

Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie
DLR-Standorte Stuttgart und Augsburg



Vom Werkstoff zur Produktionstechnologie – Forschungsthemen im Überblick



Virtuelle Zertifizierung: Simulationsverfahren als Basis für technische Zulassungen



NASA-Crashtest einer Helikopter-Zelle mit CFK-Unterbodenstruktur vom DLR



Flugzeugtriebwerk der Zukunft: gegenläufiger Verdichtertorator „CRISPMulti“

Das Institut

Das Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie entwickelt Hochleistungsstrukturen für die Luft- und Raumfahrt, den Fahrzeugbau und die Energietechnik. Im Fokus stehen Bauteile aus faserverstärkten und polymeren Verbundwerkstoffen sowie hybride Strukturen. Neue Konstruktionskonzepte machen Leichtbaustrukturen besonders leistungsfähig und kostengünstig.

Das Institut arbeitet an den DLR-Standorten Stuttgart und Augsburg mit fünf Abteilungen entlang der gesamten Prozesskette – vom Werkstoff über Demonstratoren bis hin zur Produktionstechnologie. Fragestellungen der Forschung und der Industrie können so schnell und flexibel beantwortet werden.

Strukturelle Integrität

Im Mittelpunkt der Forschungsarbeiten stehen Strukturkonzepte für hochbeanspruchte Tragstrukturen von Flugzeugen und Fahrzeugen. Ziel ist es, deren strukturelle Integrität bei Belastungen durch Crash oder Impact bereits in der Strukturauslegung sicherzustellen und zu verbessern.

Für mehr Sicherheit

In spezifischen Belastungstests werden die mechanischen Eigenschaften von ausgewählten Werkstoffklassen unter Hochgeschwindigkeitsbelastung untersucht. Die Kenntnis der mechanischen Eigenschaften, wie zum Beispiel des Energieabsorptionsvermögens von Werkstoffen, ist Basis für eine numerische Berechnung und Auslegung neuer Bauweisen für impact- und crashgefährdete Strukturen. Die Funktion dieser Bauteile wird anschließend in der Beschussanlage oder im Fallturm geprüft, um die numerischen Modelle zu validieren.

Virtuelles Testen

In Kooperation mit DLR-Instituten entwickelte numerische Verfahren lassen Strukturen rein virtuell auslegen und deren Zertifizierung vorbereiten. Dies verringert Entwicklungszeiten und Kosten für aufwändige Testreihen.

Bauteilgestaltung und Fertigungstechnologien

Dieser Forschungsbereich ist spezialisiert auf Bauweisen und Fertigungstechnologien für Bauteile aus faserverstärkten Kunststoffen (FVK) und hybriden Strukturen mit Metallanteilen. Beispiele sind Rumpfbauweisen sowie Hochauftriebs- und Triebwerkstrukturen für Flugzeuge. Dieses Know-how findet auch im Verkehrsbereich Anwendung.

Vom Entwurf zum Demonstrator

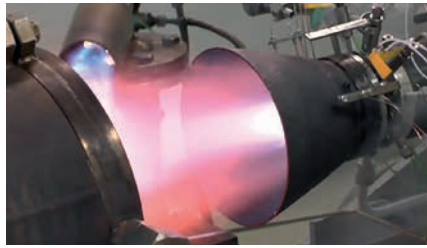
Neben der Nutzung von Simulations- und Auslegungswerkzeugen gehört auch die Optimierung von Fertigungs-, Verfahrens- sowie Verbindungstechniken zum Kompetenzprofil. So werden Bauteile entworfen, optimale Fertigungstechnologien definiert und Demonstratoren hergestellt. Anforderungen für eine spätere (automatisierte) Serienfertigung fließen bereits in die Bauteilgestaltung mit ein.

Leistungsverbesserung

Metallische Konstruktionsprinzipien lassen sich nicht auf FVK- oder Hybridstrukturen übertragen, denn sie würden deren Werkstoffigenschaften nicht optimal ausnutzen. Aktuelle Forschungsprojekte fokussieren daher auf innovative Bauweisen. Beispiele sind ein neues Fertigungskonzept für Verdichter von Triebwerken oder Bauweisen für den Rumpf, den Vorflügel und Leitwerke.



Kooperierende Roboter in der Multifunktionalen Roboterzelle (MFZ)



Keramische Düse auf dem Prüfstand



SHEFEX II (SHarp Edge Flight EXperiment) auf der Startrampe

Automatisierung und Qualitätssicherung in der Produktionstechnologie

Arbeitsschwerpunkt ist die automatisierte Produktion von Leichtbaustrukturen – insbesondere aus carbonfaserverstärkten Kunststoffen (CFK). Wichtige Forschungsthemen sind dabei unter anderem mechatronische Handhabungssysteme, eine robotergestützte Prozesskette und eine prozessintegrierte Qualitätssicherung.

Forschung im Industriemaßstab

Eine europaweit einzigartige Plattform mit flexiblen, kooperierenden Robotern ermöglicht Produktionsforschung im Industriemaßstab. Die 32 x 15 x 7 m große Anlage bildet das Herzstück einer durchgängigen Prozesskette für Strukturen aus Faserverbundkunststoffen, Metall-Kunststoff-Laminaten und für roboterbasierte Füge- und Montageverfahren. Sie bietet eine bisher unerreichte Positioniergenauigkeit von bis zu 0,2 mm. Sämtliche Prozessschritte zur Produktion von Leichtbaustrukturen können entlang der geschlossenen Prozesskette im Full-Scale-Maßstab entwickelt und validiert werden.

Das Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie (ZLP)

Der Forschungsbereich in Augsburg bildet zusammen mit dem Standort Stade des Instituts für Faserverbundleichtbau und Adaptivität die DLR-Allianz „Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie ZLP“.

Keramische Verbundstrukturen

Zur Fertigung keramischer Leichtbaustrukturen arbeitet das Institut an neuen Werkstoffen und Verfahren. Die entwickelten Bauteile sind thermisch und mechanisch hoch belastbar und haben ein geringes Gewicht. Beispiele sind Thermalschutzsysteme für Raumfahrzeuge und Hochleistungsbremsscheiben für PKW oder Flugzeugpropeller.

Materialentwicklung

In diesem Forschungsbereich entstehen neue faserverstärkte keramische Werkstoffvarianten und Bauweisen. Mit Formgebungs- und Preformtechniken wie 3D-Drucken, Wickeln oder Laminieren sowie mit Autoklav, RTM und Presstechnik werden faserverstärkte Strukturen auf der Basis von Kohlenstoff-, SiC- und oxidischen Fasern hergestellt. Die anschließende Konvertierung in Keramik erfolgt in speziellen Sinter-, Pyrolyse- und Silizieröfen.

Simulation und Qualitätsprüfung

Die zerstörungsfreien Prüfmethode konzentrieren sich auf Ultraschall, Thermografie und Computertomografie (CT). Durch die Verknüpfung der CT-basierten Mikrostrukturanalyse mit der mechanischen Werkstoffcharakterisierung entstehen neue Finite-Element-Modelle. Diese beschreiben das Werkstoffverhalten, ermöglichen eine Bauteilauslegung mit Lebensdaueranalyse und dienen der Bewertung der Langzeitbeständigkeit der Gefüge realer Bauteile.

Raumfahrt Systemintegration

Forschungsschwerpunkt sind Strukturen auf Basis faserverstärkter polymerer und keramischer Werkstoffe sowie hybride Bauweisenkonzepte.

Thermalstabile Strukturen

Neben Temperaturbeständigkeit und Thermaldehnungsmanagement liegt der Fokus auf Wiederverwendbarkeit, kostengünstiger Fertigung und innovativen Bauweisen. Ein neues Konzept mit Strukturen aus flachen, facettierten Faserkeramikschichten ermöglicht es beispielsweise, Kosten zu reduzieren und gleichzeitig die Leistungsfähigkeit zu erhöhen. Die Forschungsarbeiten erstrecken sich von der Strukturentwicklung über Tests im Prüfstand bis hin zum realen Flugexperiment.

Keramische Brennkammern

Hohe Leistung und Effizienz bei einem geringen Gewicht und langer Lebensdauer sind Anforderungen an Antriebe zukünftiger Raumtransportsysteme. Erforscht werden hybride Bauweisenkonzepte für Schubkammer, Injektor und Düse. Zum Einsatz kommen Transpirations-, Regenerativ- und Strahlungskühlung.

Wirtschaftliche Satellitenstrukturen

Der Kostendruck durch in Serie produzierte „Constellations“ steigert den Bedarf an neuen Satellitenkonfigurationen, Bauweisen und Produktionstechnologien. Das Institut arbeitet an neuen Designprinzipien und Fertigungstechnologien wie dem 3D-Druck. Zudem wird eine dezentrale digitale Plattform zur Integration der Partner entwickelt.

Das DLR im Überblick

Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) ist das Forschungszentrum der Bundesrepublik Deutschland für Luft- und Raumfahrt. Seine umfangreichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Luftfahrt, Raumfahrt, Energie, Verkehr, Digitalisierung und Sicherheit sind in nationale und internationale Kooperationen eingebunden. Über die eigene Forschung hinaus ist das DLR als Raumfahrtagentur im Auftrag der Bundesregierung für die Planung und Umsetzung der deutschen Raumfahrtaktivitäten zuständig. Zudem fungiert das DLR als Dachorganisation für den national größten Projektträger.

In den 20 Standorten Köln (Sitz des Vorstands), Augsburg, Berlin, Bonn, Braunschweig, Bremen, Bremerhaven, Dresden, Göttingen, Hamburg, Jena, Jülich, Lampoldshausen, Neustrelitz, Oberpfaffenhofen, Oldenburg, Stade, Stuttgart, Trauen und Weilheim beschäftigt das DLR circa 8.000 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Das DLR unterhält Büros in Brüssel, Paris, Tokio und Washington D.C.

Die Mission des DLR umfasst die Erforschung von Erde und Sonnensystem und die Forschung für den Erhalt der Umwelt. Dazu zählt die Entwicklung umweltverträglicher Technologien für die Energieversorgung und die Mobilität von morgen sowie für Kommunikation und Sicherheit. Das Forschungsportfolio des DLR reicht von der Grundlagenforschung bis zur Entwicklung von Produkten für morgen. So trägt das im DLR gewonnene wissenschaftliche und technische Know-how zur Stärkung des Industrie- und Technologiestandorts Deutschland bei. Das DLR betreibt Großforschungsanlagen für eigene Projekte sowie als Dienstleistung für Kunden und Partner. Darüber hinaus fördert das DLR den wissenschaftlichen Nachwuchs, betreibt kompetente Politikberatung und ist eine treibende Kraft in den Regionen seiner Standorte.

Impressum

Herausgeber:
Institut für Bauweisen und Strukturtechnologie

Pfaffenwaldring 38–40
70569 Stuttgart, Deutschland

Zentrum für Leichtbauproduktionstechnologie

Am Technologiezentrum 4
86159 Augsburg, Deutschland

Prof. Dr.-Ing. Heinz Voggenreiter
sekretariat-bt@dlr.de
Telefon 0711 6862-444
Telefax 0711 6862-227

DLR.de/bt

Bilder DLR, soweit nicht anders angegeben.



**Deutsches Zentrum
DLR für Luft- und Raumfahrt**

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages