

Leistungsbeschreibung

für Mobilfunkmesssysteme

Inhaltsverzeichnis

1	Präambel	2
1.1	Begriffsklärung	2
1.2	Vertragsart.....	2
2	Einleitung	2
3	Allgemeine Bestimmungen	3
3.1	Anforderungen an den Auftragnehmer.....	3
3.2	Angebotsabgabe.....	3
3.3	Dokumentation	4
3.4	Lieferung	4
4	Spezifikation der Messtechnik	4
4.1	Systemüberblick und Architektur	4
4.2	User Equipment (UE)	5
4.3	Mess- und Steuerungssoftware	5
4.4	Netzwerkscanner.....	6
4.5	Drive-Test.....	7
4.6	Walk-Test.....	7
4.7	Datenauswertung.....	7
4.8	Beistellungen	8
5	Sonstiges	8
5.1	Wartung und Service	8
5.1.1	Wartung.....	8
5.1.2	Support.....	8
5.2	Schulung und Training.....	9

1 Präambel

1.1 Begriffsklärung

Zur Klärung der in der nachfolgenden Leistungsbeschreibung genutzten Begriffe sowie die generell gültigen Regeln werden diese hier kurz erläutert:

- Auftraggeber:
Auftraggeber (AG) dieser Leistungsbeschreibung ist die Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU)
- Auftragnehmer bzw. Bieter:
Auftragnehmer (AN) oder Bieter sind gleichwertige Begriffe und beschreiben das Unternehmen, das an der öffentlichen Ausschreibung teilnimmt. Die angebotenen Produkte müssen nicht vom Auftragnehmer sein, sondern können von anderen Herstellern sein.
- Hersteller:
Der Hersteller ist das Unternehmen, das die Produkte des Angebotes herstellt. Der Auftragnehmer muss mit den Produkten vertraut sein oder einen Kontakt zum Hersteller haben, um Rückfragen beantworten zu können.
- Dritte:
Als Dritter bezeichnet diese Ausschreibung Unternehmen, die vom Auftragnehmer unterbeauftragt werden. Dritte müssen durch den Auftragnehmer vorab mit Namen und Ansprechpartner benannt werden. Wenn der Auftragnehmer Dritte zertifiziert, müssen diese Zertifikate nachgewiesen werden.

Die Projektsprache, in der die Kommunikation und Dokumentation im Projekt durchgeführt wird, ist generell Deutsch, aber eingeschränkt auch in Englisch möglich.

1.2 Vertragsart

Es wird ein Vertragsabschluss auf Basis des EVB-IT Systemlieferungsvertrags inklusive der dazugehörenden AGBs angestrebt.

2 Einleitung

Die vorliegende Leistungsbeschreibung spezifiziert ein mobiles Messsystem für Mobilfunknetze, das im Rahmen des Projekts Kompetenzzentrum für smarte Konnektivität (im Folgenden KSK) am Lehrstuhl für Funkkommunikation und Navigation der RPTU Kaiserslautern-Landau zur empirischen Datenerhebung und messtechnischen Validierung öffentlicher Mobilfunknetze sowie privater Campusnetze beschafft wird. Das KSK ist ein vom Bundesministerium für Digitales und Staatsmodernisierung gefördertes Forschungsprojekt und fungiert als hersteller- und technologie neutrale Test- und Transferplattform. Ziel ist es, die Einführung wirtschaftlich tragfähiger digitaler Konnektivitätslösungen in Deutschland zu beschleunigen und kleine und mittlere Unternehmen sowie öffentliche Einrichtungen bei Auswahl, Bewertung und Skalierung von Konnektivitätstechnologien neutral und anwenderorientiert zu unterstützen.

Im Fokus dieser Ausschreibung steht die Messung der Leistungsfähigkeit von Mobilfunknetzen aus Endnutzersicht. Erfasst sollen die vier in Deutschland aktiven Mobilfunknetzbetreiber, um deren Dienstgüte (QoS) und die erlebbare Qualität (QoE) unter vergleichbaren und reproduzierbaren Bedingungen gegenüberzustellen. Geplant sind insbesondere Benchmark-Tests, bei denen sowohl mehrere Endgeräte innerhalb eines Netzes als auch alle vier Netzbetreiber gleichzeitig untersucht

werden. Diese Messungen sollen flexibel durchführbar sein – im Fahrzeug (Drive-Test) oder zu Fuß (Walk-Test). Außerdem sind Tests in privaten Campusnetzen und in privaten Slices öffentlicher Netze vorgesehen. Hierfür soll ein autarkes Gesamtsystem beschafft werden, das 16 handelsübliche Smartphones als Messendgeräte verwendet und die mit einer Mess- und Steuerungssoftware zur synchronen, parallelen Steuerung angesprochen werden. Das System soll die vom AG beigestellten Netzwerkscanner (Rohde und Schwarz TSM8) zur passiven Vermessung des Spektrums integrieren oder der AN inkludiert Netzwerkscanner mit den in Kapitel 4.4 beschriebenen Anforderungen in sein Angebot. Es sollen unabhängige Trägerplattformen für ein Fahrzeug (Dachbox mit Kühlung und Kofferraumhalterung), und den Fußgängerbetrieb (Messrucksack) sowie eine Software zur Auswertung und zum offenen Export der Messdaten beinhalten. Soweit technisch sinnvoll möglich, soll die Hardware – insbesondere Messendgeräte und Computer – sowohl im Drive-Test als auch im Walk-Test verwendet werden können, sodass gemeinsam nutzbare Komponenten nicht doppelt beschafft werden.

3 Allgemeine Bestimmungen

3.1 Anforderungen an den Auftragnehmer

Der Auftragnehmer hat mit Angebotsabgabe folgende Anforderungen nachzuweisen. Der fehlende Nachweis eines Punktes führt dabei automatisch zum Ausschluss aus dem Vergabeverfahren.

- ISO 9001:2015 Zertifizierung des Unternehmens
- Referenzliste mit mindestens zwei vergleichbar großen Messsystemen inkl. Ansprechpartner beim Nutzer
- Verpflichtende Angabe zu Lieferzeit und Inbetriebnahme nach Auftragserteilung. Bei Teillieferungen und Teilinbetriebnahmen muss eine Aufschlüsselung über die entsprechende Verteilung der Lieferzeiten und Inbetriebnahmen angegeben werden.

3.2 Angebotsabgabe

Für die Abgabe von Geboten gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Das Angebot muss ein für sich selbst lauffähiges, autarkes System enthalten, das keine weiteren Komponenten benötigt, die nicht im Angebot enthalten sind oder vom AG explizit beigestellt werden. Benötigte Serverinfrastruktur ist hiervon ausgenommen (siehe 4.1).
- Bei den Komponenten muss es sich um Fabrikneuware handeln.
- Die Zahlung erfolgt in Gänze nach Systeminbetriebnahme und gemeinsamer Abnahme.
- Die Laufzeit der zeitlich begrenzten Lizenzen beginnt mit der endgültigen gemeinsamen Abnahmezahl
- Leistungen, die im Angebot enthalten sind, und vom Anbieter auf monatlicher/jährlicher Basis abgerechnet werden (wie z.B. Lizenzgebühren), müssen im Angebot für die Gesamtlaufzeit bis mindestens 31.12.2029 aufgeführt werden, sodass sich keine dauerhafte Abrechnung, sondern ein Gesamtbetrag ergibt. Dabei ist eine Aufschlüsselung über das Zustandekommen der Kosten dennoch mit anzugeben.
- Die für Betrieb, Steuerung und Auswertung erforderlichen Softwarelizenzen sind nach Möglichkeit als dauerhafte Lizenzen (Kauflizenzen) anzubieten. Ist dies für einzelne Komponenten nicht möglich und werden stattdessen zeitlich begrenzte Lizenzen (Miet-/Abonnementlizenzen) angeboten und ist im Angebot nachvollziehbar aufzuschlüsseln: (a) welche Lizenzen betroffen sind, (b) was nach Ablauf der Projektlaufzeit (bis 31.12.2029) mit

der Nutzbarkeit der Software und den damit erfassten Daten geschieht und (c) welche Kosten für eine Weiternutzung über die Projektlaufzeit hinaus anfallen.

- Die Preisobergrenze dieser Ausschreibung beträgt 625.000 € brutto.

3.3 Dokumentation

Für jedes Produkt und jede Software-Suite des Messsystems ist eine Dokumentation bevorzugt in deutscher und zwingend in englischer Sprache mitzuliefern. Die Dokumentation ist in digitaler Form zu liefern und umfasst notwendige Installationsanweisungen, Montageanleitungen, Schaltbilder, Datenblätter, Lizenzen, Zertifikate sowie Bedienungsanleitungen. Die Dateien sind entweder auf einem USB-Stick (mit allen Dokumentationen der mitgelieferten Produkte) oder als ein einziger Download (z.B. als komprimierte Datei) mit allen Dokumentationen zur Verfügung zu stellen. Zusätzliche nützliche Informationen für die Benutzer sind erwünscht.

3.4 Lieferung

Die Lieferung der im Folgenden beschriebenen Komponenten sollte schnellstmöglich erfolgen, spätestens jedoch zum 31.10.2026. Bei voraussichtlicher Nichteinhaltung der zuvor vereinbarten Liefertermine ist der Auftraggeber unverzüglich zu benachrichtigen und eine zeitlich unbefristete Bankbürgschaft* in Höhe der nichtgelieferten Komponenten zu stellen. Die Laufzeit zeitlich begrenzter Lizenzen sowie etwaiger Wartungs-, Pflege- und Supportzeiträume beginnt erst mit der erfolgreichen Abnahme bzw. Inbetriebnahme des Gesamtsystems, nicht bereits mit Lieferung oder Aktivierung einzelner Komponenten. Lieferungen müssen dem Auftraggeber eine Woche vorher angekündigt werden. Die Adresse für die Anlieferung ist:

RPTU Kaiserslautern-Landau
Paul-Ehrlich-Straße 11
67663 Kaiserslautern

4 Spezifikation der Messtechnik

Gegenstand der Beschaffung ist ein mobiles Messsystem zur anwenderorientierten Bewertung (QoS/QoE) sowie zur funktechnischen Vermessung von Mobilfunknetzen. Im Regelbetrieb erfasst das System die vier in Deutschland aktiven Mobilfunknetzbetreiber. Darüber hinaus muss das System private Campusnetze auf lokal zugeteiltem Spektrum (3,7–3,8 GHz, MCC 999) messen können.

Die Messtechnik muss in zwei Betriebsarten einsetzbar sein: Fahrzeugbetrieb (Drive-Test, Komponenten in Dachbox oder Kofferraum) und Fußgängerbetrieb (Walk-Test, Rucksack). Der Wechsel zwischen diesen muss durch eingewiesenes Personal möglich sein. Ist dabei Spezialwerkzeug notwendig muss dieses im Angebot enthalten sein.

4.1 Systemüberblick und Architektur

Allgemeine Anforderungen an das Gesamtsystem:

- Unterstützte Technologien: 5G NR im Standalone- (SA) und Non-Standalone-Betrieb (NSA), LTE
- Parallele, zeitlich synchronisierte Messung mit allen 16 Messendgeräten und den Scannern unter einer gemeinsamen Steuerung.
- Soweit technisch sinnvoll möglich, soll die Hardware – insbesondere Messendgeräte und Netzwerkscanner – sowohl im Drive-Test als auch im Walk-Test verwendet werden können, sodass gemeinsam nutzbare Komponenten nicht doppelt beschafft werden müssen.
- Georeferenzierung aller Messdaten über Multi-GNSS (z. B. GPS, Galileo, GLONASS) mit Zeitstempel; für Innenräume Positionierung über Indoor-Karten/Wegpunkte oder

gleichwertiges Verfahren. Wünschenswert ist zusätzlich eine Lösung, bei der ein vorhandenes ICE-Board-WLAN zur Positionsbestimmung herangezogen werden kann. So werden Lücken in der Georeferenzierung der Messwerte verringert.

- Gemeinsame, synchronisierte Zeitbasis aller Komponenten, sodass Messungen geräteübergreifend vergleichbar sind.
- Offene, dokumentierte Datenformate und Exportschnittstellen (siehe 4.7), damit der Auftraggeber eigenständige, technologieübergreifende Auswertungen durchführen kann.
- Über die offenen Schnittstellen hinaus, muss eine Analysesoftware des Herstellers enthalten sein, mit der sich die erfassten Messdaten unmittelbar auswerten lassen (siehe 4.7)
- Autarkes Gesamtsystem im Sinne von Abschnitt 3.2: alle für Betrieb, Steuerung und Auswertung erforderlichen Komponenten, Kabel, Lizenzen und Halterungen sind im Angebot enthalten. Benötigte Serverinfrastruktur ist hiervon ausgenommen.
- Die erfassten Messdaten müssen auf einem vom Auftraggeber selbst betriebenen Server (On-Premise) gespeichert und verarbeitet werden können; die angebotene Software muss hierfür auf einer vom Auftraggeber bereitgestellten Infrastruktur lauffähig sein. Sofern die angebotene Lösung eine selbstgehostete Datenhaltung nicht unterstützt, ist ersatzweise eine DSGVO-konforme Server-Infrastruktur mit Datenhaltung innerhalb der EU zu verwenden. Das Datenhaltungs- und Hostingkonzept ist im Angebot vollständig zu beschreiben, einschließlich der erforderlichen System- und Ressourcenanforderungen.

4.2 User Equipment (UE)

- Das Angebot muss 16 High-End-Smartphones, mit einem zum Lieferzeitpunkt aktuellen Qualcomm-Snapdragon-Chipsatz, als Messendgeräte umfassen.
- Die Endgeräte sind durch den Bieter als Teil des Gesamtsystems zu liefern, mit der angebotenen Mess- und Steuerungssoftware (4.3) vollständig kompatibel und vom Bieter validiert.
- Jedes Gerät muss 5G NR (SA und NSA), LTE unterstützen und einer zum Lieferzeitpunkt aktuellen, marktverfügbaren Geräteklasse entsprechen.
- Einheitliche, zentral verwaltbare Gerätekonfiguration über die Steuerungssoftware.
- SIM-Karten und Mobilfunkverträge werden vom Auftraggeber gestellt; die Geräte müssen Standard-SIM unterstützen.

4.3 Mess- und Steuerungssoftware

Die endgeräteseitige Messsoftware muss auf jedem UE definierte, reproduzierbare Testabläufe steuern und dabei je Test sowohl Anwendungs-KPIs (QoE) als auch Funk- und Netzparameter (QoS) einschließlich Signalisierung/Layer-3 erfassen, soweit verfügbar.

Je UE müssen mindestens die folgenden Funk- und Netzparameter erfasst werden:

- 5G NR: SS-RSRP, SS-RSRQ, SS-SINR
- LTE: RSRP, RSRQ, SINR
- Jeweils mit zugehöriger Zell- bzw. Beam-Information, soweit vom Gerät bereitgestellt

Darüber hinaus müssen mindestens folgende aktive Testfälle und Messverfahren unterstützt werden und zeit- und ortsbasiert steuerbar sein:

- Datendurchsatz im Downlink und Uplink
- Latenz/Round-Trip-Time (Ping), Paketverlust und Jitter
- Pfad-/Routenanalyse mittels Traceroute
- Interaktivitätstest zur Bewertung der Netz-Responsiveness unter Last gemäß ITU-T G.1051, mit Erfassung von Latenz, Paketlaufzeitschwankung (Jitter) und Paketverlust; die Testlast muss

anwendungstypische Verkehrsmuster nachbilden (z. B. Cloud Gaming, echtzeitnahe Prozessautomatisierung in der Industrie 4.0)

- Unterstützung von Messungen auf dedizierten Netzwerk-Slices (5G Network Slicing), sowohl in öffentlichen Netzen als auch in privaten Campusnetzen; einzelne Testabläufe müssen einem definierten Slice (S-NSSAI) zugeordnet und slicebezogene KPIs erfasst werden können.

Die zentrale Steuerung muss alle 16 UEs und den Scanner parallel und zeitsynchron aus einer gemeinsamen Bedienoberfläche steuern und dabei abgestimmte Testpläne zum direkten Netzvergleich verteilen. Es muss möglich sein, den Betriebszustand aller Komponenten (Geräte, GNSS, laufende Tests, Fehlerzustände) in Echtzeit zu überwachen.

Wünschenswert ist die Unterstützung einer automatisierten Messkampagne in Innenräumen durch eine Schnittstelle zwischen der Messtechnik und einem mobilen Roboter. Die Schnittstelle sollte folgende Befehle/Nachrichten unterstützen:

- Start einer vorgefertigten Messung
- Meldung über das Ende der Messung
- Übermittlung der aktuellen Koordinaten an das Messsystem

4.4 Netzwerkscanner

Vom Auftraggeber werden R&S TSMA8 Netzwerkscanner beigelegt. Die angebotene Mess- und Steuerungssoftware muss diesen vom Auftraggeber bereitgestellten Scanner vollständig einbinden und ansteuern können: Steuerung über die gemeinsame Bedienoberfläche, Zeitsynchronisation mit den Messendgeräten sowie Datenerfassung und -export gemäß 4.1 und 4.7. Der bereitgestellte Scanner ist nicht Bestandteil des Lieferumfangs. Sofern die angebotene Lösung diesen Scanner nicht ansteuern kann, muss das Angebot stattdessen einen eigenen Netzwerkscanner enthalten, der die nachfolgenden Mindestanforderungen erfüllt und vollständiger Bestandteil des Lieferumfangs ist.

Mindestanforderungen an einen im Angebot enthaltenen Netzwerkscanner:

- Autonomer, betreiber- und SIM-unabhängiger Funkscanner, der 5G NR (SA und NSA), LTE unterstützt
- Bandbreite: mindestens 100 MHz
- Es muss der Frequenzbereich von 450 MHz – 7,25 GHz unterstützt werden
- Messrate und Empfindlichkeit müssen für Messfahrten bei üblichen Verkehrsgeschwindigkeiten geeignet sein
- Der Betrieb muss sowohl im Fahrzeug als auch im Fußgängerbetrieb gewährleistet sein.
- Batteriebetrieb für den mobilen Einsatz mit mindestens zwei Stunden Dauermessbetrieb; die Akkus müssen im laufenden Betrieb wechselbar sein (Hot-Swap), sodass ein unterbrechungsfreier Betrieb über eine gesamte Messkampagne möglich ist.

Wenn ein eigener Scanner angeboten wird, muss der Lieferumfang folgende Komponenten zusätzlich enthalten:

- Eine omnidirektionale Breitbandantenne, die den Frequenzbereich von min. 450 MHz – 7,25 GHz abdeckt
- Ein GNSS-Empfänger

4.5 Drive-Test

Das Fahrzeugsystem umfasst zwei voneinander unabhängige und fahrzeugunabhängige Aufnahmesysteme für die UEs: eine Dachbox und eine Kofferraumhalterung. Beide Aufnahmesysteme sind jeweils eigenständig und ohne die jeweils andere Komponente betreibbar auszulegen. Die Kofferraumhalterung ist nicht als baulicher Bestandteil der Dachbox auszuführen und stellt kein Zubehör der Dachbox dar. Dachbox und Kofferraumhalterung werden nicht gleichzeitig, sondern wahlweise eingesetzt. Komponenten, die in beiden Betriebsarten genutzt werden – insbesondere Netzwerkscanner (wenn nicht die vom AG beigestellten verwendet werden), aber auch die UEs, sind daher nur einmal vorzusehen und müssen sich zwischen Dachbox und Kofferraumhalterung umsetzen lassen. Eine doppelte Ausführung gemeinsam genutzter Komponenten ist nicht erforderlich. Die Stromversorgung beider Systeme wird über den 230-V-Anschluss des Fahrzeugs gewährleistet. Die Leistungsaufnahme des Gesamtsystems sollte offensichtlich spezifiziert sein.

Dachbox:

- Fahrzeugunabhängige Dachbox zur sicheren Montage der 16 UEs, mit aktiver Kühlung zur Sicherstellung einer konstanten Temperatur, ausgelegt für den Dauermessbetrieb während der Fahrt
- Eigenständig funktionsfähig; Montage auf handelsüblichen Dachträgersystemen ohne fahrzeugspezifische Anpassung

Kofferraumhalterung:

- Fahrzeugunabhängige Halterung zur sicheren Montage der 16 UEs im Kofferraum, unabhängig von der Dachbox einsetzbar
- Eigenständig funktionsfähig

4.6 Walk-Test

Das System umfasst eine tragbare Trägerplattform in Form eines Messrucksacks zur Aufnahme der Messendgeräte und weiterer Systemkomponenten. Der Messrucksack ist eigenständig betreibbar auszulegen und ermöglicht den parallelen Betrieb mehrerer Smartphones sowie die Integration eines Netzwerkscanners. Gemeinsam genutzte Komponenten sind, soweit technisch sinnvoll, identisch zum Drive-Test auszuführen. Eine doppelte Ausführung ist nicht erforderlich.

- Rucksack zur Aufnahme der UEs und des Netzwerkscanners, geeignet zum Tragen durch eine Person für den Einsatz in Außen- und Innenbereichen (z.B. öffentliche Gebäude, Bahnhöfe, Büro- und Industrieumgebungen). Der Betrieb muss auch in GNSS-eingeschränkten Umgebungen gewährleistet sein, wobei die Positionsbestimmung in Innenräumen über Indoor-Karten, Wegpunkte oder gleichwertige Verfahren zu erfolgen hat.
- Der Rucksack muss mindestens 12 der 16 Messendgeräte gleichzeitig aufnehmen und im Dauermessbetrieb betreiben können.
- Der Rucksack muss Lösungen für eine passive Kühlung der im Rucksack verbauten Komponenten (z. B. durch Lüfter) bieten; die im Dauermessbetrieb ein thermisches Drosseln der UEs und des Scanners verhindert.

4.7 Datenauswertung

- Auswertungssoftware zur Analyse aller Messergebnisse aus UE und Scanner, mit Lizenzen für mindestens 2 Arbeitsplätze

- Die angebotene Software muss auf einer vom Auftraggeber bereitgestellten Infrastruktur lauffähig sein. Der Bieter muss die hierfür erforderlichen System- und Ressourcenanforderungen vollständig angeben. Sofern die angebotene Lösung eine selbstgehostete Datenhaltung nicht unterstützt, ist ersatzweise eine DSGVO-konforme Server-Infrastruktur mit Datenhaltung innerhalb der EU zu verwenden.
- Ein offener, dokumentierter Datenexport in nicht-proprietäre Formate (z. B. CSV) muss möglich sein, sodass der Auftraggeber eigenständige, technologieübergreifende Auswertungen durchführen kann

4.8 Beistellungen

Der Auftraggeber stellt zu dem System ein TSMA8 mit Akkupack Unit von Rohde und Schwarz bereit, welches folgende Lizenzen beinhaltet:

- TSMA8-K50 (5G NR)
- TSMA8-K51 (5G NR Add-on)
 - Time-gated Messungen (Messung von Uplink-Interferenzen)
 - Time alignment Messungen (TAE) (Messen von exakter Ankunftszeit der Signalsequenz auf UTC- Zeitbasis)
 - Frequenzgenauigkeitsmessungen (Messungen der exakten Mittenfrequenz)
- TSMA8-K29 (4G (LTE-FDD und TD-LTE))
- TSMA8-K27 (Spektrummessung, RF Power Scan Messungen)
- TSMA8-K40 (Automatic Channel Detection)
- TSMA8-K30 (LTE-MIMO 2x2 und 4x2 LTE MIMO spezifische Messungen)

Des Weiteren sind folgende Lizenzen auf den alten QualiPocs von Rohde und Schwarz vorhanden die für das neue Angebot transferiert werden können.

- 3x QualiPoc Android DV-RF Lizenz (Samsung Galaxy S23+)
- 3x QualiPoc Android DV-RF Lizenz (Samsung Galaxy S25+)
- 1x QualiPoc Android DV-QA Lizenz (Samsung Galaxy S23+)
- 1x QualiPoc Android DV-QA Lizenz (Samsung Galaxy S25+)

5 Sonstiges

5.1 Wartung und Service

5.1.1 Wartung

Im Angebot müssen Angaben zu Wartungen, Lizenzen und Software-Updates pro Jahr angegeben werden. Für die Wartung ist Lab Support ausreichend, da das System nicht produktiv genutzt wird. Die Gewährleistung auf die Technik muss deutlich aufgeführt sein.

5.1.2 Support

Der Auftragnehmer muss über die gesamte Projektlaufzeit (bis mindestens 31.12.2029) Lab Support für die gelieferte Hard- und Software bereitstellen. Die Kommunikation sollte in deutscher, mindestens jedoch in englischer Sprache möglich sein. Der Support umfasst die Bearbeitung technischer Störungen, Unterstützung bei Konfigurations- und Anwendungsfragen sowie die Bereitstellung von Software-Updates und Fehlerbehebungen während der Projektlaufzeit. Sofern für die Fehleranalyse ein Fernzugriff erforderlich ist, sind die Voraussetzungen und Sicherheitsanforderungen dafür im Angebot zu beschreiben. Etwaige Kosten für den Support während der Projektlaufzeit sind im Angebot

anzugeben und in den Gesamtpreis einzurechnen. Ein Modell für die Supportkonditionen nach dem 31.12.2029 ist gemäß Abschnitt 3.2 separat aufzuschlüsseln.

5.2 Schulung und Training

Das Angebot des Anbieters muss auch entsprechende Schulungen und Trainings beinhalten, die benötigt werden, um die angebotene Hardware und Applikationen in vollem Umfang nutzen zu können. Dazu gehört die Nutzung der Hardware selbst, aber auch der zugehörigen Softwarekomponenten. Die Mitarbeiter des Auftraggebers sollen dadurch möglichst schnell fähig sein, das Messsystem selbstständig zu betreiben. Sollten die im Preisblatt aufgezeigten Schulungen nicht ausreichend sein, dann sollten die Preise der benötigten Schulung in den Kommentaren angegeben werden. Die Schulungen sollten jeweils für mindestens 5 Mitarbeiter möglich sein. Die Schulungen müssen im Jahr 2026 durchgeführt werden.

- Schulung zu Aufbau, Inbetriebnahme und Bedienung aller gelieferten Hardware-Komponenten, bevorzugt vor Ort mit Demonstration am Produkt
- Schulung zur Konfiguration und Durchführung von Messungen mit der Mess- und Steuerungssoftware,
- Schulung zur Bedienung des Netzwerkscanners und zur Interpretation der erfassten Messgrößen
- Schulung zur Nutzung der Auswertesoftware: Analyse und Datenexport
- Einweisung in den Wechsel zwischen Fahrzeug- und Fußgängerbetrieb sowie in die Umkonfiguration der Endgeräte auf Campusnetze

Eine Aufstellung weiterer sinnvoller (auch online) Trainings mit einer Kurzbeschreibung ist als Option im Angebot mit abzugeben.

*(1) Die Bürgschaftserklärung ist schriftlich mit der ausdrücklichen Bestimmung, dass die Bürgschaft deutschem Recht unterliegt, unter Verzicht auf die Einreden der Aufrechenbarkeit, der Anfechtbarkeit und der Vorklage abzugeben (§§ [770](#) und [771](#) des Bürgerlichen Gesetzbuches); sie darf nicht auf bestimmte Zeit begrenzt und muss nach Vorschrift des Auftraggebers ausgestellt sein. Die Bürgschaft muss unter den Voraussetzungen von § [38](#) der Zivilprozessordnung die ausdrückliche Vereinbarung eines vom Auftraggeber gewählten inländischen Gerichtsstands für alle Streitigkeiten über die Gültigkeit der Bürgschaftsvereinbarung sowie aus der Vereinbarung selbst enthalten.