

Leistungsbeschreibung

für ein Rasterelektronenmikroskop mit integrierter energiedispersiver Röntgenspektroskopie (REM/EDX)

1 Ausgangslage und Zielsetzung

Der Lehrstuhl für Technische Chemie (TC) der Rheinland-Pfälzischen Technischen Universität Kaiserslautern-Landau (RPTU) beabsichtigt im Rahmen eines offenen Verfahrens die Beschaffung eines hochauflösenden Rasterelektronenmikroskops (REM) mit integrierter energiedispersiver Röntgenspektroskopie (EDX).

Das System soll für wissenschaftliche Untersuchungen zur Mikro- und Nanostrukturanalyse verschiedenster Werkstoffe eingesetzt werden. Im Fokus stehen insbesondere die hochauflösende Abbildung von Oberflächenstrukturen, die Analyse von Materialkontrasten sowie die chemische Elementanalyse.

Für die Durchführung dieser Forschungsarbeiten sind hohe Anforderungen an die Auflösung, Stabilität, Flexibilität im Vakuumbetrieb sowie an die Erweiterbarkeit und Detektorausstattung erforderlich. Zudem muss das System die Untersuchung unterschiedlichster Proben, einschließlich nichtleitender und luftempfindlicher Materialien, ermöglichen.

2 Anforderungen und Spezifikationen

2.1 Anforderungen

Der Auftragnehmer verpflichtet sich, im Rahmen der Angebotserstellung eine verbindliche Lieferzeit ab Auftragserteilung anzugeben. Die maximale Lieferzeit beträgt 12 Monate. Kürzere Lieferzeiten werden im Rahmen der Angebotsbewertung positiv berücksichtigt.

Die Lieferung, Installation und vollständige Inbetriebnahme erfolgen am vom Auftraggeber benannten Verwendungsort.

Der technische und administrative Support muss in deutscher und/oder englischer Sprache gewährleistet sein. Die Lieferung erfolgt, sofern erforderlich, gemäß Incoterms 2020 unter DDP (Delivered Duty Paid).

Der Auftragnehmer muss über ein zertifiziertes Qualitätsmanagementsystem nach ISO 9001:2015 verfügen. Ein entsprechender Nachweis ist dem Angebot beizufügen.

Eine umfassende technische Dokumentation in deutscher und/oder englischer Sprache ist Bestandteil der Lieferung. Diese umfasst insbesondere: Bedienungsanleitungen, Wartungspläne inkl. Kostenübersicht, technische Datenblätter, Schnittstellenbeschreibungen (Hard- und Software).

2.2 Angebotspreis

Das Angebot hat einen verbindlichen Gesamtpreis in Euro zu enthalten. Das zur Verfügung stehende Budget beträgt 650.000 € (inkl. MwSt.). Die Zahlung erfolgt zu 40 % des Auftragswertes nach Bestellung gegen eine unbefristete Bankbürgschaft^{*i}, zu weiteren 40 % des Auftragswertes bei Lieferung sowie zu 20 % des Auftragswertes nach erfolgter Abnahme, je 30 Tage netto.

2.3 Technische Anforderungen

Das anzubietende Rasterelektronenmikroskop mit integrierter energiedispersiver Röntgenspektroskopie muss folgende Mindestanforderungen erfüllen:

Elektronenoptik und Leistung

- Schottky-Feldemissionskathode
- Stromstabilität $\leq 0,2$ % pro Stunde
- Auflösung:
 - $\leq 0,7$ nm bei 15 kV
 - $\leq 1,1$ nm bei 1 kV
- Diese Auflösung muss ohne das Anlegen eines elektrostatischen Gegenfelds oder eines Immersionsmagnetfelds im Probenbereich erreicht werden.
- Betrieb mit variablem Druckbereich von höchstens 10 bis mindestens 120 Pa
- Umschaltung zwischen Hoch- und Niedervakuum ohne manuellen Blendenwechsel
- Einstellbarer Niedervakuumbetrieb zur Untersuchung nichtleitender Proben

Probenkammer und Probenbühne

- Probenkammer mit mindestens 10 Ports für Detektoren und Erweiterungen
- Mindestabmessungen der Probenkammer: 350 mm Durchmesser, 250 mm Höhe
- Probenbühne mit folgenden Freiheitsgraden:
 - $X \geq 140$ mm
 - $Y \geq 130$ mm
 - $Z \geq 100$ mm
 - Kippung: -20° bis $+90^\circ$
 - Rotation: 360° kontinuierlich
- Ein Gewicht der Proben von mindestens 500g muss auf die Probenbühne aufgebracht und mindestens innerhalb der angegebenen Freiheitsgrade bewegt werden können.
- Mehrfachprobenwechsler für STEM-Betrieb mit Platz für mindestens 6 Proben

Detektorausstattung

Das System muss mindestens über folgende Detektoren verfügen:

- In der Elektronensäule zum Elektronenstrahl coaxial angebrachter Sekundärelektronen-Detektor
- Seitlich angebrachter Sekundärelektronen-Detektor
- Rückziehbarer BSE-Detektor mit mindestens 5 Segmenten mit der Möglichkeit der Auswahl und Einstellung einzelner Detektorsegmente zur Darstellung topographischer Strukturen
- STEM-Detektor mit mindestens 7 einzeln ansteuerbaren Segmenten für BF, ADF und HAADF
- SE-Detektor für Niedervakuumbetrieb
- Mindestens 4 parallele Detektorkanäle zum simultanen Auslesen

EDX-System

- EDX-Detektor mit:
 - Detektorfläche ≥ 100 mm²

- Energieauflösung ≤ 127 eV (Mn K α)

Probenwechsel

- Probenschleuse für Proben bis mindestens 70 mm Durchmesser
- Zum Wechsel für große Proben muss sich die Kammer öffnen lassen, ohne dass die Kammer dabei gekippt werden muss oder dafür Schrauben gelöst werden müssen
- Transfermodul für luftempfindliche Proben

Zusätzliche Ausstattung

- Navigationskamera an der Schleuse
- Seitliche Kammerkamera
- Ölfreies Vakuumsystem
- Plasmareiniger zum Reinigen der Probenkammer
- Magnetfeld-Kompensationsanlage

2.4 Optionen

Optionale Erweiterungen und zusätzliche Funktionalitäten sind im Angebot gesondert auszuweisen und werden im Rahmen der Bewertung berücksichtigt:

Elektronenoptik und Leistung

- Variable Beschleunigungsspannung von höchstens 0,02 kV bis 30 kV
- Probenstrombereich zwischen höchstens 3 pA bis mindestens 20 nA
- Auflösung im Niedervakuum: Besser oder gleich 2,0 nm bei 30 kV

Probenkammer und Probenbühne

- Wiederanfahrergenauigkeit ≤ 2 μ m

Detektorausstattung

- Rückziehbarer BSE-Detektor soll wahlweise zur Verbesserung der Auflösung im Niedervakuum mit einer zusätzlichen Blende versehen werden können

Zusätzliche Ausstattung

- Steuerungsmodus für die Vorpumpe, welcher ruhige Arbeitsbedingungen im Labor ermöglicht, die Lebensdauer der Pumpe verlängert und den Stromverbrauch reduziert
- Zusätzliche manuelle Steuereinheiten zur Einstellung der Elektronenoptik und zur Bewegung der Probenbühne

2.5 Wartung

Ein Wartungsvertrag mit dem Auftragnehmer ist nicht vorgesehen. Komponenten, die regelmäßig gewartet werden müssen, sind im Wartungsplan mit Intervallen und den entsprechenden Kosten aufzulisten.

2.6 Garantie/Gewährleistung

Der Auftragnehmer ist für die Gewährleistung aller Spezifikationen verantwortlich. Es wird die gesetzliche Gewährleistungsfrist von zwei Jahren gefordert. Zusätzlich ist eine erweiterte Garantie erwünscht.

3 Anlieferung und Aufstellung der Anlage

3.1 Lieferort und Ansprechpartner

Die Übergabe des Rasterelektronenmikroskops mit EDX erfolgt unter Aufsicht der verantwortlichen Vertreter beider Parteien. Zentrale Grundlage bildet ein zuvor gemeinsam erarbeitetes Übergabeprotokoll, das im Rahmen der Übergabe gemeinsam durchgegangen wird. Im Zuge dessen ist eine vollständige Funktionsprüfung der Anlage durchzuführen. Etwaige notwendige Nachbesserungen sind in Abstimmung mit dem Auftraggeber zeitnah und ohne zusätzliche Kosten vorzunehmen.

Der Erfüllungsort/ die Verwendungsstelle ist:

Rheinland-Pfälzische Technische Universität Kaiserslautern-Landau Standort Kaiserslautern

Erwin-Schrödinger-Str., Gebäude 53, Raum 290 B/C

67663 Kaiserslautern

Die Kontaktdaten der Mitarbeitenden der RPTU, die den Übergabeprozess fachlich begleiten, werden dem Auftragnehmer nach Zuschlagserteilung bekanntgegeben.

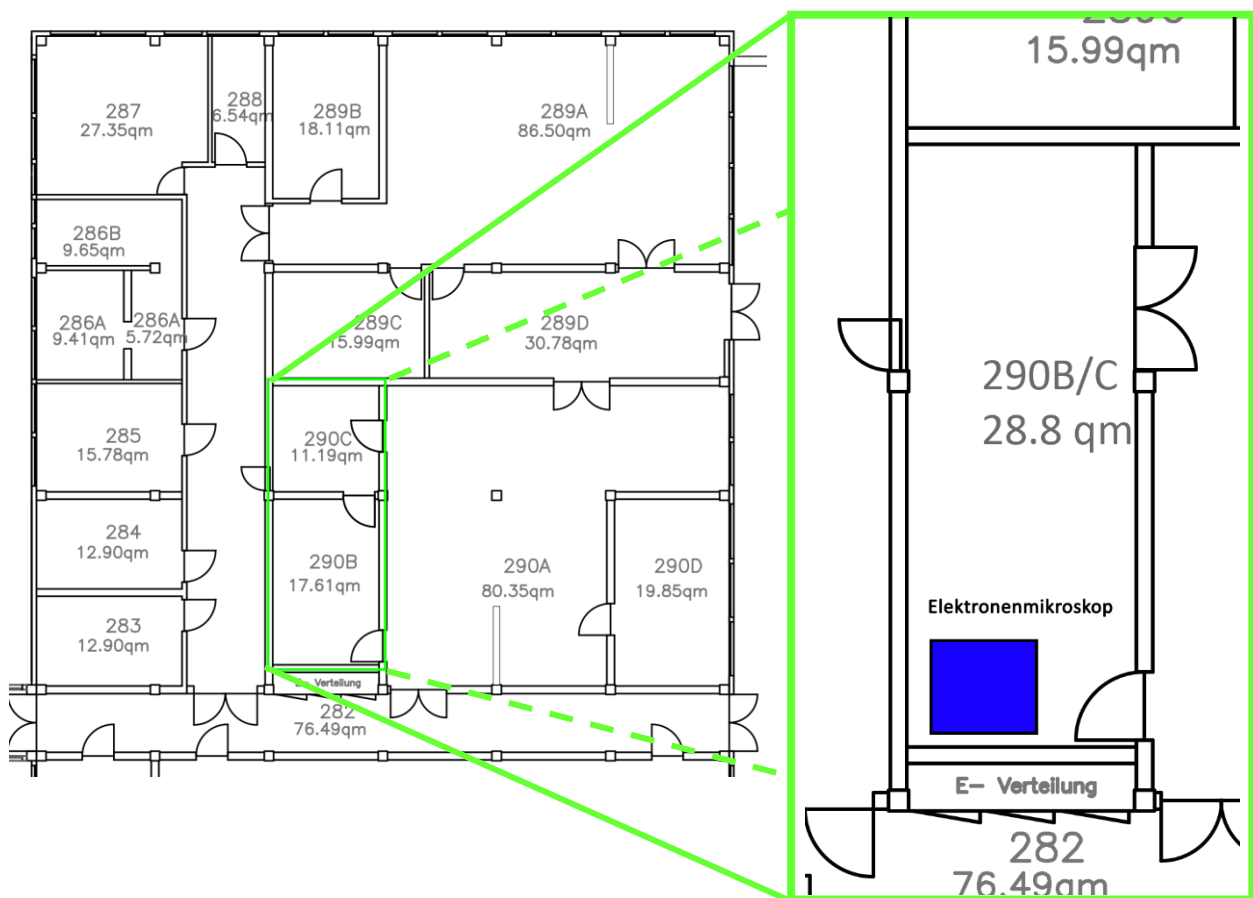


Abbildung 1: Labortrakt der Technischen Chemie in Gebäude 53 (links) und der Raum für die gemeinsame Nutzung mit dem Röntgen-Pulverdiffraktometer nach dem Umbau (rechts).

3.2 Energie- und Medienzuführung

Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass das Rasterelektronenmikroskop mit EDX an alle für den Betrieb erforderlichen Energie- und Medienversorgungen der RPTU Kaiserslautern angeschlossen werden kann. Hierzu zählen insbesondere:

- Anschluss an den vorhandenen Kühlwasserkreislauf
- Anschluss an die zentrale Druckluftversorgung
- Elektrischer Anschluss am vorgesehenen Standort

Die Aufstellung, der fachgerechte Anschluss sowie die Inbetriebnahme des beantragten Rasterelektronenmikroskops mit EDX sind durch qualifiziertes Fachpersonal des Herstellers oder durch von diesem autorisierte Servicepartner durchzuführen. Sämtliche hierfür erforderlichen Materialien, Verbindungselemente und Anpassungsarbeiten sind im Leistungsumfang des Angebots einzuschließen.

3.3 Schulung

Der Auftragnehmer verpflichtet sich, nach der Inbetriebnahme eine umfassende Schulung für das wissenschaftliche und technische Personal der RPTU an dem gelieferten Rasterelektronenmikroskop mit EDX durchzuführen. Diese Schulung soll in deutscher oder englischer Sprache erfolgen und sowohl theoretische als auch praktische Inhalte umfassen. Sie beinhaltet die Einweisung in die Bedienung des Rasterelektronenmikroskops mit EDX sowie die Durchführung und Dokumentation von Wartungsarbeiten. Ziel ist es, das Bedienpersonal in die Lage zu versetzen, das Rasterelektronenmikroskop mit EDX selbstständig und sicher zu betreiben sowie die vorgesehenen Forschungsarbeiten durchführen zu können.

*Die Bürgschaftserklärung ist schriftlich mit der ausdrücklichen Bestimmung, dass die Bürgschaft deutschem Recht unterliegt, unter Verzicht auf die Einreden der Aufrechenbarkeit, der Anfechtbarkeit und der Vorausklage abzugeben (§§ [770](#) und [771](#) des Bürgerlichen Gesetzbuches); sie darf nicht auf bestimmte Zeit begrenzt und muss nach Vorschrift des Auftraggebers ausgestellt sein. Die Bürgschaft muss unter den Voraussetzungen von § [38](#) der Zivilprozessordnung die ausdrückliche Vereinbarung eines vom Auftraggeber gewählten inländischen Gerichtsstands für alle Streitigkeiten über die Gültigkeit der Bürgschaftsvereinbarung sowie aus der Vereinbarung selbst enthalten.