

Leistungsbeschreibung zur Ausschreibung Aktenzeichen 4313IN_FS25

Lieferung von einem LED-basierten Solarmodultester

Inhaltsverzeichnis

1. Vorbemerkung	2
2. Leistungsbeschreibung	2
2.1 Leistungsumfang allgemein	2
2.2 Technische Anforderungen (Mindestanforderungen)	2
2.3 Garantie und Wartungsvertrag	7
3. Optionale Leistungen	7
4. Angaben durch den Bieter	8

1. Vorbemerkung

Beschaffung eines LED-basierten Solarmodultesters im Rahmen des Projektes „Advanced Measurement and Characterization of PV modules“ (AMC-PV)

Das Projekt AMC-PV zielt auf die Optimierung von Photovoltaik-Produktionsprozessen durch neue Messverfahren und KI-Methoden zur Qualitätssicherung ab. Es fokussiert auf inlinetaugliche Anwendungen, wie spektrale Schnelltests und Messfehleranalysen - insbesondere mittels Fuzzy-Modellansätzen.

Kooperationen mit regionalen Herstellern und Forschungseinrichtungen sollen intensiviert und Ergebnisse abgeschlossener/laufender Projekte validiert werden, um die Solarindustrie in Sachsen zu stärken.

2. Leistungsbeschreibung

2.1 Leistungsumfang allgemein

Lieferung eines LED-basierten Modultesters mit Dauerlichtfähigkeit und Temperaturkammer sowie dessen Installation, der Inbetriebnahme sowie ein Training des HTWK-Personals im Umgang mit dem erworbenen Tester.

2.2 Technische Anforderungen (Mindestanforderungen)

Kriterien

(A) = Ausschlusskriterium

Nichtvorhandensein (fehlender Nachweis von Kenntnissen) hat den Ausschluss vom weiteren Verfahren zur Folge.

Mit "A" gekennzeichnete Anforderungen müssen eingehalten werden, d. h. die entsprechenden Fragen müssen mit ja beantwortet und nachvollziehbar belegt sein. Einschränkungen und Abweichungen sind hier nicht möglich. Die Nichterfüllung eines dieser Kriterien führt zum Ausschluss des gesamten Angebotes. Wenn geforderte Nachweise nicht vorliegen, wird dieses Kriterium ebenfalls mit "nicht erfüllt" gewertet.

(B) = Wertungskriterium,

welches entsprechend dem in der Bewertungsmatrix (Anlage 1) dargestellten Wertungsmodus die Punktwertung des Bieters bestimmt.

lfd. Buchstabe	Bezeichnung	Kriterium	Bieterangaben zum Angebot/ Verweis auf Anlage zum Angebot
2.2.1 Lichtquelle - Leuchtmittel			
a)	Die Lichtquelle besteht ausschließlich aus LED.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
b)	Es werden mindestens 24 verschiedene LED-Channel verbaut.	B	
c)	LED-Channel können separat voneinander angesteuert werden, sodass es die Möglichkeit gibt, eigene Spektren zu definieren.	B	
d)	Die Lichtquelle muss über eine individuell einstellbare Flashdauer und über die Dauerlichtfähigkeit	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein

lfd. Buchstabe	Bezeichnung	Kriterium	Bieterangaben zum Angebot/ Verweis auf Anlage zum Angebot
	verfügen. Darunter wird verstanden, dass die Flashdauer nicht limitiert ist.		
e)	Die Intensität der Lichtquelle im Dauerlichtbetrieb muss stufenlos zwischen 0,2 – 1,0 Sonnen-Äquivalenten (,sun') einstellbar sein.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
2.2.2 Lichtquelle - Lichtqualität			
a)	Der Solarsimulator verfügt standardmäßig über ein AM1.5G-Spektrum, welches bei Auslieferung bereits werkskalibriert ist.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
b)	Der Spectral Mismatch für das AM1.5G-Spektrum bei 1 ,sun'-Intensität ist kleiner als 5 % (entspricht der Klasse A+ nach der IEC 60904-9 Edition 3).	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
c)	Die Spectral Deviation (SPD) ist ~22 % bei einer Intensität eines Sonnen-Äquivalent (= 1 ,sun' intensity).	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
d)	Die Spectral Coverage (SPC) ist 96 % oder höher.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
2.2.3 Lichtquelle - Lichtfeld			
a)	Die homogen beleuchtete Fläche des Solarsimulators beträgt mindestens 2.40 m x 1.3 m.	B	
b)	Die Inhomogenität der beleuchteten Fläche ist ~ 1 % (entspricht der Klasse A+ nach der IEC 60904-9 Edition 3).	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
c)	Kurzzeit-Instabilität (STI) entspricht der Klasse A+ nach der IEC 60904-9 Edition 3 (= synchronisierte Messung der Intensität, des Stroms und der Spannung).	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
d)	Die Langzeit-Instabilität (LTI) ist ~ 1 % (entspricht der Klasse A+ nach der IEC 60904-9 Edition 3).	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
2.2.4 Lichtquelle - Features			
a)	Die Lichtquelle verfügt über einen eingebauten Intensitätssensor, welcher bei jeder Messung die Gesamtintensität des emittierten Lichtes der Lichtquelle misst. Diese Messung dient als Grundlage für eine etwaige automatische Anpassung der Lichtleistung durch die geräteeigene Software.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein

lfd. Buchstabe	Bezeichnung	Kriterium	Bieterangaben zum Angebot/ Verweis auf Anlage zum Angebot
b)	Die Lichtquelle verfügt über ein eingebautes Spektrometer, welches das emittierte Licht der Lichtquelle vermisst und in einer Software anzeigt.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
c)	Die Lichtquelle muss in einem Modus betrieben werden können, bei dem das Spektrum während der Beleuchtung ohne Ausschalten der Lichtquelle verändert werden kann.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
2.2.5 Messelektronik			
a)	Die Messelektronik muss für Dauerbelastung (= keine zeitliche Begrenzung) ausgelegt sein.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
b)	Die Quelle muss für Messungen bis mindestens ± 20 A und 80 V ausgelegt sein.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
c)	Die Auflösung der Spannungsmessung muss kleiner sein als 0,002 % des verwendeten Spannungsmessbereiches, wobei mindestens ein Spannungsmessbereich < 80 V existiert.	B	
d)	Die Auflösung der Strommessung muss kleiner sein als 0,004 % des verwendeten Strommessbereiches, wobei mindestens ein Strommessbereich < 1 A existiert.	B	
e)	Die IV-Kennlinie muss sowohl in Vorwärts- als auch in Rückwärtsrichtung aufgenommen werden können.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
f)	Das System muss über eine MPP-Tracking-Funktionalität verfügen, bei welcher zwei Messmethoden etabliert sind: - ‚Pertube-and-Observe (P&O)‘ - ‚Mini-Sweep‘.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
g)	Das System muss über eine Funktionalität verfügen, welche Solarmodule mit hochkapazitiven Solarzellen (>750 mV Zellspannung) vermessen kann.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
h)	Die elektrische Schnittstelle von der Messelektronik zur Probe ist eine MC4-kompatible Steckverbindung. Die entsprechenden Steckverbindungen sind Teil des Lieferumfangs.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein

lfd. Buchstabe	Bezeichnung	Kriterium	Bieterangaben zum Angebot/ Verweis auf Anlage zum Angebot
2.2.6 Temperaturkammer			
a)	Die Temperaturkammer muss in der Lage sein, die eingestellte Temperatur ohne zeitliches Limit auf ± 1 K genau halten zu können (bei +20 bis +30 °C).	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
b)	Die Homogenität der Moduloberflächentemperatur während der Beleuchtung bei 25 °C eingestellter Zieltemperatur beträgt maximal $\pm 2,5$ K.	B	
c)	Der einstellbare Temperaturbereich für das Solarmodul bei Verwendung des Testers im Flashmodus (Flashzeit < 250 ms) beträgt 10 °C bis mindestens 80 °C.	B	
d)	Der einstellbare Temperaturbereich für das Solarmodul bei Verwendung des Testers im Dauerlichtmodus (Flashzeit > 250 ms) beträgt 25 °C bis mindestens 85 °C.	B	
e)	Die Aufheizgeschwindigkeit der Temperaturkammer beträgt mindestens 2K pro Minute. Die Abkühlgeschwindigkeit der Temperaturkammer beträgt mindestens 1K pro Minute.	B	
f)	Die Temperaturkammer verfügt über mindestens 5 Temperaturfühler, welche über das gesamte Solarmodul verteilt werden können.	B	
g)	Die Temperaturkammer verfügt über mindestens ein Pyrometer.	B	
h)	Die Temperaturkammer kann Solarmodule verschiedener Größe aufnehmen. Die obere Limitierung hierbei ist mindestens 2.4 m x 1.3 m und die untere Limitierung ist 0.2 m x 0.2 m oder kleiner.	B	
2.2.7 Service und zusätzliche Anforderungen an den Tester			
a)	Die geräteeigene Software des Testers muss über eine Möglichkeit der Fernsteuerung (Remote Control) verfügen. Diese sollte mittels externer Software wie Python oder LabVIEW gesteuert werden können.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
b)	Die geräteeigene Software muss über ein Rezeptmanagement ver-	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein

lfd. Buchstabe	Bezeichnung	Kriterium	Bieterangaben zum Angebot/ Verweis auf Anlage zum Angebot
	fügen, dass dem Anwender ermöglicht, individuell anpassbare Messsequenzen („Messrezepte“) zu erstellen.		
c)	Der Tester erfüllt folgende sicherheitsrelevanten Normen: <ul style="list-style-type: none"> - EU-Maschinenverordnung 2023/1230 - EMV-Richtlinie 2014/30/EU - DIN EN 60204-1:2019-06 - DIN EN ISO 12100:2011-03 - DIN EN ISO 13849-1:2023-12 - DIN EN ISO 14120 - DIN EN ISO 12198-1 - DIN EN IEC 61326-1:2021. 	B	
d)	Im Angebot muss die Lieferung und die Inbetriebnahme des Gerätes vor Ort inkludiert sein.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
e)	Die Abnahme des Gerätes erfolgt vor Ort gemeinsam mit den Mitarbeitern der HTWK Leipzig und ist ebenfalls Teil des Angebotes. Die Abnahme ist entsprechend durch ein Inbetriebnahmeprotokoll zu belegen.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
f)	Eine Vor-Ort-Schulung von mindestens drei bis maximal zehn Mitarbeitern der HTWK Leipzig durch den Lieferanten ist im Angebot inkludiert. Das Training soll die Benutzung des Testers, die Erstellung von Messsequenzen und Spektren sowie gerätespezifische Sicherheitsschulung umfassen. Es muss ein Teilnahmezertifikat mit der namentlichen Nennung aller geschulten HTWK-Mitarbeiter durch den Lieferanten ausgestellt werden.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
g)	Im Lieferumfang ist ein digitales Exemplar der Bedienungsanleitung in deutscher und in englischer Sprache enthalten.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
h)	Im Lieferumfang sind ebenfalls Rechner, Keyboard und Bildschirm enthalten. Der Rechner soll entsprechend vorgefertigt werden und folgende Anforderungen erfüllen: <ul style="list-style-type: none"> - GPU: RTX 3060 Ti oder besser - CPU: Intel i5-12500 oder besser 	B	

lfd. Buchstabe	Bezeichnung	Kriterium	Bieterangaben zum Angebot/ Verweis auf Anlage zum Angebot
	- RAM: 16 GB DDR5 oder mehr - Festplatte: SSD mit mind. 500 GB oder mehr - Betriebssystem: Windows 11 Pro oder neuer		
i)	Der Bieter hat seine Leistungsfähigkeit durch die Vorlage von mindestens drei Auftragsbestätigungen und/oder Abnahmeprotokollen vergleichbarer Systeme nachzuweisen, welche temperaturgeregelte Dauer-Simulatoren mit einer Mindest-Testfläche von 2,2 x 1,2 m umfassen.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
2.2.8 Erweiterungsmöglichkeiten des Testers			
a)	Das Gerät kann zu jedem Zeitpunkt ab Installation des Gerätes mit EL-Kamerasystem aufgerüstet werden. Diese Aufrüstung muss zwingend vor Ort durchgeführt werden können.	B	
b)	Die Messelektronik muss erweiterbar gestaltet werden, sodass bei Änderung der Anforderungen bezüglich des Strom- und Spannungsbereiches eine Anpassung der Hardware jederzeit nach Inbetriebnahme erfolgen kann.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein
c)	Der Tester muss fähig sein, EQE-Messungen (externe Quanteneffizienz) durchführen zu können. Ein solches Upgrade soll ohne Hardwareanpassungen durchführbar sein.	A	<input type="checkbox"/> ja, siehe Anlage Nr. ____ <input type="checkbox"/> nein

2.3 Garantie

Es muss eine Garantie von mindestens 24 Monaten angeboten werden.

Innerhalb der Garantie müssen kritische Bauteile, die den Ausfall des Gesamtgerätes zur Folge haben, innerhalb von drei Werktagen geliefert/ausgetauscht werden können.

Serviceeinsätze müssen durch auftragnehmereigenes Personal abgedeckt werden und innerhalb von drei Werktagen realisierbar sein.

3. Optionale Leistungen

3.1 Integriertes Elektrolumineszenzsystem (EL)

Nach Möglichkeit soll ein System angeboten werden, bei dem mindestens acht Kameras gleichzeitig EL-Bilder der Probe aufnehmen, welche softwareseitig zu einem Gesamtbild zusammengerechnet und ausgegeben werden mit folgenden Anforderungen:

- Das EL-System ist physisch im IV-Tester integriert.
- Auflösung der EL-Bilder: 200 µm/px
- Auflösung der einzelnen Kameras: mind. 20 Megapixel
- Bit-Tiefe: 8 bit
- Die Belichtungszeit des Systems muss frei einstellbar sein.

3.2 Externe Quanteneffizienzmessung (EQE)

Mit folgenden Anforderungen:

- Die Aufnahme der EQE-Daten muss in den Messesequenzen der geräteeigenen Software integrierbar sein.
- Die EQE-Messung muss über mind. 24 verschiedene Messpunkte verfügen.
- Die Quanteneffizienz des Gesamtmoduls muss bestimmt werden.
- Nach dem Start der EQE-Messung muss diese komplett automatisiert durchgeführt und der Graph dargestellt werden.
- Es muss eine manuelle Möglichkeit der Kalibrierung über ein Referenzmodul geben.

3.3 Garantieverlängerung sowie Wartungsvertrag

- Garantieverlängerung von 24 auf 36 Monate
- Garantieverlängerung von 36 auf 48 Monate
- dem Angebot ist ein Muster zu einem Wartungsvertrag für das zu liefernde Gerät bis mindestens 5 Jahre nach Lieferung beizulegen.

4. Angaben durch den Bieter

4.1 **Lieferzeit in Wochen ab Auftragserteilung:**

4.2 Preisblatt (ohne Optionen)

gem. Pos.	Anzahl/ Stück		angebotenes Modell/Typ	Preis netto/ Stück	Preis netto/ Position in €uro
2.2.1 bis 2.2.4	01	Grundgerät mit Lichtquelle			
2.2.5	01	Messelektronik			
2.2.6	01	Temperaturkammer			
2.2.7 a) bis e); g), i)	01	Service und zusätzliche Anforderungen an den Tester		inkl. zu 2.2.1 bis 2.2.4	
2.2.7 f)	01	Schulung	1 Tag/3 Personen Angaben durch den Bieter (nicht im Angebotspreis enthalten):		

gem. Pos.	Anzahl/ Stück		angebotenes Modell/Typ	Preis netto/ Stück	Preis netto/ Position in €uro
		 Tage/ Personen		
		 Tage/ Personen		
2.2.7 h)	01	Rechner/Key-board/Bildschirm			
2.3	01	Garantie			
	Summe in € netto:				

Angebotspreis netto gemäß

Leistungsbeschreibung

(ohne Optionen):

(Angaben in Euro ohne USt.)

.....

zzgl. 19 % USt. in Euro:

.....

Angebotspreis brutto gemäß

Leistungsbeschreibung:

(Angaben in Euro mit USt.)

.....

4.3 Preisblatt (Optionen)

gem. Pos.	Anzahl/ Stück	Bezeichnung	Preis netto/ Position in Euro
3.1	01	Integriertes Elektrolumineszenzsystem (EL)	
3.2	01	Externe Quanteneffizienzmessung (EQE)	
3.3	01	Garantieverlängerung von 24 auf 36 Monate	
	01	Garantieverlängerung von 36 auf 48 Monate	
	01	Wartungsvertrag	
Summe netto in €			

**Angebotspreis netto gemäß
Leistungsbeschreibung**

(nur Optionen):

(Angaben in Euro ohne USt.)

.....

zzgl. 19 % USt. in Euro:

.....

**Angebotspreis brutto gemäß
Leistungsbeschreibung:**

(Angaben in Euro mit USt.)

.....

Ort/Datum:

.....

Firma/Stempel:

.....

Unterschrift:

.....