

1. MUSS Kriterien

1.1. Übergreifende MUSS-Kriterien (alle Lose)

Nr.	MUSS-Kriterium	Nachweis
Ü-1	Unterstützung von BLE ab Version 4.2 (BLE 5.0 bevorzugt) für sämtliche Beacon-relevanten Komponenten	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-2	Unterstützung mindestens der offenen Beacon-Standards iBeacon und AltBeacon . proprietäre Formate allein sind nicht zulässig	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-3	Bereitstellung aller losübergreifenden Schnittstellen als dokumentierte REST-APIs mit JSON-Datenformat	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-4	Authentifizierung über OAuth 2.0 oder ein gleichwertiges, standardisiertes Verfahren	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-5	Eindeutige Beacon-Identifikation über UUID/Major/Minor (iBeacon) oder funktional gleichwertige offene Identifikationslogik	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-6	Verwendung offener, dokumentierter Datenformate: GTFS/GTFS-RT (Fahrplandaten), GeoJSON (Geodaten), JSON (Erhebungsdaten), DHID/IFOPT (Haltestellendaten), ISO 8601 (Zeitstempel), WGS 84 / EPSG:4326 (Koordinaten)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-7	Aktive Mitwirkung an losübergreifenden Integrations- und Kompatibilitätstests vor Feldtestbeginn	Schriftliche Zusicherung im Angebot
Ü-8	Vorlage eines Datenschutz- und IT-Sicherheitskonzepts vor Feldtestbeginn (Quality Gate 1)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-9	Einhaltung sämtlicher geltender datenschutzrechtlicher Anforderungen (DSGVO, BDSG, Privacy by Design/Default, Datensparsamkeit, Zweckbindung)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
Ü-10	Einhaltung aller Quality Gates (QG 1–4) als Voraussetzung für Phasenübergänge; Vorlage schriftlicher Prüfberichte je Quality Gate	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt

1.2. MUSS-Kriterien Los 1 – GPS-basierte Erhebungs-App

Nr.	MUSS-Kriterium	Nachweis
L1-1	Bereitstellung als White-Label-Lösung mit vollständig anpassbarem Erscheinungsbild (Name, Icon, Farbschema, Logos, Start-/Infoseiten) nach Vorgabe des Auftraggebers	App-Demo / Screenshots
L1-2	Unterstützung von iOS ab Version 15 und Android ab API-Level 29 (Android 10) auf marktüblichen Endgeräten	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-3	Horizontale GPS-Positionsgenauigkeit ≤ 15 m (CEP50) unter offenen Himmelsbedingungen	Testprotokoll / Testfahrten
L1-4	GPS-Erfassungsintervall ≤ 5 Sekunden im aktiven Erhebungsmodus	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-5	Akkuverbrauch ≤ 8 % pro Stunde im aktiven Modus (Referenzgerät ≥ 3.500 mAh); ≤ 2 % pro Stunde im Hintergrundmodus	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-6	Lokale Zwischenspeicherung ≥ 72 Stunden ohne Datenverlust	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-7	Lokaler Speicherbedarf ≤ 200 MB (ohne Erhebungsdaten); initiale Download-Größe ≤ 80 MB	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-8	Lauffähigkeit auf Endgeräten mit ≥ 3 GB RAM	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-9	Backend-Verfügbarkeit $\geq 99,0$ % im Monatsmittel (geplante Wartungsfenster ausgenommen)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-10	Upload abgeschlossen innerhalb von 60 Sekunden bei stabiler Netzverbindung (für ≤ 5 MB Tageserhebung)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-11	Aktivierung der Erhebung über Gyroskop/Fitnessdaten oder GPS-Daten – keine Aktivierung allein durch Beacons	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-12	Kompatibilität mit mindestens zwei verschiedenen Beacon-Hardwareherstellern (Nachweis durch Integrationstests)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-13	Bereitstellung eines Auswertungslogik zur Überführung von Rohdaten in ÖPNV-relevante Erhebungsdaten	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt

L1-14	Fahrterkennung ≥ 90 %, Verkehrsmittelzuordnung ≥ 80 %, Datenerhebungsquote ≥ 85 %, Fehlerquote Upload ≤ 2 %	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-15	Vorlage eines Testkonzepts mit mindestens: funktionale Tests, Kompatibilitätstests, Performancetests, Sicherheitstests, Feldtests unter Realbedingungen (≥ 2 Wochen vor Produktivstart)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-16	Sicherstellung, dass nicht-ÖPNV-relevante Wegeabschnitte dem Nutzer nicht als Erhebungsergebnis angezeigt und nicht unkontrolliert exportiert werden	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L1-17	Bereitstellung mindestens monatlicher Projektstatus- und Steuerungsberichte	Vertragliche Zusicherung

1.3. MUSS-Kriterien Los 2 – Beacon-basierte Erhebungs-App

Nr.	MUSS-Kriterium	Nachweis
L2-1	Bereitstellung als White-Label-Lösung	App-Demo / Screenshots
L2-2	Unterstützung von iOS ab Version 15 und Android ab API-Level 29	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-3	Beacon-basierter Erhebungsmechanismus: Aktivierung über Bewegungsdaten (Gyroskop/Fitnessdaten) + Beacon-Detektion; keine Aktivierung allein durch GPS	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-4	Zuverlässige BLE-Beacon-Erkennung ab Signalstärke ≥ -90 dBm (RSSI)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-5	Beacon-Scan-Intervall ≤ 3 Sekunden	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-6	Unterstützung von Beacons im iBeacon- und/oder AltBeacon-Format ; keine Beschränkung auf proprietäre Formate	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-7	Stabile Zuordnung in Multi-Beacon-Szenarien (Umsteigesituationen, Haltestellenbereiche mit mehreren Fahrzeugen)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-8	Kompatibilität mit gängigen Beacon-Hardwaretypen aus Los 3 ohne proprietäre SDKs	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-9	Bezug von Beacon-Zuordnungsdaten über REST-API (JSON) vom BMS; mindestens: Beacon-ID, Fahrzeugkennung, Linien-/Betreiberzuordnung, Aktivierungsstatus	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-10	Aktualisierung der Beacon-Zuordnungsdaten mindestens einmal täglich ; ergänzend ereignisbasierte Aktualisierung	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-11	Akkuverbrauch ≤ 8 % pro Stunde (aktiv) / ≤ 2 % pro Stunde (Hintergrund)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-12	GPS-Positionsgenauigkeit ≤ 15 m (CEP50) (für ergänzende Standortdaten)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-13	Lokale Zwischenspeicherung ≥ 72 Stunden , Speicherbedarf ≤ 200 MB, Download-Größe ≤ 80 MB	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-14	Backend-Verfügbarkeit $\geq 99,0$ % , Upload ≤ 60 s bei ≤ 5 MB	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt

L2-15	Fahrterkennung ≥ 90 %, Verkehrsmittelzuordnung ≥ 80 %, Datenerhebungsquote ≥ 85 %, Fehlerquote Upload ≤ 2 %	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-16	Bereitstellung eines Auswertungslogik zur Überführung von Rohdaten in ÖPNV-relevante Erhebungsdaten	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-16	Dokumentierte Start-/Stop-Logik der Beacon- basierten Erhebung	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-17	Vorlage eines Testkonzepts (identisch zu L1-18)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L2-18	Bereitstellung mindestens monatlicher Projektstatus- und Steuerungsberichte	Vertragliche Zusicherung

1.4. MUSS-Kriterien Los 3 – Beacon-Hardware und Beacon-Management-System

A – Beacon-Hardware

Nr.	MUSS-Kriterium	Nachweis
L3-H1	Passive Beacons (nur Signalausendung, kein Empfang)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H2	Betrieb mit Standardbatterien , am Gerät aktivierbar (z. B. durch Einlegen der Batterie)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H3	Schutzklasse \geq IP54 ; Temperaturbereich -25 °C bis +70 °C	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H4	Batterielebensdauer \geq 60 Monate (bei 300 ms Advertising-Intervall, 0 dBm TX-Power); zusätzlich Prognose für Dauerbetrieb über 10 Jahre	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H5	Signalreichweite \geq 10 m bei 0 dBm TX-Power unter typischen Fahrzeugbedingungen	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H6	BLE \geq 4.2 (5.0 bevorzugt), offener Standard (iBeacon/AltBeacon), konfigurierbare TX-Power, konfigurierbares Advertising-Intervall (100 ms–1.000 ms, Standard 300 ms)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H7	CE-Konformität (RED 2014/53/EU) , EMV (EN 301 489), Funkeigenschaften (EN 300 328), Schienenfahrzeugeignung (EN 50155 o. gleichwertig), Brandschutz (EN 45545-2 o. gleichwertig)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H8	Manipulations- und Vandalismusschutz	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H9	Installation ohne mechanische Veränderungen am Fahrzeug (Klebeverbindung o. vergleichbar); rückstandsfreie Entfernbarkeit	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-H10	Lieferung innerhalb von max. 2 Wochen nach Bestelleingang; Kapazitätsbereitstellung bis Ende Q4 2026	Vertragliche Zusicherung
L3-H11	Verbindliche Aussage zur Lieferfähigkeit bei bundesweitem Rollout (50.000–100.000 Beacons) inkl. Stückkostenindikation	Vertragliche Zusicherung
L3-H12	Kompatibilitätsnachweis mit iOS ab Version 15 und Android ab API-Level 29	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt

L3-H13	Bereitstellung von Hardwarehandbuch und Installationshandbuch	Lieferobjekt
--------	--	--------------

B – Beacon-Management-System

Nr.	MUSS-Kriterium	Nachweis
L3-S1	Herstellerunabhängige Softwarelösung; gleichzeitige Verwaltung von Beacons mindestens gängiger Hersteller im Produktivbetrieb	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S2	Webbasierte Nutzeroberfläche zur Erfassung, Pflege, Zuordnung und Verwaltung von Beacon-Stammdaten	System-Demo / Screenshots
L3-S3	Mindest-Datenpunkte: Beacon-ID, Fahrzeugkennung, Verkehrsverbund/Betreiber/VU	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S4	Verfügbarkeit $\geq 99,5$ % im Monatsmittel	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S5	Kapazität ≥ 50.000 Beacon-Datensätze , Ladezeiten ≤ 3 Sekunden , ≥ 30 gleichzeitige Nutzer	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S6	REST-API mit JSON, abgesichert über OAuth 2.0 oder API-Keys , versioniert, dokumentiert im OpenAPI/Swagger-Format	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S7	API liefert mindestens: Beacon-ID, Fahrzeugkennung, Linien-/Betreiberzuordnung, Beacon-Status, Zeitstempel ; Latenz ≤ 2 Sekunden	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S8	Automatisierte Warnmeldungen bei Beacon-Nicht-Erkennung (Standard: 48 h)	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S9	Rollenbasiertes Berechtigungskonzept (Administration, Pflege, QS, lesender Zugriff, fachlicher Prüfbegriff) mit protokolliertem Drittzugriff	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt
L3-S10	Hosting in Europa ; Einhaltung DSGVO/BDSG	Hosting-Nachweis / Datenschutzkonzept
L3-S11	Datenaufbewahrung über gesamte Feldtestlaufzeit plus mindestens 12 Monate	Vertragliche Zusicherung
L3-S12	Dedizierte Profitester-Schnittstelle (AP 1) für Beacon-Zuordnungen und Fahrzeugkennungen	Klar referenziert in technischer Dokumentation / Datenblatt

L3-S13	Vorlage eines Rückbau- und Decommissioning-Konzepts (Hardware und System)	Konzeptdokument
L3-S14	Bereitstellung mindestens monatlicher Projektstatus- und Steuerungsberichte	Vertragliche Zusicherung

2. Referenzen – Übergreifende Anforderungen

2.1. Referenzanforderungen Los 1 – GPS-basierte Erhebungs-App

Mindestanforderungen an die Referenzen (MUSS)

Es müssen insgesamt 2 Referenzen vorgelegt werden.

Nr.	MUSS-Kriterium
R-L1-1	Zwei Referenzprojekte , davon mindestens 1 Referenz im Bereich GPS-/GNSS-basierte Mobilitäts- oder Nutzungsdatenerfassung auf Smartphones
R-L1-2	Eine Referenz mit einem Projektvolumen von ≥ 200.000 EUR
R-L1-3	Eine Referenz mit produktivem App-Betrieb (iOS + Android) mit ≥ 1.000 monatlich aktiven Nutzern
R-L1-4	Eine Referenz mit nachgewiesener Erfahrung in der Entwicklung oder Anwendung eines Auswertungsalgorithmus zur Fahrterkennung, Verkehrsmittelzuordnung oder Wegesegmentierung
R-L1-5	Eine Referenz mit nachgewiesener Erfahrung in der Anbindung an ein Beacon-Management-System oder eine vergleichbare zentrale Beacon-Verwaltung

2.2. Referenzanforderungen Los 2 – Beacon-basierte Erhebungs-App

Mindestanforderungen an die Referenzen (MUSS)

Es müssen insgesamt 2 Referenzen vorgelegt werden.

Nr.	MUSS-Kriterium
R-L2-1	Zwei Referenzprojekte , davon mindestens 1 Referenz im Bereich BLE-Beacon-basierte Datenerfassung, Fahrgasterkennung oder Fahrzeugzuordnung in mobilen Anwendungen
R-L2-2	Eine Referenz mit einem Projektvolumen von ≥ 200.000 EUR
R-L2-3	Eine Referenz mit produktivem App-Betrieb (iOS + Android) mit ≥ 1.000 monatlich aktiven Nutzern in einem Beacon-gestützten Szenario
R-L2-4	Eine Referenz mit nachgewiesener Erfahrung in der Entwicklung oder Anwendung eines Auswertungsalgorithmus zur Fahrterkennung, Verkehrsmittelzuordnung oder Wegesegmentierung.
R-L2-5	Eine Referenz mit nachgewiesener Erfahrung in der Anbindung an ein Beacon-Management-System oder eine vergleichbare zentrale Beacon-Verwaltung.

2.3. Referenzanforderungen Los 3 – Beacon-Hardware und Beacon-Management-System

Mindestanforderungen an die Referenzen (MUSS)

Es müssen insgesamt 2 Referenzen vorgelegt werden.

Nr.	MUSS-Kriterium
R-L3-1	Zwei Referenzprojekte , davon mindestens 1 Referenz für Beacon-Hardware und mindestens 1 Referenz für ein Beacon-Management-System (dürfen im selben Projekt erbracht worden sein)
R-L3-2	Eine Referenz mit Lieferung und Inbetriebnahme von ≥ 1000 BLE-Beacons
R-L3-3	Eine Referenz mit einem Projektvolumen von ≥ 150.000 EUR
R-L3-4	Eine Referenz mit nachgewiesenem produktivem Betrieb eines Beacon-Management-Systems mit ≥ 1000 verwalteten Beacon-Datensätzen
R-L3-5	Eine Referenz mit nachgewiesener dezentraler Belieferung an ≥ 3 Standorte/Regionen

3. Qualitative Bewertung

3.1. Übersicht

Das Konzept für Los 1 beschreibt die Bereitstellung, den Betrieb und die kontinuierliche Weiterentwicklung einer GPS-basierten Erhebungs-App zur smartphonegestützten Erfassung von ÖPNV-Nutzungsdaten.

Im Fokus steht die Frage, wie unter Realbedingungen – d.h. im Alltagsbetrieb mit heterogenen Endgeräten, Nutzungssituationen und Umgebungsbedingungen – stabile, belastbare und technisch nachvollziehbare Bewegungs- und Nutzungsdaten generiert werden.

Das Konzept legt dar,

- wie GPS-basierte Erhebungslogiken zuverlässig umgesetzt werden,
- wie Datenqualität, Plausibilisierung und Nachvollziehbarkeit sichergestellt werden und
- wie die Lösung nahtlos in das technische Gesamtsystem der Feldtests integriert wird.

Das Konzept für Los 2 beschreibt die Bereitstellung, den Betrieb und die Weiterentwicklung einer Beacon-basierten Erhebungs-App, deren Erhebungslogik auf der Detektion von BLE-Beacons in ÖPNV-Fahrzeugen basiert.

Zentral ist die zuverlässige beacon-gestützte Fahrterkennung unter Realbedingungen, insbesondere bei wechselnden Flottenausstattungen, regional unterschiedlichen Rahmenbedingungen und variierenden Testdesigns.

Das Konzept zeigt auf,

- wie die Beacon-basierte Erhebungslogik technisch umgesetzt wird,
- wie robuste Fahrterkennung und Datengüte auch bei Teil- oder Vollausstattung erreicht werden und
- wie sich die App flexibel in unterschiedliche regionale Feldtest-Szenarien integrieren lässt.

Das Konzept für Los 3 beschreibt die Bereitstellung von Beacon-Hardware über einen Rahmenvertrag sowie den Aufbau, Betrieb und die Weiterentwicklung eines herstellerunabhängigen Beacon-Management-Systems.

Ziel ist der Aufbau einer interoperablen, skalierbaren und zentral steuerbaren Beacon-Infrastruktur, die den phasenweisen Feldtestbetrieb zuverlässig unterstützt.

Das Konzept erläutert,

- wie Beacon-Hardware interoperabel beschafft und eingesetzt wird,
- wie ein einheitliches Beacon-Management über Hersteller- und Regionengrenzen hinweg erfolgt und
- wie Betrieb, Monitoring und Weiterentwicklung der Infrastruktur langfristig abgesichert werden.

3.2. Los 1 – GPS-basierte Erhebungs-App

Aufgabe

Erstellen Sie ein technisches Lösungskonzept zur Bereitstellung, zum Betrieb und zur Weiterentwicklung einer GPS-basierten Erhebungs-App für die Nutzungsdatenerfassung im ÖPNV (max. 5 Seiten). Das Konzept soll darlegen, wie die angebotene Lösung die geforderten funktionalen, technischen, datenschutzrechtlichen und betrieblichen Anforderungen erfüllt und wie sie als eigenständiger GPS-only-Ansatz sowie im Zusammenspiel mit Beacon-gestützten Komponenten betrieben werden kann.

Inhalte des Konzepts

1. Technische Lösungsarchitektur und Systemdesign

Der Bieter beschreibt die Gesamtarchitektur seiner Lösung einschließlich App, Backend, Datenverarbeitung und Schnittstellen. Erwartet wird eine nachvollziehbare Darstellung, wie die Lösung als White-Label-Anwendung auf marktüblichen iOS- und Android-Endgeräten betrieben wird und wie die technische Anschlussfähigkeit an die übrigen Lose und Arbeitspakete sichergestellt ist.

2. GPS-basierte Datenerfassung und Erhebungslogik

Das Konzept soll die Erfassungslogik darlegen, insbesondere die kontinuierliche oder ereignisbasierte GPS-Erfassung, die Aktivierung über Gyroskop/Fitnessdaten, die Robustheit bei wechselnden Empfangsbedingungen sowie die Einhaltung der technischen Mindestanforderungen (≤ 15 m CEP50, Erfassungsintervall ≤ 5 s, Akkuverbrauch ≤ 8 %/h). Darzulegen ist, wie die Erfassung unter Realbedingungen belastbare Rohdaten liefert.

3. Auswertungsalgorithmus und fachliche Aufbereitung

Der Bieter beschreibt den Algorithmus zur Überführung der Rohdaten in ÖPNV-relevante Erhebungsdaten. Erwartet wird eine Darstellung der Fahrterkennung, Verkehrsmittelzuordnung, Segmentierung, Plausibilisierung und Fehlererkennung sowie der Möglichkeit zur Parametrisierung und Weiterentwicklung während der Feldtestphasen.

4. Konnektivität, Interoperabilität und Schnittstellenkonzept

Das Konzept soll darlegen, wie die App interoperabel mit dem Beacon-Management-System (Los 3), Fahrplan- und Referenzdaten (GTFS, GeoJSON, DHID), Backend-Systemen sowie Registrierungsprozessen zusammenwirkt. Erwartet wird der Nachweis der Kompatibilität mit mindestens zwei Beacon-Hardwareherstellern und die Bereitstellung dokumentierter REST-APIs (JSON, OAuth 2.0).

5. Nutzerführung, User Interface und White-Label-Fähigkeit

Darzustellen ist, wie ein intuitives, barrierearmes UI bereitgestellt wird, das den Anforderungen des Barrierefreiheitsstärkungsgesetzes (EN 301549 / WCAG 2.1 AA) entspricht. Erwartet wird eine nachvollziehbare Darstellung der White-Label-Umsetzung, der Nutzerführung über alle Feldtestphasen sowie der transparenten Darstellung des Erhebungsstatus.

6. Datenschutz, IT-Sicherheit und rechtliche Anforderungen

Der Bieter beschreibt, wie Datenschutz (DSGVO, Privacy by Design/Default,

Datensparsamkeit, Zweckbindung), IT-Sicherheit (Verschlüsselung, rollenbasierte Zugriffe, Incident-Handling) und die Begrenzung auf ÖPNV-relevante Daten technisch und organisatorisch umgesetzt werden.

7. Betrieb, Monitoring, Qualitätssicherung und Skalierbarkeit

Das Konzept soll darlegen, wie stabiler Produktivbetrieb, Monitoring (Verfügbarkeit $\geq 99,0\%$, Upload-Verhalten, Fehlerzustände), Versionierung, Release-Management, Incident-Handling sowie die Skalierbarkeit auf steigende Nutzerzahlen und regionale Ausweitung sichergestellt werden.

Ziel der Aufgabe

Ziel ist es, die technische Lösungsqualität, Umsetzungsfähigkeit und Feldtesteignung der angebotenen GPS-basierten Erhebungs-App zu bewerten. Erkennbar werden sollen insbesondere die Erfassungsgenauigkeit und -stabilität unter Realbedingungen, die Qualität des Auswertungsalgorithmus, die Interoperabilität mit dem Gesamtsystem sowie die Einhaltung der datenschutzrechtlichen und sicherheitstechnischen Anforderungen.

Bewertungsmatrix Los 1 – GPS-basierte Erhebungs-App

Bewertung	Beschreibung der Leistung
0 Punkte	Das Konzept geht nicht oder nur in völlig unzureichender Form auf die Anforderungen an Los 1 ein. Zentrale technische, funktionale oder datenschutzrechtliche Anforderungen fehlen oder sind fachlich nicht nachvollziehbar. Eine feldtestgeeignete GPS-basierte Erhebungslösung ist nicht erkennbar.
25 Punkte	Das Konzept behandelt die Anforderungen an Los 1 nur oberflächlich. Erfassungslogik, Algorithmus, Schnittstellenkonzept oder Datenschutzumsetzung sind unvollständig oder unsystematisch dargestellt. Wesentliche technische Mindestanforderungen (z. B. Genauigkeit, Akkuverbrauch, Erfassungsintervall) bleiben ungeklärt oder werden nicht adressiert.
50 Punkte	Das Konzept deckt die zentralen Anforderungen an Los 1 grundsätzlich ab. GPS-Erfassung, Algorithmus, Interoperabilität und Betriebskonzept sind beschrieben, jedoch teilweise abstrakt, ohne ausreichende Umsetzungsnähe oder ohne vollständigen Nachweis der technischen Mindestanforderungen.
75 Punkte	Das Konzept stellt eine schlüssige, strukturierte und nachvollziehbare technische Lösung dar. Erfassungslogik, Auswertungsalgorithmus, Schnittstellenkonzept, Datenschutz und Betriebsfähigkeit sind konsistent und umsetzungsnah beschrieben. Die Einhaltung der technischen Mindestanforderungen ist plausibel dargelegt. Die Integration in das Gesamtsystem ist erkennbar.

**100
Punkte**

Das Konzept zeigt ein sehr hohes technisches Verständnis und eine herausragende Lösungsqualität. Alle Anforderungen – von der GPS-Erfassung über Algorithmus, Interoperabilität, Datenschutz bis hin zu Betrieb und Skalierbarkeit – sind vollständig, konsistent und praxisnah dargestellt. Die Lösung überzeugt durch Feldtesteignung, Robustheit und technische Exzellenz. Es bestehen keine erkennbaren inhaltlichen Lücken.

3.3. Los 2 – Beacon-basierte Erhebungs-App

Aufgabe

Erstellen Sie ein technisches Lösungskonzept zur Bereitstellung, zum Betrieb und zur Weiterentwicklung einer Beacon-basierten Erhebungs-App für die Nutzungsdatenerfassung im ÖPNV (max. 5 Seiten). Das Konzept soll darlegen, wie die Erhebung durch das Zusammenspiel aus Bewegungsdaten des mobilen Endgeräts und der Detektion von BLE-Beacons ausgelöst und fachlich verwertbar verarbeitet wird.

Inhalte des Konzepts

1. **Technische Lösungsarchitektur und Systemdesign** Der Bieter beschreibt die Gesamtarchitektur der Beacon-basierten Lösung einschließlich App, Backend, Beacon-Erkennung und Datenverarbeitung. Erwartet wird eine nachvollziehbare Darstellung, wie die Lösung als White-Label-Anwendung in das technische Gesamtsystem (Beacon-Hardware, Beacon-Management-System, Backend) integriert wird und wie der Betrieb in Testregionen mit Teil- oder Vollausstattung gewährleistet ist.
2. **Beacon-basierte Erhebungslogik und Aktivierungsmechanismus** Das Konzept soll die Beacon-basierte Start-/Stop-Logik darlegen: Aktivierung über Bewegungsdaten (Gyroskop/Fitnessdaten) in Kombination mit Beacon-Detektion, keine Aktivierung allein durch GPS, Beendigung bei Verlust des Beacon-Signals. Darzulegen ist die Robustheit bei wechselnden Signalstärken, Multi-Beacon-Szenarien und typischen Störungen. Die Einhaltung der technischen Mindestanforderungen (BLE-Erkennung ab -90 dBm RSSI, Scan-Intervall ≤ 3 s, Akkuverbrauch ≤ 8 %/h) ist nachzuweisen.
3. **Auswertungsalgorithmus und fachliche Aufbereitung** Der Bieter beschreibt den Algorithmus, der aus Beacon-Erkennungen, Bewegungsdaten und ggf. ergänzenden Standortdaten belastbare ÖPNV-Erhebungsdaten ableitet. Erwartet wird eine Darstellung der Fahrterkennung, Verkehrsmittelzuordnung, Plausibilisierung und Fehlererkennung unter Berücksichtigung, dass die Erhebung im Schwerpunkt Beacon-basiert erfolgt.
4. **Konnektivität zum Beacon-Management-System und Interoperabilität** Das Konzept soll darlegen, wie die App über REST-API (JSON) Beacon-Zuordnungsdaten (Beacon-ID, Fahrzeugkennung, Linien-/Betreiberzuordnung, Aktivierungsstatus) vom BMS bezieht, wie die Aktualisierung erfolgt (mindestens täglich, ergänzend ereignisbasiert) und wie die Kompatibilität mit mindestens zwei Beacon-Hardwareherstellern ohne proprietäre SDKs sichergestellt wird.
5. **Nutzerführung, User Interface und White-Label-Fähigkeit** Analog zu Los 1: Darstellung eines intuitiven, barrierearmen UI, transparente Anzeige des Beacon-Erhebungsstatus, Bluetooth-Freigaben und White-Label-Umsetzung.
6. **Datenschutz, IT-Sicherheit und rechtliche Anforderungen** Darstellung der datenschutzkonformen Verarbeitung von Bewegungsdaten, Beacon-Erkennungen und ggf. ergänzenden Standortdaten. Sicherstellung, dass Daten nur insoweit verarbeitet werden, wie für die fachliche Erhebung erforderlich.

7. **Betrieb, Monitoring, Qualitätssicherung und Skalierbarkeit** Darstellung des stabilen Produktivbetriebs einschließlich Monitoring der Beacon-Erkennung, Upload-Verhalten, Fehlerzustände und Performance. Skalierbarkeit auf steigende Nutzerzahlen und regionale Ausweitung.

Ziel der Aufgabe

Ziel ist es, die technische Lösungsqualität, die Feldtesteignung und den spezifischen Mehrwert der Beacon-basierten Erhebungslogik zu bewerten. Erkennbar werden sollen insbesondere die Robustheit der Beacon-Erkennung unter Realbedingungen, die Qualität der Beacon-basierten Fahrterkennung, die Interoperabilität mit dem Beacon-Management-System sowie die Abgrenzung zum GPS-only-Verfahren.

Bewertungsmatrix Los 2 – Beacon-basierte Erhebungs-App

Bewertung	Beschreibung der Leistung
0 Punkte	Das Konzept geht nicht oder nur in völlig unzureichender Form auf die Anforderungen an Los 2 ein. Eine tragfähige Beacon-basierte Erhebungslogik ist nicht erkennbar. Zentrale Anforderungen an Beacon-Detektion, Start-/Stop-Logik oder Interoperabilität fehlen.
25 Punkte	Das Konzept behandelt die Beacon-basierte Erhebung nur oberflächlich. Die Start-/Stop-Logik, die Abgrenzung zur GPS-basierten Aktivierung, Multi-Beacon-Szenarien oder die Anbindung an das Beacon-Management-System sind unvollständig oder unsystematisch dargestellt. Technische Mindestanforderungen bleiben ungeklärt.
50 Punkte	Das Konzept deckt die zentralen Anforderungen grundsätzlich ab. Beacon-Erkennung, Erhebungslogik, Algorithmus und Interoperabilität sind beschrieben, jedoch teilweise ohne ausreichende Tiefe hinsichtlich der Robustheit im Realbetrieb, der Multi-Beacon-Fähigkeit oder der herstellerunabhängigen Kompatibilität.
75 Punkte	Das Konzept stellt eine schlüssige Beacon-basierte Erhebungslösung dar. Start-/Stop-Logik, Beacon-Erkennung, Algorithmus und BMS-Anbindung sind konsistent und nachvollziehbar beschrieben. Die Robustheit bei wechselnden Signalbedingungen und die Kompatibilität mit mehreren Beacon-Herstellern sind plausibel dargelegt.
100 Punkte	Das Konzept zeigt ein sehr hohes Verständnis der Beacon-basierten Erhebungslogik. Alle Anforderungen – von der Beacon-Detektion über Algorithmus, BMS-Anbindung, Datenschutz bis Skalierbarkeit – sind vollständig, konsistent und praxisnah dargestellt. Der Mehrwert gegenüber GPS-only ist klar herausgearbeitet. Es bestehen keine erkennbaren Lücken.

3.4. Los 3 – Beacon-Hardware und Beacon-Management-System

Aufgabe

Erstellen Sie ein technisches Lösungskonzept zur Bereitstellung von Beacon-Hardware über einen Rahmenvertrag sowie zum Aufbau, Betrieb und zur Weiterentwicklung eines herstellerunabhängigen Beacon-Management-Systems (max. 5 Seiten). Das Konzept soll darlegen, wie eine einheitliche, interoperable und übergreifend steuerbare Beacon-Infrastruktur für den phasenweisen Feldtestbetrieb in unterschiedlichen regionalen Ausstattungsgraden bereitgestellt wird.

Inhalte des Konzepts

- 1. Beacon-Hardware: Technische Eignung und Spezifikationserfüllung** Der Bieter beschreibt die angebotene Beacon-Hardware und weist die Einhaltung der technischen Mindestspezifikationen nach: Schutzklasse \geq IP54, Temperaturbereich - 25 °C bis +70 °C, Batterielevensdauer \geq 60 Monate (bei 300 ms/0 dBm), Signalreichweite \geq 10 m, BLE \geq 4.2 (5.0 bevorzugt), offener Standard (iBeacon/AltBeacon), CE-/EMV-/EN-Zertifizierungen. Darzulegen ist die Eignung für verschiedene Fahrzeugtypen des ÖPNV.
- 2. Installation, Rückbau und betriebliche Handhabbarkeit** Das Konzept soll darlegen, wie die Beacons ohne mechanische Veränderungen installiert, rückstandsfrei entfernt und in verschiedenen Fahrzeugtypen (Bus, U-Bahn, Tram, Zug, Fähre, On-Demand) eingesetzt werden. Erwartet wird eine Installationslogik je Fahrzeugtyp sowie eine Beschreibung des Batterie- und Wartungsmanagements.
- 3. Rahmenvertrag, Logistik und Skalierbarkeit der Hardware** Darzulegen ist die Ausgestaltung des Rahmenvertrags für dezentrale Abrufe, die Lieferfähigkeit (\leq 2 Wochen, Kapazitätsbereitstellung bis Q4 2026), die Nachbestellbarkeit zum selben Preis sowie eine verbindliche Aussage zur Skalierbarkeit für einen bundesweiten Rollout (50.000–100.000 Beacons).
- 4. Beacon-Management-System: Funktionale Architektur und Nutzeroberfläche** Der Bieter beschreibt das BMS einschließlich webbasierter Nutzeroberfläche, Stammdatenpflege (Beacon-ID, Fahrzeugkennung, Verbund/Betreiber/VU), QR-Code-Scan, versionierter Änderungsdocumentation, Fehlererkennung (automatisierte Warnmeldungen bei Nicht-Erkennung \geq 48 h) und Monitoring-Dashboard. Technische Mindestanforderungen: Verfügbarkeit \geq 99,5 %, Kapazität \geq 50.000 Datensätze, Ladezeiten \leq 3 s, \geq 30 gleichzeitige Nutzer.
- 5. Herstellerunabhängigkeit, Rückwärtskompatibilität und Mehrherstellerefähigkeit** Das Konzept soll darlegen, wie das BMS herstellernerneutral ausgestaltet ist, Beacons unterschiedlicher Hersteller und Typen gleichzeitig verwaltet, bestehende Beacon-Bestände einbindet und wie der Einbindungsprozess für neue Hersteller (Aufwand, Zeitrahmen) beschrieben wird. Nachweis der gleichzeitigen Verwaltung von Beacons mindestens zweier Hersteller.
- 6. API-Fähigkeit, Schnittstellen und Interoperabilität** Darstellung der REST-API (JSON, OAuth 2.0/API-Keys, versioniert, OpenAPI/Swagger), der bereitzustellenden Daten (Beacon-ID, Fahrzeugkennung, Linien-/Betreiberzuordnung, Status,

Zeitstempel) und der Interoperabilität mit Tracking-Apps (Los 1, Los 2), Backend-Systemen und AP 1 (Profitester-Schnittstelle). Latenz ≤ 2 s.

7. **Datenschutz, IT-Sicherheit, Rollen und Rückbau** Darstellung des Datenschutzkonzepts (Hosting in Deutschland, DSGVO), des rollenbasierten Berechtigungskonzepts (Administration, Pflege, QS, Lese-/Prüfzugriff), des Drittzugriffskonzepts sowie des Rückbau- und Decommissioning-Konzepts (Hardware und System).

Ziel der Aufgabe

Ziel ist es, die technische Eignung der Beacon-Hardware, die funktionale Qualität und Interoperabilität des Beacon-Management-Systems sowie die Umsetzbarkeit des Rahmenvertrags zu bewerten. Erkennbar werden sollen insbesondere die Erfüllung der technischen Mindestspezifikationen, die Herstellerunabhängigkeit, die Skalierbarkeit und die Feldtesteignung der Gesamtlösung.

Bewertungsmatrix Los 3 – Beacon-Hardware und Beacon-Management-System

Bewertung	Beschreibung der Leistung
0 Punkte	Das Konzept erfüllt die Anforderungen an Los 3 nicht. Weder die Beacon-Hardware noch das Beacon-Management-System sind in einer für den Feldtest tragfähigen Form beschrieben. Technische Mindestspezifikationen werden nicht adressiert.
25 Punkte	Das Konzept beschreibt Hardware und/oder BMS nur in Grundzügen. Wesentliche Aspekte – technische Spezifikationen, Herstellerunabhängigkeit, Rahmenvertragslogik, API-Fähigkeit oder Installations-/Rückbaukonzept – bleiben unklar oder unvollständig. Die Eignung für den Feldtestbetrieb ist nicht hinreichend erkennbar.
50 Punkte	Das Konzept deckt die zentralen Anforderungen an Hardware und BMS grundsätzlich ab. Technische Eignung, Rahmenvertrag, Nutzeroberfläche und Schnittstellen sind beschrieben, jedoch teilweise ohne ausreichende Tiefe hinsichtlich Herstellerunabhängigkeit, Skalierbarkeit oder betrieblicher Handhabbarkeit im Realeinsatz.
75 Punkte	Das Konzept stellt eine schlüssige, integrierte Lösung aus Beacon-Hardware und BMS dar. Technische Spezifikationen werden nachvollziehbar erfüllt, Rahmenvertrag und Logistik sind praxisnah beschrieben, das BMS ist herstellerunabhängig und API-fähig. Installations-, Betriebs- und Rückbaukonzept sind konsistent dargelegt.
100 Punkte	Das Konzept zeigt ein sehr hohes Verständnis der technischen, betrieblichen und organisatorischen Anforderungen. Hardware-Spezifikationen werden vollständig und überzeugend erfüllt, das BMS ist herstellerunabhängig, skalierbar und praxisnah. Rahmenvertrag, Logistik, API, Monitoring, Datenschutz und Rückbau sind lückenlos und konsistent dargestellt. Die Lösung überzeugt durch Feldtesteignung und Zukunftsfähigkeit.