Leistungsbeschreibung

Beschaffung eines Mehrkanal-Potentiostaten/Galvanostaten mit Impedanzspektroskopie und Hochstromerweiterung

Vergabe Nr.: OeA-273-26

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

Inhaltsverzeichnis

1 Bezeichnung der Leistung 3
2 Leistungsverzeichnis / Mindestkriterien 3
2.1 Grundlegendes 3
2.2 Bestandteile 4
2.3 Leistungsparameter 4
2.4 Zubehör 4
3 Einheiten und Abkürzungen 5
4 Weitere grundlegende zu erbringende Leistungen 5
4.1 Gewährleistung 5
4.2 Dokumentation 5
4.3 Kundenservice 6
5 Leistungsort 6
5.1 Umgebung und Einbringung 6
5.2 Transport und Anlieferung 6
5.3 Übergabe/Abnahme 6
6 Einzureichende Unterlagen 7
7 Termine / Ausführungszeiten 7
8 Zuschlagskriterien und Gewichtung 8
8.1 Kriterium Gesamtangebotsnettopreis 8
8.2 Kriterium Qualität 9

1 BEZEICHNUNG DER LEISTUNG

Die Technische Universität Berlin (TU Berlin), setzt die Beschaffung eines modular aufgebauten Mehrkanal-Potentiostaten/Galvanostaten mit integrierter elektrochemischer Impedanzspektroskopie (EIS) und Hochstromerweiterung für die elektrochemische Charakterisierung von Testzellen um
Die Ausschreibung umfasst die Lieferung eines vollständig konfigurierten und werksseitig kalibrierten Messsystems einschließlich Grundgerät, drei Potentiostat-/Galvanostat-Kanälen mit EIS-Funktion, den zugehörigen Zellkabeln, drei Hochstromerweiterungen bis ±10 A, der Steuer- und Auswertesoftware mit zeitlich unbegrenzter Lizenz sowie der digitalen Dokumentation. Ein Steuer-PC ist nicht Bestandteil des Lieferumfangs.

Es sind ausschließlich Neugeräte zu liefern. Wiederaufbereitete Produkte, Vorführgeräte, Rückläufer oder Grauimporte sind ausgeschlossen.

2 LEISTUNGSVERZEICHNIS / MINDESTKRITERIEN

Im Folgenden werden die verbindlichen technischen Mindestanforderungen beschrieben. Angebote müssen diese Anforderungen erfüllen. Ist die Einhaltung der vorgegebenen Mindestkriterien aus dem Angebot nicht eindeutig ersichtlich bzw. werden diese nicht erfüllt, wird das Angebot von der Vergabe ausgeschlossen.

Technisch gleichwertige Lösungen sind zulässig, sofern die geforderte Funktionalität nachgewiesen wird. Sofern nicht anders angegeben, gelten die Anforderungen für jeden der drei Messkanäle.

2.1 GRUNDLEGENDES

- Es ist ein modular aufgebautes Mehrkanal-Messsystem mit drei Potentiostat-/Galvanostat-Kanälen zu liefern. Die Kanäle müssen gleichzeitig und vollständig unabhängig voneinander (unterschiedliche Techniken, Parameter sowie Start- und Stoppzeitpunkte) betrieben werden können.
- Jeder Kanal muss als Potentiostat, Galvanostat und Impedanzanalysator (EIS) arbeiten können. Die EIS-Funktion muss in jedem Kanal integriert sein.
- Jedem der drei Kanäle muss eine eigene Hochstromerweiterung bis mindestens ±10 A fest zugeordnet sein, sodass alle drei Kanäle gleichzeitig im Hochstrombetrieb messen können.
- Der Zellanschluss muss in Zwei-und Drei-Elektrodenanordnung möglich sein.
- Die Steuerung erfolgt über ein AG-seitig gestellten Windows-PC über Ethernet (LAN).

- Weiterhin muss das Mehrkanal-Messsystem auch über die Programmiersprache Python steuerbar sein.

2.2 BESTANDTEILE

Das zu beschaffende Messsystem muss mindestens aus den folgenden Bestandteilen bestehen:

- Grundgerät mit integrierter Stromversorgung, Ethernet-Schnittstelle, das alle angebotenen Messkanäle und Hochstromerweiterungen aufnimmt bzw. steuert.
- Drei Potentiostat-/Galvanostat-Kanäle mit integrierter EIS-Funktion.
- Drei Hochstromerweiterungen bis mindestens ±10 A (je Kanal eine) einschließlich der erforderlichen Verbindungskabel und Hochstrom-Zellkabel (Länge mindestens 1,5 m).
- Steuer- und Auswertesoftware mit zeitlich unbegrenzter Lizenz für alle gelieferten Kanäle. Zudem muss das Messsystem über Python steuerbar und automatisierbar sein.

2.3 LEISTUNGSPARAMETER

Die folgenden Parameter gelten für die Hochstromerweiterung je Messkanal und sind Mindestanforderungen. Als Nachweis sind Angaben aus Herstellerdatenblättern zulässig.

Merkmal	**Mindestanforderung**
Anzahl	eine Hochstromerweiterung je Kanal (insgesamt drei)
Maximaler Strom	mind. ±10 A dauerhaft je Kanal
Regelspannung	mind. der Bereich −1 V bis +5 V
Genauigkeit Strom	≤ 0,1 % des Bereichsendwerts (FSR)
EIS im Hochstrombetrieb	mind. 10 µHz bis 500 kHz
EIS-Frequenzbereich Standardbetrieb	< 2 MHz
Lieferumfang	einschließlich Verbindungs- und Hochstrom-Zellkabel, Länge mind. 1,5 m

2.4 ZUBEHÖR

Zum Lieferumfang gehören neben den unter 2.2 genannten Bestandteilen mindestens:

- Alle für den Betrieb erforderlichen Netz- und Kommunikationskabel.
- Je Kanal die Hochstromerweiterung sowie die zugehörigen Verbindungs- und Hochstrom-Zellkabel.
- Steuer- und Auswertesoftware mit zeitlich unbegrenzter Lizenz (mindestens Lizenz für einen Computer).
- Kalibrierprotokolle für alle Kanäle und Hochstromerweiterungen sowie die digitale Dokumentation.

3 EINHEITEN UND ABKÜRZUNGEN

Nr.	Nummer		AN	Auftragnehmer*in
EK	Eignungskriterium		ZK	Zuschlagskriterium
EIS	Elektrochemische Impedanzspektroskopie		iR	Ohmscher Spannungsabfall
CV	Zyklovoltammetrie		LSV	Lineare Sweep-Voltammetrie
DPV	Differentielle Pulsvoltammetrie		SWV	Square-Wave-Voltammetrie
GITT	Galvanostatische intermittierende Titrations-technik		PITT	Potentiostatische intermittierende Titrations-technik
ZRA	Nullwiderstands-Amperemeter		FSR	Bereichsendwert (Full Scale Range)
TTL	Transistor-Transistor-Logik		API / SDK	Programmierschnittstelle / Software Develop-ment Kit
AC / DC	Wechselstrom / Gleichstrom		LAN	Lokales Netzwerk (Ethernet)
A	Ampere		V	Volt
mA, µA, nA	Milli-, Mikro-, Nanoampere		mV, µV	Milli-, Mikrovolt
Hz	Hertz (µHz, kHz, MHz)		TΩ	Teraohm (10^{12} Ω)
pA	Picoampere		µs	Mikrosekunde
bit	Binärstelle		m, m²	Meter, Quadratmeter
min.	mindestens		max.	maximal

4 WEITERE GRUNDLEGENDE ZU ERBRINGENDE LEISTUNGEN

Die folgenden Bedingungen sind von der*dem Auftragnehmer*in (kurz: AN) zu erfüllen und verpflichtend. Sind die vorgegebenen Bedingungen aus dem Angebot nicht eindeutig ersichtlich bzw. werden diese Bedingungen nicht erfüllt, wird das Angebot von der Vergabe ausgeschlossen.

4.1 GEWÄHRLEISTUNG

Die Gewährleistung beträgt mindestens 24 Monate ab erfolgreicher Abnahme. Sie umfasst sämtliche gelieferten Hardwarekomponenten einschließlich Kanälen, Hochstromerweiterungen und Kabeln sowie die im Gewährleistungsfall anfallenden Arbeits-, Material- und Versandkosten.

4.2 DOKUMENTATION

Die Dokumentation muss in digitaler Form (PDF) mindestens in deutscher oder englischer Sprache übergeben werden. Sie umfasst mindestens:

- Bedienungsanleitungen für Hardware und Software.
- Technische Datenblätter aller gelieferten Komponenten.
- Beschreibung der Programmierschnittstelle (API/SDK) und der Datenformate.
- Kalibrierprotokolle für alle Kanäle und Hochstromerweiterungen.
- Sicherheitshinweise und EU-Konformitätserklärung.

4.3 KUNDENSERVICE

Es muss ein technischer Kundendienst in deutscher oder/und englischer Sprache mit einer Reaktionszeit innerhalb von 24 Stunden und einem fachlich-inhaltlichen Feedback innerhalb von 3 Werktagen vorhanden sein. Die Annahme von Störungsmeldungen muss werktags in der Zeit von 9:00 Uhr bis 15:00 Uhr telefonisch oder per E-Mail (Reaktionszeit bis zum nächsten Werktag) gewährleistet sein.

5 LEISTUNGSORT

Technische Universität Berlin
Marchstraße 6 (EG)
10587 Berlin

5.1 UMGEBUNG UND EINBRINGUNG

Das Messsystem wird in einem Labor in einem selbstgebauten Elektrolyseteststand integriert sowie aufgestellt und von einem AG-seitig bereitgestellten Windows-PC gesteuert. Netzanschluss (230 V) und Netzwerkanschluss sind AG-seitig vorhanden. Eine feste Installation durch den AN ist nicht erforderlich.

5.2 TRANSPORT UND ANLIEFERUNG

Das Gerät muss vom AN zum Leistungsort (raumgenau) geliefert werden. Den Transport zur oben genannten Adresse, inklusive der Übernahme aller mit dem Transport anfallenden Kosten, sowie die Risiken der Anlieferung trägt der AN.
Zugang und Anlieferung erfolgen ausschließlich nach vorheriger Absprache vom AN mit den zuständigen Mitarbeitern*innen der TU Berlin.

5.3 ÜBERGABE/ABNAHME

- Nach raumgenauer Lieferung und Übergabe muss das Messsystem vollständig konfiguriert sein, d. h. alle drei Kanäle und Hochstromerweiterungen sind eingebaut bzw. angeschlossen und AN-/werksseitig kalibriert. Die Abnahme erfolgt durch die zuständigen Mitarbeiter*innen der TU Berlin.
- Abnahmekriterien sind die vollständige Erfüllung der Leistungsbeschreibung, die Vorlage der geforderten Dokumentation und Kalibrierprotokolle sowie ein Funktionsnachweis aller drei Kanäle im Standard- und im Hochstrombetrieb einschließlich einer EIS-Messung (z. B. an einer Prüf- bzw. Dummy-Zelle) und der Kommunikation mit der Steuersoftware. Einweisung und Testung werden selbstständig von der AG durchgeführt. Es ist kein Prüf-Equipment von der AN zu stellen.

6 EINZUREICHENDE UNTERLAGEN

Neben den vom Unternehmen einzureichenden Formularen (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[1]):** Bitte reichen Sie dieses Dokument ausgefüllt mit dem Angebot ein.
- **TUB – Wirt-Erklärungen (EK[2]):** Bitte reichen Sie diese Dokumente ausgefüllt mit dem Angebot ein:
    - Wirt-124
        - Sofern zutreffend:
    - Wirt-235
    - Wirt-236
    - Wirt-238
- **Detaillierte technische Übersicht (EK):** Spezifikationsdokumente oder Datenblätter, aus denen die Einhaltung der geforderten Mindestkriterien eindeutig hervorgeht. Für jede Anforderung aus Abschnitt 2 ist anzugeben, wo deren Erfüllung nachgewiesen wird (Dokument und Seite). Zudem sind Abmessungen, Gewicht und elektrische Leistungsaufnahme aller Komponenten anzugeben.
- **Konfigurationsübersicht (EK):** Auflistung aller angebotenen Komponenten (Grundgerät, Kanäle, Zellkabel, Hochstromerweiterungen, Software) mit Stückzahlen.
- **Software (EK):** Beschreibung der verfügbaren Techniken, Auswertefunktionen, Programmierschnittstelle und Lizenzbedingungen.
- **Kriterium Qualität (ZK):** Angaben zu den Qualitätskriterien gemäß Punkt 8.2.

7 TERMINE / AUSFÜHRUNGSZEITEN

Ausführungsbeginn: Die Ausführung kann ab dem Tag der Auftragsvergabe erfolgen (voraussichtlich 07.01.2027).
Ausführungsende: Die Lieferung muss spätestens innerhalb von 12 Wochen nach Auftragsvergabe erfolgen.

[1] ZK = Zuschlagskriterium
[2] EK = Eignungskriterium

Die vereinbarten Lieferfristen sind verbindlich. Liefer- und Leistungsverzögerungen sind der TU Berlin unverzüglich anzuzeigen. Dies gilt dann, wenn es auf Grund von erheblichen und unvorhersehbaren Umständen politischen und/oder wirtschaftlichen Ausmaßes, zu Lieferengpässen bzw. Störungen in den Lieferketten kommt, die nicht im Verantwortungsbereich des Auftragnehmers liegen. Mit der zeitnahen Unterrichtung der TU Berlin hierüber sind auch die zu diesem Zeitpunkt voraussichtlichen Lieferzeiten mitzuteilen.

8 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.
Es werden die Kriterien **Gesamtangebotsnettopreis mit 70,00 %** und **Qualität mit 30,00 %** gewichtet. Die aus den jeweiligen Kriterien ermittelten Punkte werden addiert. Das Angebot mit der Höchstpunktzahl erhält den Zuschlag. Alle Punkte werden auf zwei Nachkommastellen gerundet.

Kriterium	**Gewichtung**	**Punkte**
Gesamtangebotsnettopreis (inkl. aller Nebenkosten)	70,00 %	70,00
Qualität	30,00 %	30,00
Gesamt	100,00 %	100,00

Damit ergibt sich eine maximale Punktzahl von 100 Punkten. Der/die Bieter*in mit den meisten Punkten erhält den Zuschlag. Bei Punktegleichstand wird gelost.

8.1 KRITERIUM GESAMTANGEBOTSNETTOPREIS

Im Angebotspreis müssen alle gegebenenfalls anfallenden kostenpflichtigen Nebenleistungen bereits enthalten sein. Über das Angebot hinausgehende Forderungen können gegenüber der TU Berlin nicht geltend gemacht werden.
Das Angebot mit dem niedrigsten Gesamtangebotsnettopreis erhält die Höchstpunktzahl von 70 Punkten.
Ist der Gesamtangebotsnettopreis eines Angebots um 100 % oder mehr höher als der niedrigste Gesamtangebotsnettopreis, erhält dieses Angebot 0 Punkte.
Null Punkte stellen die Untergrenze dar. Es werden keine Negativpunkte vergeben.

Formel:
Preispunkte = 70 × (2 − Angebotspreis / niedrigster Angebotspreis)

Ergebnisse unter 0 Punkten werden mit 0 Punkten bewertet.

Beispielrechnung zur Punktevergabe:

Angebot	Gesamtangebotsnettopreis	Punkte
Angebot 1	35.000,00 €	55,52
Angebot 2	30.000,00 €	67,59
Angebot 3	29.000,00 €	70,00

8.2 KRITERIUM QUALITÄT

Die nachfolgend beschriebenen Aspekte stellen zusätzliche qualitative Eigenschaften des Messsystems dar. Ihre Erfüllung ist nicht verpflichtend, wird jedoch bei der Angebotswertung berücksichtigt.
Es werden maximal **30 Punkte** vergeben. Die Punktevergabe erfolgt ausschließlich nach den festgelegten Bewertungsstufen. Weitere Teilpunkte werden nicht vergeben.
Die Erfüllung ist im Angebot eindeutig anzugeben und durch geeignete technische Unterlagen nachzuweisen.

Bei beiden Frequenzkriterien müssen alle drei Messkanäle die für die jeweilige Punktzahl erforderliche Frequenz erreichen. Maßgeblich ist der Kanal mit der geringsten maximal erreichbaren EIS-Frequenz. Je Qualitätskriterium wird nur die höchste vollständig erfüllte Bewertungsstufe gewertet. Die Punkte der einzelnen Stufen werden nicht addiert.

Punktevergabe:

Qualitätskriterium	Anforderung	Punkte
EIS-Frequenzbereich Standardbetrieb	≥ 5 MHz bei allen drei Kanälen	6
	≥ 2 MHz bis unter 5 MHz	2
	< 2 MHz (Erfüllung Mindestanforderung)	0
Obere EIS-Grenzfrequenz im Hochstrombetrieb	≥ 1 MHz bei allen drei Kanälen	6
	≥ 750 kHz bis unter 1 MHz	3
	Über 500 kHz bis unter 750 kHz	1
	Genau 500 kHz; Mindestfrequenzbereich 10 µHz bis 500 kHz erfüllt (Erfüllung Mindestanforderung)	0
Integration	Alle drei Kanäle und Hochstromerweiterungen befinden sich in einem gemeinsamen Gehäuse; keine zusätzlichen externen Netzteile erforderlich.	3
	Es befinden sich jedoch nicht alle drei Kanäle und Hochstromerweiterungen in einem gemeinsamen Gehäuse	0

	und/oder es sind zusätzliche externe Netzteile erforderlich. (Erfüllung Mindestanforderung)	
Messung der Gegenelektrode	Gleichzeitige Messung des Gegenelektrodenpotenzials und der Impedanz beider Elektroden bei allen drei Kanälen möglich.	2
	Zellanschluss muss in Zwei-und Drei-Elektrodenanordnung möglich sein (Erfüllung Mindestanforderung)	0
Parallelschaltung	Mindestens zwei Hochstromerweiterungen können für einen dauerhaften Strom von mindestens ±20 A parallel betrieben werden.	3
	Drei unabhängig betreibbare Kanäle mit jeweils eigener Hochstromerweiterung für mindestens ±10 A Dauerstrom (Erfüllung Mindestanforderung)	0
Auswertesoftware	Zeitlich unbegrenzte Installation und Datenauswertung auf beliebig vielen Windows-PCs ohne zusätzliche Lizenzkosten möglich.	3
	Steuer- und Auswertesoftware mit zeitlich unbegrenzter Lizenz. (Erfüllung Mindestanforderung)	0
Hochstrom-Zellkabel jeweils für jeden der drei Kanäle	Je 2 m lange Hochstrom-Zellkabel oder länger vom Potentiostaten zur Zelle im Angebot enthalten.	7
	Zellkabel mit einer Länge größer als 1,50 m und Kleiner 2,0 m (z.B. 1,75 m) im Angebot enthalten.	2
	Hochstrom-Zellkabel, Länge: 1,5 m im Angebot enthalten. (Erfüllung Mindestanforderung)	0
Gesamt		**30**