

Vergabe:

Technisches Anforderungsprofil

Allgemeines

Beschaffung: ToF-SIMS
Aktenzeichen: 26-1004
Kostenstelle: 100315

Technische Spezifikation

1. Einleitung / Zielsetzung

Gegenstand des Beschaffungsvorhabens ist die **Lieferung, Installation, Inbetriebnahme sowie betriebsbereite Übergabe** eines Systems zur **Sekundärionen-Massenspektrometrie mit Flugzeit-Massenspektrometer (ToF-SIMS)** einschließlich **Einweisung/Schulung** und vollständiger Systemdokumentation.

Das System wird als zentrale Analyseplattform für **hochaufgelöste chemische Oberflächencharakterisierung, bildgebende Analytik (2D-Imaging)** sowie **Tiefenprofilierung und 3D-Rekonstruktion** eingesetzt. Es dient wissenschaftlichen und anwendungsnahen Fragestellungen in der industriellen und universitären Forschung sowie der Auftragsforschung und wird in Kooperationsprojekten mit Industriepartnern und Forschungseinrichtungen genutzt.

Im Institut werden Proben mit stark variierenden Eigenschaften untersucht. Diese unterscheiden sich insbesondere hinsichtlich **Materialklassen** (z. B. Metalle und Legierungen, Halbleiter, Gläser, Keramiken, Polymere), **Geometrie, Oberflächenzustand, Kontaminations- und Schichtsystemen** sowie **analytischer Fragestellungen**. Ein besonderer Schwerpunkt liegt auf der Analyse von Oberflächen und Schichtsystemen, inklusive der Identifikation komplexer Spezies und der quantitativen/vergleichenden Bewertung von Signalen über Messreihen hinweg.

Zur Sicherstellung reproduzierbarer und nachvollziehbarer Ergebnisse muss das System einen **stabilen UHV-Betrieb**, eine **hohe Massenauflösung/Massengenauigkeit**, eine **hohe laterale Auflösung** für bildgebende Verfahren sowie einen **kontrollierten Materialabtragung** für Tiefenprofile bereitstellen. 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 geplante Beschaffung umfasst ein vollständiges ToF-SIMS-System inklusive aller für den vorgesehenen Betrieb erforderlichen Komponenten, Peripherien, Steuerrechner, Softwarelizenzen, Zubehör sowie Lieferung, Aufbau, Inbetriebnahme und Einweisung.

Das System muss mindestens folgende Komponenten/Funktionen umfassen (funktionsorientiert; Umsetzung herstellerunabhängig zulässig, sofern Anforderungen erfüllt sind):

- **UHV-Analysekammer (Rezipient)** für **optimierte Vakuumbedingungen incl. Probenschleuse**, geeigneter Probenhandhabung und Beobachtungsmöglichkeit in Analyseposition (Kamera/Optik oder funktional gleichwertig).
- **ToF-Massenspektrometer** einschließlich **MS/MS-Funktionalität** (Tandem-MS) oder funktional gleichwertiger Lösung zur verbesserten Identifikation/Strukturaufklärung.
- **Analyse-Ionenquelle** (z. B. Bi-LMIG-basiert oder funktional gleichwertig) zur hochauflösenden, bildgebenden SIMS-Analyse.
- **Sputter-Ionenquelle(n)** für kontrollierten Materialabtrag/Tiefenprofilierung (z.B. Cs und O₂/Ar Ionenkanone oder funktional gleichwertig) mit stabiler Stromabgabe über lange Messzeiten.
- **Cluster-Ionenquelle** (z. B. Ar-Cluster, ggf. O₂-Cluster oder funktional gleichwertig), inkl. Option zur Analyse/Imaging-Nutzung, soweit gefordert.
- **FIB-Funktion** zum Schneiden und zur Tomografie in der Analyseposition mittels zusätzlicher LMIG-Quelle
- **Ladungskompensation** (Electron Flood Gun oder funktional gleichwertig).
- **Probenhalter-Grundausrüstung** inkl. Montagematerial sowie definierte Möglichkeiten zur Aufnahme großer Proben (insb. Wafer bis 300 mm).
- **Gasinstallationen/Versorgung** für die im System integrierten Quellen (Arbeitsgase) inkl. erforderlicher sicherheitstechnischer Komponenten.
- **Steuer- und Auswertesoftware** inkl. Lizenzen; **Offline-Auswertung** auf separaten Rechnern muss möglich sein.
- **Steuerrechner** (Windows 11 Pro, LAN-Anbindung, Remote-Nutzung oder gleichwertige), kompatible Bereitstellung gemäß IT-Anforderungen.

Nicht zur Beschaffung/Lieferung gehören (sofern nicht ausdrücklich gefordert):

Gebäudeinfrastruktur (Strom/Netzwerk/Medien), Klimatisierung/Kaltwasser, 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 ISO 9001** (Qualitätsmanagement; Nachweis z. B. Herstellerzertifikat).
- **DIN EN 61010-1** (Sicherheit elektrischer Mess-/Laborgeräte).
- **DIN EN 61326-1** (EMV-Anforderungen).
- Sofern Laser integriert/optional vorgesehen: Einhaltung einschlägiger **Lasersicherheitsnormen** (z. B. IEC/EN 60825 oder gleichwertig).
- **RoHS/REACH-Konformität** (soweit auf System/Komponenten 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

- SIMS: Sekundärionen-Massenspektrometrie
- ToF: Time-of-Flight (Flugzeit-Analysator)
- LMIG: Flüssigmetall-Ionenquelle (oder funktional gleichwertige hochauflösende Analysequelle)
- Sputterquelle: Ionenquelle zur kontrollierten Materialabtragung (Tiefenprofilierung)
- Clusterquelle: Ionenquelle mit Clusterionen zur schonenderen Abtragung/Analyse organischer/empfindlicher Schichten
- Flood Gun: Elektronenquelle zur Ladungskompensation

5. Funktionale Anforderungen

5.1 Hauptfunktion(en)

Das System muss die **hochaufgelöste chemische Oberflächenanalyse** fester, vakuumtauglicher Proben ermöglichen. Hierzu muss es Sekundärionen über einen breiten Massenbereich erfassen und eine hohe Massenauflösung und Massengenauigkeit bereitstellen.

Folgende Kernfunktionen sind zwingend bereitzustellen:

1. **Oberflächen- und bildgebende Analyse (2D-Imaging):**
 - Oberflächenspektroskopie mit höchster Massenauflösung in **positiver und negativer Polarität**.
 - Ortsaufgelöste chemische Karten in **positiver und negativer Polarität**.
 - Hohe laterale Auflösung zur Darstellung feinsten Strukturen.
 - Option zur Erweiterung des Analysebereichs über mehrere Bildfelder (z. B. „Stitching“ oder funktional gleichwertig) für Analysebereiche im mm-Maßstab.
2. **Tiefenprofilierung und 3D-Analyse:**
 - Reproduzierbare Tiefenprofile durch kontrolliertes Sputtern.
 - Möglichkeit zur 3D-chemischen Rekonstruktion (aus 2D-Imaging über Sputterzeit/Tiefe).
 - Stabiler Quellenbetrieb für mehrstündige Messungen sowie konsistente Abtragsbedingungen.
3. **MS/MS-Funktionalität:**
 - Tandem-MS zur selektiven Fragmentierung/Strukturaufklärung ausgewählter Ionen zur verbesserten Identifikation komplexer Spezies.
4. **FIB-Funktionalität:**
 - FIB-Funktion in der Analyseposition mittels zusätzlicher LMIG- Quelle (z.B. Gallium). Diese Funktion bietet umfassende Funktionen für das FIB-Schneiden und die FIB-Tomographie sowie die Visualisierung durch ein Elektronenbild.
5. **Ladungskompensation:**
 - Messfähigkeit auch auf isolierenden/ladungsaufbauenden Proben durch geeignete Kompensation.
6. **Workflow & Daten:**
 - Messdaten, Parameter und Metadaten müssen eindeutig zuordenbar, exportierbar und für spätere Auswertung reproduzierbar dokumentiert werden (inkl. Offline-Auswertung).

5.2 Einsatzbereiche

- Vakuumtaugliche Festkörperoberflächen: Metalle/Legierungen, Halbleiter, Gläser/Keramiken, Polymere/Kunststoffe sowie Partikel/Pulver/Fasern/Granulate und Oberflächenkontaminationen.
- Probengeometrie: lateral mehrere cm; Fähigkeit zur Analyse großer Proben (einschließlich **Wafer bis 300 mm**, Probenhöhe mindestens **10 mm**).

6. Technische Anforderungen (modularer Aufbau)

Die in diesem Abschnitt definierten Anforderungen umfassen sowohl Mindestanforderungen, die im Dokument „06.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 im Rahmen der Zuschlagskriterien erfolgt nur bei den in Dokument „06.Wertungsmatrix“ unter „2. technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“ definierten Anforderungen und dort auf Grundlage des Grades der Übererfüllung der Mindestanforderungen, sowie des daraus resultierenden funktionalen und technischen Mehrwerts. Maßgeblich sind hierbei ausschließlich die konkret angebotenen und nachgewiesenen Eigenschaften. Die Bewertung erfolgt anhand der in den Vergabeunterlagen festgelegten Zuschlagskriterien und Bewertungsmaßstäbe.

Die Bewertung der in diesem Abschnitt beschriebenen Anforderungen erfolgt auf Grundlage einer einheitlichen Punkteskala von 0 bis 5 Punkten. Maßgeblich ist jeweils der Grad der Erfüllung bzw. Übererfüllung sowie der daraus resultierende funktionale und technische Mehrwert bezogen auf den vorgesehenen Einsatzzweck.

Die Punktevergabe erfolgt nach folgenden Grundsätzen:

Punkte	Beschreibung
0 Punkte	Kein Beitrag zur Verbesserung oder keine Angabe bzw. kein nachweisbarer Leistungsinhalt.
1 Punkt	Geringer Mehrwert mit eingeschränkter praktischer Relevanz.
2 Punkte	Erkennbarer Mehrwert, jedoch mit begrenztem Funktionsumfang oder eingeschränkter Integration.
3 Punkte	Deutlicher Mehrwert mit praxistauglicher Ausgestaltung und nachvollziehbarer Integration.
4 Punkte	Hoher Mehrwert mit erweitertem Funktionsumfang, guter Integration und klarer Leistungssteigerung.
5 Punkte	Sehr hoher Mehrwert, der deutlich über den marktüblichen Stand der Technik im relevanten Anwendungsbereich hinausgeht, mit umfassender Funktionalität, sehr guter Integration und erheblichem Nutzen für den vorgesehenen Einsatz.

Die Einordnung in die jeweilige Punktstufe erfolgt anhand einer wertenden Gesamtbetrachtung der angebotenen Eigenschaften unter Berücksichtigung der in den Vergabeunterlagen definierten Bewertungsaspekte. Ein Anspruch auf eine bestimmte Punktzahl bei Vorliegen einzelner Merkmale besteht nicht.

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, prüfbar 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.

7 Nachweise und Angebotsunterlagen

Der Auftragnehmer hat ein vollständiges, betriebsbereites ToF-SIMS-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 „06.Wertungsmatrix“ definierten Anforderungen M01 bis M48 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 „06.Wertungsmatrix“ zu erfüllen:

- Lieferung, Installation, Inbetriebnahme, Abnahme und Schulung (M49–M55)
- Gewährleistung (M56)
- Service, Wartung und Ersatzteilversorgung (M57–M60)

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 „06.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 „06.Wertungsmatrix“ in den Abschnitten „1. Mindestanforderungen“ sowie „2. technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“ aufgeführt.

8 Zuschlagskriterien und Bewertungsmethodik

8.1 Zuschlagsprinzip

Der Zuschlag erfolgt auf das wirtschaftlichste Angebot unter Berücksichtigung von Preis, technischer Qualität, Lieferzeit, Service und Zukunftsfähigkeit.

8.2 Preis (40%)

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 $2 \times WP_{\text{min}}$ sind $P=0$.

Die Preispunkte für WP_{Bieter} zwischen WP_{min} und $2 \times WP_{\text{min}}$ werden nachfolgender Formel berechnet:

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

Hierbei ist:

- WP_{min} bezeichnet den Wertungspreis des niedrigsten Gebots, dass die Mindestanforderungen Anforderungen 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 40 % gewichtet.

8.3 Technische Qualität und Leistungsfähigkeit (60 %)

Bewertet werden ausschließlich die nachgewiesenen technischen Leistungsparameter von im Dokument „06.Wertungsmatrix“ Abschnitt“ 2. technische Übererfüllung (wertungsrelevant)“ genannten Anforderungen. Jede dort genannte Anforderung wird, wie in Abschnitt 6 beschrieben, mit 0-5 Punkten bewertet ($P_{\text{Einzelanforderung}}$) und mit dem im Dokument „06.Wertungsmatrix“ angegebenen Wichtungsfaktor der Anforderung ($WF_{\text{Einzelanforderung}}$) multipliziert. Dabei werden 4 Nachkommastellen berücksichtigt.

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

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

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

Der so ermittelte Wert wird mit 60 % gewichtet.

8.5 Gesamtbewertung

Die Gesamtpunktzahl ergibt sich aus der Summe der gewichteten Hauptkriterien:

$$\text{Gesamt} = (P \times 0,40) + (WP_{\text{tech}} \times 0,60)$$

Maximal erreichbar sind 5 Punkte.

Der Zuschlag wird auf das Angebot mit der höchsten Gesamtpunktzahl erteilt.

8.6 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.