

Rechnergestützte Bauteilgestaltung



Die Abbildung zeigt:

Faserverbundteile für das Triebwerk
des A400M und Strukturen für
Luftfahrzeuge

Konstruktion, Auslegung, Herstellung
und Fertigungsautomatisierung von
faserverstärkten Polymerbauteilen für
Turbomaschinen, Luftfahrtstrukturen
und den erdgebundenen Verkehr
spannen den Bogen über das
Arbeitsgebiet der Abteilung.

Ingenieurwissenschaftliche Tätigkeiten
mit direktem Bezug zur Praxis sind in die
Schwerpunkte des DLR integriert. In den
genannten Themengebieten werden
dazu im Vorfeld industrieller Anwendung
Forschungsaktivitäten bedarfsorientiert
definiert und bearbeitet. Im Vordergrund
steht dabei der Anspruch, neue,
leistungsfähigere und kostengünstigere
Strukturen zu gestalten, die mit den
traditionell zur Verfügung stehenden
Materialien und Bauteilgestaltungs-
prinzipien keine Leistungssteigerung
mehr zulassen. Neue Ansätze auf der
Basis hybrider Strukturen, führen dabei
zu funktionsorientierten Werkstoff-
kombinationen, bei denen vorteilhafte
Eigenschaften genutzt und Werkstoff-
defizite durch Bauweisen kompensiert
werden.

Grundlage der Arbeiten in der Abteilung
Rechnergestützte Bauteilgestaltung sind
dabei die Verarbeitung von faser-
verstärkten Kunststoffen mit thermoplast-
ischer und duromerer Matrix, die Bereit-
stellung der Verarbeitungstechnologien
ebenso wie die Berechnung und
Konstruktion mit rechnergestützten
Methoden.

Das Verständnis des Umfeldes eines
Bauteiles und das Wirken in der
Umgebung führen zu einem System-
denken, ohne das angestrebte Verbesser-
ungen nicht zu erreichen sind.

Die Abteilung arbeitet in drei programm-
atischen Themenschwerpunkten:

- ▶ Hybride Strukturen aus metallischen
Werkstoffen und polymeren
Faserverbunden für Antriebe,
- ▶ Strukturen aus duromeren und
thermoplastische
Faserverbundwerkstoffe,
- ▶ Hochleistungsstrukturen für Fahrzeuge
zur Speicherung von
Hochdrucktreibstoffen.

Technologien und Werkzeuge

Für Bauteile, welche beispielsweise in
Triebwerken eingesetzt werden sollen,
werden Matrixsysteme mit Glasüber-
gangstemperaturen von $T_g > 250$ °C
vorgesehen. Adäquate Verarbeitungs-
technologien, sowohl für thermoplast-
ische Werkstoffe als auch für Duromere,
werden erprobt und weiterentwickelt.

Das Vakuum Infusionsverfahren VARI mit
duromeren Harzsystemen bis in den
Bereich der Hochtemperatur-Polymeren,
wurde speziell für große Strukturen, wie
Holme, Spante und Schalen, als kosten-
günstige Alternative zu Prepreg-Bauteilen
entwickelt.

Bei der Entwicklung von Bauteilen stützt
sich die Abteilung auf rechnergestützte,
numerische und graphische Methoden
der Konstruktion, der Bauteilberechnung
und der Simulation von Maschinen-
prozessen und dynamischen Mehrkörper-
verfahren moderner, industriell verfüg-
barer CAE-Werkzeuge.



Die Abbildungen unten zeigen:

Links (oben):
9 m Holm für ein Seitenleitwerk
kontinuierlich gefertigt mit VARI

Mitte:
Konzeptdemonstrator eines hybriden
Fanblatts mit stereolithographie Modell

Links (unten):
Demonstrator für einen Hochdrucktank
in hybrider Bauweise aus Aluminium
und uni-direktionalen Faserentwicklungen



Zur Bildung von Prozessketten von der Idee zum fertigen Bauteil, werden die vorhandenen Fertigungstechniken, Wickeln, Tapelegen, Presstechnik, RTM und Infusionstechnik entsprechend den Anforderungen ausgewählt und eingesetzt.

Antriebe

Bauteile für Luftfahrt-Triebwerke gehören zu den anspruchsvollsten Strukturen. Das spezifische Leistungsgewicht von Turbomaschinen erfordert die konsequente Einsparung von Gewicht bei höchster Zuverlässigkeit und Leistung.

Aufgrund der Temperatureinsatzgrenze von polymeren Faserverbundwerkstoffen, sind nur die vorderen Bereiche der rotierenden Maschinenteile oder Gehäuseteile für den Einsatz von PMC geeignet. Für diese, auch dynamisch hoch belasteten, Strukturen wird vor allem thermoplastisches CF-PEEK und CF-TPI ins Auge gefasst.

Für die Leistungssteigerung von Turbomaschinen sind aus aerodynamischer Sicht Blattgeometrien zu realisieren, deren Strukturbelastungen wiederum von Metallen nur schwer ertragen werden können. Die konsequente Entwicklung von hybriden Blättern aus Metall und PMC zur Reduktion der Massenkraften werden, gegenüber Voll-composite Fanblättern, als ein neuer Ansatz gesehen.

Luftfahrtstrukturen

Große Luftfahrtstrukturen im Flügel, Leitwerk oder Rumpfbereich aus duromerem Prepreg-Material sind auf bekanntem Kostenniveau im Einsatz. Im Zuge angestrebter Fertigungsautomatisierung treten schnelle Verarbeitungsmethoden in den Vordergrund. Die Verarbeitung von „schwarzen“ Blechen aus vorkonsolidierten Halbzeugen aus thermoplastischen Werkstoffen mit Endlosfaser Verstärkung, die dann in thermischen Umformprozessen und dem

Schweißen ähnlichen Fügeverfahren zu Strukturbauteilen verarbeitet werden, ermöglichen durch eine integrale Fertigung eine Kosteneinsparung bis 28%.

Strukturen für die Luftfahrt, wie Mannlochdeckel und Ruder, belegen die Vorteile von thermoplastischem CF-PEEK. Den direkten Ersatz der maschinellen Prepreg-Verarbeitung im duromeren Bereich stellt das VARI-Verfahren für großflächige Strukturen durch Vermeidung von Autoklav-Zyklen und die Fertigung mit Multiaxialen-Fasergelegen in Vakuumformen als eine kostengünstige Alternative dar.

Verkehr

Die ingenieurmäßigen und technologischen Erfahrungen mit Hochleistungsbauteilen aus der Luftfahrt bilden die Grundlage für ein neues Arbeitsgebiet im Schwerpunkt Verkehr des DLR. Zwar sind die Strategien und Materialien bei der Entwicklung von Bauteilen für die Automobil- oder Bahnindustrie nicht direkt umsetzbar, im Bereich der Hochleistungsanwendungen, wie z.B. bei Tanks für Erdgas- oder Wasserstoff, sind sie unverzichtbar.

Einbindung in das Umfeld

Zahlreiche Kooperationen mit anderen Instituten des DLR unter Einbindung der Industrie werden von der Abteilung gepflegt. Kooperationspartner sind Airbus Deutschland GmbH, EADS, Rolls Royce GmbH, MTU Aero Engines und anderen mittelständischen Industrien in Baden Württemberg. Im Vordergrund stehen dabei zum einen der Technologietransfer und zum anderen die direkte Beauftragung durch die Industrie als auch die gemeinsame Arbeit in Projekten der Europäischen Union.

**Deutsches Zentrum
für Luft- und Raumfahrt e.V.**
in der Helmholtz-Gemeinschaft

Institut für Bauweisen- und
Konstruktionsforschung
Pfaffenwaldring 38-40
D-70569 Stuttgart

Dr. Wolfgang Dudenhausen

Tel.: +49(0) 711/6862-433
Fax: +49(0) 711/6862-227
E-mail: wolfgang.dudenhausen@dlr.de
Internet: <http://www.dlr.de/BK>