

# Prozessbegleitende Qualitätssicherung für eine automatisierte Verarbeitung von Hybridgarn-Textil-Thermoplasten (HGTT)

Dipl.-Ing. Sirko Geller



## Einordnung in den Gesamtprozess



## Gliederung

1. Anforderungen bei der Verarbeitung textiler Halbzeuge
2. Aufgaben und Arbeitsbereiche der Qualitätssicherung
3. Darstellung der umgesetzten Lösungen
  - Qualitätsprüfung des textilen Ausgangsmaterials
  - Überwachung des Preformaufbaus
  - 3D-Vermessung des konsolidierten Bauteils
4. Zusammenfassung

## Anforderungen bei der Verarbeitung textiler Halbzeuge

### Qualität des Ausgangsmaterials

- Verschiedene textile Strukturen (Gewebe, Gelege, Gestricke...)
- Verschiedene Fasermaterialien (Kohlefasern, Glasfasern, Mischfasern...)
- Unterschiedliches Erscheinungsbild (Bindungsart, Garnfeinheit, Farbe...)
- Durch Verarbeitung oder Transport bedingte Fehlerbilder
- Zur Gewährleistung der geforderten Bauteileigenschaften ist die Verarbeitung fehlerfreien und verzugfreien Materials unerlässlich

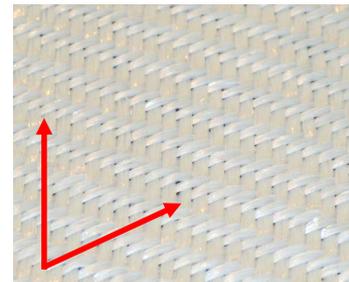
Mögliche Fehlerbilder bei textilen Halbzeugen:



Schlaufenbildung



Faserbruch



Halbzeugverzug

## Anforderungen bei der Verarbeitung textiler Halbzeuge

### Anforderungen beim Preformaufbau

- Stapeln von Zuschnitten verschiedener Konturen
- Unterschiedliche Faserorientierungen der einzelnen Lagen
- Positionierung von Verstärkungspatches
- Verschiedene Größen, Positionen und Faserorientierungen der Patches
- Zur Gewährleistung der geforderten und in der Auslegung berechneten Bauteileigenschaften ist die genaue Einhaltung des Lagenaufbaus zwingend erforderlich

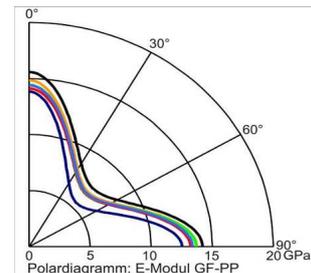


Stapeln von Zuschnitten

Prozessbegleitende Qualitätssicherung  
Dipl.-Ing. Sirko Geller



Positionierung von Patches

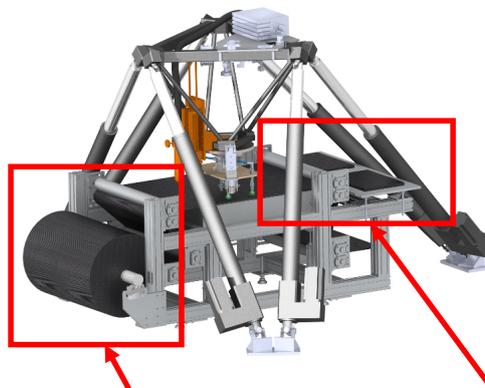


Richtungsabhängiger  
E-Modul

Folie 5

## Arbeitsbereiche und Aufgaben der Qualitätssicherung

### Bearbeitungszentrum 1



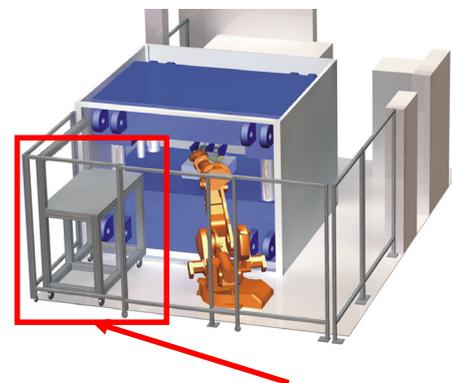
Arbeitsbereich 1

Aufgabe: Qualitätsprüfung  
des textilen  
Ausgangsmaterials

Arbeitsbereich 2

Überwachung des  
Preformaufbaus

### Bearbeitungszentrum 2



Arbeitsbereich 3

3D-Vermessung des  
konsolidierten Bauteils

## Qualitätsprüfung des textilen Ausgangsmaterials

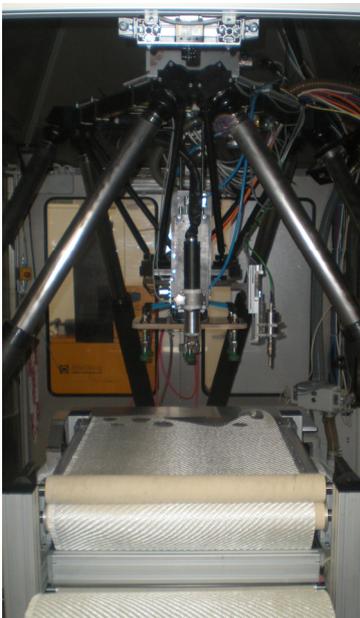
### Beschreibung der Aufgabe

- Detektierung lokaler Fehlstellen jeder Art
- Detektierung von Faserverzug
- Inspektion verschiedener textiler Halbzeuge mit unterschiedlichem Erscheinungsbild
- Inspektion unterschiedlicher Fasermaterialien

### Messprinzip

- Textilien sind regelmäßige sich wiederholende Strukturen mit festgelegter Periodizität und Richtung
- Messprinzip beruht auf Erkennung von Faserrichtungs- und Strukturfehlern
- Zeilenkamera erzeugt pro Aufnahme eine Bildzeile (getriggert von Drehwinkeldecoder)
- Bildzeilen werden zu Gesamtbild zusammengesetzt
- Nach Entfernung aller vorgegebenen periodischen Strukturen werden im Gesamtbild verbleibende Abweichungen detektiert
- Klassifizierung zweier Fehlertypen (lokaler Fehler und falscher Drehwinkel)

## Qualitätsprüfung des textilen Ausgangsmaterials



### Messaufbau

- Anforderungen hinsichtlich Positionierung von Kamera und Beleuchtung
- Berücksichtigung der Bewegungsräume des Hexapoden
- Zeilenkamera an der Umhausung von BAZ 1
- Drehwinkeldecoder am Antrieb der Abzugseinrichtung
- Zeilenbeleuchtung in Querstrebe des Gestells

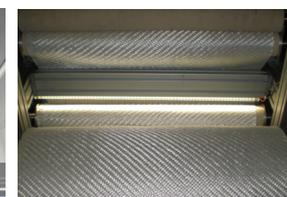
### Komponenten



Drehwinkeldecoder



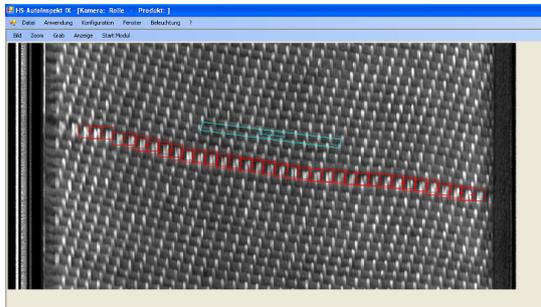
Zeilenkamera



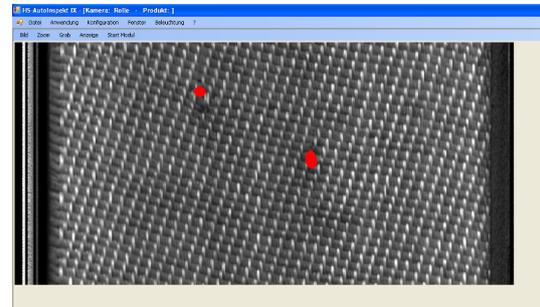
Zeilenbeleuchtung

## Qualitätsprüfung des textilen Ausgangsmaterials

### Fehlerbilder



Detektierung von Faserverzug  
und fehlender Faser

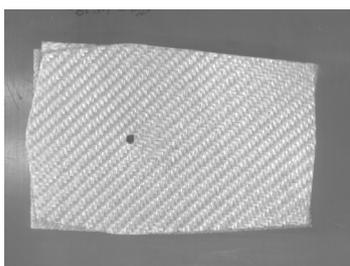


Detektierung lokaler Fehler

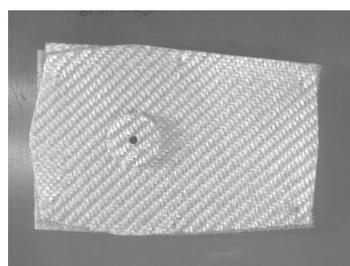
## Überwachung des Preformaufbaus

### Beschreibung der Aufgabe

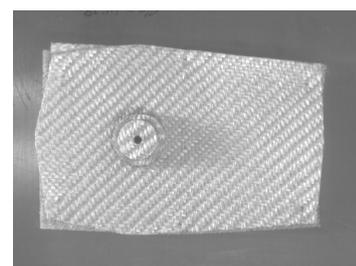
- Überwachung von Position, Kontur und Faserausrichtung der Einzellagen sowie zusätzlicher Verstärkungspatches
- Inspektion verschiedener textiler Halbzeuge mit unterschiedlichem Erscheinungsbild
- Inspektion unterschiedlicher Fasermaterialien
- Speicherung des Lagenaufbaus mit den ermittelten Faserausrichtungen



Stapel mit 6 Einzellagen



Einzellagen und erster  
Verstärkungspatch



Komplette Preform

## Überwachung des Preformaufbaus

### Messprinzip

- Erzeugung von Differenzbildern zweier nacheinander aufgenommener Bilder

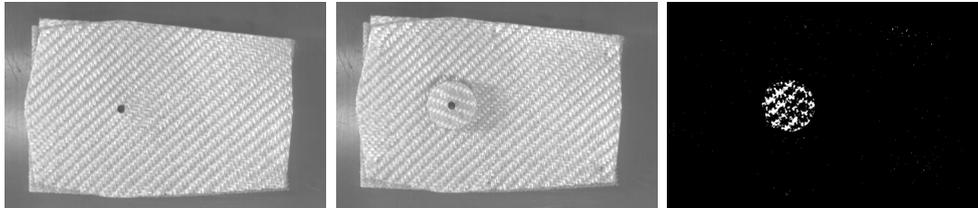
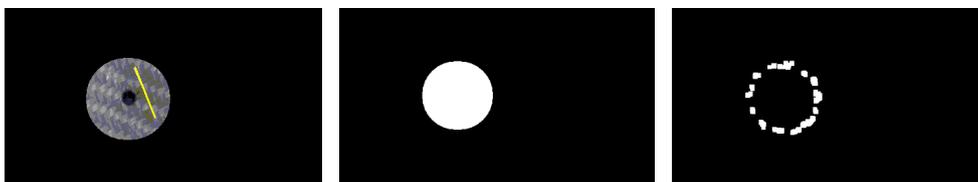


Bild n

Bild n+1

Differenzbild

- Auswertung der Differenzbilder hinsichtlich Faserausrichtung und Überprüfen von Kontur und Position durch Vergleich mit zuvor erstellten Masken



Faserausrichtung

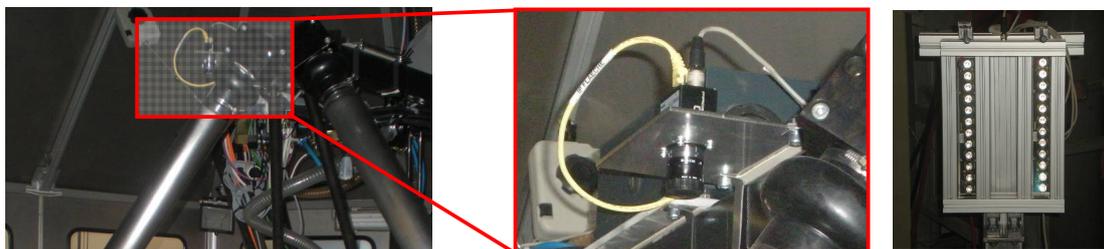
Maske

Vergleich Differenz  
mit Maske

Prozessbegleitende Qualitätssicherung  
Dipl.-Ing. Sirko Geller

Folie 11

## Überwachung des Preformaufbaus



Flächenkamera

LED-Beleuchtung

### Messaufbau und Komponenten

- Berücksichtigung der Anforderungen hinsichtlich Positionierung von Kamera und Beleuchtung
- Berücksichtigung der Bewegungsräume des Hexapoden
- Flächenkamera auf Plattform an Verstrebung der Hexapod-Zylinder
- LED-Beleuchtung auf separatem Gestell

Prozessbegleitende Qualitätssicherung  
Dipl.-Ing. Sirko Geller

Folie 12

## 3D-Vermessung des konsolidierten Bauteils

### Beschreibung der Aufgabe

- Erstellen eines 3D-Profiles des konsolidierten Bauteils
- Visualisierung von Geometrieabweichungen
- Detektierung von Verzug

### Messaufbau und Komponenten



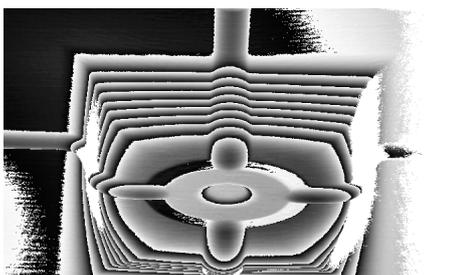
Gestell des Ablagetisches

Kamera und Laser

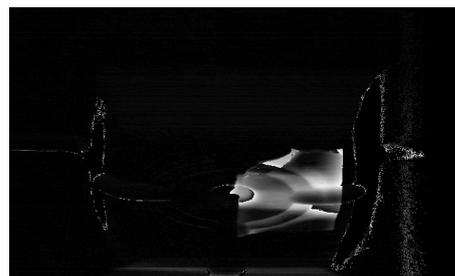
## 3D-Vermessung des konsolidierten Bauteils

### Messprinzip

- 3D-Vermessung beruht auf dem Prinzip der Laser-Triangulation
- Objekt wird senkrecht über Kamera positioniert
- Im flachen Winkel über das Objekt leuchtender Laser erzeugt eine Linie, deren seitliche Verschiebung proportional zur Höhe der Oberfläche des Objektes ist
- Durch Verschiebung des Objektes gegenüber der Laser-Kamera-Kombination wird ein vollständiges 3D-Profil des Objektes erzeugt
- So erhaltene Daten können mit CAD-Modell des Bauteils oder mit Messdaten eines kalibrierten Bauteils zur Bestimmung der Abweichung verglichen werden



Darstellung eines Referenzbauteils



Darstellung des manipulierten Bauteils

## Zusammenfassung

- Durchgehende Qualitätssicherung vom textilen Ausgangsmaterial bis zum fertigen Bauteil
- Keine bzw. nur geringe Beeinflussung der Prozesszeit
- Modularer Aufbau des Überwachungssystems mit Möglichkeiten zur Erweiterung
- Flexibilität hinsichtlich Toleranzen der Grenzwerte
- Kompakte Komponenten, Einschränkungen hinsichtlich Bauraum und Bewegungsfreiheit minimal