csv) zur weiteren Verarbeitung exportieren, idealerweise zusammen mit den Zählwerten der Sensoren.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

5.3 Werkstatt-Support und Softwarepflege

Der AG übernimmt die Wartung und Entstörung der Zählsysteme in eigener Werkstatt.

Der AN leistet dem AG seinerseits jedoch folgende Leistungen:

- Werkstatt-Support bei Fehlersuche, Störungsbehebung, Wartung und Softwarekonfiguration
- Pflege und Support des Hintergrundsystems (Kap. 5.1)
- Pflege und Support der Auswertungssoftware der Zählvideos (Kap. 5.2)
- Sicherstellung der langfristigen Lauffähigkeit aller Softwarekomponenten

Der Support des AN steht dem AG telefonisch und per E-Mail zur Verfügung, wenn Störungen zu beheben sind oder Fragen bestehen. Der Support schließt neben den Softwareprogrammen aus Kap. 5.1 und Kap. 5.2 ausdrücklich die Geräte und deren Softwarekonfiguration und Verkabelung ein.

Firmwareupdates der Geräte und lokal installierter Software ist gemeinsam mit deutschsprachigen Releasenotes, Dokumentation und Installationsanweisungen bereitzustellen.

Die Systeme sind nach Lieferung der Releasenotes und Freigabe durch den AG vom AN zu einem einvernehmlich festgelegten Zeitpunkt zu aktualisieren.

Für Verfügbarkeit und Reaktionszeiten werden folgende Eckpunkte festgelegt:

- Das Hintergrundsystem muss eine Verfügbarkeit gemäß Verfügbarkeitsklasse 1 (minimale Verfügbarkeit: 99,0 %; Nichtverfügbarkeit: 1%, Ausfallzeit pro Monat < 8h; Ausfallzeit pro Jahr < 88h) aufweisen.
- Als Servicezeiten gelten 9 bis 16 Uhr an allen Montag-Freitagen ohne Feiertage am Sitz des AN.
- Eine erste Reaktion auf eine Anfrage hat unabhängig von der Art der Anfrage und ggf. Mängelklasse innerhalb von 4 Stunden (gerechnet innerhalb der Servicezeiten) zu erfolgen.
- Bei reinen Supportanfragen hat eine qualifizierte Unterstützung innerhalb von 2 Werktagen zu erfolgen. Dies gilt für alle Hardware, Firmware wie Softwaresysteme.
- Betriebsverhindernde Mängel des Hintergrundsystems (Nutzung des Systems ist nicht möglich) sind innerhalb eines Werktages abzustellen. Bei geplanten Server-Migrationen darf die Downzeit maximal drei Werktage betragen.
- Betriebsbehindernde Mängel des Hintergrundsystems (Nutzung des Systems ist erheblich eingeschränkt) sind innerhalb von drei Werktagen abzustellen.
- Leichte Mängel (Nutzung mit unwesentlichen Mängeln ist möglich) sind innerhalb eines Monats zu beheben.
- Bereitstellung von Ersatzgeräten spätestens am 3. Werktag nach Anforderung (Einlieferung beim Verkehrsunternehmen). Defekte Geräte werden vom AG spätestens am 3. Werktag nach dem Austausch in der Verpackung des Austauschgeräts zurückgeschickt



Wartung, Pflege und Support werden für die Dauer von 48 Monaten ab der Abnahme des letzten Fahrzeugs des Erstabrufs erbracht.

Die Abrechnung der Softwarepflege und des Werkstattsupports beginnt nach Abnahme des Gesamtsystems, bei planmäßiger Auftragsabwicklung ab dem 01.01.2027.

Etwaige Kosten für die Datenübertragung des Zählsystems, die zusätzlich zum Mobilfunkvertrag anfallen (z.B. Lizenzen), sowie laufende Softwarekosten für das Hintergrundsystem und ggf. zum Betrieb benötigte kostenpflichtige Tools sind in Position 7 des Preisblatts einzuschließen.

VAG wird „Garantiestelle“ für die gelieferten Geräte, d.h.

- die VAG-eigene Werkstatt führt die erforderlichen Garantieleistungen selbst aus
- die Reparatur oder der Austausch eines Geräts durch die VAG führt nicht zu einem Erlöschen von Gewährleistungs- und Garantieansprüchen des AG
- die von der VAG für den AN erbrachte Garantie-/Arbeitsleistung darf nach Aufwand unter Ansatz üblicher Kostensätze dem AN in Rechnung gestellt werden.

In den obligatorischen Schulungen (Kap. 6.2) befähigt der AN die VAG dazu, diese Leistungen auszuführen.

6 Schulungen

6.1 Schulungen Hintergrundsystem und Fernwartung

Zweck und Inhalte: Umgang mit der zentralen Software, Funktionsweise der Fernwartung, Konfiguration der Geräte aus der Ferne, Aktivierung und Abruf von Zählvideos, Erläuterung des Datenflusses. Der genaue Inhalt ist vor der Durchführung mit dem AG abzustimmen.

Diese Schulung ist in Form von Videokonferenzen durchzuführen.

Die Schulung ist im Softwarepreis einzupreisen.

6.2 Werkstattschulungen

Werkstatt-Schulungen sind am Standort des AG durchzuführen.

Zweck und Inhalte: Generelle Funktionsweise des verbauten AFZS aus Werkstatt-Sicht, Verkabelung und Anschlüsse, Konfiguration der Geräte, Diagnosemöglichkeiten bei Störungen, Vorgehen bei notwendigem Gerätetausch. Die Schulungen sollen die Werkstatt zur Ausführung von Garantieleistungen befähigen.

Die Werkstatt-Schulungen sollen an Fahrzeugen durchgeführt werden, die bereits ausgerüstet wurden (mindestens eine Straßenbahn und ein Bus).

Schulungsunterlagen sind spätestens im Nachgang zur Verfügung zu stellen.

Zwei Werkstatt-Schulungen sind im Gerätepreis einzupreisen.

Eine Schulung ist nach dem Mustereinbau und eine weitere nach etwa einem halben Jahr Betriebserfahrung durchzuführen.

7 Projektablauf, Liefer- und Ausführungszeit

7.1 Kickoff-Meeting und Projektstart

In einem Kickoff-Meeting per Videokonferenz spätestens zwei Wochen nach Zuschlag stellt der AN seinen mit Angebotsabgabe benannten Projektleiter und einen Zeit- und Maßnahmenplan für das weitere Vorgehen vor.

Folgende Festlegungen sind im Kickoff vorzunehmen und anschließend laufend und ohne gesonderte Aufforderung zu aktualisieren:

- Kennenlernen der am Projekt Beteiligten einschließlich der Verkehrsunternehmen
- Ansprechpartner, Zuständigkeiten, Kommunikationswege und Telefonnummern
- Verbindlicher E-Mail Verteiler zur Kommunikation im Projekt

- Terminkette für virtuelle Statustreffen während der Projektlaufzeit
- Einrichten der zentralen Fahrzeugliste auf einem gemeinsamen Share beim AN (vergl. Kap. 7.2)
- Fahrzeuge für die Musterinstallationen festlegen
- Zeitplan zur Besichtigung der Fahrzeuge und Erstellung der Einbaupläne
 - Gemeinsame Festlegung der Einbaupositionen von Sensoren, Zentralgerät, Switch, Antenne und Verkabelung je Fahrzeugtyp
- Zeitplan für die Bereitstellung der ersten Fahrzeuge zur Musterausrüstung
- Zeitplan für die Serienausrüstung
- Vorgehen bei Ausrüstung und Inbetriebnahme der Systeme
- Erste Abstimmung der Abnahmeprotokolle
- Erste Abstimmung der Einbau-Dokumentation

Zeitnah sind in separaten Terminen die folgenden Punkte abzustimmen:

- VDV 457-2 Datenschnittstelle für Zähldaten
- IT-Voraussetzungen zur Datenkommunikation zwischen Fahrzeug und Landseite und zwischen der zentralen Software und dem regionalen AFZS-Hintergrundsystem in Freiburg (Zuständigkeiten, SIM-Karten, Portfreischaltungen etc.)
- Optional Livedaten-Schnittstelle

Der AN beginnt unverzüglich mit der Abstimmung der Ausrüstung der Musterfahrzeuge. Details der Implementierung der AFZ Datenschnittstelle, insbesondere die verwendeten Kodierungen für Status, Fehler und IBIS-Nachrichten werden bis zur Serienausrüstung abgestimmt. Der AG oder ein von ihm Beauftragter wird in den Abstimmungsprozess auf geeignete Weise eingebunden und erteilt die Freigabe der zu realisierenden Schnittstellen.

Logging-, Video- und Zähldaten aus den Fahrzeugen der Musterinstallation sind dem AG für Tests unverzüglich zugänglich zu machen.

7.2 Fahrzeugliste

Der AN führt auf einem geteilten Share eine zentrale, für alle Projektbeteiligten einseh- und bearbeitbare Tabelle aller Fahrzeuge und aktualisiert darin mit maximal einem Arbeitstag Verzögerung den Projektfortschritt und Status je Fahrzeug mit den Tabellenspalten:

- Fahrzeugtyp
- Kennzeichen
- Verkehrsunternehmen
- Standort
- eingebautes Material incl. Seriennummern und Firmwarestände: Zentralgerät, Switch, Antenne, Sensoren mit Seriennummern

- eingesetzte SIM-Karte
- Besonderheiten
- Einbauteam
- **Status:** zur Installation bestellt / in Arbeit / zur Abnahme bereit (jeweils mit Datum)
- abgenommen (Datum)
- offene Punkte/Mängel
- Vergleichszählung (Datum)
- Kommentare
- nach Bedarf weitere Informationen

7.3 Regelmäßige Meetings

Während der gesamten Projektlaufzeit bis zur Abnahme der letzten Systeme des Hauptauftrags werden im 2-Wochen Rhythmus Status-Meetings als Videokonferenz abgehalten, in denen der AN den Projektfortschritt erläutert und beidseitig organisatorische und technische Fragen geklärt werden können. Die Meetings sollen nicht länger als 1 Stunde dauern und können vom AG je nach Projekterfordernissen auf wöchentlichen Rhythmus verkürzt oder bis zu einem 4-wöchigen Turnus verlängert werden. Die hierfür entstehenden Kosten sind in die Gerätekosten einzupreisen.

7.4 Musterinstallation

Inhaltliche Anforderungen an die Musterinstallationen: Siehe Kapitel 3.1.

Vorgehen bei Projektstart und jeweils nach weiteren Abrufen durch den Auftraggeber:

Die Musterinstallationen haben innerhalb von 6 Wochen nach dem Kickoff-Meeting zu erfolgen. Angestrebt werden die Sommerferien in Baden-Württemberg.

Parallel muss der AN das Hintergrundsystem (HGS) einrichten und die Datenkommunikation zwischen Fahrzeugen und HGS sowie zwischen HGS und dem ersten Anwender beim AG einrichten. Das Hintergrundsystem muss zum Zeitpunkt der Musterinstallation erreichbar sein.

7.5 Serienausrüstung

Die Ausrüstung und Abnahme (Stufe 2) des Erstabrufs soll Dezember 2026 abgeschlossen sein. Alle weiteren Fahrzeuge müssen bis Ende der Herbstferien 2027 ausgerüstet sein, die Zertifizierung der Zählgenauigkeit zum 31.12.2027.

Wichtiger Hinweis: Wenn der AN durch eigenes Verschulden nicht frühzeitig mit der Serienausrüstung beginnt oder nicht genügend Personal und Material bereitstellt und somit die Fertig-

stellung zur gegebenen Deadline nicht erreicht, trägt er das Risiko für die erschwerten Einbaubedingungen außerhalb der normalen Arbeitszeiten und muss ggf. auf eigene Kosten auf Nacht- und Wochenendarbeit ausweichen.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E

7.6 Folgeabrufe ab 2028

Der Abruf weiterer Systeme erfolgt jeweils 3 Monate vor dem gewünschten Einbautermin im Rahmen von Folgeabrufen.

Das zu erwartende Mengengerüst für die optionalen Ausrüstungen ist dem Preisblatt zu entnehmen (Hinweis „Folgeabruf(e)“).

Im Preisblatt ist eine Pauschale für Supporteinsätze vor Ort anzugeben, die nach Bedarf mit Vorlauf von einer Woche abgerufen werden können und nicht als Gewährleistungsfall gelten. Die Pauschale schließt Reisekosten und Spesen ein.

Für alle ab 2028 erbrachten Leistungen können die im Vertrag vereinbarten Preisanpassungen angewendet werden.

7.7 Eingesetztes Personal

Der Bieter benennt mit dem Angebot das für das Projekt vorgesehene Personal – auch bei Nachunternehmern – in den Schlüsselrollen

- Gesamtprojektleitung
- Technische Konzeption der Fahrzeugausrüstung
- IT/Datenkommunikation/Security
- Leiter Einbau beim AN
- Leiter Einbau bei eingesetzten Nachunternehmern
- Leiter Inbetriebnahme, insbesondere der Zählsensoren
- Technische Betriebsführung des Hintergrund- / Flottenmanagementsystems

mit den wichtigsten Informationen (stichpunktartig)

- Name
- Berufserfahrung (Jahre)
- Betriebszugehörigkeit (Unternehmen, Jahre)
- Qualifikation / Referenzen / Projekte für die jeweilige Rolle

Vollständige Lebensläufe und Nachweise sind nicht erforderlich. Der AG behält sich vor, im Bedarfsfall weitere Nachweise zur Überprüfung einzufordern.

Erläuterungen des Bieters in Anlage E [Abschnitt „Eingesetztes Personal“]

8 Abnahme und Zahlungsplan

Die **Abnahme der Fahrzeugausrüstung** erfolgt mehrstufig und wird in einem Inbetriebnahmeprotokoll je Fahrzeug dokumentiert:

1. Technische Abnahme und Inbetriebnahme in der Werkstatt einschließlich Herstellen der Datenkommunikation zur zentralen Gegenstelle
2. Bereitstellen der inhaltlich vollständigen und korrekten Fahrgastzählraten
3. Lieferung der Einbaudokumentation (Stücklisten mit Seriennummern, Einbaupläne...)
4. Freigabe nach vierwöchigem Probetrieb (Kap. 3.5)
5. Nachweis der Zählgenauigkeit (Kap. 3.7)

Die Dokumente von Punkte 1 bis 3 sind einen Werktag nach Installation zu übermitteln. Die Seriennummern sind binnen einer Woche in der zentralen Fahrzeugliste einzutragen.

Nach Erreichen von Punkt 4 können 80% der im Preisblatt je Fahrzeug angegebenen Kosten für die Fahrzeugausrüstung in Rechnung gestellt werden. Der Zeitpunkt für Abnahmestatus 4 wird individuell je Fahrzeug ermittelt.

Der Nachweis der Zählgenauigkeit ist Grundlage für die finale (rechtsgeschäftliche) Abnahme und Zahlung der restlichen 20% je Fahrzeug.

Die Abnahme des technischen Hintergrundsystems erfolgt, nachdem alle Funktionen und Schnittstellen bereitgestellt und getestet sind. Zum Testen hat der AG 4 Wochen Zeit ab dem Zeitpunkt der Erklärung des Auftragnehmers, dass das System vollständig funktionstüchtig ist.

Die Funktionsfähigkeit des technischen Hintergrundsystems ist Voraussetzung für die Inbetriebnahme und Abnahme der Fahrzeugausrüstung (Punkt 1, „Herstellen der Datenkommunikation zur zentralen Gegenstelle“) und muss daher vor Installation der Hardware in den Fahrzeugen sichergestellt werden.

Die Kosten für die Einrichtung des technischen Hintergrundsystems können zu 50% nach Herstellen der Betriebsbereitschaft und Einrichten der Zugänge für den AG in Rechnung gestellt werden. Die restlichen 50% werden nach Herstellen und Prüfen der vollständigen Funktionsfähigkeit abgerechnet.

Die Ersatzteile werden zu 100% nach Lieferung abgerechnet.