

Produktionsintegrierte Qualitätssicherung in der Faserverbundfertigung für Flugzeugstrukturen

Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.

Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie - Standort Augsburg

Thomas Schmidt – 11.09.2014



Wissen für Morgen



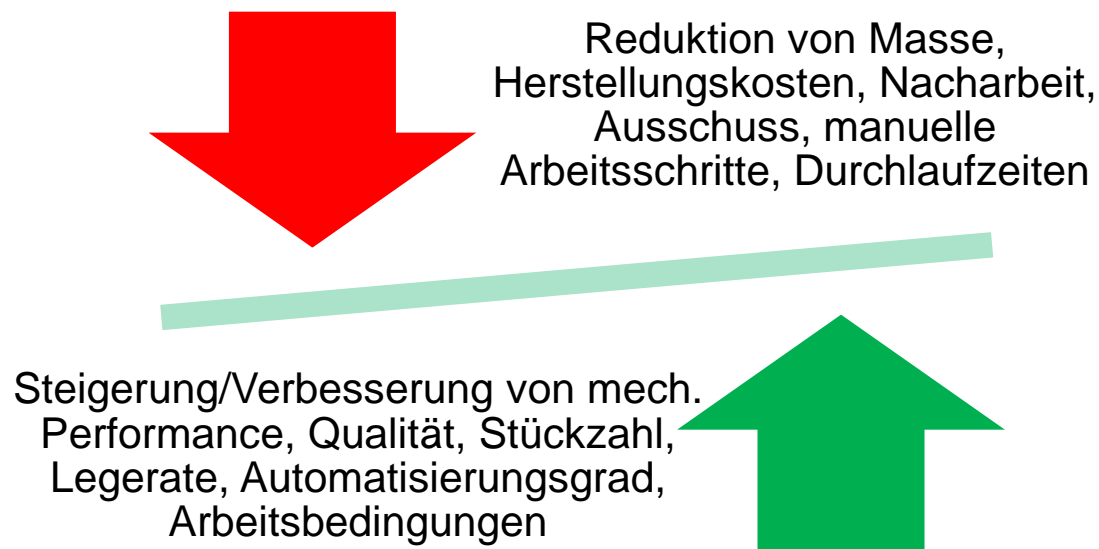
Inhalt

- Status Quo in der Luftfahrt
- Herausforderungen an die Produktionstechnologie
- Kompetenzfelder ZLP Augsburg
- Ansatz PI-QS
- QS beim Preforming
- Endbauteilprüfung
- Zusammenfassung
- Ausblick



Status Quo in der Luftfahrtindustrie

- Starke Nachfrage an Produktionskapazität im Bereich der CFK-Primärstrukturen → Ramp Up hält noch an
- Trend bezüglich strukturell hoch integrierter Strukturen → geometrisch ausladend und komplex
- Anforderungen



Herausforderung an die Produktionstechnologie

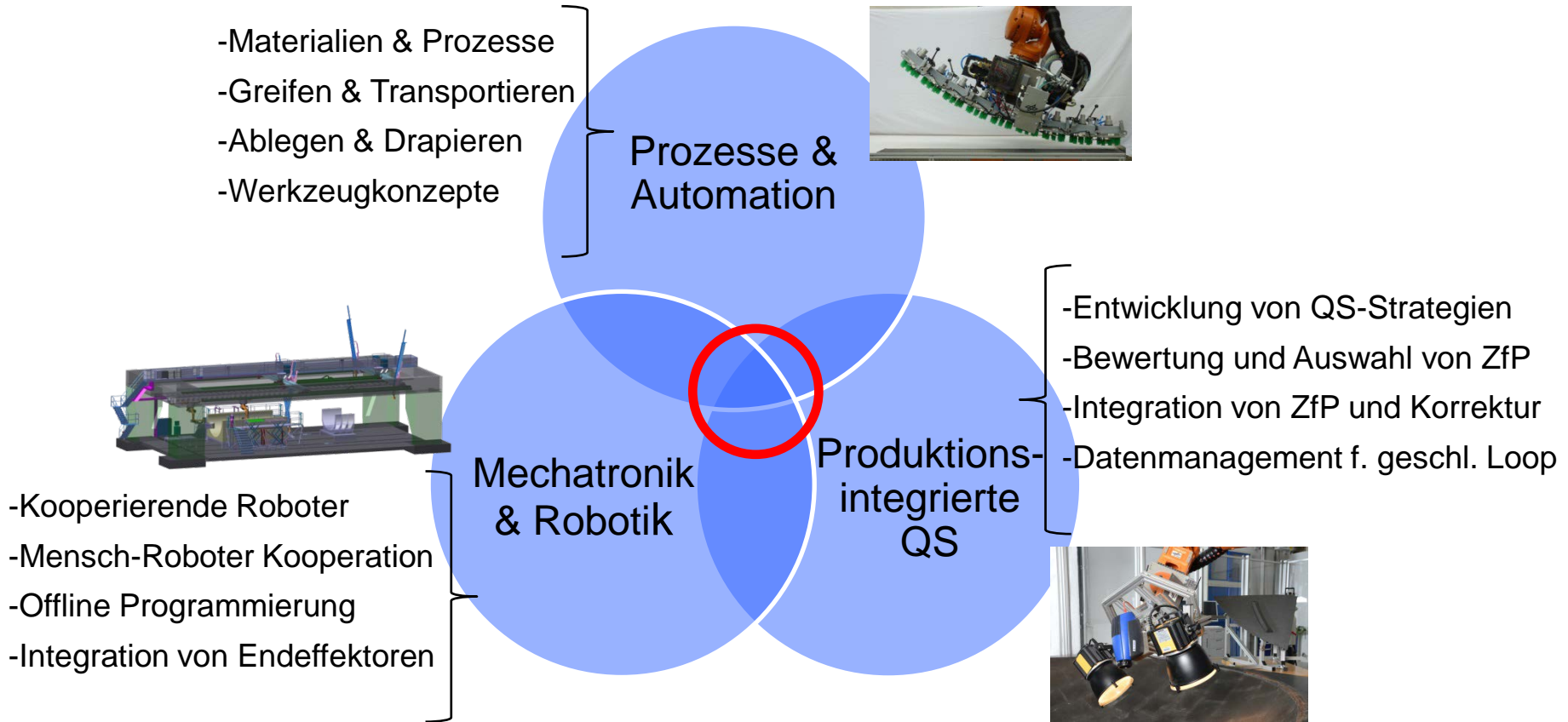
- Mögliche Prozesskette: Trockenfaserablage und Infiltrationstechnik
 - Moderne MAGs und andere textile Architekturen weisen exzellente mechanische Eigenschaften auf
 - Heutige Infiltrationsharzsysteme erfüllen Luftfahrtanforderungen
 - Reduzierte Prozesskosten
 - Keine Kühlkette notwendig
 - Potential für den Hersteller, Risiko und Verantwortung zugleich



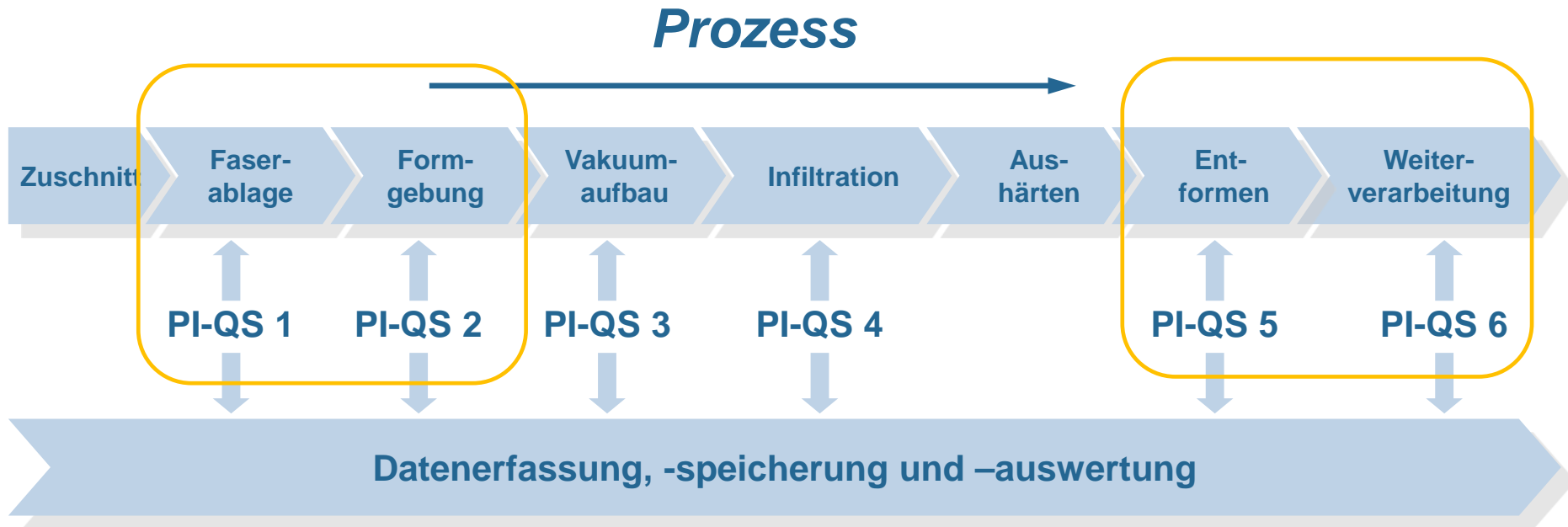
Chance und Herausforderung für die
produktionsintegrierte Qualitätssicherung



Kompetenzfelder & Forschungsschwerpunkte ZLP-AU



Produktionsintegrierte QS am ZLP Augsburg



Produktionsintegrierte QS

Preforming - Faserorientierung

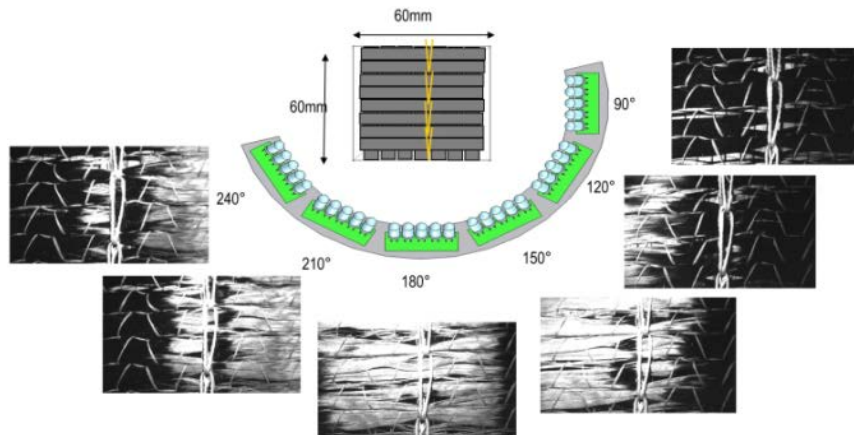
Kamerabasierte Systeme

Variante 1

- Direktbeleuchtung mit segmentierter Lichtquelle
- Schnittstellen für die Integration in Roboterzelle
- Forschungsziele:
 - Automatisierter Soll/Ist Vergleich
 - Messwerttransformation in Bauteilkoordinatensystem (3D)



Quelle: Profactor



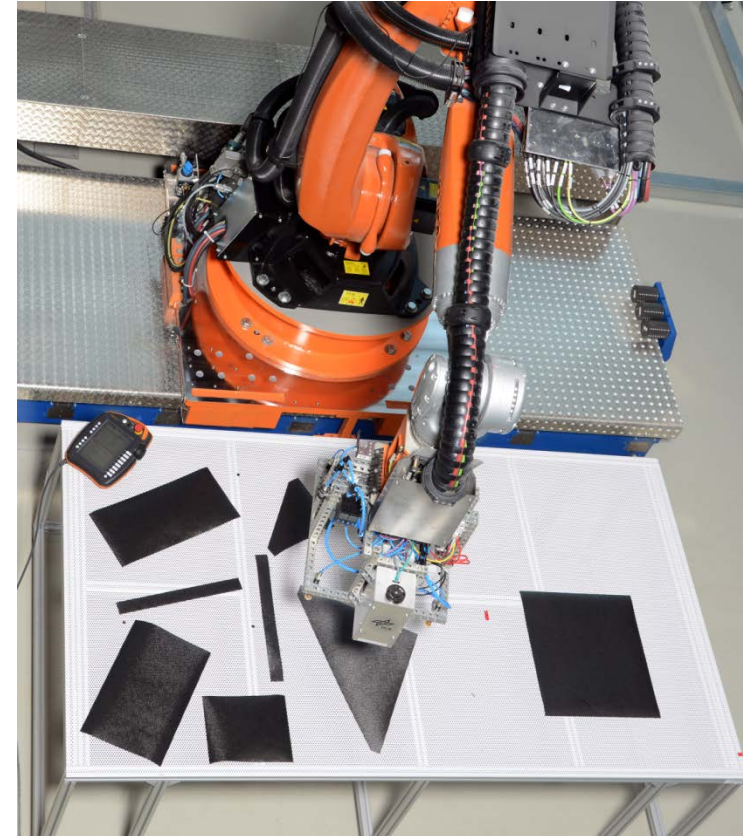
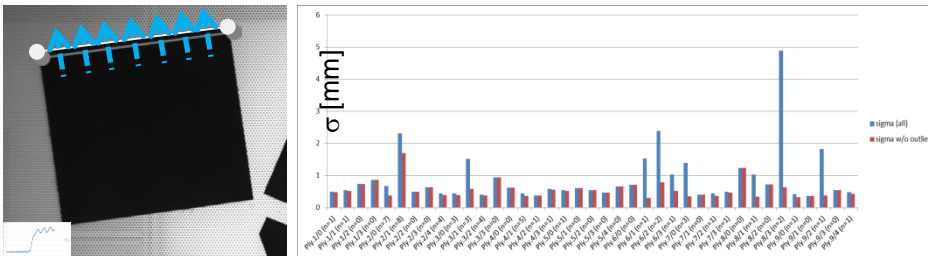
Produktionsintegrierte QS

Preforming - Kantenposition und Faserorientierung

Kamerabasierte Systeme

Variante 2

- Direktbeleuchtung mit polarisiertem Licht und Filteroptik
- Eigenentwicklung zum Zwecke der Greiferintegration
- Forschungsziele:
 - Autonomes Greifen mit integrierter QS

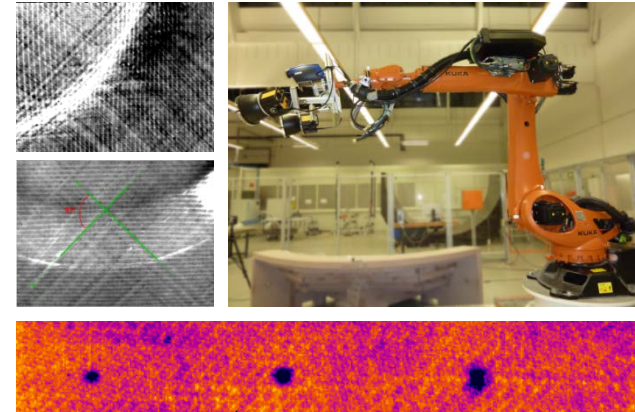


Produktionsintegrierte QS

Endbauteil - Delaminationen und Porositäten

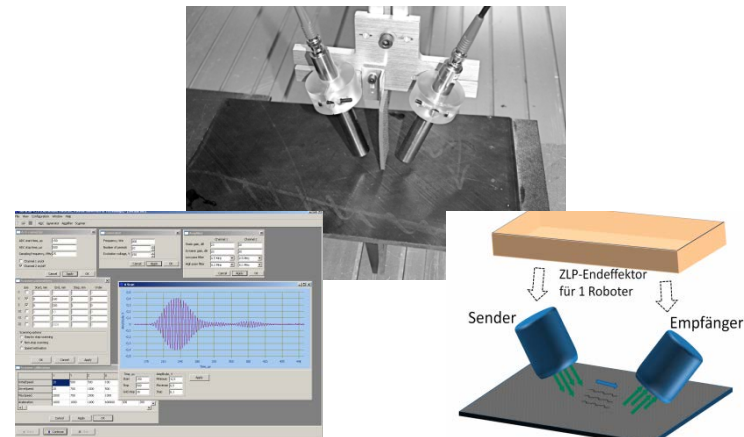
Automatisierte optisch angeregte Lock-In Thermographie

- Inline QS im Preformzustand und Bauteil im Endzustand mit EINER Methode
- Automatisierung durch Integration in die Robotersteuerung
- Defektlokalisierung auch bei großen Bauteilen



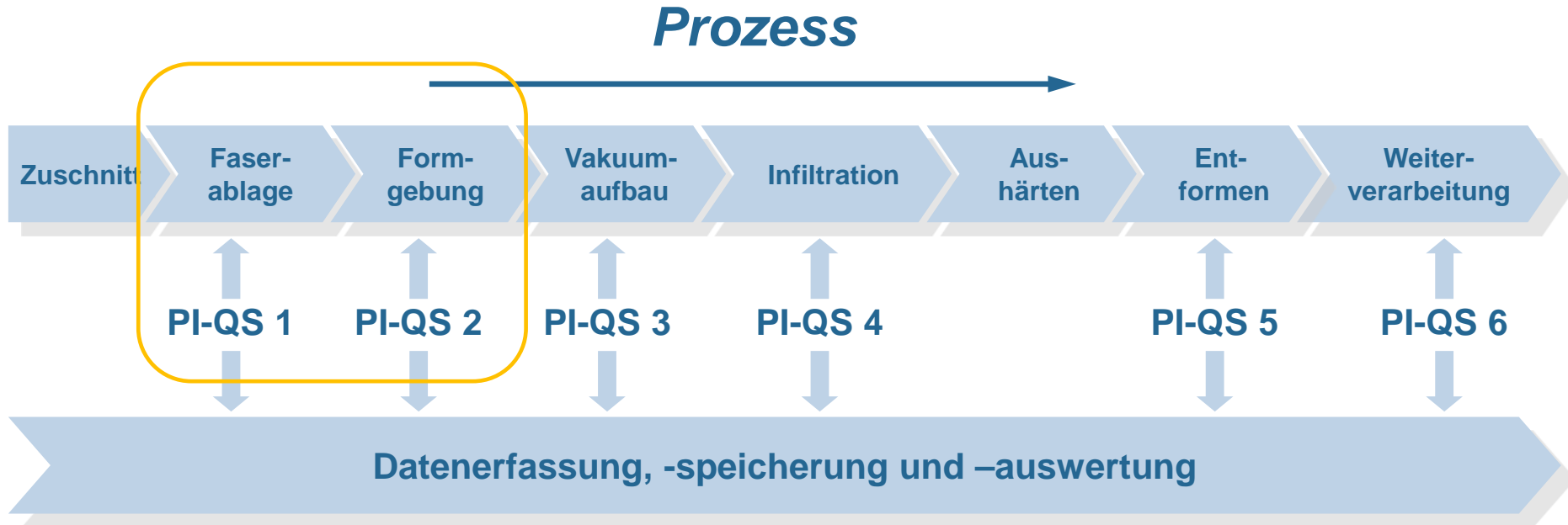
Automatisierte Luftultraschallprüfung

- Berührungslose Messung in Reflexion für monolithische und Sandwichbauteile
- Defektlokalisierung durch Einbringung von Lambwellen

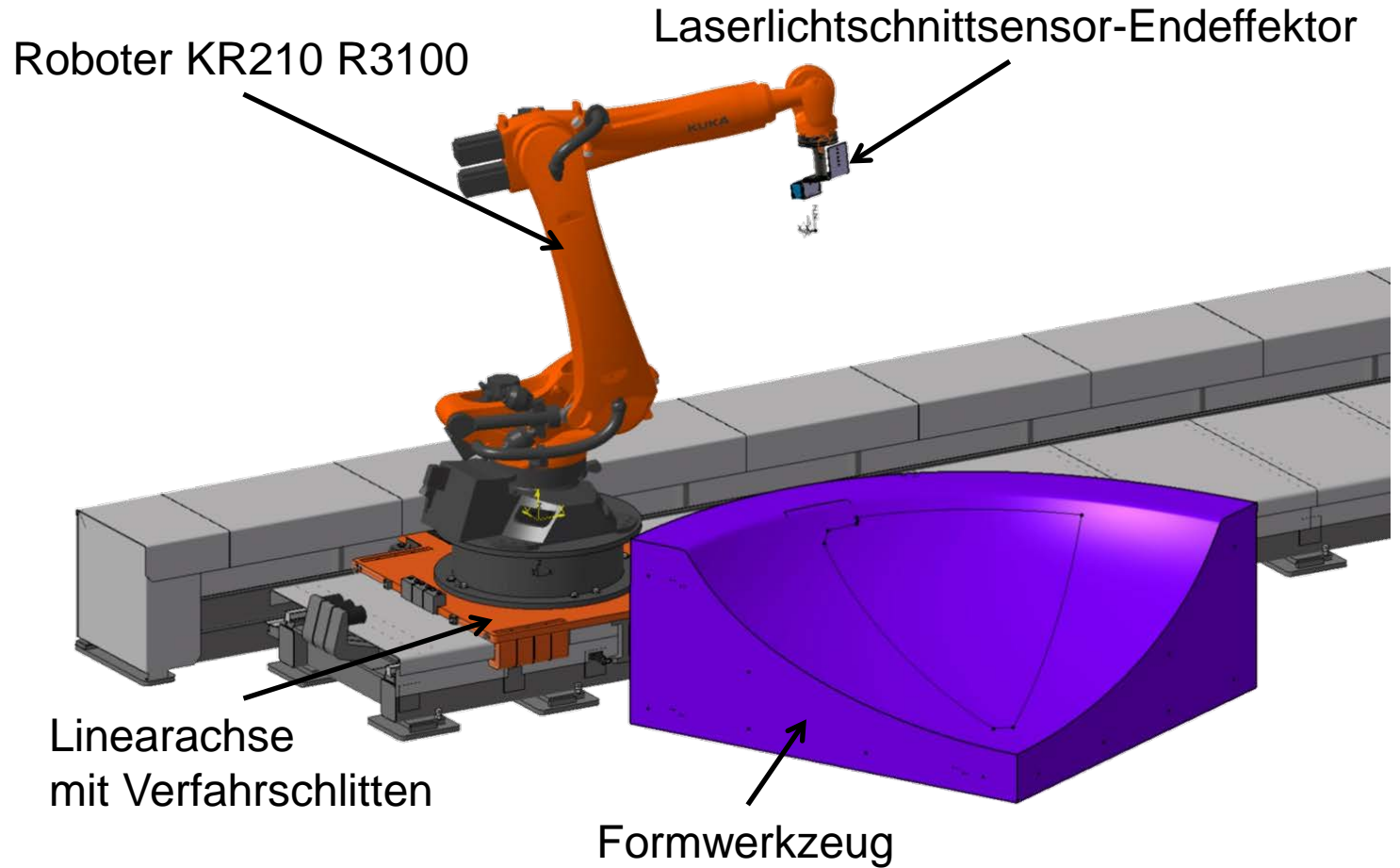


Qualitätssicherung Preforming - Kantenposition

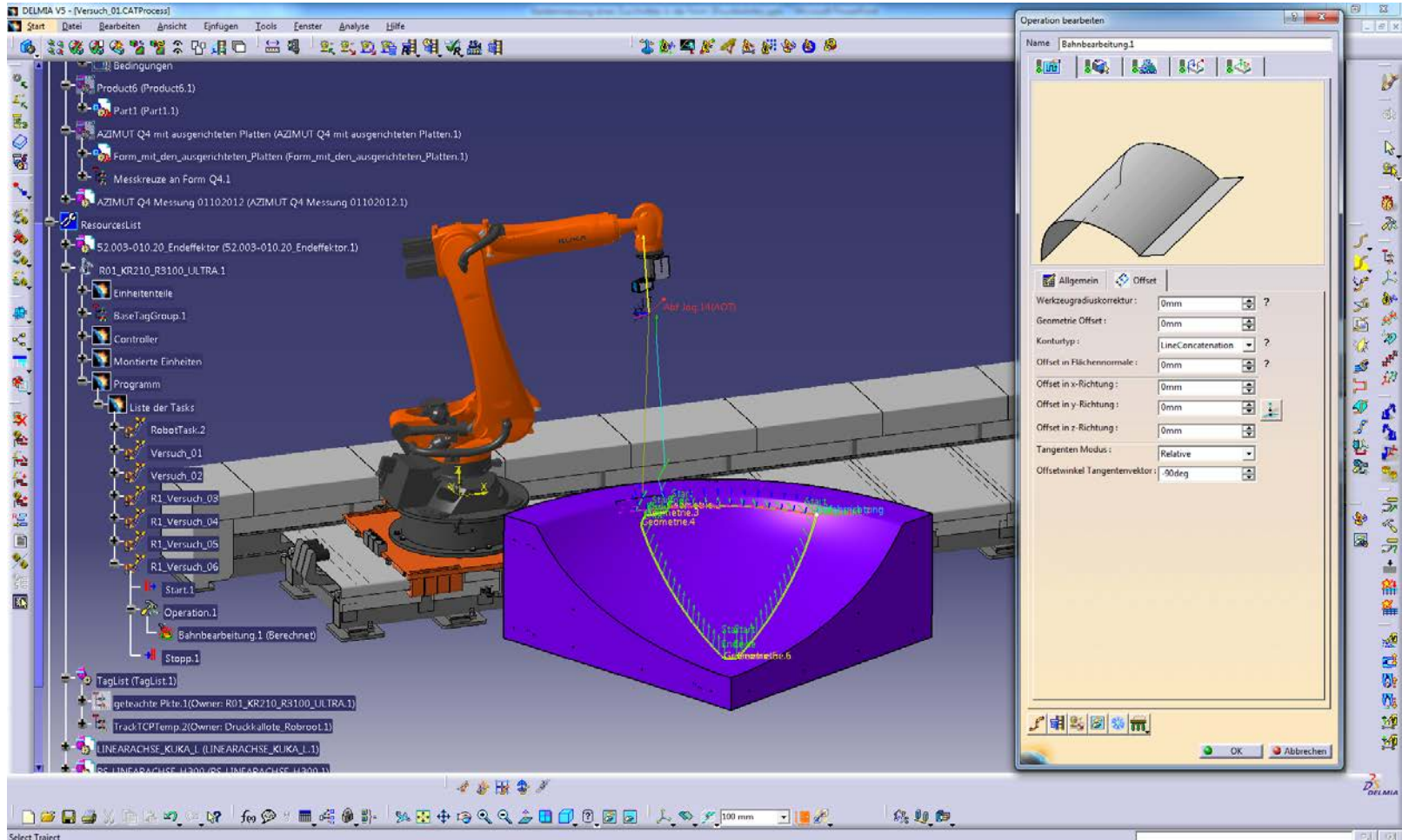
Automatisierte Vermessung von Zuschnittspositionen



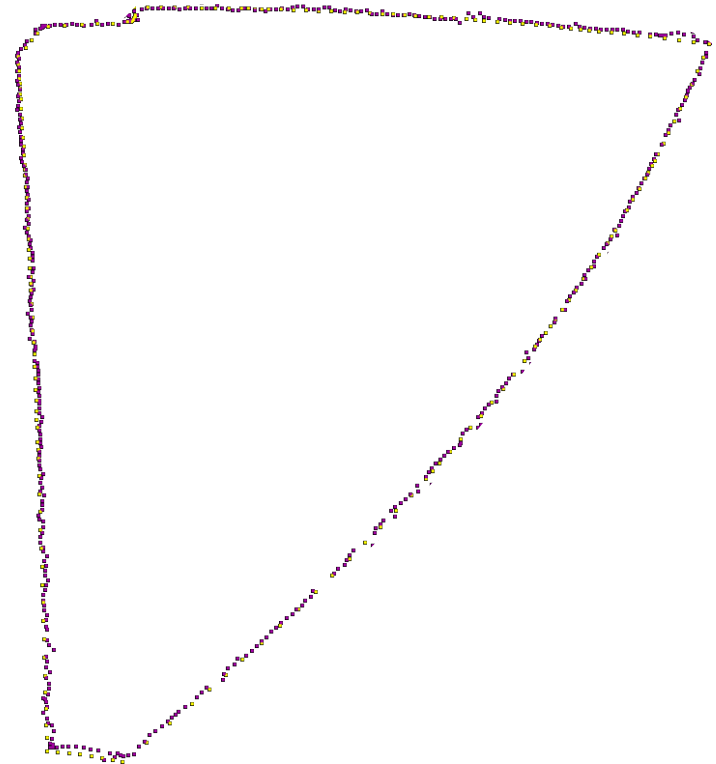
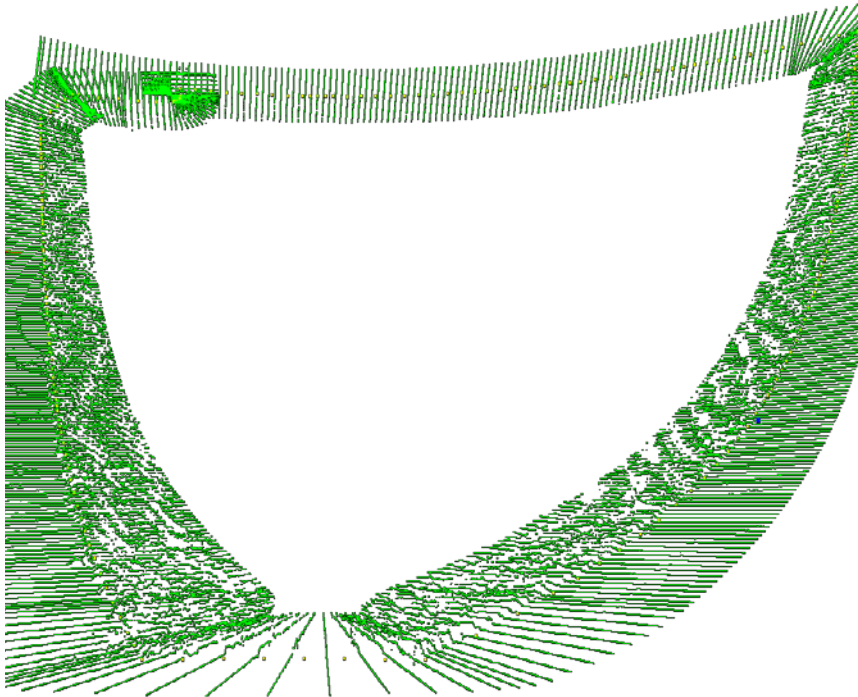
Automatisierte Vermessung von Zuschnittpositionen



Offlineprogrammierung der Kontur

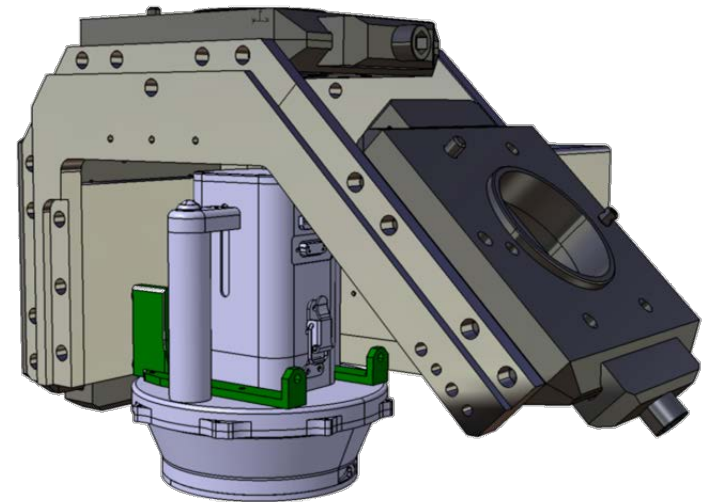
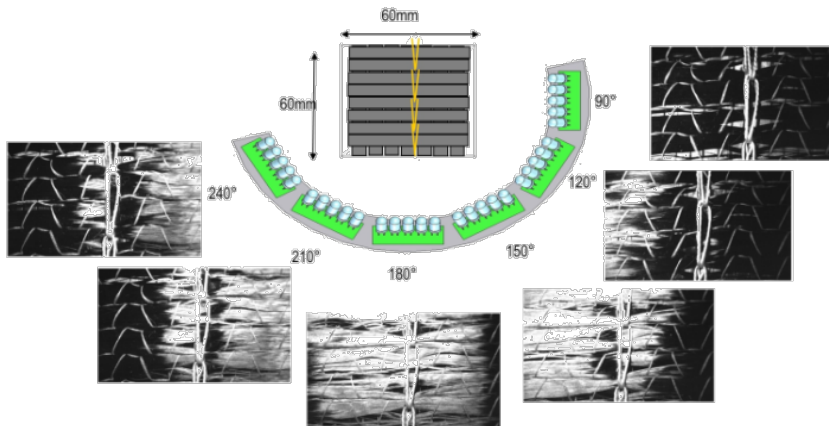


Darstellung der Messprofile und Soll/Ist Vergleich



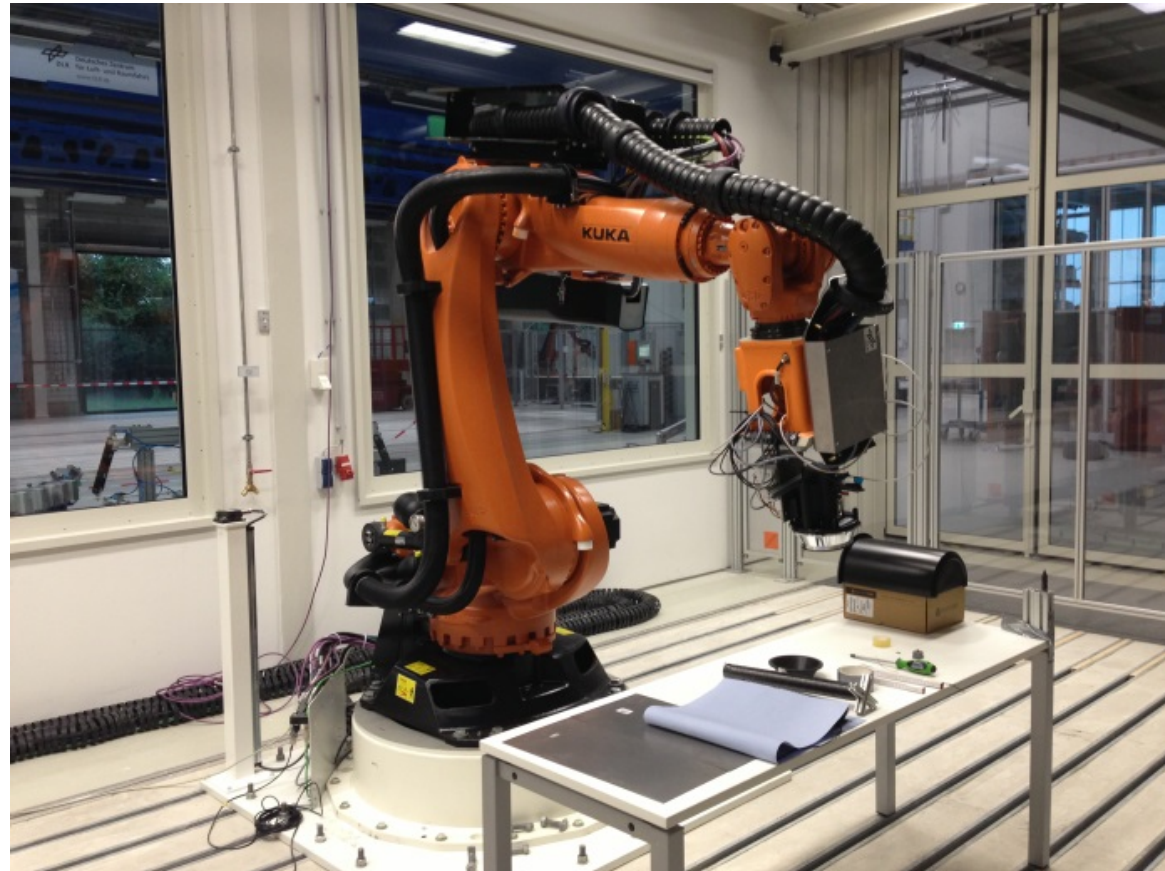
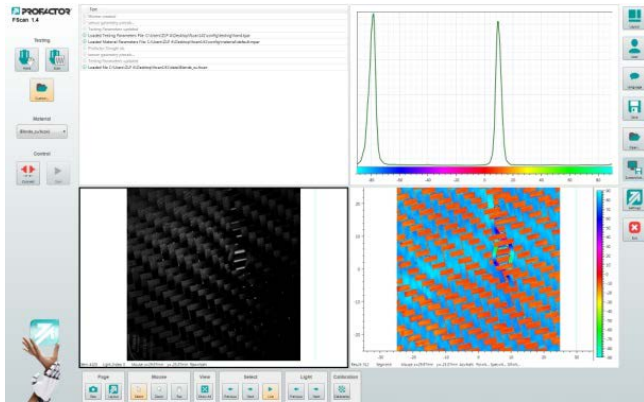
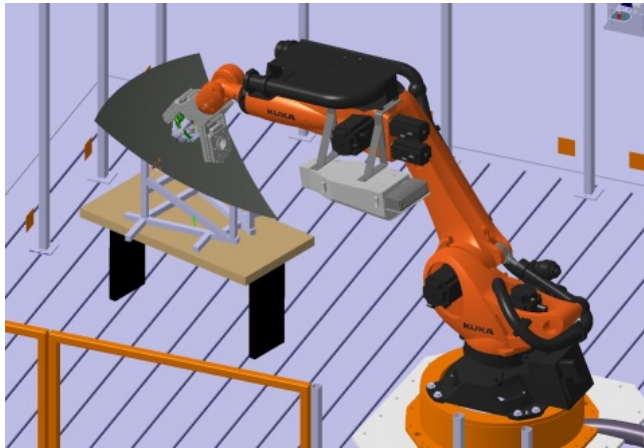
Qualitätssicherung Preforming – Faserorientierung

- Elektrische und steuerungstechnische Integration
 - Forschungsthema: flexible Übertragbarkeit auf andere Roboterzellen
- Entwicklung Automatisierungssoftware
 - Forschungsthema: Erweitere Funktionalität hinsichtlich automatisierter Auswertung

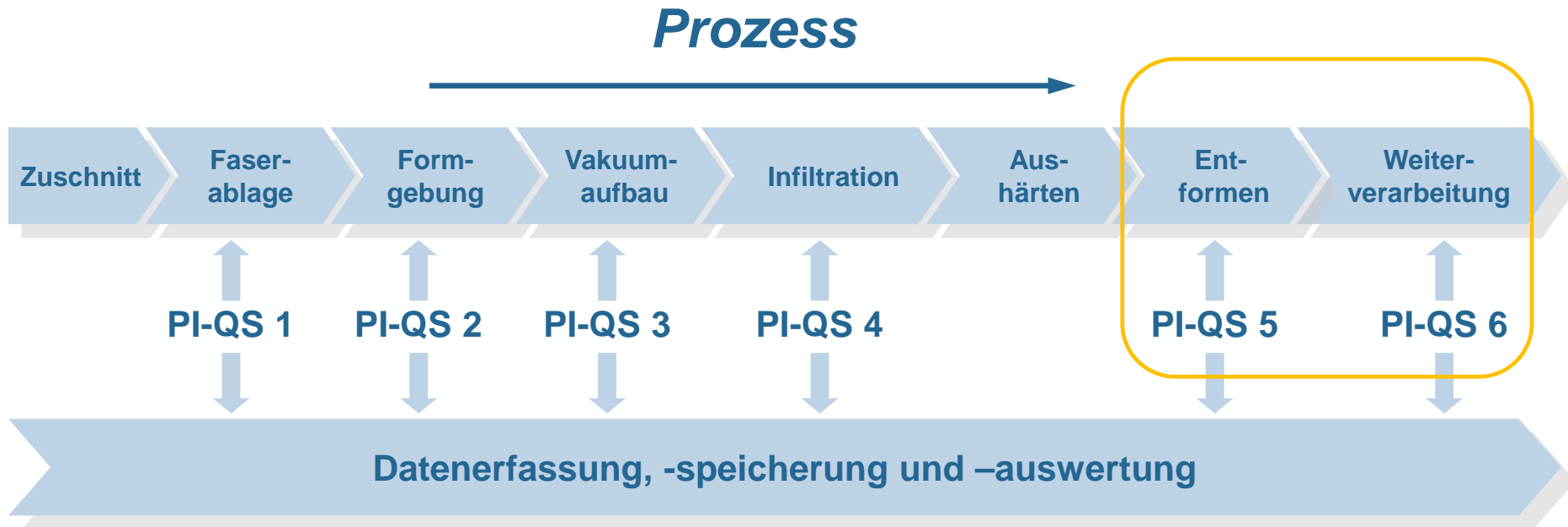


Qualitätssicherung Preforming – Faserorientierung

- Roboter Fahrprogramm-Erstellung mittels Offline Programmierung

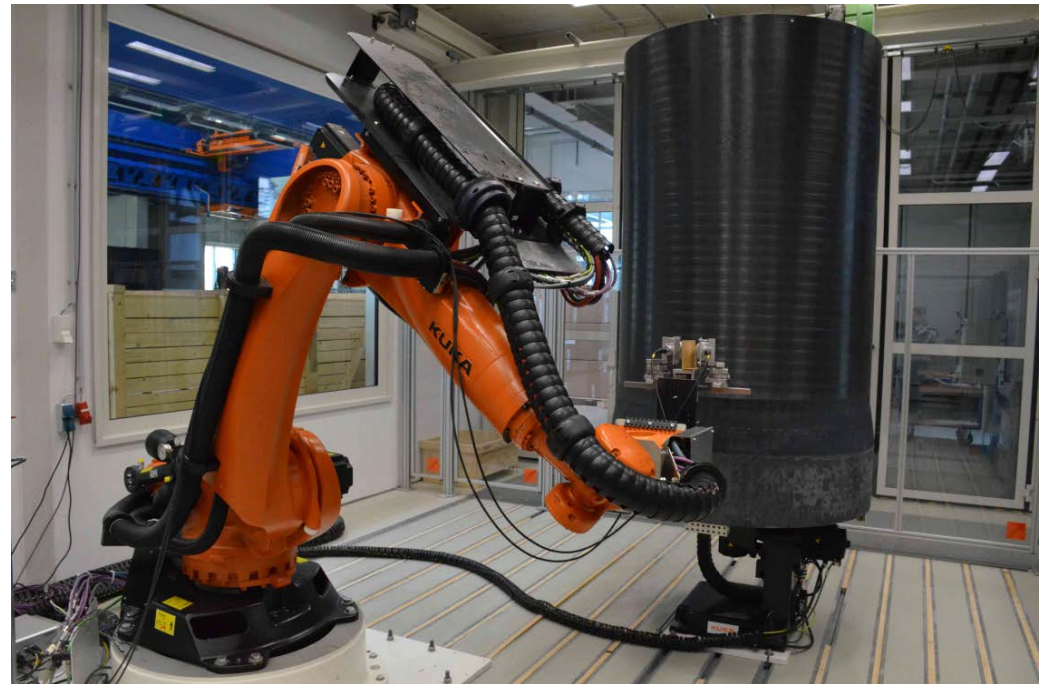


Automatisierte Luftultraschallprüfung



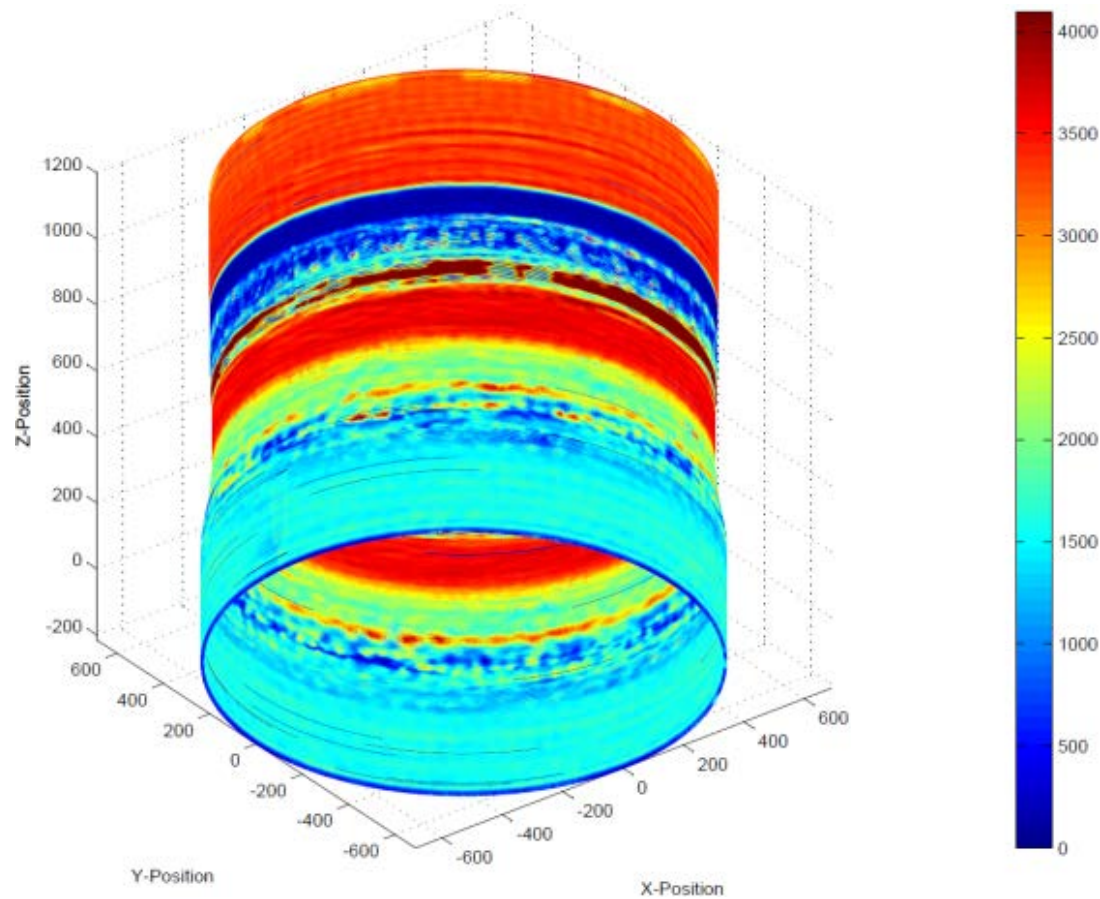
Luftultraschalltechnologie am ZLP Augsburg

- Prototypischer Endeffektor für Messung in Reflexion vorhanden
- Roboterintegration der Luftultraschallanlage abgeschlossen
- Verwendung des FSD (Fast Send Driver von KUKA) für KRC4
- Einbindung in Offline Programmierumgebung
- Eigenentwicklung für Auswertesoftware als Vorarbeit für Partner

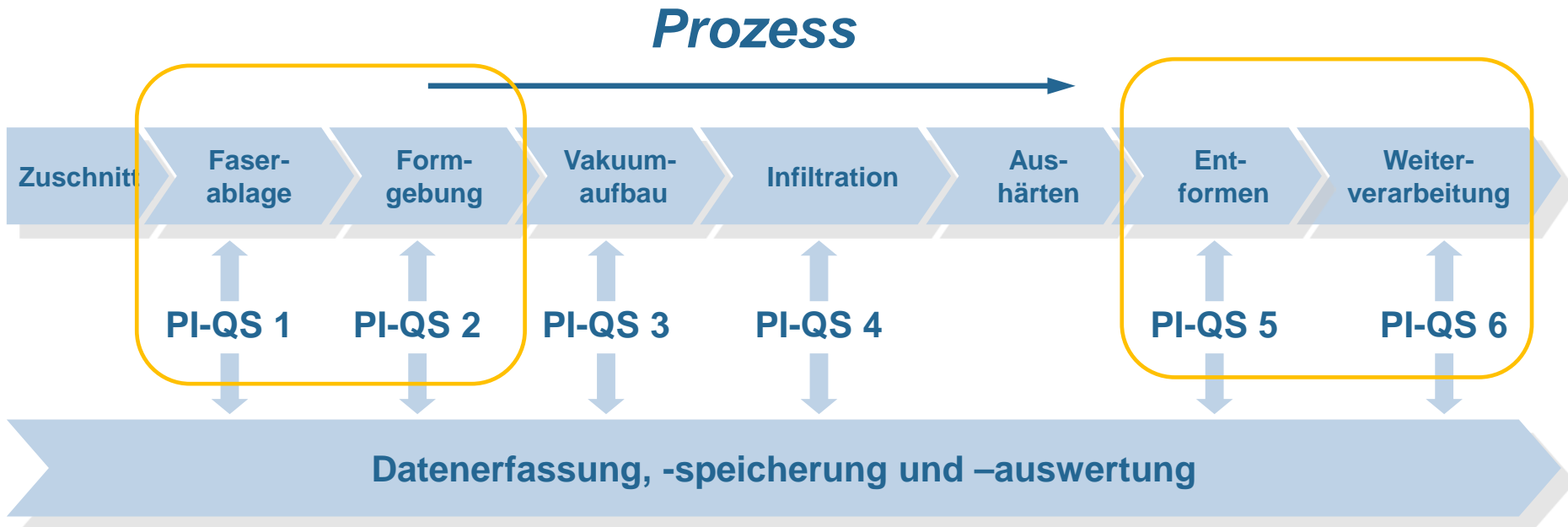


Visualisierung und Auswertung

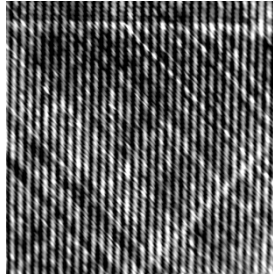
- 2D-Darstellung des C-Scans in allen Ansichten möglich
- 3D-Darstellung, jedes Farbpixel zeigt den Amplitudenmaximalwert an, Werte sind proportional zur Schall-Amplitude
- Positionen dargestellt nach x,y,z-Koordinaten im Bauteilkoordinatensystem



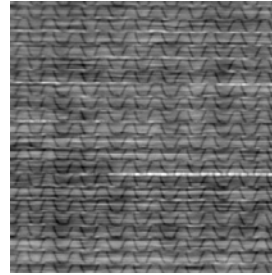
Produktionsintegrierte automatisierte Thermographie



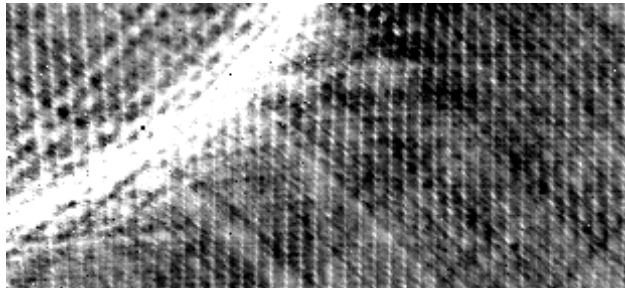
Optisch angeregte Lock-In Thermographie



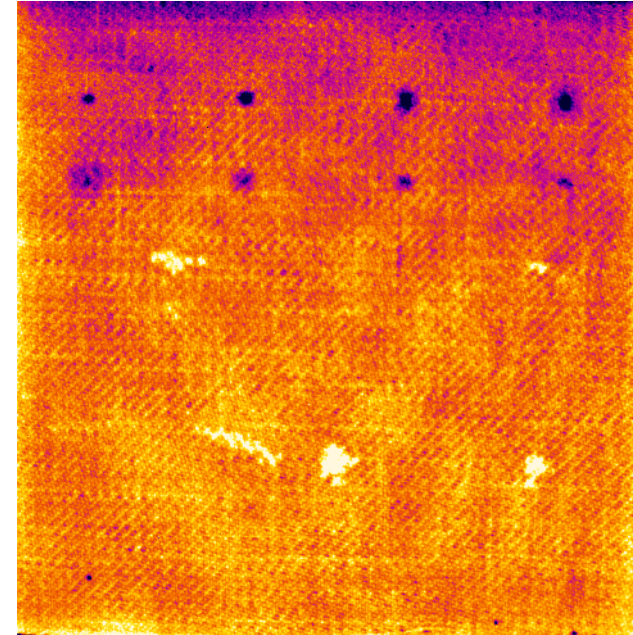
(a) Fehlender Roving



(b) Spalte



(c) Roving-Orientierung auf gekrümmten Flächen



Faserwinkel

Zuschnittsposition

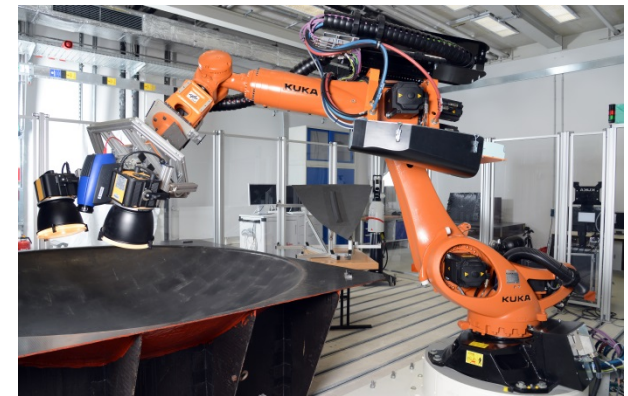
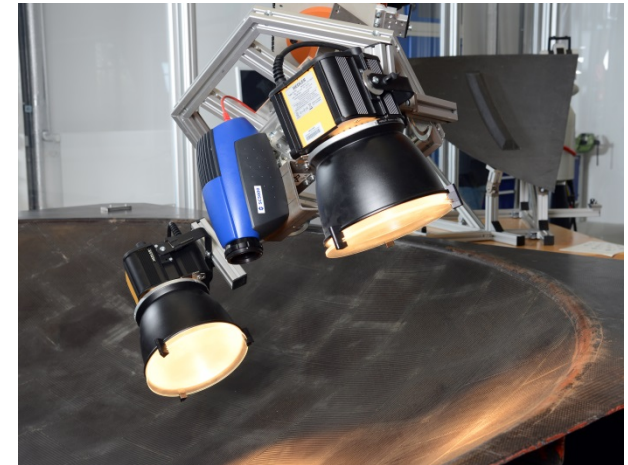
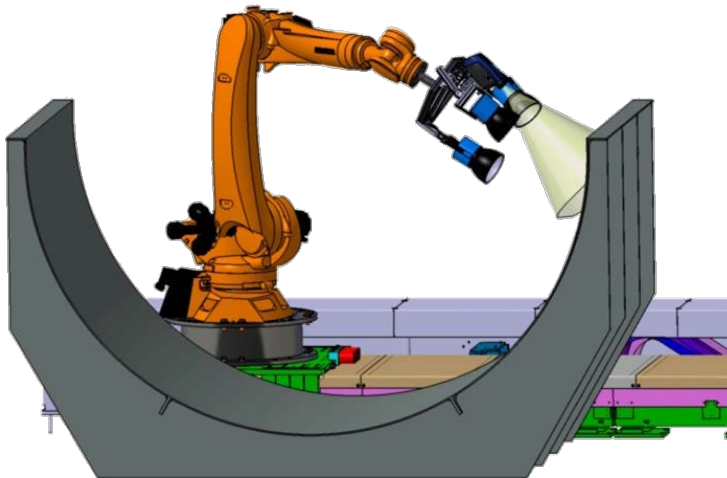
2D- Defekte (Delaminationen)

3D- Defekte (Porosität)



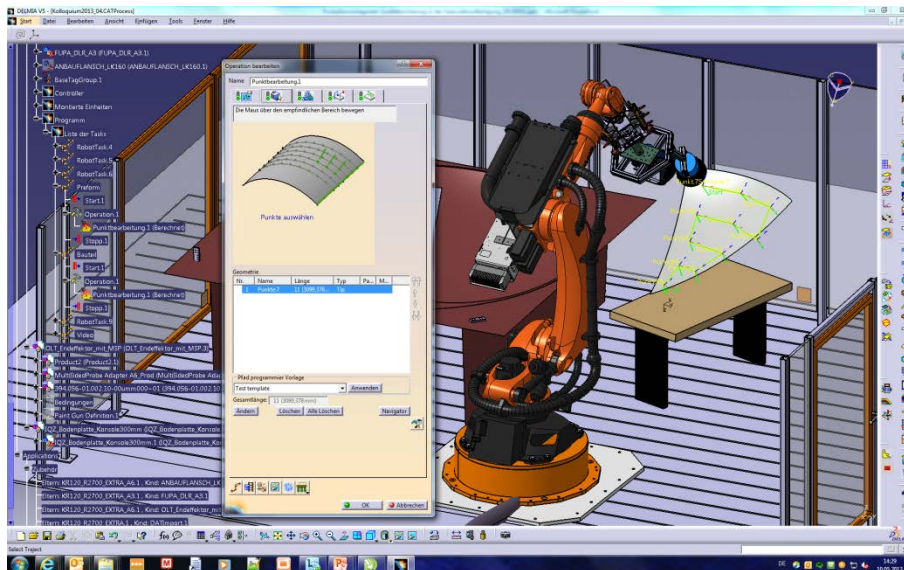
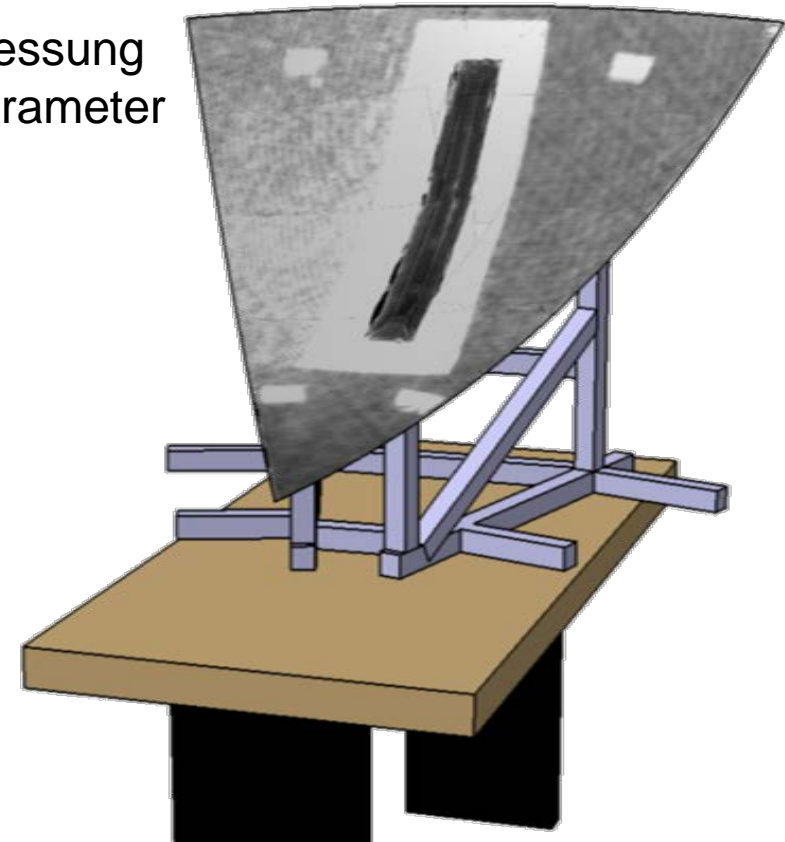
Endeffektor Prototyp

- Flexibler Aufbau
- Aufnahme von bis zu 3 Scheinwerfern
- Kameraneigung und Scheinwerferorientierung einstellbar
- Integriertes Steuerungskonzept



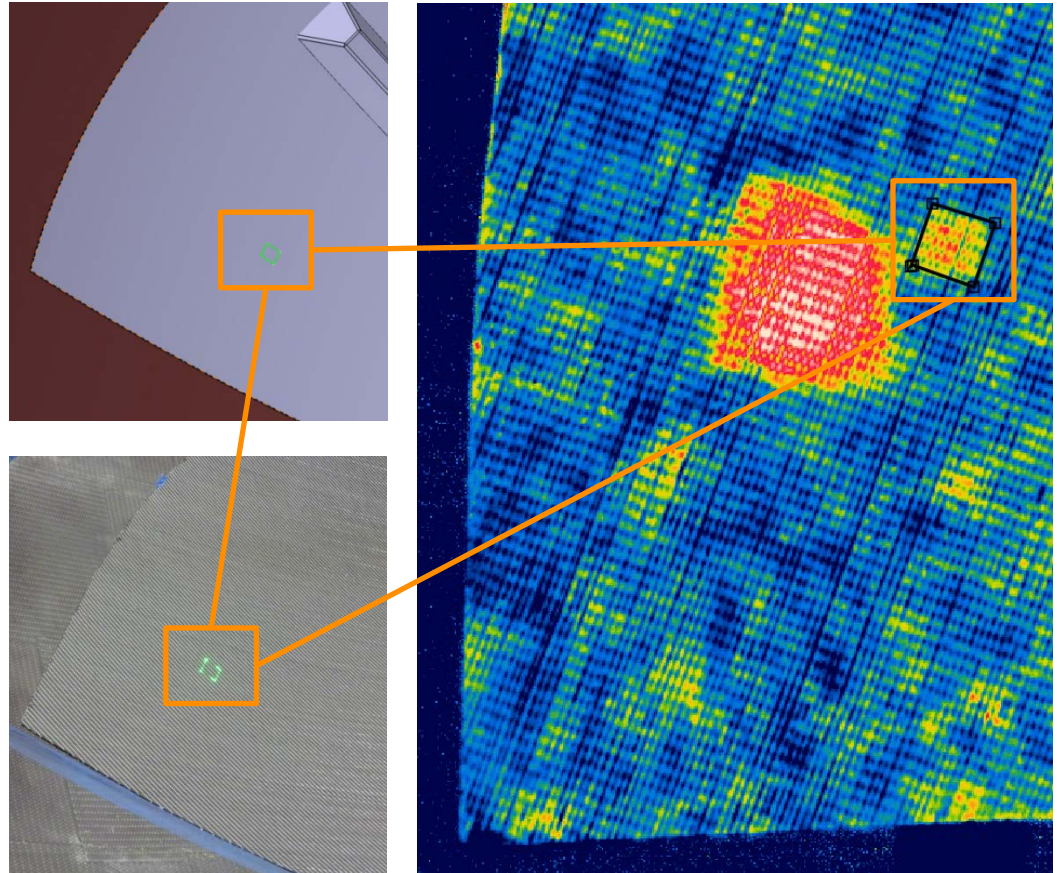
Messung am Endbauteil

- Vorgehensweise analog zur Preformmessung
- Verwendung unterschiedlicher Messparameter
- 11 Messfelder für ca. 1m²
- Messdauer ca. 12 Minuten



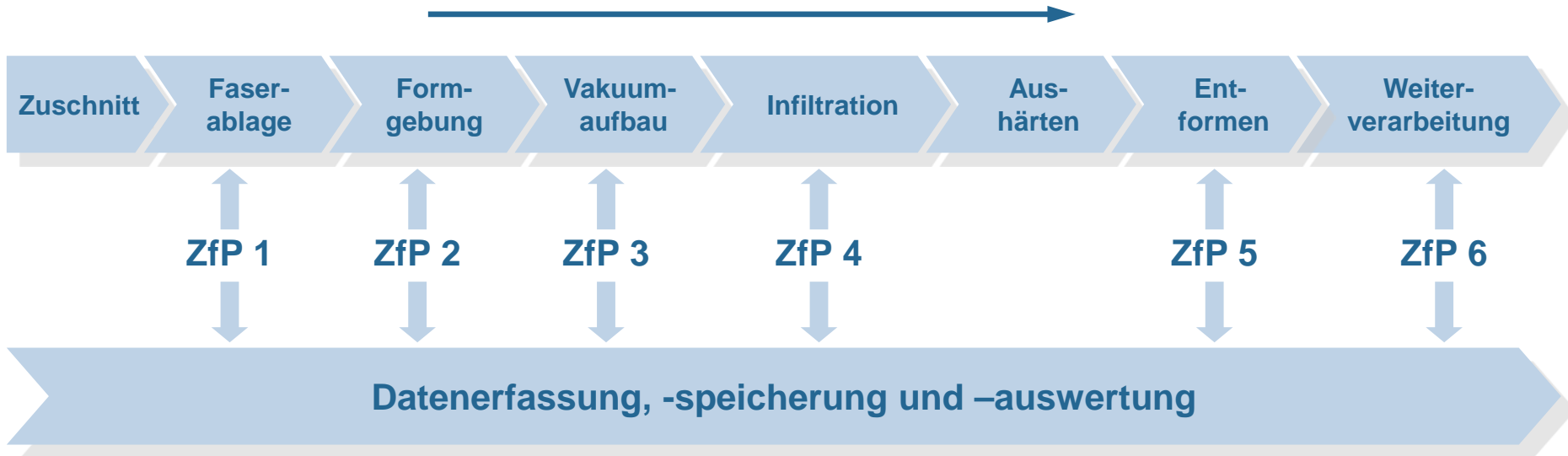
Ergebnisse ZfP

- Ort und Größe einer künstlich eingebrachten Delamination stimmen überein
- Inhomogene Struktur durch Infiltrationslaminat mit Abdrücken von Folie und Abreisgewebe auf der Oberseite sowie Porosität
- Übergroße Anzeige ist der Probenhalter

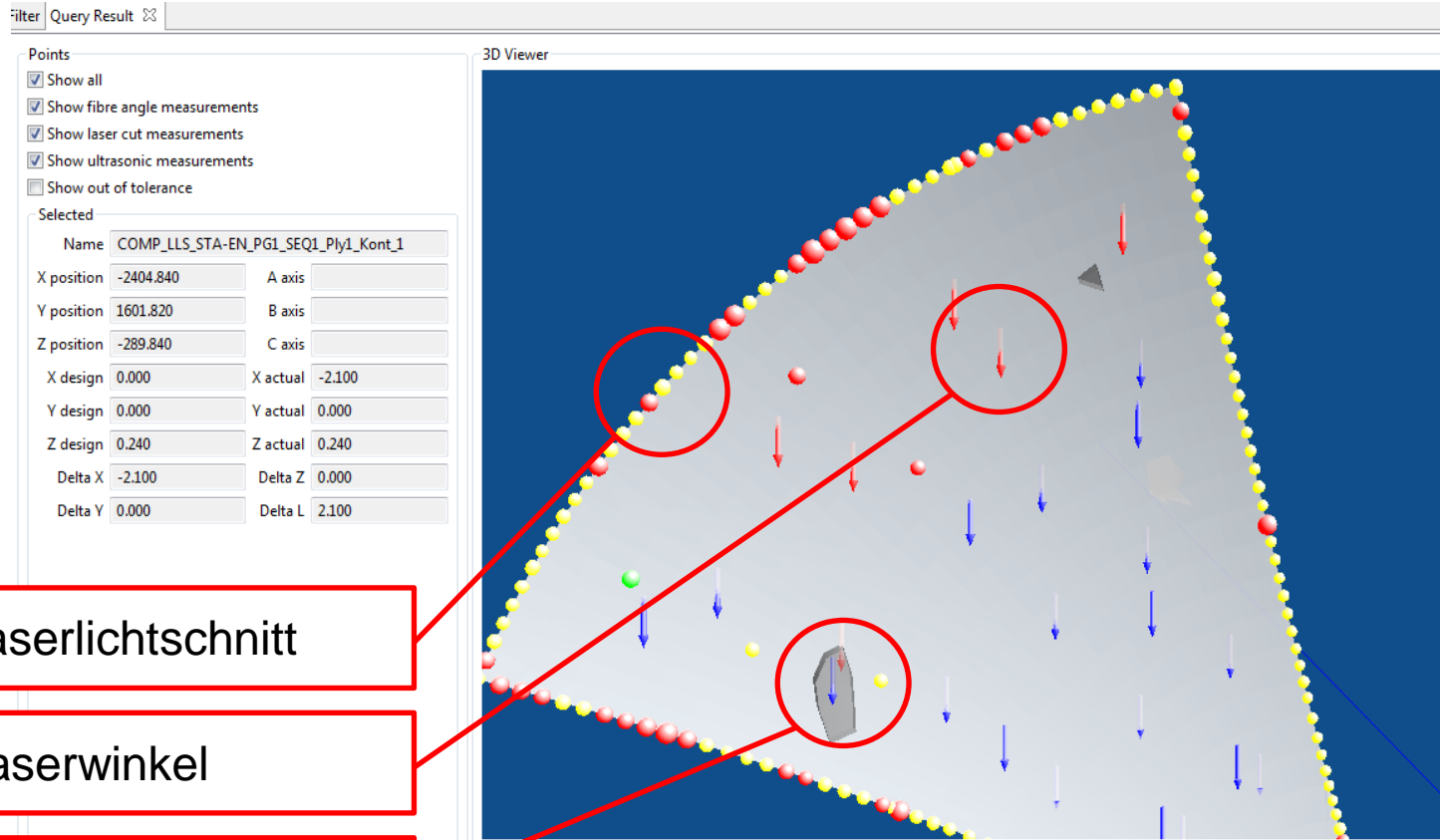


Produktionsintegrierte QS am ZLP Augsburg

Prozess



Datenerfassung, -speicherung und -auswertung



Laserlichtschnitt

Faserwinkel

Ultraschall



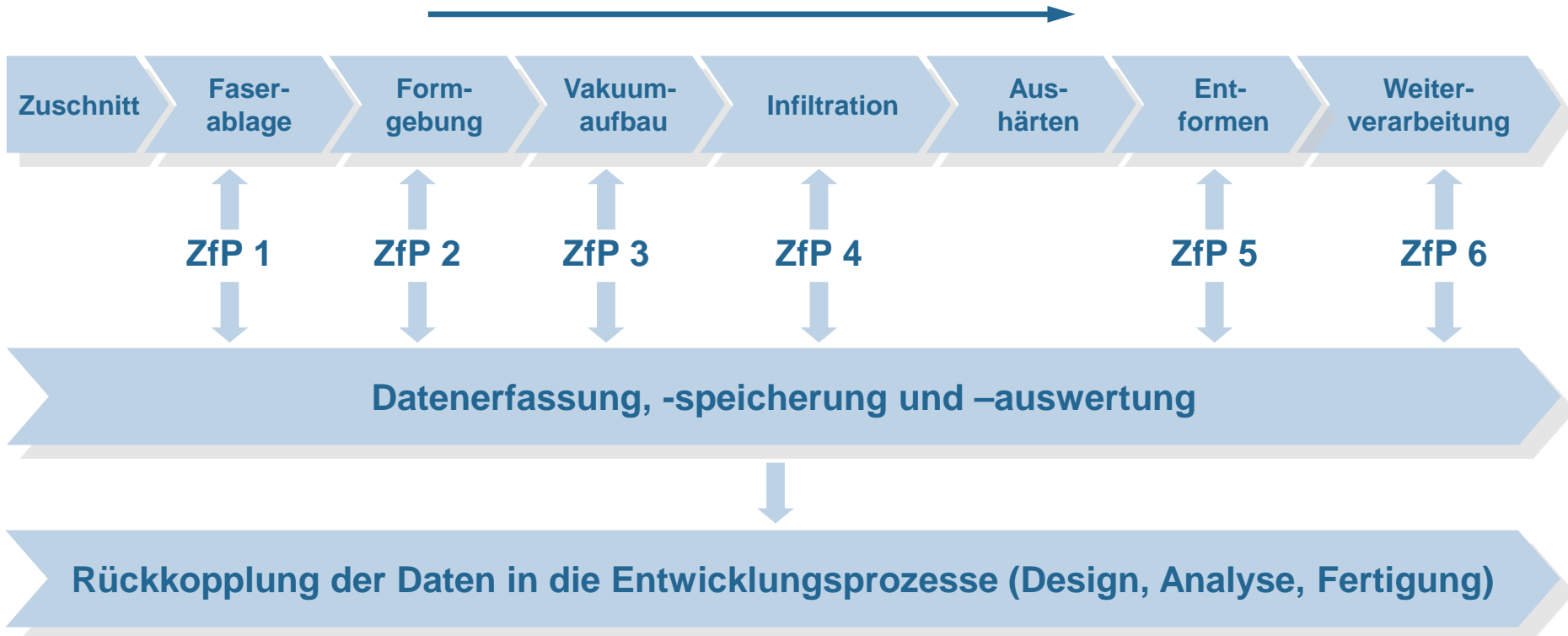
Zusammenfassung

- ZLP-A verfügt über unterschiedliche berührungslose Sensoriken
- Verschiedene Roboteranlagen erlaubt automatisierte und zerstörungsfreie Prüfung von großen Bauteilen mit komplexer Geometrie im Industriemaßstab
- Beispiele demonstrieren die Kommunikation zwischen Roboter und Sensoriksystem
- Datenaustausch und Koordinatentransformation zur Defektlokalisierung auch bei großen Strukturen



Ausblick

Prozess



Danksagung

Der Aufbau des ZLP Augsburg wurde gefordert durch die Stadt Augsburg, den Freistaat Bayern sowie das Bundeswirtschaftsministerium

Besonderer Dank gilt dem gesamten Team des DLR-ZLP Augsburg



Stadt
Augsburg



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Technologie

