

# **Leistungsbeschreibung**

**Satellitenprojekt: Beschaffung von Solarzellen sowie Beratungsleistungen für Missionskonzept und Nutzlast im Bereich Satellitentechnik**  
**- über 2 Lose -**

**Vergabe Nr.: OV-125-26**

Auftraggeberin:  
Technische Universität Berlin, Die Präsidentin  
Straße des 17. Juni 135  
10623 Berlin

## Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung der Leistung – über alle LOSE.....	3
2	Leistungsbeschreibung – über alle LOSE .....	4
2.1	Los 1 – Solarzellen .....	4
2.1.1	Hintergrund und Zielsetzung .....	4
2.1.2	Höchstpreis .....	4
2.1.3	Leistungsbeschreibung .....	5
2.1.4	Leistungsort und Abnahme.....	6
2.1.5	Lieferung und Termine.....	6
2.1.6	Zahlungsmodalitäten .....	6
2.1.7	Gewährleistungen.....	7
2.1.8	Einzureichende Unterlagen .....	8
2.1.9	Zuschlagskriterium und Gewichtung .....	8
2.2	Los 2 - Beratung Missionskonzept + Nutzlast.....	10
2.2.1	Hintergrund und Zielsetzung .....	10
2.2.2	Leistungsbeschreibung .....	10
2.2.3	Leistungsteam des Auftragnehmers .....	16
2.2.4	Meilensteinplan .....	17
2.2.5	Zahlungsplan .....	17
2.2.6	Höchstpreis .....	17
2.2.7	Leistungsort .....	18
2.2.8	Einzureichende Unterlagen .....	18
2.2.9	Zuschlagskriterium und Gewichtung .....	19

## 1 KURZBESCHREIBUNG DER LEISTUNG – ÜBER ALLE LOSE

Die Technische Universität Berlin (TU Berlin, nachfolgend Auftraggeberin – AG) beabsichtigt im Rahmen der In-Orbit-Demonstrationsmission **RACCOON IOD** (Robust And seCure post quantum COmmunication fOr critical iNfrastructure) die Beschaffung von Teilleistungen und Hardwarekomponenten zur Realisierung des Projektes.

Dabei werden während der Projektzeit innerhalb von 24 Monaten vier Kleinsatelliten (3U-Cubesats, 3 Flight-Models (FM)s, 1 Flight-Spare (FS)) entwickelt, gebaut und sollen in den niedrigen Erdbit gestartet werden. Danach folgt eine Missionszeit von 12 Monaten im Orbit.

Die Mission baut auf der Vorgängermission RACCOON PoC auf, in der ein Demonstrator für eine wissenschaftliche Nutzlast entwickelt wurde. Diese Nutzlast dient der Erprobung eines **Cognitive-Radio-Konzepts** für robuste und sichere Satellitenkommunikation. Zudem wurde mit **RACCOON OS** ein quelloffenes Betriebssystem für Kleinsatelliten entwickelt, das aktuelle Cybersecurity-Anforderungen erfüllt und relevante CCSDS-Standards implementiert.

Ziel der RACCOON IOD-Mission und damit Bestandteil dieser Ausschreibung ist die Triangulation von Funksignalen im Orbit mittels einer **Formation aus drei Cubesats**. Die Satelliten müssen Signale aufnehmen können, deren Auswertung am Boden mithilfe geeigneter Algorithmen eine **Geolokalisierung der Signalquellen** ermöglicht. Die Möglichkeit des Startes eines vierten Cubesats in der Formation wird in Phase 1 (Mai 2026 bis April 2027) des Projektes überprüft und soll ggf. umgesetzt werden. Zusätzlich wird das in der PoC-Mission entwickelte RACCOON OS im Orbit eingesetzt, getestet und weiterentwickelt. Auch der in der PoC-Phase entwickelte **intelligente Transceiver** wird an Bord der Satelliten betrieben, um eine robuste und sichere Satellitenkommunikation zu demonstrieren.

Zu Erreichung der Projektziele wird die Beschaffung von Solarzellen ausgeschrieben (Los 1). Außerdem wird eine Dienstleistung benötigt, die eine Beratung für das Missionskonzept und die RF-Nutzlast durchführt und die Frequenzkoordinierung in dem Projekt übernimmt (Los 2).

Die genauen Inhalte und technischen Mindestanforderungen werden in den nachfolgenden Losbeschreibungen definiert:

- Los 1: Solarzellen
- Los 2: Beratung Missionskonzept + Nutzlast

Jeder Bieter kann ein Angebot **auf ein, mehrere oder alle Lose abgeben**, eine Loslimitierung gibt es nicht.

## 2 LEISTUNGSBESCHREIBUNG – ÜBER ALLE LOSE

Nachfolgend werden die Mindestkriterien (MK) mit den geforderten Bestandteilen und Parametern der zu beschaffenden Leistungen je Los beschrieben sowie detailliert auf die Aufgabenbeschreibung eingegangen, die mit dem Angebot zu erfüllen sind. Nicht erfüllte Anforderungen führen zum Ausschluss des jeweiligen Angebots.

### 2.1 LOS 1 – SOLARZELLEN

Nachfolgend sind die Mindestanforderungen für das LOS 1 angegeben.

#### 2.1.1 Hintergrund und Zielsetzung

Gegenstand dieses Loses ist die Beschaffung von Solarzellen für die Stromversorgung des TUBiX-5-Satellitenbusses im Rahmen der Mission RACCOON IOD.

Die Solarzellen müssen für den Betrieb im Low-Earth Orbit (LEO) qualifiziert, mechanisch und elektrisch vollständig kompatibel mit den Paneelen des TUBiX-5-Busses sein und über eine nachgewiesene Flug erfahrung im Orbit verfügen.

Beschafft werden müssen Solarzellen mit mindestens 30 % BOL-Wirkungsgrad und einem Format von 40.15 × 80.15 mm.

Die Lieferung umfasst die Zellen selbst, begleitende Dokumentation, Prüfberichte und Zertifikate, die eine Integration in bestehende Solarpaneelstrukturen der TU Berlin ermöglichen.

Zusätzlich müssen die Zellen vom AN vollständig charakterisiert werden (Visuell + AM0 IV Curve + EL + Bypass Dioden Test)

Es sind ausschließlich Neuprodukte anzubieten. Wiederaufbereitete Produkte, Rückläufer etc. oder Graui mporte sind ausgeschlossen.

#### 2.1.2 Höchstpreis

Der Höchstpreis beträgt **41.000,00 Euro netto bzw. 48.000 Euro brutto**.

Bieter\*Innen, die einen höheren Angebotspreis einreichen, werden vom weiteren Verfahren ausgeschlossen. Über das Angebot hinausgehende Forderungen können gegenüber der TU Berlin nicht geltend gemacht werden.

## 2.1.3 Leistungsbeschreibung

### 2.1.3.1 LEISTUNGSUMFANG

Der Auftragnehmer (AN) liefert an die Auftraggeberin (AG):

- 200 Stück Triple Junction Solarzellen zusammengebaut
- Qualifikations- und Integrationsdokumentation
- Testdokumentation der Charakterisierung der Zellen (Visuell + AMO IV Curve + EL + Bypass Dioden Test)

### 2.1.3.2 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

ID	Anforderung	Verifikation
<b>SOL-01</b>	Der Wirkungsgrad zu Beginn der Lebensdauer (BOL) muss unter Standard-Testbedingungen mindestens 30 % betragen.	T
<b>SOL-02</b>	Die Abmessungen einer Solarzelle müssen 40.15 mm × 80.15 mm betragen.	I
<b>SOL-03</b>	Die Gesamtdicke einer Solarzelle inkl. Substrat und Metallisierung darf maximal 330 µm ± 75 µm betragen.	I
<b>SOL-04</b>	Die Masse pro Solarzelle darf 3,8 g nicht überschreiten.	I
<b>SOL-05</b>	Die Leerlaufspannung (Voc) einer Solarzelle muss bei BOL unter Standardbedingungen ca. 2750 mV betragen.	T
<b>SOL-06</b>	Der Kurzschlussstrom (Isc) muss bei BOL unter Standardbedingungen ca. 520 mA betragen.	T
<b>SOL-07</b>	Die Betriebsspannung einer Solarzelle muss unter Standardbedingungen 2430 mV betragen.	T
<b>SOL-08</b>	Der Betriebsstrom muss unter Standardbedingungen mindestens 503 mA betragen.	T
<b>SOL-09</b>	Die Solarzellen müssen für einen Betriebs- und Lagertemperaturbereich von -20 °C bis +50 °C ausgelegt sein und für den Einsatz im Low Earth Orbit (LEO) geeignet sein.	T
<b>SOL-10</b>	Die Solarzellen müssen raumfahrtqualifiziert sein; der Qualifikationsstatus ist durch bestehende Qualifikationsdokumente nachzuweisen. Ein Nachweis über Flight Heritage ist ebenso zulässig.	R
<b>SOL-11</b>	Es sind 200 Solarzellen bereitzustellen; diese umfassen die für Entwicklungs-, Integrations- und Flugmodelle erforderliche Stückzahl.	I
<b>SOL-12</b>	Vollständige Prüf-, Betriebs- und Integrationsunterlagen sind bereitzustellen.	R
<b>SOL-13</b>	Eine vollständige Charakterisierung muss durchgeführt werden (Visuell + AMO IV Curve + EL + Bypass Dioden Test) und die Testdokumentation als PDF bereitgestellt werden.	R

<b>SOL-14</b>	Werden bei der Prüfung und Charakterisierung defekte Zellen erkannt, so müssen die gegen funktionsfähige Zellen vom AN ausgetauscht werden.	R
---------------	---	---

#### 2.1.3.3 QUALIFIKATION UND NACHWEISE

Alle gelieferten Solarzellen müssen:

- einer Raumfahrtqualifikation unterzogen sein, oder:
- In-Orbit-Heritage nachweisen (mindestens eine erfolgreiche Mission),
- über vollständige Prüfprotokolle auf Bauteil- und Systemebene verfügen.

#### 2.1.3.4 BEGLEITENDE DOKUMENTATION

- Datenblatt mit elektrischen Schnittstellen (ICD)
- Prüf- und Testberichte (Umwelttests)
- Integrationshandbuch (Anschlüsse, Montage, Handling)
- Transport- und Lagerungsanweisung
- Nachweis der Flugerfahrung (Referenzmission oder Testbericht)

#### 2.1.4 Leistungsort und Abnahme

Technische Universität Berlin, Marchstraße 12-14, 10587 Berlin

Die Abnahme erfolgt durch die zuständigen Mitarbeiter\*innen der TU Berlin. Abnahmekriterien sind die vollständige Erfüllung der Leistungsbeschreibung.

#### 2.1.5 Lieferung und Termine

- **Bestellung:** Q3 / 2026 (voraussichtlich August 2026)
- **Lieferung:** Spätestens bis zum 28.02.2027

Die Solarzellen müssen vom AN an den Leistungsort geliefert werden. Der Transport, inklusive der Übernahme aller mit dem Transport anfallenden Kosten, sowie die Risiken der Anlieferung trägt der AN.

#### 2.1.6 Zahlungsmodalitäten

Vorauszahlungen sind nur gegen Vorlage einer **unbefristeten Bank- oder Konzernbürgschaft** unter Verzicht auf die Einreden der Aufrechterbarkeit, Anfechtbarkeit und der Vorausklage (§§ 770, 771 BGB) leistbar. **Die Kosten für die Bank- oder Konzernbürgschaft gehen zu Lasten der/ des Auftragnehmers\*in.**

Ohne die Vorlage der Sicherheitsleistung - hier die unbefristete Bank- oder Konzernbürgschaft - ist die Vorauszahlung der Bestellung gemäß Landeshaushaltsordnung (LHO Berlin) nicht möglich.

Unter Beachtung der vorstehenden Regelungen zur Vorauszahlung erfolgt die Vergütung wie folgt:

- **35 % der Gesamtauftragssumme** als Vorauszahlung nach Auftragserteilung, gegen Vorlage einer entsprechenden unbefristeten Bank- oder Konzernbürgschaft
- **65 % der Gesamtauftragssumme** nach erfolgreicher Abnahme der vertraglich geschuldeten Leistungen

Die Vergütung erfolgt jeweils zuzüglich der gesetzlichen Umsatzsteuer.

Die Schlusszahlung erfolgt bis spätestens **28. Februar 2027**, sofern eine prüffähige Rechnung rechtzeitig gemäß den vertraglichen Regelungen eingereicht wurde (vgl. AGB der TU Berlin).

Die vereinbarten Lieferfristen sind verbindlich. Liefer- und Leistungsverzögerungen sind der TU Berlin unverzüglich anzuzeigen. Dies gilt dann, wenn es auf Grund von erheblichen und unvorhersehbaren Umständen politischen und/oder wirtschaftlichen Ausmaßes, zu Lieferengpässen bzw. Störungen in den Lieferketten kommt, die nicht im Verantwortungsbereich des AN liegen. Mit der zeitnahen Unterrichtung der TU- Berlin hierüber, sind die zu diesem Zeitpunkt voraussichtlichen Lieferzeiten mitzuteilen.

## 2.1.7 Gewährleistungen

Für die gelieferte Hardware gilt eine Gewährleistungsfrist von 12 Monaten ab Abnahme.

Innerhalb dieses Zeitraums wird die Hardware im Rahmen der Integrations- und Testkampagne auf Systemebene in den Satelliten eingebunden und dort einem Akzeptanztest unterzogen. Dieser umfasst insbesondere Umwelttests (Vibration, Schock), die vom Auftraggeber durchgeführt oder beauftragt werden.

Werden im Rahmen dieser System-Akzeptanztests Mängel festgestellt, die der gelieferten Hardware zuzuordnen sind, gelten diese als Gewährleistungsfälle, auch wenn sie nach der formellen Abnahme auftreten.

Der Auftragnehmer ist verpflichtet, die festgestellten Mängel innerhalb von 30 Kalendertagen nach schriftlicher Mangelanzeige zu beseitigen oder gleichwertigen Ersatz bereitzustellen, so dass die Integrations- und Testkampagne ohne unverhältnismäßige Verzögerung fortgesetzt werden kann.

Der Auftragnehmer stellt sicher, dass hierfür geeignete Ersatzteile und/oder Reparaturmöglichkeiten verfügbar und einsatzbereit innerhalb der genannten Frist sind.

Sollte eine sofortige Nachbesserung oder Ersatzlieferung aus objektiv nachvollziehbaren Gründen nicht möglich sein, hat der Auftragnehmer den Auftraggeber unverzüglich über den voraussichtlichen Zeitplan zu informieren und Maßnahmen zu ergreifen, um die Verzögerung so gering wie möglich zu halten.

### 2.1.8 Einzureichende Unterlagen

Folgende Nachweise sind von der/dem Bieter\*in einzureichen:

- **TUB - Angebotsschreiben des Bieters:** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB - Preisblatt (ZK<sup>1</sup>):** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB - Vom Unternehmen einzureichende Erklärungen EU (EK<sup>2</sup>):** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB - Referenzen (EK):** Der/die Bieter\*in reicht mindestens eine Referenz ein. Dabei muss es sich um durchgeführte Leistungen der letzten 5 Jahre handeln. Es gelten Nachweise einer orbitalen Mission mit vergleichbaren Solarzellen. Vergleichbar sind Solarzellen der gleichen Größe und der gleichen Leistungsklasse.  
Die Referenz muss folgende Angaben enthalten: Firma/ Behörde, Art und Umfang der Leistung, Leistungszeitraum, Leistungsdaten.
- **TUB - Spezifikationsdokumente (EK):** Der/ die Bieter\*in reicht folgende Dokumente ein:
  - ein Technisches Datenblatt der angebotenen Solarzellen (Maße, Masse, elektrische Schnittstellen, Leistungsdaten),
  - eine Integrations- und Montageanleitung (Interface-Spezifikationen),
  - einen Fertigungs- und Lieferplan mit Verfügbarkeitszeitraum 2026
  - Nachweis der Raumfahrtqualifikation (Prüfberichte und Zertifikate)ein, aus der die Einhaltung der geforderten Spezifikationen hervorgeht oder Nachweise einer In-Orbit Verifikation.

### 2.1.9 Zuschlagskriterium und Gewichtung

---

<sup>1</sup> ZK = Zuschlagskriterium

<sup>2</sup> EK = Eignungskriterium



Unter Berücksichtigung aller Umstände wird der Zuschlag auf das wirtschaftlichste Angebot erteilt. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage des eingereichten Angebots. Daher liegt es im Interesse des Bieters, alle angeforderten Informationen so detailliert und korrekt wie möglich zur Verfügung zu stellen.

**Zuschlagskriterium ist zu 100,00 % der Gesamtangebotsnettopreis.**

## **2.2 LOS 2 - BERATUNG MISSIONSKONZEPT + NUTZLAST**

Nachfolgend sind die Mindestanforderungen für das LOS 2 angegeben.

### **2.2.1 Hintergrund und Zielsetzung**

Gegenstand dieses Loses ist die fachliche Unterstützung der Auftraggeberin bei der Entwicklung und Absicherung des Missionskonzeptes der RACCOON IOD-Mission mit besonderem Fokus auf regulatorische Rahmenbedingungen sowie auf die funktechnische (RF) Konsistenz und Realisierbarkeit.

Das Los umfasst die Unterstützung bei der Missionskonzeption, die eigenständige Bearbeitung der regulatorischen Anforderungen im Bereich Frequenznutzung sowie die kontinuierliche unabhängige Expertenanalyse und Bewertung des RF-Konzeptes der Mission.

Ziel ist es, die technische, regulatorische und funktechnische Umsetzbarkeit der Mission sicherzustellen, Risiken frühzeitig zu identifizieren und die Qualität des Missionsdesigns iterativ zu verbessern.

Der Auftragnehmer (AN) liefert hierzu insbesondere:

- Beiträge zur Missionskonzeption,
- eine vollständige regulatorische Analyse
- eine vollständige Frequenzkoordinierung,
- eine kontinuierliche technische Bewertung der RF-Auslegung,
- sowie Empfehlungen zur Optimierung von Antennenkonzept, Frequenznutzung und Kommunikationsarchitektur.

### **2.2.2 Leistungsbeschreibung**

Das Projekt ist in zwei Phasen unterteilt. Dieses Los umfasst Leistungen in beiden Phasen.

Bei dem Los handelt es sich um eine reine Dienstleistung. Sämtliche technischen Systeme, Simulationen und Systemmodelle werden durch die AG bereitgestellt. Dienstreisen und Abstimmungen sind im Angebotspreis zu berücksichtigen.

## **Phase 1 „Mission Design“ (voraussichtlich 17.08.2026<sup>3</sup> – 28.02.2027)**

In dieser Phase erfolgt die Unterstützung der Missionskonzeption sowie die initiale regulatorische und RF-technische Bewertung.

Leistungsblöcke:

- Leistungsblock 1: Unterstützung Missionskonzept (RF & Systembezug)
- Leistungsblock 2: Regulatorische Rahmenbedingungen und Frequenzmanagement (Teil 1)
- Leistungsblock 3: Expertenreview RF-Konzept (Teil 1)

## **Phase 2 „AIV & Operations“ (01.03.2027 – 28.02.2028, optionale Erweiterung)**

In dieser Phase erfolgt die Vertiefung und Finalisierung regulatorischer Themen sowie die fortlaufende RF-Bewertung.

Leistungsblöcke:

- Leistungsblock 2 (Fortsetzung): Regulatorische Rahmenbedingungen und Frequenzmanagement (Teil 2)
- Leistungsblock 3 (Fortsetzung): Expertenreview RF-Konzept (Teil 2)

Phase 2 wird im Laufe der Phase 1 beantragt. Mit einer Bewilligung ist in Q1 2027 zu rechnen. Daher ist Phase 2 aktuell eine **optionale Erweiterung**. **Diese optionale Leistung ist vom Bieter verbindlich mitanzubieten. Der AN erhält über die Entscheidung, ob diese optionale Verlängerungsoption zusätzlich beauftragt wird, bis spätestens 28.02.2027 Bescheid.**

### **Leistungsblock 1: Unterstützung Missionskonzept (RF & Systembezug)**

Der AN unterstützt die AG bei der Entwicklung und Iteration des Missionskonzeptes mit Fokus auf funktechnische und systemrelevante Aspekte.

#### **Aufgabenumfang des AN**

- Analyse und Bewertung der Missionsarchitektur im Hinblick auf RF-relevante Aspekte (Frequenzen, Datenraten, Kommunikationspfade).
- Unterstützung bei Missionsanalysen und -simulationen mit Fokus auf:
  - Orbitparameter, Drift und Coverage,
  - Kommunikationsfenster und Bodenstationszugriffe,
  - Datenverarbeitung und Downlinkstrategien.
- Bewertung der Konsistenz zwischen Missionszielen, Nutzlastanforderungen und Kommunikationsarchitektur.
- Identifikation von kritischen Abhängigkeiten (Formation, Kontaktzeiten, Frequenznutzung).
- Beratung bei der Auslegung und Auswahl des Antennenkonzeptes

---

<sup>3</sup> Der Leistungsbeginn richtet sich nach dem Datum des Zuschlags. Ggf. kann der Zuschlag bereits früher erteilt werden, dann hat ist der Leistungsbeginn von dem AN zeitnah umzusetzen in Absprache mit der AG.

- Unterstützung bei der Iteration der Missionsarchitektur zur Sicherstellung der technischen Umsetzbarkeit.

### **Mindestumfang der Leistungen**

Der AN muss mindestens folgende Inhalte liefern:

- Analyse von mindestens **3 Missionsszenarien** (unterschiedliche Orbit-/Kommunikationskonfigurationen)
- Bewertung von mindestens:
  - **3 Kommunikationsarchitekturen** (Schwerpunkt auf verschiedene Downlink-Strategien)
  - **3 kritischen Abhängigkeiten** (mindestens Formation, Coverage, Kontaktzeiten)
- Dokumentierte Bewertung von mindestens:
  - **2 Antennenkonzepten** inklusive Vergleich
- Identifikation und Beschreibung von mindestens:
  - **5 technischen Risiken im Missionsdesign**

### **Abhängigkeiten und Randbedingungen**

- Die Verantwortung für das Missionskonzept verbleibt bei der AG.
- Der AN liefert ausschließlich fachliche Beiträge und Bewertungen.

## **Leistungsblock 2: Regulatorische Rahmenbedingungen und Frequenzmanagement**

Der AN übernimmt die vollständige Analyse und Umsetzung der regulatorischen Anforderungen im Bereich Frequenznutzung.

### **Aufgabenumfang des AN**

#### **Phase/Teil 1:**

- Identifizierung aller relevanten regulatorischen Rahmenbedingungen (national und international).
- Analyse der Frequenznutzung im Kontext der Mission.
- Identifikation regulatorischer Anforderungen bezüglich:
  - Sendeleistung,
  - Frequenzbereiche,
  - Beacon-Konzepten.
- Bewertung der regulatorischen Umsetzbarkeit der Mission.

#### **Phase/Teil 2:**

- Durchführung der Frequenzkoordinierung und Vorbereitung der Frequenzzuteilung.

- Erstellung und Einreichung der erforderlichen Anträge und Dokumente (Abhängig von der Entwicklung der Rahmenbedingungen für die Regulation.
- Bearbeitung von Einsprüchen anderer Betreiber (bei Koordination von Frequenzen für Satelliten)
- Bearbeitung der Einsprüche und Abstimmung bei potenzieller Interferenzgefahr durch spätere International Telecommunication Union (ITU)-Anmeldungen
- Ableitung missionsspezifischer regulatorischer Vorgaben.

### **Ergebnisse**

- Bewertung regulatorischer Anforderungen.
- Frequenznutzungsstrategie.
- Frequenzanträge und ITU-Dokumentation.
- Protokollierung der Frequenzkoordination

### **Mindestumfang der Leistungen**

Der AN muss mindestens folgende Inhalte liefern:

- Identifikation und Beschreibung von mindestens:
  - **3 relevanten regulatorischen Rahmenbedingungen**
- Durchführung und Dokumentation von:
  - mindestens **1 vollständigen Frequenznutzungsanalyse**
- Erstellung von:
  - mindestens **1 Frequenznutzungsantrag (Draft-Version)**
  - mindestens **1 vollständigen ITU-bezogenen Dokumentensatz (Entwurf)**
- Identifikation und Bewertung von mindestens:
  - **3 regulatorischen Risiken**
- Ableitung von mindestens:
  - **3 missionsspezifischen regulatorischen Vorgaben**

### **Abhängigkeiten und Randbedingungen**

- Enge Abstimmung mit der AG erforderlich.
- Anforderungen müssen mit Missionskonzept und Systemdesign kompatibel sein.

## **Leistungsblock 3: Expertenreview RF-Konzept**

Der AN übernimmt eine unabhängige, kontinuierliche Expertenbewertung des RF-Konzeptes der Mission.

## Aufgabenumfang des AN

Der Aufgabenumfang hierbei verläuft gleichmäßig über beide Phasen im Projekt. In Phase 1 wird das Preliminary Design Review (PDR) durchgeführt, in Phase 2 das Critical Design Review (CDR) und das Flight Readiness Review (FRR). Eine Beratung ist durchgehend bis zum FRR notwendig, welches voraussichtlich im Februar 2028 stattfindet.

- Systematische Überprüfung aller missionsrelevanten Schritte im Hinblick auf:
  - Konsistenz,
  - Realisierbarkeit,
  - technische Risiken.
- Verifikation von:
  - Annahmen,
  - Parametern,
  - Schnittstellen.
- Analyse und Bewertung von:
  - Antennenkonzepten,
  - Frequenznutzung,
  - Linkbudget und Datenraten,
  - I/Q-Datenverarbeitung.
- Identifikation technischer Schwachstellen und Risiken.
- Ableitung konkreter Verbesserungsempfehlungen.
- Integration der Ergebnisse in Systemdokumente.

## Ergebnisse

- Schriftliche technische Bewertungen und Reviews, im PDF Format und englischer Sprache.
- Dokumentierte Risiken und Optimierungsvorschläge im PDF Format und englischer Sprache.

## Mindestumfang der Leistungen

Der AN muss mindestens folgende Inhalte liefern:

- Durchführung von mindestens:
  - **3 strukturierten RF-Reviews** (vor PDR, vor CDR, vor FRR)
- Analyse und Bewertung von mindestens:
  - **5 zentralen RF-Parametern** (mindestens Linkbudget, Frequenznutzung, Datenrate, Antennenkonzept, Schnittstellen)
- Identifikation und Dokumentation von mindestens:
  - **5 technischen Schwachstellen oder Risiken**
- Ableitung von mindestens:
  - **5 konkreten Verbesserungsempfehlungen**

### Abhängigkeiten und Randbedingungen

- Inputs aus mehreren Arbeitspaketen.
- Enge Abstimmung mit der AG erforderlich durch regelmäßige Onlinemeetings (mindestens einmal im Monat für jeweils eine Stunde).

#### 2.2.2.1 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

Im Folgenden werden alle technischen Anforderungen aufgeführt und erläutert, die für das Angebot relevant sind. Diese müssen vom/ von der Bieter\*in im Angebot berücksichtigt werden. Die beschriebenen Verifikationen (Analyse(A), Test(T), Review (R)) sind relevant dafür, die Anforderungen zu erfüllen.

ID	Anforderung	Verifikation
<b>PM-01</b>	Der AN muss regelmäßig (mindestens monatlich) an Abstimmungsm Meetings mit der AG teilnehmen. Die AG initiiert die Meetings, welche online stattfinden.	R
<b>PM-02</b>	Der AN stellt sicher, dass alle Dokumente versioniert und nachvollziehbar gepflegt werden.	R
<b>PM-03</b>	Der AN ist verpflichtet den Zeitplan einzuhalten, der von der AG vorgegeben wird.	R
<b>PM-04</b>	Der eingesetzte Mitarbeiter muss über die gesamte Laufzeit verfügbar bleiben.	R
<b>PM-05</b>	Alle Dokumente müssen in Englisch angefertigt werden und im PDF Format zur Verfügung gestellt werden.	R
<b>SYS-01</b>	Der AN muss das Missionskonzept im Hinblick auf RF-Aspekte analysieren und bewerten.	R
<b>SYS-02</b>	Der AN muss Kommunikationsparameter (Frequenz, Datenrate, Coverage) bewerten.	R
<b>SYS-03</b>	Der AN muss Abhängigkeiten zwischen Orbit, Formation und Kommunikation analysieren und einen Bericht dazu anfertigen.	R
<b>SYS-04</b>	Der AN muss das Antennenkonzept bewerten und Empfehlungen zur Auswahl geben.	R
<b>SYS-05</b>	Der AN muss die Konsistenz zwischen Missionsanforderungen und RF-System bewerten.	R
<b>REG-01</b>	Der AN muss die Frequenzkoordinierung für alle relevanten Frequenzbänder durchführen. Dies sind mindestens: UHF (TT&C), S-Band Uplink, X-Band Downlink	R
<b>REG-02</b>	Der AN muss die Frequenzanträge erstellen und einreichen.	R

<b>REG-03</b>	Der AN muss regulatorische Anforderungen (ITU, national) vollständig berücksichtigen.	R
<b>REG-04</b>	Der AN muss regulatorische Risiken identifizieren und bewerten.	R
<b>RFV-01</b>	Der AN muss alle Missionsschritte hinsichtlich RF-Konsistenz überprüfen und bewerten	R
<b>RFV-02</b>	Der AN muss technische Risiken im RF-System identifizieren.	R
<b>RFV-03</b>	Der AN muss Linkbudget und Datenraten analysieren und bewerten	R + A
<b>RFV-04</b>	Der AN muss konkrete Verbesserungsempfehlungen ableiten und der AG in Form von Präsentationen oder Dokumenten zur Verfügung stellen	R

### 2.2.3 Leistungsteam des Auftragnehmers

Alle hier genannten Mindestkriterien sind zwingend zu erfüllen und durch geeignete Unterlagen (z. B. Lebenslauf, Zertifikate, Projektreferenzen) nachzuweisen.

Werden die Mindestkriterien nicht vollständig erfüllt, wird das Angebot vom weiteren Verfahren ausgeschlossen.

Kategorie	Mindestkriterium (MK)	Beschreibung
Anzahl	Mindestens eine Person in leitender Position	Das Team des AN muss aus mindestens einer Person bestehen, die in leitender Position tätig ist und die folgenden Mindestkriterien erfüllt.
Erfahrung	Satellitenkommunikation	Der eingesetzte Mitarbeiter muss mindestens 10 Jahre Erfahrung im Bereich Satellitenkommunikation oder RF-Systeme im Lebenslauf nachweisen. Insbesondere muss der eingesetzte Mitarbeiter praktische Erfahrungen in der Nutzung von RF-Nutzlasten zur Geolokalisierung im Lebenslauf nachweisen können.
Erfahrung	Frequenzkoordination	Der eingesetzte Mitarbeiter muss mindestens 10 Jahre nachweisbare Erfahrung im Bereich Frequenzkoordination und Frequenzuteilung (ITU, nationale Behörden) besitzen und diese im Lebenslauf nachweisen. Dabei muss der eingesetzte Mitarbeiter sowohl die regulatorischen Schritte (ITU-Anmeldung, Korrespondenz mit nationalen Behörden), als auch die technischen Schritte (Link Budget, Verträglichkeitsanalysen, Koordinierungsgespräche) nachweislich eigenständig durchgeführt haben.



Sprache	Sprachkenntnisse	Der eingesetzte Mitarbeiter muss über verhandlungssichere Deutsch- und Englischkenntnisse verfügen.
Verfügbarkeit	Teilnahme an Meeting	Der AN muss gewährleisten einmal im Monat bei der AG für ein Statusmeeting zur Verfügung zu stehen.
Verfügbarkeit	Projektlaufzeit	Der eingesetzte Mitarbeiter muss über die gesamte Projektlaufzeit, inkl. optionale Verlängerung verfügbar sein.

#### 2.2.4 Meilensteinplan

Die Projektmeilensteine ergeben sich aus dem Abschluss der jeweiligen Leistungsblöcke 1 – 3  
Die genannten Fristen der Phasen 1 und 2 sind verbindlich einzuhalten. Sofern ein Leistungsblock abgeschlossen ist und dieser von der AG abgenommen ist, gilt dieser als erfüllt.

#### 2.2.5 Zahlungsplan

Die Zahlungen erfolgen nach Fertigstellung und Abnahme durch die AG der einzelnen Leistungsblöcke.

Beschreibung	%- Zahlung vom Angebotspreis
<b>Phase 1</b>	<i>Gem. OV-125-26 Preisblatt, Reiter Los 2, Pos. 1</i>
Leistungsblock 1	30 %
Leistungsblock 2	40%
Leistungsblock 3	30%
<b>Phase 2– sofern beauftragt wird</b>	<i>Gem. OV-125-26 Preisblatt, Reiter Los 2, Pos. 2</i>
Leistungsblock 2	50%
Leistungsblock 3	50%

Die Vergütung erfolgt zuzüglich der jeweils geltenden gesetzlichen Umsatzsteuer.

#### 2.2.6 Höchstpreis

Der Höchstpreis für Phase 1 beträgt **25.210,00 € netto bzw. 30.000,00 € brutto**.

Der Höchstpreis für Phase 2 beträgt **24.790,00 € netto bzw. 29.500,00 € brutto**

Bieter\*innen, die einen höheren Angebotspreis einreichen, werden vom weiteren Verfahren ausgeschlossen.

Über das Angebot hinausgehende Forderungen können gegenüber der TU Berlin nicht geltend gemacht werden.

### 2.2.7 Leistungsort

Alle Entwicklungsarbeiten müssen in den eigenen Räumlichkeiten des AN stattfinden. Die AG stellt hier keine Arbeitsplätze zur Verfügung. Die monatlichen Meetings finden online statt. Die AG initiiert die Meetings und stellt den digitalen Meetingraum zur Verfügung.

Sonstiger Leistungsort an der TUB: Technische Universität, Marchstraße 12-14, 10587 Berlin

### 2.2.8 Einzureichende Unterlagen

Neben den geforderten Eigenerklärungen (siehe Vergabeunterlagen) sind folgende Punkte im Angebot schriftlich darzustellen. Werden die folgenden Punkte nicht schriftlich dargestellt, so wird das Angebot ausgeschlossen.

- **TUB - Angebotsschreiben des Bieters:** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB - Preisblatt (ZK<sup>4</sup>):** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB - Vom Unternehmen einzureichende Erklärungen EU (EK<sup>5</sup>):** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB - Referenzen (EK):** Um die Mindestanforderungen an das einzusetzende Leistungsteam aus 2.2.3. nachzuweisen, hat der/die Bieter\*In mindestens zwei Referenzen in Form einer geeigneten Übersicht einzureichen. Dabei muss es sich um durchgeführte Leistungen der letzten 10 Jahre handeln. Es gelten Nachweise, die belegen, dass vergleichbare Leistungen erbracht worden. Dazu zählen Veröffentlichungen auf Konferenzen oder Journals, Auftragsbelege oder ähnliche Belege.

---

<sup>4</sup> ZK = Zuschlagskriterium

<sup>5</sup> EK = Eignungskriterium

Vergleichbare Leistungen sind im Bereich Beratung bei Satellitenkommunikation und Frequenzkoordinierung.

Die Referenzen müssen jeweils folgende Angaben enthalten: Firma/ Behörde, Art und Umfang der Leistung, Leistungszeitraum, Leistungsdaten.

- **TUB - Lebenslauf (EK):** Der/ die Bieter\*in stellt ihr/sein einzusetzendes Team gemäß Punkt 2.2.3 mit einem ggf. anonymisierten Lebenslauf vor.
- **TUB - Leistungsdarstellung des Bieters (EK):**  
Das Angebot hat eine strukturierte Darstellung der angebotenen Leistungen zu enthalten. Dabei ist nachvollziehbar zu beschreiben, welche Leistungen der Bieter anbietet und wie diese die Anforderungen der Leistungsbeschreibung (Phasen, Leistungsblöcke, technische Anforderungen und Leistungsteam) erfüllen.  
Diese Darstellung ist auf max. 10 Seiten zu beschreiben.

### 2.2.9 Zuschlagskriterium und Gewichtung

Unter Berücksichtigung aller Umstände wird der Zuschlag auf das wirtschaftlichste Angebot erteilt. Die Bewertung erfolgt auf Grundlage des eingereichten Angebots. Daher liegt es im Interesse des Bieters, alle angeforderten Informationen so detailliert und korrekt wie möglich zur Verfügung zu stellen.

Zuschlagskriterium ist zu **100% der Gesamtangebotspreis netto**.