

# **Leistungsbeschreibung**

**Beschaffung von zwei Flight-Model-Laserkommunikationsterminals für 16U-Kleinsatelliten im Low-Earth-Orbit (LEO)**

**Vergabe Nr.: OV-106-26**

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

## Inhaltsverzeichnis

1	Kurzbeschreibung der Leistung.....	3
2	Leistungsbeschreibung.....	3
2.1	Einsatzszenario und Randbedingungen.....	3
2.2	Meilensteine .....	3
2.3	Projekt Kick-Off Meeting .....	4
2.4	Lieferumfang.....	4
2.4.1	Hardware .....	4
2.4.2	Dokumentation .....	5
2.4.3	Supportleistungen.....	5
2.5	Technische Anforderungen .....	5
2.5.1	SWaP/Mechanisch .....	5
2.5.2	Kommunikationsleistung / Datenraten .....	5
2.5.3	Acquisition / Tracking / Pointing.....	6
2.5.4	Daten-/Steuerschnittstellen & Offenlegung.....	6
2.5.5	Qualifikation / Sicherheit.....	6
3	Zahlungsplan .....	7
4	Leistungsort.....	7
5	Termine / Ausführungszeiten .....	7
6	Einzureichende Unterlagen.....	8
7	Zuschlagskriterien und Gewichtung .....	9
7.1	Gesamtangebotsnettopreis.....	9
7.2	Qualität .....	10
7.2.1	Technische Leistungsfähigkeit des LCT – Unterkriterium 1.....	11
7.2.2	Integrationsfähigkeit in 16U-Plattform und Bodensegment – Unterkriterium 2.....	12
7.2.3	Qualifikation, Heritage und Projektrisiko – Unterkriterium 3 .....	14
7.2.4	Dokumentation, Support, AIT- und In-Orbit-Unterstützung – Unterkriterium 4.....	16

## 1 KURZBESCHREIBUNG DER LEISTUNG

Die Technische Universität Berlin (TU Berlin, nachfolgend Auftraggeberin – AG) beabsichtigt die Beschaffung von zwei (2) flugfähigen Laser Communication Terminals (LCT) als Flight Models (FM) zur optischen Datenübertragung zwischen zwei 16U-Kleinsatelliten im Low-Earth-Orbit (LEO, ca. 500 km, sonnensynchroner Orbit – SSO) sowie zwischen den Satelliten und einer optischen Bodenstation in Neustrelitz (Deutschland). Die Laser Communication Terminals müssen sowohl Direct-to-Earth-(DTE)-Verbindungen als auch Inter-Satellite-Link-(ISL)-Verbindungen unterstützen.

Die Leistung umfasst Hardware, Dokumentation, Integrations-/Abnahmesupport sowie definierte Factory Acceptance Test (FAT) / System Integration Test (SIT) -Nachweise.

## 2 LEISTUNGSBESCHREIBUNG

Nachfolgend werden die Mindestkriterien (MK) mit den geforderten Bestandteilen und Parametern der zu beschaffenden Leistungen 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 EINSATZSZENARIO UND RANDBEDINGUNGEN

- Orbit: LEO, ca. 500 km, SSO
- Satellitenplattform: 16U; Satelliten-Peak-Power verfügbar: 50–100 W
- Bodensegment: überwiegend Neustrelitz; Linkfenster sind wetter-/sichtbarkeitsabhängig → Priorität auf **robuster Acquisition, schneller Reacquisition, stabiler Tracking-Betrieb**
- Terminalbetrieb in Modes: Standby / Acquire / Track / Data / Safe / Inhibit
- Die Auftraggeberin stellt Satellitenbus-ICDs (Power, Daten, Mechanik) nach Zuschlag bereit.

### 2.2 MEILENSTEINE

Die Mission sieht folgende Meilensteine vor:

- Q4 2026 CDR
- Q2 2027 Integration
- Q2/Q3 2027 AIVT
- Q4 2027 / Q1 2028 Raketenstart / LEOP

## 2.3 PROJEKT KICK-OFF MEETING

Die/der Auftragnehmer\*in (kurz: der AN) hält für die AG ein initiales Abstimmungsmee-ting/Projekt Kick-Off innerhalb von max. 2 Wochen nach Beauftragung ab. Das Treffen ist vom AN in remote anzusetzen. Es ist kurz das Angebot vorzustellen und das weitere Vorgehen fest- zulegen. Das Meetingprotokoll dient als Leistungserbringungsnachweis.

Vom Kick-Off Meeting abgesehen, wird nach Zuschlagserteilung eine regelmäßige fachliche Unterstützung mindestens in remote vom AN mit einem zeitlichen Umfang von 0,5 Stunden pro Woche bis zum Abschluss der Gesamtleistung gefordert.

In der Integrationsphase ca. Q2 2027 ist ein zusätzlicher Bedarf einer fachlichen Unterstüt- zung mindestens in remote vom AN mit einem zeitlichen Umfang von 1 Stunde pro Woche zu leisten (= insgesamt 1,5 Std pro Woche). Der Beginn dieser zusätzlichen fachlichen Unter- stützungsleistung ist abhängig vom Zeitpunkt der Inbetriebnahme des Satelliten und geht bis zur erfolgreichen Inbetriebnahme des LCT. Der tatsächliche Unterstützungsbedarf kann zeit- weise über dem Mindestumfang liegen. Für die Kalkulation ist daher von einem Gesamtbe- darf auszugehen, der mindestens einem Umfang von 1,5 Stunden pro Woche über einen Zeitraum von sechs Monaten entspricht.

Insbesondere in der Phase der Inbetriebnahme des LCT kann ein erhöhter Unterstützungsbe- darf entstehen. Nach erfolgreicher Inbetriebnahme reduziert sich der Bedarf voraussichtlich auf eine unregelmäßige, anlassbezogene Unterstützung zur Klärung fachlicher Rückfragen.

In der In-Orbit-Operations-Phase beginnend nachdem Raketenstart vrstl. Q1 2028 wird eine fachliche Unterstützung mindestens in remote vom AN mit einem zusätzlichen zeitlichen Um- fang von 1 Stunde pro Woche in den ersten 6 Monaten gefordert (= insgesamt 1,5 Std pro Woche).

## 2.4 LIEFERUMFANG

Nachfolgend sind die Mindestanforderungen für den Lieferumfang für den AN angegeben:

### 2.4.1 Hardware

- **2× LCT Flight Model (FM)**, jeweils inkl. aller erforderlichen Subkomponenten (Optik, Elektronik, Mechanik)
- Je FM: Befestigungskonzept (Baseplate/Interface), kableseitige Anbindung gemäß ICD
- Je FM: **Kabelsatz/Steckverbinder** (Space-tauglich), inkl. Pinout-Plan
- Je FM: Seriennummer, Konfigurationsstand, CoC/QA-Dokumente
- Der AN hat eine Data Handling Unit (DHU) inklusive Missionssoftware für Bodentests zu liefern. Der Lieferumfang beinhaltet die Hardware, Softwarelizenzen, die techni- sche Dokumentation (ICD, User Manual).

## 2.4.2 Dokumentation

- **Interface Control Document - ICD** (mechanisch/elektrisch/thermisch/Protokoll) inkl. Pinouts, Timing, Datenraten, Telemetriepunkte
- **Concept Of Operations - CONOPS** (Acquisition/Tracking/AIF-Logik, Abbruch-/Retry-Logik, Safe/Inhibit-Verhalten, KPI-Logging)
- **Link-Budget** für LEO→Neustrelitz (Annahmen transparent, Sensitivitätsanalyse)
- Nachweis-/Testdokumente: FAT-Prozeduren, FAT-Report, SIT-Testfälle/Protokolle, Umwelt-/Quali-Nachweise

## 2.4.3 Supportleistungen

- **LCT-SUP01** Der AN muss technische Unterstützungsleistungen für die Integration des LCT in das Raumfahrzeug bereitstellen. Die Unterstützung dient der Klärung und Abstimmung der mechanischen, elektrischen sowie softwareseitigen Schnittstellen zwischen Terminal, Raumfahrzeugbus und Bodensegment. Die wesentlichen Ergebnisse der technischen Abstimmungen müssen in geeigneter Form dokumentiert werden.
- **LCT-AIT01** Der AN muss technische Unterstützung bei der Definition der Assembly-, Integration- und Testaktivitäten bereitstellen. Dies umfasst insbesondere die Abstimmung von Integrationsabläufen, Testanforderungen, Testprozeduren und Verifikationsschritten für die Einbindung des Laser Communication Terminals in das Raumfahrzeug.
- **LCT-OPS01** Der AN muss technische Unterstützung für den In-Orbit-Betrieb des Laser Communication Terminals mindestens bis 6 Monate nach dem Start bereitstellen. Dies umfasst insbesondere die Unterstützung bei der Kommandierung des Terminals sowie bei der Definition, Abstimmung und Dokumentation geeigneter Bodenprozeduren für Betrieb, Test, Fehleranalyse und Wiederherstellung nominaler Betriebszustände.

## 2.5 TECHNISCHE ANFORDERUNGEN

**Hinweis:** Alle Anforderungen sind funktions-/leistungsbasiert. Angebote dürfen **gleichwertige Lösungen** anbieten; Gleichwertigkeit ist nachzuweisen (Compliance-Matrix + Nachweise).

### 2.5.1 SWaP/Mechanisch

**LCT-M01** Einbau innerhalb eines = **1U-Envelopes** (inkl. optischer Keep-Out-Zone) je FM.

**LCT-M02** Masse je FM = **1,8 kg**.

**LCT-M03** Peak-Power je FM = **40 W**, Power-Profile (Peak/Avg, Duty-Cycle) sind auszuweisen.

**LCT-M04** Thermalschnittstelle (Baseplate/Heat-Flux) und Temperaturgrenzen sind anzugeben.

### 2.5.2 Kommunikationsleistung / Datenraten

**LCT-C00** Das LCT muss dem **SDA OCT Standard v3.1.0 (oder neuer)** entsprechen und kompatibel sein. Insbesondere mit den technischen Spezifikationen der optischen Bodenstationen

(OGS) mit getrennter Wellenlängenarchitektur im Up/Downlink mit nominaler Wellenlänge von 1536 nm und 1553 nm und einer kompatiblen Modulation On-Off Keying (OOK).

**LCT-C01** Das LCT muss optische inter-satelliten Links (OISL) **SDA OCT Standard v3.1.0 (oder neuer)** unterstützen. Nachweis durch Link-Budget und Heritage mit mindestens einem identischen (oder  $\geq 90\%$  ähnlichen) Model.

**LCT-C02** DTE Downlink und OISL bei einer **Slant range = 1000 km** ist eine bidirektionale TX/RX Nutzdatenrate von = **300 Mbaud/s** und die Robustheit der Acquisition über BER nachzuweisen. (missionsrelevante Annahmen; Nachweis über Link-Budget).

**LCT-C03** CONOPS, Rückkanal/Mechanismus zur Acquisition/Beacon sowie TM/TC-Übertragung: Konzept/Protokoll ist offenzulegen.

**LCT-C04** Der Auftragnehmer beschreibt mindestens ein robustes Betriebsprofil für wetterlimitierte Fenster (Reacquire-Strategie, KPI-Telemetrie).

### 2.5.3 Acquisition / Tracking / Pointing

**LCT-P01** Terminal stellt Fine-Pointing/Fine-Steering bereit (oder gleichwertige Lösung) zur Kompensation von Body-Pointing-Restfehlern.

**LCT-P02** Field-of-Regard / Fine-Pointing-Bereich =  $\pm 0.5^\circ$  oder gleichwertiger Nachweis einer robusten Acquisition/Tracking-Fähigkeit (Test/Heritage/Analyse).

**LCT-P03** Terminal liefert eindeutige Status- und Qualitätsmetriken: Beacon-Detect / PAT, Lock-State, Tracking-Quality, Abbruchgründe.

### 2.5.4 Daten-/Steuerschnittstellen & Offenlegung

**LCT-I01** Primäre Nutzdatenschnittstelle: **Ethernet** (100/1000BASE-T) oder funktional gleichwertiges Interface ist nachzuweisen.

**LCT-I02** TM/TC-Schnittstelle (Ethernet oder seriell) mit vollständiger Telemetrie-Dokumentation und vollen Zugriff auf Housekeeping-Telemetrie (= 1 Hz kontinuierlich) und Diagnostic-Daten (on-demand, =10 Hz).

**LCT-I03** Framing/FEC/PHY-Profil sind **vollständig dokumentiert** (standardnah oder gleichwertig offen dokumentiert) für optischen Bodenstationen-Integration.

**LCT-I04** Die im LCT gespeicherten Codes und Softwarekomponenten (einschließlich, aber nicht beschränkt auf Firmware, Software und Konfigurationsparameter) müssen nach dem Start im Orbit (In-Orbit) über den Telekommando-Link (TC) aktualisierbar sein, ohne dass ein physischer Zugriff auf das Raumfahrzeug erforderlich ist.

### 2.5.5 Qualifikation / Sicherheit

**LCT-Q01** Der Auftragnehmer muss die Eignung des angebotenen Designs für den Einsatz in einem LEO-Raumfahrzeug nachweisen. Hierfür ist ein Flight Heritage des angebotenen Designs oder eines nachweislich äquivalenten Vorgängerdesigns mit mindestens einer erfolgreich absolvierten Flugmission nachzuweisen.

Zusätzlich sind geeignete Nachweise zur Umweltqualifikation vorzulegen, insbesondere zu TVAC und Vibration/Schock. Die Nachweise können für das angebotene Design oder ein nachweislich äquivalentes Vorgängerdesign erbracht werden.

**LCT-Q02** Der Auftragnehmer muss eine Garantie von mindestens 12 Monaten auf alle Komponenten (außer Verschleißteile) gewähren.

### **3 ZAHLUNGSPLAN**

Die Zahlungen erfolgen wie folgt:

Leistungsanteil:

- (1) 30% des Gesamtbetrags nach abgeschlossenem initialen Abstimmungsmeeting/Projekt Kick-Off
- (2) 40% des Gesamtbetrags nach Leistungserbringung: Lieferung ICD und Technische Dokumentation
- (3) 30% des Gesamtbetrags nach Leistungserbringung: FM Lieferung

Sämtliche Vergütungen verstehen sich als Nettovergütungen zuzüglich der jeweils geltenden gesetzlichen Umsatzsteuer.

Ein Leistungsanteil gilt als abgeschlossen, wenn:

- Die Leistungserbringung vollständig durchgeführt und von der AG abgenommen wurde

### **4 LEISTUNGORT**

Alle Entwicklungsarbeiten müssen in den eigenen Räumlichkeiten des AN stattfinden. Die AG stellt keine Arbeitsplätze zur Verfügung.

Sämtliche physikalische Gegenstände des Lieferumfangs ist an folgende Adresse zu liefern:

Technische Universität Berlin

Marchstr. 12-14

10857 Berlin

Deutschland

Das Integrationslabor und Missions Control Centrum (MCC) befindet sich an der TU Berlin in der Marchstraße 12-14, 10587 Berlin. Der Support muss mind. online verfügbar sein oder vor Ort erfolgen.

### **5 TERMINE / AUSFÜHRUNGSZEITEN**

Ausführungsbeginn: Die Ausführung kann ab dem Tag der Auftragsvergabe (voraussichtlich 20.08.2026) erfolgen.

Ausführungsende: Die Flughardware muss spätestens bis Ende April 2027 geliefert werden.

Die DHU ist so schnell wie möglich, mindestens 4 Monate (voraussichtlich 31.Dezember 2026) vor den FM-Modellen) zu liefern.

Die Technische Dokumentation ist nach Auftragsvergabe sofort, maximal jedoch innerhalb von 8 Wochen bereitzustellen.

***Sollten Bieter\*innen von den o.g. verbindlichen Fristen abweichen, müssen begründete, abweichende verbindliche Lieferzeiten/Fristen im Angebot hinterlegt werden. Die AG behält sich im Rahmen der Prüfung und Wertung vor, ob das jeweilige Angebot zur weiteren Wertung zugelassen wird.***

## **6 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>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 – Compliance-Matrix (EK):** Der/die Bieter\*in stellt zu allen o.g. Anforderungen eine ausgefüllte Compliance-Matrix zur Verfügung

**TUB – Spezifikationsdokumente (EK):** Der/die Bieter\*in reicht folgende Beschreibungen und Nachweise ein:

- technische Beschreibung des angebotenen LCT,
- Link-Budget für LEO zu optischer Bodenstation Neustrelitz,
- Beschreibung der DTE- und ISL-Betriebskonzepte,
- Nachweise zu Flight Heritage und Umweltqualifikation, mind. 1 Seite

---

<sup>1</sup> ZK = Zuschlagskriterium

<sup>2</sup> EK = Eignungskriterium



***Hinweis: Einzelne Angaben hierunter, werden im Rahmen der Wertung als Zuschlagskriterium Qualität bewertet und dürfen von der AG im Nachgang nicht nachgefordert werden.***

- **TUB – Terminplan (EK):** Der/die Bieter\*in stellt einen chronologischen Terminplan auf, aus dem hervorgeht, dass die einzelnen Leistungen unter genannten Fristen fristgerecht und vollumfänglich erbracht werden.

***Hinweis: Einzelne Angaben hierunter, werden im Rahmen der Wertung als Zuschlagskriterium Qualität bewertet und dürfen von der AG im Nachgang nicht nachgefordert werden.***

- **TUB – Kriterium Qualität (ZK):** Der/die Bieter\*in gibt in einer übersichtlichen Ansicht an, ob und in welchen qualitativen Umfang sie/er die zusätzlichen Aspekte erfüllt. Die AG prüft die Angaben ggf. anhand der einreichten Nachweise gegen.

***Hinweis: Die Erfüllung und Angabe der zusätzlichen Kriterien unter Punkt 7.2 fließt in die Wertung ein und ist von der/dem Bieter\*in nicht verpflichtend. Werden keine oder unzureichende Angaben gemacht, so erhält die/der Bieter\*in 0 Punkte. Nachforderungen sind nicht möglich.***

## **7 ZUSCHLAGSKRITERIEN 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.

Die Zuschlagskriterien werden wie folgt gewichtet:

- **Gesamtangebotsnettopreis:** 40 %
- **Qualität:** 60 %

### **7.1 GESAMTANGEBOTSNETTOPREIS**

Aus der Menge der wertungsfähigen Angebote, d.h. alle Angebote, die nicht aus formalen Gründen, nicht aus Gründen der fehlenden Unternehmereignung und nicht aus Gründen eines im Verhältnis zur Leistung unangemessenen Preises ausgeschlossen wurden, wird der niedrigste Angebotspreis bestimmt.

Das Angebot mit dem niedrigsten Gesamtpreis (exkl. MwSt.) erhält die Höchstpunktezahl von 40 Punkten. Ist der Gesamtpreis eines Angebotes z.B. um 100 % höher im Vergleich zum Angebot mit dem niedrigsten Gesamtpreis, dann erhält dieses Angebot 0 Punkte. Null Punkte stellen die Untergrenze dar d.h. es werden keine Negativpunkte vergeben. Die Punkte dazwischen werden nach der folgenden Gleichung interpolär berechnet:

Formel:

$$Punkte_{preis} = \left( 2 - \frac{Preis}{Preis_{min}} \right) * 40$$

## 7.2 QUALITÄT

Die nachfolgend beschriebenen Aspekte stelle eine verbesserte Leistung dar. Die Erfüllung dieser Aspekte sind für den Bieter nicht verpflichtend, werden jedoch im Rahmen der Angebotsbewertung berücksichtigt.

Für die Erfüllung der Aspekte werden insgesamt maximal 60 Punkte vergeben; Teilpunkte werden nicht vergeben. Jedes Angebot, das den genannten Aspekt vollständig erfüllt, erhält die ausgewiesene Punktzahl. Werden keine oder unzureichende Angaben gemacht, so erhält die/der Bieter\*in 0 Punkte.

Die Erfüllung des zusätzlichen Aspekts ist im Angebot eindeutig kenntlich zu machen.

### Gewichtung der Qualitätskriterien

Nr.	Bewertungskriterium	Gewichtung
1	Technische Leistungsfähigkeit des LCT	25 %
2	Integrationsfähigkeit in 16U-Plattform und Bodensegment	25 %
3	Qualifikation, Heritage und Projektrisiko	5 %
4	Dokumentation, Support, AIT- und In-Orbit-Unterstützung	5%
	<b>Summe</b>	<b>60 %</b>

Für die qualitativen Kriterien 1- 4 wird eine Punkteskala verwendet, die bei den jeweiligen Kriterien aufgeschlüsselt ist. Es werden nur Werte positiv bewertet, die über die Mindestanforderung hinausgehen.

Die erreichten Prozente der jeweiligen Unterkriterien werden mit der jeweiligen Gewichtung multipliziert:

$$Kriterium_{Qualität Nr.1} = \left( \frac{erreichte Punkte}{100} \right) * 25$$

## 7.2.1 Technische Leistungsfähigkeit des LCT – Unterkriterium 1

Bewertet wird die Leistungsfähigkeit des angebotenen LCT für DTE- und ISL-Anwendungen in LEO.

Nr.	Unterkriterium	Gewichtung														
A	<b>Datenrate und Link-Performance</b> <table><tr><th>Punkte</th><th>Nachweis</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: Datenrate und Link-Performance für DTE und ISL, einschließlich Nachweis mindestens 300 Mbaud/s bei Slantrange mindestens 1000 km</td></tr><tr><td>1</td><td>&gt;300 &lt; 500 Mbaud oder &gt;1000 km &lt; 1500 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin</td></tr><tr><td>2</td><td>&gt;500 &lt; 1000 Mbaud oder ≥1500 km &lt; 2000 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin</td></tr><tr><td>3</td><td>≥1000 Mbaud oder ≥2000 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin</td></tr><tr><td>4</td><td>&gt;300 Mbaud und ≥1500 km mit ≥3 dB Margin</td></tr><tr><td>5</td><td>&gt;300 Mbaud und ≥2000 km mit ≥6 dB Margin</td></tr></table>	Punkte	Nachweis	0	Mindestanforderung: Datenrate und Link-Performance für DTE und ISL, einschließlich Nachweis mindestens 300 Mbaud/s bei Slantrange mindestens 1000 km	1	>300 < 500 Mbaud oder >1000 km < 1500 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin	2	>500 < 1000 Mbaud oder ≥1500 km < 2000 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin	3	≥1000 Mbaud oder ≥2000 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin	4	>300 Mbaud und ≥1500 km mit ≥3 dB Margin	5	>300 Mbaud und ≥2000 km mit ≥6 dB Margin	30 %
Punkte	Nachweis															
0	Mindestanforderung: Datenrate und Link-Performance für DTE und ISL, einschließlich Nachweis mindestens 300 Mbaud/s bei Slantrange mindestens 1000 km															
1	>300 < 500 Mbaud oder >1000 km < 1500 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin															
2	>500 < 1000 Mbaud oder ≥1500 km < 2000 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin															
3	≥1000 Mbaud oder ≥2000 km bei 300 Mbaud mit ≥3 dB Margin															
4	>300 Mbaud und ≥1500 km mit ≥3 dB Margin															
5	>300 Mbaud und ≥2000 km mit ≥6 dB Margin															
B	<b>Robustheit von Acquisition über BER</b> <table><tr><th>Punkte</th><th>BER-Nachweis</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: Nachweis der Robustheit der Acquisition über BER liegt vor.</td></tr><tr><td>1</td><td>Post-FEC BER ≤ 10<sup>-3</sup></td></tr><tr><td>2</td><td>Post-FEC BER ≤ 10<sup>-6</sup></td></tr><tr><td>3</td><td>Post-FEC BER ≤ 10<sup>-9</sup></td></tr><tr><td>4</td><td>Post-FEC BER ≤ 10<sup>-12</sup></td></tr><tr><td>5</td><td>Post-FEC BER &gt;10<sup>-12</sup></td></tr></table>	Punkte	BER-Nachweis	0	Mindestanforderung: Nachweis der Robustheit der Acquisition über BER liegt vor.	1	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-3</sup>	2	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-6</sup>	3	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-9</sup>	4	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-12</sup>	5	Post-FEC BER >10 <sup>-12</sup>	30 %
Punkte	BER-Nachweis															
0	Mindestanforderung: Nachweis der Robustheit der Acquisition über BER liegt vor.															
1	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-3</sup>															
2	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-6</sup>															
3	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-9</sup>															
4	Post-FEC BER ≤ 10 <sup>-12</sup>															
5	Post-FEC BER >10 <sup>-12</sup>															
C	<b>Fine-Pointing-/Fine-Steering-Fähigkeit, Field-of-Regard und Kompensation von Restfehlern der Satellitenplattform</b> <table><tr><th>Punkte</th><th>Range</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: Fine-Pointing-/Fine-Steering-Fähigkeit zur Kompensation von Body-Pointing-Restfehlern vorhanden; nachgewiesener Field-of-Regard/Fine-Pointing-Bereich von mindestens ±0,5° oder gleichwertiger Nachweis einer robusten Acquisition-/Tracking-Fähigkeit.</td></tr><tr><td>1</td><td>&gt;±0,5°; &lt; ±1,0</td></tr><tr><td>2</td><td>≥ ±1,0°; &lt; ±2,0</td></tr><tr><td>3</td><td>≥ ±2,0°</td></tr></table>	Punkte	Range	0	Mindestanforderung: Fine-Pointing-/Fine-Steering-Fähigkeit zur Kompensation von Body-Pointing-Restfehlern vorhanden; nachgewiesener Field-of-Regard/Fine-Pointing-Bereich von mindestens ±0,5° oder gleichwertiger Nachweis einer robusten Acquisition-/Tracking-Fähigkeit.	1	>±0,5°; < ±1,0	2	≥ ±1,0°; < ±2,0	3	≥ ±2,0°	40 %				
Punkte	Range															
0	Mindestanforderung: Fine-Pointing-/Fine-Steering-Fähigkeit zur Kompensation von Body-Pointing-Restfehlern vorhanden; nachgewiesener Field-of-Regard/Fine-Pointing-Bereich von mindestens ±0,5° oder gleichwertiger Nachweis einer robusten Acquisition-/Tracking-Fähigkeit.															
1	>±0,5°; < ±1,0															
2	≥ ±1,0°; < ±2,0															
3	≥ ±2,0°															

	SUMME A - C	100%
--	-------------	------

**Positiv bewertet werden insbesondere:**

- nachgewiesene bidirektionale DTE- und ISL-Fähigkeit,
- hohe Link-Margen unter realistischen LEO-Randbedingungen,
- vollständige und nachvollziehbare Offenlegung der relevanten Kommunikationsparameter,
- geringe Abhängigkeit von hochpräzisem Body-Pointing des Satelliten.

**Rechnungsbeispiel:**

Die erreichten Punkte werden mit der jeweiligen Gewichtung mit dem Dreisatz wie folgt errechnet:

$$\text{Unterkriterium}_A = \left( \frac{\text{erreichte Punkte}}{5} \right) * 30$$

Anschließend werden die Prozente für die Unterkriterien A - C addiert als gesamtes Bewertungskriterium Technische Leistungsfähigkeit des LCT Nr. 1.

## 7.2.2 Integrationsfähigkeit in 16U-Plattform und Bodensegment – Unterkriterium 2

Bewertet wird, wie gut sich das angebotene LCT in die vorgesehene Satellitenplattform und das Bodensegment integrieren lässt.

Nr.	Unterkriterium	Gewichtung														
D	Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: mindestens 1U	25 %														
	<table><tr><th>Punkte</th><th>Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: mindestens 1U</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: Mindestens 1U</td></tr><tr><td>1</td><td>&lt;1U und <math>\geq 0,95</math> U</td></tr><tr><td>2</td><td>&lt;0,95 und <math>\geq 0,90</math> U</td></tr><tr><td>3</td><td>&lt;0,90 U und <math>\geq 0,85</math> U</td></tr><tr><td>4</td><td>&lt;0,85 und <math>\geq 0,80</math> U</td></tr><tr><td>5</td><td>&lt; 0,80 U</td></tr></table>		Punkte	Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: mindestens 1U	0	Mindestanforderung: Mindestens 1U	1	<1U und $\geq 0,95$ U	2	<0,95 und $\geq 0,90$ U	3	<0,90 U und $\geq 0,85$ U	4	<0,85 und $\geq 0,80$ U	5	< 0,80 U
	Punkte		Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: mindestens 1U													
	0		Mindestanforderung: Mindestens 1U													
	1		<1U und $\geq 0,95$ U													
	2		<0,95 und $\geq 0,90$ U													
	3		<0,90 U und $\geq 0,85$ U													
	4		<0,85 und $\geq 0,80$ U													
	5		< 0,80 U													
E	Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: maximal 1,8 kg	25%														

	<table><tr><th>Punkte</th><th>Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: maximal 1,8 kg</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: maximal 1,8 kg</td></tr><tr><td>1</td><td><math>\geq 1,71</math> kg und <math>&lt; 1,8</math> kg</td></tr><tr><td>2</td><td><math>\geq 1,62</math> kg und <math>&lt; 1,71</math> Kg</td></tr><tr><td>3</td><td><math>\geq 1,53</math> kg und <math>&lt; 1,62</math> kg</td></tr><tr><td>4</td><td><math>\geq 1,44</math> kg und <math>&lt; 1,53</math> kg</td></tr><tr><td>5</td><td><math>&lt; 1,44</math> kg</td></tr></table>	Punkte	Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: maximal 1,8 kg	0	Mindestanforderung: maximal 1,8 kg	1	$\geq 1,71$ kg und $< 1,8$ kg	2	$\geq 1,62$ kg und $< 1,71$ Kg	3	$\geq 1,53$ kg und $< 1,62$ kg	4	$\geq 1,44$ kg und $< 1,53$ kg	5	$< 1,44$ kg	
Punkte	Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: maximal 1,8 kg															
0	Mindestanforderung: maximal 1,8 kg															
1	$\geq 1,71$ kg und $< 1,8$ kg															
2	$\geq 1,62$ kg und $< 1,71$ Kg															
3	$\geq 1,53$ kg und $< 1,62$ kg															
4	$\geq 1,44$ kg und $< 1,53$ kg															
5	$< 1,44$ kg															
F	<p>Unterschreitung von der SWaP-Randbedingung: niedrige Leistungsaufnahme</p> <table><tr><th>Punkte</th><th>Peak Power</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: Peak Power</td></tr><tr><td>1</td><td><math>&gt; 35</math> W</td></tr><tr><td>2</td><td><math>&lt; 35</math> W und <math>\geq 30</math> W</td></tr><tr><td>3</td><td><math>&lt; 30</math> W und <math>\geq 25</math></td></tr><tr><td>4</td><td><math>&lt; 25</math> W und <math>\geq 20</math></td></tr><tr><td>5</td><td><math>&lt; 20</math> W</td></tr></table>	Punkte	Peak Power	0	Mindestanforderung: Peak Power	1	$> 35$ W	2	$< 35$ W und $\geq 30$ W	3	$< 30$ W und $\geq 25$	4	$< 25$ W und $\geq 20$	5	$< 20$ W	35 %
Punkte	Peak Power															
0	Mindestanforderung: Peak Power															
1	$> 35$ W															
2	$< 35$ W und $\geq 30$ W															
3	$< 30$ W und $\geq 25$															
4	$< 25$ W und $\geq 20$															
5	$< 20$ W															
G	<p>Daten- und Steuerschnittstellen: Ethernet-Nutzdatenschnittstelle und TM/TC-Zugriff</p> <table><tr><th>Punkte</th><th>Range</th></tr><tr><td>0</td><td>TM/TC-Schnittstelle (Ethernet oder seriell) mit vollständiger Telemetrie-Dokumentation und vollen Zugriff auf Housekeeping-Telemetrie (= 1 Hz kontinuierlich) und Diagnostic-Daten (on-demand, =10 Hz).</td></tr><tr><td>1</td><td>StdTM <math>\geq 1</math> Hz oder DebugTM <math>\geq 10</math> Hz (ein Wert übertrifft Mindestanforderung)</td></tr><tr><td>2</td><td>StdTM <math>&gt; 1</math> Hz und DebugTM <math>&gt; 10</math> Hz (beide Werte übertreffen Mindestanforderung)</td></tr><tr><td>3</td><td>StdTM <math>\gg 1</math> Hz und DebugTM <math>\gg 10</math> Hz (beide Werte übertreffen Mindestanforderung um ein Vielfaches 10-fach+)</td></tr></table>	Punkte	Range	0	TM/TC-Schnittstelle (Ethernet oder seriell) mit vollständiger Telemetrie-Dokumentation und vollen Zugriff auf Housekeeping-Telemetrie (= 1 Hz kontinuierlich) und Diagnostic-Daten (on-demand, =10 Hz).	1	StdTM $\geq 1$ Hz oder DebugTM $\geq 10$ Hz (ein Wert übertrifft Mindestanforderung)	2	StdTM $> 1$ Hz und DebugTM $> 10$ Hz (beide Werte übertreffen Mindestanforderung)	3	StdTM $\gg 1$ Hz und DebugTM $\gg 10$ Hz (beide Werte übertreffen Mindestanforderung um ein Vielfaches 10-fach+)	15 %				
Punkte	Range															
0	TM/TC-Schnittstelle (Ethernet oder seriell) mit vollständiger Telemetrie-Dokumentation und vollen Zugriff auf Housekeeping-Telemetrie (= 1 Hz kontinuierlich) und Diagnostic-Daten (on-demand, =10 Hz).															
1	StdTM $\geq 1$ Hz oder DebugTM $\geq 10$ Hz (ein Wert übertrifft Mindestanforderung)															
2	StdTM $> 1$ Hz und DebugTM $> 10$ Hz (beide Werte übertreffen Mindestanforderung)															
3	StdTM $\gg 1$ Hz und DebugTM $\gg 10$ Hz (beide Werte übertreffen Mindestanforderung um ein Vielfaches 10-fach+)															
	SUMME D - G	100 %														

**Positiv bewertet werden insbesondere:**

- Unterschreitung des Zielwerts für die Volumen von maximal 1 U Unterschreitung des Zielwerts für die Volumen von maximal 1,8 kg Höhere Sampling Raten von Housekeeping- und Diagnostik-Telemetrie,
- Unterschreitung des Zielwerts für die Leistungsaufnahme

**Rechnungsbeispiel:**

Die erreichten Punkte werden mit der jeweiligen Gewichtung mit dem Dreisatz wie folgt errechnet:

$$Unterkriterium_D = \left( \frac{\text{erreichte Punkte}}{5} \right) * 25$$

Anschließend werden die Prozente für die Unterkriterien D - G addiert als gesamtes Bewertungskriterium Integrationsfähigkeit in 16U-Plattform und Bodensegment Nr. 2.

### 7.2.3 Qualifikation, Heritage und Projektrisiko – Unterkriterium 3

Bewertet wird die technische Reife des angebotenen Designs und das Risiko für Einsatz, Integration und Betrieb.

Nr.	Unterkriterium	Gewichtung										
H	Flight Heritage des angebotenen Designs oder eines nachweislich äquivalenten Vorgängerdesigns (Reifegrad/TRL des Designs)	100 %										
	<table><tr><th>Punkte</th><th>Range</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: Flight Heritage 1x geflogen</td></tr><tr><td>1</td><td>Bis 5 Missionen</td></tr><tr><td>2</td><td>6-10 Missionen</td></tr><tr><td>3</td><td>Über 10 Missionen</td></tr></table>	Punkte	Range	0	Mindestanforderung: Flight Heritage 1x geflogen	1	Bis 5 Missionen	2	6-10 Missionen	3	Über 10 Missionen	
Punkte	Range											
0	Mindestanforderung: Flight Heritage 1x geflogen											
1	Bis 5 Missionen											
2	6-10 Missionen											
3	Über 10 Missionen											
	SUMME H	100%										

**Positiv bewertet werden insbesondere:**

- bereits im Orbit betriebene Terminal (mehr = positiv), vergleichbare Terminals,

**Rechnungsbeispiel:**

Die erreichten Punkte werden mit der jeweiligen Gewichtung mit dem Dreisatz wie folgt errechnet:

$$Unterkriterium_H = \left( \frac{\text{erreichte Punkte}}{3} \right) * 100$$

Vergabe Nr.: OV-106-26

Die weitere Gewichtung erfolgt im Bewertungskriterium Qualifikation, Heritage und Projektrisiko Nr. 3.

## 7.2.4 Dokumentation, Support, AIT- und In-Orbit-Unterstützung – Unterkriterium 4

Bewertet wird die Qualität des mitgelieferten technischen Supports und der Dokumentationsbasis.

Nr.	Unterkriterium	Gewichtung										
I	<div>Qualität und Umfang der Integrations-, AIT- und In-Orbit-Operations-Unterstützung</div> <table><tr><th>Punkte</th><th>Range</th></tr><tr><td>0</td><td><div>Mindestanforderung:</div><ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 0,5 Stunden pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 1 Stunde pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 1 Stunde pro Woche</li></ul></td></tr><tr><td>1</td><td><ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 1,5 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 1,5 Stunden pro Woche</li></ul></td></tr><tr><td>2</td><td><ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 2 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 2 Stunden pro Woche</li></ul></td></tr><tr><td>3</td><td><ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: mindestens 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich mehr als 2,5 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich mehr als 2,5 Stunden pro Woche</li></ul></td></tr></table>	Punkte	Range	0	<div>Mindestanforderung:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 0,5 Stunden pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 1 Stunde pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 1 Stunde pro Woche</li></ul>	1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 1,5 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 1,5 Stunden pro Woche</li></ul>	2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 2 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 2 Stunden pro Woche</li></ul>	3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: mindestens 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich mehr als 2,5 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich mehr als 2,5 Stunden pro Woche</li></ul>	50 %
Punkte	Range											
0	<div>Mindestanforderung:</div> <ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 0,5 Stunden pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 1 Stunde pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 1 Stunde pro Woche</li></ul>											
1	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 1,5 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 1,5 Stunden pro Woche</li></ul>											
2	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich 2 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich 2 Stunden pro Woche</li></ul>											
3	<ul style="list-style-type: none"><li>- Regelmäßige fachliche Unterstützung: mindestens 1 Stunde pro Woche</li><li>- Integrationsphase: zusätzlich mehr als 2,5 Stunden pro Woche</li><li>- In-Orbit-Operations (erste 6 Monate): zusätzlich mehr als 2,5 Stunden pro Woche</li></ul>											
J	<div>Bereitstellung/Lieferung der DHU in Wochen</div> <table><tr><th>Punkte</th><th>Unterschreiten der Bereitstellung der DHU [in vollen Wochen]</th></tr><tr><td>0</td><td>Mindestanforderung: spätestens 31.12.2026</td></tr><tr><td>1</td><td>1–2 Wochen</td></tr></table>	Punkte	Unterschreiten der Bereitstellung der DHU [in vollen Wochen]	0	Mindestanforderung: spätestens 31.12.2026	1	1–2 Wochen	25 %				
Punkte	Unterschreiten der Bereitstellung der DHU [in vollen Wochen]											
0	Mindestanforderung: spätestens 31.12.2026											
1	1–2 Wochen											



	<b>2</b>	3–4 Wochen	
	<b>3</b>	5–6 Wochen	
	<b>4</b>	7–8 Wochen	
	<b>5</b>	mehr als 8 Wochen	
K	Funktionalität DHU einschließlich Missionssoftware für Bodentests		25 %
	<b>Punkte</b>	<b>Nachgewiesene Funktionalität</b>	
	<b>0</b>	Mindestanforderung: Einfache Ground-Test-Einheit oder Simulator mit Basisfunktionen, jedoch begrenzter Missionssoftware und eingeschränkter Testabdeckung.	
	<b>1</b>	Nutzbare Testeinheit mit relevanten elektrischen/logischen Schnittstellen und missionsnaher Software für grundlegende Integrations- und Funktionstests.	
	<b>2</b>	Vollständig integrierte, missionsnahe Testumgebung inklusive Data Handling Unit/EGSE-Funktionalität, anwendbarer Missionssoftware, Konfigurationsmöglichkeiten, Schnittstellenemulation, Testskripten/Prozeduren, Logging2 Umfangreiche Ground-Test-Lösung mit missionsspezifischer Software, dokumentierten Schnittstellen, Telecommand-/Telemetry-Funktionalität, Fehler-/Statusausgaben.	
SUMME I - K			100 %

**Positiv bewertet werden insbesondere:**

- Umfang des Supports
- gute Nutzbarkeit der DHU für frühe Integrations- und Bodentests.

**Rechnungsbeispiel:**

Die erreichten Punkte werden mit der jeweiligen Gewichtung mit dem Dreisatz wie folgt errechnet:

$$\text{Unterkriterium}_j = \left( \frac{\text{erreichte Punkte}}{2} \right) * 25$$

Anschließend werden die Prozente für die Unterkriterien I - K addiert als gesamtes Bewertungskriterium Dokumentation, Support, AIT- und In-Orbit-Unterstützung Nr. 4.

Im Falle eines Punktegleichstands in der Gesamtbewertung aus Preis und Qualität erhält das Angebot mit der höheren Punktzahl im Zuschlagskriterium Qualität den Zuschlag. Besteht auch insoweit Punktegleichheit, entscheidet das Los.