

Innovative Handhabungs- und Qualitätssicherungskonzepte für die Automatisierung der Faserverbundfertigung

1. Augsburger Produktionstechnik-Kolloquium 2011
DLR, Institut für Bauweisen- und Konstruktionsforschung
SIGMA Technologiepark Augsburg, 18. Mai 2011

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart
Dr.-Ing. Johannes Schilp

Gliederung

1. Einleitung

2. Problemstellung und Zielsetzung

3. Innovative Handhabungskonzepte

- Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse
- Computerunterstützte Offline-Bahnplanung
- MRK in der CFK-Fertigung
- Kooperierende Roboter

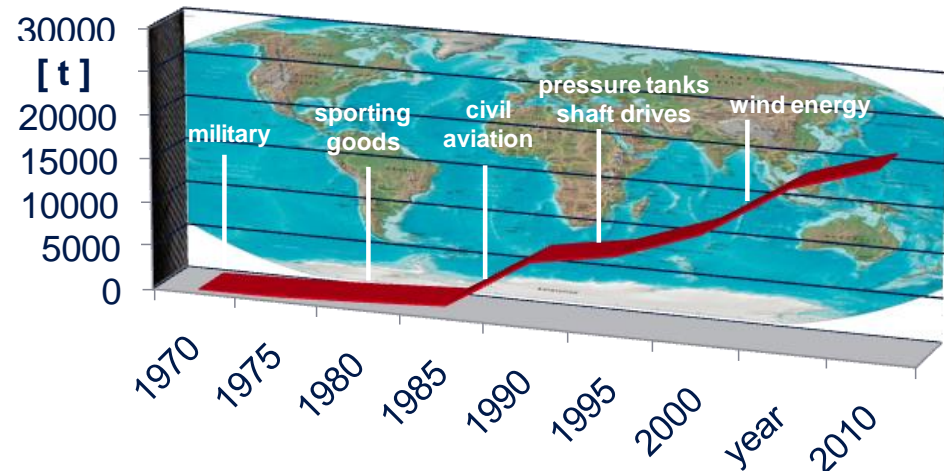
4. Qualitätssicherung in der CFK-Fertigungsprozesskette

- Qualitätssicherungstechnologien im CFK-Fertigungsprozess
- Automatisierte thermographische Prüfverfahren
- RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle

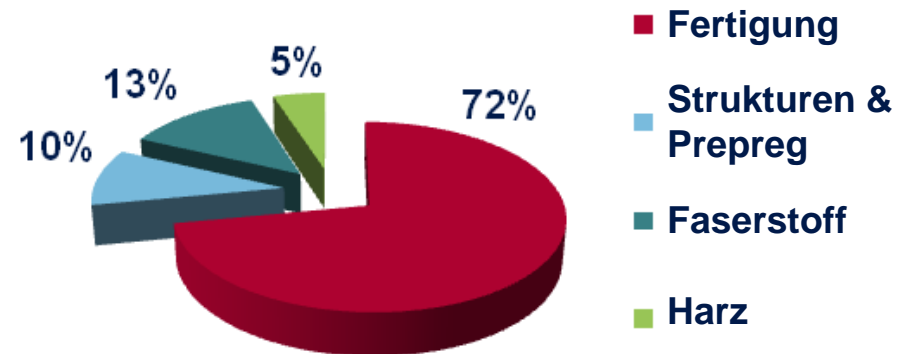
5. Fazit und Ausblick

Ausgangssituation

- Faserverbundwerkstoffe bieten großes Potenzial für den Leichtbau
- Branchenübergreifende Einsatzsteigerung von Faserverbundwerkstoffen
- Komplexe und neuartige Prozessschritte
- Hoher verpflichtender Dokumentationsaufwand
- Die aufwendigen manuellen Fertigungsinhalte stellen den größten Kostenfaktor dar



Entwicklung der weltweiten Nachfrage nach Kohlefasern
(NEITZEL ET AL. 2004)



Kostenzusammensetzung eines CFK-Bauteils
(FEHER ET AL. 2003)

Gliederung

1. Einleitung

2. Problemstellung und Zielsetzung

3. Innovative Handhabungskonzepte

- Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse
- Computerunterstützte Offline-Bahnplanung
- MRK in der CFK-Fertigung
- Kooperierende Roboter

4. Qualitätssicherung in der CFK-Fertigungsprozesskette

- Qualitätssicherungstechnologien im CFK-Fertigungsprozess
- Automatisierte thermographische Prüfverfahren
- RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle

5. Fazit und Ausblick

Handhabung und Montage

- Lange Prozesszeiten
- Hoher manueller Arbeitsanteil
- Diffizile Handhabungsparameter
- Viele Kontur- und Variantenunterschiede

Qualitätssicherung

- Hohe Qualitätsanforderungen für die Prozess-Wiederholbarkeit
- Fehlender Qualitätssicherungsstandard
- Keine durchgängige Verknüpfung in der Prozesskette

Zielsetzung

- Reduktion der Fertigungskosten und -zeiten
- Modulare Design Automation
- Durchgängiger automatisierter Ablauf durch Integration der Produktionssteuerung, Handhabung sowie Qualitätssicherung

Gliederung

1. Einleitung
2. Problemstellung und Zielsetzung
- 3. Innovative Handhabungskonzepte**
 - Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse
 - Computerunterstützte Offline-Bahnplanung
 - MRK in der CFK-Fertigung
 - Kooperierende Roboter
4. Qualitätssicherung in der CFK-Fertigungsprozesskette
 - Qualitätssicherungstechnologien im CFK-Fertigungsprozess
 - Automatisierte thermographische Prüfverfahren
 - RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle
5. Fazit und Ausblick

Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse

- Hohe Kosten und fehlende Prozesssicherheit durch manuelle Vorgänge
- Anspruchsvolle Materialeigenschaften und hohe Variantenvielfalt
- Hohe Qualitätsansprüche im Bezug auf Werkstoff- und Strukturintegrität
- Bedarf an automatisierten Handhabungs- und Montagesystemen
 - Flexibles Abräumen textiler Zuschnitte vom Schneidtisch
 - Flexibler, schichtweiser Lagenaufbau auf vielfältigen Formgeometrien



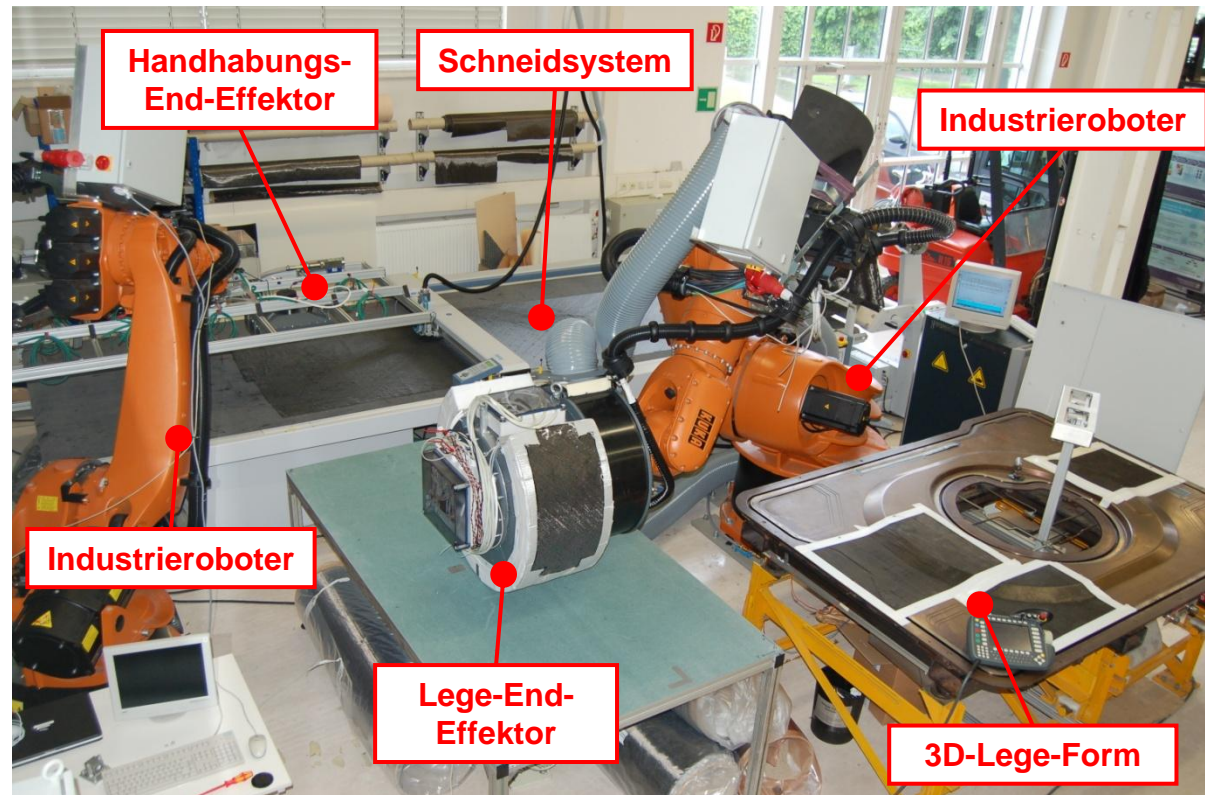
Bildquellen:

Premium Aerotec GmbH, Seartex GmbH

Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse

- Greiferwerkzeug zum Handhaben formvarianter Halbzeugzuschnitte
- Lege-End-Effektor drapiert und fixiert textile Zuschnitte auf 3D-Form
- Softwarelösung zur Vernetzung der Subsysteme
- Integrierbares Lagerungssystem zwischen den Prozessschritten

Automatisierte Prozesskette zur Herstellung von Preforms, basierend auf flexiblen Roboter-End-Effektoren



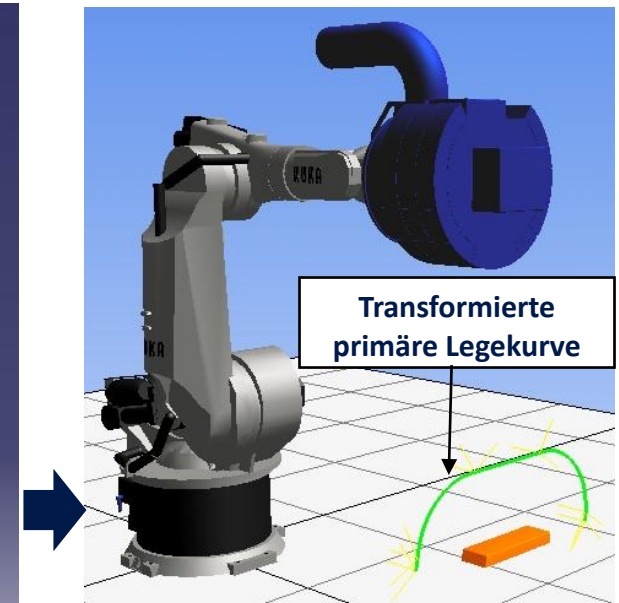
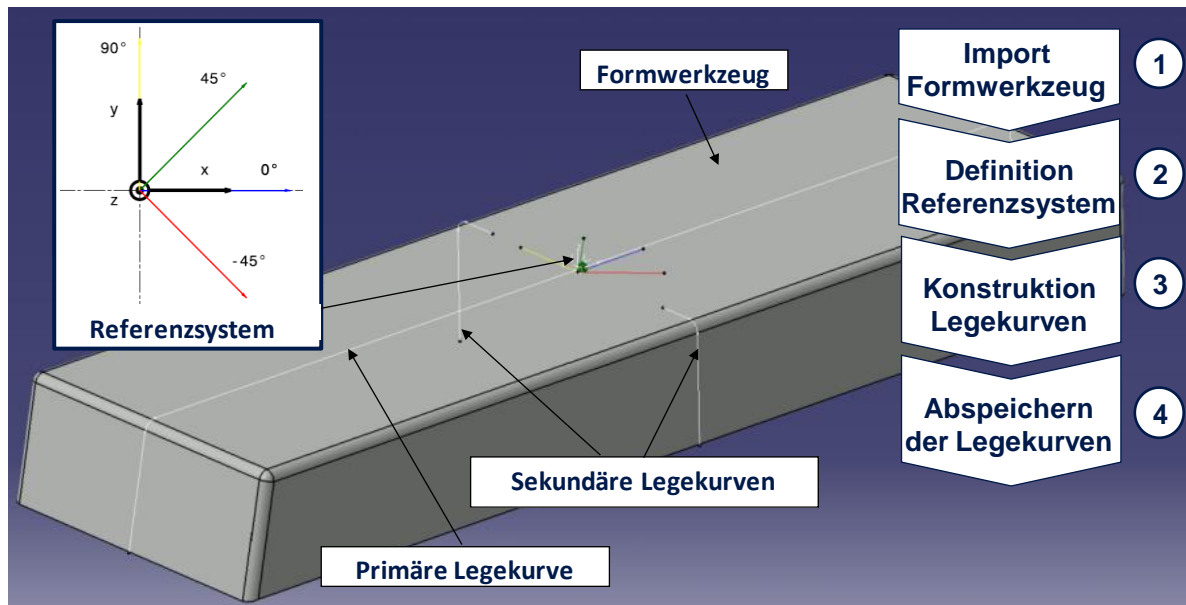
Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse

- Greiferwerkzeug zum Handhaben formvarianter Halbzeugzuschnitte
- Lege-End-Effektor drapiert und fixiert textile Zuschnitte auf 3D-Form
- Softwarelösung zur Vernetzung der Subsysteme
- Integrierbares Lagerungssystem zwischen den Prozessschritten



Automatisierte Prozesskette zur Herstellung von Preforms, basierend auf flexiblen Roboter-End-Effektoren

Computerunterstützte Offline-Bahnplanung



Definition der Legekurven in CATIA



Visualisierung der transformierten Legekurve (Roboterpfad)

MRK in der CFK-Fertigung

- Drapieren
 - Manuell
 - Vollautomatisch
- Mensch und Roboter Kollaboration
 - Robotergestützter Effektor → Personal
 - Manueller Eingriff → Sonderanfertigung
 - OTS-System → Platzbedarf
- Kooperatives Drapieren
- Nebeneinander Arbeiten



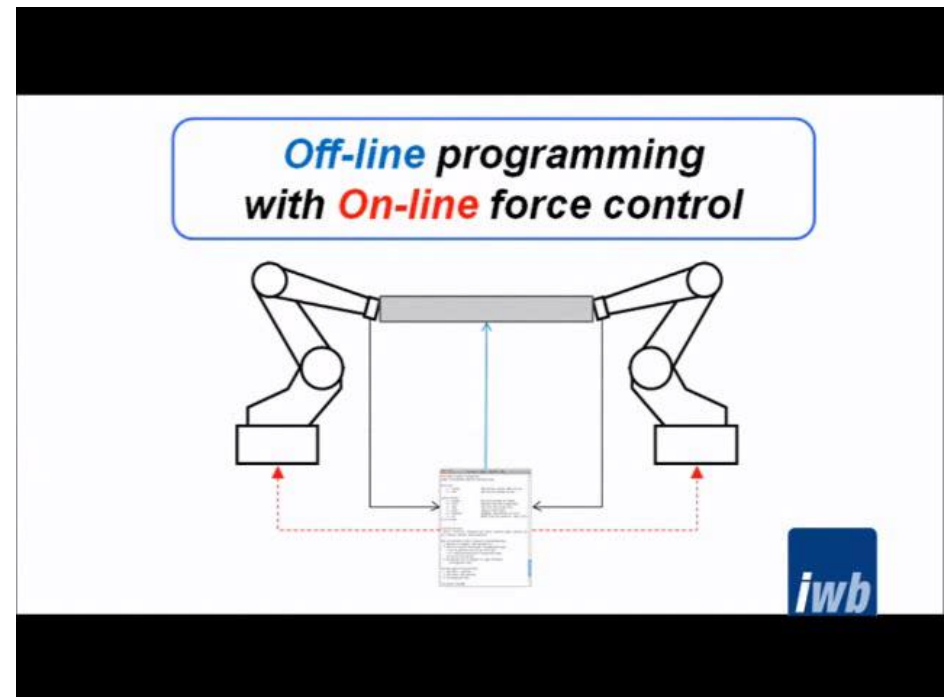
Kooperierende Roboter

Methode:

- Kenntnisse der
 - Materialeigenschaften
 - Bauteilgeometrie
 - Interaktionspunkte
- Aufbau eines Echtzeit FEM-Modells

Integration in die Anwendung:

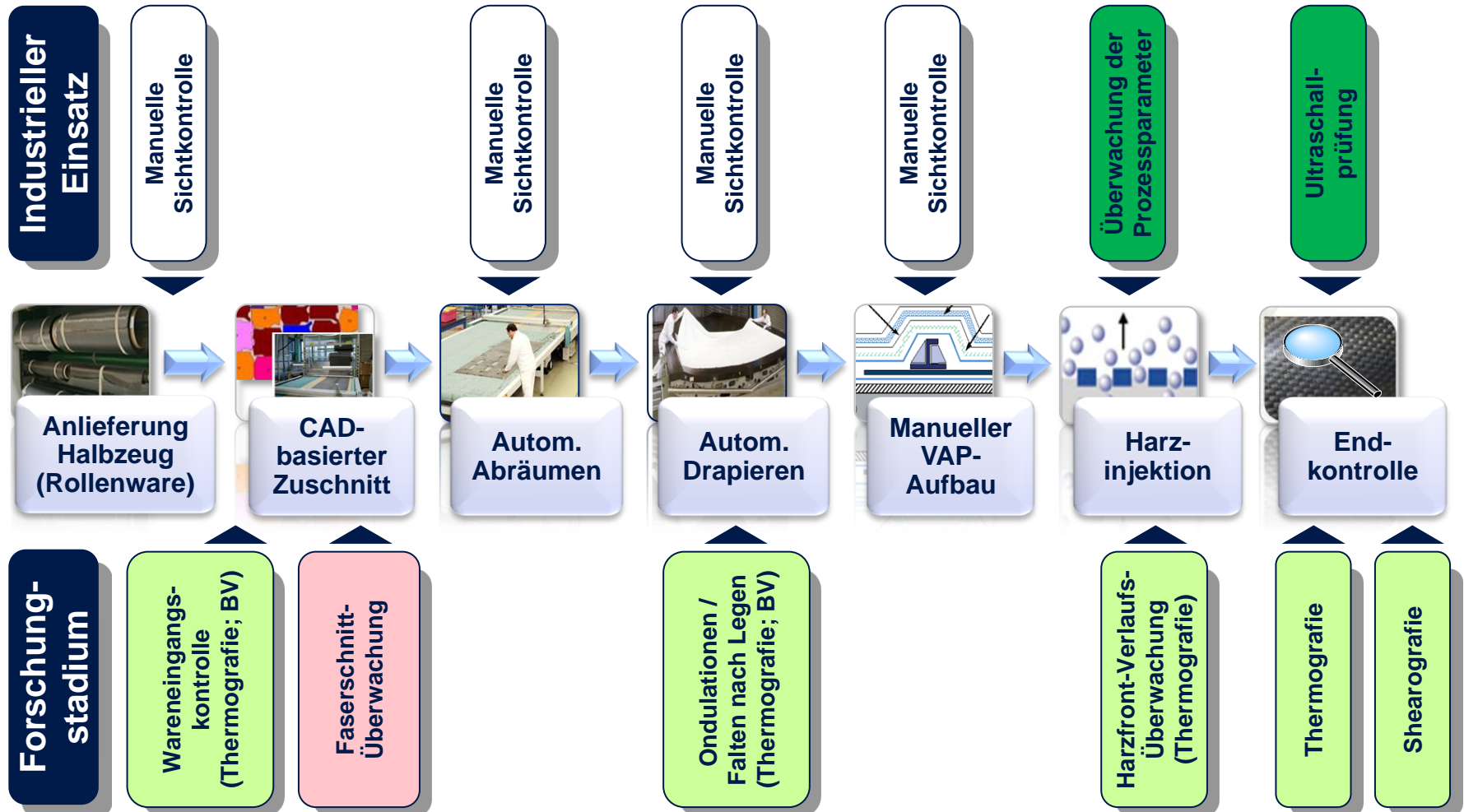
- Modellbasierte hybride Positions- und Kraftregelung der
 - Bauteilverformungen
 - Bauteilspannungen
- Echtzeitvisualisierung



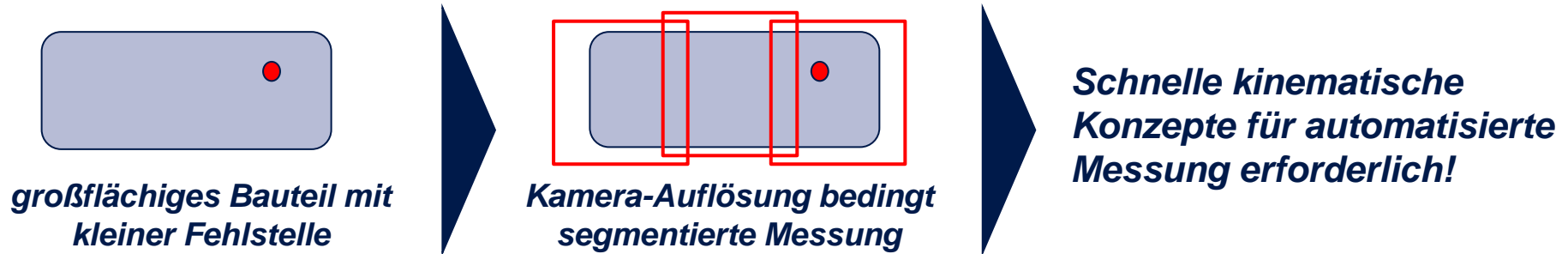
Gliederung

1. Einleitung
2. Problemstellung und Zielsetzung
3. Innovative Handhabungskonzepte
 - Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse
 - Computerunterstützte Offline-Bahnplanung
 - MRK in der CFK-Fertigung
 - Kooperierende Roboter
- 4. Qualitätssicherung in der CFK-Fertigungsprozesskette**
 - Qualitätssicherungstechnologien im CFK-Fertigungsprozess
 - Automatisierte thermographische Prüfverfahren
 - RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle
5. Fazit und Ausblick

Qualitätssicherungstechnologien im CFK-Fertigungsprozess



Automatisierte thermografische Prüfverfahren

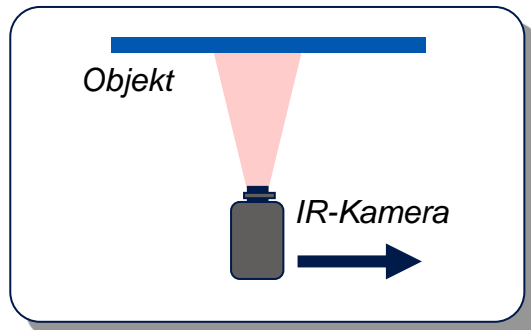


Kinematische Konzepte

Kamerabewegung

getaktet

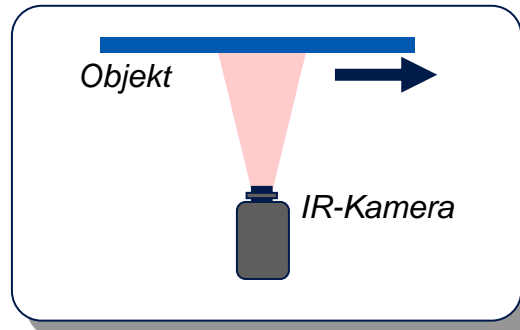
kontinuierlich



Objektbewegung

getaktet

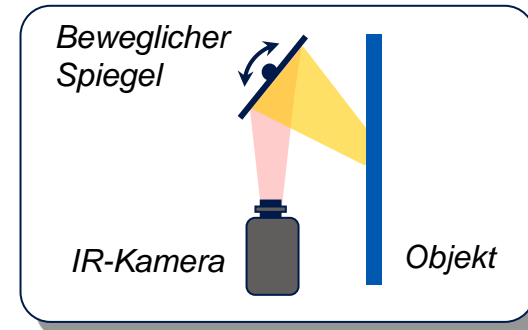
kontinuierlich



Spiegel-Scan

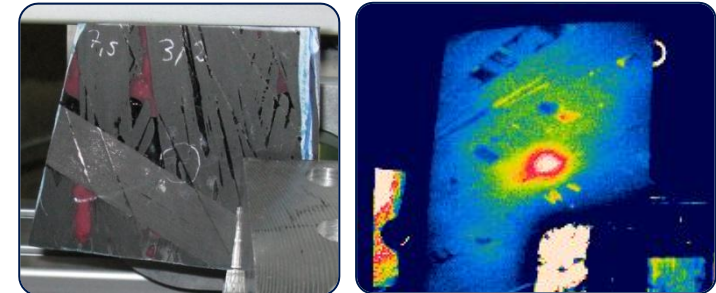
getaktet

kontinuierlich

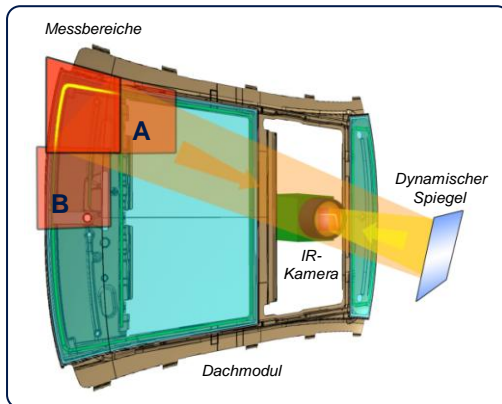


Automatisierte thermografische Prüfverfahren

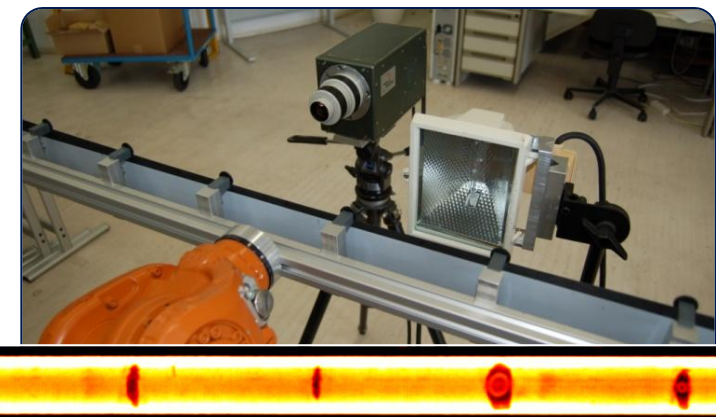
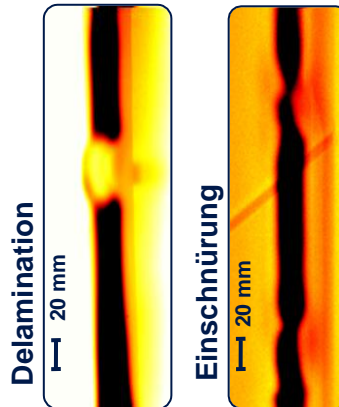
- Automatisierungskonzepte für die Thermografie:
 - Prüfung im kontinuierlichen Durchlauf
 - Prüfung durch Spiegel-Scan-Strategien
- Reduktion der Prüfzeit
- Inline-Prozesskontrolle
- Sichere Identifizierung qualitätsrelevanter Fehlstellen



*Impactschaden in CFK-Bauteil
(links: visuell; rechts: Thermografie)*



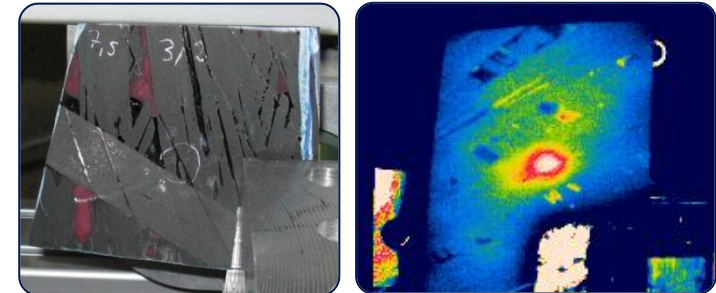
Spiegel-Scan-Prüfung einer Kfz-Scheibeneinklebung



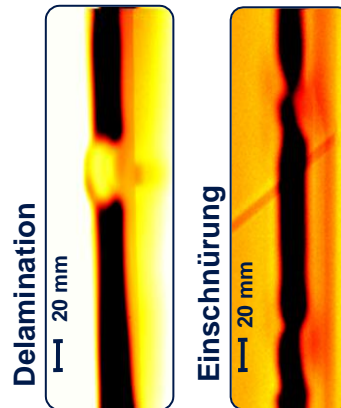
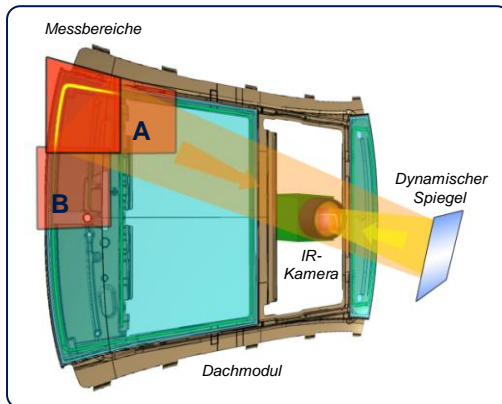
*Prüfung einer flächigen Klebverbindung
im kontinuierlichen Durchlauf*

Automatisierte thermografische Prüfverfahren

- Automatisierungskonzepte für die Thermografie:
 - Prüfung im kontinuierlichen Durchlauf
 - Prüfung durch Spiegel-Scan-Strategien
- Reduktion der Prüfzeit
- Inline-Prozesskontrolle
- Sichere Identifizierung qualitätsrelevanter Fehlstellen



*Impactschaden in CFK-Bauteil
(links: visuell; rechts: Thermografie)*



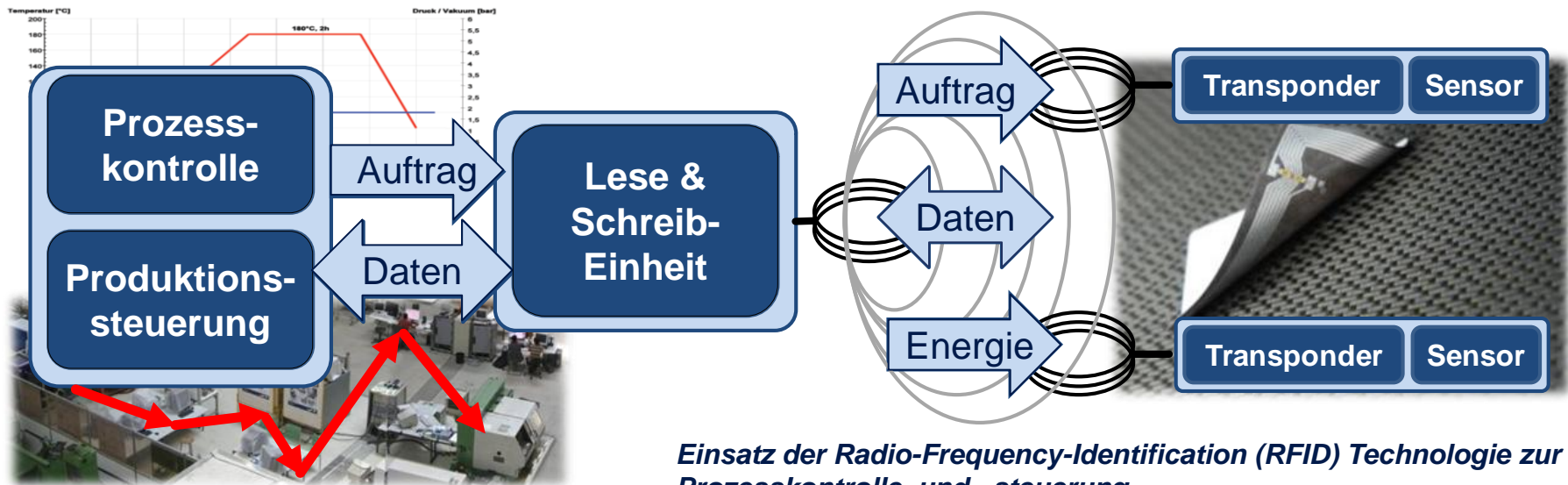
Spiegel-Scan-Prüfung einer Kfz-Scheibeneinklebung



*Prüfung einer flächigen Klebverbindung
im kontinuierlichen Durchlauf*

RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle

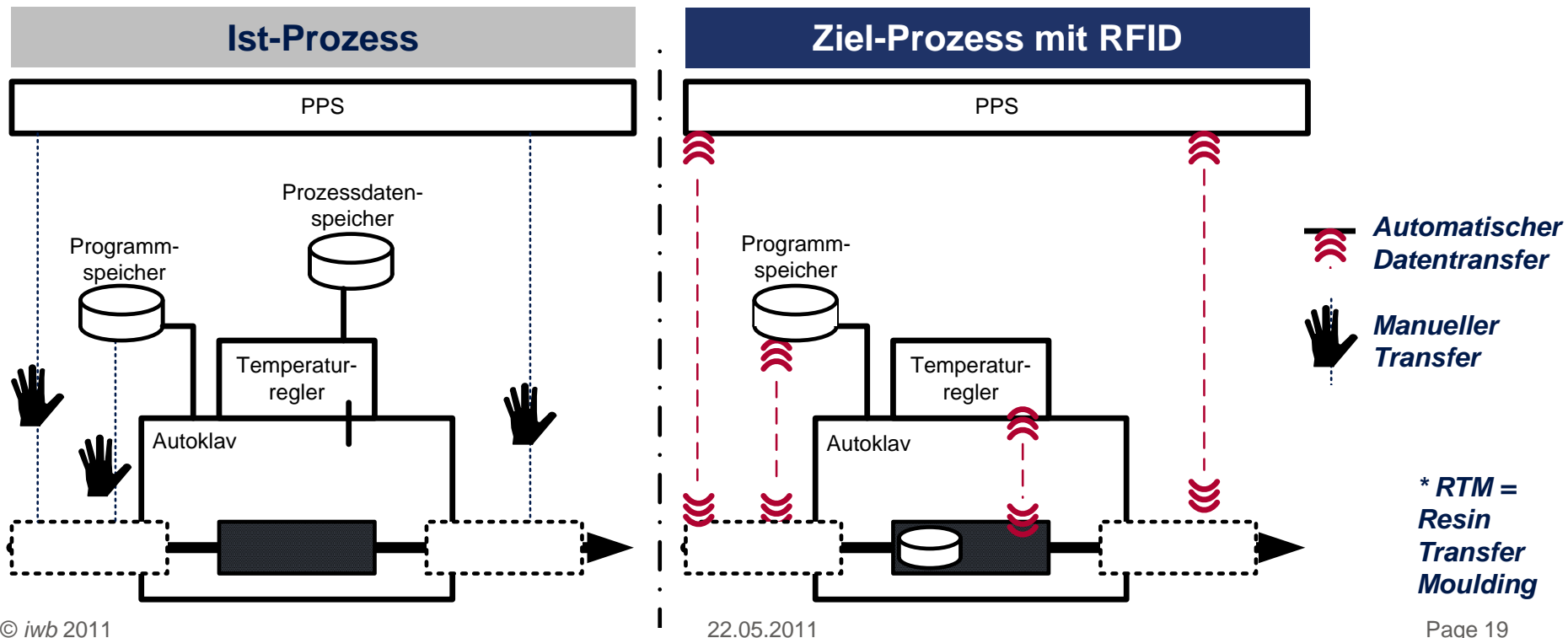
- Einsatz verdrahteter Sensoren für heutige Prozesskontrolle
- RFID Transponder mit integrierter Sensorik ermöglichen die Aufnahme und Übertragung von Prozessparametern
- Die aufgenommenen Daten können sowohl für die Kontrolle des Produktionsprozesses als auch für die Steuerung verwendet werden



Einsatz der Radio-Frequency-Identification (RFID) Technologie zur Prozesskontrolle und -steuerung

RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle

- Speicherung der Prozessdaten auf dem Bauteil
- Reduzierung manueller Arbeitsinhalte durch automatischen Datentransfer
- Verbindung zwischen der Maschinensteuerung und dem PPS-System



Gliederung

1. Einleitung
2. Problemstellung und Zielsetzung
3. Innovative Handhabungskonzepte
 - Automatisierung und Verkettung manueller Prozesse
 - Computerunterstützte Offline-Bahnplanung
 - MRK in der CFK-Fertigung
 - Kooperierende Roboter
4. Qualitätssicherung in der CFK-Fertigungsprozesskette
 - Qualitätssicherungstechnologien im CFK-Fertigungsprozess
 - Automatisierte thermographische Prüfverfahren
 - RFID-Einsatz zur Prozesskontrolle

5. Fazit und Ausblick

Flexible Automatisierung ist ein Schlüsselement zur Effizienzsteigerung der Faserverbundfertigung

- Den Vorteilen der Faserverbundfertigung stehen die Herausforderungen der Fertigungsprozesses gegenüber
- Neuartige Automatisierungsansätze entlang der Prozesskette ermöglichen eine Erhöhung des Qualitätsstandards bei reduzierten Prozesszeiten und -kosten
- Aufstrebende Technologien besitzen sehr großes Potenzial
 - Entwicklung von flexiblen roboterbasierten End-Effektoren für anspruchsvolle Handhabungsaufgaben
 - Integration von MRK in der Faserverbundfertigung
 - Automatisierung der thermographischen Qualitätssicherung
 - Einsatz der RFID-Technologie für die Produktionskontrolle und -steuerung

Kontakt:

Prof. Dr.-Ing. Gunther Reinhart

Telefon +49 (0) 821 / 5 68 83 - 65

Telefax +49 (0) 821 / 5 68 83 - 50

E-Mail: gunther.reinhart@iwb.tum.de

Adresse

iwb Anwenderzentrum Augsburg

Beim Glaspalast 5

86153 Augsburg

www.iwb-augsburg.de