

Vergabe-Nr.: 10-004-2026

Anlage LB – Leistungsbeschreibung

Ultrakurzpuls-Laseranlage für
hochschulübergreifende interdisziplinäre For-
schung
zur Sensorik, Aktorik, Medizintechnik und KI-ba-
sierter Bearbeitung

Prof. Dr.–Ing. John Heppe
Physikalische Sensorik und Mechatronik

Campus Alt-Saarbrücken
Goebenstraße 40
66117 Saarbrücken

+49 (0) 681 58 67 -287

Inhalt

1	Art und Umfang der Beschaffung	1
1.1	Ansprechpartner	1
1.2	Aufstellort, Lieferfrist, Inbetriebnahme	1
1.3	Geheimhaltung	1
1.4	Rechte an Arbeitsergebnissen	2
1.5	Verfahrenssprache.....	2
2	Technische Spezifikation-Leistungspositionen	2
2.1	Laserquelle.....	2
2.2	Strahlengang.....	3
2.3	Scanner und Optik	3
2.4	Strahlaufweitung/Spotgröße	4
2.5	Maschinenbett.....	4
2.6	Modulgrundplatte 1	5
2.7	Modulgrundplatte 2	5
2.8	6-Achssystem	6
2.9	Anlagensteuerung (Anwendersoftware)	7
2.10	Weitere Spezifikationsanforderungen (Sonstiges).....	8
3	Abnahmebedingungen	9
3.1	Prüfungen im Rahmen der Vorabnahme beim Lieferanten in deutscher Sprache ...	9
3.2	Ablauf und Prüfungen im Rahmen der Endabnahme vor Ort in deutscher Sprache	9
4	Dokumentation	10
5	Anzuwendende Richtlinien, Normen und Sicherheitsanforderungen	11

6	Mitarbeiterschulung und Einweisung	12
6.1	Umfang der Mitarbeiterschulung und Einweisung	12
6.2	Durchführung der Schulung.....	12
6.3	Schulungsunterlagen	13
7	Wartung, Service und Softwareupdates.....	13
8	Budget und Wertung der Angebote.....	13
9	Ausschreibungs- und Lieferbedingungen gemäß VgV	13
9.1	Liefer- und Leistungsumfang.....	14
9.2	Bauseitige Voraussetzungen und Medien.....	14
9.3	Lieferfrist.....	14
9.4	Inbetriebnahme, Dokumentation und Schulung	14
9.5	Endabnahme.....	15
9.6	Verzögerungen	15

1 Art und Umfang der Beschaffung

Gegenstand dieser Ausschreibung ist die Beschaffung einer Ultrakurzpuls-Laseranlage für die hochschulübergreifende und interdisziplinäre Forschung in den Bereichen Sensorik, Aktorik, Medizintechnik und KI-basierte Materialbearbeitung. Die Anlage soll insbesondere zur Mikrostrukturierung unterschiedlicher Materialien, beispielsweise Polyimid und Glas, zur Dünnschichtablation sowie zur Unterstützung kooperierender Forschungsgruppen bei der KI-basierten Strukturierung und Bearbeitung eingesetzt werden.

Mit der Beschaffung einer Ultrakurzpuls-Laseranlage soll eine leistungsfähige, flexibel einsetzbare Forschungsinfrastruktur für die hochschulübergreifende und interdisziplinäre Forschung geschaffen werden. Die Anlage soll unterschiedliche Forschungsprojekte in den Bereichen Sensorik, Aktorik, Medizintechnik und KI-basierte Bearbeitung unterstützen.

Erforderlich ist ein vielseitig einsetzbares Lasersystem, das die präzise Mikrostrukturierung unterschiedlicher Materialien, sowie die Dünnschichtablation ermöglicht. Darüber hinaus soll die Anlage für die Zusammenarbeit mit Forschungsgruppen zur Entwicklung und Anwendung KI-basierter Verfahren zur Strukturierung und Bearbeitung genutzt werden können.

Die Anlage soll damit eine gemeinsame Nutzung durch verschiedene Forschungsgruppen und eine breite wissenschaftliche Verwertung ermöglichen.

1.1 Ansprechpartner

Hochschule für Technik und Wirtschaft des Saarlandes htw saar
Goebenstraße 40, 66117 Saarbrücken,
Prof. Dr.-Ing. John Heppe, Professur für Physikalische Sensorik und Mechatronik
Fakultät für Ingenieurwissenschaften Arbeitsgruppe Physikalische Sensorik und Mechatronik,
+49 (0) 681 58 67 -287

1.2 Aufstellort, Lieferfrist, Inbetriebnahme

Aufstellort der Anlage

ist der htw Standort **ZeMA, Eschberger Weg 46, Gewerbepark Geb. 9, in D-66121 Saarbrücken**, Eingang Ebenerdig, LKW-Zufahrt vorhanden.

Die vollständige Lieferung der Anlage an den vorgesehenen Aufstellort hat spätestens innerhalb einer **Lieferfrist** von 52 Wochen nach Erteilung des Zuschlags zu erfolgen. Die Lieferfrist umfasst die vollständige Anlieferung, Einbringung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Funktionsprüfung, Dokumentationsübergabe sowie Schulung.

Für eine vollständige **Inbetriebnahme** ist eine Vorabnahme beim Lieferanten und eine Endabnahme vor Ort vorzusehen.

1.3 Geheimhaltung

Der Auftragnehmer verpflichtet sich, sämtliche Informationen, Spezifikationen sowie sonstige Kenntnisse insbesondere auch über derzeitige oder zukünftige Forschungs- und Entwicklungsarbeiten während der Dauer des Auftrages und danach geheim zu halten und nur den Personen zugänglich zu machen, die unmittelbar mit der Planung und Produktion der Anlage befasst sind.

Alle vom Auftraggeber übergebenen Unterlagen dürfen Dritten nicht zugänglich gemacht werden und sind nach Durchführung des Auftrages vollständig zurückzugeben. Die Weiter-

gabe von Informationen und Unterlagen, die der Auftragnehmer bei der Durchführung des Auftrages erlangt hat, ist nur mit besonderer Genehmigung des Auftraggebers zulässig.

Die Geheimhaltungsklausel wird bereits mit der Übergabe der vorliegenden Spezifikation wirksam. Dementsprechend sind auch alle Informationen, die den potentiellen Auftragnehmer zur Angebotserstellung zur Verfügung gestellt werden, wie oben beschrieben, eingeschlossen.

1.4 Rechte an Arbeitsergebnissen

Alle im Rahmen der Umsetzung, Inbetriebnahme, Erprobung der Anlage entstehenden schutzfähigen und nicht schutzfähigen Ergebnisse sowie die daran entstehenden Rechte stehen grundsätzlich derjenigen Partei zu, die an der Entstehung des jeweiligen Arbeitsergebnisses maßgeblich beteiligt war. Bei gemeinsamer maßgeblicher Beteiligung mehrerer Parteien stehen die Rechte diesen Parteien entsprechend ihrer jeweiligen Beteiligungsanteile gemeinsam zu. Die Zuordnung und Ausübung bestehender Schutz-, Nutzungs- und Verwertungsrechte ist im jeweiligen Einzelfall unter Berücksichtigung der maßgeblichen gesetzlichen Bestimmungen und der konkreten Beiträge der Beteiligten zu regeln.

1.5 Verfahrenssprache

Die Verfahrenssprache für diese Ausschreibung ist Deutsch. Dies umfasst sämtliche Kommunikation, das Angebot selbst sowie alle einzureichenden Nachweise und Unterlagen. Fremdsprachige Dokumente sind nur zulässig, wenn ihnen eine vollständige und, sofern in den Vergabeunterlagen gefordert, eine (beglaubigte – falls gesondert gefordert) Übersetzung ins Deutsche beigelegt wird. Lediglich technische Herstellerunterlagen dürfen gemäß Ziffer 4 dieser Anlage in englischer Sprache eingereicht werden. Kosten für Übersetzungen trägt der Bieter.

2 Technische Spezifikation-Leistungspositionen

2.1 Laserquelle

Die im Gesamtsystem verbaute Laserquelle muss mindestens die nachfolgenden technischen Anforderungen erfüllen:

- **Ausgangsleistung:** mindestens 5 W bis maximal 20 W, Infrarot (IR)
- **Kühlung:** Wasserkühlung: Sofern die hauseigene Wasserkühlung mit den folgenden Kenndaten -Vorlauftemperatur von $16\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$ und Differenzdruck von 1 bar im geschlossenen System- für den vorgesehenen Betrieb nicht ausreicht, ist ergänzend eine geeignete technische Lösung zur Aufbereitung bzw. Konditionierung des vorhandenen Kühlwassers vorzusehen, beispielsweise in Form eines Chillers.
- **Basiswellenlänge:** $1030\text{ nm} \pm 10\text{ nm}$
- **Pulsfrequenz:** einstellbar im Bereich von 60 kHz bis 1.000 kHz; die Einstellung muss in definierten Stufen erfolgen können
- **Pulsdauer:** einstellbar im Bereich von kleiner als 300 fs bis mindestens 10 ps
- **Harmonikerzeugung:** integriertes bzw. kompatibles Harmonic-Modul zur Erzeugung der 3. Harmonischen (Erzeugung der UV-Wellenlänge), technische Möglichkeit zur Auskopplung der Grundwellenlänge (IR) und der 2. Harmonischen (grün) muss gegeben sein.

- **Burst-Betrieb:** Unterstützung eines BiBurst-Betriebs, d. h. die Möglichkeit zur definierten Ausgabe von zwei oder mehreren aufeinanderfolgenden Pulsen innerhalb eines Burst-Zyklus
- **Leistungs-/Pulsabschwächung:** integrierte Möglichkeit zur Abschwächung der Laserleistung bzw. Pulsenergie. Die Abschwächung muss über einen nicht mechanischen und in der Laserquelle integrierten Abschwächer oder mittels einer geeigneten akusto-optischen Modulation (AOM) bzw. einer gleichwertigen technischen Lösung erfolgen können.
- **Pulse-Picker-Leckleistung:** Die Leakage-Leistung bzw. das Durchlassverhältnis unerwünschter Pulse muss kleiner als 0,3 % betragen

2.2 Strahlengang

Das System muss über einen vollständig für Femtosekunden und UV-Strahlung ausgelegten und ausgebauten Strahlengang verfügen.

Im Strahlengang ist ein zusätzlicher motorischer Abschwächer zu verbauen der per Software einstellbar ist. Zusammen mit dem Abschwächer aus der Laserquelle hat sich auf diese Weise eine feinere Einstellung der Laserleistung ergeben. Das im Strahlengang verbaute $\lambda/4$ -Plättchen hat für zirkular polarisiertes Licht an der Probenoberfläche zu dienen. Der Bauraum der Anlage muss eine nachträgliche Erweiterung der Nutzung zulassen, sodass nach einem entsprechenden Umbau durch den Hersteller, eine weitere vorhandene Wellenlänge nutzbar wird (Grundwellenlängen IR oder 2. Harmonische grün).

2.3 Scanner und Optik

Das anzubietende Lasersystem muss über ein Galvo-Scanner-System mit geeignetem Netzteil (Restwelligkeit beachten) verfügen, dass mindestens die nachfolgenden technischen Anforderungen erfüllt:

- **Positionsauflösung:** mindestens 20 Bit.
- **Wiederholgenauigkeit:** kleiner als 0,4 μ rad.
- **Bearbeitung bewegter Werkstücke:** Das System muss die Bearbeitung von bewegten Teilen im „On-the-Fly“-Betrieb ermöglichen.
- **F-Theta-Linse:** Telezentrische F-Theta-Linse mit einer Brennweite von ca. 100 mm.
- **Schutzglas:** Vor der F-Theta-Linse ist ein geeignetes austauschbares Schutzglas vorzusehen.
- **UV-Optik:** Das Objektiv bzw. die F-Theta-Linse muss für die vorgesehene UV-Wellenlänge geeignet und für den bestimmungsgemäßen UV-Laserbetrieb ausgelegt sein.
- **Bearbeitungsfeld:** Das nutzbare Bearbeitungsfeld muss mindestens 49 × 49 mm² betragen.
- **Echtzeit-Steuerung:** Das System muss über eine geeignete Echtzeit-Steuerungskarte zur synchronisierten Steuerung von Scanner und Laser verfügen.
- **Positionssynchronisierte Pulsausgabe:** Das System muss eine positionssynchronisierte Ausgabe der Laserpulse mit einer Frequenz von bis zu 800 kHz ermöglichen. Die Funktion muss eine hochdynamische, positionsabhängige Pulsausgabe entsprechend einem Ultra-Fast-Pixel-Mode ermöglichen.

- **Positionsabhängige Lasertriggerung:** Es muss eine positionsabhängige Triggerung des Lasers mit Echtzeit-Leistungsmodulation möglich sein. Die Leistungsmodulation muss insbesondere die Umsetzung eines Graustufenmappings bzw. einer Intensitätsmodulation ermöglichen.
- **Werksseitige Feldkorrektur:** Für die im System verbaute F-Theta-Linse muss zum Zeitpunkt der Auslieferung eine werksseitig durchgeführte Feldkorrektur vorhanden sein.

Die nachfolgenden technischen Merkmale stellen **keine Mindestanforderungen** an die Scanner und Optik Einheit dar. Sie werden im Rahmen der Angebotswertung als Leistungsmerkmale mit der im Leistungsverzeichnis gewichten Punktzahl berücksichtigt (B-Kriterien). Das Fehlen eines oder mehrerer dieser Merkmale führt nicht zum Ausschluss des Angebots. Sofern das angebotene System über die nachfolgenden Eigenschaften verfügt, sind diese vom Auftragnehmer entsprechend zu dokumentieren und im technischen Angebot eindeutig anzugeben (und ggf. zu bepreisen).

- **Wasserkühlung des Galvo-Scanners (Apertur):** Der Scanner muss vollständig an der Kühlung angeschlossen sein.
- **Spiegelkühlung:** Geeignete Druckluftkühlung mit Lufttrockner und Zero Air Generator für die Galvo-Spiegel. Der Anschluss muss vollständig an den Medien angeschlossen sein. Herstellerangaben sind hierbei einzuhalten. Die bauseits vorhandene Druckluftversorgung wird mit folgenden Kenndaten bereitgestellt:
 - Druckluft: teilentfeuchtet und einfach gefiltert
 - maximaler Betriebsdruck: 6 bar.
- **Schleppverzug:** Echtzeitfähige Ansteuerung ohne zusätzlichen zeitlichen Schleppverzug bzw. Schleppverzug von 0 ms.
- **Ausführung der Echtzeit-Steuerungskarte:** Ausführung der Steuerungskarte als externe Ethernet-Box, anstatt eines fest im Lasersystem bzw. Steuerrechner verbauten Moduls.
- **Feldkorrektur:** Möglichkeit für den Auftraggeber, die Feldkorrektur des Scanners selbstständig durchzuführen, ohne dass hierfür zwingend ein Serviceeinsatz des Herstellers erforderlich ist. Alle hierfür benötigten Komponenten, wie z.B. Software sollen enthalten sein.

2.4 Strahlaufweitung/Spotgröße

Die anzubietende Strahlaufweitung hat mindestens die folgenden technischen Anforderungen zu erfüllen:

- **Motorischer Beamexpander:** Das System muss über einen motorisch verstellbaren Beamexpander mit einem einstellbaren Vergrößerungsfaktor von 1-fach bis 8-fach verfügen. Die Einstellung des Beamexpanders muss vollständig softwaregesteuert und reproduzierbar erfolgen können.
- **Minimale Spotgröße:** Das System muss eine minimale Spotgröße von $< 10 \mu\text{m}$ bei der UV-Wellenlänge ermöglichen. Der angegebene Wert ist unter den für den bestimmungsgemäßen Betrieb relevanten Betriebsbedingungen nachzuweisen.

2.5 Maschinenbett

Das Maschinenbett muss zur Aufnahme der Modulgrundplatten ausgelegt sein und über zusätzliche Passbohrungen zur eindeutigen und reproduzierbaren Positionierung verfügen. Darüber hinaus hat das Maschinenbett folgende Mindestanforderungen zu erfüllen:

- **Abmessungen:** mindestens 1.000 mm × 850 mm × 70 mm (B × T × D).
- **Rastermaß:** Bohrungsraster von 100 mm × 100 mm mit M5-Gewinden.
- **Passbohrungen:** Zusätzlich zum Befestigungsraster müssen Passbohrungen 7H7 zur präzisen und reproduzierbaren Positionierung der Modulgrundplatten vorhanden sein.
- **Positionierungsstifte:** Die für die Passbohrungen erforderlichen Positionierungsstifte sind Bestandteil des Lieferumfangs.
- **Definierter Nullpunkt des Scanfeldes:** Der Nullpunkt des Scanfeldes muss so angeordnet sein, dass er sich 400 mm von der Vorderkante des Maschinenbetts entfernt befindet und mittig zur Maschinenbettbreite ausgerichtet ist. Die Modulgrundplatten müssen mithilfe geeigneter Positionierungshilfen ein- und ausgebaut werden können.

2.6 Modulgrundplatte 1

Die Modulgrundplatte 1 dient zur Aufnahme des XY-Tisches sowie alternativ des Vakuumtisches. Hierfür verfügt die Modulgrundplatte 1 über entsprechende Positionierungsmöglichkeiten, die eine definierte und reproduzierbare Aufnahme der jeweiligen Komponenten gewährleisten. Eine Prinzip-Skizze der Modulgrundplatte 1 ist in **Anlage_SkizzeMod.** dargestellt. Die anzubietende Modulgrundplatte 1 muss aus verzugsfreiem Edelstahl ausgeführt sein und muss mindestens die folgenden Anforderungen erfüllen können:

- **Abmessungen:** 650 mm × 550 mm × mindestens 8 mm (B × T × D).
- **Gewindebohrungen:** Die Modulgrundplatte muss über ein regelmäßiges Raster von M5-Gewindebohrungen mit einem Rastermaß von 50 mm × 50 mm verfügen.
- **Aufnahme des X-Y-Tisches:** Die Modulgrundplatte muss für die Aufnahme und sichere Befestigung des X-Y-Tisches ausgelegt sein.
- **Passbohrungen:** Zur präzisen und reproduzierbaren Positionierung der Modulgrundplatte auf dem Maschinenbett müssen Passbohrungen 7H7 vorhanden sein.
- **Positionierung des X-Y-Tisches:** Der X-Y-Tisch muss in seiner Nullposition mittig unterhalb des Scanners positioniert sein.
- **Zentrische Anordnung:** Der X-Y-Tisch muss mittig auf der Modulgrundplatte angeordnet sein.
- **Transportgriffe:** Die Modulgrundplatte muss über geeignete Transportgriffe verfügen. Die Anordnung der Transportgriffe darf den Verbereich der auf der Modulgrundplatte montierten Achsen nicht einschränken.

2.7 Modulgrundplatte 2

Die Modulgrundplatte 2 dient zur Aufnahme des X-Tisches. Auf diesem wird die Trägerplatte befestigt, auf der die Rotationsachsen montiert sind. Eine Prinzip Skizze der Modulgrundplatte 2 ist in **Anlage_SkizzeMod.** dargestellt.

Die anzubietende Modulgrundplatte 2 muss mindestens die nachfolgenden Anforderungen erfüllen können:

- **Material:** Verzugsfreier Edelstahl.
- **Abmessungen der Modulgrundplatte:** 650 mm × 550 mm × mindestens 8 mm (B × T × D).

- **Gewindebohrungen:** Die Modulgrundplatte muss über ein regelmäßiges Raster aus M5-Gewindebohrungen mit einem Rastermaß von 50 mm × 50 mm verfügen.
- **Aufnahme der zusätzlichen X-Achse:** Die Modulgrundplatte muss zur sicheren und präzisen Aufnahme einer zusätzlichen X-Achse ausgelegt sein.
- **Trägerplatte für Rotationsachsen:** Auf der X-Achse muss eine Trägerplatte zur Aufnahme der Rotationsachsen montierbar sein. Die Trägerplatte muss die Aufnahme von zwei sich gegenüberliegenden Rotationsachsen ermöglichen.
- **Fluchtung der Rotationsachsen:** Die Durchgangsbohrungen bzw. Rotationsachsen müssen miteinander fluchten. Die Flucht der Rotationsachsen muss in der horizontalen Ebene gewährleistet sein.
- **Abstand der Rotationsachsen:** Der Abstand zwischen den beiden Rotationsachsen muss 300 mm betragen.
- **Passbohrungen:** Zur präzisen und reproduzierbaren Positionierung der Modulgrundplatte auf dem Maschinenbett müssen Passbohrungen 7H7 vorgesehen sein.
- **Position des X-Tisches:** Der X-Tisch muss sich in seiner Nullposition mittig unterhalb des Scanners befinden.
- **Verfahrrichtung der X-Achse:** Die Verfahrrichtung der X-Achse muss parallel zur Vorderkante des Maschinenbetts ausgerichtet sein.
- **Ausrichtung der Rotationsachsen:** Die beiden Rotationsachsen müssen sich gegenüberliegen, miteinander fluchten und parallel zur Vorderkante des Maschinenbetts ausgerichtet sein.
- **Transportgriffe:** Die Modulgrundplatte muss mit geeigneten Transportgriffen ausgestattet sein. Die Anordnung der Transportgriffe darf den Verbereich der auf der Modulgrundplatte montierten Achsen nicht einschränken.

2.8 6-Achssystem

Die Anlage ist als 6-Achs-System auszulegen. Die Achsen 1 und 2 steuern den XY-Tisch auf Modulgrundplatte 1. Die Achse 3 steuert den X-Tisch auf der Modulgrundplatte 2. Die Achsen 4 und 5 steuern die Rotationsachsen, die auf der Trägerplatte montiert sind. Achse 6 ist als Z-Achse für den Scanner vorgesehen. Alle sechs Achsen müssen vollständig in die Anlagensteuerung integriert und über die Software einzeln ansteuerbar sein. Die Bewegungsachsen des Systems müssen offen programmierbar und über dokumentierte Schnittstellen ansteuerbar sein. Die Schnittstellen müssen eine direkte softwarebasierte Ansteuerung der Bewegungsachsen ermöglichen.

Die Schnittstellen müssen vollständig dokumentiert und für den Auftraggeber zugänglich sein. Über die Schnittstellen müssen mindestens die für den bestimmungsgemäßen Betrieb erforderlichen Funktionen wie Positionierung, Verfahrbewegung, Geschwindigkeit, Beschleunigung, Referenzierung sowie Status- und Positionsabfrage steuerbar bzw. auslesbar sein. Die Schnittstellen müssen eine Einbindung in kundenseitige Software bzw. Steuerungsabläufe ermöglichen.

Für die Programmierung bzw. Ansteuerung erforderliche Programmierschnittstellen (API), Software Development Kits (SDK) oder gleichwertige technische Schnittstellen sind Bestandteil des Leistungsumfangs.

Eine Ansteuerung darf nicht ausschließlich über eine proprietäre Bedienoberfläche des Herstellers möglich sein.

Folgende weitere Mindestanforderungen müssen erfüllt werden:

- **X-Y-Tisch:** Schrittmotorantrieb einschließlich geeignetem Controller. Verfahrensweg: ca. 300 mm × 300 mm in X- und Y-Richtung. Unidirektionale Wiederholgenauigkeit: $\leq 0,05 \mu\text{m}$ in X- und Y-Richtung. Der **X-Y-Tisch** muss eine ausreichende Tragfähigkeit von mindestens 5 kg aufweisen.
- **Z-Achse:** Verfahrensweg 300mm, Wiederholgenauigkeit $\pm 0,005\text{mm}$
- **2 Rotationsachsen:** 32mm freie Apertur, absolutes Winkelmesssystem. Die beiden Rotationsachsen müssen synchronisiert betrieben und angesteuert werden können. Beide Rotationsachsen müssen auf einer gemeinsamen, für diesen Zweck vorgesehenen Trägerplatte montiert sein. Die Rotationsachsen müssen gegenüberliegend angeordnet und so ausgerichtet sein, dass ihre Rotationsachsen miteinander fluchten.
- **Zusätzliche X-Achse:** Verfahrensweg: mindestens 300 mm, unidirektionale Wiederholgenauigkeit: $\leq 0,05 \mu\text{m}$. Die X-Achse muss für die präzise und sichere Montage auf Modulgrundplatte 2 ausgelegt sein. Die X-Achse muss eine ausreichende Tragfähigkeit aufweisen, um die zwei Rotationsachsen einschließlich der zugehörigen Trägerplatte sicher aufzunehmen und zu verfahren. Neben dem Gewicht der beiden Rotationsachsen und der Trägerplatte muss die X-Achse eine zusätzliche Nutzlast von mindestens 5 kg aufnehmen können, ohne dass die geforderte Positionier- bzw. Wiederholgenauigkeit beeinträchtigt wird.

2.9 Anlagensteuerung (Anwendersoftware)

Zwingend gefordert ist eine zentrale Anlagensteuerung, über die die gesamte Anlage vollständig gesteuert und bedient werden kann. Sämtliche wesentlichen Komponenten und Funktionen der Anlage, insbesondere Laserquelle, Scanner sowie sämtliche Bewegungs- und Rotationsachsen, müssen über eine einheitliche Anwendersoftware bedient und gesteuert werden können.

Weitere Mindestanforderungen sind:

- **Journalfunktion:** Die Anlagensteuerung muss über eine Journal- bzw. Protokollierungsfunktion verfügen. Relevante Bedien-, Steuerungs- und Prozessvorgänge sind nachvollziehbar zu protokollieren.
- **On-the-Fly-Prozess:** Die Anlagensteuerung muss die Laserbearbeitung bewegter Werkstücke („On-the-Fly“) ermöglichen. Die Laserbearbeitung muss dabei mit der Bewegung der jeweiligen Achse bzw. des Werkstücks synchronisiert werden können.
- Die Anlagensteuerung muss auch nach Auslieferung der Anlage Anpassungen erlauben bei z.B. Änderungen von Achsen. Diese Änderungen müssen von Seiten des Herstellers umgesetzt werden können.

Die nachfolgenden Funktionen stellen **keine Mindestanforderungen** an die Software dar. Sie werden als optionale Leistungsmerkmale mit der im Leistungsverzeichnis gewichten Punktzahl berücksichtigt (B-Kriterien). Das Fehlen dieser Funktionen führt nicht zum Ausschluss des Angebots.

- **Skriptbasierte Anlagensteuerung:** Die Anlage soll eine frei programmierbare, skriptbasierte Steuerung bereitstellen, über die der Anwender eigene Bewegungs- und Prozessabläufe erstellen, speichern, ändern und ausführen kann. Dabei sollen sämtliche für den jeweiligen Prozess erforderlichen Achsen und Anlagenfunktionen über die Skriptschnittstelle ansteuerbar sein.

- **Visuelle Vorschau:** Die Anwendersoftware soll eine visuelle Vorschau der vorgesehenen Laserbearbeitung ermöglichen. Bearbeitungsgeometrien und relevante Bearbeitungsparameter sollen vor der tatsächlichen Ausführung dargestellt und überprüft werden können.
- **Einmalige Softwareseitige Änderung der Achskonfiguration (z.B. beim Wechsel von Achsen):** Die Leistung umfasst die einmalige Implementierung und Anpassung der Software an eine geänderte Achskonfiguration, sofern vorhandene Achsen durch nicht baugleiche Achsen oder durch Achsen anderer Hersteller ersetzt werden.

2.10 Weitere Spezifikationsanforderungen (Sonstiges)

Die anzubietende Anlage muss mindestens die nachfolgenden Anforderungen hinsichtlich Bearbeitungsraum, Peripherie, Versorgung, Sicherheit und Visualisierung erfüllen:

- **Hochpräzises Off-Axis Vision System:** zur Erkennung und Positionierung, Genauigkeiten bis zu $\pm 5\mu\text{m}$, geeignet für reflektierende und schwer segmentierbare Oberflächen
- **Kamera zur Innenraumvisualisierung**
- **Integrierte Absaugung:** Die Anlage muss über eine integrierte Absaugung verfügen. Mindestens Vorfilter Klasse F8 und mindestens Kombifilter H13. Im Normalbetrieb darf der Schalldruckpegel der Absaugung 60 dBA nicht überschreiten.
- **Schnittstellen von außen zugänglich:** 2x 230V Schuko-Steckdose, einzeln schaltbar über Software
- **Vorbereitung für Wasserkühlung:** Für Gerätschaften und Proben im Bearbeitungsraum. Durchführung von Kühlerleitung in Bearbeitungsraum mit entsprechenden Anschlussmöglichkeiten Innen und Außen (max. 1/2", max 10bar druckfest)
- **Durchführung für Vakuumschlauch:** für Anschluss Vakuumpumpe an Metaportisch. (max. 1")
- **Zwei Gasanschlüsse** im Bearbeitungsraum (Durchführung von Gasleitungen von Außen in Bearbeitungsraum mit Druckluftkupplungen und mit Software schaltbarem Ventil) für Druckluft und Inertgase < 6 bar , 6-8 mm Durchmesser.
- **Sicherheit und Zugang:** Beladeseite: Automatisch elektrisch öffnende Tür mit geeigneter Sicherheitstechnik. Die Tür ist mit einem Laserschutzfenster, angepasst an die im System eingesetzte Laserwellenlänge, auszuführen. Eine schaltbare Innenraumbeleuchtung ist vorzusehen
- Die Anlage muss im bestimmungsgemäßen Betrieb die Anforderungen der **Laserklasse 1** erfüllen.
- **Einbringungsmaße:** Die zu liefernde Anlage muss vollständig durch die vorhandene Eingangstür eingebracht werden können.

Hierfür stehen folgende maximale Durchgangsmaße zur Verfügung:

Breite: 170 cm

Höhe: 240 cm

Der Auftragnehmer hat sicherzustellen, dass sämtliche für die Lieferung, Einbringung und Aufstellung erforderlichen Komponenten diese maximalen Durchgangsmaße berücksichtigen. Sofern eine Einbringung aufgrund der Abmessungen nur durch Demontage bzw. Zerlegung in geeignete Einzelkomponenten möglich ist, ist diese durch den Auftragnehmer zu berücksichtigen und ohne zusätzliche Kosten für den Auftraggeber auszuführen. Die Einbringung und Aufstellung am vorgesehenen Aufstellort sind Bestandteil der ausgeschriebenen Leistung.

Die nachfolgenden technischen Merkmale stellen keine Mindestanforderungen dar. Sie werden im Rahmen der Angebotswertung als Leistungsmerkmale mit der im Leistungsverzeichnis gewichten Punktzahl berücksichtigt. Das Fehlen eines oder mehrerer dieser Merkmale führt nicht zum Ausschluss des Angebots.

- Pilotlaser: 660nm, 1mW
- Vakuumprobentisch, Metapor, Maße min. A4 zur Montage auf x-y Tisch von Modulgrundplatte 1
- 1x Kabeldurchführung in Bearbeitungsraum
- integrierter Industrie-PC, min. 32GB RAM
- zum Lieferzeitpunkt aktuelles Betriebssystem
- zwei Seitentüren, manuell zu öffnende Seitentüren mit geeigneter Sicherheitstechnik. Ein Sichtfenster kann an den Seitentüren vorgesehen werden, ist jedoch nicht erforderlich
- integrierte Temperatur und Luftfeuchtemessung

3 Abnahmebedingungen

3.1 Prüfungen im Rahmen der Vorabnahme beim Lieferanten in deutscher Sprache

Vor Auslieferung der Anlage an den Auftraggeber ist durch den Auftragnehmer eine Vorabnahme beim Lieferanten durchzuführen. Ziel der Prüfungen im Rahmen der Vorabnahme ist die Feststellung, dass die bestellte Anlage vollständig aufgebaut ist und sämtliche in der Leistungsbeschreibung und im Angebot geforderten technischen Eigenschaften, Funktionen und Leistungsmerkmale erfüllt.

Die Vorabnahme erfolgt auf Grundlage der Leistungsbeschreibung, des Leistungsverzeichnisses, des Angebots des Auftragnehmers sowie der vertraglich vereinbarten technischen Spezifikationen. Sämtliche für die spätere bestimmungsgemäße Nutzung relevanten Funktionen der Anlage sind im Rahmen der Vorabnahme zu prüfen und nachzuweisen.

Die für die Durchführung der Vorabnahme erforderliche Anreise des Auftraggebers zum Werk des Lieferanten sowie gegebenenfalls erforderliche Übernachtungen und Spesen der an der Vorabnahme teilnehmenden Mitarbeiter des Auftraggebers trägt der Auftraggeber selbst. Eine Erstattung oder Weiterbelastung dieser Kosten an den Auftragnehmer erfolgt nicht.

Der Auftragnehmer hat die Vorabnahme rechtzeitig mit dem Auftraggeber abzustimmen und sicherzustellen, dass die Anlage zum vereinbarten Termin vollständig aufgebaut, betriebsbereit und für die Durchführung sämtlicher vereinbarter Prüfungen und Funktionsnachweise verfügbar ist.

3.2 Ablauf und Prüfungen im Rahmen der Endabnahme vor Ort in deutscher Sprache

Ziel der Prüfungen im Rahmen der Endabnahme vor Ort ist die Feststellung, dass die in den Vergabeunterlagen, insbesondere in der Leistungsbeschreibung, dem Leistungsverzeichnis und im Angebot, geforderten technischen Eigenschaften, Funktionen und Leistungsmerkmale erfüllt sind. Darüber hinaus werden im Rahmen der Endabnahme die nachfolgend beschriebenen Prüfungen und Funktionsnachweise durchgeführt.

Zunächst wird die Modulgrundplatte 1 mit dem Maschinenbett verbunden und der XY-Tisch auf der Modulgrundplatte 1 befestigt (der XY-Tisch kann bereits auf der Modulgrundplatte 1 vormontiert sein). Anschließend erfolgte die Ansteuerung und Funktionsprüfung des XY-Tisches.

Im nächsten Schritt wird gegebenenfalls der Vakuumtisch auf der Modulgrundplatte 1 montiert und einem Funktionstest unterzogen.

Im Anschluss folgt die Funktionsprüfung weiterer Komponenten wie folgt:

- Funktion Beam-Expander prüfen
 - min Spotsize < 10 µm soll gezeigt werden, Vergleich der rechnerischen Spotsize mit realem Wert
- Funktion Hochpräzises Off-Axis Vision System
 - Positionieren eines Testobjektes mit Hilfe des Kamerasystems
- Bitmap modus (Pixelbild)
 - Lasern eines einfachen Pixelbildes im Bitmapmodus
- Bitmap modus (Graustufenmodus)
 - Lasern eines einfachen Pixelbildes im Graustufenmodus

Anschließend erfolgt der Wechsel auf die Modulgrundplatte 2. Auf dieser wird der X-Tisch befestigt (der X-Tisch kann bereits auf der Modulgrundplatte 2 vormontiert sein). Darauf wird die Trägerplatte montiert, welche die Rotationsachsen trägt. (diese kann ebenfalls vormontiert sein)

Nach erfolgter Montage werden die Rotationsachsen sowie der X-Tisch einer Funktionsprüfung unterzogen. Dabei werden insbesondere folgende Funktionen geprüft:

- Gleichlauf der Rotationsachsen
- Gegenlauf der Rotationsachsen
- Unabhängige Einstellbarkeit der Rotationsgeschwindigkeiten der einzelnen Rotationsachsen
- Verdrillen der Achse durch entsprechende Ansteuerung der Rotationsachsen
- Funktion und Ansteuerung des X-Tisches
- Prüfung der Laserbearbeitung bei Bewegung der Rotationsachsen

Die Prüfungen dienen dazu, die ordnungsgemäße Funktion und das Zusammenspiel der einzelnen Achsen zu demonstrieren.

4 Dokumentation

Die Einhaltung der technischen Anforderungen ist vom Auftragnehmer durch geeignete technische Datenblätter oder gleichwertige aussagekräftigen Herstellerunterlagen nachzuweisen. Der Auftragnehmer hat dem Auftraggeber spätestens bei Lieferung bzw. spätestens zur Endabnahme der Anlage eine vollständige technische Dokumentation der gelieferten Anlage zur Verfügung zu stellen. Die mit der Angebotsabgabe bzw. bei Lieferung einzureichenden technischen und anlagenspezifischen Nachweise, die sich auf die angebotene Anlage und deren geforderte Eigenschaften, Funktionen und Leistungsmerkmale beziehen, sind im Leistungsverzeichnis (LV) dargestellt.

Die Dokumentation muss mindestens folgende Unterlagen umfassen:

- **Hersteller-Datenblätter** und technische Dokumentationen sämtlicher wesentlicher in der Anlage verbauter Komponenten und Baugruppen;
- **Bedienungs- und Betriebsanleitung** für die Gesamtanlage einschließlich der Anwendersoftware;
- **Anleitungen** für Einrichtung, Inbetriebnahme, Bedienung, Wartung und bestimmungsgemäßen Betrieb der Anlage;
- **Technische Zeichnungen** der Gesamtanlage sowie der für Betrieb, Wartung, Austausch oder Erweiterung relevanten Baugruppen;
- relevante **Maß-, Anschluss- und Schnittstellenzeichnungen**;
- Dokumentation der **elektrischen, pneumatischen, gas- und wasserführenden** Anschlüsse sowie der erforderlichen Betriebsmedien (bspw. Druckluft, Wasser)
- **Gesamtgewicht** der Anlage
- Dokumentation der **Software- und Steuerungskomponenten** einschließlich der für die Bedienung und Ansteuerung erforderlichen Schnittstellen;
- Dokumentation der **Achskonfiguration** und der relevanten Einstell- und Konfigurationsparameter;
- Gegebenenfalls erforderliche **Wartungs- und Instandhaltungsanleitungen**
- Gegebenenfalls weitere Spezifikationen der **Einsatzbedingungen**
- Für die geforderten Modulgrundplatten und Trägerplatten sind ergänzend **STEP-Dateien** zur Verfügung zu stellen.

Die Dokumentation ist grundsätzlich in **deutscher Sprache** bereitzustellen und sowohl

1. **in gedruckter Form** als auch
2. **in elektronischer Form als durchsuchbare PDF-Dateien**

zu übergeben.

Hiervon ausgenommen sind Herstellerunterlagen, die ausschließlich in englischer Sprache verfügbar sind.

Die elektronischen Unterlagen sind in einer nachvollziehbaren Verzeichnisstruktur bereitzustellen. Die Dateien müssen eindeutig den jeweiligen Anlagenkomponenten bzw. Baugruppen zugeordnet werden können.

Die Dokumentation muss dem tatsächlich gelieferten Anlagenzustand entsprechen. Änderungen, die im Rahmen der Montage, Inbetriebnahme oder Abnahme gegenüber der ursprünglichen Dokumentation vorgenommen werden, sind vom Auftragnehmer vor der endgültigen Abnahme in die Dokumentation einzuarbeiten.

Die vollständige und vertragsgemäße Übergabe der Dokumentation ist Bestandteil der geschuldeten Leistung

5 Anzuwendende Richtlinien, Normen und Sicherheitsanforderungen

Es sollen insbesondere folgende Normen und Regelwerke in die technische Konzeption der angebotenen Anlage einbezogen werden:

DIN EN 60825-1/-4 hinsichtlich der Sicherheit von Laseranlagen und der Ausführung von Laserschutzeinrichtungen,

DIN EN 60204-1 hinsichtlich der elektrischen Ausrüstung von Maschinen,

DIN EN ISO 13857 hinsichtlich der Sicherheitsabstände zur Vermeidung des Erreichens von Gefährdungsbereichen,

die Anforderungen des Laserstrahlenschutzes nach der Arbeitsschutzverordnung zu künstlicher optischer Strahlung (OStrV).

Der Bieter hat im Rahmen seines Angebots darzustellen, in welcher Weise die vorgenannten Normen und Regelwerke bei der technischen Auslegung und Ausführung der angebotenen Anlage berücksichtigt werden. Die vorgesehenen Schutzmaßnahmen sind nachvollziehbar zu beschreiben.

Der Bieter muss über ein Qualitätsmanagementsystem nach DIN EN ISO 9001:2015 verfügen und eine entsprechende Zertifizierung durch eine hierfür akkreditierte bzw. anerkannte Zertifizierungsstelle nachweisen. Der entsprechende Nachweis ist dem Angebot beizufügen.

6 Mitarbeiterschulung und Einweisung

6.1 Umfang der Mitarbeiterschulung und Einweisung

Der Auftragnehmer hat das vom Auftraggeber benannte Bedien- und Fachpersonal umfassend zu schulen und einzuweisen. Die Schulung und Einweisung kann im Rahmen der Vorabnahme oder der Endabnahme durchgeführt werden, hat jedoch spätestens innerhalb von sechs Wochen nach vollständiger Installation der Anlage beim Auftraggeber, zu erfolgen. Die Schulung ist Bestandteil des Leistungsumfangs und muss mindestens folgende Inhalte umfassen:

- grundlegende Bedienung und bestimmungsgemäße Nutzung der Gesamtanlage;
- Bedienung und Parametrierung der Laserquelle einschließlich relevanter Betriebsparameter;
- Bedienung der vorhandenen Bewegungs- und Rotationsachsen;
- Bedienung und Parametrierung der Anwendersoftware;
- Erstellung, Bearbeitung, Speicherung und Ausführung von Bearbeitungsprogrammen;
- Einrichtung und Durchführung von Laserbearbeitungsprozessen;
- Nutzung des Vision-Systems einschließlich Erkennung und Positionierung von Proben;
- Nutzung der On-the-Fly-Bearbeitung und der Synchronisierung von Laser und Bewegungsachsen;
- Bedienung der Absaugung sowie der vorhandenen Medien- und Versorgungseinrichtungen;
- Durchführung von Referenzierungs-, Einricht- und Kalibriervorgängen;
- Durchführung bzw. Anpassung der vorgesehenen Feldkorrektur, soweit diese durch den Auftraggeber selbstständig durchgeführt werden kann;
- grundlegende Fehlerdiagnose und Maßnahmen zur Störungsbehebung;
- Verhalten bei Störungen, Fehlermeldungen und sicherheitsrelevanten Ereignissen;
- Reinigung, Pflege und vom Bedienpersonal durchzuführende Wartungsarbeiten;
- sicherer Betrieb der Anlage unter besonderer Berücksichtigung des Laserschutzes und der vorhandenen Sicherheitseinrichtungen.

6.2 Durchführung der Schulung

Die Schulung ist als praxisorientierte Schulung an der betriebsbereiten Anlage durchzuführen.

Die Schulung muss mindestens einen Arbeitstag umfassen und ist für mindestens 3 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter des Auftraggebers auszulegen.

Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von Kooperationspartnern des Auftraggebers können im Einvernehmen mit dem Auftraggeber zusätzlich an der Schulung teilnehmen. Die Teilnahme von mindestens drei Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern von Kooperationspartnern ist zu ermöglichen. Der Gesamtumfang der Schulung ist auf maximal zwei Arbeitstage zu begrenzen.

Der Schulungstermin ist zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer abzustimmen. Die Schulung hat spätestens innerhalb von 6 Wochen nach erfolgreicher Inbetriebnahme der Anlage stattfinden.

Der Auftragnehmer stellt für die Schulung sämtliche erforderlichen Schulungsunterlagen, Software, Testdaten und sonstigen Hilfsmittel zur Verfügung.

6.3 Schulungsunterlagen

Den Teilnehmerinnen und Teilnehmern sind Schulungs- und Bedienunterlagen in deutscher Sprache zur Verfügung zu stellen. Die Unterlagen müssen mindestens die für die sichere und bestimmungsgemäße Bedienung der Anlage erforderlichen Informationen enthalten.

Die Unterlagen sind sowohl in gedruckter Form als auch elektronisch als PDF-Dateien bereitzustellen.

7 Wartung, Service und Softwareupdates

Es wird ein Wartungs- und Servicepaket mit einer Laufzeit von fünf (5) Jahren ab vollständiger Inbetriebnahme der Anlage vor Ort vereinbart und während der gesamten Vertragslaufzeit sichergestellt.

Das Wartungs- und Servicepaket umfasst insbesondere die zur Aufrechterhaltung der Funktionsfähigkeit und Betriebssicherheit der gelieferten Anlage bzw. des Systems erforderlichen Wartungs-, Service- und Supportleistungen. Software-Updates sowie erforderliche Software-Aktualisierungen sind für die gesamte Laufzeit von fünf (5) Jahren im Wartungs- und Servicepaket enthalten. Für diese Leistungen dürfen während der vereinbarten Laufzeit keine zusätzlichen Kosten berechnet werden.

Der für das fünfjährige Wartungs- und Servicepaket zugrunde gelegte Gesamtbetrag ist im Angebot als eigenständige, gesondert auszuweisende Preisposition anzugeben.

Darüber hinaus sind im Angebot die zu erwartenden jährlichen Wartungskosten transparent und nachvollziehbar darzustellen.

8 Budget und Wertung der Angebote

Für die Erteilung dieses Auftrages steht ein Budget von maximal 750.000,00 € (brutto) zur Verfügung. Wir behalten uns das Recht vor Angebote, welche dieses Maximalbudget überschreiten, von der Wertung auszuschließen.

Es wird nochmals ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die mit „A“ gekennzeichneten Unterpositionen zwingend zu erfüllen sind. Werden eine oder mehrere dieser zwingenden Anforderungen nicht erfüllt, führt dies zum Ausschluss des Angebotes aus dem Vergabeverfahren, auch wenn sämtliche übrigen Anforderungen erfüllt sind.

9 Ausschreibungs- und Lieferbedingungen gemäß VgV

Die nachfolgenden Regelungen ergänzen die Bestimmungen der Anlage ALB. Soweit nachfolgend nichts Abweichendes geregelt ist, gelten die Bestimmungen der Anlage ALB.

9.1 Liefer- und Leistungsumfang

Der Auftragnehmer hat die Anlage als technisch aufeinander abgestimmtes Gesamtsystem zu liefern und am vorgesehenen Aufstellort vollständig betriebsbereit zu installieren.

Zum Leistungsumfang gehören insbesondere die vollständige Lieferung, Einbringung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Funktionsprüfung, technische Dokumentation sowie der Schulung und Einweisung des Bedien- und Fachpersonal der Anlage.

Sämtliche hierfür erforderlichen Personal-, Fahrt-, Transport-, Montage-, Prüf- und Nebenleistungen sowie Werkzeuge und Hilfsmittel sind mit dem vereinbarten Angebotspreis abgegolten.

Die Leistungen für Vorabnahme, Endabnahme, Inbetriebnahme und Schulung sind separat gemäß Preisblatt zu bepreisen.

Zusätzliche Kosten für die vollständige vertragsgemäße Erbringung dieser Leistungen werden nicht vergütet.

9.2 Bauseitige Voraussetzungen und Medien

Am vorgesehenen Aufstellort stehen folgende Medien und Anschlüsse zur Verfügung:

- **Kühlwasser:** Vorlauftemperatur $16\text{ °C} \pm 2\text{ °C}$, geschlossenes System, Differenzdruck 1 bar.
- **Druckluft:** teilentfeuchtet und einfach gefiltert, maximaler Betriebsdruck 6 bar.
- **Starkstromanschluss:** Drehstromnetz 400 V AC, 50 Hz, Absicherung 16/32 A.

Der Bieter hat zu prüfen, ob diese Voraussetzungen den technischen Anforderungen der angebotenen Anlage entsprechen. Abweichende oder zusätzliche Anforderungen sind mit dem Angebot vollständig anzugeben.

Soweit für den bestimmungsgemäßen Betrieb zusätzliche Einrichtungen zur Aufbereitung oder Anpassung der Medien erforderlich sind, hat der Bieter diese im Angebot zu benennen und die hierfür anfallenden Kosten, soweit sie Bestandteil seines Leistungsumfangs sind, einzukalkulieren.

9.3 Lieferfrist

Die vollständige Lieferung und betriebsbereite Übergabe der Anlage hat spätestens innerhalb von 52 Wochen nach Erteilung des Zuschlags zu erfolgen.

Die Lieferfrist umfasst insbesondere Anlieferung, Einbringung, Montage, Installation, Inbetriebnahme, Funktionsprüfung, Dokumentationsübergabe sowie die vereinbarte Schulung.

Sofern die Schulung nicht im Rahmen der Vorabnahme oder Endabnahme erfolgt, ist sie spätestens innerhalb von sechs Wochen nach Inbetriebnahme durchzuführen.

9.4 Inbetriebnahme, Dokumentation und Schulung

Der Auftragnehmer hat die Anlage nach Abschluss der Installation vollständig in Betrieb zu nehmen und die vertragsgemäße Funktion anhand der vereinbarten technischen Anforderungen nachzuweisen. Die Ergebnisse sind zu dokumentieren.

Spätestens zur betriebsbereiten Übergabe sind die für Betrieb, Bedienung, Wartung und Instandhaltung erforderlichen technischen Unterlagen, insbesondere Betriebs- und Bedienungsanleitungen, technische Daten, Anschluss- und Installationsunterlagen, Wartungsunterlagen sowie erforderliche Prüf- und Herstellerunterlagen, zu übergeben.

Das vom Auftraggeber benannte Personal ist in die sichere und bestimmungsgemäße Bedienung der Anlage sowie in die erforderlichen Routine- und Wartungsarbeiten einzuweisen.

9.5 Endabnahme

Die Endabnahme erfolgt nach vollständiger Montage und Installation, erfolgreicher Inbetriebnahme und Durchführung der in den Vergabeunterlagen vorgesehenen Funktions- und Leistungsprüfungen- sowie nach Übergabe der erforderlichen Dokumentation.

Voraussetzung für die Endabnahme ist, dass die Anlage bestimmungsgemäß betrieben werden kann und keine wesentlichen Mängel vorliegen, die einer vertragsgemäßen Nutzung entgegenstehen.

Im Rahmen der Endabnahme wird festgestellt und dokumentiert, ob die vertraglich geschuldeten Leistungen vollständig und vertragsgemäß erbracht wurden. Die hierfür vorgesehenen Prüfungen und Funktionsnachweise werden gemäß den Vorgaben der Vergabeunterlagen, insbesondere gemäß Ziffer 3.2. dieser Leistungsbeschreibung durchgeführt.

Über die Endabnahme wird ein Abnahmeprotokoll erstellt. In diesem werden insbesondere das Ergebnis der Endabnahme sowie gegebenenfalls festgestellte Mängel und noch ausstehende Leistungen dokumentiert.

9.6 Verzögerungen

Der Auftragnehmer hat den Auftraggeber unverzüglich schriftlich über Umstände zu informieren, die eine Einhaltung der vereinbarten Lieferfrist gefährden.

Eine Überschreitung der Lieferfrist ist nur zulässig, soweit hierfür ein vom Auftragnehmer nicht zu vertretender und nachweisbarer Grund vorliegt. Der Auftragnehmer hat diesen Grund und dessen Auswirkungen auf den Liefertermin nachvollziehbar darzulegen und alle zumutbaren Maßnahmen zur Vermeidung oder Verkürzung der Verzögerung zu ergreifen.