

Automatisierte Ablage von Blitzschutzmaterial auf doppelgekrümmten Oberflächen

19.05.2015

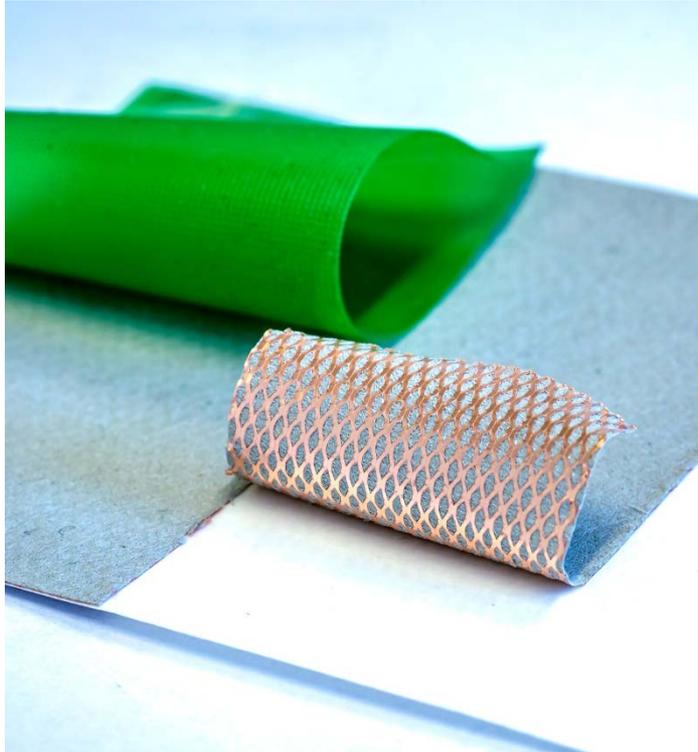
Clemens Schmidt-Eisenlohr



Wissen für Morgen



Motivation



Aufwendiger Prozess

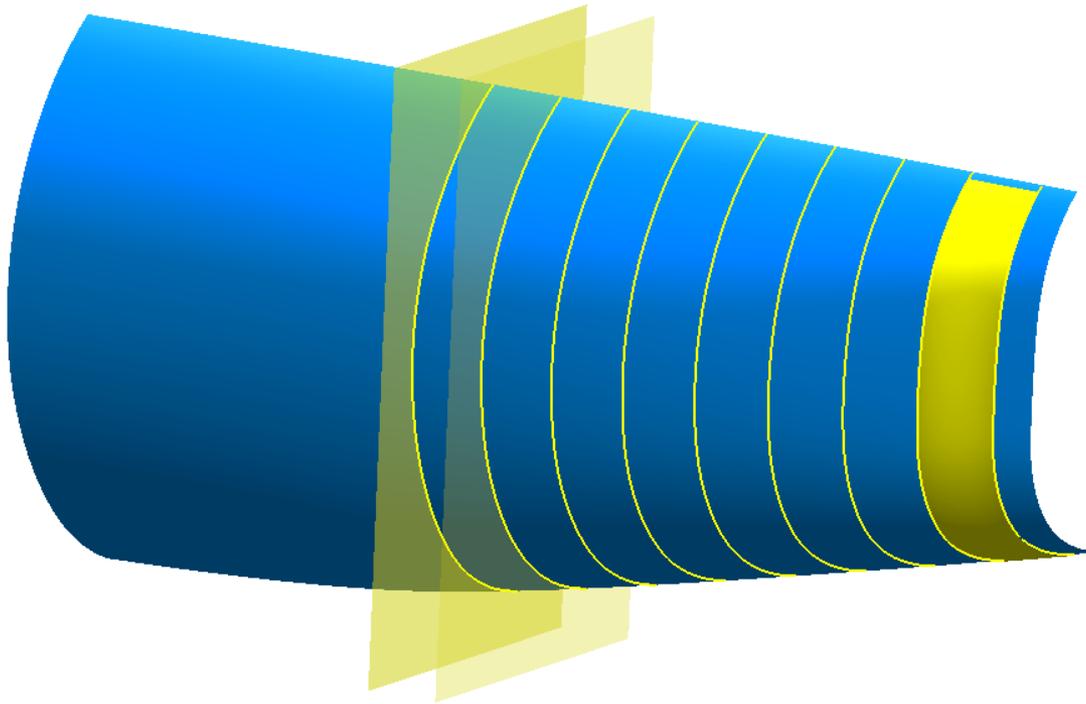
- Aktuell manuelle Ablage und Drapieren des Blitzschutz-Prepreg
- Sehr hoher Arbeitsaufwand für reproduzierbare Qualität zu gewährleisten
- Ergonomisch ungünstig bei großen Bauteilen

Hohes Potential für Automatisierung speziell auf doppelt gekrümmten Oberflächen

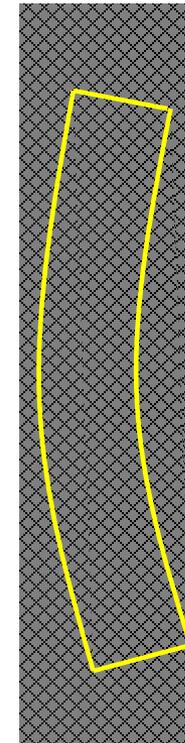
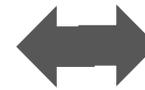


Anwendungsbeispiel

3D-Ansicht (generisch)



2D - Abwicklung

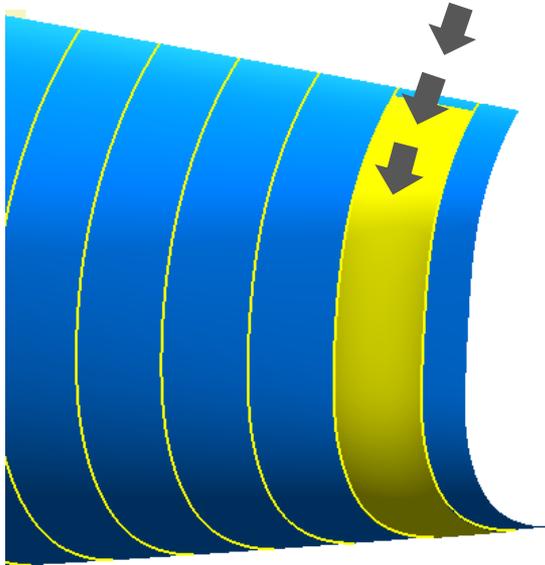


Länge: 4m - 6m

Rollenbreite
0,9m



Anforderungsliste der Automatisierungslösung



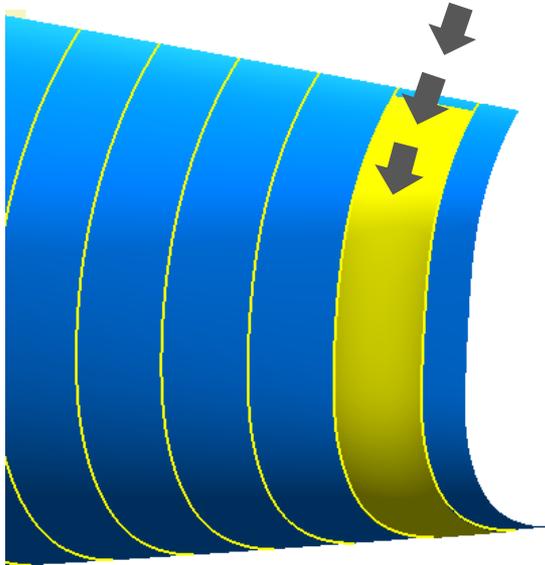
Roboterbasierter Prozess unter fertigungsnahen Bedingungen

Funktionen des Endeffektors:

- Blitzschutz-Material aufnehmen
- Material fördern
- Beschnitt (seitlich + quer)
- Andrücken
- Drapieren
- Verschnitt aufsammeln



Anforderungsliste der Automatisierungslösung



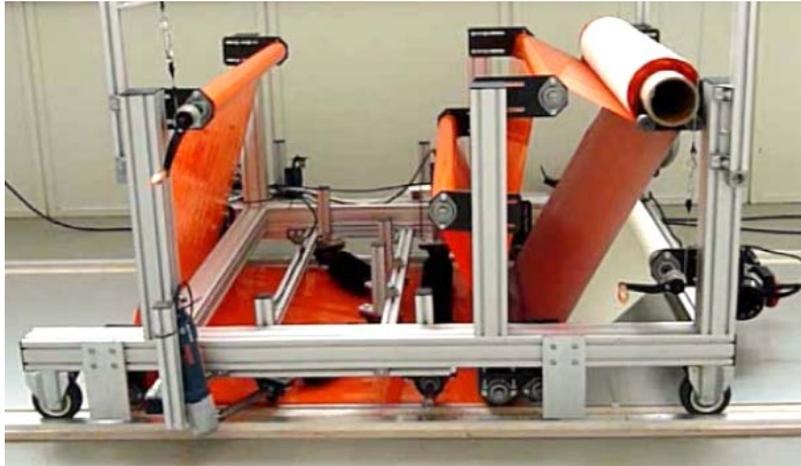
Roboterbasierter Prozess unter fertigungsnaher Bedingung

Funktionen des Endeffektors:

- Blitzschutz-Material aufnehmen
- **Material fördern**
- **Beschnitt (seitlich + quer)**
- Andrücken
- **Drapieren**
- Verschnitt aufsammeln



Vorversuche mit Demonstrator



Fördermechanismus

- Fördereigenschaften des Materials
- Materialfluss im Endeffektor
- Bestimmung von Kräften und Momenten

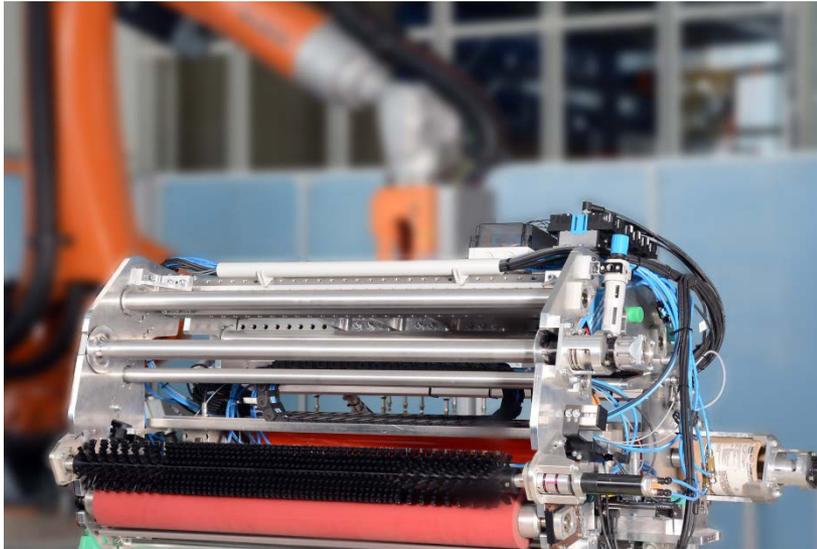
Drapiermechanismus

- Konfigurierbare Drapiereinheit
- Unterschiedliche Anordnung von Bürsten und Rollen

**Endeffektor-Konzept:
Passives Fördern und passives
Drapieren**



Roboter - Endeffektor



Konstruktion durch Firma Emil Bucher

- Maße: 1200mm x 600mm x 650 mm
- Gesamtgewicht: ca. 190 kg

Fördern durch drei angetriebene Zusatzachsen

Beschnitt (seitlich + quer) durch zwei bahnsynchrone Ultraschallmesser

Drapiereinheit mit paralleler Andrückrolle und Bürste



Inbetriebnahme und Funktionsprüfung



Versuchszelle

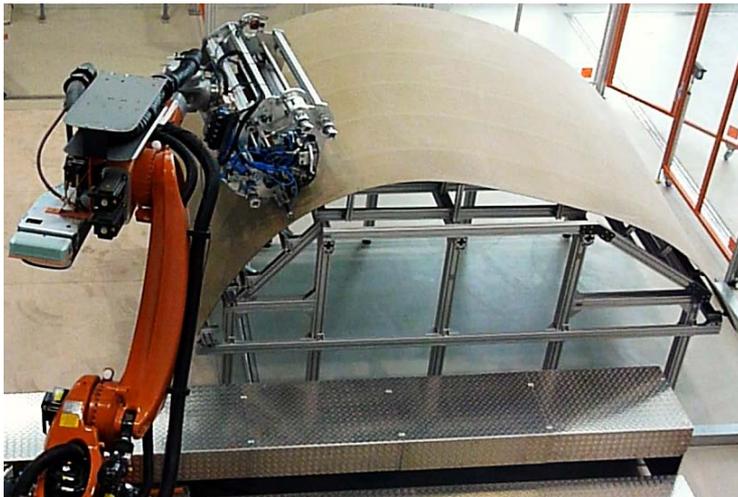
- KUKA KR 210 auf Lineareinheit

Steuerung und Regelung

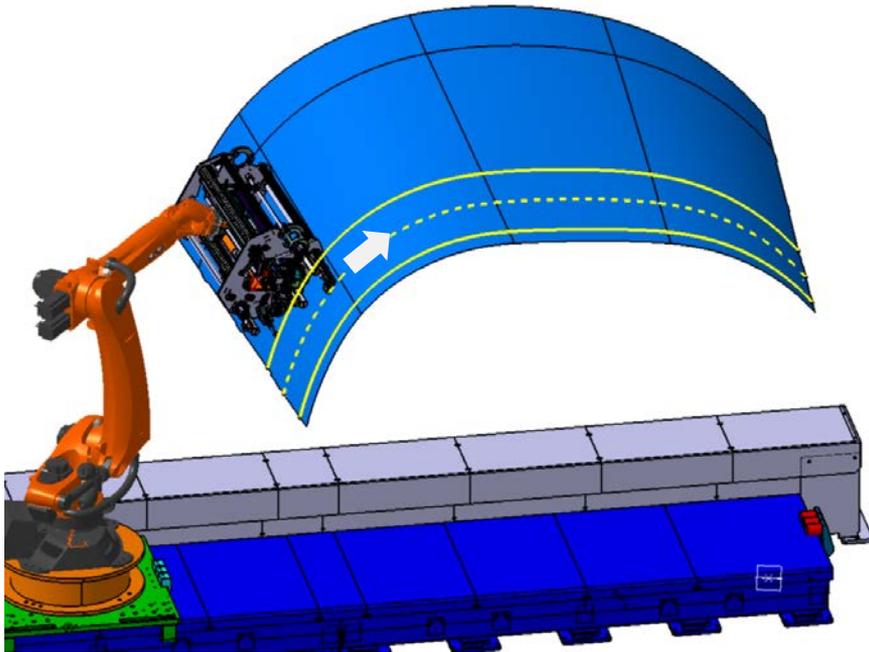
- KRC mit Extended Motion
- Zusatzachsen für Materialförderung und Beschnitt
- Sensorik zur Prozessüberwachung

Funktionsüberprüfung mit geteachten Bahnen auf Ablagegeometrie (male)

Untersuchung der Ablagequalität anhand definierter Bahnpfade



Offlineprogrammierung (OLP)



Verwendete Programme:

- CATIA V5
- Delmia / Fastsurf
- Postprozessor (DLR-intern)

Ablagebahnen:

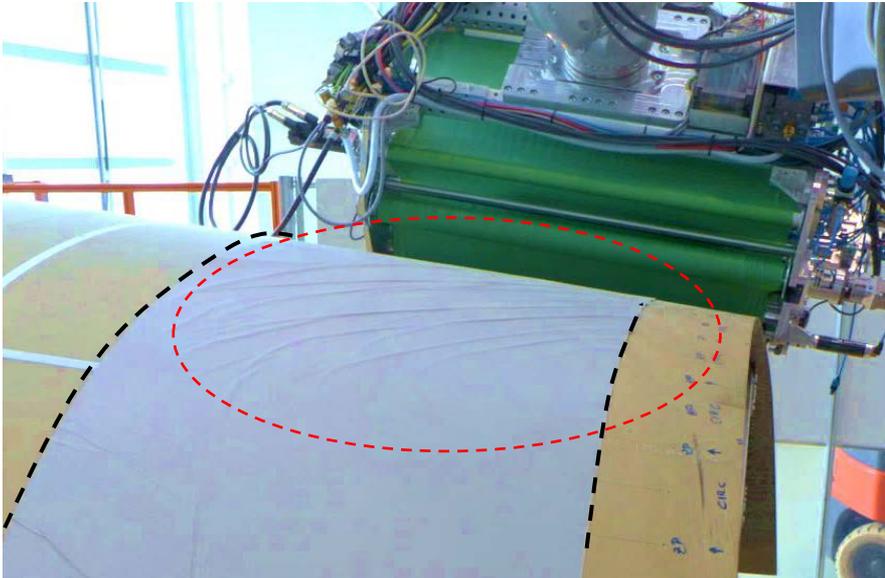
- Bahnlänge von 4 – 6 m
- Bahnbreiten 600mm
- Variabler Beschnitt

Output eines Roboterprogramms:

- TCP-Bahnpfad
- Messerpositionen (bahnsynchron)
- Ansteuerung der Zusatzachsregelung



Ablageversuche

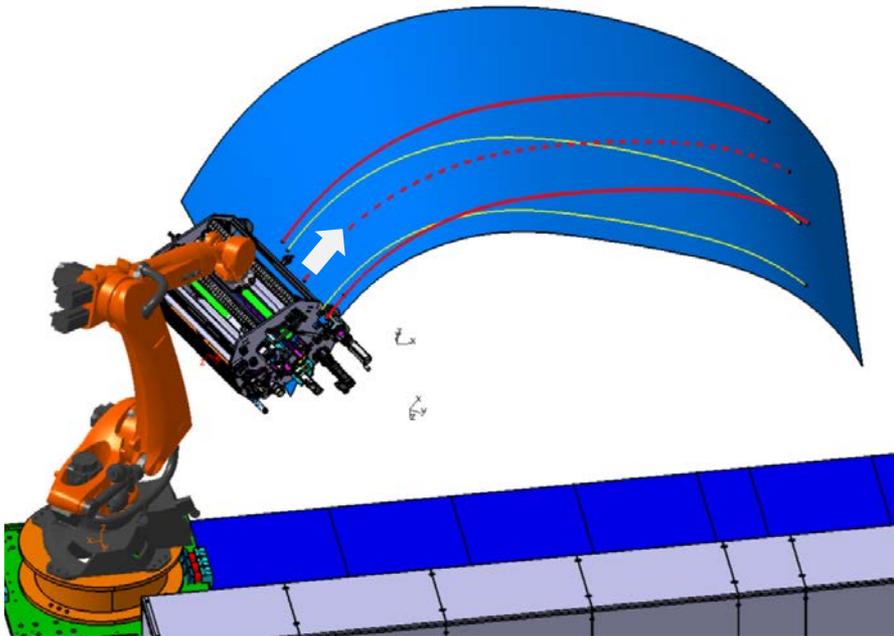


Ablagequalität

- Flächige Ablage der gesamten Bahn
- Positionstreu Ablage parallel zu Formkante
- Systematische Faltenwurf auf rechter Seite: „Überschlagfalten“



Optimierte Bahngenerierung

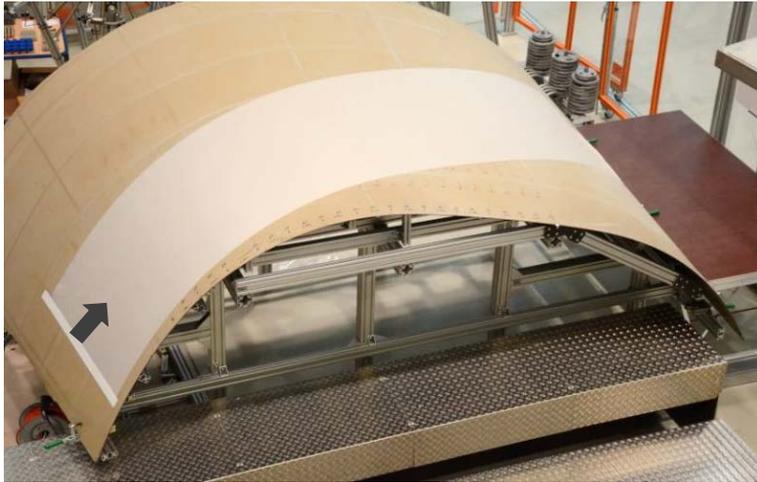


Vorteile:

- Ablage der gesamten Rollenbreite ohne seitlichen Beschnitt möglich
- Weniger Verzug des Materials durch minimierte Verscherung
- Weniger seitlicher Verschnitt



Ablageergebnis auf Werkzeugform (male)



Ablageergebnis:

- Flächige Ablage der gesamten Bahn
- Keine Überschlagsfalten
- Drapierung der Bahnen ist möglich

Weitere Versuchsreihe

- Ablage von zwei Bahnen mit Überlapp

**Wie sieht eine optimierte
Flächenbelegung mit neuen
Ablagebahnen aus**



Erweiterte Anforderungen: Female Ablage



Oberflächeneigenschaften

- Krümmung Konvex → Konkav
- Veränderte Drapiermechanismus

Weitere Bedingungen

- Neues „female“ Material
- Erhöhte Kollisionsgefahr

Verwendung von bestehendem
Know-How und Equipment

