

Leistungsbeschreibung

Neubeschaffung eines Kathodolumineszenzsystems für
die Materialtechnologie

Verhandlungsverfahren mit Teilnahmewettbewerb

Vergabenummer: FBH-2026-0002

Berlin, 15.09.2026

Inhalt

1.	Auftraggeber	3
2.	Leistungsgegenstand	3
3.	Zielstellung	3
4.	Rahmenbedingungen	3
4.1	Leistungsbeginn und Liefer-/Leistungszeitraum	3
4.2	Lieferung, Installation und Abnahme	3
4.3	Vertragliches	4
4.4	Zahlungsbedingungen	4
4.5	Service und Support	5
4.6	Schulungen	5
4.7	Garantie	5
5.	Leistungsumfang	5
6.	Technische Anforderungen	6
6.1	Kompatibilität	6
6.2	Wellenlängenbereich, Detektoren und Monochromatoren	6
6.3	Mess- und Mappingmodi	7
6.4	Empfindlichkeit	7
6.5	Driftkompensation, Detektorwechsel und weitere Funktionen/Komponenten	8
6.6	Sichtfeld	8
6.7	Betriebssystem, Soft- und Hardware	9
6.8	Technische Mindestanforderungen	9
6.8.1	Kompatibilität	9
6.8.2	Technische Spezifikationen	10
7.	Teststellung	10
8.	Sonstiges	12
9.	Anlagen	12

1. Auftraggeber

Das Ferdinand-Braun-Institut (FBH) in Berlin ist eine Forschungseinrichtung, die sich mit Hochfrequenzelektronik, Photonik und Quantenphysik befasst. Es entwickelt und erforscht elektronische und optische Komponenten, Module und Systeme auf der Basis von Verbindungshalbleitern. Das FBH ist in der angewandten Forschung tätig und arbeitet eng mit Industrie und Universitäten zusammen.

2. Leistungsgegenstand

Die Ausschreibung dient der Beschaffung eines neuen Kathodolumineszenzsystems (CL-System) für ein vorhandenes Rasterelektronenmikroskop (REM) (Hersteller „Zeiss“, Typ „Ultra Plus“, SN: 4096). Die Leistung beinhaltet die Entwicklung, die Lieferung, die Installation, die Verifizierung der Funktionen sowie Bedienschulungen der Nutzer:innen des FBH.

Das neue CL-System soll ein bestehendes CL-System für photomultiplierbasierte/pan- und monochromatische CL-Mappings (Anmerkung: Photomultiplier oder PMT steht hier, im Folgenden sowie in den weiteren Vergabeunterlagen stellvertretend für schnelle, panchromatische Detektortypen) und CCD-basierte hyperspektrale Mappings ersetzen, welches derzeit am REM installiert ist. Am FBH werden Halbleiter mit direkten Bandlücken und Emissionswellenlängen im Bereich 200 – 1300 nm hergestellt. Das CL-System soll zur Untersuchung dieser Materialien geeignet sein.

Das CL-System darf ausschließlich aus neuen Komponenten zusammengesetzt werden. Gebrauchte Komponenten dürfen nicht verbaut bzw. eingesetzt werden.

3. Zielstellung

Ziel der Neubeschaffung ist es, das veraltete bestehende CL-System durch ein leistungsfähiges neues System zu ersetzen, das sowohl schnelle bildgebende Verfahren mit Photomultipliern als auch hyperspektrale Kartierungen mit CCD-Detektoren erlaubt.

4. Rahmenbedingungen

Im Folgenden Abschnitt werden die Rahmenbedingungen für die Leistung dargestellt.

4.1 Leistungsbeginn und Liefer-/Leistungszeitraum

Die Beauftragung der Leistung und somit der Leistungsbeginn erfolgt mit Zuschlagserteilung. Der späteste Liefertermin für die gesamte Leistung sowie der Leistungszeitraum betragen 6 Monate ab Zuschlagserteilung.

4.2 Lieferung, Installation und Abnahme

Das Gerät ist zu liefern, zu montieren und zu installieren (siehe Kapitel 5 „Leistungsumfang“). Nach erfolgreicher Installation ist die Leistung durch den Auftraggeber abzunehmen.

Die Abnahme setzt folgendes voraus:

- Vollständige Lieferung (DDP Berlin)
- Bedienschulung inkl. vollständiger Demonstration aller Funktionen des bestellten Kathodolumineszenzsystems inkl. aller Teilsysteme/-komponenten an Proben des FBH

- Vollständige Funktionsfähigkeit des gelieferten, montierten und installierten Systems mit dem vorhandenen REM
- Keine Einschränkung der Funktionalität der vorhandenen REM-Komponenten oder anderer Detektorsysteme am vorhandenen REM (Details unter 6.8.1 sowie in der Anlage 1 "C II current_SEM_System")

Die Lieferung erfolgt mit der Lieferbedingung DDP (Incoterm 2020) Berlin, Ferdinand-Braun-Institut gGmbH, Leibniz-Institut für Höchstfrequenztechnik, Gustav-Kirchhoff-Str. 4 und frei Verwendungsstelle.

4.3 Vertragliches

Die Rechte und Pflichten beider Parteien ergeben sich aus den folgenden Vertragsbestandteilen, Vereinbarungen, Bedingungen und Anlagen jeweils in der deutschen Fassung in der nachfolgend genannten Geltungsreihenfolge:

1. diese Leistungsbeschreibung unter Beachtung etwaiger Antworten auf die Bieterfragen
2. die besonderen Vertragsbedingungen des Landes Berlin
 - Besondere Vertragsbedingungen zum Mindeststundenentgelt - Teil A (Wirt-214)
 - Besondere Vertragsbedingungen zur Einhaltung der ILO-Kernarbeitsnormen - Teil A (Wirt-2140)
 - Besondere Vertragsbedingungen zur Frauenförderverordnung - Teil A (Wirt-2141)
 - Besondere Vertragsbedingungen zur Verhinderung von Benachteiligungen - Teil A (Wirt-2143)
 - Besondere Vertragsbedingungen über Kontrollen und Sanktionen nach dem Berliner Ausschreibungs- und Vergabegesetz (BerlAVG) - Teil B (Wirt-2144)
 - Besondere Vertragsbedingungen über Umweltschutzanforderungen – Teil A (Wirt-2145)
3. die „Allgemeinen Bedingungen für die Ausführung von Leistungen“ (VOL/B) in der bei Versand der Vergabeunterlagen geltenden Fassung
4. die Bestimmungen der Verordnung über die Preise bei öffentlichen Aufträgen vom 21.11.1953 (VOPR Nr. 30/53) in der jeweils gültigen Fassung
5. das Angebot des Auftragnehmers inkl. ausgefülltem Preisblatt

Das System ist als Werkleistung im Sinne des § 631 BGB bereitzustellen. Es gelten die entsprechenden gesetzlichen Regelungen für Werkverträge gemäß §§ 631 ff. BGB.

Soweit die Unterlagen durch die Beantwortung von Bieterfragen korrigiert, ergänzt oder konkretisiert wurden, gelten diese in der korrigierten, ergänzten bzw. konkretisierten Form.

Bei Widersprüchen zwischen den o.g. Vertragsbestandteilen gilt immer der in der Hierarchie höher gestellte Vertragsbestandteil, soweit in den nachstehenden Regelungen dieses Vertrages ein Abweichen von dieser Hierarchie nicht ausdrücklich zugelassen ist.

4.4 Zahlungsbedingungen

Eine Vorauszahlung ist in Abstimmung mit dem Auftraggeber möglich. Diese erfolgt nur gegen Vorlage einer Bankbürgschaft und Einwilligung des Auftraggebers. Eine gesonderte Vergütung für die Erteilung der Bankbürgschaft erfolgt nicht. Sofern der Auftragnehmer die Vorauszahlung in Abstimmung mit dem Auftraggeber in Anspruch nimmt, hat der Auftragnehmer die Bankbürgschaft vor der ersten Zahlung vorzulegen.

Der Anspruch auf Vergütung für die Lieferung, Montage und Installation des Kathodolumineszenzsystems inkl. Steuerungskomponenten und Software entsteht mit Abnahme der Leistung.

Der Anspruch auf Vergütung für die Bedienschulung entsteht mit Abschluss der Schulung.

Die Zahlungen sind dabei jeweils fällig ab Eingang einer prüffähigen Rechnung nach Leistungserbringung und sind innerhalb von 30 Tagen ab Rechnungseingang vom Auftraggeber zu leisten.

4.5 Service und Support

Der Bieter hat Service und Support inkl. der Unterstützung bei telefonischen Anfragen bei Störungen (Hotline) bereitzustellen. Der Service muss grundsätzlich an Werktagen (Montag bis Freitag, ausgenommen bundesweite Feiertage) verfügbar sein. Eine Reaktion auf Serviceanfragen hat spätestens innerhalb von drei Werktagen zu erfolgen.

Die Service- und Support-Leistungen inkl. der Hotline müssen in deutscher und/oder englischer Sprache erfolgen (mind. auf dem Level B2 gemäß Europäischem Referenzrahmen).

Der Bieter hat eine Service-Zweigstelle für einen dem Mangel bzw. der Störung entsprechenden schnellen Vor-Ort-Service innerhalb der EU vorzuhalten. Der Bieter hat in seinem Angebot die Service-Zweigstelle anzugeben und zu beschreiben, wie ein schneller Vor-Ort-Service eingehalten wird.

Es ist sicherzustellen, dass Ersatzteile für mindestens 7 Jahre verfügbar sind, sodass sie dem Auftraggeber im Bedarfsfall angeboten werden können.

Der Service und Support ist für mindestens 7 Jahre (inkl. Garantiezeitraum) vorzuhalten.

4.6 Schulungen

Der Auftraggeber hat zwei Bedienschulungen als paralleles Training von 2 – 3 FBH-Mitarbeitenden durchzuführen. Die zwei Schulungen sollen mindestens für je 4 h an aufeinander folgenden Werktagen in deutscher und/oder englischer Sprache am Standort des FBH durchgeführt werden.

4.7 Garantie

Der Garantiezeitraum für das Gesamtsystem inkl. aller Teilsysteme/-komponenten und den Betrieb beträgt mindestens 12 Monate ab Abnahme der Leistung.

5. Leistungsumfang

Der Leistungsumfang der vorliegenden Ausschreibung beinhaltet folgende Leistungen:

- Lieferung, Montage und Installation des gesamten Kathodolumineszenzsystems inkl. aller Teilsysteme/-komponenten sowie von Steuereinheiten und Software sowie Anschluss an das vorhandene Rasterelektronenmikroskop (REM) (Hersteller „Zeiss“, Typ „Ultra Plus“, SN: 4096). Das CL-System darf ausschließlich aus neuen Komponenten zusammengesetzt werden. Gebrauchte Komponenten und Teile dürfen nicht verwendet werden
- Bedienschulungen inkl. Demonstration der Funktionen aller CL-System-Komponenten
- Bereitstellung von Service und Support inkl. der Unterstützung bei telefonischen Anfragen bei Störungen
- Garantie

6. Technische Anforderungen

6.1 Kompatibilität

Das zu beschaffende Kathodolumineszenzsystem muss mechanisch, ansteuerungstechnisch und softwareseitig kompatibel mit dem vorhandenen Zeiss-REM (Ultra Plus, SN: 4096) und dessen Detektoraufbauten sein, ohne Einschränkung der Funktionen bestehender Komponenten oder Detektorsysteme am REM. Das neue CL-System muss installiert werden können, ohne das vorhandene REM umsetzen zu müssen oder bestehende Flanschbelegungen wechseln zu müssen. Dafür steht neben dem Flansch für ein CL-System 1.2 m x 1.2 m Platz zur Verfügung. Bilder, die die Flanschbelegungen am REM und die Umgebung um das REM zeigen, sind in Anhang 1 „C II current_SEM_System“ beigefügt.

Zur Prüfung der Kompatibilität können Vor-Ort Besichtigungen während der Angebotsphase in Abstimmung mit dem Auftraggeber und der Vergabestelle vereinbart werden oder es können einzelne Abmessungen am REM, die durch den Auftraggeber erfolgen, nachgefragt werden. Sofern eine Vor-Ort Besichtigung oder einzelne Abmessungen Bieterseitig gewünscht sind, müssen Bieter bis spätestens zwei Wochen vor Ende der Angebotsabgabefrist eine Anfrage über die Vergabeplattform einreichen. Vor-Ort Besichtigungen werden dann in Abstimmung zwischen Auftragnehmer und Auftraggeber bis spätestens eine Woche vor Ende der Angebotsabgabefrist durchgeführt.

Das CL-System soll zu einem späteren Zeitpunkt auch an einem neuen REM verwendet werden können. Um zu diesem späteren Zeitpunkt eine große Auswahl möglicher Hersteller und Modelle kompatibler REMs zu haben, sollte das angebotene CL-System mit möglichst vielen Modellen aktueller Elektronenmikroskope verschiedener Hersteller kompatibel sein.

Ein modularer Aufbau des CL-Systems mit alternativen, austauschbaren Komponenten (z. B. Photomultipliern, CCDs oder Monochromatoren/Spektrometern) ist von Vorteil. Solch ein modularer Aufbau kann es später ermöglichen messbare Wellenlängenbereiche anzupassen, neu entwickelte Messfeatures zu übernehmen, Alternativen für nicht mehr lieferbare Komponenten zu haben und Teilsysteme im Anschluss an die Nutzung im CL-System anderweitig weiternutzen zu können.

Der Elektronenstrahl des REM und ein angebautes EDX-System sind auf 8 mm Arbeitsabstand eingerichtet. Um den Arbeitsaufwand beim Wechsel der Messmethoden zwischen EDX und Kathodolumineszenz gering zu halten, ist es von Vorteil, wenn das angebotene CL-System auf diesen Arbeitsabstand eingerichtet ist. Arbeitsabstände zwischen 7 - 15 mm (verbindlich) werden jedoch ebenfalls zu scharfen Abbildungen bei CL- und parallel laufenden SE-Messungen führen und wären akzeptabel. Arbeitsabstände außerhalb dieses Bereiches liegen nicht im für das REM definierten Arbeitsabstandsbereich und können zu Problemen bei hohen Probenaufbauten oder mit der Sammeleffizienz des SE-Kammerdetektors führen.

Als Medien für ein CL-System stehen Kühlwasser (16°C, max. 5 bar), Druckluft (max. 5 bar) und Stickstoff (max. 5 bar) zur Verfügung. Ein neues CL-System muss mit diesen Medien auskommen können.

Um Vorbereitungen am FBH für die Installation des neuen CL-Systems treffen zu können, sollen die benötigten Medien mit Durchflussmengen und Drücken, deren Anschlussspezifikationen und der Platzbedarf für das CL-System benannt werden.

6.2 Wellenlängenbereich, Detektoren und Monochromatoren

Ein breiter spektraler Bereich, in dem die Messmethoden des CL-Systems angewendet werden können, ist wichtig, um verschiedene Halbleiter und Materialien untersuchen zu können. Am FBH ist insbesondere der Bereich von 200 - 1300 nm wichtig und für die Vergabe verbindlich, da die

am FBH hergestellten Halbleiter entsprechende Bandlücken besitzen. Dabei müssen schnelle Messungen mit Photomultipliern, insbesondere auch für schnelle Echtzeitabbildungen beim Verschieben von Proben unter dem Elektronenstrahl, im kompletten Bereich 200 – 1300 nm möglich sein, hyperspektrale Messungen mit CCDs müssen mindestens im Bereich 200 – 1000 nm möglich sein. Anschließende Wellenlängenbereiche bis 180 nm oder bis 1700 nm sind für das FBH ebenfalls von großem Interesse, aber nicht verbindlich.

In CL-Systemen verwendete Monochromatorgitter für spektrale Übersichtsmessungen decken üblicherweise sehr weite Wellenlängenbereiche ab, in denen die Sensitivität des Gitters stark variieren kann. Blaze-Wellenlängen der Gitter definieren Wellenlängenbereiche mit optimierter Empfindlichkeit. Mit dem CL-System muss für jeden Monochromator / jedes Spektrometer mindestens ein Übersichtsgitter mit ≤ 300 Striche/mm geliefert werden. Mitgelieferte Übersichtsgitter müssen zusammen mindestens für den Wellenlängenbereich ausgelegt sein, in dem auch die verwendeten Detektoren im CL-System arbeiten. Die mit dem CL-System zu liefernden Übersichtsgitter sollten so ausgelegt sein, dass die für das FBH wichtigsten Wellenlängenbereiche, 230 – 370 nm für UV-VIS Übersichtsgitter, 630 – 900 nm für Rote-NIR Übersichtsgitter und 1100 – 1200 nm für NIR-Übersichtsgitter, eine hohe Empfindlichkeit aufweisen.

Zusätzliche Gitter, die die Betrachtungen kleinerer Spektralbereiche mit höherer spektraler Auflösung ermöglichen, sind von Vorteil, wenn die Liniendichte zwischen 600 und 1200 g/mm liegt und die Empfindlichkeit auf Wellenlängenbereiche um 220 nm, 350 nm, 620 nm, 840 nm oder 1100 nm ausgelegt ist. Dies sind Wellenlängen, die bei Fragestellungen zur Materialqualität wichtig sein können. Auch die Option, dass Monochromatoren Steckplätze für zusätzliche Gitter vorgehalten, kann die Nutzbarkeit des CL-Systems erweitern und ist von Vorteil.

Die im CL-System verwendeten Monochromatoren müssen eine fokale Länge von mindestens 200 mm haben, um eine ausreichende spektrale Auflösung zu gewährleisten.

6.3 Mess- und Mappingmodi

Das CL-System muss gleichzeitig Mappings mit Photomultiplier-Daten und mit SE-Daten (SE-Kammerdetektor Everhart-Thorney) am REM aufnehmen können. Von Vorteil ist es, wenn eine gleichzeitige CL- und SE-Datenaufnahme auch bei hyperspektralen CL-Messungen mittels CCDs funktioniert. Monochromatische Mappings mittels Photomultipliern, bei denen Probenlicht über einen Monochromator spektral selektiert und anschließend am Photomultiplier detektiert wird, müssen ebenfalls möglich sein.

Weitere Messmodi wie Videoaufnahmen von CL-Mappings, Punkt-, Linien- und Flächenmessungen im CCD-Modus mit variabler Auflösung und Integrationszeit, sowie die Bereitstellung eines weiteren freien Messkanals für zusätzliche Signaldarstellungen sind von Vorteil.

Als Modus für das hyperspektrale Mapping mit CCD-Detektoren ist das Scanning über Elektronenstrahlableitung verbindlich. Ein zusätzliches Scanning über Probentischverschiebungen ist von Vorteil. Weitere Mapping-Modi, die den Informationsgehalt oder die Genauigkeit von Mappings erhöhen, die Datenaufnahme von Mappings beschleunigen oder die Ortsauflösung von Mappings erhöhen, wie Mosaic-Scanning, Sub-Pixel-Scanning oder Scannings mit zwischengeschalteten Justagekorrekturen für den CL-Spiegel, sind vorteilhaft.

6.4 Empfindlichkeit

Das CL-System sollte über Photomultiplierdetektion und über CCD-Detektion im Wellenlängenbereich von 200 – 1300 nm möglichst empfindlich Licht messen können. Um gemessene Emissionsspektren auswerten zu können, sollte das Verhältnis von Probensignalhöhe zu Rauschlevel bei CL-Messung zudem möglichst hoch sein. Da Informationen über die Empfindlichkeiten von CL-Systemen oft nur für die einzelnen Komponenten und nicht für ein komplettes System vorliegen, ist die Einschätzung der Empfindlichkeit eines Gesamtsystems schwierig. Daher sollen für

die Einschätzung der Empfindlichkeit angebotener CL-Systeme sowohl Datenblätter der einzelnen Komponenten der CL-Systeme (Photomultiplier, CCDs, Detektorkühlsysteme, Übersichtsgitter, CL-Spiegel, ggf. benötigter Fasern oder Lichtführungssysteme, Monochromatoren) als auch Testmessungen an schon vorhandenen, identischen oder vergleichbaren CL-Systemen der Bieter herangezogen werden. Die Bieter sollen entsprechend Datenblätter für die Einzelkomponenten für die Angebotsbewertung zur Verfügung stellen und Testmessungen an Proben im UV-, VIS-NIR- und NIR-Bereich ermöglichen. Sowohl die Angaben aus den Datenblättern als auch die Ergebnisse aus den Testmessungen gehen in die Bewertung der CL-Systeme bzgl. der Empfindlichkeit und der Messbarkeit von Proben des FBH ein.

6.5 Driftkompensation, Detektorwechsel und weitere Funktionen/Komponenten

Eine Driftkorrektur sollte bei hyperspektralen Mappings mittels CCD-Detektion möglich sein, um scharfe und nur minimal verzerrte CL-Mappings bei höchster Ortsauflösung aufnehmen zu können.

Manuelle Detektorwechsel im Detektionssystem sind zeitaufwendig, insbesondere wenn auch Kühlsysteme mitgewechselt und Optiken anschließend nachjustiert werden müssen. Es ist von Vorteil, wenn im gesamten Spektralbereich (UV bis NIR) gemessen werden kann, ohne dass solche Wechsel nötig sind, oder wenn notwendige Wechsel zumindest leicht und schnell durchführbar sind, z. B. mit Hilfe von automatischen Justiereinrichtungen. Die Bewertung des Aufwands für Detektorwechsel und anschließenden Justagen erfolgt sowohl über Angaben der Bieter zum CL-System als auch über die angestrebten Testmessungen.

Es ist von Vorteil, wenn die Justage des CL-Spiegels automatisch ablaufen kann, was die Bedienbarkeit des CL-Systems erleichtert und die Reproduzierbarkeit von Intensitätsmessungen erhöhen sollte. Trotzdem muss es auch möglich sein, dass ein Nutzer manuell den CL-Spiegel justiert, um mit abweichenden Spiegelpositionen messen zu können.

Das CL-System muss Untergrundkorrekturen für die Messungen über die CCD-Detektoren bereitstellen, um Rauschlevel der Detektorsysteme von den Signalen gemessener Proben abziehen zu können.

Das CL-System muss die Umschaltung der Elektronenstrahlsteuerung, der Probentischsteuerung und der Aufnahme von SE-Kammerdetektordaten zwischen dem CL-System und dem REM-System erlauben, damit zwischen einzelnen CL-Messungen auch die Steuerung und Datenaufnahme über das REM möglich ist, ohne laufende Softwareprogramme beenden zu müssen.

Weitere Funktionen und Komponenten der angebotenen CL-Systeme, die die Reproduzierbarkeit oder den Informationsgehalt von Messungen erhöhen oder die Bedienbarkeit des Systems vereinfachen, sind von Vorteil. Dies können integrierte Optiken für Polarisationsmessungen, im Strahlengang vorhandene Filterhalter oder Filterräder, Farbfiltersätze, zusätzliche, durch den Nutzer wechselbare CL-Spiegel, automatische Justagesysteme und Motorsteuerungen für CL-Spiegel, Optiken, Shutter, Gitter, Filter und Spalte sein.

6.6 Sichtfeld

Ein großes Sichtfeld (Detektionsbereich für die CL-Messungen) sorgt dafür, dass man größere Flächen in einer Aufnahme messen und anschließend auswerten kann. Dies ist wichtig, um z. B. Intensitäten von mehreren Proben in einer Messung zu vergleichen. Das Sichtfeld für das CL-System muss mindestens 6000 μm^2 betragen. Angaben zum Sichtfeld für die angebotenen CL-Systeme sind verbindlich.

Zudem ermöglicht ein größeres SE-Sichtfeld (begrenzt durch den Rand des CL-Spiegels) eine einfachere Orientierung auf Proben, um Messstellen ausfindig zu machen.

Bieterangaben zum Sichtfeld und Ergebnisse aus den Testmessungen werden für die Bewertung der Sichtfelder herangezogen.

6.7 Betriebssystem, Soft- und Hardware

Der Bieter muss für das CL-System einen Computer bereitstellen, auf dem die CL-Software läuft und der mit den nötigen Schnittstellen ausgestattet ist, um die Komponenten des CL-Systems zu steuern, um mit den für das CL-System benötigten Steuerungssystemen des REM (motorisierter Objektisch und Elektronenstrahlableitungen) zu kommunizieren und um die Daten des SE-Kammerdetektors vom REM abzugreifen.

Am FBH ist überwiegend das Windows-Betriebssystem verbreitet, sodass der Steuerrechner für das CL-System ebenfalls mit einem solchen System ausgestattet sein sollte.

Der Bieter muss ein für das CL-System und dessen Software geeigneten Monitor stellen, dessen Größe und Auflösung ausreicht, um alle parallellaufenden Mappings ohne Informationsverluste darzustellen und der die Aspektverhältnisse der Mappings nicht verzerrt.

Sind Auswerte- und Bildbearbeitungsroutinen für CL-Messungen im Messprogramm vorhanden oder können Mess- oder Auswerterroutinen vom Nutzer im Messprogramm entwickelt und anschließend genutzt werden, ist dies für schnelle Interpretationen der Messdaten und gezielte CL-Untersuchungen hilfreich. Vorteilhaft sind insbesondere Routinen für Kontrast und Helligkeitskorrektur, Routinen für Emissionslinienanpassung, insbesondere auch bei hyperspektralen Mappings und Linienscans.

Ebenfalls hilfreich ist es, wenn die CL-Messsoftware auf bis zu drei weiteren Rechnern, ggf. mit zusätzlichen Lizenzen, zwecks Datenaufbereitung und Datenbearbeitung genutzt werden kann.

Es muss möglich sein, Messdaten im ASCII-Format und Bilder von Mappings in üblichen Dateiformaten für Grafiken, wie JPEG, PNG, GIF, TIFF, aus dem Messprogramm heraus zu speichern oder zu exportieren, damit Messungen mit anderen Programmen oder auf Rechnern ohne Lizenzen für die CL-Software ausgewertet werden können.

6.8 Technische Mindestanforderungen

Das CL-System muss die im Kriterienkatalog (Anlage 2: „G II Kriterienkatalog zur Leistung“) definierten technischen Mindestanforderungen [A-Kriterien] aufweisen.

6.8.1 Kompatibilität

Das CL-System muss mit dem vorhandenen REM (Hersteller „Zeiss“, Typ „Ultra Plus“, SN: 4096) kompatibel sein und an dem vorhandenen REM betrieben werden können, einschließlich der derzeit genutzten Detektorkonfiguration, ohne dass die Funktionalität der Mikroskopkomponenten oder anderer Detektorsysteme eingeschränkt wird oder das REM versetzt werden muss (siehe Details zur Flanschbelegung, den Detektoren und Kammerkomponenten in der Anlage 1 „C II current_SEM_System“).

Das vorhandene REM enthält die folgende Ausstattung:

- Sekundärelektronendetektor (Everhart-Thornley) in der Kammer zusätzlich zum In-Lens-SE-Detektor,
- interner CL-Detektor in der Kammer,
- EDX-Detektor „Bruker XFlash 730“,
- Pneumatisch einziehbarer Rückstreuelektronendetektor (BSE-Detektor),

- Pneumatisch einziehbarer Ladungskompensator,
- Gatan-Kühltisch mit Adapter und flexiblen Kühlleitungen für gasförmigen Stickstoff in der Kammer,
- Mikroskopflansch für Stickstoffkühlung und Verkabelung sowie
- 80-mm-Schleuse (Airlock).

Der derzeit durch das alte CL-System belegte Flansch kann für das neue CL-System genutzt werden.

6.8.2 Technische Spezifikationen

Das CL-System und die dazugehörigen Dienstleistungen müssen die (technischen) Spezifikationen gemäß der [A-Kriterien] in der Anlage „G II Kriterienkatalog zur Leistung“ zwingend aufweisen (Mindestanforderung).

Darüber hinaus werden die (technischen) Spezifikationen der angebotenen Leistung gemäß der [B-Kriterien] in der Anlage „G II Kriterienkatalog zur Leistung“ im Rahmen der Auswahl des wirtschaftlichsten Angebotes bewertet. Einzelheiten zur Bewertung sind den Bewerbungsbedingungen zu entnehmen.

7. Teststellung

Zur Bewertung der Empfindlichkeit, der Benutzerfreundlichkeit, von Sichtfeldern und verschiedenen Funktionen des CL-Systems werden Test- bzw. Demonstrationsmessungen im Rahmen einer Teststellung an maximal drei Halbleiterproben (Emissionsbereiche 200 – 300 nm, 750 – 850 nm, 1050 – 1150 nm) bei Raumtemperatur an CL-Systemen des gleichen Typs und mit vergleichbaren Komponenten durchgeführt.

Nach Ende der Frist zur Einreichung von Angeboten und Bewertung der schriftlichen Angebotsinhalte werden von den Angeboten, die die A-Kriterien erfüllen, die drei entsprechend den B-Kriterien ohne Einbeziehung der Testmessungen wirtschaftlichsten Angebote für die weitere Bewertung unter Einbeziehung von Testmessungen an Proben des FBH ausgewählt.

Die Testmessungen finden in Abstimmung mit dem Auftraggeber am Standort des Bieters oder bei dessen Kollaborationspartnern unter Begleitung und Anleitung von Mitarbeiter:innen des Auftraggebers statt.

Sofern die Messungen nicht an einem identischen CL-System durchgeführt werden können, wie das für diese Leistung durch den Auftragnehmer angebotene CL-System, hat der Auftragnehmer auf Abweichungen bzgl. der Empfindlichkeit von Komponenten zwischen dem für die Demonstrationsmessungen verwendeten CL-System und dem angebotenen CL-System in im Rahmen der Testmessungen hinzuweisen. Der grundlegende Aufbau / der Typ des CL-Systems bei den Testmessungen muss aber identisch mit dem angebotenen System sein. Sofern Abweichungen dazu führen, dass bestimmte Messungen zu den Bewertungskriterien nicht abschließend oder verlässlich durchgeführt werden können, erhält der Bieter 0 Punkte für die jeweilig betroffenen Bewertungskriterien bzgl. der Testmessungen.

Folgende Demonstrationsmessungen sollen durchgeführt werden bzw. folgende Funktionalitäten sollen getestet werden:

- die Empfindlichkeit des CL-Systems im UV-, VIS/NIR-Bereich für <1000 nm sowie im NIR-Bereich für >1000 nm soll mittels Messungen bei Raumtemperatur überprüft werden:

- Funktioniert eine automatische und/oder manuelle Justage des CL-Spiegels bei den Testproben bei Raumtemperatur?
 - Spektren der maximal drei Testproben sollen mittels CCD-Detektoren aufgenommen und die Messdaten zur Auswertung übergeben werden (Messbedingungen werden bei den Testmessungen vorgegeben bzw. abgesprochen)
 - Panchromatische Mappings der maximal drei Testproben über PMT-Detektion, sowie Echtzeit-Mappings mittels PMTs, sollen aufgenommen und zur Auswertung übergeben werden (Messbedingungen werden bei den Testmessungen vorgegeben bzw. abgesprochen)
- die Benutzerfreundlichkeit der Software und der Systemsteuerung sollen getestet werden bzgl.:
 - Schnelligkeit und manueller Aufwand bei Mess- und Justageabläufen sowie Detektorwechseln
 - Klarheit von Menüs und Bedienungsabläufen
 - Intuitive Nutzbarkeit der Systemsteuerung und der Datenauswerteoptionen
 - Einfache, intuitive Nutzbarkeit von Mapping- und Messmodi und übersichtliche, klare Darstellung erhaltener Daten, sowie
- das Sichtfeld des CL-Systems:
 - Sichtfelder für SE- und CL-Signal sollen bei den 3 Testproben im Arbeitsabstand des CL-Spiegels über panchromatische Mappings mit Photomultipliern aufgenommen und zur Auswertung übergeben werden. Die Vergrößerung soll dabei soweit reduziert werden, dass die Ränder der Sichtfelder erkennbar sind.
- Mapping- und Messmodi, Datenverarbeitungs- und Analysefunktionen sollen soweit möglich in kurzer Form vorgeführt werden:
 - Hyperspektrales Mapping mit CCD und Driftkorrektor
 - Definition von Punkt-, Linien- und Flächenbereiche für CCD-Mappings
 - Definition von Mappingauflösungen und Integrationszeiten für CCD-Mappings
 - Mappings mittels Probentischbewegung mit oder ohne automatischer Nachjustage des Messfokus
 - Echtzeitmappings mittels PMT beim Verfahren der Probenposition
 - Mosaic-Scanning
 - Sub-Pixel-Scanning
 - Definition von Mappingauflösungen und Integrationszeiten für Photomultiplier-Mappings
 - Monochromatische Bildaufnahme mit Photomultiplier
 - Videoaufzeichnung oder zeitlich aufgelöste CL-Mappings
 - Kontrast- und Helligkeitskorrekturen bei Photomultiplier-Mappings
 - Analysetools für Mappings (Datenfilterung, Untergrundkorrekturen, Linienanpassungen, Multiple-Peak-Fitting, sequentielles Peak-Fitting in Linescans und hyperspektralen Mappings, etc.)

Voraussetzung für die Durchführung der Testmessungen ist die Erfüllung aller A-Kriterien und dass das Angebot des Bieters unter den drei wirtschaftlichsten Angeboten ohne Berücksichtigung der Testmessungen ist. Die Teststellung ist in vom Bieter bereitgestellten Räumlichkeiten durchzuführen. Der Standort der Räumlichkeiten muss in der EU liegen und darf maximal 1.200 km vom Standort des Auftraggebers (Berlin) entfernt sein.

8. Sonstiges

Weiter muss die Leistung folgenden Standards entsprechen und weitere Leistungen enthalten:

- Dokumentation (auf Deutsch oder Englisch) zur Konformität mit allen relevanten deutschen Arbeitssicherheitsbestimmungen
- Nutzerhandbuch (auf Deutsch oder Englisch).

9. Anlagen

- Anlage 1: C II current_SEM_System
- Anlage 2: G II Kriterienkatalog zur Leistung