Vergabe:
Technisches Anforderungsprofil

Allgemeines

Beschaffung: FIB/REM Dual-Beam Focused Ion Beam System
Aktenzeichen: 25-1696B
Kostenstelle: 100315

Technische Spezifikation

1. Einleitung / Zielsetzung

Ziel dieses Beschaffungsvorhabens ist die Lieferung, Installation, Inbetriebnahme sowie betriebsbereite Übergabe eines Dual-Beam-FIB/REM-Systems (Focused Ion Beam / Rasterelektronenmikroskop) einschließlich analytischer Detektorsysteme, Schulung und vollständiger Systemdokumentation.
Das System dient primär der präzisen Probenpräparation (u.a. TEM-Lamellen, APT-Spitzen, Querschnitte und Defektfreilegungen) und sekundär der hochauflösenden bildgebenden, chemischen und strukturellen Charakterisierung (SEM, EDX, STEM, EBSD) im selben System.
Das Gerät wird als zentrale Präparations- und Analyseplattform für wissenschaftliche Forschungsprojekte eingesetzt. Typische Anwendungen umfassen u. a. Batterie- und Elektrodenmaterialien, Wasserstoffspeichermaterialien, katalytische Schichten, Metalle/Legierungen, keramische Werkstoffe, Halbleiter, Beschichtungen und Multilayer-Systeme.

Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf:

- reproduzierbarer, möglichst automatisierter TEM-Lamellen- und APT-Präparation (Lift-Out, Thinning, Polishing)
- 3D-Analytik (Serienschliff/Tomographie) mit quantitativer Auswertung
- hochaufgelöster Abbildung in verschiedenen SEM-Modi incl. Ioneninduzierter Sekundärionen sowie korrelierter Bildgebung während der Bearbeitung
- chemischer Analytik mittels EDX und kristallographischer Analytik mittels EBSD

Darüber hinaus ist eine **strukturierte Erfassung und Exportfähigkeit von Messdaten und Metadaten** in gängige, nicht-proprietäre Formate erforderlich, um Anforderungen an **Nachvollziehbarkeit, Langzeitverfügbarkeit und Forschungsdatenmanagement (FAIR-Prinzipien)** zu erfüllen.

Die nachfolgend beschriebenen Anforderungen leiten sich aus den vorgesehenen Einsatzszenarien ab und definieren die **Mindestanforderungen** sowie **optionale Mehrwerte (technische Übererfüllung (wertungsrelevant))** für die Angebotsbewertung.
Soweit in dieser Leistungsbeschreibung technische Spezifikationen, Normen oder Beispiele genannt sind, sind gleichwertige Lösungen zulässig, sofern deren Gleichwertigkeit nachgewiesen wird.

2. Geltungsbereich

Die Beschaffung umfasst ein vollständiges Dual-Beam-FIB/REM-System einschließlich Ionenquelle und -optik, Elektronenquelle und -optik (FEG-SEM), variablen Detektoren (SE/BSE/InLens/EBSD/STEM u.a.), Probenbühne/Goniometer, Vakuumsystem, optische Kamera-Systeme, Zubehör (z.B. passende Probenhalter, initiale Verbrauchsmaterialien, ...) Gasinjektionssystem (GIS), Mikromanipulator, Steuer- und Auswertesoftware, Rechnerhardware sowie Lieferung, Installation, Inbetriebnahme und Einweisung.

Nicht zur Beschaffung/Lieferung gehören (sofern nicht ausdrücklich gefordert):
Gebäudeinfrastruktur (Strom/Netzwerk/Medien), Klimatisierung/Kaltwasser (sofern nicht als Systemkomponente angeboten), Labormöbel/Tische, bauliche Anpassungen, zusätzliche Verbrauchsmaterialien über ein Initialpaket hinaus, externe Sicherheitseinrichtungen (bauseits), Transporthilfsmittel zur Einbringung größerer Komponenten (bauseits), sowie Verantwortung für Umgebungsbedingungen (Temperatur/Vibration/Staub) beim Auftraggeber.

3. Normen, Standards und Richtlinien

Das System muss mindestens folgende Anforderungen erfüllen bzw. die Konformität nachweisen:

- CE-Kennzeichnung für das Gesamtsystem.
- DIN EN 61010-1 (Sicherheit elektrischer Mess-/Laborgeräte) oder gleichwertig.
- DIN EN 61326-1 (EMV-Anforderungen) oder gleichwertig.
- RoHS/REACH-Konformität (soweit auf System/Komponenten zutreffend).
- Auslegung des REM als Störstrahler einschließlich Nachweis/Unterlagen gemäß einschlägigen Vorgaben (z.B. DIN 54113-1 oder gleichwertig, soweit zutreffend).
- IT-Kompatibilität (Windows-Umgebung/Win11 Pro, LAN, Domänenfähigkeit, Datenexport, Remote-Betrieb).
- Export von Messdaten und Metadaten in nicht proprietäre, langfristig nutzbare Formate.

4. Begriffe und Definitionen

- FIB (Focused Ion Beam): Ionenfeinstrahlanlage zur lokalen Materialbearbeitung (Abtrag/Strukturierung) und ggf. Ioneninduzierte Bildgebung.
- Dual-Beam-FIB/REM: Kombination aus FIB und Rasterelektronenmikroskop mit gemeinsamer Probenkammer und korrelierter Bildgebung.
- Lift-Out: In-situ Entnahme eines lamellenartigen Probenvolumens mittels Mikromanipulator zur TEM-Lamellenpräparation.
- GIS (Gas Injection System): Gasinjektion zur lokalen Abscheidung (z. B. Pt/W/C) oder selektiven Ätzung.
- Serienschliff/3D-Tomographie: Sequenzieller Materialabtrag mit bildgebender Dokumentation zur 3D-Rekonstruktion.

5. Funktionale Anforderungen

5.1 Hauptfunktion(en)

Das System muss die präzise Probenpräparation und -strukturierung mittels Ionenstrahl sowie die begleitende und nachfolgende Abbildung und Analytik mittels SEM und anderen Detektorsystemen ermöglichen.
Ziel ist die reproduzierbare Präparation von Proben für TEM und APT sowie die Durchführung von 2D/3D-Analysen (Bildgebung (SE, STEM), EDX, EBSD) einschließlich vollständiger Dokumentation der Bearbeitungs- und Messparameter.

Folgende Kernfunktionen sind zwingend bereitzustellen:

1. Materialabtrag/Strukturierung (manuell und automatisiert) mit definierbaren Pattern- und Rezeptfunktionen.

2. TEM-Lamellenpräparation inkl. In-situ Lift-Out, Thinning und abschließender Feinpolitur.
3. APT-Spitzenpräparation (Needle Milling) inkl. reproduzierbarer Geometrie.
4. Korrelierte Echtzeit-Bildgebung im SEM während der FIB-Bearbeitung (Navigation/Endpunktkontrolle).
5. Chemische Analytik mittels EDX sowie kristallographische Analytik mittels EBSD (Punkt, Linie, Mapping).
6. 3D-Workflows (Serienschliff/Tomographie) mit dokumentierter Rekonstruktion bzw. Export der Datensätze.
7. Workflow und Datenmanagement: eindeutige Zuordnung von Bearbeitungs-/Messdaten, Parametern und Metadaten; Export in nicht proprietäre Formate.

5.2 Einsatzbereiche

Das System wird zur Untersuchung und Bearbeitung einer breiten Palette von Materialien eingesetzt und muss entsprechend flexibel ausgelegt sein.

Typische Probenarten:

- Metalle und Legierungen
- keramische Werkstoffe
- Halbleiter und elektronische Materialien
- dünne Schichten und Multilayer-Systeme
- funktionale Beschichtungen
- Elektrodenmaterialien (Batterie)
- Wasserstoffspeicher- und Katalysatormaterialien
- Nichtleiter/strahlensensitive Materialien (im Rahmen geeigneter Betriebsmodi)

Typische Fragestellungen und Analyseszenarien:

- Gezielte Querschnittspräparation an Grenzflächen, Defekten und Ausfällen
- Korrelative Analyse von Mikrostruktur und chemischer Zusammensetzung (SEM/STEM/EDX/EBSD)
- 3D-Rekonstruktion von Porosität/Phasenverteilung durch Serienschliff
- Präparation und Qualitätskontrolle von TEM-Lamellen (Dicke, Beschädigung, Kontamination)
- Präparation und Geometriekontrolle von APT-Spitzen

Betriebsmodi:

- FIB-Cuts und Patterning (automatisch/manuell, Bitmap/Geometrien)
- SEM-SE/BSE/InLens Bildgebung inkl. niedriger kV
- Ioneninduzierte SE-Bildgebung (Ionenbilder)
- STEM-Bildgebung bei geeigneten transparenten Lamellen
- EDX-Analytik und Mapping
- EBSD-Analytik und Mapping
- 3D-Serienschliff/Tomographie-Workflow

6. Technische Anforderungen (modularer Aufbau)

Die in diesem Abschnitt definierten Anforderungen umfassen sowohl Mindestanforderungen, die im Dokument „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ unter Abschnitt „1. Mindestanforderungen“ verbindlich definiert sind, als auch darüberhinausgehende leistungs- und funktionsbezogene Aspekte.

Die Erfüllung der Mindestanforderungen ist zwingende Voraussetzung für die Wertbarkeit des Angebots. Angebote, die eine oder mehrere Mindestanforderungen nicht erfüllen, werden vom weiteren Verfahren ausgeschlossen. Eine gesonderte Bewertung oder Bepunktung der bloßen Erfüllung der Mindestanforderungen erfolgt nicht.

Die Bewertung der technischen Übererfüllung erfolgt ausschließlich für die im Dokument **„Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“** unter **„2. Technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“** aufgeführten Kriterien.
Die Punktevergabe richtet sich ausschließlich nach den für das jeweilige Übererfüllungskriterium in den Vergabeunterlagen festgelegten Bewertungsmaßstäben und Einzelkriterien. Maßgeblich sind die im Angebot nachgewiesenen Eigenschaften, Leistungsmerkmale sowie – soweit ausdrücklich gefordert – die nachgewiesene technische Erweiterbarkeit bzw. Nachrüstbarkeit des angebotenen Systems.
Bewertet werden ausschließlich die in den jeweiligen Übererfüllungskriterien beschriebenen Merkmale und Funktionen. Soweit zukünftige Erweiterungsoptionen bewertet werden, müssen diese vom Bieter als für das angebotene System verfügbar und technisch realisierbar nachgewiesen werden. Eine Bewertung solcher Optionen begründet keinen Liefer- oder Leistungsumfang über das abgegebene Angebot hinaus.

Die Bewertung erfolgt auch insoweit ausschließlich im Rahmen der vorab bekannt gemachten Bewertungsmethodik und Gewichtung. Angebote, die Anforderungen in höherem Maße oder mit erweitertem Leistungsumfang erfüllen, können entsprechend besser bewertet werden. Nicht angebotene oder nicht hinreichend nachgewiesene Leistungen werden in der Bewertung entsprechend nicht oder mit null Punkten berücksichtigt.
Eine Bewertung erfolgt ausschließlich auf Grundlage der im Angebot enthaltenen, prüfbaren und belastbar nachgewiesenen Angaben. Nicht belegte oder nicht eindeutig zuordenbare Leistungsbestandteile bleiben unberücksichtigt. Sämtliche Angebote werden nach einheitlichen Maßstäben unter Beachtung des Transparenz- und Gleichbehandlungsgrundsatzes bewertet.

Unabhängig davon, ob ein Neugerät oder ein Vorführ-/Demo-/Gebrauchtgerät angeboten wird, sind sämtliche im Anforderungsprofil definierten Mindestanforderungen, Leistungsparameter und Abnahmekriterien vollständig einzuhalten.

7. Nachweise und Angebotsunterlagen

Der Auftragnehmer hat ein vollständiges, betriebsbereites Dual-Beam-FIB-System einschließlich aller hierfür erforderlichen Komponenten, Software sowie begleitenden Dienstleistungen zu liefern, zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Die Leistungserbringung hat in Übereinstimmung mit den im Dokument „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ definierten Anforderungen M01 bis M49, M62+M63 zu erfolgen.
Der Leistungsumfang umfasst sämtliche Leistungen, die notwendig sind, um das System gemäß den Anforderungen dieser Leistungsbeschreibung funktionsfähig zu betreiben. Alle zur bestimmungsgemäßen Nutzung erforderlichen Nebenleistungen gelten als Bestandteil des Angebots, auch wenn sie nicht ausdrücklich einzeln aufgeführt sind.

Sofern nicht ausdrücklich anders vereinbart, sind folgende Leistungen nicht Bestandteil der Lieferung:

- Bauliche Maßnahmen am Aufstellort
- Bereitstellung von Medienanschlüssen
- Laborinfrastruktur
- Klimatisierung oder Schwingungsisolierung außerhalb des Systems
- IT-Infrastruktur des Auftraggebers

Der Anbieter ist verpflichtet, etwaige zusätzliche Anforderungen eindeutig zu benennen.

Darüber hinaus hat der Anbieter die Anforderungen zu folgenden Themenbereichen gemäß dem Dokument „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ zu erfüllen:

- Lieferung, Installation, Inbetriebnahme, Abnahme und Schulung (M50-M56)
- Gewährleistung (M57)
- Service, Wartung und Ersatzteilversorgung (M58-M61)

Mit dem Angebot sind sämtliche Unterlagen vorzulegen, die zur Bewertung der technischen Leistungsfähigkeit sowie zur Prüfung der Einhaltung der Anforderungen gemäß Abschnitt 6 erforderlich sind. Die Unterlagen müssen vollständig, nachvollziehbar und eindeutig zuordenbar sein.

Zusätzlich sind über die Mindestanforderungen hinausgehende Eigenschaften im Abschnitt „2. technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“ des Dokuments „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ aufgeführt. Sofern solche Eigenschaften angeboten werden, sind diese vom Anbieter ebenfalls vollständig und nachvollziehbar nachzuweisen.

Die geforderten Nachweise dienen dem Nachweis der Erfüllung der Anforderungen gemäß Abschnitt 6 sowie als Grundlage für die Bewertung im Rahmen der Zuschlagskriterien gemäß Abschnitt 8. Fehlende, unvollständige oder nicht belastbare Nachweise können dazu führen, dass angebotene Leistungen in der Bewertung nicht berücksichtigt werden oder – bei Nichterfüllung von Mindestanforderungen – zum Ausschluss des Angebots führen.
Die vorzulegenden Nachweise sind im Dokument „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ in den Abschnitten „1. Mindestanforderungen“ sowie „2. technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“ aufgeführt.

Der Auftraggeber behält sich vor, gemäß § 56 VgV fehlende, unvollständige oder fehlerhafte unternehmens- oder leistungsbezogene Unterlagen nachzufordern, sofern dies vergaberechtlich zulässig ist. Ein Anspruch auf Nachforderung besteht nicht.
Der Auftraggeber kann die Bieter im Rahmen der Angebotsprüfung zur Aufklärung über Inhalt und Umfang ihrer Angebote auffordern. Dies umfasst insbesondere die Erläuterung technischer Angaben, die Konkretisierung angebotener Leistungsmerkmale sowie die Zuordnung von Nachweisen zu den geforderten Anforderungen.
Nachforderungen und Aufklärungen dürfen nicht zu einer inhaltlichen Änderung des Angebots führen.
Insbesondere sind Änderungen der angebotenen Leistung, des Preises oder wesentlicher technischer Parameter unzulässig.
Sofern angeforderte Unterlagen oder Aufklärungen nicht fristgerecht oder nicht vollständig vorgelegt werden, kann dies zum Ausschluss des Angebots oder zur Nichtberücksichtigung einzelner Leistungsbestandteile in der Bewertung führen.

8. Zuschlagskriterien und Bewertungsmethodik

8.1 Zuschlagsprinzip

Der Zuschlag erfolgt auf das wirtschaftlichste Angebot unter Berücksichtigung der Zuschlagskriterien Preis und technische Qualität gemäß Bewertungsmatrix.

8.2 Preis (50%)

Für das Kriterium Preis erhält das Angebot mit dem niedrigsten (gewerteten) Angebotspreis 5 Punkte. Null Punkte erhält ein fiktives Angebot mit dem Doppelten des niedrigsten (gewerteten) Angebotspreises. Alle Angebote mit einem Angebotspreis über dem Doppelten des niedrigsten (gewerteten) Angebotspreises erhalten ebenfalls null Punkte. Die Punktebewertung für die dazwischenliegenden Angebotspreise erfolgt über eine lineare Interpunktion mit 4 Stellen hinter dem Komma.

Die Preispunkte für WP_{Bieter} gleich oder größer 2x WP_{min} sind **P=0**.

Die Preispunkte für WP_{Bieter} zwischen WP_{min} und 2x WP_{min} werden nach folgender Formel berechnet:

$$P=5 \times (2-WP_{Bieter}/WP_{min})$$

Hierbei ist:

- WP_{min} bezeichnet den Wertungspreis des niedrigsten Gebots, dass die Mindestanforderungen vollständig erfüllt und nicht gemäß § 60 VgV als ungewöhnlich niedrig eingestuft wird.
- WP_{Bieter} ist der Wertungspreis des Bieters.

Der so ermittelte Wert wird mit 50 % gewichtet.

8.3 Technische Qualität und Leistungsfähigkeit (50 %)

Bewertet werden ausschließlich die nachgewiesenen technischen Leistungsparameter von im Dokument „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ Abschnitt“ 2. technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“ genannten Anforderungen. Jede dort genannte Anforderung wird, wie in Abschnitt 6 beschrieben, mit 0-5 Punkten bewertet ($P_{Einzelanforderung}$) und mit dem im Dokument „Los1.25-1696.06B.Wertungsmatrix“ angegebenen Wichtungsfaktor der Anforderung ($WF_{Einzelanforderung}$) multipliziert. Dabei werden 4 Nachkommastellen berücksichtigt.

$$WP_{Einzelanforderung} = P_{Einzelanforderung} \times WF_{Einzelanforderung}$$

Die Wertungszahl WP_{tech} für die technische Qualität und Leistungsfähigkeit ergibt sich als Summe aller $WP_{Einzelanforderung}$.

$$WP_{tech} = \text{Summe}\ (WP_{Einzelanforderung})$$

Der so ermittelte Wert wird mit 50 % gewichtet.

8.4 Gesamtbewertung

Die Gesamtpunktzahl ergibt sich aus der Summe der gewichteten Hauptkriterien:

$$Gesamt=(P\times 0{,}50) + (WP_{tech}\times 0{,}50)$$

Maximal erreichbar sind 5 Punkte.
Der Zuschlag wird auf das Angebot mit der höchsten Gesamtpunktzahl erteilt.

8.5 Transparenz und Dokumentation

Die Bewertung erfolgt nachvollziehbar und dokumentiert.
Für jede Einzelanforderung wird die vergebene Punktzahl einschließlich kurzer Begründung festgehalten. Eine Mehrfachbewertung identischer oder funktional gleichwertiger Leistungen in verschiedenen Einzelanforderungen ist ausgeschlossen.
Unklare, widersprüchliche oder fehlende Angaben sowie nicht belastbar nachgewiesene Leistungsbestandteile werden in der Bewertung nicht berücksichtigt und führen insoweit zu einer Bewertung mit 0 Punkten.