

Weiterentwicklung der Flachstricktechnik zur Herstellung anforderungsgerechter Mehrlagengestricke für komplexe Faserkunststoffverbundbauteile

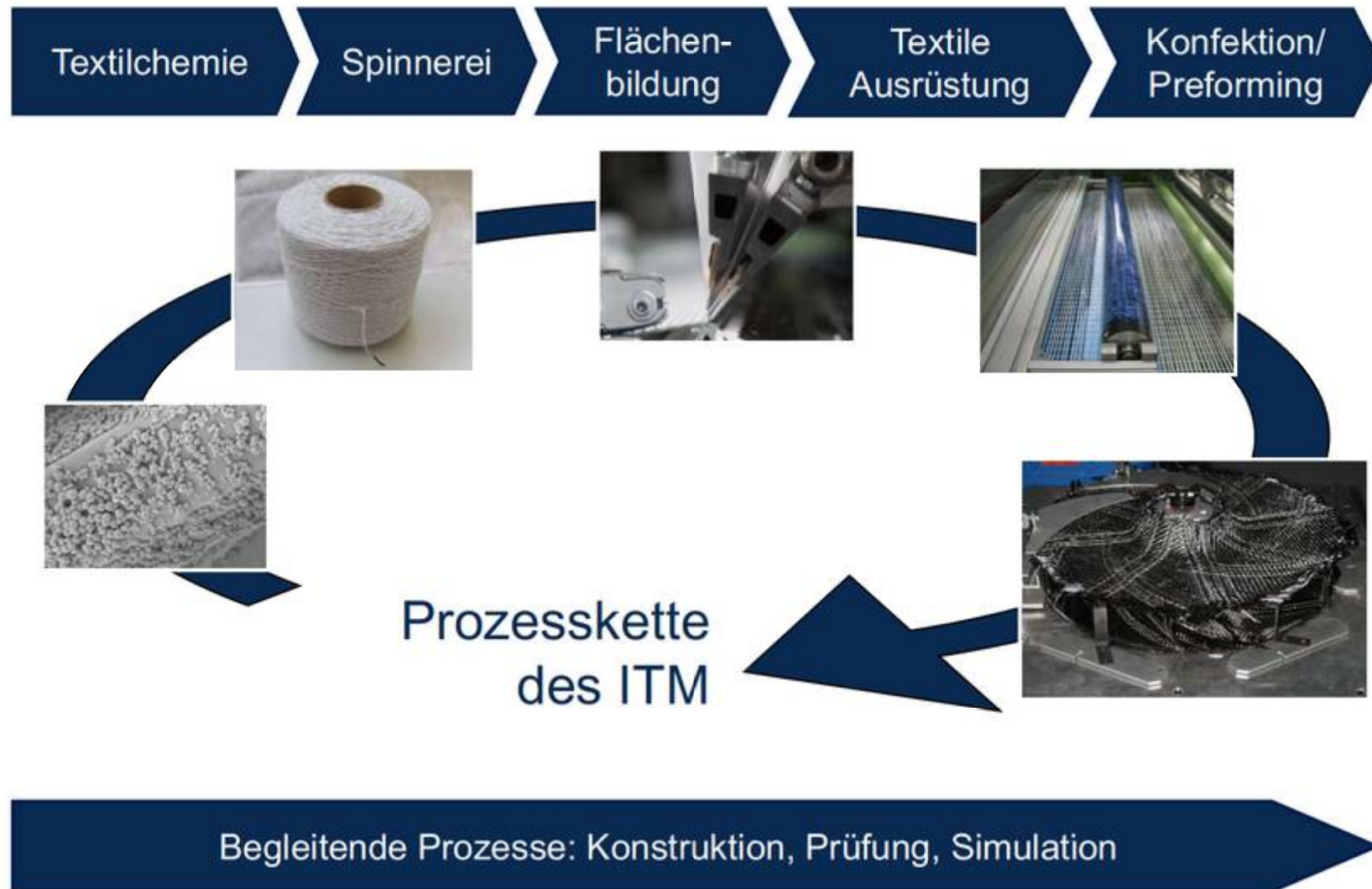
O. Diestel

Institut für Textilmaschinen und
Textile Hochleistungswerkstofftechnik der TU Dresden

Smarttex-Workshop, Weimar, 06.09.2011

Gliederung

- ▶ Motivation für Mehrlagengestricke
- ▶ Weiterentwicklung der Flachstricktechnik
- ▶ Entwicklung formgerechter Mehrlagengestricke und flachgestrickter 3D-Spacer Fabrics
- ▶ Prozesskette des SFB 639 für MLG-basierte Verbundbauteile
- ▶ Stricktechnische Funktionsintegration
- ▶ Beispielstrukturen und -bauteile
- ▶ Zusammenfassung und Ausblick



Motivation und Zielstellung für Mehrlagengestricke (MLG)



Ausgangssituation:

- Flachstrickmaschinen dienen der Obertrikotagenfertigung
 - körpergerechte Passform
 - Komplettartikel
- Hohes Deformationsvermögen der Maschenstrukturen
- Vergleichsweise begrenzte Produktivität

Zielstellung/Nachweisführung:

- Integration linearer Verstärkungsfadensysteme
 - mono-/bi-/multiaxial
 - in n-Lagen
- Beibehaltung der einmaligen 2D- und 3D-Formgebungsmöglichkeiten
- Einsatz von Hochleistungsfäden auch in der Masche
- Ausnutzung der herausragenden Drapierfähigkeit



Bilder: Fa. Stoll

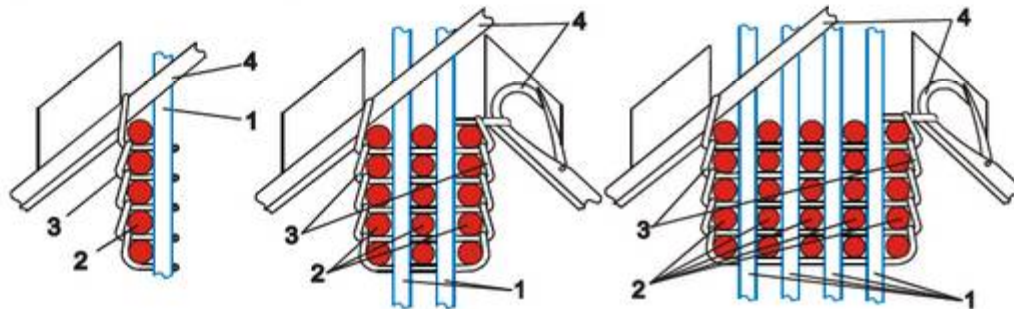
Biaxial bzw. multiaxial verstärkte Mehrlagengestricke

(u. a. DFG OF 17/9, 17/15, 17/22-SPP 1123, SFB 639-A2)

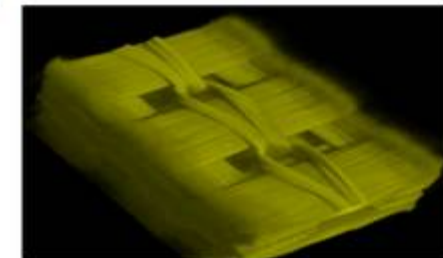
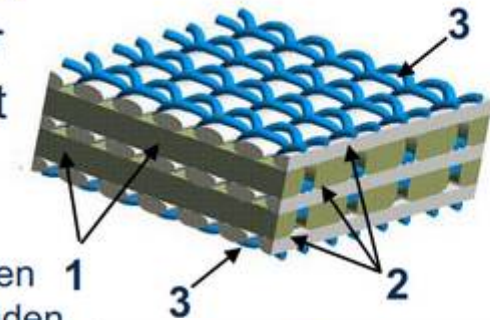


- Verbindung der Vorteile unverstärkter Gestricke und klassischer Gelegekonstruktionen
- Eigenschaftskombinationen möglich (Steifigkeit, Festigkeit, Dämpfung, Energieaufnahme)
- Drapiervermögen einstellbar (komplexe Formen)
- Gute Voraussetzungen für Formgebung
- Hochleistungsgarne in allen Fadensystemen einsetzbar
- Produktivität noch begrenzt

Modifizierte FSM Aries.3
(Fa. Steiger S.A.)



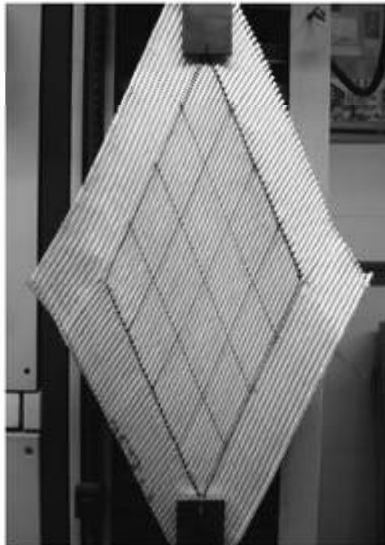
- 1: Kettfaden
- 2: Schussfaden
- 3: Maschenfaden
- 4: Stricknadel



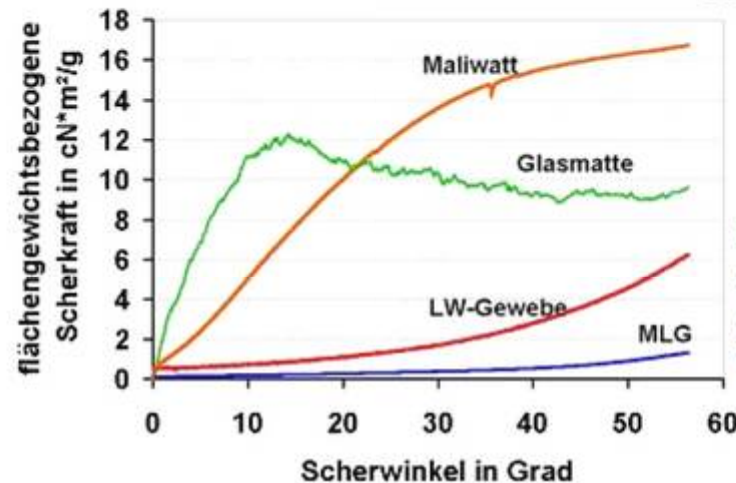
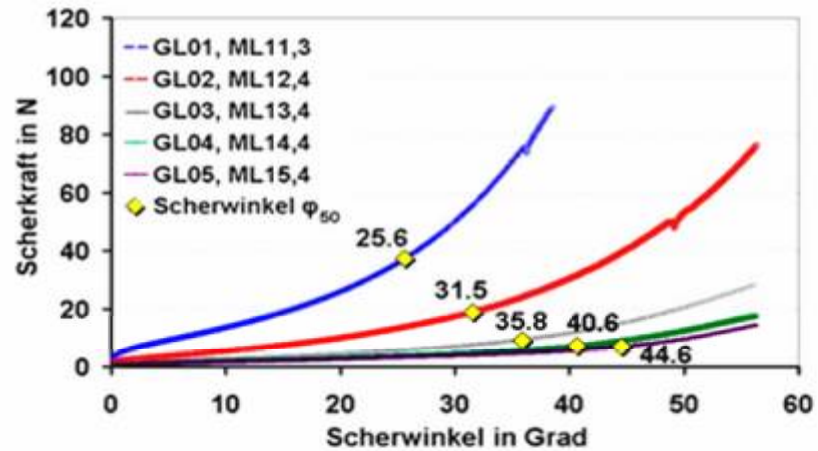
Scherverhalten biaxial verstärkter MLG

(u. a. DFG OF 17/22-SPP 1123)

Scherkraft in Abhängigkeit vom Scherwinkel für verschiedene Glas-MLG mit gleicher Verstärkungsstruktur und unterschiedlicher Maschenlänge (ML)



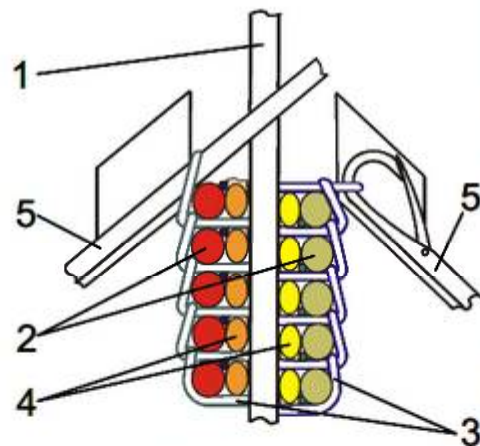
Scherversuch an einem MLG bei einem Scherwinkel von 43°



Flächengewichtsbezogene Scherkraft in Abhängigkeit vom Scherwinkel für unterschiedliche Verstärkungstextilien

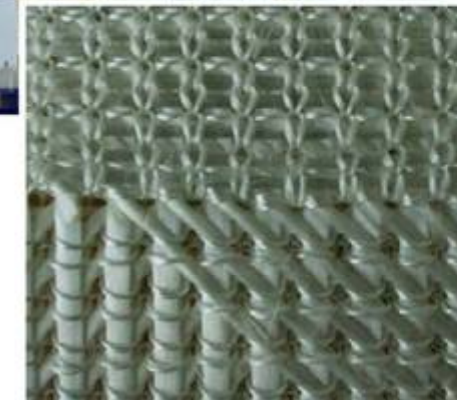
Weiterentwicklung der Flachstricktechnik

Labor-Flachstrickmaschine für bi- bzw. multiaxial verstärkte Gestricke bis 5 Lagen



- 1: Kettfaden
- 2: Schussfäden
- 3: Maschenfäden
- 4: Diagonalfäden
- 5: Zungennadeln

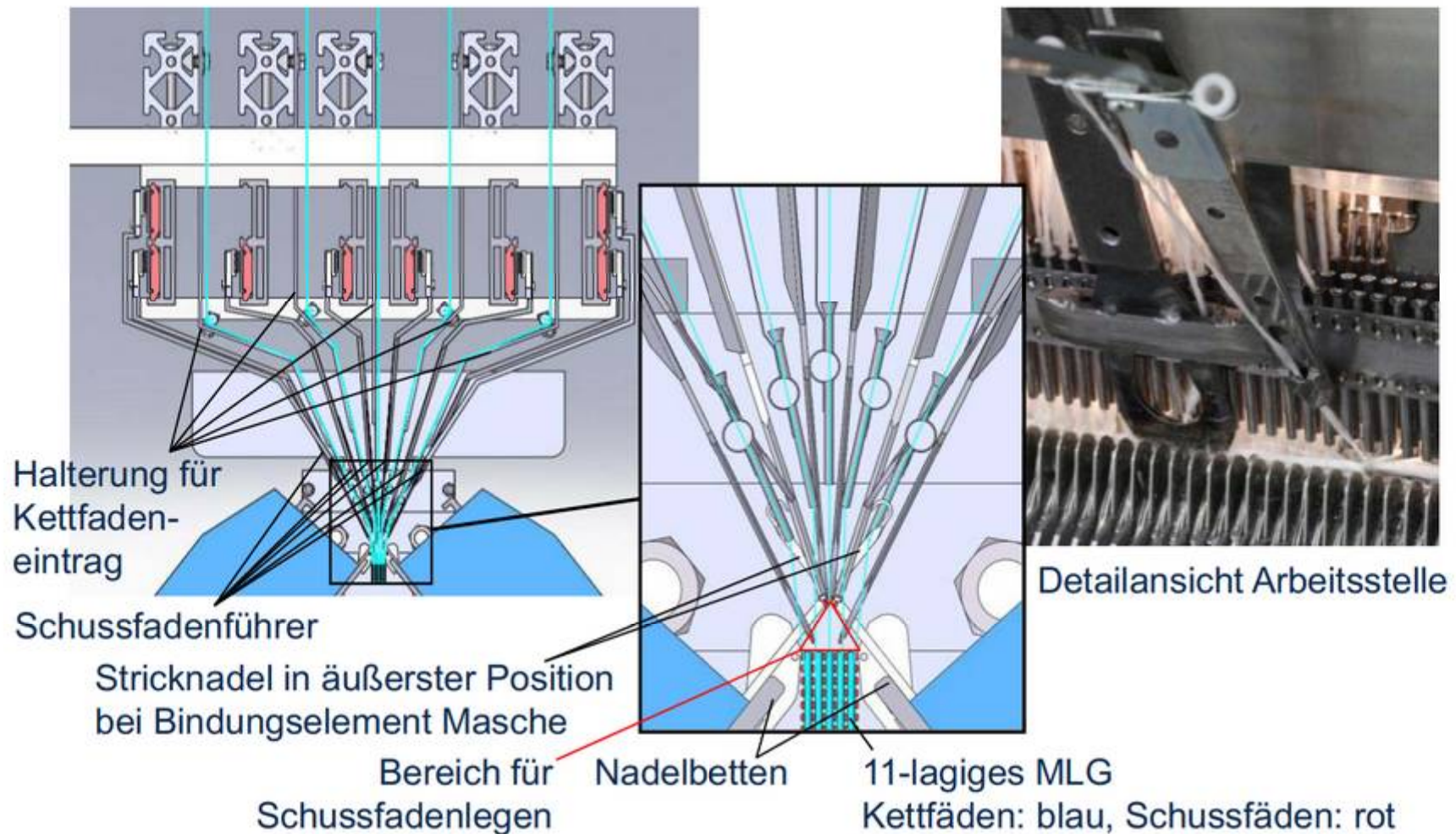
5-lagiges Multiaxial-
gestrick, Querschnitt



Multiaxial-MLG mit frei-
gelegten Fadenlagen

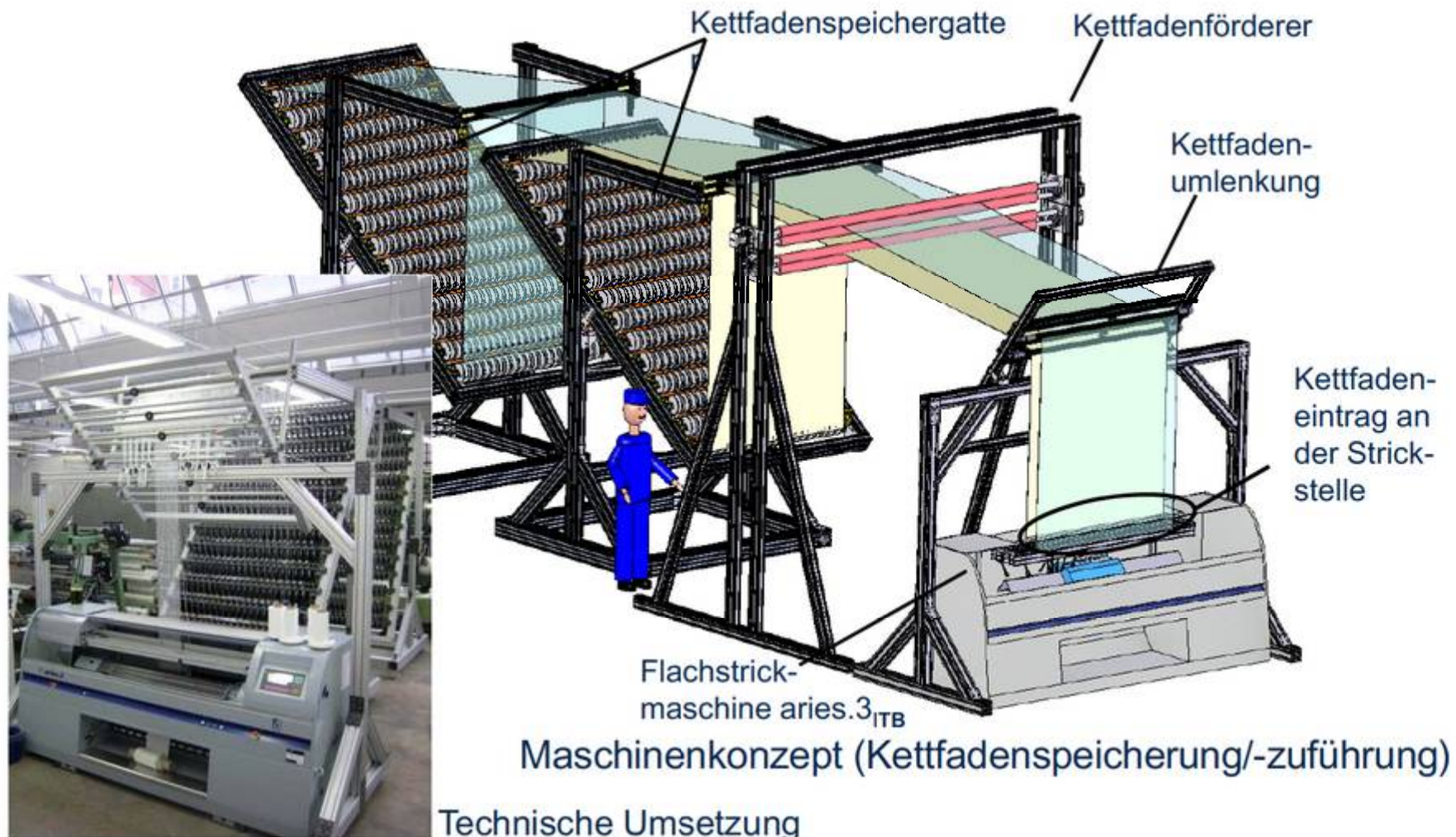
Weiterentwicklung der Flachstricktechnik (SFB 639-A2)

Modifikation einer Flachstrickmaschine aries.3_{ITB} (Fa. Steiger) für bis 11-lagige MLG



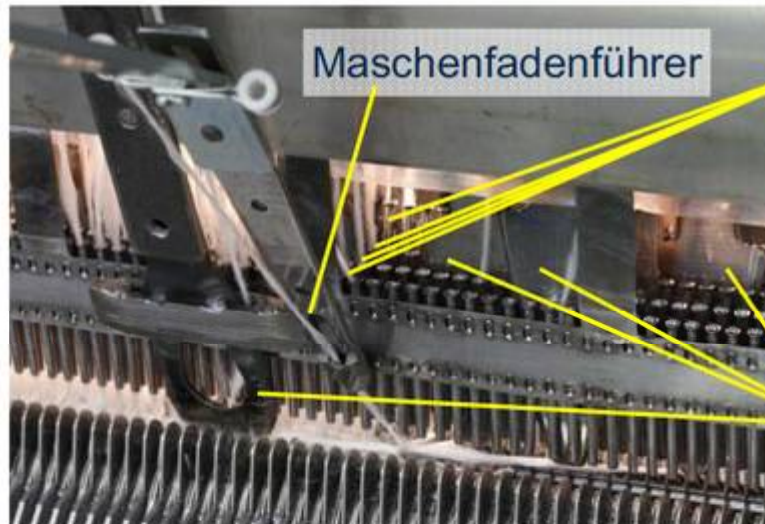
Weiterentwicklung der Flachstricktechnik (SFB 639-A2)

Modifikation einer Flachstrickmaschine aries.3_{ITB} (Fa. Steiger) für bis 11-lagige MLG



Weiterentwicklung der Flachstricktechnik (SFB 639-A2)

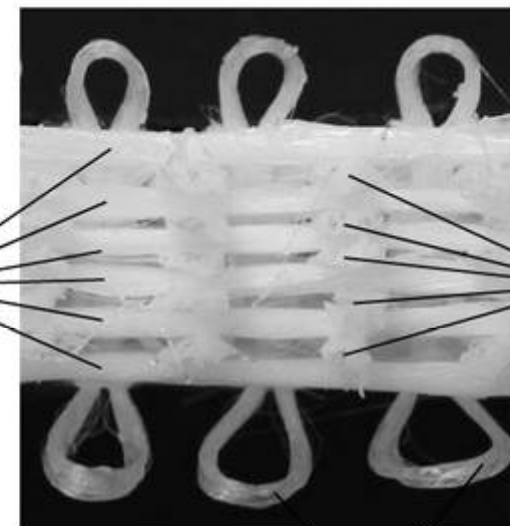
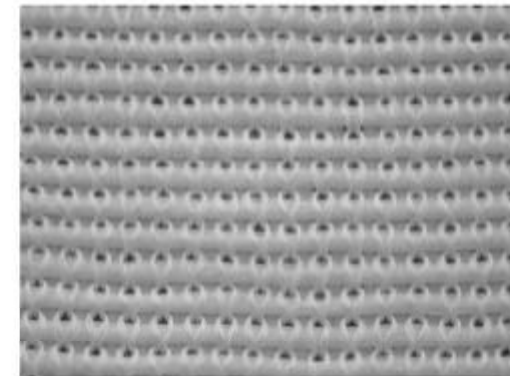
Modifikation einer Flachstrickmaschine aries.3_{ITB} (Fa. Steiger) für bis 11-lagige MLG



Arbeitsstelle für 11-lagige MLG

Fadenführer-
Röhrchen zur
Kettfaden-
zuführung

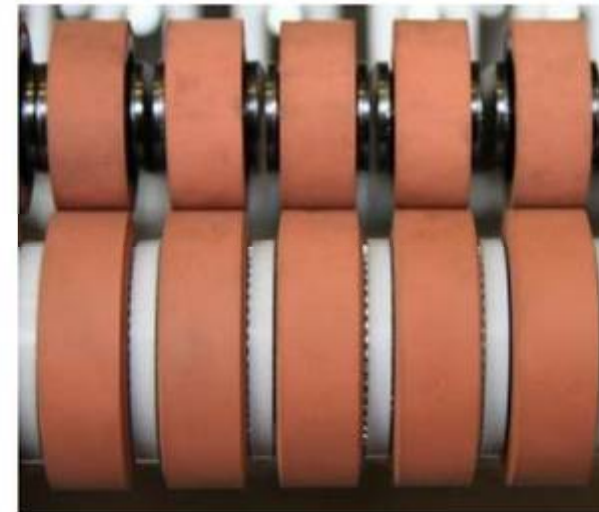
Schussfa-
denführer



a_i: Schussfäden
b_i: Kettfäden
c_i: Maschenfäden

Weiterentwicklung der Flachstricktechnik (SFB 639-A2)

Konstruktion, Bau und Erprobung eines segmentierten 3D-Abzugssystems zur Realisierung von MLG in 3D-Freiformflächen



Detailansicht der segmentierten Abzugswalzen

Segmentierter 3D-MLG-Abzug für unterschiedliche Abzugswege über die Arbeitsbreite

Basisuntersuchungen zur Formgebung für MLG

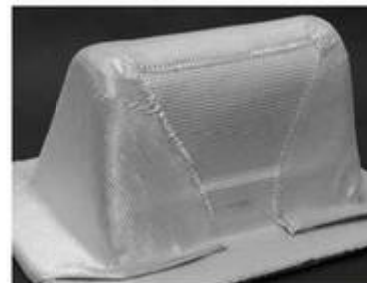
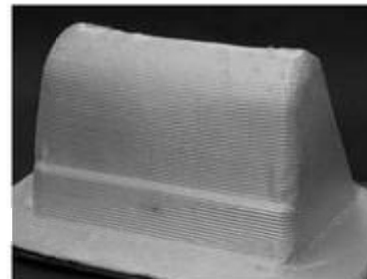
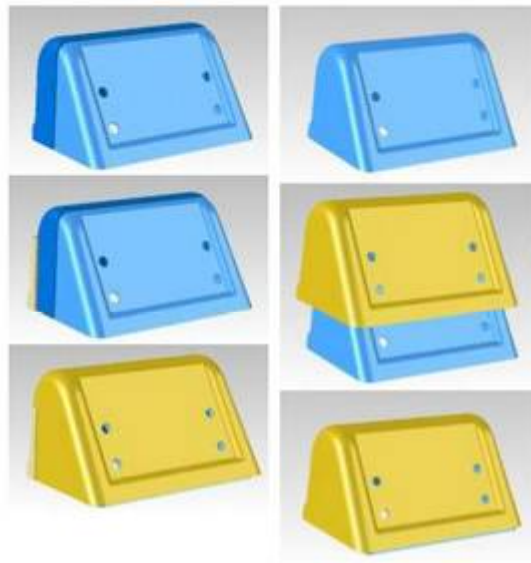
(DFG OF 17/22-SPP 1123)

Realisierung doppelt gekrümmter MLG: Segmente, Komplettpreform
Analyse formgebungsbedingte Strukturinhomogenitäten



Formgebungsbedingte Strukturinhomogenitäten

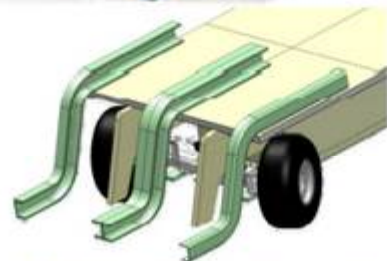
Bechersegmente Komplettpreform



Schüttgutbecher aus 2 MLG
Bild: IPF, IFKM, ITB

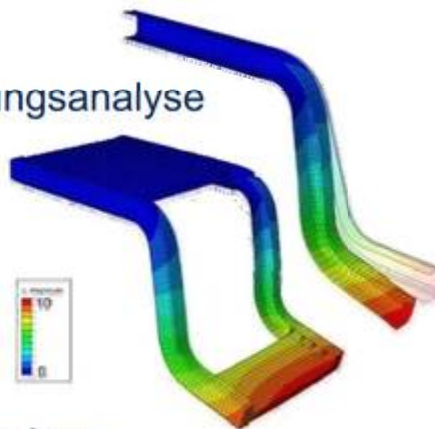
Prozesskette für formgerechte MLG (SFB 639-A3)

- ▶ Simulationsgestützte Ermittlung der Gestrickkontur
- ▶ Stricktechnische Umsetzung der 2D-Kontur
- ▶ Maschinenanpassung, Gestrickprogramm-entwicklung, Umsetzung der Formgestricke
- ▶ Technologieerprobung an Demonstrator-geometrien

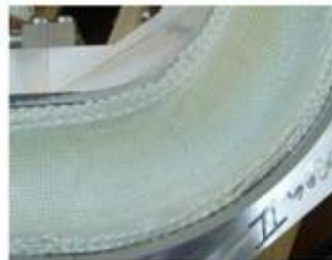


Kabinenträger und Einbausituation im FiF

Belastungsanalyse (IFKM)



Preform-
aufbau



Ableitung der Referenzgeometrie aus FiF

Positionierungsmöglichkeiten der Teilungslinien

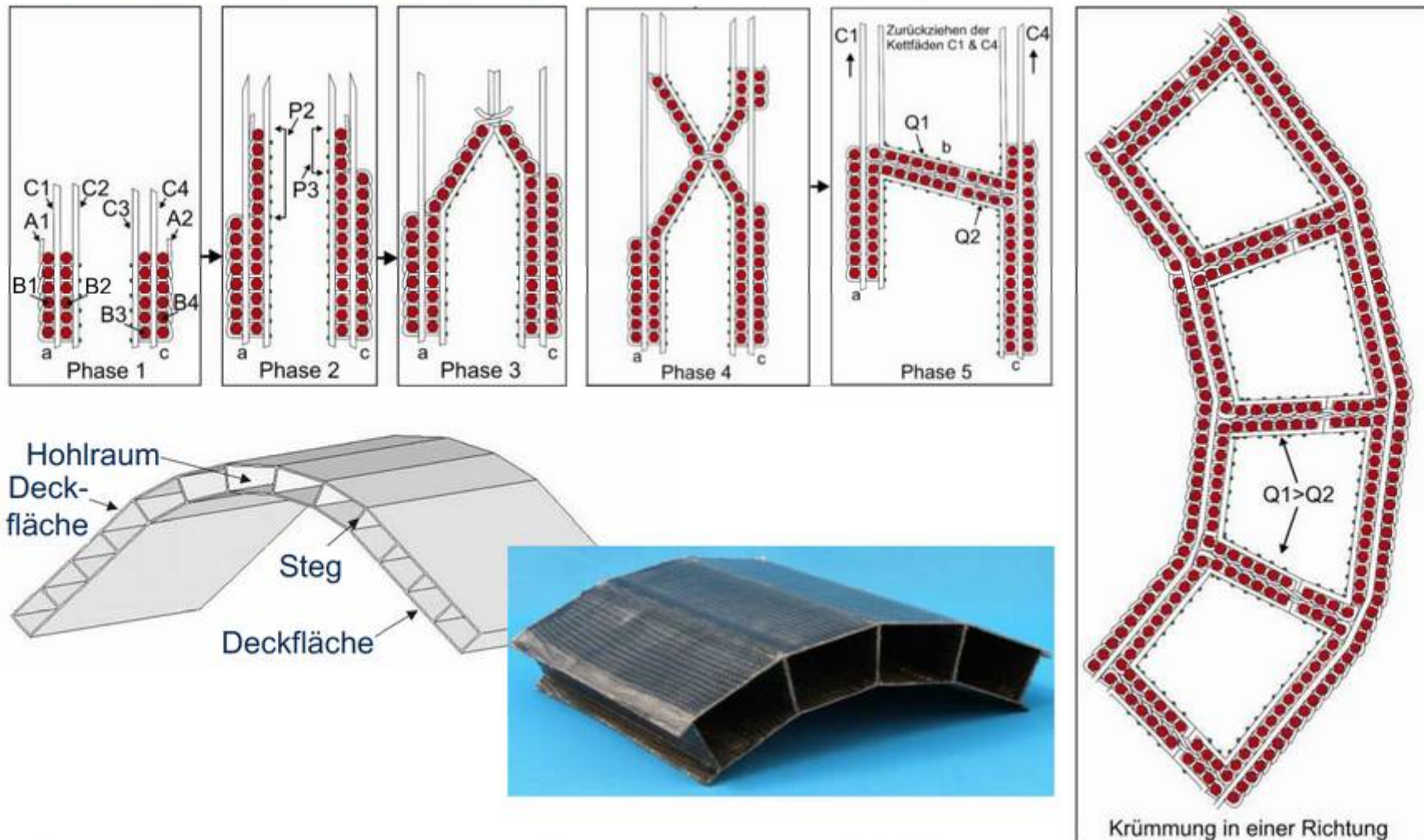
2D-Abwicklung mit Verzerrungsanalyse

Orientierungsmöglichkeiten der Verstärkungsfäden

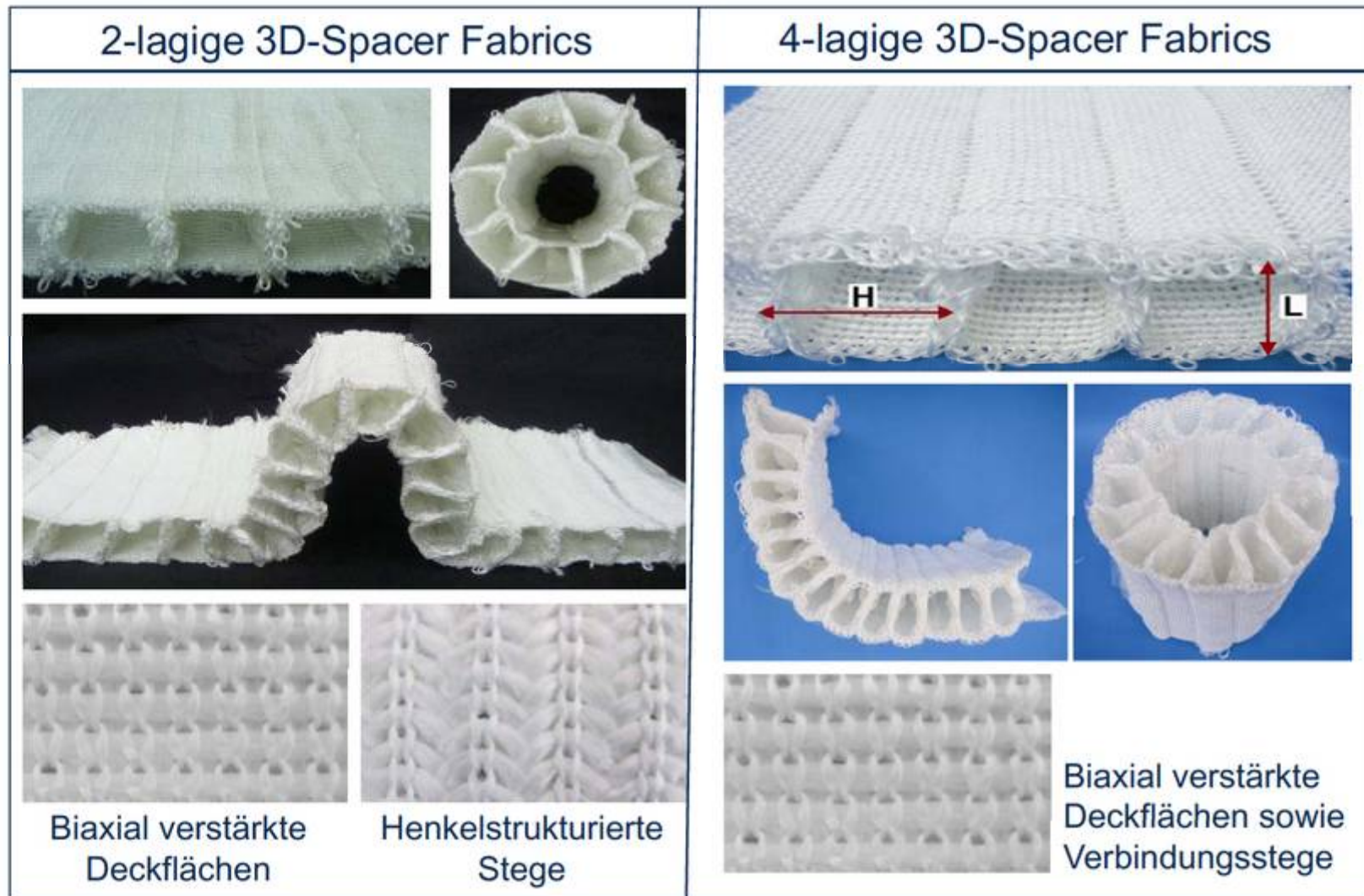
Kette
Schuss

Flachgestrickte 3D-Spacer Fabrics (SFB 639-A3)

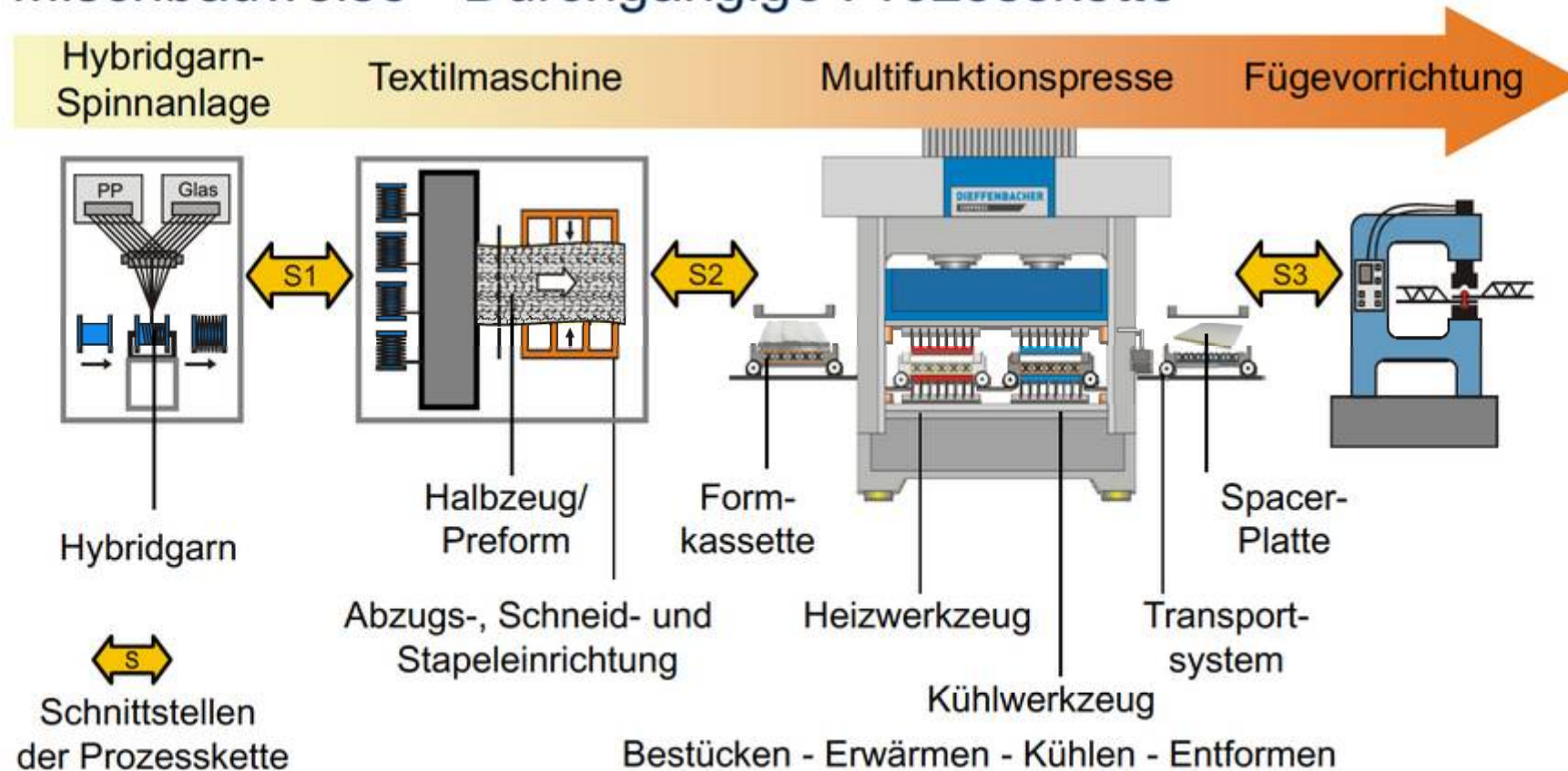
Fertigungsprinzip für gekrümmte Spacer Fabrics



Flachgestrickte 3D-Spacer Fabrics (SFB 639-A3)



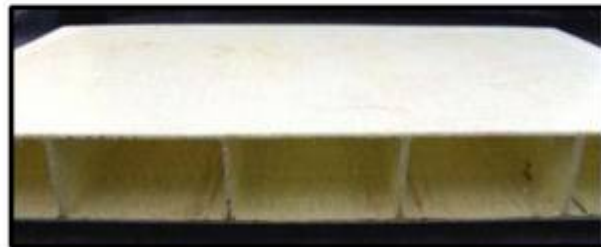
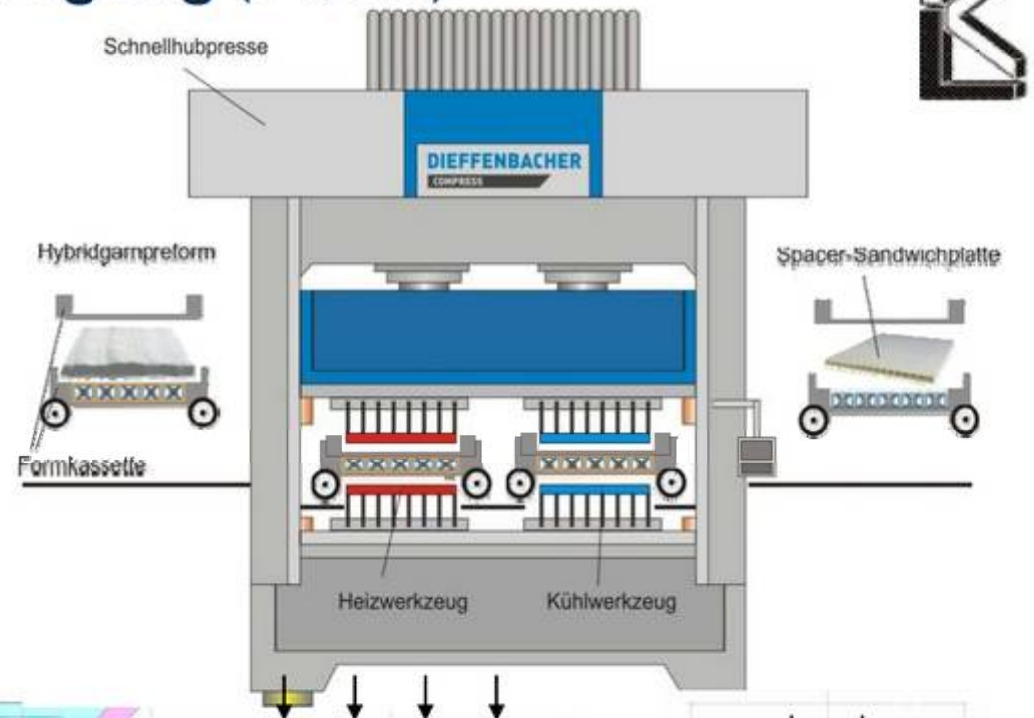
SFB 639 - Leichtbaustrukturen in funktionsintegrierender Mischbauweise - Durchgängige Prozesskette



Hybridgarn-Textil-Thermoplaste (HGTT) - Beispielwerkstoffe GF und PP

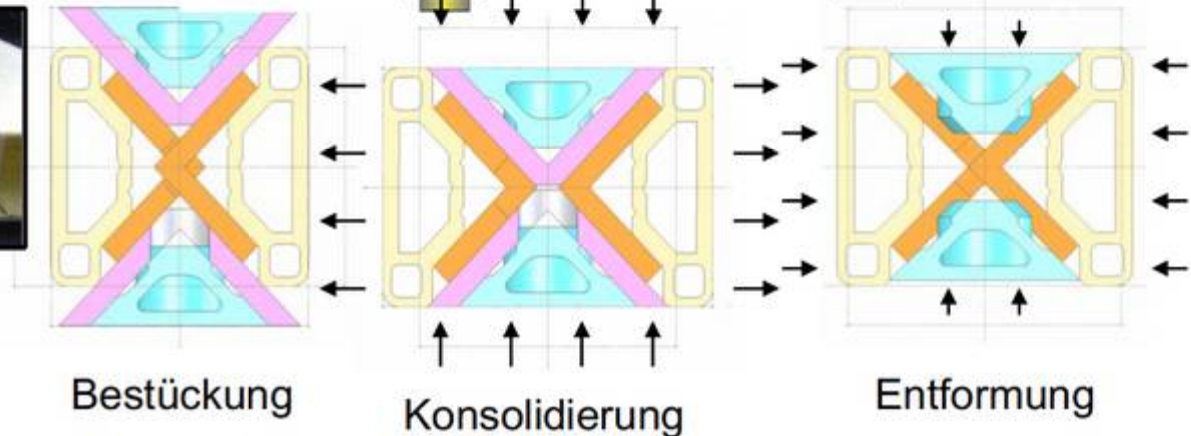
SFB 639 – Stegplattenfertigung (D4, ILK)

- ▶ Einsatz von Konsolidierkinematiken zur Ausformung der Querschnittsgeometrie
- ▶ Entwicklung eines Transportsystems mit einem Formkassettenwerkzeug
- ▶ Entwicklung eines modularen Formschablonenwerkzeuges



Panelstruktur aus
3D-Spacer Fabric

O. Diestel



Bestückung

Konsolidierung

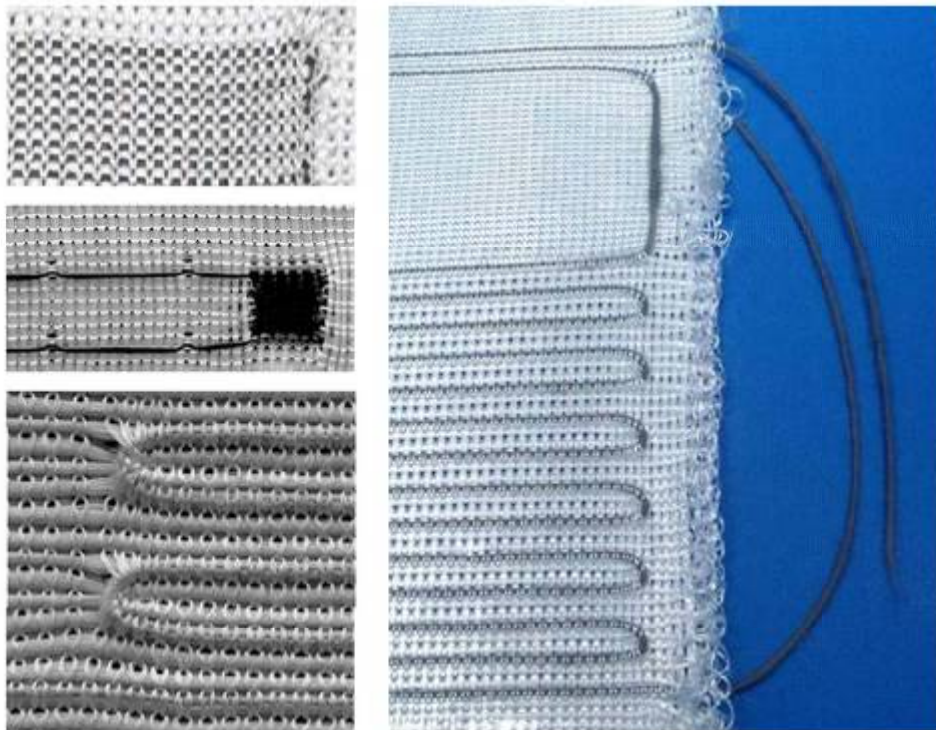
Entformung

Smartex-Workshop, Weimar, 06.09.2011

Folie 17

Funktionalisierung und Funktionsintegration

- ▶ Entwicklung und Umsetzung von Funktions-Hybridgarnen
- ▶ Entwicklung und Umsetzung von MLG mit integrierten Zusatzfunktionen



MLG mit stricktechnisch integriertem CF-Roving,
CF-Tastenfeld bzw. Lichtwellenleiter



Verbundbauteil mit stricktechnisch
integrierten CF-Dehnungssensoren

Lokdach des Europrinter ES 64 mit Impactschutz für A-Säule (IMA, RCS, ITM)



Gestrickfertigung



Platten nach Crash-Test

t = 16 mm

Standardlaminat

t = 20 mm

½ Standardlaminat
und 9-lagiges
GF-Biaxialgestrick



Serienbauteil

Gestrick-
verstärkte
A-Säule

Ballistische PKW-Radlaufverkleidung aus Aramid-MLG (IGF-Nr. 13196 BR)

- Aramid-MLG ermöglichen in steifen Beschussaufbauten eine hohe durchschusshemmende Wirkung
- Ausgezeichnetes Umformverhalten bei der Demonstratorherstellung
- Hohe Bauteilqualität (Geometrie, Oberfläche und Konsolidierung)
- Großes Potenzial für Ballistiksenschutzbauteile mit komplexer 3D-Gestalt

[ITM 2004]



Hohe Energieabsorption durch „Aufpilzen“ der Geschosse und flächige Delaminationen

PKW-Radlaufverkleidung (4-türiger BMW der 3er-Reihe E46) für die Beschussklassen B3/B4 aus einem biaxial verstärkten Mehrlagengestrick (Thermopressen; *ATD, ITB, Teijin-Twaron*)

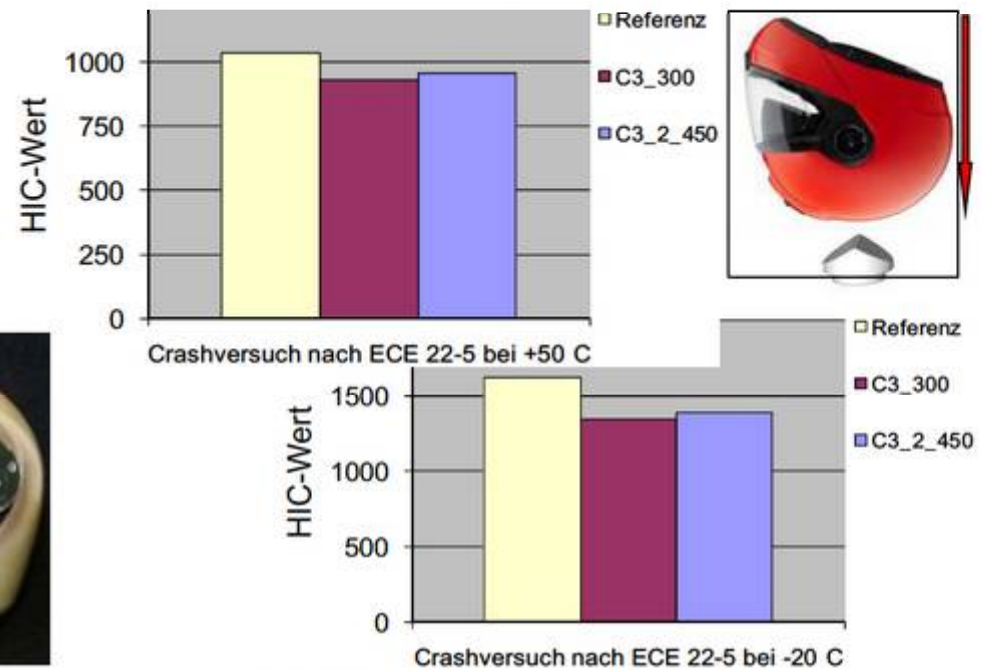
MLG-Schutzhelme (IGF-Nr. 15153 BR)



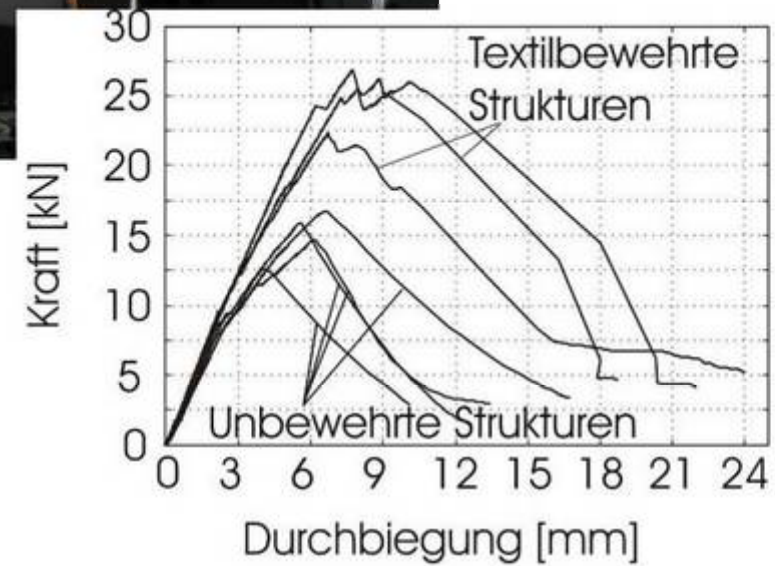
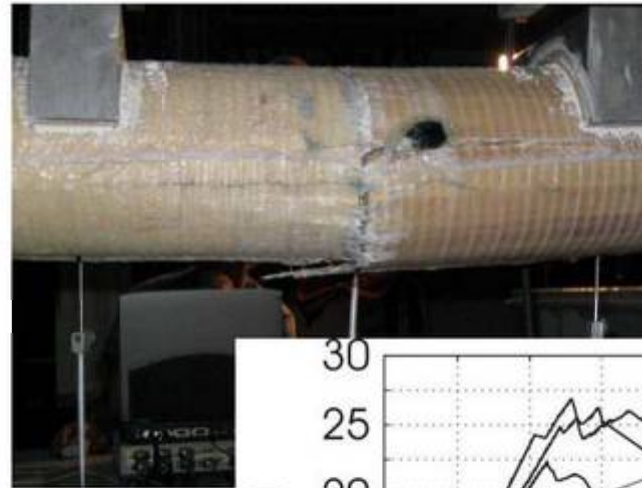
Herstellung von Ballistik-Schutzhelme mit reduziertem Fertigungsaufwand



Motorrad-Schutzhelme
mit hohem Potenzial
zur Reduzierung der
Crashfolgen
(HIC: Head Injury Criterion)



MLG für Hochleistungsholztragwerke – Bauteilprüfung (BMBF 0330722 A, Kooperation mit ISH, ILK u. a.)



Mehrlagengestricke – Anwendungsbeispiele

(u. a. DFG-OF 17/22-SPP 1123, SFB 639-A2/A3, IGF-Nr. 15153 BR)



Zusammenfassung und Ausblick

Technologieentwicklungen für

- ▶ biaxial verstärkte MLG mit bis zu 11 Verstärkungslagen,
- ▶ 3D-MLG (stricktechnische Preformfertigung),
- ▶ flachgestrickte und ebene und gekrümmte Spacer Fabrics sowie
- ▶ Verstärkungs-MLG mit integrierten Funktionselementen für Sensornetzwerke

sind erfolgreich abgeschlossen bzw. in Entwicklung.

Weitere Forschungs- und Entwicklungsarbeiten zielen auf

- ▶ eine verbesserte Reproduzierbarkeit,
- ▶ die Steigerung der Produktivität,
- ▶ eine vollständige Prozesskette für formgerechte MLG von der 3D-Bauteilgeometrie bis zur Preform sowie
- ▶ den Transfer der Ergebnisse in die Industrie.

Danksagung

Die Autoren danken der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) für die Förderung der Arbeiten im Rahmen des Sonderforschungsbereiches 639 „Textilverstärkte Verbundkomponenten für funktionsintegrierende Mischbauweisen bei komplexen Leichtbauanwendungen“ sowie weiterer DFG-Einzelprojekte.

 Deutsche
Forschungsgemeinschaft

„Vom Filament zum Bauteil“

Kontakt

Dr-Ing. Olaf Diestel
Technische Universität Dresden
Institut für Textilmaschinen und
Textile Hochleistungswerkstofftechnik (ITM)
01062 Dresden
E-Mail: olaf.diestel@tu-dresden.de

Wir freuen uns auf Ihren Besuch zur ITMA 2011
in der Halle 5, Stand D163 vom 22.-29. September 2011, Barcelona/Spanien