



MT AEROSPACE

An OHB Company



Entwicklung eines kostenoptimierten CFK-Raketenmotorgehäuses in Infusionstechnik

Peter Ortmann

Augsburg, 19.05.2015



Vorstellung des Projektes FORC

Randbedingungen / Anforderungen für die Fertigung

Material- und Prozessauswahl

Entwicklungslogik

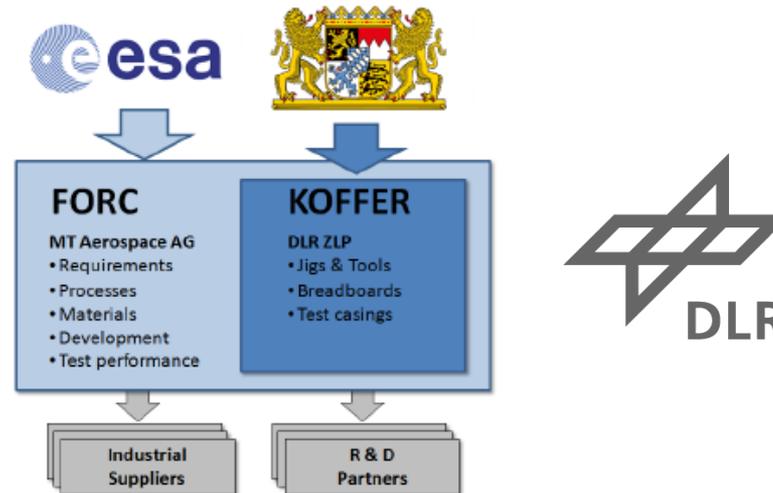
Fertigungsentwicklung an skalierten Breadboards (SKD)

Versuche in der Prozessumgebung / MFZ (DLR)

Stand der Fertigung des TA



- ▶ **FORC** (Fiber - reinforced Optimized Rocket Case) ist ein Entwicklungsprojekt für ein kostenoptimiertes CFK-Raketenmotorgehäuse in Infusionstechnik
- ▶ Unterstützender Partner ist das DLR Institut ZLP mit dem Projekt **KOFFER**, Entwicklung und Aufbau der Produktionsstätte für den FORC Demonstrator



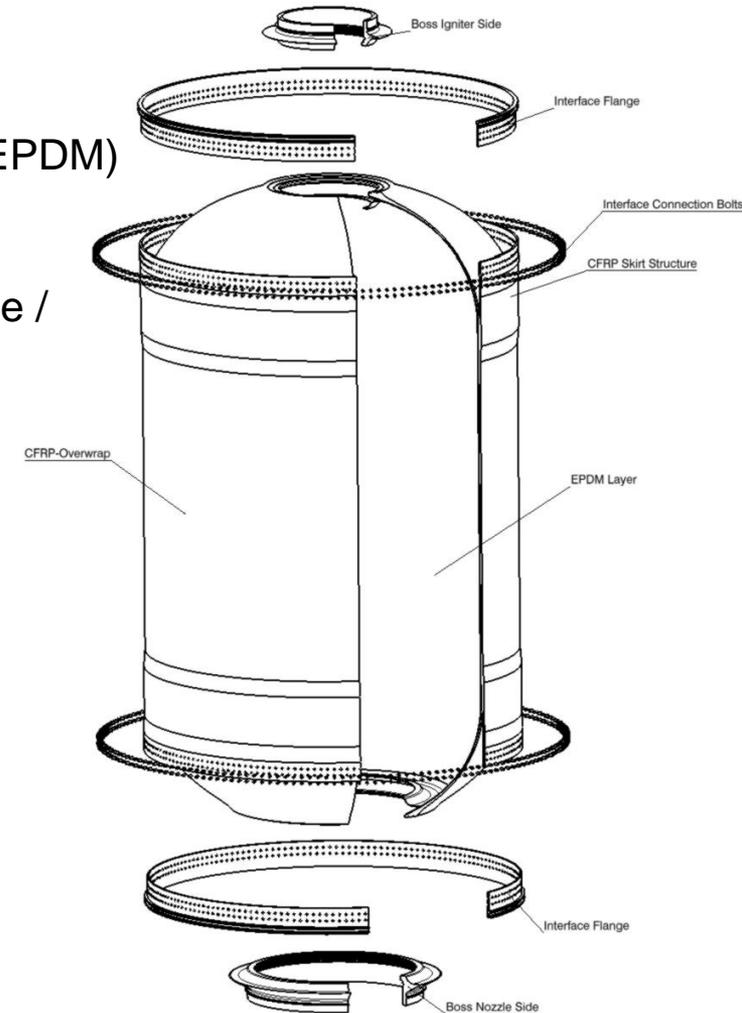
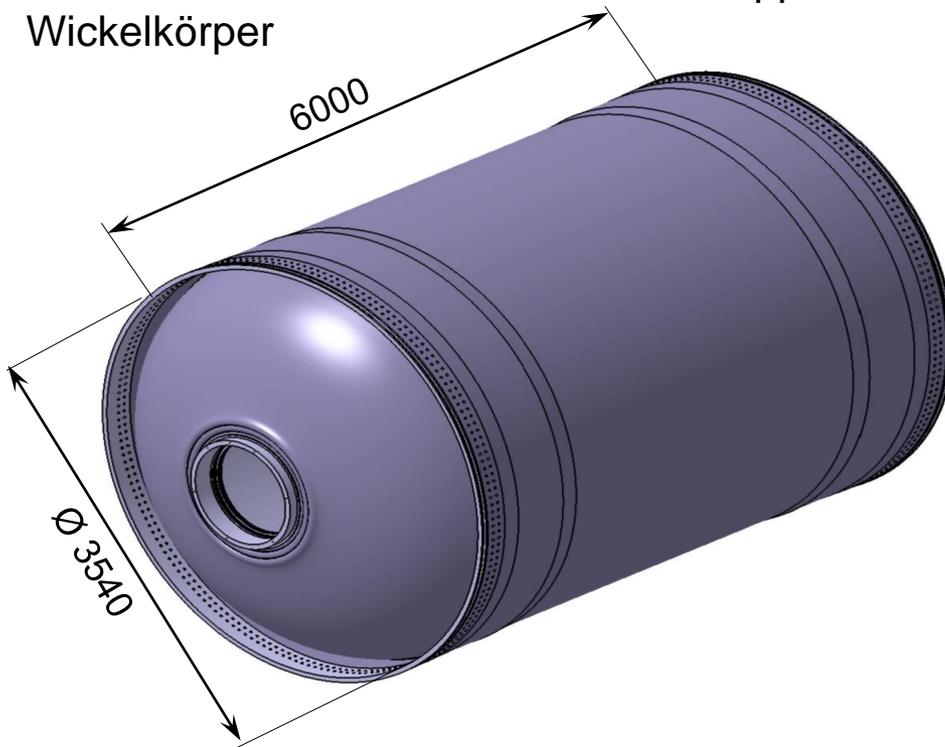
Hauptziele des Projektes

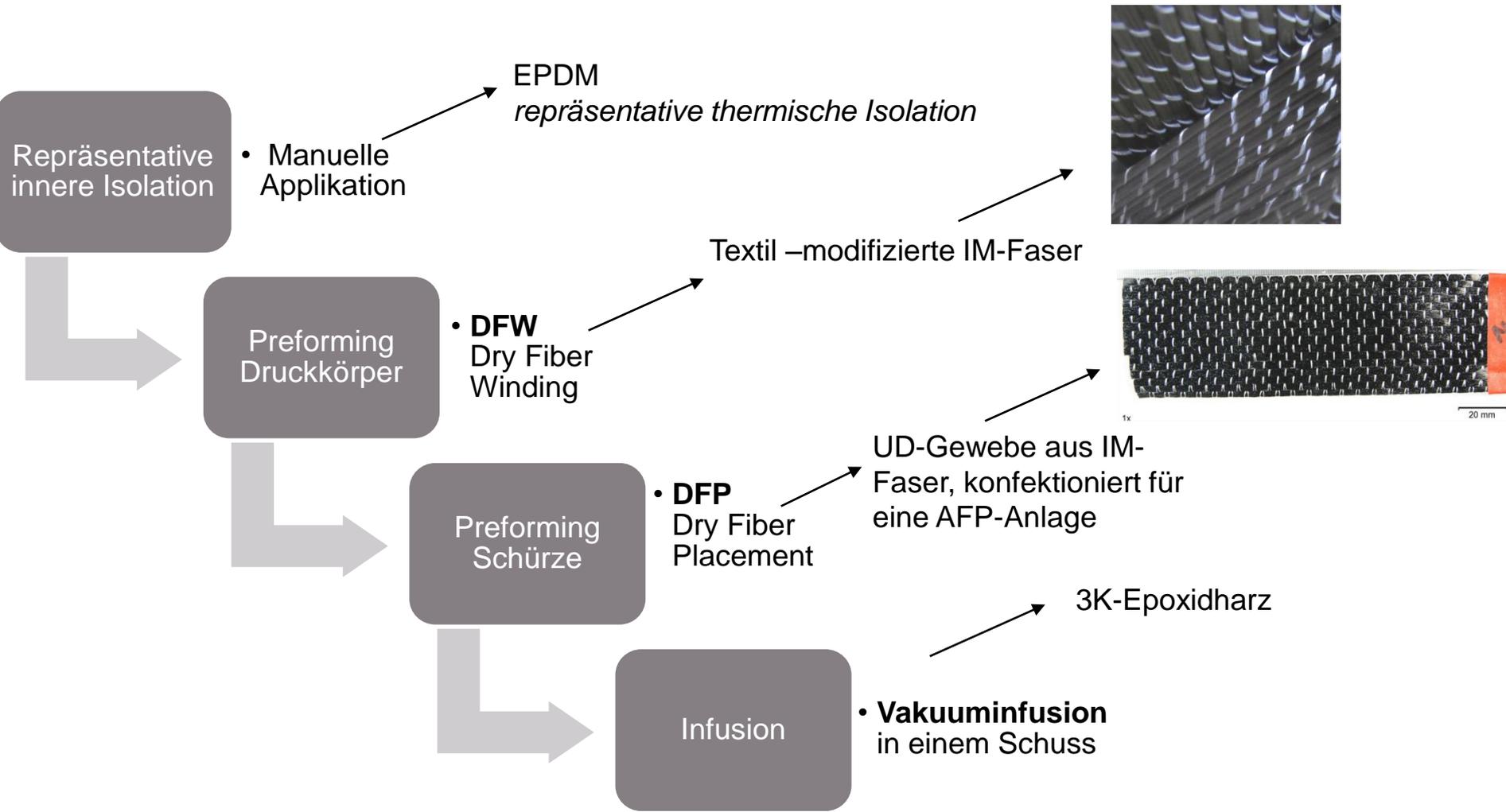
- Herstellung eines repräsentativen Technologiedemonstrators
- Nachweis des Design / Layout
- Nachweis der Performance des Demonstrator durch Burst-Test
- Aufbau einer belastbaren Basis für Kostenabschätzung
- Erreichen von **TRL6**

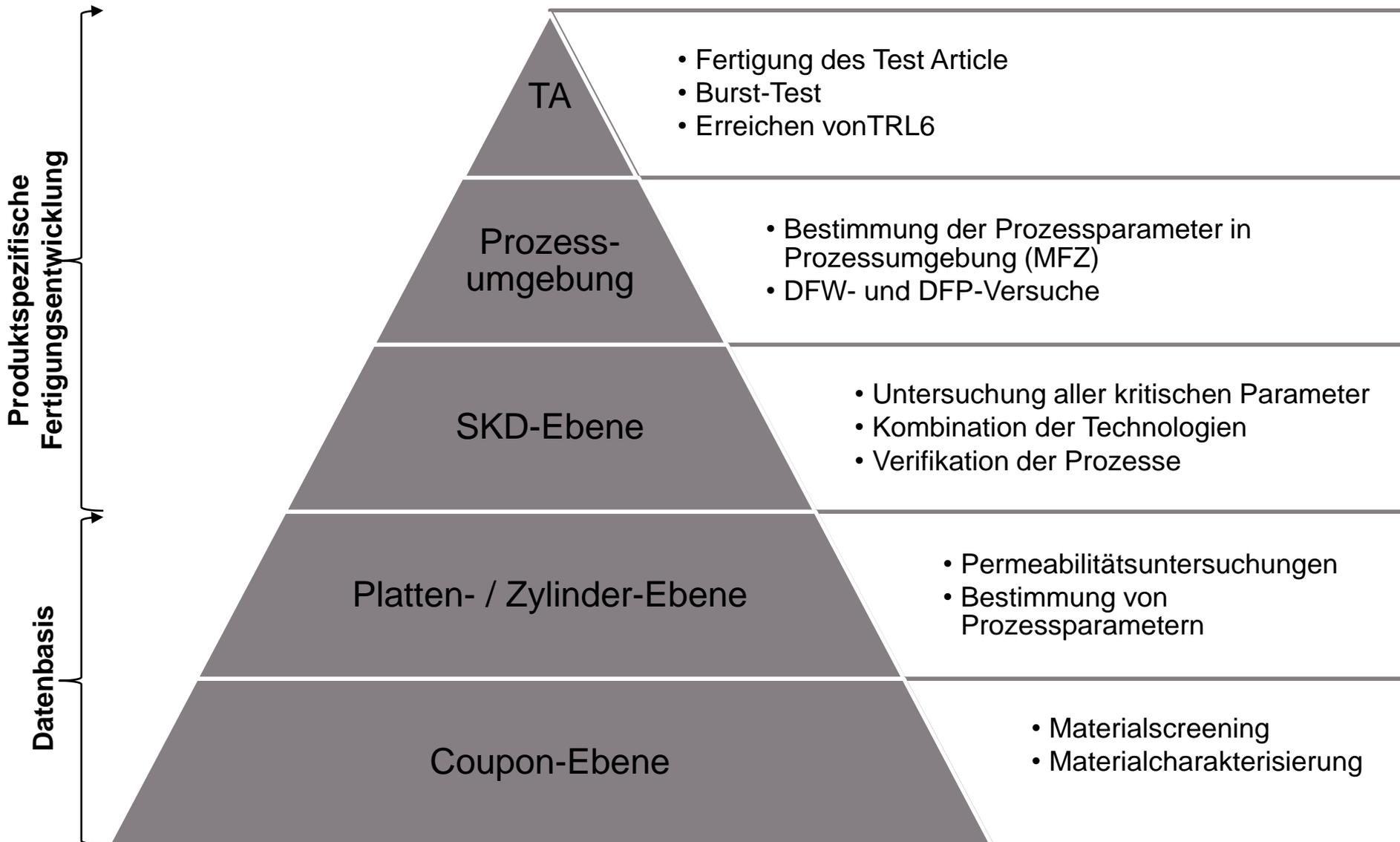


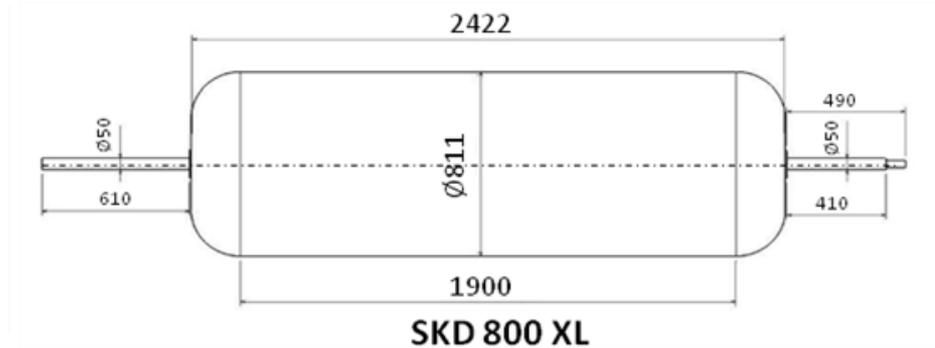
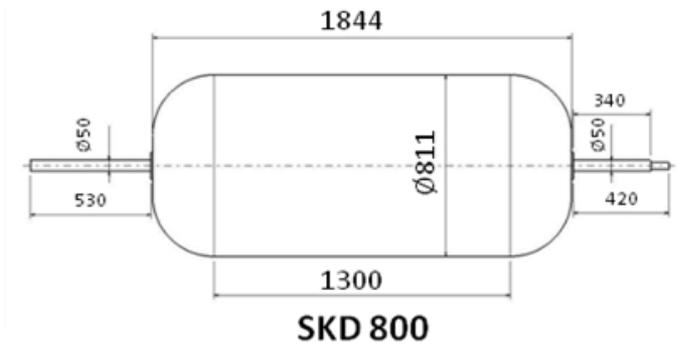
Repräsentativ für eine Ariane 6 Booster-Konfiguration

- ▶ Original Durchmesser (3,5 m)
- ▶ Reduzierte Länge (6 m statt 12 m)
- ▶ Repräsentative integrierte innere thermische Isolation (EPDM)
- ▶ Integrierte Schürzen
- ▶ Integriertes Interface für Düse und Zünder
- ▶ Wandstärken bis zu 50 mm im Überlappbereich Schürze / Wickelkörper









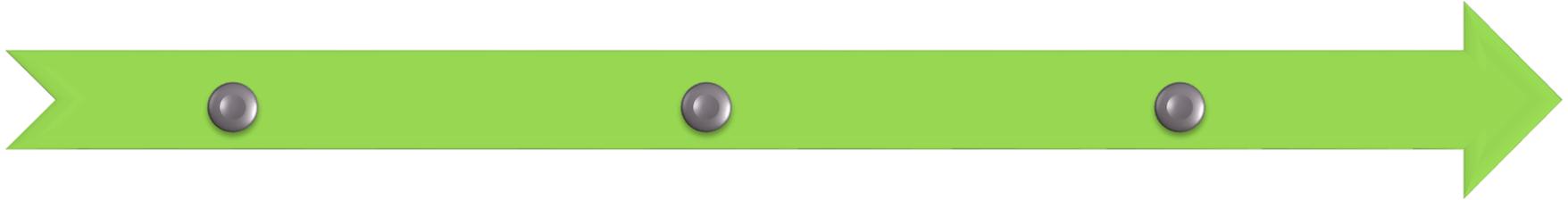
Ziele

- ▶ Entwicklung aller relevanten Technologien / Parameter: EPDM, DFW, DFP, Infusion
- ▶ Einfluss der Technologien untereinander v.a. Preforming und Infusion / Tränkbarkeit
- ▶ Verifikation aller Prozesse für den Testartikel inkl. Reproduzierbarkeit (SKD Final 1/2)

SN1

...

SN9

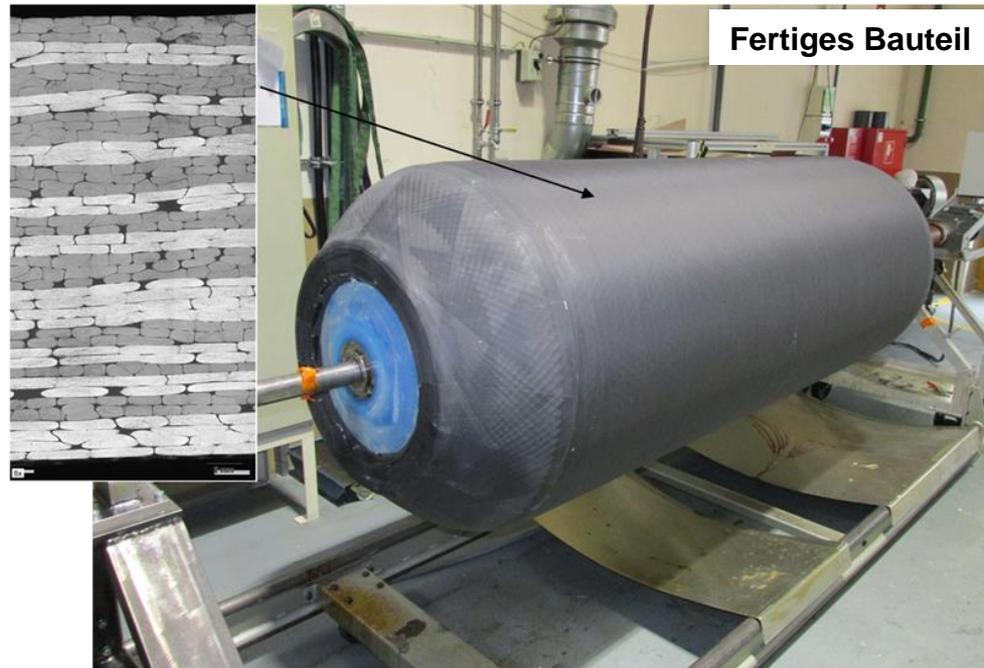


Schwerpunkte / Ziele der SKD SN 1 – 9

- ▶ Erhöhung der z-Permeabilität einer gewickelten Preform
- ▶ Minimieren des Setzweges einer gewickelten Preform durch Vakuum
 - ➔ Vermeiden von Ondulationen



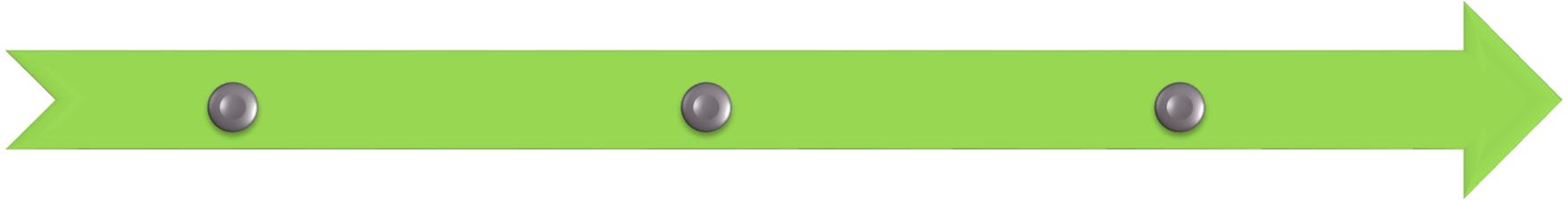
Textil-modifizierter Roving zeigt die beste Performance im Hinblick auf Permeabilität und Wickeltechnologie



SN10

...

SN13

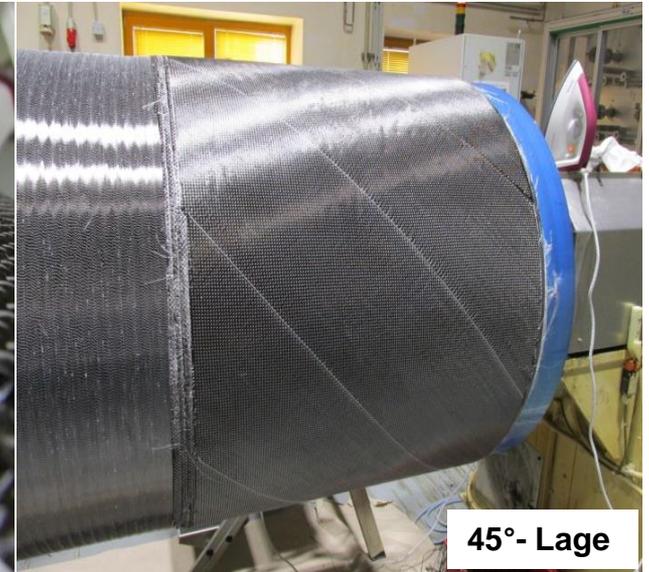
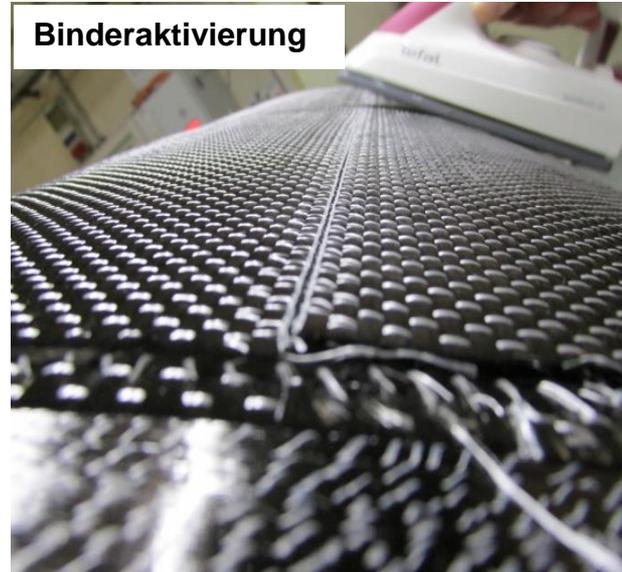


Schwerpunkte / Ziele der SKD SN 10 - 13

- ▶ Schrittweise Integration aller relevanten Komponenten: EPDM, Bosse, Schürze
- ▶ Optimierung des Verzweigungsbereiches
- ▶ Verifikation der Robustheit der Prozesse



Basis für die finalen SKD mit allen relevanten Bedingungen / Parametern äquivalent zum TA

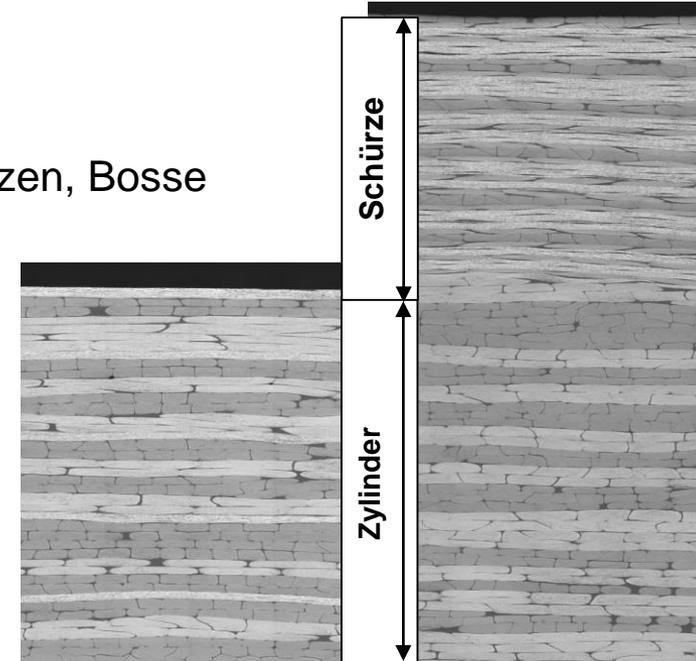


Schwerpunkte / Ziele SKD Final 1 und 2

- ▶ Design / Lagenaufbau identisch zum TA
- ▶ Alle relevanten Komponenten integriert: EPDM, 2 Schürzen, Bosse
- ▶ Infusionsstrategie wie TA
- ▶ Simulation der Infusion → Vergleich der Ergebnisse
- ▶ Verifikation der Reproduzierbarkeit
- ▶ Stabile Prozesse

Ergebnisse

- ▶ Erfolgreiche Integration aller Komponenten
- ▶ Preformmasse 290 kg
- ▶ Infusionierte Harzmasse 128 kg
- ▶ Faservolumengehalt
 - Wickellaminat 62 %
 - Schürzenlaminat 60 %
- ▶ Infusionsdauer 6 h
- ▶ Exzellente Laminatqualität
- ▶ Verifikation der Reproduzierbarkeit
- ▶ Stabile Prozesse



Verzweigungsbereich





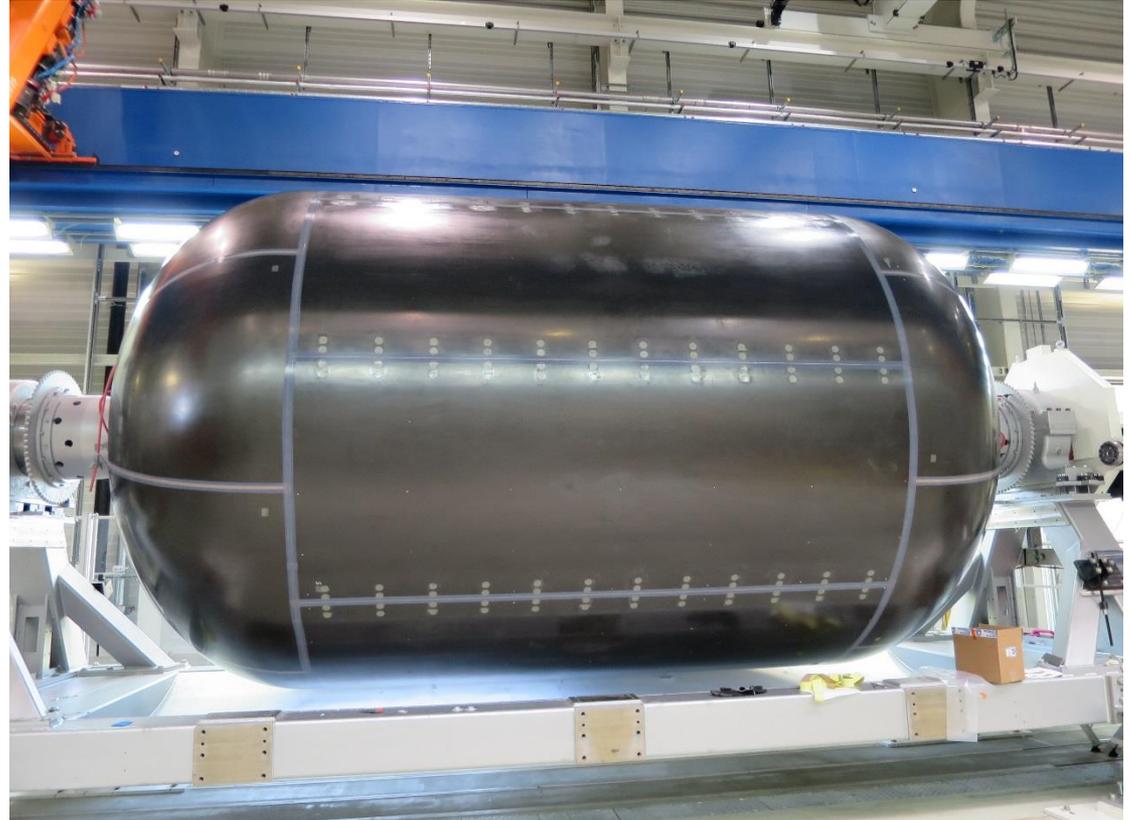
DFW-Versuche

- ▶ Inbetriebnahme der Anlage MFZ
- ▶ Bestimmung der Prozessparameter
- ▶ Optimierung der Fadenspannung
- ▶ Einfluss der Dimensionen

DFP-Versuche

- ▶ Inbetriebnahme der AFP-Anlage
- ▶ Bestimmung der Prozessparameter
- ▶ Ablage einer Schürze mit TA-Lagenaufbau
→ Kombination aus DFW und DFP





- ✓ Montage des mehrteiligen CFK-Kerns
- ✓ Integration in die MFZ
- ✓ Abdichten des Kerns → vakuumdicht
- ✓ Vorbereitung für die EPDM-Applikation



