

Strukturelle Integrität

Die Abbildung zeigt:

Mitte:

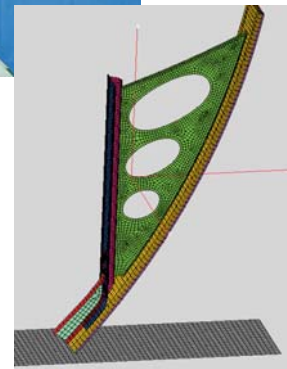
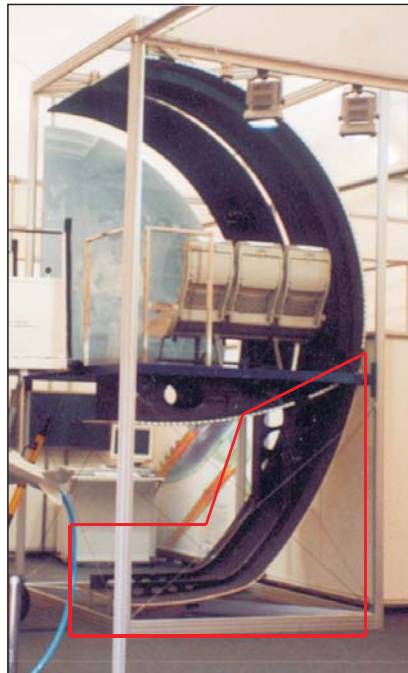
Gondel-Konzept / Frachtraumstruktur entwickelt und gebaut in der Abteilung Strukturelle Integrität

Rechts (oben):

Crashspant aus Faserverbundwerkstoff

Rechts (unten):

Numerische Simulation mittels PAM-CRASH



Die Aktivitäten der Abteilung *Strukturelle Integrität* umfassen die Entwicklung, die Simulation sowie den Test von multifunktionalen Leichtbaustrukturen, insbesondere Luftfahrtstrukturen aus Faserkunststoffverbund (FKV) unter besonderer Beachtung der Crashesicherheit, der Resistenz gegen massive Schlag-schäden bei hoher Geschwindigkeit und der Betriebsbelastung.

Im Luftfahrtbereich schließt diese Thematik das globale Verhalten eines Luftfahrzeuges im Fall eines Absturzes auf unterschiedliche Aufprallflächen (starre bzw. nachgiebige Oberflächen oder Wasser) und die daraus resultierende Cockpit- und Kabinenbelastung sowie das Insassenverhalten ein. Ebenso werden lokale Schäden untersucht, die ernsthafte Folgen auf die gesamte Strukturintegrität haben können. Diese Schadensereignisse sind z.B. Vogelschlag auf eine Flügelnahe, der Aufprall eines Gegenstandes gegen die Tankstruktur,

der Stoß von Reifenstücken auf die Unterschale oder Hagelschlag im Cockpitbereich und auf die Struktur-Oberschalen.

Auf der Basis dieser globalen und lokalen Studien werden konzeptionelle und sicherheitsrelevante Beiträge zu künftigen Strukturbauteilen aus FKV erarbeitet. Einige dieser Konzepte finden im Technologietransfer auch Anwendung im Automobil- und Bahnbereich.

Die Hauptarbeitsgebiete der Abteilung gliedern sich in drei Schwerpunkte:

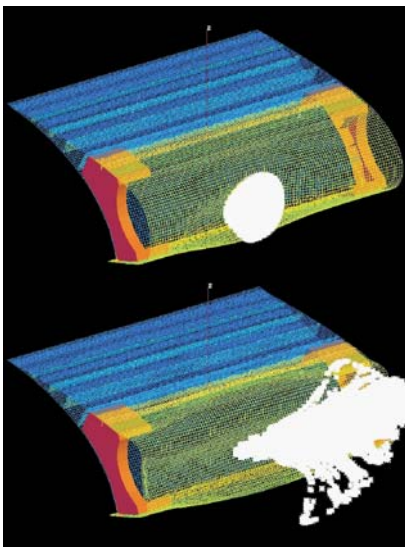
- ▶ Charakterisierung von Leichtbaumaterialien und -strukturen unter statischer und hochdynamischer Belastung,
- ▶ Erarbeitung von Konzepten hinsichtlich des sicherheitsrelevanten, Leichtbaus bei stoßartiger Belastung,
- ▶ Untersuchung der strukturellen Integrität unter Betriebsbelastung.

Konzepte zur Energieabsorption

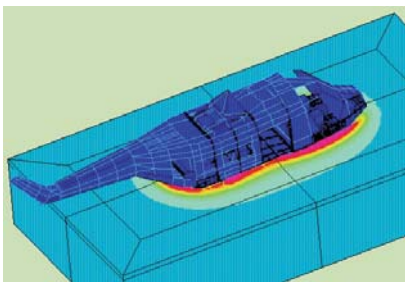
Für die Entwicklung von neuen Strukturkomponenten ist das phänomenologische Verständnis der Energieabsorptions- (EA-) Mechanismen von FKV eine wichtige Voraussetzung.

Insbesondere soll die hohe massenspezifische EA von FKV ausgenutzt werden. Dies erfordert innovative Strukturkonzepte mit einer multifunktionalen Kombination von Trag- und Crashverhalten. Besonderes Detailverständnis ist für eine in die Struktur integrierte Versagensinitiation und für die Auslegung von Laminaten mit hohem Energieverzehr und guter post-crash Integrität notwendig. Eine Validierung von Strukturkonzepten erfolgt durch Komponentenstoßversuche im Fallprüfstand mit Fallmassen bis zu 800 kg und Aufprallgeschwindigkeiten bis zu 15 m/s.

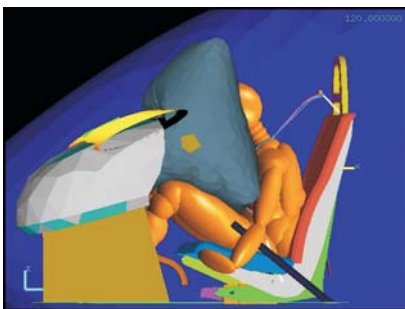
Vogelschlag auf einem hybrider Vorflügel



Simulation eines Hubschraubers beim Aufschlag auf Wasser ('Ditching')



Insassensicherheit bei Hubschraubern



Materialcharakterisierung durch statische und hochdynamische Tests

Die Charakterisierung von Leichtbaumaterialien bei crash- und HVI-relevanten Dehnraten liefert Materialkennwerten, die in neuartigen Schädigungsmodellen bei der numerischen Simulation zum Tragen kommen. Zu diesem Zweck wird neben Standardprüfmaschinen eine Schnellzerreiß-Prüfmaschine betrieben (100 kN maximale dynamische Kraft, bis 20 m/s Belastungsgeschwindigkeit).

Hochgeschwindigkeitsaufprall (HVI High Velocity Impact)

Zur Erzeugung von Beschädigungen durch 'fliegende Objekte' (Steinschlag, Vogelschlag u.a.) wird eine Gaskanone eingesetzt, in der Massen bis zu 1 kg auf Geschwindigkeiten von über 200 m/s beschleunigt werden können. Je nach Anwendungsbereich werden so genannte 'Impactoren' aus Stahl-, Gelatine- (Ersatzvogel) sowie Eis- oder Betonkörper verschossen. Die Tests werden von der Simulationstechnik rechnerisch unterstützt und dienen gleichzeitig zur Entwicklung und Validierung von neuen Materialmodellen, welche sich für die Untersuchung von größeren Strukturen in aufprallsicheren Bauweisen eignen. (z.B. doppelschalige Rumpfstruktur mit energieabsorbierenden Kernen).

'Full-scale' Crash Simulationen

Full-scale Crashversuche von Luftfahrzeug (Lfz)-Prototypen sind nur in sehr eingeschränkten Maße möglich und sind zudem sehr teuer. Daher werden numerische Crashsimulationen von Komponenten oder kompletten Luftfahrzeugstrukturen mit Finite-Elemente- und so genannten hybriden Programmen durchgeführt. Der Einsatz solcher Rechenprogramme bietet eine effiziente Möglichkeit für Parameteruntersuchungen und die erste Verifizierung und Optimierung von Bauweisen. Die Simulationstechnik ermöglicht auch die Schadensanalyse der Gesamtstruktur von Flugzeugen und Hubschraubern bei Aufprallsituationen auf Wasser ('ditching') oder auf andere nachgiebige Aufprallflächen ('Soft Soil').

Zusätzlich kann die Interaktion zwischen den Lfz-Insassen und der Kabinenumgebung einschließlich der Sitz- und Rückhaltesysteme mitbetrachtet werden. Ferner wird angestrebt, die Zulassung der Crashtauglichkeit neuer Lfz weitgehend durch verifizierte Simulationsmethoden abzudecken.

Ermüdungsversuche

Zur Unterstützung von Ansätzen zur Lebensdauervorhersage und zu Zulassungszwecken werden eine Reihe von servo-hydraulischen Zylindern (25 bis 1000 kN) betrieben.

Neben den Ermüdungsversuchen an einachsigen belasteten Proben, erlaubt ein 6 x 13 m² großes Spannbett - inklusive einer senkrechten Spannwand multifunktionale Testmöglichkeiten an komplexen Bauteilen. Eine flexible Wärmekammer ermöglicht Prüftemperaturen im Bereich von -60 °C bis +72 °C. Dabei kommen je nach Erfordernis die im Institut vorhandenen NDT (Non Destructive Testing)-Verfahren wie Ultraschall, Schall-Emission, Lock in-Thermographie, Photogrammetrie und Röntgen zum Einsatz.



Restfestigkeitsversuch eines 10 m langen CFK-Rohres der CargoLifter-Gitterstruktur