

Innovatives CFK-Fertigungsverfahren unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten



Dr. Gerd Berchtold, EADS-MAS

Präsentation DLR-Wissenschaftstag, Braunschweig 11.Oktober 2007

Dr. Berchtold MAS - OPCA

Präsentation DLR Wissenschaftstag 2007

- Aufgabenstellung für Rumpfstrukturen
- Versteifte Schalen im VAP-Verfahren
- Versteifte Schalen im Prepregverfahren
- Vergleich Kosten pro kg Struktur der beiden Verfahren
- Parameterstudien
- Abgeleitete Entwicklungsziele
- Ableitung für zukünftige Forschungsschwerpunkte

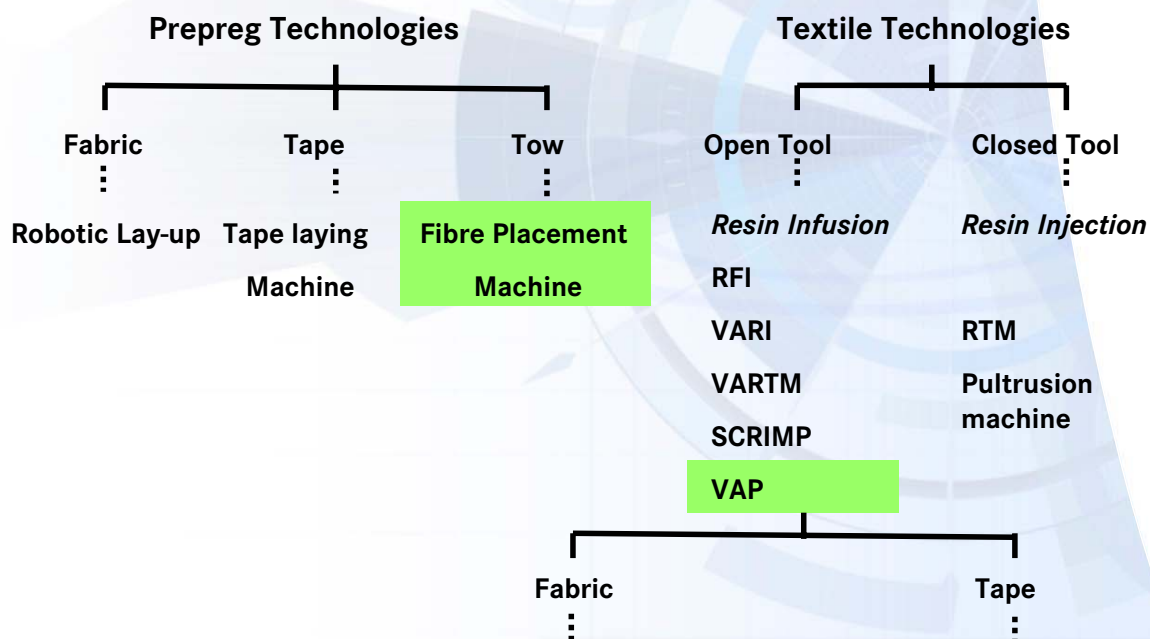


Aufgabenstellung Rumpfprimärstrukturen

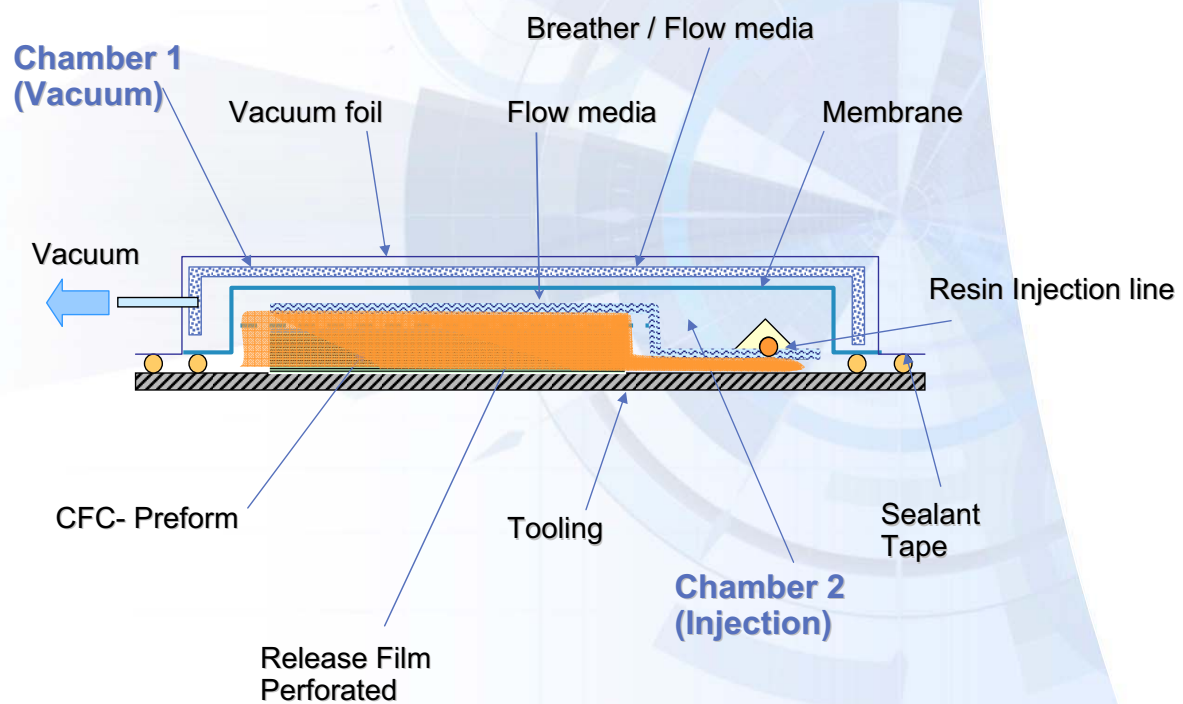
- Abwickelbare und nicht abwickelbare Hautstrukturen
- Gerade und gekrümmte Stringer, konstanter Querschnitt
- Gekrümmte Spante mit konstantem und variablem Querschnitt
- Fußbodenstrukturen aufgelöste Bauweise oder Integralbauweise
- Gewicht gegenüber Metallstrukturen ca. -20%
- Kosten gegenüber Metallstrukturen ca. +20%



CFRP-Production Processes



VAP - Process



Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Advantages of Textile Technologies:

- Easier and quicker ply lay up
- Possibility to lay up thicker material (=> higher productivity)
- Better possibility to drape
 - double curved structure manufacturability
 - higher potential for integration
- No climate control for the shop floor
- No time limitation for the dry textile
- Much better environmental conditions in the factory

Disadvantages of Textile Technologies:

- Not as thin preforms as prepreg tapes
- Need of a binder or tack to support lay up process for complex shapes
- Presently nearly no automated manufacturing methods available

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Advantages especially of the VAP – Production Process:

- Better air release during infiltration
 - Breathing possibility after infiltration
 - Quicker infiltration process due to higher vacuum
 - Potentials of binder technique
- } => no autoclave
- Possibility for integration of stringers and spars
 - Use of „dry“ joints for stringer – skin connections

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Resin flow separation possible due to surface ventilation of the membrane !

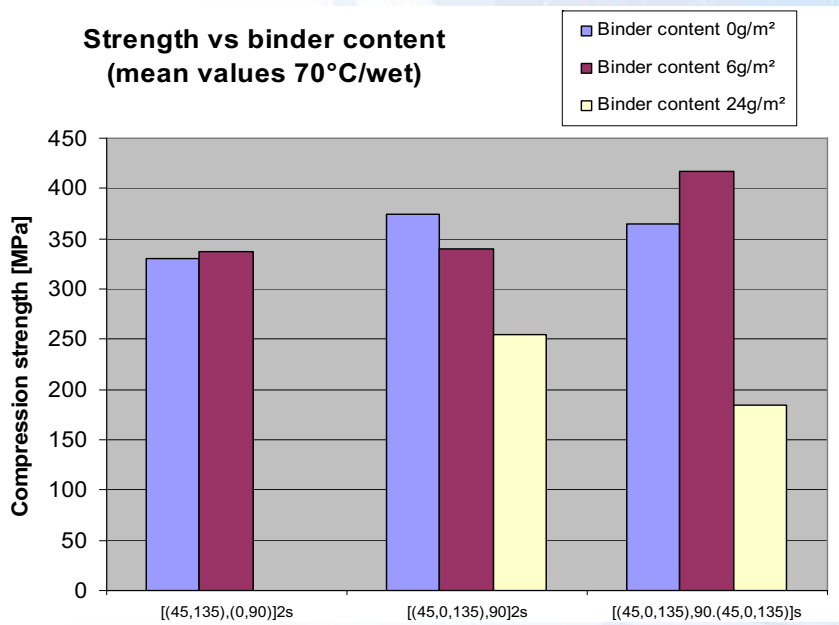
=> Integration of stiffeners and stringers in dry condition



Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Evolution of RTM6/HTA Material Data with Binder- Improvement

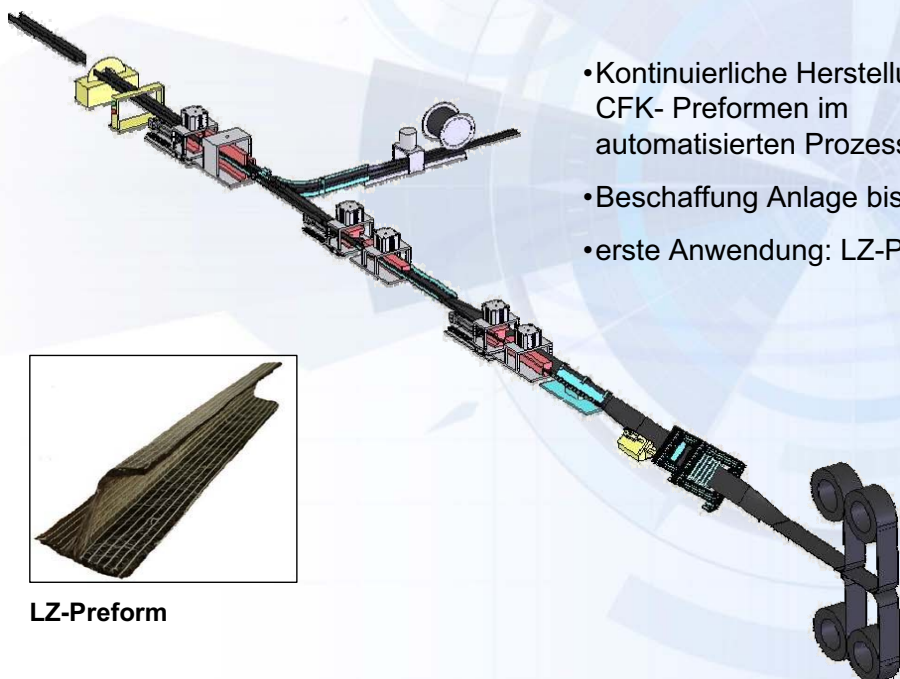


Significantly improved compression strength due to reduction of g/m² binder fleece

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Stringer Preformfertigung



- Kontinuierliche Herstellung von CFK- Preformen im automatisierten Prozess
- Beschaffung Anlage bis 07/08
- erste Anwendung: LZ-Preform



LZ-Preform

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Stringer Preformverarbeitung

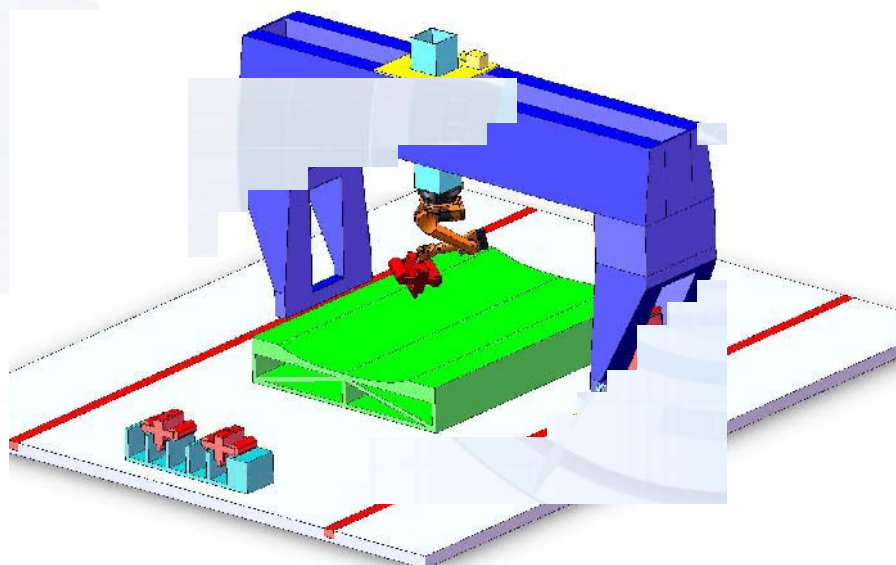


Versuchsergebnis Full-Scale Versuch 1R

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Legerroboter mit Preformrollen und Wechselköpfe (Composite Systems, Inc., USA)



Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



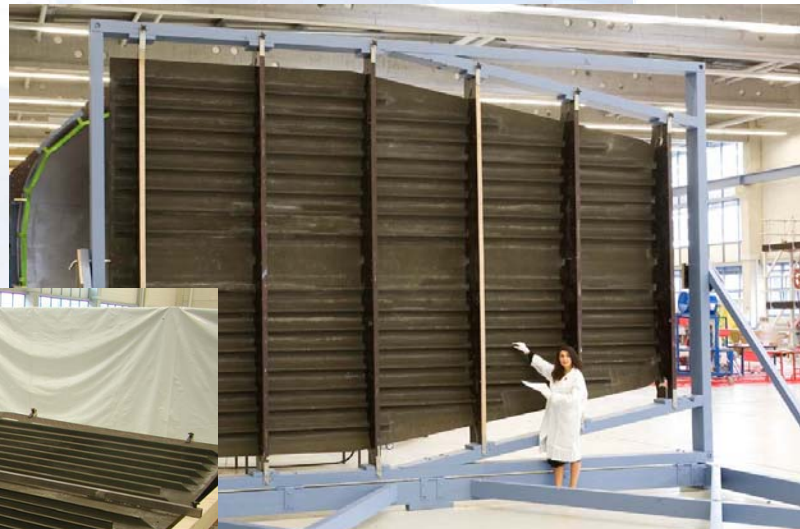
Militärflugzeuge

Innovatives CFK-Fertigungsverfahren unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten



A400M cargo door skin as an example of a one shot infusion process

6 x 4,5 m / 190 kg

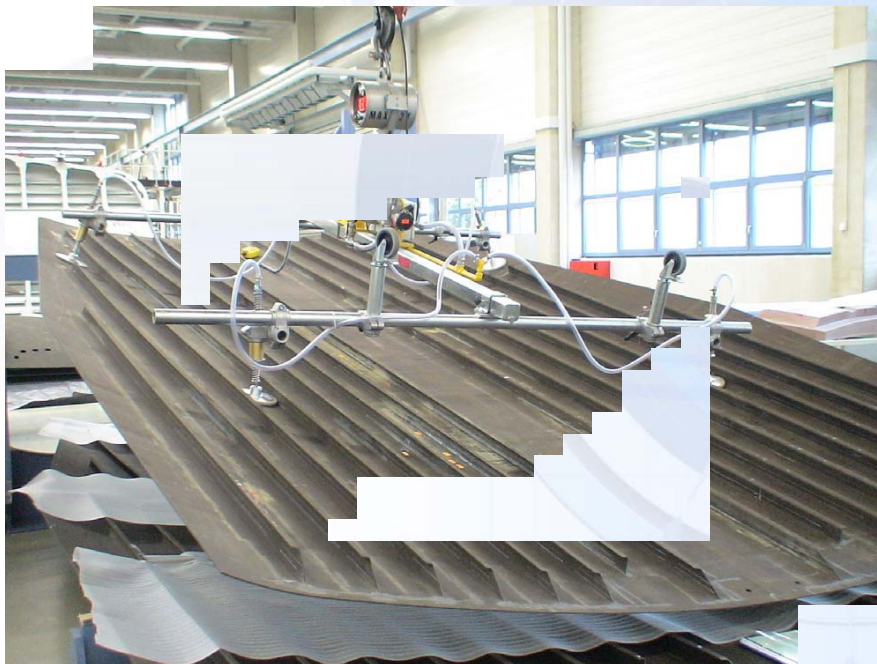


Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Militärflugzeuge

Innovatives CFK-Fertigungsverfahren unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten



Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Beispiel CFK-Rumpfschalen in VAP

Investitionen Hautfertigung:

- 2 Preformrollen-Roboteranlagen, 1 NDT-Anlage, 1 BAZ
- beheizte Schalen-Toolings, Isolierkammern, Handling Jigs

Investitionen Stringerfertigung:

- 2 Heisspress-Stringerfertigungsanlagen
- Stringer Tooling, Handling Roboter

Flächenbedarf Fertigungshallen: 12000 m²



Beispiel Rumpfstrukturfertigung mit Fibreplacementanlagen



Beispiel CFK-Rumpfschalen Prepreg

Investitionen Hautfertigung:

- 1 großer Autoklav, 5 Fiberplacementanlagen, 1 NDT-Anlage, 1 BAZ
- Schalen-Toolings, Handling Jigs

Investitionen Stringerfertigung:

- 1 Autoklav, 1 Tapeleger, 1 Umformanlage, 1 BAZ
- Stringer Tooling, Handling Roboter

Flächenbedarf Fertigungshalle: 40000m²



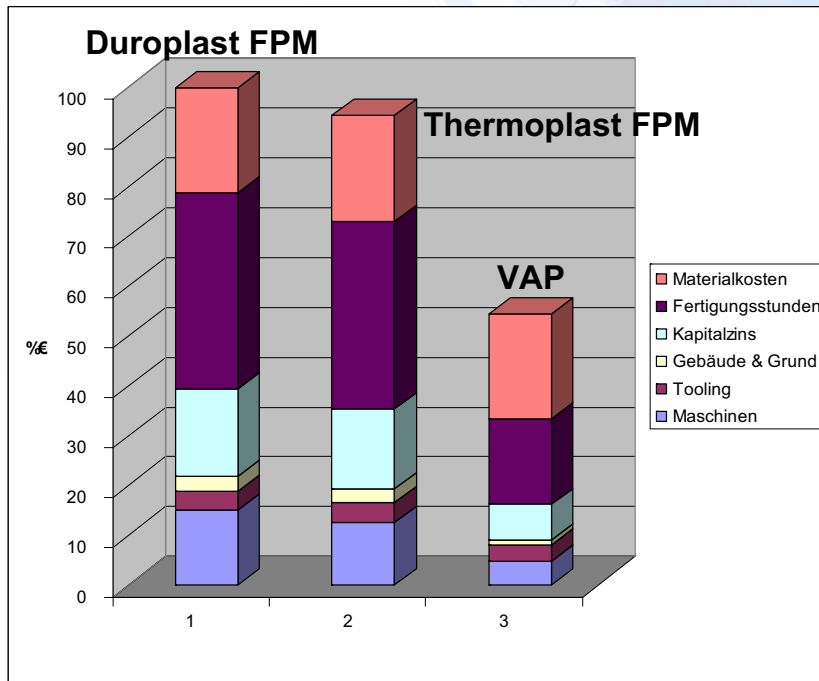
Kostenzusammensetzung für automatisierte CFK-Fertigung

- Zins für eingesetztes Kapital
- Abschreibung und Instandhaltung von Maschinen
- Abschreibung und Instandhaltung von Vorrichtungen
- Abschreibung und Instandhaltung von Gebäuden

- Materialkosten pro Shipset
- Arbeitsstunden pro Shipset



Beispiel Kostenvergleich pro kg versteifte CFK-Struktur



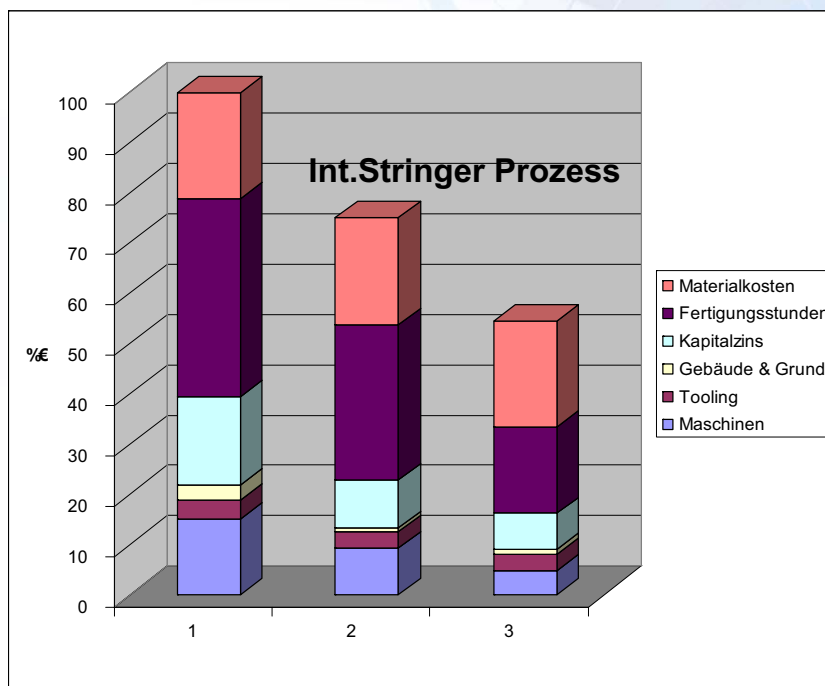
- 1 **Prepreg FPM**
- 2 **Prepreg Thermoplast**
- 3 **VAP**

- ⇒ - Autoklav
- ⇒ - Gebäudeanteil
- ⇒ - Instandhaltung
- ⇒ - Zins
- ⇒ - geringf. Stunden

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Kostenvergleich pro kg versteifte CFK-Struktur



- 1 **Prepreg FPM**
- 2 **Int. Stringer Prozess**
- 3 **VAP**

- ⇒ - Tapeleger
- ⇒ + Pultrusion
- ⇒ - Gebäude
- ⇒ - Instandhaltung
- ⇒ - Tooling
- ⇒ - Zins
- ⇒ -- Stunden

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



Resultierende Forderungen zur Minimierung der Kosten

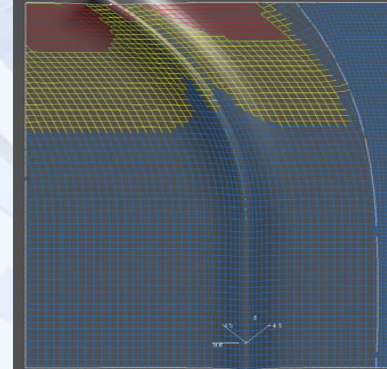
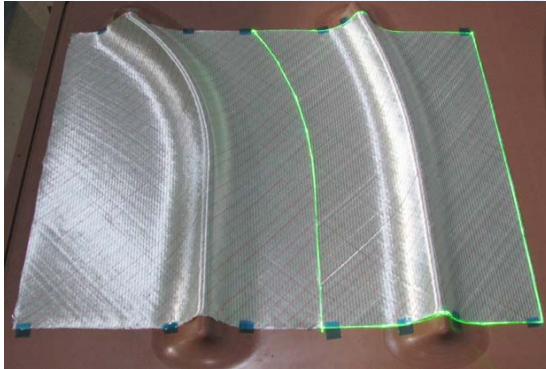
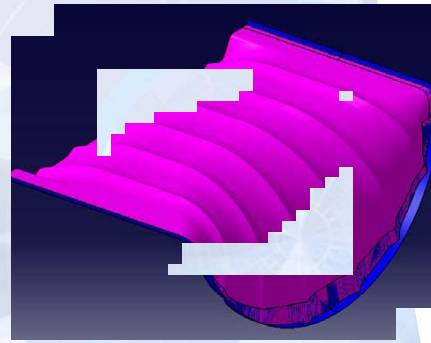
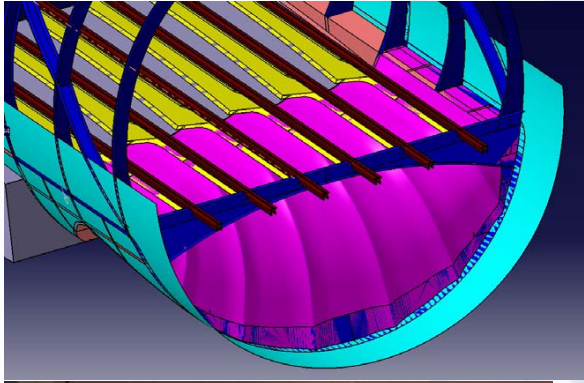
- Anlagen- und Maschinen mit minimalem Investitionsbedarf
 - Anlagen- und Maschinen mit minimalem Instandhaltungsbedarf
 - Prozesse mit geringen Durchlaufzeiten (Legen, Härten, NDT...)
- ⇒ Vermeidung von Autoklav bzw. Ofen (integrierte Heizung im Lege- und Aushärtewerkzeug, Quickstep-Technologie...)
- ⇒ Hohe, Legeleistungen (u.a. sicherer Prozess!)
- ⇒ Integration von Fertigungsprozessen (z.B. Haut- Stringerfertigung)



Anforderungen an zukünftige Forschungsschwerpunkte

- Zulassung neuer Harz- Faser Paarungen für Infiltrationsverfahren
 - Entwicklung schnell aushärtender Harze
 - Entwicklung schneller Aushärtensysteme
 - Entwicklung „trockener Tapes“ mit Bindertechnologie
 - „Chemical Tailoring“ des Binders (Impact, Fatigue, FST...)
 - Entwicklung schneller NDT-Verfahren
 - Entwicklung schneller Reparaturverfahren
-
- Entwicklung clipfreier Stringer-Spant-Konzepte
 - Entwicklung optimaler Strukturen für versteifte Schalen





Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007



... zurück zur erfolgreichen Tante Ju...



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Dr. Berchtold, MAS-OPCA, 11.10.2007

