

Leistungsbeschreibung

für Mobilfunk-Netzinfrastruktur für private 5G Anwendungen in vier Losen

Inhaltsverzeichnis

1. Präambel	3
1.1 Begriffsklärung	3
1.2 Vertragsart	3
2. Einleitung	3
3. Allgemeine Bestimmungen	4
3.1. Anforderungen an den Auftragnehmer	4
3.2. Angebotsabgabe	4
3.3. Projektmanagement	5
3.4. Installationen	5
3.5. Dokumentation	6
3.6. Lieferung	6
3.8. Abnahme	7
3.9. Betrieb	7
3.10. EOL	7
4. Dienstleistungen	7
4.1. Standortbescheinigung	7
4.2. Wartung und Support	8
4.2.1. Wartung	8
4.2.2. Support	8
4.2.3. Fernzugriff	8
4.3. Schulung und Training	8
5. Allgemeine Anforderungen an die Mobilfunknetze	8
5.1. 5G Mobilfunk	8
5.2. Konfigurierbarkeit und Überwachung	9
6. Projektphasen	10
6.1. Phase 1: Outdoor-Netz	10
6.2. Phase 1: Indoor-Netz	15
6.3. Phase 2: Gesamt-Netz	15
7. Losbeschreibungen	16
7.1. Los 1: Ericsson	16
7.2. Los 2: Huawei	16

Leistungsbeschreibung für Mobilfunk-Netzinfrastruktur für private 5G Anwendungen

7.3.	Los 3: Nokia	16
7.4.	Los 4: Siemens	17
7.5.	Kombiangebote	17
7.6.	Optionale Fähigkeiten	17
7.7.	Preisobergrenzen	17
7.8.	Bankbürgschaft	17

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 (AG):
Auftraggeber dieser Leistungsbeschreibung ist die RPTU / Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau, die alle Netze dieser Ausschreibung beschafft. Die Netze werden aber nicht ausschließlich auf dem Gelände der RPTU betrieben.
- Betreiber:
Betreiber der Netze ist die RPTU, die die Netze selbst verwaltet, betreibt und nutzt.
- Auftragnehmer (AN) bzw. Bieter:
Auftragnehmer oder Bieter sind gleichwertige Begriffe und beschreiben das Unternehmen, das an der öffentlichen Ausschreibung teilnimmt. Die angebotenen Produkte müssen nicht vom Auftragnehmer hergestellt werden, sondern können von anderen Herstellern sein. Der Auftragnehmer muss mit den Produkten vertraut sein oder einen Kontakt zum Hersteller haben, um Rückfragen schnell beantworten zu können.
- Hersteller:
Der Hersteller ist das Unternehmen, das die Produkte des Angebotes herstellt.
- 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 für die Lose auf Basis des EVB-IT Systemlieferungsvertrags inklusive der dazugehörigen AGBs angestrebt.

2. Einleitung

Die vorliegende Leistungsbeschreibung spezifiziert die Mobilfunknetze, die im Rahmen des Projekts Kompetenzzentrum für smarte Konnektivität (KSK) am Lehrstuhl für Funkkommunikation und Navigation der RPTU Kaiserslautern-Landau zur technologisch orientierten Forschung dienen. Hierfür sollen von allen großen Mobilfunkherstellern Campusnetze für einen Vergleich der Leistungsfähigkeit beschafft werden. Die Netze dienen ausschließlich Forschungszwecken, das heißt es werden keine öffentlichen Dienste angeboten.

Das Projekt ist in zwei Phasen aufgeteilt. In Phase 1 werden von den Herstellern Nokia, Ericsson und Huawei jeweils zwei örtlich getrennte Mobilfunknetze aufgebaut. In Phase 2 werden die zwei Netze eines Herstellers zusammengeschaltet sodass je Hersteller nur noch ein Core in Betrieb ist. Außerdem soll ein 5G Campusnetz von Siemens beschafft werden. Weitere Netze (O-RAN) werden im Laufe des Projekts noch beschafft. Die Ausschreibung ist nach Hersteller auf vier Lose aufgeteilt. Ziel ist ein möglichst realistischer Aufbau, Betrieb und Nutzung der Netze, wie sie anschließend auch als Produktivsystem an anderen Standorten aufgebaut und verwendet werden können. Dazu ist es

notwendig, eine ständige Überwachung der Netzparameter und Performanz, als auch ein flexibles Management und eine individuelle Konfiguration der Netze zu gewährleisten, um die Qualität der Verbindungen, Datenrate oder Auslastung möglichst realistisch testen und verschiedene Szenarien abbilden zu können. Durch individuelle Konfigurationen der Netze können unterschiedliche Optimierungen für vertikale Industrien sowie Komplexität und Kritikalität untersucht werden. Die Installation erfolgt durch den AG in Rücksprache und nach Vorgaben des AN.

Die Lieferung der Komponenten soll bis 31.12.2026 geschehen. Ist dies nicht möglich, muss eine Rechnung und eine Bankbürgschaft in voller Auftragshöhe gestellt 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 drei vergleichbar ausgeführten Projekten für 5G SA Campusnetze mit Forschungsbezug
- Verpflichtende Angabe zu Lieferzeit und Inbetriebnahme nach Auftragserteilung. Bei Teillieferungen, Teilinbetriebnahmen und Nachrüstungen (z.B. Austausch, Updates) muss eine Aufschlüsselung über die entsprechende Verteilung der Lieferzeiten und Inbetriebnahmen angegeben werden.
- Die Betriebsmittel müssen der Richtlinie 2014/30/EU (bzw. Folge-Richtlinien) über die elektromagnetische Verträglichkeit entsprechen und mit einem CE-Zeichen gekennzeichnet sein.

3.2. Angebotsabgabe

Die vorliegende Leistungsbeschreibung umfasst alle neuen Mobilfunknetze, die im Projekt angeschafft werden, wobei eine Aufteilung in vier Lose vorgenommen wurde.

Für die Abgabe von Geboten gelten folgende Rahmenbedingungen:

- Der Auftragnehmer kann ein Angebot für ein einzelnes Los oder mehrere Lose abgeben. Optional ist auch eine Abgabe von Kombiangeboten die mehr als ein Los umfassen möglich. Jedoch muss für jedes einzelne Los, sowie für die Kombiangebote die Preisaufstellung und Einsparung ersichtlich sein. Für Kombiangebote müssen auch die Kosten pro Los aufgeschlüsselt werden.
- Für Phase 1 muss für Los 1-3 jedes Angebot zwei eigenständig lauffähige Systeme enthalten, die keine weiteren Komponenten oder Anbindungen benötigen, die nicht im Angebot enthalten sind. Los 4 muss ein eigenständig lauffähiges System enthalten, das keine weiteren Komponenten oder Anbindungen benötigt, die nicht im Angebot enthalten sind.
- Für Phase 2 müssen die zwei Netze in Los 1-3 jeweils zu einem gesamten Netz, mit gemeinsamer Verwaltung, zusammengeschaltet werden können. Los 4 wird nur an einen neuen Standort umgezogen.
- Gibt es (AG-seitige oder allgemeine) Einschränkungen im Netzmanagement, wie z.B. bei der Registrierung neuer UEs und der Änderung von Core oder Radio Parametern, müssen diese deutlich beschrieben sein. Ist dafür eine (temporäre / ständige) Internetanbindung notwendig, so muss die notwendige Bandbreite (und andere Anforderungen) angegeben werden.

- Bei den Komponenten muss es sich um Fabrikneuware handeln.
- Leistungen, die im Angebot enthalten sind und vom Auftragnehmer oder Hersteller normalerweise auf monatlicher/jährlicher Basis abgerechnet werden (wie z.B. Lizenzgebühren), müssen im Angebot als Gesamtbetrag für die Gesamtdauerzeit bis Ende 2029 aufgeführt werden. Diese Kosten werden zu Beginn des Projekts abgerechnet, damit sich keine dauerhafte Abrechnung, sondern ein Gesamtbetrag ergibt. Dabei ist eine Aufschlüsselung über das Zustandekommen der Kosten dennoch mit anzugeben.
- Die im Angebot aufgeführten Produkte müssen nach Projektlaufzeit weiterverwendet werden können. Daher muss der AN separat ein Modell anbieten, welches die weiteren Kosten in verschiedenen Modellen jährlich nach 2029 aufschlüsselt, sofern diese für den weiteren Betrieb notwendig sind (z.B. Lizenzgebühren, techn. Support, regelmäßige HW/SW-Updates, ...).

3.3. Projektmanagement

Für eine bessere Übersicht zu Lieferung, Installation, Inbetriebnahme, Dokumentation, Schulungen und Abnahme ist ein elektronischer Zeitplan mit allen vorgesehenen (Teil-)Liefer-, Aufbau-, Einzel- und systemtechnischen Abnahmeterminen bereitzustellen. Als Form wird ein Gantt-Diagramm vorgeschlagen. Darin müssen die zeitlichen Abhängigkeiten der Tätigkeiten ersichtlich sein, bzw. die Auswirkungen eines Verzugs auf weitere Tätigkeiten deutlich erkennbar sein. Daher sind die Abhängigkeiten möglichst im Tool so zu verknüpfen, dass Veränderungen alle Einflüsse auf das Projekt aufzeigen. Um die Übersichtlichkeit und die Abhängigkeiten der Aktivitäten zu gewährleisten, müssen hierfür entsprechende Zugriffsrechte vorgesehen werden. Der AN sendet dem AG, nach Zuschlag, die Kontaktinformationen der Ansprechpartner für technische und kaufmännische Fragen zu.

3.4. Installationen

Die Installation erfolgt durch den Auftraggeber in Rücksprache und nach Vorgaben des Auftragnehmers. Eine Glasfaserverbindung ist an allen Antennenstandorten zum Core Standort vorhanden. An allen Installationsorten ist eine Spannungsversorgung mit 230 V gegeben.

Von AG bereitgestellt werden folgende Punkte:

- Zentrale Technik
 - Bereitstellung von insgesamt 42 Höheneinheiten in gekühlten Serverschränken inklusive Stromversorgung, mit einer max. Einbautiefe von 90 cm.
 - externe Anbindung an das Internet (unter Berücksichtigung der hausinternen Randbedingungen)
 - Bereitstellung einer Zeitsynchronisierung über PTP, da eine Verlegung von Antennenkabeln für GPS nur schwer möglich ist.
- Basisstationen und Antennen
 - Stromversorgung mit 230 V Wechselspannung
 - Einzelabsicherung der Stromversorgung durch eigene Sicherungsautomaten (10 A)
 - LC/UPC-Glasfaseranschlüsse für single/doppelt-Adern (Single Mode) als Verbindung zur zentralen Technik
- Bereitstellung der Infrastruktur für Indoor-Netze am Installationsort für Phase 1
 - Bereitstellung von 42 Höheneinheiten in Serverschränken inklusive Stromversorgung
 - Bereitstellung der lokalen Netzwerk-Infrastruktur zu den Indoor-Antennen

Falls für die Installation der Komponenten des Auftragnehmers die oben genannten Bereitstellungen nicht ausreichend sind oder spezifische Werte erreicht werden müssen (z.B. Kühlleistung, Datenraten, ...), müssen diese im Angebot deutlich und detailliert aufgeführt sein, sodass der Auftraggeber deren Umsetzbarkeit prüfen kann.

Vom AN sind folgende Punkte für die Installation der Netz-Infrastruktur im Lieferumfang aufzuführen:

- Netzteile für Stromversorgung von Komponenten, die nicht über 230 V Wechselspannung betrieben werden können (bei Einbau im Serverschrank entsprechend im 19-Zoll-Einbaurahmen).
- Anschlusskabel für Glasfaseranschluss vom Verteilerkasten zur Basisstation (schwankend je nach Installationsort zwischen 2 m und 15 m) inklusive wasserdichter Stecker auf Seite der Radio Heads
- Sonstiges Zubehör für die Montage von Radio Heads an den einzelnen Installationsorten

Es muss gewährleistet werden, dass alle Komponenten klimatisch geeignet und für deren Aufbau die Witterungsbeständigkeit langfristig gesichert sind. Der AN hat das bereitzustellende Material in einer detaillierten Liste aufzuführen. Für die Lieferungen muss die Zuordnung in den detaillierten Packlisten, auch für nicht fachkundiges Personal eindeutig sein.

Ein Teil der benötigten Infrastruktur, zum endgültigen Aufbau der Netze, könnte zum Liefertermin noch nicht fertiggestellt sein. Daher ist eine Probeinbetriebnahme für kurze Funktionstests vorgesehen.

3.5. Dokumentation

Für jedes Produkt und jede Software-Suite der Mobilfunknetze ist eine Dokumentation bevorzugt in deutscher und zwingend in englischer Sprache mitzuliefern. Die Dokumentation ist online oder in digitaler Form (z.B. USB-Stick), sowie für aktuelle Updates als Download (lesbar mit handelsüblicher SW) zu liefern. Sie beinhaltet notwendige detaillierte Installationsanweisungen, Montageanleitungen, Schaltbilder, Datenblätter, Lizenzen, Zertifikate, Schulungsunterlagen, Produktbeschreibungen und Bedienungsanleitungen, sowie für den Betrieb nötige Warnhinweise/Schilder. Zusätzliche Informationen/Sicherheitsanweisungen für die Benutzer sind erwünscht.

3.6. Lieferung

Die Lieferung der unterschiedlichen Lose soll bis 31.12.2026 erfolgen. Frühere Termine sind auch möglich und werden vom Auftraggeber begrüßt. Sind spätere Lieferungen absehbar, so ist eine Bankbürgschaft über die gesamte Auftragssumme zu hinterlegen (siehe 7.8).

Die Adresse für die Anlieferung der Komponenten vor Ort:

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

Alle Lieferungen sind mit dem AG abzusprechen. Bei voraussichtlicher Nichteinhaltung der zuvor vereinbarten Liefertermine ist der Auftraggeber unverzüglich zu benachrichtigen.

3.7. Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme sind alle Komponenten auf ihre ordnungsgemäße Funktion zu prüfen. Die Funktionsprüfung umfasst eine mechanische, elektrische und kommunikations- und systemtechnische Prüfung der Funktionen. Dafür muss das System entsprechend so vorkonfiguriert sein, dass es nach Inbetriebnahme einfach und schnell vom AG verwendet werden kann. Hierbei ist zunächst diese Netzkonfiguration mit optimierten Parametern für einen hohen Datendurchsatz im UL (z.B. Videostream) und Handover (HO) zwischen den Zellen einzustellen. Es sind auch weitere Netzkonfigurationsdateien mit optimierten Parametern bereitzustellen. Folgende optimierte Fälle sind vorgesehen:

- Kurze Latenz
- UL/DL Datendurchsatz:
 - o Ausgeglichen
 - o Hoher UL
 - o Hoher DL
- Große Anzahl gleichzeitiger Nutzer

Wenn möglich sollen diese Grund-Konfigurationsdaten gesichert und mit einem Schnellverfahren (z.B. Script) als Notfall (z.B. Netzwerk-Recovery, Fallback) von AG eingebracht werden können. Es muss auch die „manuelle“ Einbringprozedur und die fallbezogenen Parameter beschrieben werden.

3.8. Abnahme

Die Übergabe der jeweiligen Anlagen an den AG ist gemäß vorab vereinbarten Abnahme- und Übergabeprotokollen durchzuführen. Dabei ist die vollständige Lieferung, die abgeschlossene Installation aller Komponenten und die erfolgreiche Inbetriebnahme samt Funktionsprüfung, abgeschlossene Schulungen und die nötige Dokumentation zu quittieren.

Die Laufzeit zeitlich begrenzter Produkte sowie Lizenzen, etwaiger Wartungs-, Pflege- und Supportzeiträume beginnt erst mit der vollständig erfolgreichen Abnahme bzw. Inbetriebnahme des Gesamtsystems, nicht bereits mit der Lieferung oder Aktivierung einzelner Komponenten.

3.9. Betrieb

Für den weitgehend selbstständigen Betrieb des Netzes durch den AG, sind vor der Abnahme alle nötigen Werkzeuge, Dokumentationen bereitzustellen und die nötigen Schulungen durchzuführen. Für Störungen und Wartungen sind entsprechende gestufte Eskalationspläne mit möglicher Fernaufschaltung oder Onsite-Aktionen mit den nötigen Mess-/Aufzeichnungsgeräte einzuplanen.

3.10. EOL

Der AN legt für alle angebotenen Komponenten herstellerseitige Angaben bezüglich des Lebenszyklus vor. Zusätzlich ist zuzusichern, dass Software-Support sowie Reparatur und Ersatzteilversorgung mindestens bis zum 31.12.2029 gewährleistet sind. Abkündigungen müssen mindestens 9 Monate im Voraus schriftlich mitgeteilt werden.

4. Dienstleistungen

4.1. Standortbescheinigung

Der AN stellt alle benötigten Daten und Dokumente, die für die Standortbescheinigung benötigt werden, zur Verfügung, damit der AG die STOB bei der BNetzA beantragen kann.

4.2. Wartung und Support

4.2.1. Wartung

Im Angebot müssen detaillierte Angaben zu Wartungen, möglichen Inspektionen, Lizenzen sowie Software-Updates gemacht werden. Für die Wartung ist Lab Support ausreichend. Wartungsverträge sind separat aufzuführen, müssen jedoch zwingend im Angebot enthalten und ab Abnahme bis mindestens 31.12.2029 ausgelegt sein. Die Gewährleistung auf die Technik ist in Kombination mit den dafür geforderten Wartungen deutlich auszuweisen.

4.2.2. Support

Der AN 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.

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 separat aufzuschlüsseln.

Kommentiert [JG1]: Ist in 3.2 bereits beschrieben

4.2.3. Fernzugriff

Der Fernzugriff auf die Systeme des AG ist per VPN möglich und für jeden Mitarbeiter des Auftragnehmers personalisiert. Der Zugriff ist bei Bedarf temporär möglich, muss jedoch vorher abgesprochen und protokolliert werden. Die vorgenommene Fehleranalyse sowie die durchgeführten Behebungsmaßnahmen sind vom Auftragnehmer (bzw. dessen abgestimmten Drittanbieter) zu dokumentieren und dem Auftraggeber bereitzustellen.

4.3. Schulung und Training

Das Angebot des AN muss Schulungen und Trainings beinhalten, die benötigt werden, um die verwendete Hardware und Applikationen in vollem Umfang nutzen zu können. Zusätzlich ist auch eine Schulung zum Umgang mit der Konfiguration der 5G Komponenten, der Sendeinfrastruktur und des Kernnetzwerkes und APIs unerlässlich. Schulungen sind auch für den Betrieb und die Optimierung der gelieferten 5G-Netze anzubieten. Die Inhalte und Ziele der Schulung sind bei Angebotsabgabe einzureichen. Die Schulungen können vom Auftragnehmer direkt, oder ihm beauftragten qualifizierten Dritten durchgeführt werden.

5. Allgemeine Anforderungen an die Mobilfunknetze

5.1. 5G Mobilfunk

Alle Netze sind als 5G SA auszuliegen. Es soll das Frequenzband N78 im Bereich von 3,7 GHz bis 3,8 GHz benutzt werden. Die Infrastruktur, die der Auftragnehmer im Angebot aufführt, muss die Fähigkeit haben, die volle Bandbreite zu nutzen. Mögliche Unterteilungen in Bandbreite und Bandgrenzen sollen tabellarisch mit den Randbedingungen dargestellt werden. Einschränkungen müssen eindeutig spezifiziert sein. Sollten dies nur temporäre Einschränkungen sein, die durch spätere Updates aufgehoben werden, muss dies ebenfalls deutlich ausgewiesen und im Gesamtpreis enthalten sein.

Bei Angebotsabgabe soll das aktuell unterstützte Release mit den unterstützten im Standard optionalen Fähigkeiten (z.B. Mini Slots, Positionierung etc.) angegeben werden. Weiterhin soll eine

Übersicht der Updatezyklen bereitgestellt werden, sowie regelmäßig über die neu geplanten Funktionen informiert werden.

Die relevanten Mobilfunkkomponenten und Software (wie Radios, BBUs und Core-Software) in einem Los müssen alle vom spezifizierten Hersteller kommen. Andere notwendige Komponenten wie z.B. Antennen, HF-Kabel, Serverhardware etc. können von Drittherstellern gefertigt werden.

Für die Nutzung der Mobilfunknetze ist der Gebrauch von SIM-Karten vorgesehen. Im Projekt soll die Ausgabe der SIM-Karten für Nutzer und Endgeräte durch den AG geschehen und auch von ihm verwaltet werden. Zusätzlich soll die Möglichkeit bestehen, ein eigenes Branding für die SIM-Karten zu nutzen und dies als Netzkennung bei Endgeräten anzeigen zu lassen. Für jedes Netz sollen mindestens 50 SIM-Karten angeboten werden.

Alle Netzkomponenten sollen so ausgelegt werden, dass die maximale Leistungsfähigkeit (Datendurchsatz, Latenz etc.) über die Luftschnittstelle in allen Zellen gleichzeitig erreicht werden kann.

5.2. Konfigurierbarkeit und Überwachung

Im Kontext der Forschung und Entwicklung des Projektes ist es essenziell, dass es dem AG ermöglicht wird, die Netze selbst zu verwalten, zu überwachen und systemspezifische Änderungen an den Einstellungen vorzunehmen. Wenn vom Hersteller die Möglichkeit besteht die folgenden Parameter zu ändern, sind diese anzubieten. Zu den gewünschten Funktionen zählen:

- Nutzerverwaltung
 - Hinzufügen und Entfernen neuer Benutzer (SIM-Registrierung)
 - Verwaltung der Nutzerprofile mit den nutzerspezifischen Einstellungen wie Priorität, QoS oder Datenratenbegrenzung
 - Erhebung, Speicherung und Auswertung von Nutzer-Statistiken zur späteren Analyse der Performance für die Evaluierung und Bewertung der Performance für Anwendungsfälle
- Überwachung / Monitoring
 - Überwachen von Performance und Auslastung des gesamten Netzes mit Trennung nach Funkstrecken, Glasfaser-/Kupferkabeln und des Kernnetzwerkes
 - Fehler- und Alarmsystem mit Festlegung herstellereigener und individueller Grenzwerte und Alarmdefinitionen
 - Statistische Auswertung der Daten und aussagekräftige Visualisierung
- Konfigurieren der variablen Netz-Parameter und Nutzung der Parameterlisten
 - Konfigurieren von Bandbreiten und Frequenzbändern
 - Konfigurieren von Sendestärken für jede Basisstation und jede Antenne
 - Konfigurieren der Eigenschaften der Antennen wie z. B. Beamforming, Keulenstärken oder Ausrichtung
 - Konfigurieren von Radio-Performance-Parametern (z. B. HO, UL/DL-Ratio, ...)
 - Konfigurieren von systemeigenen Performance-Parametern für die Glasfaser-/Kupferverbindungen und des Kernnetzwerkes
 - Konfigurieren der Funktionen und Performance des Core-Netzwerks
- Bereitstellen einer API mit Funktionen zum
 - Auslesen und Schreiben der Konfiguration des Netzes
 - Auslesen und Verändern der „freien“ Parametern
 - Manuelles Einleiten von Reset, Restart, ...

- Anlegen und Abfragen von Nutzer-Informationen
- Abfragen von Statistiken

Bei Angebotsabgabe muss der AN eine Übersicht einreichen, die zeigt, welche Parameter und Konfigurationsmöglichkeiten der AG verändern und auslesen kann. Zusätzlich soll die Art und Weise der Konfiguration (API, UI, CLI, ...) kenntlich gemacht sein und welche übliche Dauer einer evtl. Ausfallzeit zu erwarten ist. Sollte ein bestimmtes Konfigurationslevel nur unter bestimmten vorherigen Schulungen freigegeben werden, müssen diese benannt und in der Schulungsaufstellung kenntlich gemacht werden.

6. Projektphasen

Das Projekt ist in zwei Phasen aufgeteilt. Dies ist der Verfügbarkeit von Räumlichkeiten für die Experimente an der RPTU verschuldet. Es sollen sowohl Indoor als auch Outdoor-Lösungen getestet werden, sowie das Handover zwischen verschiedenen Zellen.

In Phase 1 des Projekts soll am Campus der RPTU in Kaiserslautern jeweils ein Outdoornetz der Hersteller Ericsson, Huawei und Nokia aufgebaut werden. Die Beschreibung für den geplanten Aufbau für die Outdoornetze ist in Kapitel 6.1 zu finden. Außerdem soll von den gleichen Herstellern plus Siemens jeweils ein Indoor-Netz aufgebaut werden. Die Indoor-Netze werden in der Halle des Zentrums für Nutzfahrzeugtechnik der RPTU in Kaiserslautern Einsiedlerhof aufgebaut werden. Die Beschreibung für die Indoor-Netze in Phase 1 ist in Kapitel 6.2 angegeben.

Für Phase 2 wird auf dem Campus der RPTU in Kaiserslautern in der Nähe des Aufbauorts der Outdoornetze eine Experimentalhalle aufgebaut. In diese sollen 2027H2 die vier Indoor-Netze transferiert werden. Danach sollen die Netze mit den entsprechenden Outdoor-Netzen der Lose 1-3 zu drei großen Netzen zusammengeschlossen werden. Details dazu sind in Kapitel 6.3 beschrieben.

6.1. Phase 1: Outdoor-Netz

Die drei Netze sollen aus jeweils zwei Radios mit den entsprechenden Komponenten für RAN und Core bestehen. Das Outdoor-Campusnetz für die RPTU soll den unteren Bereich der Paul-Ehrlich Str. und den Parkplatz am Gebäude 32 umfassen (siehe Abbildung 1). Die gewünschte Abdeckung pro Los soll durch zwei, sich gegenüberstehende, Outdoor-RRHs auf Gebäude 11, sowie auf dem Parkhaus umgesetzt werden. Beide Standorte erhalten 230-V-Anschlüsse für die Radios sowie eine Glasfaserverbindung zum Rack des Cores. Dieses Rack befindet sich ebenfalls in Gebäude 11. In dem Rack stehen insgesamt 15kW elektrische Anschlussleistung, sowie 14kW Kühlleistung, zur Verfügung. Da keine Möglichkeit besteht, GNSS-Antennenkabel bis zum Dach von Gebäude 11 zu verlegen, erfolgt die Synchronisierung der Netze über eine PTP Grandmaster Clock, die im Rack bereitgestellt wird. Auf diesem Dach werden, nach Absprache mit dem AN, Montagemöglichkeiten für die Radio Heads zur Verfügung gestellt. Auf dem Parkhaus wird ein ausfahrbarer Mast aufgebaut, der im Sendebetrieb über die Absicherungsgitter hinaus ausgefahren wird.

Die Infrastruktur befindet sich noch im Aufbau. Ist sie zum Zeitpunkt der Lieferung der Komponenten nicht fertiggestellt, kann die Erstinbetriebnahme in einem Labor erfolgen. Für Phase 2 sollen die Radios an den beschriebenen Orten verbleiben. Die Core und BBU Konfiguration kann zur Einbindung der anderen Radios angepasst werden.

Die benötigte Kabellänge für Kommunikationskabel und Stromversorgung werden nach Auftragserteilung bei einer vor Ort Begehung gemeinsam von AG und AN spezifiziert. An allen Installationsorten der Phase 1 (Outdoor) ist von Kabellängen unter 25 m auszugehen.

Eine Übersicht der Installationsorte kann aus den Abbildungen 1 bis 6 entnommen werden.



Abbildung 1 Übersicht / Die zwei Positionen der Outdoor-RRHs im Campusnetze RPTU



Abbildung 2 Dach Gebäude 11 am Campusnetze RPTU / Blickrichtung: Nord



Abbildung 3 Dach Gebäude 11 / Blickrichtung: West - Untere Paul-Ehrlich Str. zum Parkhaus



Abbildung 4 Das Parkhaus und die Parkfläche an der Paul-Ehrlich Straße



Abbildung 5 Zukünftiger Standort auf dem Parkhaus zu Gebäude 11



Abbildung 6 Vom Parkhaus entlang der Paul-Ehrlich Str. zum Gebäude 11

6.2. Phase 1: Indoor-Netz

Das Indoor-Campusnetz soll die Versorgung einer Halle von ca. 450 m² (geplant sind 30 m × 15 m) abdecken. Es soll eine Outdoor- Abdeckung mit einem Radio Head angeboten werden, um Handover Tests durchzuführen (Los 4 ist hiervon ausgenommen). In Phase 1 werden die Netze in die Experimentalhalle des Zentrums für Nutzfahrzeugtechnik (ZNT) der RPTU im Stadtteil Einsiedlerhof von Kaiserslautern aufgebaut. Diese befindet sich in der Von-Miller-Straße 13 (<https://maps.app.goo.gl/ccMjFyYTAHhFu6AD7>). Vor Ort befindet sich ein 19" Rack für die Core Technik. Die benötigte Verkabelung der Indoor-Radios und des Outdoor-Radios wird vom AG, in Absprache mit dem AN, durchgeführt.

Die Komponenten der „Phase 1: Indoor-Netz“ für die Lose 1-3 sollen in Phase 2 mit den Komponenten aus „Phase 1: Outdoor-Netz“ zu drei großen Netzen verbunden werden. Sind Komponenten nicht für Phase 2 notwendig, können diese auch auf Mietbasis angeboten werden. Dies ist klar im Angebot zu kennzeichnen. Wenn unterstützt, soll eine Positionierungslösung für den Indoorbereich angeboten werden und die Hardware entsprechend ausgelegt werden.

Die Synchronisierung für die Phase 1 der Indoor-Netze kann über GPS-Empfänger an der Außenseite des Gebäudes erfolgen, da hier der Zugang baulich möglich ist.



Abbildung 7 Experimentalhalle des Zentrums für Nutzfahrzeugtechnik

6.3. Phase 2: Gesamt-Netz

In der ersten Hälfte 2027 soll auf dem Gelände der RPTU, in der Nähe von Gebäude 11, eine Experimentalhalle entstehen. Der Umzug, der Komponenten aus der ZNT-Halle, soll in der zweiten Jahreshälfte 2027 stattfinden. Von der neuen Halle zum Core Rack, in Gebäude 11, wird es eine

Glasfaserverbindung geben. Danach soll mit den Komponenten der Lose 1-3, jeweils pro Hersteller, ein großes Gesamtnetz, mit jeweils 450 m² Indoor Abdeckung und 3 Outdoor-Radios, entstehen. Die Unterstützung für den Umzug der Komponenten und ein mögliches Redeployment, sollen als eigene Position im Angebot aufgeführt werden.

Die beschriebenen Netze sollen jeweils pro Los zentral verwaltet und gesteuert werden. Ein autarker Betrieb ohne konstante Internetverbindung wird für die Netze bevorzugt.

7. Losbeschreibungen

7.1. Los 1: Ericsson

Für die Phase 1 werden zwei getrennte Netze aufgebaut. Eins mit zwei Outdoor-Radios (siehe 6.1) und eins mit einem Outdoor-Radio und einer Indoor-Abdeckung von 450 m² (siehe 6.2). In Phase 1 sind die Netze räumlich und logisch getrennt. In Phase 2 sollen die Netze zu einem großen Netz zusammengeschaltet werden (siehe 6.3).

An der RPTU existieren bereits zwei Outdoor-Radios (Micro Radio 4408 B43, SN: E55L797421 und E55L797415), die für den Aufbau der neuen Netze verwendet werden sollen, wenn es sich hierbei noch um die leistungsfähigste erhältliche Hardware handelt. Ist die angegebene Hardware nicht weiter zu benutzen soll dem Angebot vom Hersteller eine kurze Begründung dazu angehängt werden.

7.2. Los 2: Huawei

Für die Phase 1 werden zwei getrennte Netze aufgebaut. Eins mit zwei Outdoor-Radios (siehe 6.1) und eins mit einem Outdoor-Radio und einer Indoor-Abdeckung von 450 m² (siehe 6.2). In Phase 1 sind die Netze räumlich und logisch getrennt. In Phase 2 sollen die Netze zu einem großen Netz zusammengeschaltet werden (siehe 6.3).

7.3. Los 3: Nokia

Für die Phase 1 werden zwei getrennte Netze aufgebaut. Eins mit zwei Outdoor-Radios (siehe 6.1) und eins mit einem Outdoor-Radio und einer Indoor-Abdeckung von 450 m² (siehe 6.2). In Phase 1 sind die Netze räumlich und logisch getrennt. In Phase 2 sollen die Netze zu einem großen Netz zusammengeschaltet werden (siehe 6.3).

An der RPTU existieren bereits Komponenten, aus einer älteren Installation mehrerer Nokia Netze. Folgende Komponenten sollen für die neuen Netze weiterverwendet werden, wenn es sich um die leistungsfähigste erhältliche Hardwaregeneration handelt:

Bezeichnung	Existent an RPTU
AWHQF	EB2023R0059
	EB2038R0765
	EB2038R0781
	EB2038R0790
	EB2038R0791
	EB2038R0796
AirScale Indoor Radio ASiR-sHUB (APHA)	NH201800035
	NH201800097
	NH201800107
Indoor Radios (AWHQB)	NH200900099
	NH200900102

	NH200900108 NH200900132 NH201200013 NH201900062 NH204100606 NH211500016
AMIA	3x
ABIL	DH203263947 L1203802841 L1203802820 L1203802860 DH203563470 DH203263865
ASIK	DH203266091 DH203266119 DH203060627

Ist die angegebene Hardware nicht weiter zu benutzen soll dem Angebot vom Hersteller eine kurze Begründung dazu angehängt werden.

7.4. Los 4: Siemens

Für das Netz mit Siemens Hardware ist, auf Grund fehlender Outdoor-Radios, nur eine Indoor-Abdeckung von 450 m² vorgesehen. Es gilt auch hier der Aufbau in Phase 1, auf dem ZNT-Gelände, und ein Transfer an die RPTU. Hier ist jedoch keine Verbindung mit einem anderen Netz vorgesehen.

7.5. Kombiangebote

7.6. Optionale Fähigkeiten

Wenn Optionen für zusätzliche Hardware- oder Softwarefähigkeiten angeboten werden können, die nicht in Kapitel 5 beschrieben sind, wie z.B. eSIM, TSN, Slicing, Multi-DNN oder spezielle Profile für priorisierten Datenverkehr, können diese, als optional gekennzeichnet, mit angeboten werden.

7.7. Preisobergrenzen

Für die Lose 1 bis 3 gilt eine kumulative Preisobergrenze von 1.800.000 € brutto. Wird diese überschritten, erfolgt die Bezuschlagung in der Reihenfolge Los 1, Los 2, Los 3. Für die dann nicht bezuschlagten Lose strebt der AG eine Mittelverschiebung innerhalb des Projekts an. Eine verbindliche Zusage hierfür kann allerdings nicht gegeben werden. Für Los 4 gilt eine gesonderte Preisobergrenze von 175.000 € brutto.

7.8. Bankbürgschaft

Ist eine Lieferung zum 31.12.2026 nicht möglich, muss eine unbefristete Bankbürgschaft über die beauftragte Summe beim AG hinterlegt werden und eine Rechnung mit Zahlungsziel in 2026 gestellt werden.

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.