



OE Faserverbundtechnologie

Technologische Kompetenz für die Luft- und Raumfahrt und darüber hinaus

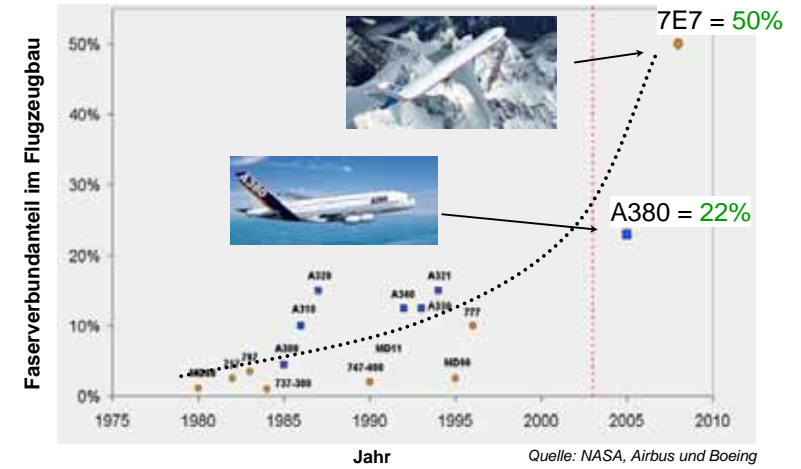
Dr.-Ing. Lars Herbeck



Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik



Anforderungen an moderne Faserverbundfertigung



Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik



Prozesskette der Faserverbundstrukturenentwicklung

Grad der Konkretisierung

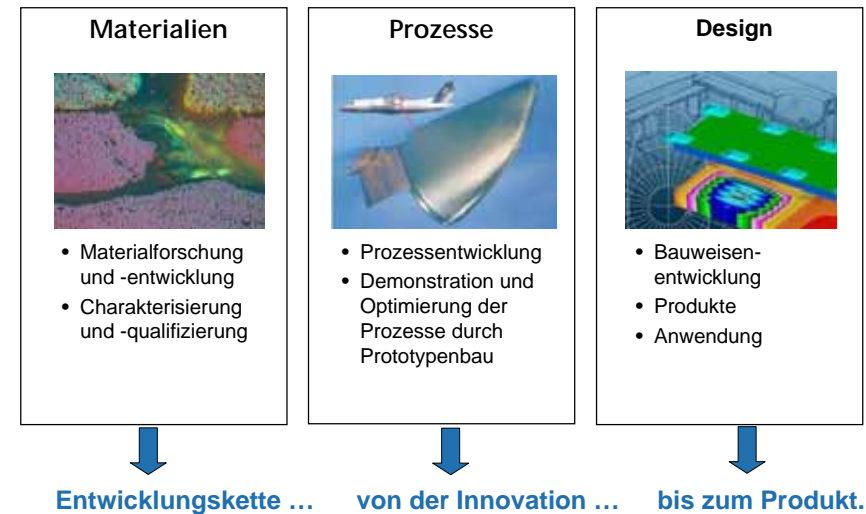


Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

Lars.Herbeck@dlr.de



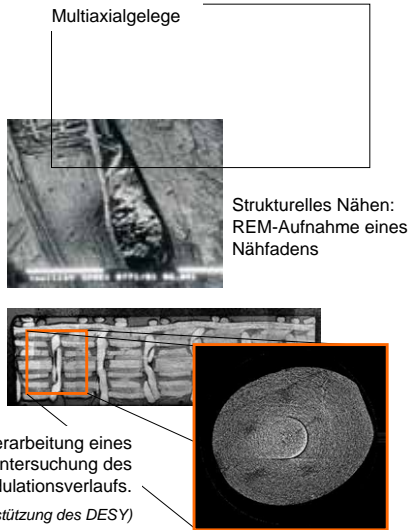
Kompetenzen für die moderne FVW-Bauteile



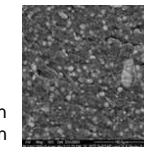
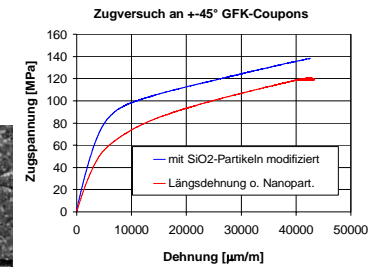
Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik

- Hochleistungsverbunde aus Kohlenstofffasern
- Fasersysteme auf Basis nachwachsender Rohstoffe, z.B. Flachs, Hanf, Ramie
- Faser-Matrix-Haftung
- Auswahl und Charakterisierung geeigneter Halbzeuge
- Optimierung textiler Parameter
- Nähen als Fixierung und zur 3D-Verstärkung

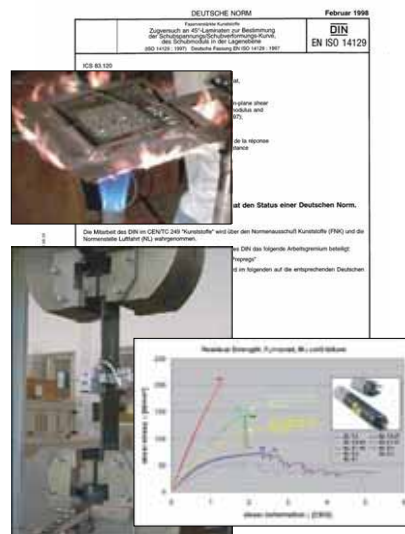


- Entwicklung und Modifikation von Harzsystemen (z.B. in Bezug auf FST-Anforderungen, Zähmodifikationen)
- Infusionsharze
- Biopolymere Harze
- Rezeptur und Mischungsverhältnisse
- Prozessierung von Harzen, z.B. Aushärtungszyklen
- Konditionierung mit „Nanopartikeln“



REM-Aufnahme der Dispersion von Nanopartikeln

- Statische Prüfung
 - Zugversuch / Druckversuch
 - Biegeversuch
 - Lochleibung
 - ILS
 - OHC / OHT
 - etc.
- Schlagzähigkeit
- Thermische Prüfung
 - TGA Thermogravimetrie
 - DSC Differential Scanning Calorimetry
 - DMTA
 - HDT Heat Distortion Temperature
 - Rheologie
- Optische Prüfung
 - REM
 - Schlißbilder
 - Lichtmikroskopie
- Physikalische Prüfung
 - Faservolumengehalt
 - Oberflächenbeständigkeit
- Individuelle Prüfungen nach Kundenwunsch



1. Fertigungswerkzeuge

- Bedarfsanalyse
- Standzeiten
- Reparierbarkeit
- thermische Kompatibilität
- thermische Masse
- Vakuumdichtigkeit
- Entformbarkeit des Bauteils



→ Reduzierung der Investitionskosten bei optimaler Werkzeugverfügbarkeit



1. Fertigungswerkzeuge

2. Handhabung und Preforming

- Transport und Lagerung
- Handhabung der Halbzeuge
- komplexe Preforms
- Vorfixierung
 - Bindertechnologie
 - Nähverfahren
 - Vakuum-Handhabungstechnik



→ **Sicherstellung der Produkteigenschaften durch schonenden Umgang mit den Halbzeugen**

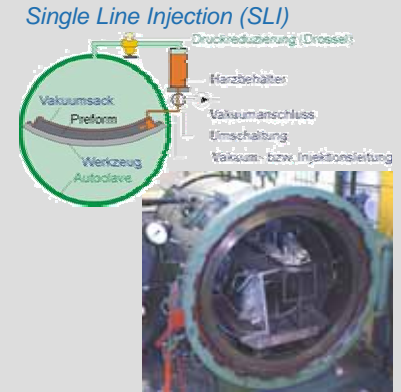


1. Fertigungswerkzeuge

2. Handhabung und Preforming

3. Infusionsmanagement

- Infusionsanlagen
- Harzinfusionstechnologie
- Reproduzierbarkeit
- Harzmischung, -entgasung, und -temperierung
- Prozessparameter



→ **reproduzierbare Produkteigenschaften auf hohem Niveau durch angepasste Fertigungsabläufe**



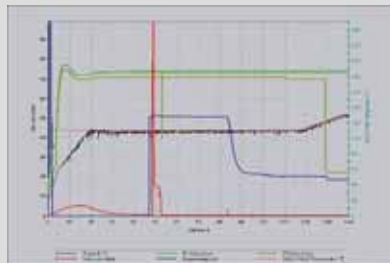
1. Fertigungswerkzeuge

2. Handhabung und Preforming

3. Infusionsmanagement

4. Prozessüberwachung und Qualitätssicherung

- Verfahrensanweisungen
- Bauteildokumentation
- Fertigungsprotokolle
- Produktsicherung
- Feedback für Prozessoptimierungen



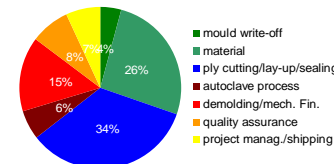
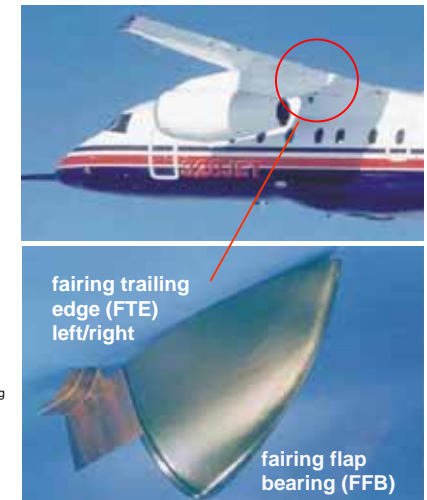
Prozessüberwachung bei SLI:

- **Druck**
- **Temperatur**
- **Harzmenge**
- **Vakuum**

→ **Vorbereitung der Industrialisierung von Harzinfusionstechnologien durch qualitätsgesicherte Fertigungsabläufe**



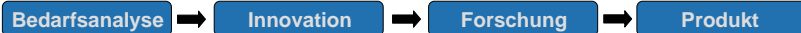
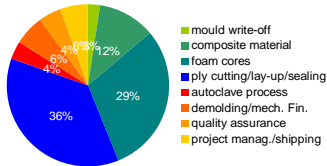
- Reduzierung der Fertigungskosten bei bestmöglicher struktureller Performance
- Entwicklung und Qualifizierung einer kosteneffizienten Faserverbund- Prozessierungstechnologie
- Technologietransfer und Einleitung der Serienproduktion, mehr als 300 Teile (FFB) und 500 Teile (FTE)
- Ausschussquote kleiner als 1%





Dornier DO 728 Bugfahrwerksklappe

- Bugfahrwerksklappe für die Dornier DO 728
- Bewerbung auf eine internationale Ausschreibung zusammen mit der INVENT GmbH
- SLI-Fertigungskonzept mit integrierten Schaum-Sandwichkomponenten
- Kostenvorteile für die Serienfertigung
- Vogelschlag-Test bestanden



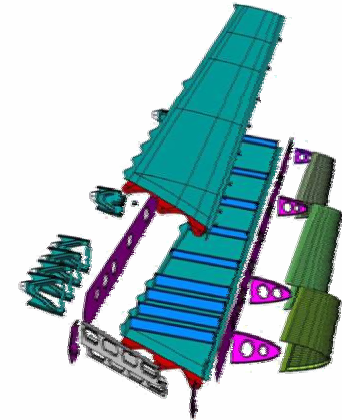
Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adapttronik



CFK-Seitenleitwerksbauweisen (VTP-NG)

- Reduktion der Produktionskosten und der „Production Lead Time“
- Bewerbung auf eine internationale Ausschreibung für Airbus-Konzeptstudie
- Analyse des A320 *Single Aisle Composite* Leitwerks
- Bauweisenentwicklung und kosteneffiziente Fertigungsverfahren
- Analytische und numerische Vorauslegung
- Deutliche Kosteneinsparpotenziale identifiziert; leichte Gewichtseinsparung zu erwarten



Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adapttronik



CFK-Rumpfbauweisen (HGF, „Schwarzer Rumpf“)

- HGF-Projekt „Schwarzer Rumpf“
- 30% leichter
- 40% Kostenreduktion
- integralen Rumpfkomponten aus CFK in kosteneffizienter Nasstechnologie
- hoher Integrationsgrad
- innovative Verbindungstechniken: CFK/Titan-Anwendung an Fügstellen
- Multifunktionalität



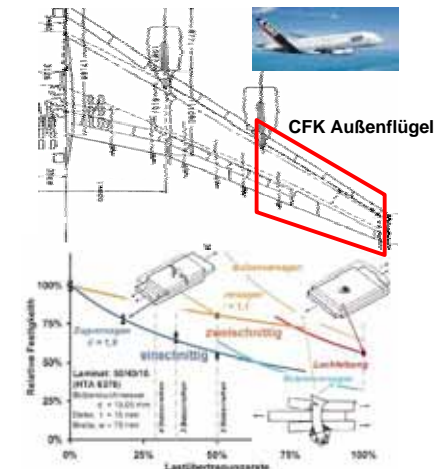
Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adapttronik



CFK-Flügelbauweisen (LuFo II, Tango, A400M)

- Projekte/Vorhaben: LuFo II, TANGO, A400M
- Entwurfsregel für die Dimensionierung eines CFK-Flügels
- „dicke“ Lamine
- Dimensionierungsgrundlagen für Holme, Rippen und Bolzenverbindungen
- Im LuFo II: mehr als 1000 Versuche zur Verifikation und Korrelation der Dimensionierungsgrundlagen



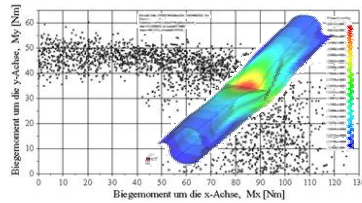
Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adapttronik



Raumfahrt: Entfaltbare Ultra-Leichtbaustrukturen

- Hardwareentwicklung und Integration im Rahmen einer ESA/DLR Solar Sail Technologiedemonstration
- Materialqualifikation nach ESA-Standards
- Bauweisenentwicklung und probabilistische Dimensionierung
- Kosteneffiziente und qualitätsgesicherte Fertigungsprozesse
- Verifikation des Produkts
- Integration



Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik



Verkehr: Produkte aus Bioverbundwerkstoffen

- Alternative Faserverbundstrukturen
- Produktion, Nutzung und Entsorgung im Sinne von Umweltverträglichkeit
- Recycling, thermische Verwertung, Kompostierung
- Materialforschung, Charakterisierung und Qualifikation
- Prozessierung
- Produkte: Bürostuhl, Federleiste, Innenverkleidung (LIREX, Hamburger Hochbahn); Industrieschutzhelm, ABS-Spritzgussersatz (Waage)



Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik



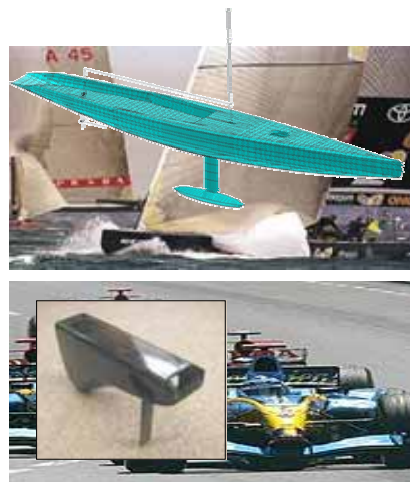
Spin-Off „Rennsport“: America's Cup und Formel 1

America's Cup:

- „Detailed Design“ der zentralen Innenstruktur
- Kiel-Rumpf-Interface
- Mastlaminatauswahl
- Consulting im Bereich aller struktureller Fragen (Materialien, Prozessierung, Auslegung und Berechnung)

Formel 1:

- 3D-Verstärkung von CFK-Strukturen durch strukturelles Nähen
- Prototypenbau
- Crashtest



Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik



Zusammenfassung

Forschung und Entwicklung im Bereich der „Kostengünstigen Leichtbaufertigung für Faserverbunde“ bedeutet ...

1: Aufbau wissenschaftlicher Expertise in den Bereichen

- **Materialforschung,**
- **Verfahren für die Faserverbundfertigung,**
- **Design und Bauweisenentwicklung.**

2: Kommunikation, Kooperation und Vernetzung mit Partnern durch

- **bedarfsorientierte Forschung,**
- **Industrie- und Kundennähe sowie**
- **konkrete Technologieträgerentwicklung.**

Lars.Herbeck@dlr.de

Institut für Faserverbundleichtbau und Adaptronik