

Leistungsverzeichnis - Lieferung eines T-AFP Legekopfes und eines Werkstückpositionierers sowie deren Integration in eine bestehende Fertigungszelle für laserbasiertes T-AFP am Standort Stade

Inhaltsverzeichnis

1	Allgemeines	2
1.1	Gegenstand der Ausschreibung (Kurzfassung)	2
1.2	Leistungsort.....	2
1.3	Leistungstermin.....	2
1.4	Kontaktstellen.....	2
1.5	Allgemeine Angebots- und Auftragsbedingungen.....	2
1.6	Sprache.....	2
1.7	Preise.....	2
1.8	Zahlungsbedingungen.....	2
1.9	Gerichtsstand.....	3
2	Leistungsdetails / technische Anforderungen	3
2.1	Kurze Beschreibung des zu beschaffenden Geräts.....	3
2.2	Aufstellungsort	5
2.3	Leistungen im Einzelnen	6
2.4	Graphische Darstellungen zu den Anforderungen/Leistungen.....	3226
2.4.1	Graphische Darstellungen Legekopf	3226
2.4.2	Graphische Darstellungen Zellenmodifikation.....	3428
2.5	Bewertungsschema.....	3734

1 Allgemeines

1.1 Gegenstand der Ausschreibung (Kurzfassung)

Gegenstand der Ausschreibung ist die Lieferung, Montage und Inbetriebnahme eines Legekopfes für thermoplastisches und duroplastisches Automated Fiber Placement (T-AFP & AFP) sowie eines Werkstückpositionierers zur Aufnahme von Formwerkzeugen für den Ablageprozess. Darüber hinaus umfasst die Ausschreibung ein Update der bestehenden KUKA-Robotersteuerung (KR C4).

1.2 Leistungsort

Die Leistung erfolgt am Standort Stade des Instituts für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen der Leibniz Universität Hannover.

Lieferadresse:

Leibniz Universität Hannover
Institut für Fertigungstechnik und Werkzeugmaschinen
Forschungszentrum CFK Nord, Gebäude 55
Ottenbecker Damm 12
21684 Stade
Deutschland

1.3 Leistungstermin

Bei der hier vorliegenden Beschaffung ist die Leibniz Universität Hannover an Förderbedingungen (BMDV) gebunden. Aus diesem Grund ist der 31.03.2027 als spätester Liefertermin als verbindlich einzuhalten.

1.4 Kontaktstellen

Eine Kommunikation darf nur elektronisch über die Vergabepattform „www.dtv.de“ erfolgen.

1.5 Allgemeine Angebots- und Auftragsbedingungen

Es gelten die allgemeinen Einkaufsbedingungen der Leibniz Universität Hannover. Weiterhin ist das Formular „Erklärung Bezug zu Russland“ zu beachten und mit einzureichen.

1.6 Sprache

Der Bieter hat sein Angebot inklusive sämtlicher Anlagen und Nachweise in deutscher Sprache zu erstellen. Der Schriftverkehr mit dem Auftraggeber ist in deutscher Sprache zu führen. Die Vertrags- und Verhandlungssprache ist deutsch.

1.7 Preise

Der endgültige Angebotspreis ist in Euro inklusive Mehrwertsteuer, Versand und allen Leistungen anzugeben. Für die Angebote gilt eine gesamte Preisobergrenze in Höhe von **550.000 €** brutto.

1.8 Zahlungsbedingungen

Sollten Anzahlungen gewünscht werden, so werden diese **nur gegen Vorlage einer unbefristet für den Auftraggeber kostenlosen Bankbürgschaft** geleistet.

1.9 Gerichtsstand

Gerichtsstand ist Hannover.

2 Leistungsdetails / technische Anforderungen

2.1 Kurze Beschreibung des zu beschaffenden Geräts

Gegenstand der Ausschreibung ist die Lieferung, Montage und Inbetriebnahme eines Legekopfes für thermoplastisches und duroplastisches Automated Fiber Placement (T-AFP & AFP) sowie eines Werkstückpositionierers zur Aufnahme von Formwerkzeugen für den Ablageprozess. Darüber hinaus umfasst die Ausschreibung ein Update der bestehenden KUKA-Robotersteuerung (KR C4).

Die zu erbringenden Leistungen gliedern sich in fünf Teilbereiche:

1. Lieferung des Legekopfes,
2. Lieferung des Werkstückpositionierers zur Fertigung rotationssymmetrischer- und komplexer faserverstärkter Bauteile,
3. Integration eines Positioniersystems zur manuellen und wiederholgenauen Neuplatzierung von Zellenkomponenten an definierten Positionen sowie
4. Update der bestehenden Robotersteuerung.
5. Softwaremodul

Im Folgenden werden die einzelnen Arbeitspakete genauer spezifiziert.

Teilbereich 1 der Ausschreibung beinhaltet den Legekopf für thermoplastisches- und duromeres Automated Fibre Placement. Der Legekopf ist an einem 6-achsigen KUKA-Industrieroboter des Typs KR300 R2500 ultra, welcher auf einer Linearachse verfahren wird, zu montieren. Einsatzzweck des Legekopfes ist die simultane Ablage von bis zu vier duroplastischer oder thermoplastischer ¼“-Tapes. Der Anwendungsbereich umfasst die Fertigung diverser dreidimensionaler Faserverbundstrukturen. Hierzu zählen einerseits Freiformkörper, welche sowohl auf konvex als auch auf konkav gekrümmten Formwerkzeugen abzulegen sind (z. B. Flügelschalen, integral versteifte Rumpfstrukturen sowie sonstige komplex geformte Bauteile). Andererseits sind Rotationskörper, wie beispielsweise Druckbehälter oder Wellen, zu fertigen, deren Herstellung mithilfe des Werkstückpositionierers horizontal rotierend erfolgt. Zusätzlich umfasst der Anwendungsbereich die Durchführung wissenschaftlicher Grundlagenversuche. Zu diesem Zweck ist der Legekopf mit einem Sensoriksystem auszustatten. Die eingesetzten Materialien und Tape-Rollen sind im Leistungsverzeichnis spezifiziert. Als Heizsystem ist ein Laser des Typs Laserline LDM 4000-100 in den Legekopf zu integrieren. Zusätzlich ist der Einsatz eines austauschbaren IR-Heizsystems für duromere Systeme vorzusehen.

Der zweite Teilbereich der Ausschreibung beinhaltet einen Werkstückpositionierer, welcher in die bestehende Roboterzelle zu integrieren und parallel zur Linearachse des Roboters auszurichten ist (Bild 1). Der Werkstückpositionierer muss eine endlose Rotation um seine Achse ermöglichen und an beiden Auflagern zur Verringerung von Werkstücktorsion angetrieben sein. Beide Achsen sind als Servoachsen auszuführen und vollständig in die Robotersteuerung zu integrieren, sodass eine simultane Regelung mit der Roboterbewegung möglich ist. Die Anforderungen hinsichtlich Traglast, erreichbarer Positioniergenauigkeit und erzeugbaren Drehmoments, baulichen Randbedingungen sowie weitere technische Aspekte

Leistungsverzeichnis

sind dem Leistungsverzeichnis zu entnehmen. Der Werkstückpositionierer dient der Fertigung von Bauteilen unterschiedlicher axialer Abmessungen. Daher ist ein Auflager an zwei definierten Positionen in der Legezeile montierbar vorzusehen. Hierzu ist ein Spann- oder Befestigungssystem einzusetzen, welches eine wiederholgenaue und exakte Positionierung an den jeweiligen Positionen ermöglicht.

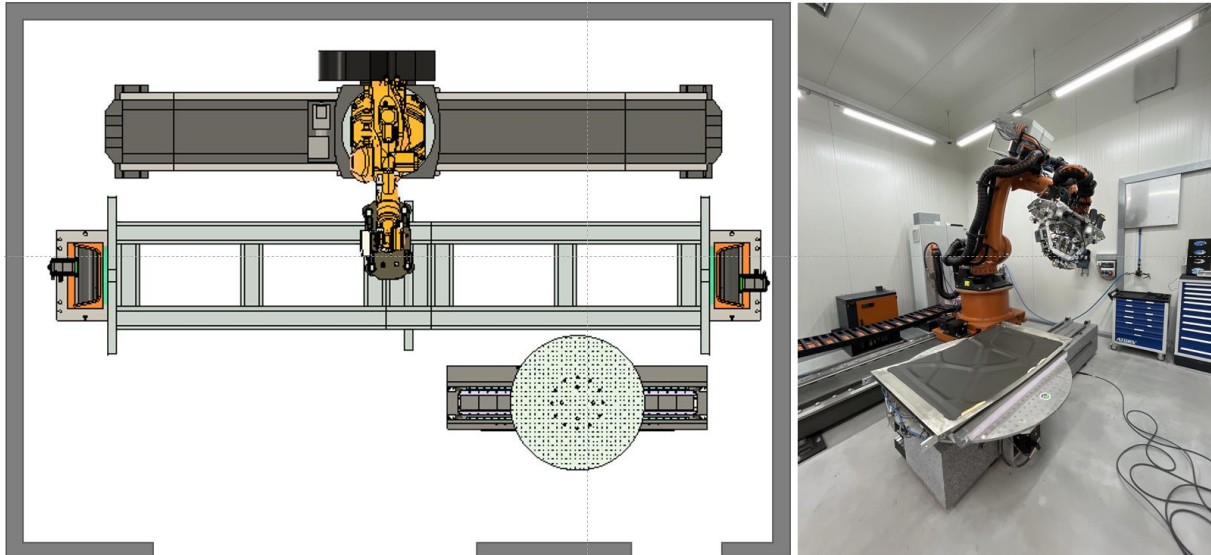


Bild 1: links: Industrieroboter KR300 R2500 ultra auf Linearachse mit vorgelagertem Werkstückpositionierer, der hier mit einer Vorrichtung zur Ablage größerer Strukturbauteile ausgestattet ist (nicht Bestandteil der Ausschreibung), und einer Hochgeschwindigkeits-Linearachse mit Rundtisch; rechts: Status quo

Teil drei der Ausschreibung umfasst ein in der Legezeile zu implementierendes Luftkissensystem, welches dem manuellen Verfahren der darin befindlichen Hochgeschwindigkeitsachse (ca. 2 t) zwischen der Arbeits- und der Parkposition dient. Erstere Position muss mithilfe eines Positionier- und Montagesystems wiederholgenau und exakt einstellbar sein.

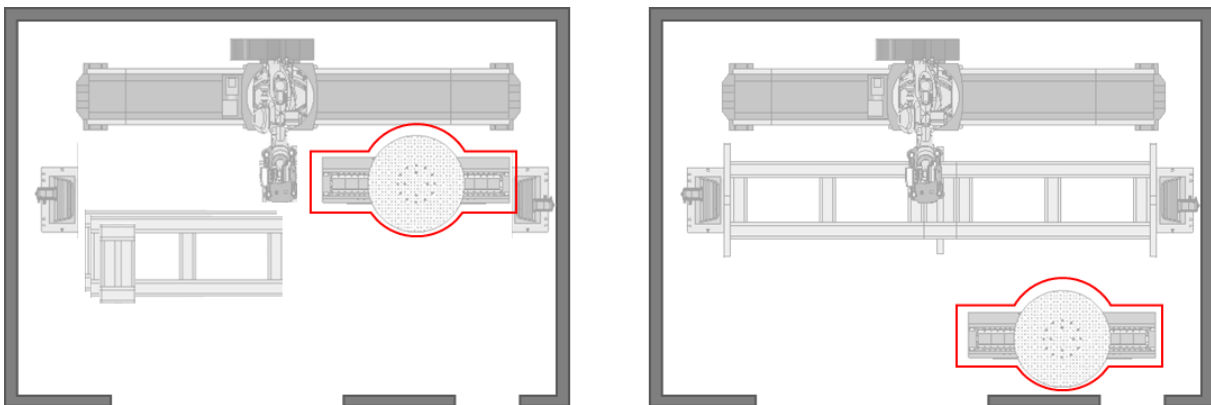


Bild 2: Positionen der Hochgeschwindigkeitsachse: links für den Einsatz innerhalb von Legeuntersuchungen; rechts: in der Parkposition

Der Teilbereich vier umfasst eine Aktualisierung der KUKA-Steuerung der Roboterzelle von der derzeit verwendeten Version KR C4 auf die aktuellste Version der KR C4.

Der letzte Teilbereich beinhaltet ein Softwaremodul, welches die Simulation des gesamten Legeprozesses für ebene, dreidimensionale und rotationssymmetrische Bauteile ermöglicht. Hierbei muss die gesamte Legezeile inklusive der darin verbauten Komponenten simulierbar

sein und eine umfangreiche Analyse des simulierten Legeprozesses durchgeführt werden können. Das zu liefernde Softwaremodul muss außerdem einen Postprozessor beinhalten.

Es ist zu beachten, dass sowohl während der initialen Montage, als auch während des Versuchsbetriebs aufgrund der lokalen Gegebenheiten kein Hallenkran zur Verfügung steht. Auch der Einsatz eines Gabelstaplers ist nicht möglich. Die Bewegung der Komponenten muss daher mithilfe eines Hubwagens möglich sein. Bild 3 zeigt die Situation im Gebäude.

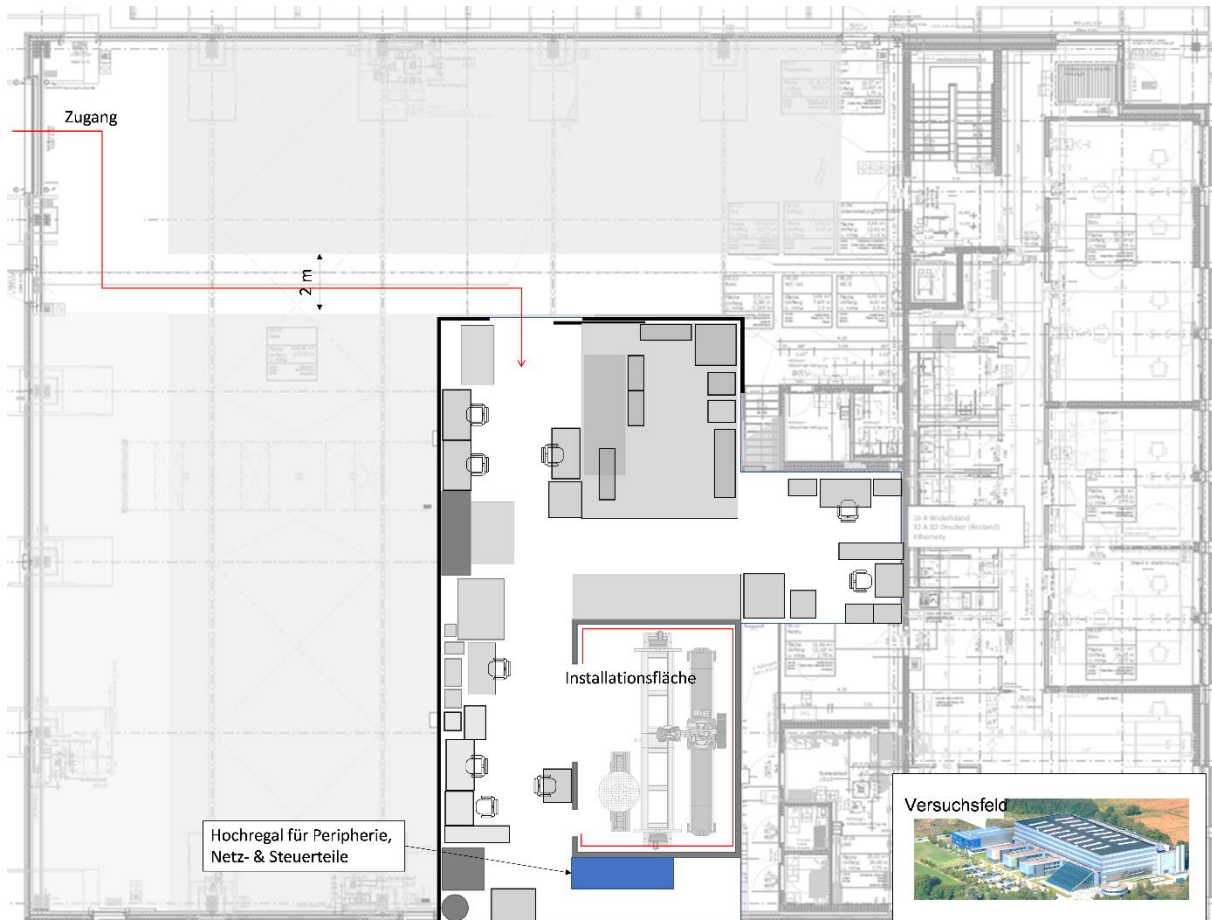


Bild 3: Installationsfläche der Legezelle im CFK Nord Gebäude 55 und Zuwegung

2.2 Aufstellungsort

Das Legesystem und die ausgeschriebenen Modifikationen sind in einer Laserschutzzelle, welche sich in der Forschungshalle des Forschungszentrums CFK Nord befindet, zu integrieren. Es ist zu beachten, dass sämtliche Komponenten in der Nähe dieser Zelle zu verorten sind. Dies beinhaltet sowohl den Legekopf und die Modifikationen, als auch sämtliche zugehörige Peripherie, Netz- und Steuerteile. Letztere sind im auf Bild 3 markierten Bereich außerhalb der eigentlichen Laserschutzkabine zu platzieren. Über den exakten Aufstellungsort sämtlicher Komponenten entscheidet der Auftraggeber. Die Zelle hat eine Grundfläche von 8,5 m x 6,0 m (Bild 3). Es ist zu beachten, dass diese Abmessungen aufgrund struktureller Elemente und bereits existierender Komponenten nur eingeschränkt zu Verfügung steht. Detaillierte Spezifikationen sind auf Anfrage erhältlich. Zur Manipulation des AFP-Systems steht ein vorhandener KUKA-Industrieroboter des Typs KR300 R2500 ultra, welcher auf einer Linearachse montiert ist, zur Verfügung. Die gesamte Anlage ist an dem beschriebenen

Aufstellungsort zu installieren und in Betrieb zu nehmen. Es ist bei der Planung der Montage zu beachten, dass aufgrund der örtlichen Gegebenheiten kein Hallenkran zur Verfügung steht. Weiterhin ist der Einsatz eines Gabelstaplers nicht möglich. Bei Bedarf ist der Einsatz eines Hubwagens möglich. Die Druckluft-, Spannungs- und Vakuumversorgung wird nach Absprache vom Auftraggeber bereitgestellt. Der Anbieter hat die Möglichkeit, den Aufstellungsort vorab zu besichtigen oder sich anderweitig über den Aufstellungsort zu erkundigen.

2.3 Leistungen im Einzelnen

Die Ermittlung des wirtschaftlich günstigsten Angebots nutzt die nachstehend definierten Kriterien. Mit dem Buchstaben A werden Ausschlusskriterien gekennzeichnet. Die Nichterfüllung einer als Ausschlusskriterium gekennzeichneten Anforderung führt zum Ausschluss des Angebotes (KO-Kriterium). Mit dem Buchstaben B werden Bewertungskriterien gekennzeichnet. Die mit einem „B“ gekennzeichneten Anforderungen stellen die innerhalb der Bewertungsskala mit Punkten zu bewertenden Kriterien dar und erhalten eine Gewichtung.

Die Ausschreibung spezifiziert diverse, durch den Legekopf zu erfüllende, Leistungskriterien. Beispielhaft sei hier die Legegeschwindigkeit (1.1.1), die laterale Positioniergenauigkeit (1.1.3), die Ablegegenauigkeit Start/Ende (1.1.4) und die Legegeschwindigkeit bei Schnitt (1.5.1) genannt. Weiterhin sind die zu fertigenden Geometrien in 1.6.1 (konvexe Krümmung), 1.6.2 (konkave Krümmung) und 1.6.3 (Kopf-/ Kollisionsgeometrie) definiert.

- Es wird genauer spezifiziert, dass die Schlüsselkriterien hinsichtlich der Performance (Legegeschwindigkeit, Positioniergenauigkeit und Schnittgeschwindigkeit) auf ebenen Oberflächen zu erreichen und zu demonstrieren sind.
- In den definierten dreidimensionalen Fällen wird lediglich die 3D-tauglichkeit des Kopfes ermittelt. Maßgebend hierfür ist das Auftreten von Kollisionen und eine ausreichende Anhaftung des abgelegten Materials.

Die Anzahl der je Kriterium erreichbaren Punkte sind der rechten Spalte der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die Anzahl der Punkte wird zwischen dem angegebenen Minimal- und Maximalwert linear interpoliert. In Summe ergeben die technischen Kriterien 111 Punkte, die mit der in Abschnitt 2.5 beschriebenen Gewichtung in die Gesamtpunktzahl des Angebots einfließen.

Alle grau hinterlegten Felder sind vollständig auszufüllen. Fehlende oder ungenügend beschriebene Funktionen, Eigenschaften, Leistungsdaten oder Messverfahren führen zum Ausschluss aus dem Verfahren.

Leistungsverzeichnis

Lfd.Nr.	Anforderungsliste für den Legekopf und die Modifikation der AFP-Fertigungszelle in Stade					
	Bezeichnung	Anforderung	Spezifikation	Kriterium	Punktzahl	
1	Fiber-Placement-Legekopf					
	1.1	Legeprozess				
	1.1.1*	Legegeschwindigkeit	Die Legegeschwindigkeit muss folgende Mindestanforderung mit aktiver Materialförderung zwingend erfüllen: ≥ 1,0 m/s	Mindestanforderung aktive Materialförderung erfüllt? o ja o nein	A	-
			Weiterhin muss folgende Mindestanforderung mit passiver Materialförderung zwingend erfüllt werden: ≥ 3,0 m/s Die Geschwindigkeit von 3 m/s beim Hochgeschwindigkeits-Tapelegeprozess beschreibt die tatsächliche Ablegegeschwindigkeit. Diese ist definiert als die Relativgeschwindigkeit zwischen dem Untergrund und dem Legekopf. Passiv bedeutet in diesem Anwendungsfall, dass das Material ohne eine aktive Materialförderung von den Materialrollen (der Materialbevorratung) abgezogen wird. Es findet in diesem Fall somit keine aktive Förderung oder Regelung durch die zugehörigen Stellmotoren statt. Hierbei ist zu beachten, dass die Relativgeschwindigkeit zwischen Legekopf und Untergrund unabhängig von den maximalen TCP-Geschwindigkeiten des KUKA-Roboters erreicht wird. In diesem Fall wird die in der Roboterzelle vorhandene Hochgeschwindigkeitsachse eingesetzt, welche das Tooling mit einer entsprechenden Geschwindigkeit bewegt. Der Roboter verbleibt dabei in einer stationären Position.	Mindestanforderung passive Materialförderung erfüllt? o ja o nein	A	-
		Es ist zu beachten, dass sich die spezifizierten Legegeschwindigkeiten nur auf die mechanischen Komponenten des Legekopfes beziehen. Im Fall der Legegeschwindigkeit von 3 m/s muss eine entsprechende passive Materialförderung für sämtliche spezifizierte Materialtypen (duomere & termoplastische Slit-Tapes, sowie duomere TowPregs) ermöglicht werden. Die Wärmeeinbringung, das Konsolidierungsverhalten und die Laminatqualität werden hier nicht weiter definiert. Selbiges gilt für die Legegeschwindigkeit von 1 m/s bei aktiver Materialförderung für thermoplastische Materialien. Außerdem wird weiter spezifiziert, dass eine vollständige Konsolidierung bei folgenden Materialien und Legegeschwindigkeiten erreicht werden muss:	Kriterien erfüllt? o ja o nein	A	-	

Leistungsverzeichnis

			<ul style="list-style-type: none"> - Duomere Slit-Tapes des Typs „Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm“ bei einer Legegeschwindigkeit von 1 m/s. - Duomere TowPregs des Typs „Kümpers K-Preg 016-002-71-00“ bei einer Legegeschwindigkeit von 1 m/s. - Thermoplastische Slit-Tapes des Typs „Toray Cetex TC1225 T700GC“ bei einer Legegeschwindigkeit von 250 mm/s. <p>Ein Nachweis dieser Anforderungen ist im Rahmen der Inbetriebnahme für die duomeren Slit-Tapes (Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm) und die thermoplastischen Slit-Tapes (Toray Cetex TC1225 T700GC) zu erbringen</p>			
	1.1.2	Tape-Ansteuerung	Jedes Tape muss individuell gefördert und geschnitten werden. Dies muss jeweils unabhängig möglich sein.	o ja o nein	A	-
	1.1.3*	Laterale Positioniergenauigkeit der Tow-Bahn bei der für das Materialsystem definierten Geschwindigkeit	<p>Die laterale Positioniergenauigkeit beschreibt die seitliche Abweichung der Mittellinie des abgelegten Tapes von der geplanten Bahn. Diese wird maßgeblich durch die Tow-Führung bestimmt. Bei der für die einzelnen Materialsysteme definierten maximalen Legegeschwindigkeit muss folgende Mindestanforderung erfüllt werden:</p> <p style="text-align: center;">$< 0,5 \text{ mm}$</p> <p>Diese Bedingung muss bei duomeren Slit-Tapes (Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm) und bei duomeren TowPregs (Kümpers K-Preg 016-002-71-00) bei einer Geschwindigkeit von 1 m/s erreicht werden. Bei thermoplastischen Slit-Tapes (Toray Cetex TC1225 T700GC) wird eine Geschwindigkeit von 250 mm/s betrachtet.</p> <p>Diese Vorgaben entstammen projektspezifischen Anforderungen, welche das ausschreibende Institut zu erfüllen hat. Die definierten Genauigkeiten müssen für thermoplastische und duomere Slit Tapes demonstriert werden. Die Demonstration erfolgt unter Einsatz des duomeren Slit-Tapes „Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm“, sowie des thermoplastischen Slit-Tapes „Toray Cetex TC1225 T700GC“.</p>	<p>Mindestanforderung erfüllt?</p> <p>o ja o nein</p>	A	-
			<p>Für höhere Genauigkeiten der lateralen Positionierung werden folgende Zusatzpunkte vergeben:</p> <p style="text-align: center;">$\leq 0,2 \text{ mm}$ (4 Punkte) $= 0,5 \text{ mm}$ (0 Punkte)</p>	<p>Erreichte Genauigkeit</p> <p>_____ mm</p>	B	___/4
	1.1.4*	Ablegegenauigkeit Start / Ende bei der für das Materialsystem definierten maximalen Geschwindigkeit	Die Ablegegenauigkeit am Start/Ende beschreibt den Abstand des Beginns/Endes des abgelegten Tapes von dem geplanten Start/Ende der Tapebahn. Der Abstand wird entlang der Taperichtung gemessen. Bei der für die einzelnen Materialsysteme definierten maximalen Legegeschwindigkeit muss folgende Mindestanforderung erfüllt werden:	<p>Mindestanforderung erfüllt?</p> <p>o ja o nein</p>	A	-

			$\leq 1 \text{ mm}$ <p>Diese Vorgaben entstammen projektspezifischen Anforderungen, welche das ausschreibende Institut zu erfüllen hat. Die definierten Genauigkeiten müssen für thermoplastische und duomere Slit Tapes demonstriert werden. Die Demonstration erfolgt unter Einsatz des duomeren Slit-Tapes „Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm“, sowie des thermoplastischen Slit-Tapes „Toray Cetex TC1225 T700GC“.</p>			
	1.1.5*	Maximaler Gap zwischen den einzelnen Tapes	<p>Bezüglich des Gaps zwischen den einzelnen abgelegten Tapes ist folgende Mindestanforderung zwingend zu erfüllen:</p> $\leq 0,5 \text{ mm}$	<p>Mindestanforderung erfüllt?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	A	-
			<p>Für geringere Werte der maximalen Gaps zwischen den einzelnen Tapes werden folgende Zusatzpunkte vergeben:</p> $\leq 0,2 \text{ mm}$ (4 Punkte) $= 0,5 \text{ mm}$ (0 Punkte)	<p>Maximaler Gap: _____ mm</p>	B	___/4
1.2 Heizsystem						
	1.2.1	Typ des Laserheizsystems	<p>Es ist ein Laser des Typs Laserline LDM 4000-100 inklusive OTZ-5 Zoom-Optik VR und sämtlicher Peripherie in das System zu integrieren. Die Beschaffung hat im Rahmen des Angebots zu erfolgen</p> <p>Um die Fertigung von 3D-Strukturen zu ermöglichen, ist der Einsatz der zusätzlichen Zoom-Optik als optionales Bauteil vorzusehen. Es muss möglich sein, den Laser sowohl mit als auch ohne dieses Bauelement am Legkopf zu betreiben.</p> <p>Ausdrücklich erlaubt ist der Einsatz von Optiken, welche der Umlenkung des Laserstrahls dienen. Dies kann zur Erfüllung der in der Ausschreibung definierten geometrischen Randbedingungen (Abschnitt 1.6) hilfreich sein.</p>	<p>Heizsystem nach Anforderungen enthalten?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	A	-
	1.2.2	Platzierung Laserheizsystem	<p>Grundanforderungen:</p> <p>Die Platzierung des Lasers hat derart zu erfolgen, dass sein Laserstrahl in einem definierten Bereich vor dem Nip-Punkt in seiner idealen Fokussierung auf das Substrat trifft. Dabei ist zu beachten, dass der Einsatzbereich des Legkopfes unterschiedliche Anwendungsfälle umfasst. Hierzu zählt sowohl das Fertigen von 2D- und 3D-Strukturen, als auch das Wickeln rotationssymmetrischer Bauteile.</p>	<p>Variable Positionierung vorhanden?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	A	-

Leistungsverzeichnis

			<p>Der Legekopf ist derart zu konstruieren, dass eine variable Positionierung des Lasers möglich ist. Diese Ausrichtung des Lasers muss manuell und stufenlos möglich sein. Die zu beachtenden Freiheitsgrade umfassen sowohl den Winkel und den Abstand des Lasers zum zu bestrahlenden Bereich, als auch die Aufteilung des bestrahlten Bereichs zwischen Substrat und abzulegendem Tape. Genaue Definitionen der spezifizierten Winkel können Bild 4 und Bild 5 entnommen werden.</p>					hat form
			<p>Der stufenlos einstellbare Laserwinkel beschreibt den Winkel zwischen dem Laserstrahl und dem Substrat (siehe Bild 4). Dieser muss zwingend folgende Anforderungen erfüllen:</p> <p>Minimaler Laserwinkel: $\alpha_{min} \leq 0^\circ$ (Tankfertigung)</p> <p>Maximaler Laserwinkel: $\alpha_{max} \geq 30^\circ$</p>	<p>Mindestanforderungen Laserwinkel erfüllt?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-		hat form
			<p>Der Laserabstand beschreibt die Distanz zwischen der Lasereinheit und dem tangentialen Berührungspunkt der unverformten Konsolidierungsrolle mit dem Substrat (siehe Bild 4 Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.). Dieser muss manuell und stufenlos mindestens in folgendem Wertebereich verstellbar sein:</p> <p>Minimaler Laserabstand: $d_{min} \leq 100 \text{ mm}$</p> <p>Maximaler Laserabstand: $d_{max} \geq 600 \text{ mm}$</p> <p>Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die Anforderung des einstellbaren Laserabstands lediglich den Bereich der zu ermöglichenden Montageoptionen des Lasers sowohl mit als auch ohne Zusatzoptiken beschreibt. Der operationelle Einsatz des Lasers hat entsprechend der optischen Anforderungen, der geometrischen Randbedingungen des Legekopfes und der zu fertigenden Geometrien zu erfolgen (Vergleiche Abschnitte 1.6.1 & 1.6.3). Andere Abstände des Lasers zum Nip-Point sind ausdrücklich erlaubt und sind entsprechend der in der Ausschreibung definierten Anforderungen, den Spezifikationen des Lasers und der konstruktiven Umsetzung des Legekopfes zu wählen und einzustellen. Maßgebend ist ausschließlich die Erfüllung sämtlicher Anforderungen bezüglich der optischen Eigenschaften des Lasers, der maximalen Legekopfhöhe, der zu fertigenden konvexen Krümmungsradien, dem gegebenen Referenzprofil und weiterer Bedingungen, welche der Leistungsbeschreibung entnommen werden können.</p>	<p>Mindestanforderungen Abstand Laser erfüllt?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-		hat form
			<p>Der dritte verstellbare Freiheitsgrad der Laserorientierung betrifft den von der Heizquelle bestrahlten Bereich. Auch diese Bewegung ist manuell und stufenlos zwischen den spezifizierten Extremwerten zu ermöglichen.</p>	<p>Mindestanforderung des bestrahlten Bereiches erfüllt?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-		

Leistungsverzeichnis

			<p>Folgende Extremwerte des durch den Laser bestrahlten Bereiches sind zu ermöglichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Vollständige und ausschließliche Bestrahlung des zugeführten Tapes - Vollständige und ausschließliche Bestrahlung des Substrats (Form beziehungsweise zuvor abgelegtes Laminat) <p>Bild 5 dient der Visualisierung der spezifizierten Extremfälle. Es ist zu beachten, dass die Auslegung sowohl eine unverformte- als auch eine verformte Konsolidierungsrolle in Betracht zu ziehen hat.</p>			
			<p>Die Aufnahmen sind so zu gestalten, dass der Laser sowohl mit als auch ohne Homogenisierungsoptik am Legkopf betrieben werden kann. In beiden Fällen müssen sämtliche beschriebenen Positionierungen entsprechend der Herstellerangaben ermöglicht werden.</p>	<p>Montageoption einer Homogenisierungsoptik</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-
			<p>Die Breite des vom Laser bestrahlten Bereichs muss auf den Legeprozess abgestimmt sein. Die Erwärmung ist dabei möglichst auf die Breite des/der abzulegenden Tapes zu beschränken. Dabei ist zu beachten, dass der Legkopf sowohl zur Ablage eines einzelnen als auch von bis zu vier 1/4" Tapes vorgesehen ist.</p>	<p>Anforderung Breite des bestrahlten Bereichs erfüllt?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-
			<p>Alternativ zu dem zuvor spezifizierten Laserheizsystem muss der Einsatz eines Infrarot (IR) Heizsystems möglich sein. Hierzu sind sowohl die mechanischen Aufnahmen zur Montage des IR-Strahlers am Legkopf, als auch eine entsprechende Schnittstelle zur Ansteuerung und Regelung des Moduls durch das Steuersystem des Legkopfes vorzusehen und umzusetzen.</p> <p>Es ist zu beachten, dass das eigentliche IR-Heizsystem nicht Bestandteil der Ausschreibung ist.</p>	<p>IR-Heizsystem gemäß der Vorgaben montierbar und ansteuerbar?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-
			<p>1.3 Sensorik</p>			
	1.3.1	<p>Temperaturerfassung:</p> <p>Messpositionen</p>	<p>Temperaturerfassung 1:</p> <p>Der Legkopf ist mit einem System zur Temperaturerfassung des gesamten vom Laser bestrahlten Bereichs vor der Konsolidierungsrolle (sowohl auf dem Tape, als auch auf dem Substrat) auszustatten. Zu diesem Zweck ist eine Infrarotkamera des Typs AT IRSX-I640 oder gleichwertig in den Legkopf zu integrieren. Das Angebot hat die Beschaffung der spezifizierten Kamera zu enthalten.</p> <p>Die Kamera muss bei Auslieferung des Legkopfes auf den zu analysierenden Temperaturbereich (s.u.) kalibriert sein.</p> <p>Die Positionierung der IR-Kamera hat in Absprache mit dem Auftraggeber zu erfolgen. Grundsätzlich ist eine Montage der Kamera in sämtlichen vorgesehenen Konfigurationen und Positionierungen des</p>	<p>Für in spezifizierten Temperaturbereich geeignete IR-Kamera in Angebot enthalten und Positionsanforderungen erfüllt?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-

Leistungsverzeichnis

			Laserheizsystems zu ermöglichen. Die Kamera muss dabei den gesamten vom Laser bestrahlten Bereich erfassen. Es ist zu beachten, dass die montierte Kamera zu keiner Beeinträchtigung der fertigbaren Geometrien führen darf. Daher ist eine Anbringung der Kamera unterhalb des Lasers untersagt.			
			<p>Temperaturerfassung 2:</p> <p>Um eine Überwachung des abgelegten Materials (Gaps etc.) zu ermöglichen, ist hinter der Konsolidierungsrolle ein Bereich am Legekopf freizuhalten. Dieser muss die Montage einer Thermokamera der AT IRSX-Serie ermöglichen. Die genauen Anforderungen bezüglich der vorzusehenden mechanischen und elektrischen Schnittstellen sind auf Anfrage erhältlich.</p>	<p>Montageoption Temperaturerfassung für Laminatanalyse vorhanden?</p> <p>o ja o nein</p>	A	-
			<p>Temperaturerfassung: Anforderungen</p> <p>Temperaturmessbereich der Temperaturerfassung 1:</p> <p>20 °C – 550 °C</p>	<p>o ja o nein</p>	A	-
			<p>Integration in Steuerung</p> <p>Die Sensordaten sind über eine Schnittstelle der Steuerung zugänglich zu machen. Diese sollen bspw. in der Temperaturregelung des Lasers einbezogen werden. Zu diesem Zweck ist ein entsprechender Zugriff auf die Steuerung des Legekopfes vorzusehen.</p>	<p>o ja o nein</p>	A	-
		1.3.2	<p>Erfassung der Umgebungsbedingungen</p> <p>Optional sind Sensoren zur Erfassung der Umgebungstemperatur und der Luftfeuchtigkeit in dem Legekopf vorzusehen. Die Sensoren haben folgende Mindestanforderungen zu erfüllen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Temperaturbereich: $0\text{ °C} \leq T \leq +60\text{ °C}$ - Messbereich relative Luftfeuchtigkeit: 0 % – 100 % <p>Die Messdaten sollen über die Legekopfsteuerung verfügbar gemacht werden, z.B. per Ethernet-Schnittstelle.</p> <p>Die Zusatzpunkte werden folgendermaßen vergeben:</p> <p>Vorhanden (2 Punkte)</p> <p>Nicht vorhanden (0 Punkte)</p>	<p>Sensoren zur Erfassung der Umgebungsbedingungen vorhanden?</p> <p>o ja o nein</p>	B	___/2
			<p>Integration in Steuerung</p> <p>Die Sensordaten sind über eine Schnittstelle der Steuerung zugänglich zu machen. Diese sollen bspw. in der Temperaturregelung des Lasers einbezogen werden. Zu diesem Zweck ist ein entsprechender Zugriff auf die Steuerung des Legekopfes vorzusehen.</p>			
		1.3.3	<p>Grundanforderungen Kraft- und Momentenaufnahme der Andruckrolle während des Prozesses</p> <p>Es ist eine Kraftmessdose zur Erfassung der während des Legeprozesses auf die Andruckrolle wirkenden Kräfte und Momente in den Legekopf zu integrieren. Die erfassten Messwerte dienen der Prozessüberwachung und der Umsetzung einer kraftgeregelten Prozesssteuerung.</p> <p>Die zu erfüllenden Mindestanforderungen bezüglich der von der Kraftmessdose aufzunehmenden</p>	<p>Kraft- und Momentenmessung entspricht Spezifikationen</p> <p>o ja o nein</p>	A	-

Leistungsverzeichnis

			<p>Belastungskomponenten umfassen folgende drei translatorische Richtungen:</p> <ul style="list-style-type: none">- In z-Richtung normal zur Legeoberfläche- Parallel zur Legeoberfläche in Legerichtung (x)- Parallel zur Legeoberfläche quer zur Legerichtung (y) <p>Zusätzlich sind alle drei Momente um die spezifizierten Achsen zu erfassen.</p> <p>Die Platzierung der Kraftmessdose hat möglichst nah an der Konsolidierungsrolle zu erfolgen. Der genaue Ort ist mit dem Auftraggeber abzustimmen.</p>			
		Messbereich Kraft- und Momentenmessung	<p>Es ist eine Kraftmessdose des Typs Kistler 9306A31 in den Legekopf zu integrieren. Als Ladungsverstärker ist ein solcher des Typs Kistler 5167A80KH1 vorzusehen.</p> <p>Daraus ergeben sich folgende Messbereiche:</p> <ul style="list-style-type: none">- $-1\text{ kN} \leq F_x \leq 1\text{ kN}$- $-1\text{ kN} \leq F_y \leq 1\text{ kN}$- $-2\text{ kN} \leq F_z \leq 2\text{ kN}$(Annahme: 5 bar Anpressdruck bei Fertigung)- $-100\text{ Nm} \leq M_x, M_y, M_z \leq 100\text{ Nm}$	Messbereich eingehalten o ja o nein	A	-
		Integration in Steuerung	<p>Es ist eine Schnittstelle zur Integration des Kraftsensors in die Steuerung vorzusehen. Diese soll eine automatische Kraftregelung während des Legeprozesses mithilfe des Roboters ermöglichen. Zu diesem Zweck ist ein entsprechender Zugriff auf die Steuerung des Legekopfes vorzusehen.</p>	Schnittstelle vorhanden? o ja o nein	A	-
		1.4 Materialaufnahme				
	1.4.1	Anzahl der Tapes	4 x 1/4 " Prepreg-Slit-Tapes	o ja o nein	A	-
	1.4.2	Materialförderung	<p>Die Materialförderung muss auf zwei Fälle dimensioniert werden:</p> <p>1)</p> <p>Aktive, tape-individuelle Materialförderung mit einer Legegeschwindigkeit von bis zu $1\frac{m}{s}$ (Mindestanforderung). Diese muss digital kontrollierbar sein, sodass eine minimale Tape-Abzugsspannung (Spannung des Tapes bei der Ablage) eingestellt werden kann.</p> <p>2)</p> <p>Passive Materialförderung bei einer Legegeschwindigkeit von bis zu 3 m/s (Mindestanforderung). Hierbei werden die Tapes nur abgezogen und nicht aktiv gefördert. Die Materialbevorratung muss dies durch einen entsprechenden Freilauf zulassen.</p>	o ja o nein	A	-
	1.4.3	Materialbevorratung	4 x 1/4 " Prepreg-Slit-Tape-Rollen	o ja o nein	A	-
	1.4.4	Trennfilmaufwickler	Erforderlich für duomere Tapes	o ja o nein	A	-

Leistungsverzeichnis

	1.4.5	Abwickelverhinderung	Für die Fertigung mit thermoplastischen Tapes ist eine Vorrichtung vorzusehen, welche ein ungewolltes Abspulen der Tapes von der Materialrolle verhindert.	o ja o nein	A	-
	1.4.6	Materialrollenvorgabe	Rollenlänge (Kern): max. 280 mm (verstellbar) Kerndurchmesser innen: 75 mm (3") Rollendurchmesser außen: max. 200 mm Rollengewicht: max. 4,0 kg	Material aufnehmbar? o ja o nein	A	-
1.5 Schneidsystem						
	1.5.1*	Erreichbare Legegeschwindigkeit bei Schnitt („cut on the fly“)	Die Legeschwindigkeit während eines Schnitts („cut on the fly“) muss folgende Mindestanforderung erfüllen: ≥ 0,5 m/s Die hier definierten Schnittgeschwindigkeiten (1.5.1) sind sowohl für thermoplastische als auch für duromere Slit-Tapes zu erfüllen. Trockenfasern werden nicht betrachtet. Die erreichbaren Schnittgeschwindigkeiten sind anhand des thermoplastischen Slit-Tapes „Toray Cetex TC1225 T700GC“ und des duromeren Slit-Tapes „Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm“ zu demonstrieren. Es ist zu beachten, dass die Schnittgeschwindigkeit (1.5.1) und die Positioniergenauigkeiten sowohl lateral (1.1.3) als auch Start/Ende (1.1.4) nicht in Kombination zu erfüllen sind.	Mindestanforderung erfüllt o ja o nein	A	-
			Für die erreichbare Legeschwindigkeit während des Schnitts der Tapes („cut on the fly“) werden folgende Zusatzpunkte vergeben: = 0,5 m/s (0 Punkte) ≥ 1,0 m/s (4 Punkte) (Unter Einhaltung der Toleranzen aus Punkte 1.1.3 und 1.1.4)	o ja o nein _____ m/s	B	___/4
	1.5.2	Tape-Einzelschnitt	Jedes Tape wird separat geschnitten	o ja o nein	A	-
	1.5.3*	Minimale Ablegelänge eines Tapes nach einem Materialschnitt	Die minimale Ablegelänge muss folgendes Kriterium erfüllen: ≤ 150 mm	Mindestanforderung erfüllt o ja o nein	A	-

Leistungsverzeichnis

			<p>Für kürzere minimale Ablegelängen gibt es gemäß der folgenden Kategorien Zusatzpunkte</p> <p>= 150 mm (0 Punkte)</p> <p>≤ 80 mm (10 Punkte)</p>	<p>Minimale Ablegelänge</p> <p>_____ mm</p>	B	___/10
1.6 Kopfgeometrie / verfügbarer Arbeitsraum: Ablage auf gekrümmten Oberflächen						
	1.6.1*	Konvexe Krümmung	<p>Als Minimalanforderung ist folgender konvexer Krümmungsradius quer zur Legerichtung zu ermöglichen:</p> <p style="text-align: center;">≤ 100 mm</p> <p>Es ist zu beachten, dass diese konvexen Krümmungen durch den Legekopf inklusive der Laserheizeinheit zu fertigen sind.</p> <p>Die definierten konvexen Radien sind anhand einer 180°-Halbröhre definiert. In diesem Fall wird nur der Fall eines Krümmungsradius quer zur Legerichtung betrachtet. Der zugehörige zu erfüllende Radius der 180°-Halbröhre darf somit 100 mm nicht überschreiten (A-Kriterium). Eine Illustration des betrachteten konvexen Falls kann Bild 6 (Links) entnommen werden.</p> <p>Im Fall einer Legerichtung quer zum konvexen Krümmungsradius ist davon auszugehen, dass eine gleichmäßige Verteilung des Konsolidierungsdrucks auf alle 4 Tapes aufgrund der geometrischen Bedingungen nicht gewährleistet werden kann. In diesen Fällen ist es erlaubt, mit einer reduzierten Anzahl an Tapes zu rechnen. Wichtig ist, dass die Gesamtgeometrie des Legekopfes diese Anforderungen erfüllt. Es darf für diesen Grenzfall kein Umbau des Legekopfes notwendig sein, sondern er ist grundsätzlich in seiner vollständigen Konfiguration zur Ablage von 4 Tapes einzusetzen. Dies gilt auch, wenn nur eine reduzierte Anzahl an Tapes abgelegt wird.</p> <p>Wird im Falle der segmentierten Rolle (Abschnitt 1.7.1 Variante 2) die optionale Anforderung individuell in ihrer z-Richtung verstellbarer Einzelsegmente erfüllt, so ist das gleichzeitige Ablegen aller 4 Tapes zu ermöglichen.</p>	<p>Minimalanforderung erfüllt</p> <p>o ja o nein</p>	A	-
			<p>Werden kleinere Krümmungsradien quer zur Legerichtung ermöglicht, so werden folgende Zusatzpunkte vergeben:</p> <p>= 100 mm (0 Punkte)</p> <p>≤ 20 mm (4 Punkte)</p>	<p>Erreichter Wert:</p> <p>_____ mm</p>	B	___/4

hat form

hat form

Leistungsverzeichnis

		1.6.2*	Konkave Krümmung	<p>Als Minimalanforderung sind folgende konkave Krümmungsradien in einer 90°-Halbröhre (Viertelröhre) zu ermöglichen (siehe Bild 6 Mitte & rechts).</p> <p>In Legerichtung: $\leq 1000 \text{ mm}$</p> <p>Quer zur Legerichtung: $\leq 500 \text{ mm}$</p> <p>Es ist zu beachten, dass die definierten konkaven Krümmungen in Legerichtung und quer zur Legerichtung ohne Heizeinheit zu fertigen sind. Dies bedeutet, dass in diesem Fall der Legekopf ohne den Laser aber mit sämtlichen verbleibenden Anbauteilen einzusetzen ist.</p> <p>Im Fall einer Legerichtung quer zum konkaven Krümmungsradius ist davon auszugehen, dass eine gleichmäßige Verteilung des Konsolidierungsdrucks auf alle 4 Tapes aufgrund der geometrischen Bedingungen nicht gewährleistet werden kann. In diesen Fällen ist es erlaubt, mit einer reduzierten Anzahl an Tapes zu rechnen. Wichtig ist, dass die Gesamtgeometrie des Legekopfes diese Anforderungen erfüllt. Es darf für diesen Grenzfall kein Umbau des Legekopfes notwendig sein, sondern er ist grundsätzlich in seiner vollständigen Konfiguration zur Ablage von 4 Tapes einzusetzen. Dies gilt auch, wenn nur eine reduzierte Anzahl an Tapes abgelegt wird.</p> <p>Wird im Falle der segmentierten Rolle (Abschnitt 1.7.1 Variante 2) die optionale Anforderung individuell in ihrer z-Richtung verstellbarer Einzelsegmente erfüllt, so ist das gleichzeitige Ablegen aller 4 Tapes zu ermöglichen.</p>	<p>Minimalanforderung erfüllt</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-	<div>hat form</div> <div>hat form</div> <div>Rechtsch</div>
				<p>Werden kleinere konkave Krümmungsradien in einer Halbröhre in Legerichtung ermöglicht, so werden folgende Zusatzpunkte vergeben:</p> <p>= 1000 mm (0 Punkte)</p> <p>$\leq 200 \text{ mm}$ (4 Punkte)</p>	<p>Erreichter Wert:</p> <p>_____ mm</p>	B	_/4	
				<p>Werden kleinere konkave Krümmungsradien in einer 90° Halbröhre quer zur Legerichtung ermöglicht, so werden folgende Zusatzpunkte vergeben:</p> <p>= 500 mm (0 Punkte)</p> <p>$\leq 100 \text{ mm}$ (4 Punkte)</p>	<p>Erreichter Wert:</p> <p>_____ mm</p>	B	_/4	
		1.6.3*	Kopfgeometrie/ Kollisionsgeometrie	<p>Die Hüllkurve des Kopfes ist vor Finalisierung der Entwicklung vom Auftraggeber in einer Legesimulation zu überprüfen und freizugeben.</p>	<p>Anforderung erfüllt?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-	

Leistungsverzeichnis

			<p>Folgende Keilwinkel sind zwischen einer ebenen Ablage und dem zu erreichen (mit Ursprung im tangentialen Berührungspunkt der Konsolidierungsrolle mit der Unterlage, Bild 7 Bild 7). Die Angaben dienen der Vorgabe eines maximalen Bauraumes des Legkopfes. Für den lokalen Winkel wird zwischen den Fällen ohne und mit Heizeinheit (HE) unterschieden. Bei letzterer Variante ist sowohl ein IR-Heizelement, als auch ein Laser (ohne die Zoomoptik) zu beachten. Bei den lokalen Winkeln sind die Elemente in der direkten Umgebung der Andruckrolle zu beachten.</p> <p>Folgende Mindestanforderungen sind zu erreichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lokaler Winkel in Legerichtung: <ul style="list-style-type: none"> o Vorne <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ohne Heizeinheit $\alpha \geq 11^\circ$ ▪ Mit Laser Heizeinheit $\alpha \geq 5^\circ$ ▪ Mit IR Heizeinheit $\alpha \geq 4^\circ$ o hinten: $\alpha \geq 43^\circ$ - Globaler Winkel in Legerichtung: <ul style="list-style-type: none"> o vorne: $\alpha \geq 59^\circ$ o hinten: $\alpha \geq 59^\circ$ - Lokaler Winkel quer zur Legerichtung: (Rechts/Links) <ul style="list-style-type: none"> o Ohne Heizeinheit $\alpha \geq 13^\circ$ o Mit Laser Heizeinheit $\alpha \geq 30^\circ$ o Mit IR Heizeinheit $\alpha \geq 7^\circ$ - Globaler Winkel quer zur Legerichtung: <ul style="list-style-type: none"> o rechts/links: $\alpha \geq 54^\circ$ 	<p>Sämtliche Mindestanforderungen wurden erfüllt:</p> <p>o ja o nein</p>	A	-	hat form
--	--	--	--	---	---	---	----------

Leistungsverzeichnis

			<p>Werden größere Werte der Winkel ermöglicht, so werden Zusatzpunkte folgendermaßen vergeben.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Lokaler Winkel in Legerichtung: <ul style="list-style-type: none"> o Vorne <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ohne Heizeinheit (HE) $\alpha = 11^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 30^\circ$ (3 Punkte) ▪ Mit Laser Heizeinheit $\alpha = 5^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 30^\circ$ (3 Punkte) ▪ Mit IR Heizeinheit $\alpha = 4^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 10^\circ$ (3 Punkte) o Hinten: $\alpha = 43^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 50^\circ$ (3 Punkte) - Globaler Winkel in Legerichtung <ul style="list-style-type: none"> o vorne: $\alpha = 59^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 65^\circ$ (3 Punkte) o hinten: $\alpha = 59^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 65^\circ$ (3 Punkte) - Lokaler Winkel quer zur Legerichtung: <ul style="list-style-type: none"> o Ohne Heizeinheit (HE) <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechts/links: $\alpha = 13^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 25^\circ$ (3 Punkte) o Mit Laser Heizeinheit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechts/links: $\alpha = 30^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 45^\circ$ (3 Punkte) o Mit IR Heizeinheit <ul style="list-style-type: none"> ▪ Rechts/links: $\alpha = 7^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 10^\circ$ (3 Punkte) - Globaler Winkel quer zur Legerichtung: <ul style="list-style-type: none"> o Rechts/links: $\alpha = 54^\circ$ (0 Punkte) $\alpha \geq 60^\circ$ (3 Punkte) 	<p>Erreichte Werte:</p> <p>Lokal in Legerichtung:</p> <p>Vorne ohne HE: _____°</p> <p>Vorne mit Laser _____°</p> <p>Vorne mit IR _____°</p> <p>Hinten: _____°</p> <p>Global in Legerichtung</p> <p>Vorne _____°</p> <p>Hinten: _____°</p> <p>Lokal quer zur Legerichtung</p> <p>ohne HE: _____°</p> <p>mit Laser _____°</p> <p>mit IR _____°</p> <p>Global quer zur Legerichtung</p> <p>Rechts/Links: _____°</p>	B	___/30
			<p>Folgende Profilhöhe nach Bild 8 kann mit dem Legekopf mit eingebauter Heizeinheit und sämtlicher Anbauteile in 90° überfahren werden. Dabei ist anzugeben, ob der Kopf in Abhängigkeit der Oberflächennormalen angestellt oder senkrecht verfahren wird.</p> <p>Folgende Mindestanforderungen sind zu erreichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profilhöhe $\geq 18 \text{ mm}$ 	<p>Mindestanforderung wird erfüllt:</p> <p>o ja o nein</p>	A	hat form

Leistungsverzeichnis

			<p>Werden größere Werte der Profilhöhe beim Überfahren in 90° ermöglicht, so werden Zusatzpunkte folgendermaßen vergeben.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profilhöhe = 18 mm (0 Punkte) - Profilhöhe \geq 30 mm (3 Punkte) 	<p>Erreichter Wert:</p> <p>_____ mm</p>	B	___/4
			<p>Folgende Profilhöhe nach Bild 9 kann mit dem Legekopf mit eingebauter Heizeinheit und sämtlicher Anbauteile in 0° überfahren werden. Dabei ist anzugeben, ob der Kopf in Abhängigkeit der Oberflächennormalen angestellt oder senkrecht verfahren wird.</p> <p>Folgende Mindestanforderungen sind zu erreichen:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profilhöhe \geq 18 mm bei senkrecht stehendem Kopf - Profilhöhe \geq 18 mm bei maximal geneigtem Kopf 	<p>Mindestanforderung wird erfüllt:</p> <p>o ja o nein</p>	A	hat form
			<p>Werden größere Werte der Profilhöhe beim Überfahren in 0° ermöglicht, so werden Zusatzpunkte folgendermaßen vergeben.</p> <ul style="list-style-type: none"> - Profilhöhe = 18 mm (0 Punkte) - Profilhöhe \geq 30 mm (3 Punkte) 	<p>Erreichter Wert:</p> <p>Senkrecht:</p> <p>_____ mm</p> <p>Geneigt:</p> <p>_____ mm</p>	B	___/4
		1.6.4	<p>Es ist eine maximale Höhe des Legekopfes zu beachten, welche nicht überschritten werden darf. Gemessen wird diese zwischen der Aufnahme des Roboters und dem Berührungspunkt der unverformten Andruckrolle mit dem Untergrund (Tool Center Point, TCP).</p> <p>Maximallänge Legekopf:</p> <p>\leq 1100 mm</p>	<p>Mindestanforderung Legekopflänge erfüllt?</p> <p>o ja o nein</p>	A	-
			<p>Wird die angegebene Maxmallänge des Legekopfes unterschritten, so werden Zusatzpunkte folgendermaßen vergeben.</p> <p>= 1100 mm (0 Punkte)</p> <p>\leq 800 mm (10 Punkte)</p>	<p>Erreichte Legekopflänge</p> <p>_____ mm</p>	B	___/10
			<p>Es dürfen keine Bauelemente des Legekopfes oberhalb der Aufnahme des Roboters vorhanden sein. Dies beinhaltet auch die Materialrollen. Es ist damit zu gewährleisten, dass sich der Kopf in der sechsten Achse des Roboters um mindestens $\pm 180^\circ$ drehen lassen kann.</p>	<p>Anforderung erfüllt?</p> <p>o ja o nein</p>	A	-

Leistungsverzeichnis

			<p>Die Definition der maximalen Legekopflänge und die Restriktion des Bauraums oberhalb der Roboteraufnahme führt dazu, dass innerhalb dieser maximalen Legekopflänge das in Punkt 1.6.5 definierte Schnellwechselsystem, die Kraftmessplattform aus Abschnitt 1.3.3 und sämtliche weiteren Elemente des Legekopfes zu verorten sind. Es wird folgendes genauer spezifiziert:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Die Maximalhöhe des Legekopfes beinhaltet den gesamten Legekopf von der Oberfläche des gekuppelten Schnellwechselsystems (entspricht der Aufnahme des KUKA-Roboters) bis zum Tool Center Point, also dem Berührungspunkt der unverformten Andruckrolle mit dem Untergrund. Es wird ausdrücklich darauf hingewiesen, dass diese zu erfüllende Anforderung den gesamten Aufbau inklusive der Kraftmessplattform und der Wechselvorrichtung beinhaltet. - Weiterhin ist gemäß Abschnitt 1.3.3. der Ausschreibung zu beachten, dass die Kraftmessplattform in unmittelbarer Nähe der Konsolidierungsrolle zu verorten ist. Eine Montage dieses Messinstruments an der Roboteraufnahme ist ausdrücklich untersagt. - Zur Abschätzung der für die Komponenten des Legekopfes zur Verfügung stehenden Höhe seien folgende Bauteile als Referenz gegeben: <ul style="list-style-type: none"> o Schnellwechselvorrichtung: Die gekuppelte Bauhöhe einer Kupplung des Typs „Walther Präzision TOOLmaster 500 type 91489“ beträgt maximal 96 mm. Eine Kupplung des Typs „Stäubli MPS 260“ weist eine gekuppelte Höhe von 67 mm auf. o Kraftmessplattform: Die spezifizierte Kraftmessplattform „Kistler 9306A31“ hat eine Bauhöhe von 45 mm. 			
	1.6.5	Schnellwechselsystem	<p>Der Legekopf ist mit einem Schnellwechselsystem auszustatten, damit der Roboter der Legezone mit unterschiedlichen Endeffektoren betrieben werden kann. Hierzu ist ein etabliertes, pneumatisch bedientes System in den Legekopf zu integrieren. Als Beispiel seien die Kupplungssysteme von Walther Präzision oder Stäubli genannt. Die genaue Auswahl hat in Absprache zu erfolgen. Das Angebot hat beide Kupplungsseiten (Roboter & Werkzeug) zu beinhalten.</p> <p>Es ist zu beachten, dass bei einem Wechsel des Legekopfes auch ein System zum Trennen sämtlicher elektrischer-, pneumatischer-, Daten-, Netzwerk- und sonstiger Leitungen vorzusehen ist. Dieses soll in die Walther oder Stäubli Kupplung integriert werden. Es ist ausdrücklich untersagt, dass die Leitungen einzeln vom Legekopf zu trennen sind. Ausdrücklich von dieser Anforderung ausgenommen ist das optische Kabel des Laserheizsystems.</p>	Wechselvorrichtung vorhanden? o ja o nein	A	-
	1.6.6	Roboteranmontage	Der Legekopf muss an einem Kuka Roboter des Typs KR300 R2500 ultra integriert und mithilfe des spezifizierten Schnellwechselsystems montiert werden.	o ja o nein	A	-

Leistungsverzeichnis

1.7 Konsolidierungseinheit						
	1.7.1	Konsolidierungsrollen	<p>Der Legekopf ist so modular aufzubauen, sodass eine Montage unterschiedlicher Konsolidierungsrollen beziehungsweise Rollensysteme möglich ist. Die Montage sollte dabei möglichst ohne zusätzliches Werkzeug oder mit minimalem Werkzeugaufwand erfolgen können.</p> <p>Das System ist mit zwei Rollenvarianten zu liefern, welche im Folgenden spezifiziert werden.</p>	<p>Modulares Rollensystem vorhanden?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-
			<p>Variante 1:</p> <p>Standard-Konsolidierungsrolle</p> <p>Diese Variante besteht aus einer einzelnen, durchgehenden Konsolidierungsrolle.</p> <p>In diesem Modul muss ein System enthalten sein, welches eine Bewegung der Konsolidierungsrolle senkrecht zur Unterlage (z-Richtung) ermöglicht. Diese Bewegung muss innerhalb des Legekopfes bei feststehendem Roboter ermöglicht werden. Gleichzeitig dient dieses System der Regelung der während des Legeprozesses auf das Tape ausgeübten Konsolidierungskraft.</p> <p>Zusätzlich ist eine Möglichkeit zum Tausch der Konsolidierungsrolle vorzusehen.</p>	<p>Konsolidierungsrolle Variante 1 entsprechend Anforderungen vorhanden?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-
			<p>Variante 2:</p> <p>Segmentierte Konsolidierungsrolle</p> <p>Diese Variante besteht aus vier einzelnen, nebeneinander angeordneten Rollen. Jede Rolle ist zur Ablage eines 1/4"-Tapes vorgesehen. Die Rotation der Rollen muss unabhängig voneinander möglich sein. Es ist außerdem ein Tausch einer jeden Rolle im Bedarfsfall zu ermöglichen.</p>	<p>Konsolidierungsrolle Variante 2 entsprechend Mindestanforderungen vorhanden?</p> <p><input type="radio"/> ja <input type="radio"/> nein</p>	A	-
			<p>Bezüglich der Bewegung der Konsolidierungsrolle senkrecht zur Unterlage (z-Richtung) ist mindestens eine Verstellbarkeit des Gesamtpakets der segmentierten Rolle vorzusehen (siehe Variante 1). Diese Verstellbarkeit in z-Richtung dient der Regelung des Anpressdrucks der Konsolidierungsrolle während des Legeprozesses.</p> <p>Optional werden 4 Zusatzpunkte vergeben, wenn eine Bewegung einer jeden Einzelrolle des segmentierten Systems unabhängig von den restlichen in z-Richtung möglich ist. Auch in diesem Fall erfolgt eine Regelung des Gesamtdrucks während des Legeprozesses über</p>	<p>Optionale individuelle Verstellbarkeit einer jeden Rolle in z-Richtung vorhanden</p>	B	___/4

Leistungsverzeichnis

			den Verfahrensweg. (Nicht vorhanden: 0 Punkte, Vorhanden: 4 Punkte)			
	1.7.2	Rollenhub	<p>Die Module der Konsolidierungsrollen müssen in beiden Varianten einen Hub in Normalenrichtung zur Ablageoberfläche (z-Richtung) ohne eine Bewegung des Legekopfes ermöglichen.</p> <p>Folgende Mindestanforderungen sind für den Hub einzuhalten. Es ist zu beachten, dass dieser Wert sowohl für eine Bewegung nach oben- als auch nach unten gilt.</p> <p>$\geq \pm 4 \text{ mm}$</p>	<p>Mindestanforderungen Rollenhub erfüllt?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	A	-
			<p>Werden größere Hubbewegungen ermöglicht, so werden folgende Zusatzpunkte vergeben:</p> <p>$= \pm 4 \text{ mm}$ (0 Punkte)</p> <p>$\geq \pm 8 \text{ mm}$ (3 Punkte)</p>	<p>Hub der Konsolidierungsrolle(n)</p> <p>_____ mm</p>	B	___/3
	1.7.3	Regelung der Konsolidierungskraft	Die Konsolidierungskraft während des Legeprozesses wird als Gesamtsystem auf Grundlage der Messungen der Kraftmessdose geregelt.	<input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein	A	-
	1.7.4	Rollendurchmesser	<p>Der Durchmesser der Konsolidierungsrollen inklusive der Elastomerbeschichtung muss 40 mm betragen</p> <p>Es muss weiterhin möglich sein, andere Rollen mit variierenden Durchmessern zu montieren. Dies muss auch in der Legkopfsteuerung und in der Simulationssoftware entsprechend anpassbar sein.</p> <p>Folgende Rollendurchmesser inklusive der Elastomerbeschichtung müssen montierbar sein:</p> <p>$40 \text{ mm} \leq X \leq 80 \text{ mm}$</p>	<p>Mindestanforderung Rollendurchmesser erfüllt?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p> <p>Variierende Rollendurchmesser im gegebenen Bereich möglich?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	A	-
	1.7.5	Rollenbeschichtung: Dicke	<p>Folgende Mindestanforderung bezüglich der Dicke der Rollenbeschichtung ist einzuhalten:</p> <p>$\geq 30 \%$ des Rollendurchmessers</p>	<p>Mindestanforderung der Rollenbeschichtung erfüllt?</p> <p><input type="checkbox"/> ja <input type="checkbox"/> nein</p>	A	-

Leistungsverzeichnis

			<p>Für Rollenbeschichtungen, welche dicker als die Mindestanforderungen sind, werden Zusatzpunkte entsprechend der folgenden Kriterien vergeben.</p> <p>≥ 50 % des Rollendurchmessers (4 Punkte) = 30 % des Rollendurchmessers (0 Punkte)</p>	<p>Beschichtung mit _____% des Rollendurchmessers</p>	B	___/4
	1.7.6	Rollenbeschichtung: Material	Die Elastomerbeschichtung der Konsolidierungsrolle hat in Abstimmung mit dem Auftraggeber zu erfolgen.	o ja o nein	A	-
	1.7.7	Aktiv kühlbare Konsolidierungsrollen	<p>Um die Prozesstemperatur der Konsolidierungsrolle kontrollieren zu können und eine Überhitzung zu verhindern, sollte optional eine aktive Kühlung der Konsolidierungsrolle(n) erfolgen. Als Beispiel sei eine Kühlung der Lauffläche mit Druckluft genannt. Für eine aktive Rollen Kühlung werden Zusatzpunkte vergeben:</p> <p>Hierfür werden Zusatzpunkte vergeben Aktive Rollen kühlung nicht vorhanden (0 Punkte) Aktive Rollen kühlung vorhanden (7 Punkte)</p>	<p>Aktive Rollen kühlung vorhanden?</p> <p>o ja o nein</p>	B	___/7
1.8 Verarbeitbares Material						
	1.8.1	Dimension	<p>Verarbeitung von 4 x 1/4" Prepreg-Slit-Tapes</p> <p>Weitere Rohmaterial-Spezifikationen in Abschnitt 1.4</p>	o ja o nein	A	-
	1.8.2	Faservolumengehalt	≥ 60 %	o ja o nein	A	-
	1.8.3	Tape-Dicke	<p>Für die Verarbeitung thermoplastischer- und duromerer 1/4" Slit-Tapes sind folgende Dicken zu verarbeiten:</p> <p>0,1 – 0,5 mm</p> <p>Zusätzlich muss der Einsatz von "TowPregs" möglich sein. Hierbei handelt es sich um mit einer duromeren Matrix vorimprägnierte Faserstränge, welche im Gegensatz zu Slit-Tapes an den Rändern nicht beschnitten sind und einen ovalen Querschnitt aufweisen. Es ist eine größere Streuung in den Dicken- und Breiten der TowPregs zu beachten.</p>	o ja o nein	A	-
	1.8.5	Kunststoffart	Kohlenstofffaser-Tapes mit thermoplastischer Matrix bis Hochleistungsthermoplaste (PEEK, PAEK)	o ja o nein	A	-
			Kohlenstofffaser-Tapes mit duromerer Matrix (inklusive TowPregs)	o ja o nein	A	-
	1.8.6	Slitting-Toleranzen	Im Rahmen der Ausschreibung werden keine expliziten Slitting-Toleranzen für die verarbeitbaren Materialien vorgegeben. Das bietende Unternehmen hat zu gewährleisten, dass die Mindestanforderungen dieser Slitting-Toleranzen der Verarbeitung der folgenden Materialien entspricht:	o ja o nein	A	-

Leistungsverzeichnis

			<ul style="list-style-type: none"> - Hexcel 8552/34%/UD194/AS4 - 6,4 mm - Kumpers K-Preg 016-002-71-00 - Toray Cetex TC1225 T700GC 			
	1.8.7	Sonstiges	Materialrollen können ein Trennfilm (Trennfolie) zur Separation der aufeinanderliegenden Lagen aufweisen. Dieses muss innerhalb des Kopfes automatisiert aufgewickelt werden.	o ja o nein	A	-
1.9 Planungs- und Konstruktionsprozess Legekopf						
	1.9.1	Konstruktionsprozess	Der Konstruktionsprozess hat in enger Absprache mit dem Auftraggeber zu erfolgen. Dies beinhaltet mehrere Meetings zu definierten Zeiten. (Kick-Off zu Beginn, mechanische Durchsicht, Abnahme Steuerung, Elektrische Prüfung, Vorentwurf, ...).	o ja o nein	A	-
	1.9.2	Konstruktionsfreigabe	Vor der Fertigung des Legekopfes ist eine Freigabe der Konstruktion durch den Auftraggeber notwendig.	o ja o nein	A	-
	1.9.3	Werksabnahme	<p>Werksabnahme des Legekopfes beim Lieferanten mit detailliertem Nachweis der Funktionen und Prozessparameter.</p> <p>Im Rahmen der Werksabnahme ist zur Demonstration der Funktionalität des Gesamtsystems exemplarisch ein vorher definiertes Bauteil zu fertigen. Dieses bildet die an den Kopf adressierten Anforderungen (siehe Bilder 6 bis 9) ab. Die Geometrie wird vom Auftraggeber bereitgestellt.</p>	o ja o nein	A	-
1.11 Legekopf - Wartung und Sicherheit						
	1.11.1	Gewährleistung	Im Angebotspreis wird eine Gewährleistung des Legekopfes entsprechend der gesetzlichen Bestimmungen garantiert.	o ja o nein	A	-
	1.22.2	Sicherheit	Die Anlage entspricht dem aktuellen Stand der Technik und erhält ein CE-Kennzeichen.	o ja o nein	A	-
1.12 Legekopf - Sonstiges						
	1.12.1	Referenzen	Nachweis von mindestens drei in Betrieb genommenen Referenzlegeköpfen mit mindestens einer industriellen Anwendung.	1. _____ 2. _____ 3. _____	A	-
	1.12.2	Nachweis der Prozessparameter	Beschreibung der Messverfahren/ -instrumente und Messfehler für die mit „*“ gekennzeichneten Positionen dieses Leistungskatalogs sind beigefügt. (Die Lfd.-Nr. der jeweiligen Positionen sind mit * markiert)	o ja o nein	A	-

2 Zellenmodifikation – Werkstückpositionierer, z. B. für Wickelprozesse und 3D Ablage größerer Strukturen		
2.1	Grundanforderungen Werkstückpositionierer	

Leistungsverzeichnis

	2.1.1	Rotation	Endlose Rotation (360°) in Form eines 1-Achs-Werkstückpositionierers	o ja o nein	A	-
	2.1.2	Typ Auflager Wickelachse	Als Auflager der Wickelachse sind beidseits angetriebene 1-Achs Positionierer des Typs KUKA KP1-HC4000 R1000 vorzusehen. Alternativ ist in Absprache auch der Einsatz alternativer angetriebener Auflager möglich. Dabei ist zu beachten, dass diese mindestens die Anforderungen der zuvor spezifizierten Variante erfüllen müssen. Es ist eine Achsenhöhe von 1000 mm über dem Hallenboden, sowie eine Nenn-Traglast von 4000 kg zu realisieren. Bei der Auslegung der Wickelachse ist zu beachten, dass sich die Nenn-Traglast auf die rotierende Masse bezieht und somit keinen statischen Auslegungsfall darstellt. Weiterhin ist davon auszugehen, dass sich der Massenschwerpunkt der an der Achse montierten Elemente außerhalb der Rotationsachse befindet. Genauere Informationen sind auf Anfrage erhältlich.	o ja o nein	A	-
	2.1.3	Wickelachse Höhe	Die Höhe der Wickelachse in Bezug zum Hallenboden kann entweder fest oder verstellbar sein. Ist keine Höhenverstellung möglich, so ist eine feste Achsenhöhe von 1000 mm ± 50 mm einzuhalten. Ist die optionale Höhenverstellung in vertikaler Richtung vorhanden, so muss der Verstellbereich mindestens den Wertebereich zwischen 850 mm und 1150 mm enthalten.	Anforderungen Höhe erfüllt?	A	-
				o ja o nein	Optionale Höhenverstellung	B
2.2 Steuerung Werkstückpositionierer/Wickler						
	2.2.1	Integration Steuerung	Sämtliche Freiheitsgrade der Wickelachse sind in die KUKA-Steuerung der Legezone zu integrieren. Es ist zu beachten, dass beide Auflager der Wickelachse angetrieben sind. Die Regelung der Wickelachse erfolgt mit der Steuerungssoftware KUKA KR C4. Dabei ist darauf zu achten, dass die Positionierung der Achse Interpoliert zur Roboterbewegung erfolgt, so dass bspw. die Herstellung von zu wickelnden Tankstrukturen möglich ist.	o ja o nein	A	-
	2.2.2	Zusätzliche Peripherie	Die zur Ansteuerung der beiden angetriebenen Wickelachsenaufleger notwendigen Hardwarekomponenten sind im Angebot zu integrieren. Diese müssen entsprechend der vorhandenen Anlage unter Berücksichtigung des Updates auf die Steuerungssoftware KR C4 ausgewählt und beschafft werden.	o ja o nein	A	-
2.3 Befestigung Werkstückpositionierer/Wickelachse in Legezone						

Leistungsverzeichnis

	2.3.1	Bodenaufnahme Wickelachsenaufleger	Im Rahmen der Ausschreibung sind die beiden angetriebenen Wickelachsenaufleger an definierten Positionen mit dem Hallenboden zu verbinden. Während die Positionierung des linken Auflagers fest ist, muss diejenige des rechten Auflagers an zwei diskreten Punkten möglich sein.			
			Die Positionen der Auflager sind in Bild 11 dargestellt.			hat form
			Das linke Auflager wird an einer festen Position im Hallenboden verankert. Eine Demontage dieses Bauelements ist nicht vorgesehen. Es ist eine Möglichkeit vorzusehen, um eine nachträgliche Justage der Ausrichtung dieses Auflagers zu ermöglichen.	Anforderungen linkes Auflager o ja o nein	A	-
			Das rechte Auflager muss aufgrund der vorgesehenen Anwendungsfälle an zwei diskreten Montagepositionen montierbar sein. Es ist eine entsprechende Vorrichtung vorzusehen, welche die Demontage dieses Auflagers ermöglicht. Hierbei ist zu beachten, dass eine wiederholgenaue und exakte Ausrichtung in beiden Positionen gewährleistet ist, ohne dass das Auflager neu eingemessen werden muss (z. B. mithilfe von Zentrierdornen). Eine nachträgliche Justage der Ausrichtung soll aber möglich sein. Während des Versuchsbetriebs sind die Auflager mit dem Hallenboden zu verschrauben. Es ist zu beachten, dass der gesamte Umbau zwischen den beiden Montagepositionen aufgrund der lokalen Gegebenheiten ausschließlich mithilfe eines Hubwagens möglich sein muss.	Anforderungen rechtes Auflager o ja o nein	A	-
	2.3.2	Traglast Hallenboden	Es ist zu beachten, dass die maximale Traglast des Hallenbodens von $5t/m^2$ bzw. die maximale Einzeltragfähigkeit auf Fußplatte 150x150 mm mit einem Mindestabstand von 300 mm von 8t nicht überschritten wird. Sollte dieser Wert aufgrund der zuvor spezifizierten Anforderungen nicht eingehalten werden, sind entsprechende Vorkehrungen zur Verringerung der Flächenlast auf ein erlaubtes Maß vorzusehen.	o ja o nein	A	-
	2.3.3	Befestigung im Hallenboden	Aufgrund einer Fußbodenheizung im Versuchsfeld können Befestigungslöcher nur bis zu einer Tiefe von 100 mm vorgesehen werden.	o ja o nein	A	-
	2.4	Fertigen und Abstützung von langen Bauteilen				

Leistungsverzeichnis

	2.4.1	Welle	<p>Zum Aufspannen von z. B. einem Liner für die Herstellung von Drucktanks soll eine Welle vorgesehen sein, die über verstellbare Spannungspunkte verfügt, so dass ein Liner befestigt werden kann. Der Durchmesser der Welle sollte 30 mm nicht übersteigen. Die Welle soll so bemessen sein, dass das 2. Auflager des Positionierens in Position 2 befestigt ist (Bild 11Bild 11).</p> <p>Die Welle muss leicht demontierbar sein, so dass auch größere Werkstücke auf einem hier nicht enthaltenen Werkstückträger gelegt werden können.</p>	o ja	o nein	A	-
	2.4.2	Lünette	Für die Abstützung der Welle ist eine Lünette vorgesehen, die durch die Konsolidierung im Legeprozess entstehende Prozesskräfte aufnimmt und ein Durchbiegen der Welle verhindert.	o ja	o nein	A	-

3 Zellenmodifikation - Luftkissensystem Hochgeschwindigkeitsachse							
3.1		Grunddefinitionen Luftkissensystem					
	3.1.1	Grunddefinitionen des Luftkissensystems	<p>Teil der Ausschreibung ist ein Luftkissensystem, welches zum manuellen Verschieben einer in der Versuchszelle montierten Hochgeschwindigkeitsachse dient. Ziel ist es, diese aus dem Arbeitsbereich der Wickelachse herausbewegen zu können, um einen Wechsel der Zellenkonfiguration zu ermöglichen. Die vorgesehenen Zellenkonfigurationen können Bild 10Bild 10 entnommen werden. Die beschriebene Hochgeschwindigkeitsachse ist in Bild 1Bild 1 abgebildet. Bild 12Bild 12 dient der Visualisierung der Bewegung der Hochgeschwindigkeitsachse mithilfe des Luftkissensystems. Als Beispiel eines solchen Luftkissensystems sei die Variante MLS412X-S-A des Herstellers Solving GmbH genannt.</p>	o ja	o nein	A	-
	3.1.2	Abstellen der Hochgeschwindigkeitsachse in den unterschiedlichen Positionen	<p>Im abgestellten Zustand ist darauf zu achten, dass die Elemente des Luftkissensystems nicht dauerhaft belastet sind. Hierfür sind entsprechende Standvorrichtungen vorzusehen, welche ein sicheres Abstellen des Bauelements garantieren. Zusätzlich ist in der definierten Arbeitsposition eine exakte, wiederholgenaue Positionierung zu ermöglichen. Genauere Spezifikationen hierfür sind Abschnitt 3.2 zu entnehmen.</p>	o ja	o nein	A	-
3.2		Auslegung Luftkissensystem und der statischen Positionen					
	3.2.1	Tragfähigkeit des Luftkissensystems	<p>Das Luftkissensystem ist so auszulegen, dass dieses eine Tragfähigkeit von mindestens 2000 kg hat. Dies entspricht dem Gewicht der Hochgeschwindigkeitsachse, welche einen Granitblock mit einer Grundfläche von 2470 mm x 520 mm als Basis hat. Bei der Auslegung des Luftkissensystems ist die Beschaffenheit des am Aufstellungsort vorhandenen Bodens zu beachten. Genauere Spezifikationen sind auf Anfrage erhältlich.</p>	o ja	o nein	A	-

Leistungsverzeichnis

	3.2.2	Fixierung in der Arbeitsposition	Es ist eine feste Arbeitsposition der Hochgeschwindigkeitsachse (Definition in Bild 12Bild 12) umzusetzen. Mithilfe einer entsprechenden Vorrichtung (z.B. Zentrierdorne) ist ein exaktes und wiederholgenaues Positionieren des Aufbaus nach einer jeden Bewegung (mit dem Luftkissensystem) zu ermöglichen. Außerdem ist die Möglichkeit einer nachträglichen Justage der Ausrichtung vorzusehen.	o ja o nein	A	-	hat form
	3.2.3	Abstellen in der Parkposition	Die Konstruktion hat eine Parkposition der Hochgeschwindigkeitsachse nahe der Zellenwand vorzusehen (Siehe Bild 12Bild 12). An dieser Stelle ist ein einfaches Abstellen des Aufbaus ausreichend, da die Anforderungen an die Ausrichtung in diesem Fall nicht zutreffen. Auch sind hier keine zusätzlichen Versuchslasten zu erwarten.	o ja o nein	A	-	hat form

4 Zellenmodifikation - Update Robotersteuerung							
	4.1.1	Update KR C4	Die bestehende Fertigungszelle verfügt über einen Quantec KR 300 Roboter mit einer KUKA-Robotersteuerung der Version KR C4. Im Rahmen dieser Beschaffungsmaßnahme soll diese auf die aktuellste Version der KR C4 geupdatet werden. Die neue Steuerung bildet dann die Grundlage für alle hier umzusetzenden Integrationen. Im Folgenden werden die Seriennummern des Roboters, der Linearachse und der Robotersteuerung allen bietenden Unternehmen zur Verfügung gestellt: <ul style="list-style-type: none"> - Roboter: <ul style="list-style-type: none"> o Typ: KR 300 R2500 ultra o Artikel-Nr.: 10019179 o Serien-Nr.: 635751 - Linearachse: <ul style="list-style-type: none"> o Typ: 1500/3 T o Artikel-Nr.: 8143952 o Serien-Nr.: 143952 - Robotersteuerung: <ul style="list-style-type: none"> o Typ: KRC4 o Artikel-Nr.: 11025949 o Serien-Nr.: 240105 	o ja o nein	A	-	
	4.1.2	Integration bestehender Hochgeschwindigkeitsachse	Die bestehende Fertigungszelle verfügt über eine direktangetriebenen Linearachse mit einem darauf befindlichen Rundtisch. Beide Achsen sind in die Steuerung aufzunehmen und müssen mit interpoliert werden können. Die Hochgeschwindigkeitsachse bleibt auch in Ihrer Parkposition (Bild 12Bild 12) mit der Steuerung verbunden.	o ja o nein	A	-	hat form

5	Softwaremodul
---	---------------

Leistungsverzeichnis

		5.1.1	Grundanforderungen	<p>Es ist ein Softwaremodul zu liefern, welches den Import der durch den Legekopf zu belegenden Geometrie ermöglicht.</p> <p>Auf dieser Basis ist für die jeweilige Geometrie eine Pfadplanung durchzuführen, welche auf das Legesystem abgestimmt ist. Der generierte Pfad muss anschließend umfangreich analysierbar sein (z.B. Gaps, Overlaps, Kollisionen, Materialverbrauch, Fertigungszeit, ...).</p> <p>Weiterhin ist ein Postprozessor in die Software zu integrieren, welche die direkte Codegenerierung für die Übertragung an die Fertigungsanlage ermöglicht.</p>	o ja	o nein	A	-
		5.1.2	Zu simulierende Geometrien	<p>Es müssen folgende Geometrien simulierbar sein:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Zweidimensionale Geometrien (z.B. Platten mit unterschiedlichen Lagenorientierungen) - Dreidimensionale Geometrien (z.B. komplex geformte Bauteile) - Rotationssymmetrische Bauteile (z.B. Drucktanks) 	o ja	o nein	A	-
		5.1.3	Kollisionserkennung	Die Simulationssoftware hat eine Kollisionserkennung des Roboters inklusive des Legekopfes zu beinhalten. Hierbei sind zusätzliche, an den Werkstückpositionieren drehbar montierbare Elemente zu berücksichtigen, welche je nach Anwendungsfall in die Software importiert werden können.	o ja	o nein	A	-

6

Weiteres							
6.1 Aufbau und Inbetriebnahme							
	6.1.1	Inbetriebnahme Legekopf	Aufbau und Anbindung des Legekopfes an ein bestehendes Kuka Robotersystem mit vorheriger Überprüfung der baulichen und elektrischen Rahmenbedingungen.	o ja	o nein	A	-
			Inbetriebnahme des Legekopfes in der vollständig modifizierten Anlage des Standorts. Nachweis der Funktionen des Legekopfes und des Gesamtsystems. Im Rahmen der Inbetriebnahme ist zur Demonstration der Funktionalität des Gesamtsystems exemplarisch ein vorher definiertes zylindrisches Bauteil unter Einbezug der Wickelachse (siehe Pos. 5.1.2) sowie das 3D Bauteil aus der Werksabnahme zu fertigen.	o ja	o nein	A	-
	6.1.2	Aufbau der Wickelachse	Das Angebot enthält den Aufbau der Wickelachse in der Roboterzelle. Dies umfasst die Montage der Bodenaufnahmen, das Aufstellen der Auflager und die initiale Justage des Gesamtaufbaus in jeder der vorgesehenen Positionen. Außerdem sind sämtliche zum Betrieb notwendigen Verbindungen anzuschließen.	o ja	o nein	A	-

Leistungsverzeichnis

			Es sind sämtliche Freiheitsgrade der Wickelachse in die KUKA-Robotersteuerung zu integrieren.	o ja	o nein	A	-
	6.1.3	Installation des Luftkissensystems	Vor Ort ist ein Funktionsnachweis des Luftkissensystems am Beispiel der Hochgeschwindigkeitsachse durchzuführen. Weiterhin sind die Referenzdorne der Positioniereinrichtung an der Hochgeschwindigkeitsachse zu montieren und die entsprechenden Gegenstücke im Hallenboden zu befestigen. Dies beinhaltet auch die exakte Justage der Hochgeschwindigkeitsachse in der Arbeitsposition.	o ja	o nein	A	-
	6.1.4	Sicherheitssystem	Im Angebot ist ein Sicherheitssystem für das Gesamtsystem nach den geltenden Standards auszulegen und umzusetzen. Hierbei sind sämtliche am Standort bereits bestehenden Systeme zu integrieren. Unter Anderem beinhaltet dies eine Laserschutzzelle mit Notaus-Schaltern, Betriebszustandsanzeigen, Türkontakten, Kameras und weiteren Elementen. Insbesondere sind hierbei die zwei in der Zelle verbauten Wärmebildkameras des Typs Hikvision DS-2TD1228-2/QA zur thermischen Überwachung des Arbeitsraums und zur Erkennung sich darin aufhaltender Personen in das Sicherheitssystem zu integrieren. Die Kameras werden bei Bedarf während des Auslegungsprozesses zur Verfügung gestellt. Genauere Informationen zu sämtlichen bereits vorhandenen Systemen sind auf Anfrage erhältlich.	o ja	o nein	A	-
	6.1.5	Systemintegration	Der Bieter hat eine vollständige Systemintegration durchzuführen.	o ja	o nein	A	-
	6.1.6	Inbetriebnahme	Montage, Inbetriebnahme und Schulung von Mitarbeitern vor Ort.	o ja	o nein	A	-
6.2 Wartung und Sicherheit							
	6.2.1	Gewährleistung	Es muss eine Gewährleistung von mindestens 24 Monaten nach Abnahme des Legekopfes gewährt werden.	o ja	o nein	A	-
	6.2.2	Garantie	Eine über die 24 Monate Gewährleistung hinausreichende, zusätzliche, freiwillige Garantie ergibt folgende Zusatzpunkte: ≥ 24 zusätzliche Monate zur Gewährleistung (4 Punkte) = 0 zusätzliche Monate zur Gewährleistung (0 Punkte)	o ja	o nein ____ Monate	B	___/4
	6.2.3	Sicherheit	Die Anlage entspricht dem aktuellen Stand der Technik und die zu liefernden Komponenten haben/erhalten ein CE-Kennzeichen	o ja	o nein	A	-
Summe der Punktwerte (___/111)							

Leistungsverzeichnis

Gesamtpreis	Netto				
	zzgl. Ust.				
	Zwischensumme				
	abzgl. Skonto %				
	Angebotssumme				
	Punktesumme				

2.4 Graphische Darstellungen zu den Anforderungen/Leistungen

Die in diesem Kapitel dargestellten Abbildungen dienen der Illustration der im Leistungsverzeichnis spezifizierten Anforderungen.

2.4.1 Graphische Darstellungen Legekopf

Die Abbildungen dieses Unterkapitels dienen der Spezifikation der in den Anforderungen des Legekopfes definierten Anforderungen. zeigt die Geometrie der Positionierung des Lasers in Bezug zum Legesystem. Sämtliche dort definierten Abstände und Winkel beziehen sich auf den tangentialen Berührungspunkt der unverformten Konsolidierungsrolle mit dem Substrat.

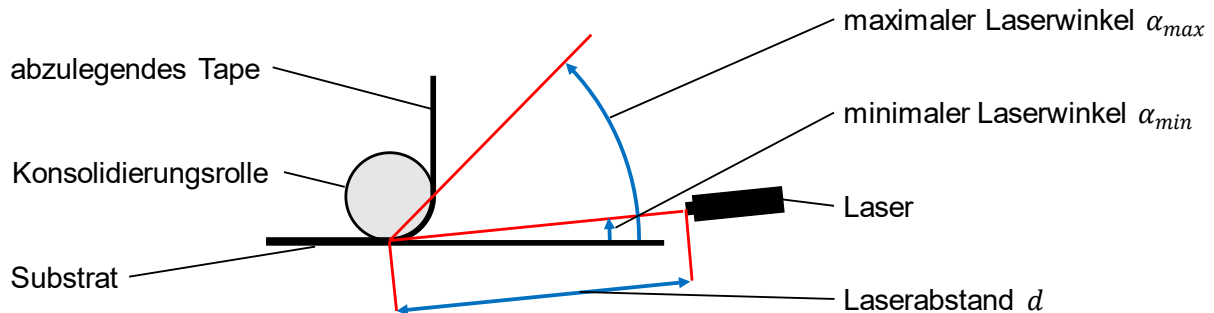


Bild 4: Definition der Geometrie des Lasers

Bild 5 stellt die Bestrahlung des Tapes beziehungsweise des Substrats während des Legeprozesses mit dem Laser dar. In diesem Fall sind die beiden Extremfälle einer alleinigen Bestrahlung des Tapes beziehungsweise des Substrats dargestellt. Es ist zu beachten, dass während des Prozesses die dazwischen befindlichen Ausrichtungen stufenlos einstellbar sein müssen.

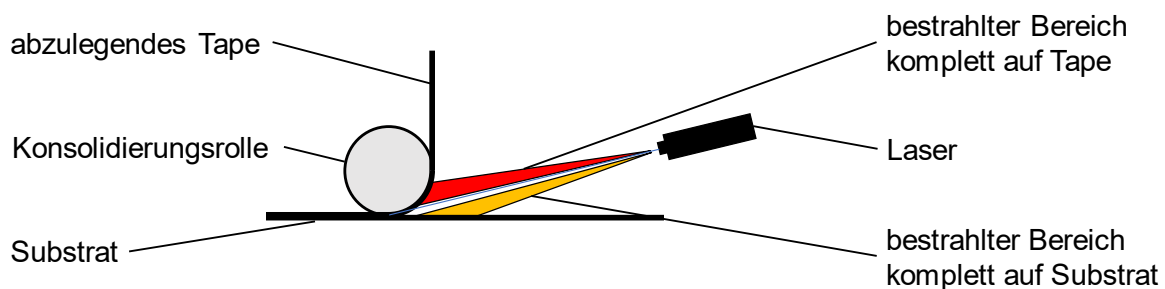


Bild 5: Definition der Bestrahlung des Materials während des Prozesses durch den Laser

Leistungsverzeichnis

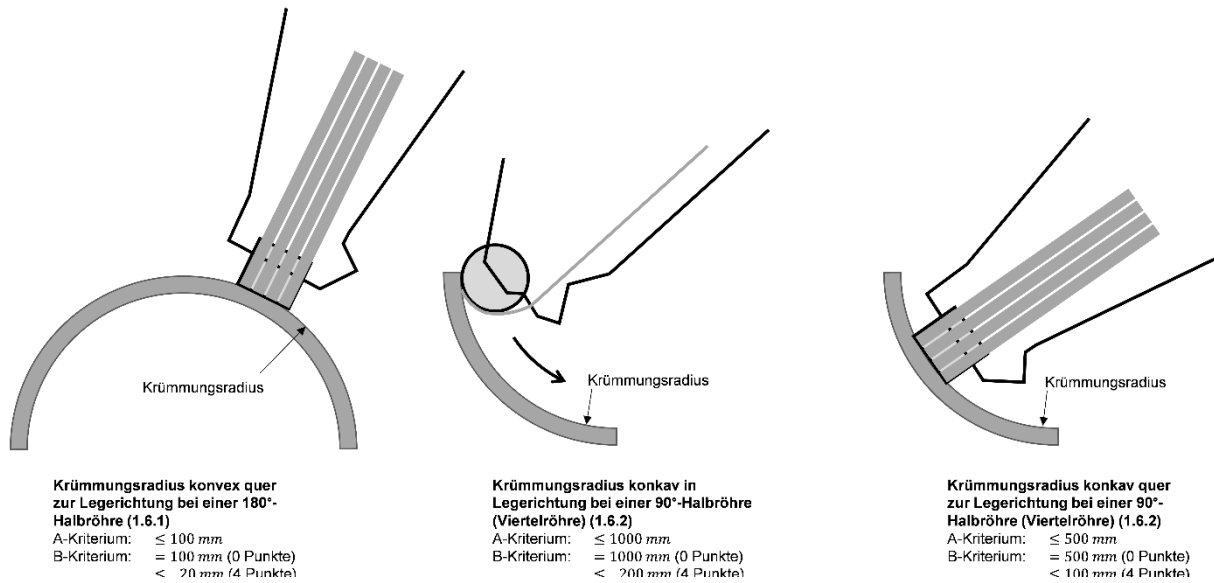


Bild 66: Definition der konkaven/konvexen Krümmungsradien und Legerichtungen. Weiterhin ist die volle 180° Halbröhre im konvexen Fall und die 90°-Halbröhre (Viertelröhre) in den konkaven Fällen dargestellt.

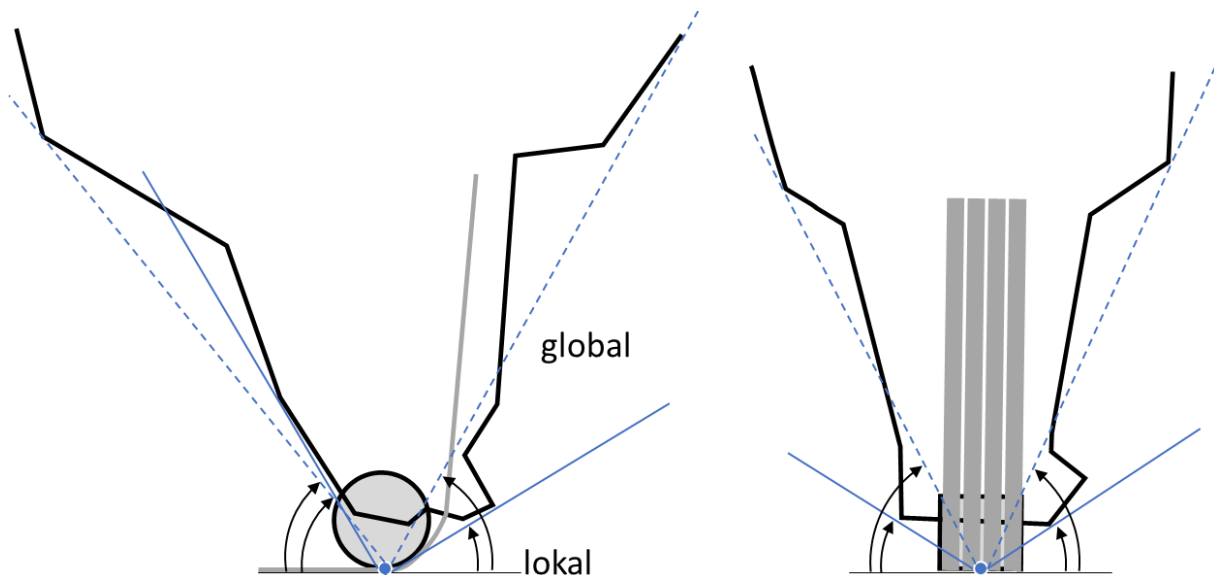


Bild 7: Definition von lokalen und globalen Keilwinkeln zwischen einer ebenen Ablage und dem Kopf mit eingebauter Heizeinheit und sämtlicher Anbauteile

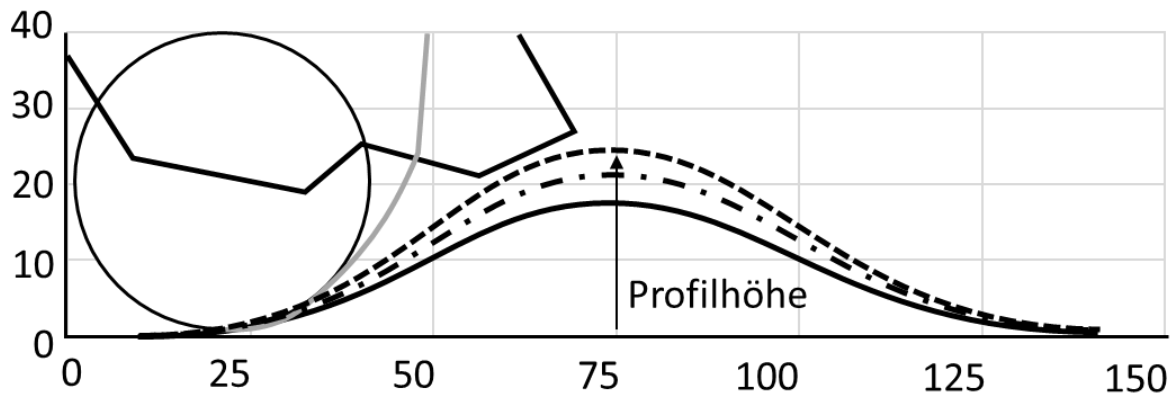


Bild 8: Definition von maximalen Profilhöhen, die vom Legekopf kollisionsfrei in 90° Richtung überfahren werden können mit eingebauter Heizeinheit und sämtlicher Anbauteile [mm]

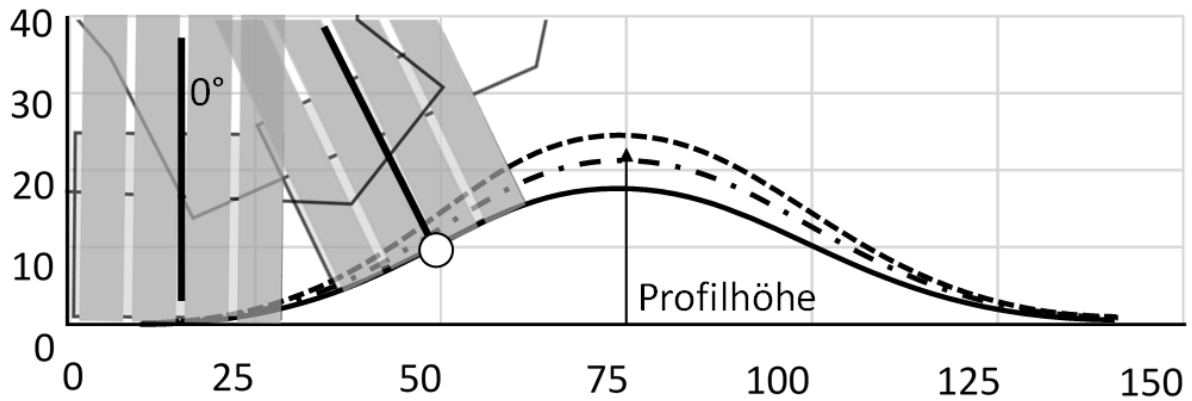


Bild 9: Definition von maximalen Profilhöhen, die vom Legekopf in 0° Richtung überfahren werden können mit eingebauter Heizeinheit und sämtlicher Anbauteile, sowohl senkrecht als auch in maximal geneigter Lage [mm]

2.4.2 Graphische Darstellungen Zellenmodifikation

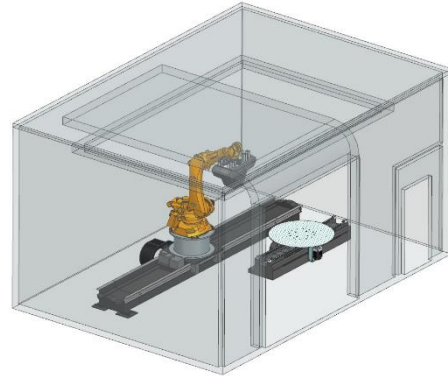
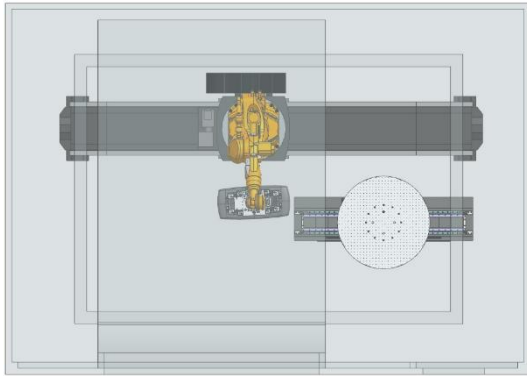
Dieser Abschnitt der Ausschreibung dient der graphischen Darstellung der zuvor spezifizierten Anforderungen der Zellenmodifikation. Es ist zu beachten, dass die in den Abbildungen enthaltenen Komponenten der Zellenmodifikation nur als Beispiel zu sehen sind. Abweichungen in Form, Größe und Funktion sind ausdrücklich erlaubt. Maßgebend ist allein das Einhalten der spezifizierten Anforderungen.

Bild 10 zeigt schematisch die unterschiedlichen Konfigurationen der Legezelle. Neben dem aktuell vorliegenden Zustand sind die beiden für die im Rahmen der Ausschreibung zu definierenden Komponenten relevanten Konfigurationen abgebildet. Je nach Konfiguration sind die Auflager der Wickelachse entsprechend der zwei diskreten Positionen entweder im großen- oder im kleinen Abstand montiert. Konfiguration 1 beschreibt den Zustand, in welchem die Auflager den maximalen Abstand haben. Gleichzeitig befindet sich die Hochgeschwindigkeitsachse auf ihrer Parkposition. Konfiguration 2 hingegen zeigt den minimalen Abstand der Auflager und die Hochgeschwindigkeitsachse in ihrer Arbeitsposition.

Bild 11 dient der Definition der räumlichen Positionierung der Wickelachsenaufleger in Bezug zur Linearachse des Roboters. Es ist zu beachten, dass sich die Maße auf die Oberfläche der Aufnahmeplatten der 1-Achs-Positionierer beziehen. Mithilfe der Ziffern 1-3 sind die unterschiedlichen Montagepositionen definiert. Position 1 entspricht der festen Montageposition des linken Auflagers. Dieses enthält die Antriebseinheit und verbleibt in allen Zellenkonfigurationen stationär. Bei den Positionen 2 und 3 handelt es sich jeweils um Montagepositionen des rechten Auflagers der Wickelachse. Diese sind mit dem zuvor definierten Positionier- und Montagesystem zur variablen und wiederholgenauen Montage dieser Bauelemente auszustatten.

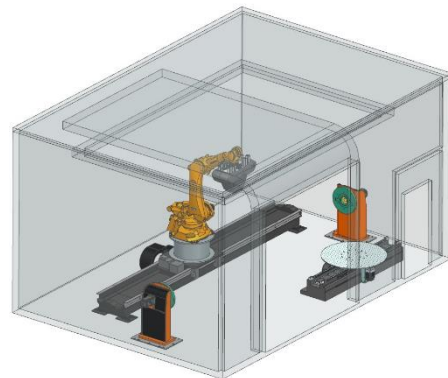
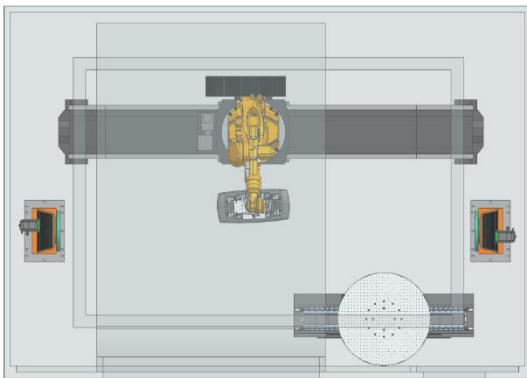
Bild 12 dient der Definition der unterschiedlichen Positionen der Hochgeschwindigkeitsachse in Bezug zur Mittelebene der Linearachse des Roboters. Zu beachten sind dabei die beiden diskreten Positionen (Arbeits- & Parkposition). Das mitzuliefernde Luftkissensystem dient der Bewegung der Hochgeschwindigkeitsachse zwischen diesen beiden Positionen. In der Parkposition ist das zuvor beschriebene Positionier- und Montagesystem zur wiederholgenauen Ausrichtung der Hochgeschwindigkeitsachse umzusetzen.

aktueller Zustand



Konfiguration 1

(Wickelachsenaufleger in maximalem Abstand, Hochgeschwindigkeitsachse in Parkposition)



Konfiguration 2

(Wickelachsenaufleger in minimalem Abstand, Hochgeschwindigkeitsachse in Arbeitsposition)

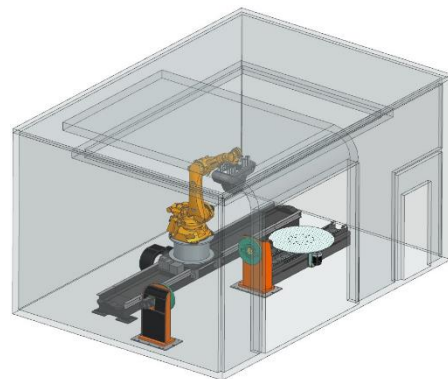
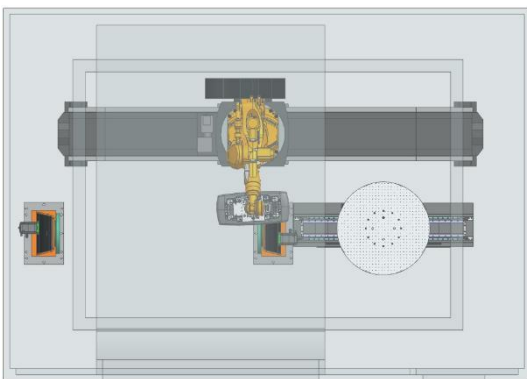


Bild 10: Übersicht Zellenkonfigurationen

Leistungsverzeichnis

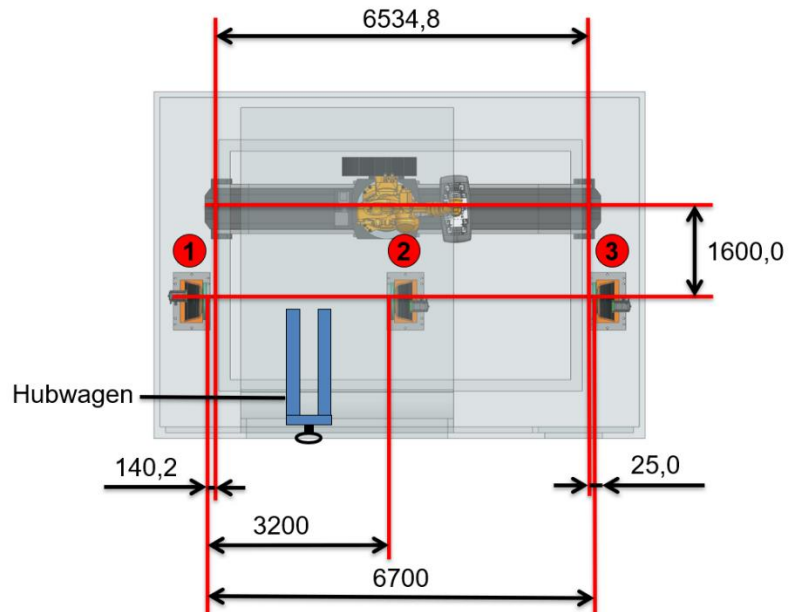


Bild 11: Abmessungen Zelle - Auflager Wickelachse (Maße in mm, Bezug auf Mittelebene & Enden der Linearachse beziehungsweise auf die Aufnahmeplatten der Wickelachsenauflager)

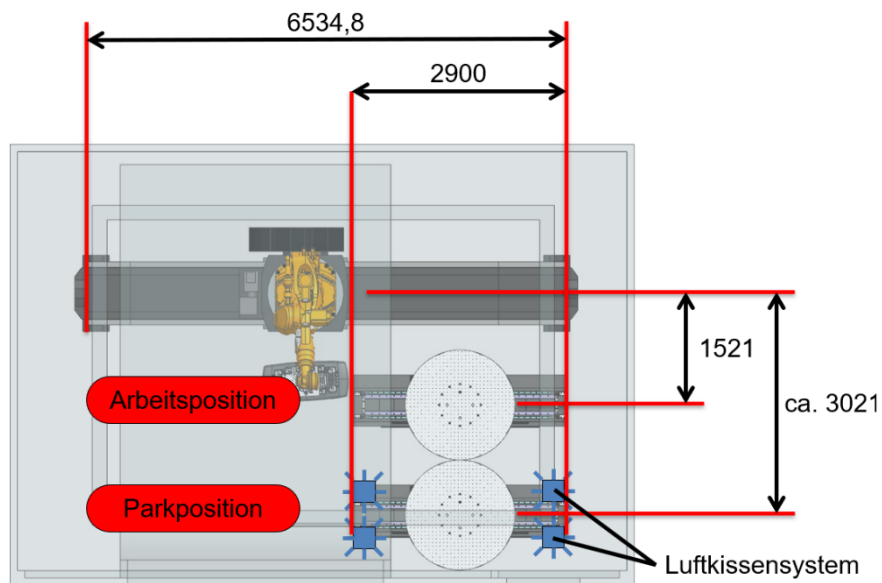


Bild 12: Abmessungen Zelle - Schienensystem Hochgeschwindigkeitsachse (Maße in mm, Bezug auf Mittelebene und Enden der Linearachse beziehungsweise der Hochgeschwindigkeitsachse)

2.5 Bewertungsschema

Bei der Ermittlung des wirtschaftlich günstigsten Angebots werden durch den Auftraggeber nachstehende Kriterien angewendet. Für jedes Bewertungskriterium können 0 bis 111 Punkte vergeben werden, die mit dem angegebenen Gewichtungsfaktor in die Endpunktzahl eingehen. Bei allen Berechnungen wird auf eine Nachkommastelle gerundet.

Nr.	Beschreibung	Kriterien
1	Preis (Gewichtung: 30%)	
	<p>Als maßgeblich wird der Gesamtpreis des Angebots, einschließlich aller Transport-, Ausstattungs-, Support- und Gewährleistungsoptionen gesehen. Laufende Kosten beispielsweise aus Dienstleistungen zu Support- und Gewährleistungsoptionen sind unzulässig bzw. sind im Zusammenhang mit dem Lieferauftrag im Vorhinein zu kontingentieren.</p>	Preiswertung
	<p>Das preisgünstigste Angebot erhält die volle Punktzahl. Ein Angebot, dessen Gesamtpreis doppelt so hoch wie der niedrigste Angebotspreis ist, erhält keine Punkte. Angebote, deren Preis zwischen dem niedrigsten Angebotspreis und dem doppelten niedrigsten Angebotspreis liegen, erhalten eine linear berechnete Punktzahl.</p> <p>Bitte beachten Sie die Preisobergrenze aus 1.7!</p>	Gewichtete Punktzahl
2	Liefertermin (Gewichtung: 30%)	
	<p>Als maßgeblich wird der zugesicherte Liefertermin inkl. Inbetriebnahme an den Hauptlieferort ab möglicher Auftragserteilung gesehen. Berücksichtigt werden nur Angebote, deren Liefertermin am oder vor dem 31.03.2027 liegt.</p>	Terminwertung
	<p>Das Angebot mit dem frühesten Liefertermin erhält die volle Punktzahl und das Angebot mit dem spätesten Liefertermin erhält 0 Punkte. Angebote, deren zugesicherter Liefertermin zwischen dem frühesten und dem spätesten Liefertermin liegen, erhalten eine linear berechnete Punktzahl.</p>	Gewichtete Punktzahl

Leistungsverzeichnis

3	Technischer Wert (Gewichtung: 40%)		
	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td data-bbox="263 324 1139 837" style="padding: 10px; vertical-align: top;"> <p>In die Bewertung fließen die mit „B“ gekennzeichneten Kriterien ein (das Nichterfüllen eines A-Kriteriums führt zum direkten Ausschluss). Werden die erwünschten Spezifikationen erreicht, werden die angegebenen Punkte vergeben, bei Abweichungen eine linear berechnete abweichende Punktzahl. Bei nicht genauer spezifizierten Angaben in der Leistungsbeschreibung werden die Angebote in Relation betrachtet, wobei das Angebot mit der optimalen Lösung volle Punktzahl erhält, die davon abweichenden eine linear berechnete und dementsprechend geringere Punktzahl.</p> </td><td data-bbox="1139 324 1402 837" style="text-align: center; vertical-align: middle;"> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 10px;"/> <div style="margin-bottom: 10px;">Technische Wertung</div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-top: 10px;"/> <div>Gewichtete Punktzahl</div> </td></tr> </table>	<p>In die Bewertung fließen die mit „B“ gekennzeichneten Kriterien ein (das Nichterfüllen eines A-Kriteriums führt zum direkten Ausschluss). Werden die erwünschten Spezifikationen erreicht, werden die angegebenen Punkte vergeben, bei Abweichungen eine linear berechnete abweichende Punktzahl. Bei nicht genauer spezifizierten Angaben in der Leistungsbeschreibung werden die Angebote in Relation betrachtet, wobei das Angebot mit der optimalen Lösung volle Punktzahl erhält, die davon abweichenden eine linear berechnete und dementsprechend geringere Punktzahl.</p>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 10px;"/> <div style="margin-bottom: 10px;">Technische Wertung</div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-top: 10px;"/> <div>Gewichtete Punktzahl</div>
<p>In die Bewertung fließen die mit „B“ gekennzeichneten Kriterien ein (das Nichterfüllen eines A-Kriteriums führt zum direkten Ausschluss). Werden die erwünschten Spezifikationen erreicht, werden die angegebenen Punkte vergeben, bei Abweichungen eine linear berechnete abweichende Punktzahl. Bei nicht genauer spezifizierten Angaben in der Leistungsbeschreibung werden die Angebote in Relation betrachtet, wobei das Angebot mit der optimalen Lösung volle Punktzahl erhält, die davon abweichenden eine linear berechnete und dementsprechend geringere Punktzahl.</p>	<hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-bottom: 10px;"/> <div style="margin-bottom: 10px;">Technische Wertung</div> <hr style="border: 0; border-top: 1px solid black; margin-top: 10px;"/> <div>Gewichtete Punktzahl</div>		

Ort, Datum

Unterschrift/Firmenstempel