

# SCHLANKERE ROLLS-ROYCE-TRIEBWERKE

**Mit Rolls-Royce und Fischer Advanced Composite Components entwickelte das IWK Institut für Wirkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung der Hochschule für Technik Rapperswil einen Filter aus Verbundwerkstoffen für Triebwerke, der an der JEC Europe Composites Show in Paris prämiert wurde.**

Der kommerzielle Flugverkehr wächst jährlich um mehrere Prozent und ein Ende dieser Entwicklung ist nicht in Sicht. 2014 betrug der Auslieferungsrückstand von Airbus total 5559 Flugzeuge, Boeing meldete eine ähnlich hohe Zahl.

Die Europäische Union fördert im Rahmen des siebten Forschungsprogramms mit ihrer öffentlich-privaten Partnerschaft «Clean Sky» Entwicklungen, welche die negativen Auswirkungen des Flugverkehrs auf die Umwelt vermindern sollen. Hier kommen faserverstärkte Kunststoffe – Composites – ins Spiel. Diese Materialien sind deutlich leichter als konventionelle Werkstoffe. Jedes eingesparte Gramm spart Kerosin. Der Boeing 787 Dreamliner ist beispielsweise zu mehr als 50 Prozent aus solchen Materialien hergestellt. Auch die Triebwerkshersteller setzen für künftige Generationen ihrer Produkte vermehrt auf Composites.

Das britische Unternehmen Rolls-Royce – einer der grössten Triebwerkshersteller der Welt – baut im Rahmen von «Clean Sky» ein komplettes Triebwerk, das solche innovative Materialien einsetzt und neue Technologien verwendet. Ein wichtiges Bauteil sind Luftleitbleche aus Composites, die so genannten «Annulus-Filler» oder einfach nur «Filler». Das IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung der HSR entwickelte zusammen mit Rolls-Royce und der

österreichischen Fischer Advanced Composites Components (FACC) ein solches Bauteil in einem dreijährigen Forschungsprojekt. Das preisgekrönte und teilweise patentierte Design spart Gewicht und lässt sich kosteneffizienter herstellen.

## KLEINES BAUTEIL, GROSSE WIRKUNG

Moderne Triebwerke erzeugen 80 Prozent ihres Schubs durch den so genannten «Mantelstrom», der von den grossen Turbinenschaufeln am Einlass erzeugt wird. Zwischen diesen Schaufeln befinden sich aerodynamische Filler. Sie sind zwar unscheinbar, für den Betrieb jedoch sehr wichtig: Sie stellen eine optimale Strömung sicher, gewährleisten die Abdichtung und müssen dem Aufprall von Fremdkörpern widerstehen, beispielsweise bei Hagel- oder Vogelschlag.

Während des Betriebs sind sie hohen zentrifugalen Kräften ausgesetzt. Aktuell bestehen diese Annulus-Filler aus Aluminium. Die filigranen Bauteile werden aus Qualitätsgründen aus einem Aluminiumblock gefräst. Die Stückkosten sind daher hoch.

## DER BESTE FORSCHUNGSANTRAG

In den Europäischen Forschungsprogrammen können Konsortien aus führenden Unternehmen innerhalb der so genannten «Joint Technology Initiatives (JTI)» zentrale Forschungs- und Entwicklungsthemen ausschreiben. Rolls-Royce lancierte Anfang 2010 die Entwicklung einer neuen Generation von Fillern in faserverstärkter Kunststoffbauweise. Das IWK und die österreichische FACC haben sich mit dem besten Forschungsantrag gemeinsam gegen acht Bewerber durchgesetzt. In drei Jahren entwickelten die Spezialistinnen und Spezialisten von Rolls-Royce, FACC und IWK gemeinsam die nächste Filler-Generation. Rolls-Royce

## AUSZEICHNUNGEN

An der internationalen JEC Europe Composites Show in Paris setzte sich das IWK zusammen mit seinen Partnern FACC und Rolls-Royce gegen zahlreiche weltweite Mitbewerber durch. Das Konsortium gewann für den gemeinsam entwickelten Annulus-Filler einen der wichtigsten internationalen Preise im Composite-Sektor: den begehrten JEC Award in der Kategorie «Aeronautics». Auch die Stiftung zur Förderung und Unterstützung technologieorientierter Unternehmen Rapperswil (Futur) prämierte im Frühling 2014 das Projekt als eines von zwei herausragenden Forschungsprojekten der HSR mit einem Innovationspreis.

als Auftraggeberin definierte dabei Anforderungen und Rahmenbedingungen, das IWK konzipierte und legte vor allem Bauteile und Prozesse aus, während die FACC gegen Projektende Nullserien-Filler herstellte. Von Anfang an herrschte eine inspirierende und dynamische Atmosphäre im internationalen Team. Es ist auch diesem Umstand zu verdanken, dass ein funktionierender Prozess und ein erfolgreiches Bauteil entstanden sind. Das IWK griff auf digitale Simulationen und Optimierungen zurück, um das Bauteil zu entwickeln und den Herstellungsprozess zu optimieren. Daneben führten die Forscher zahlreiche Experimente zur Absicherung durch, um die simulierten Ergebnisse zu bestätigen. Aus diesen Untersuchungen sind insgesamt neun Fachartikel hervorgegangen, die auch an internationalen Konferenzen vorgestellt wurden.

## MEHRERE VORTEILE DANK NEUEN MATERIALIEN

Die Projektziele waren klar definiert und ebenso herausfordernd: Der neue Filler sollte mindestens 30 Prozent weniger wiegen. Er musste trotzdem allen mechanischen Anforderungen genügen, und er durfte nicht mehr kosten als die gegenwärtige Aluminiumlösung. Ein Triebwerk benötigt 20 Filler, hochgerechnet liegt der Bedarf bei mehreren Hundert bis Tausend Fillern pro Jahr. Dies ist eine hohe Stückzahl für faserverstärkte Kunststoffbauweisen, denn die Herstellung ist derzeit wenig automatisiert und erfordert viel Handarbeit.





An diesem Airbus A380 testet Rolls-Royce die Triebwerke der nächsten Generation.



Das weiße Blech zwischen den Turbinenschaufeln nennt sich «Filler» und stellt die optimale Strömung sicher. Das an der HSR neu entwickelte Bauteil ist aus modernen Verbundwerkstoffen hergestellt.

Gelingt es, die Komponenten im Bereich des Triebwerkseinlasses durch faserverstärkte Kunststoffbauteile zu ersetzen, potenziert sich der Leichtbaueffekt. Leichtere Schaufeln und Filler führen dazu, dass auch die Triebwerkshülle leichter gebaut werden kann – eine Gewichtsersparnis von bis zu 300 Kilogramm pro Triebwerk wäre damit möglich. Die Filler und die Turbinenschaufeln sitzen auf der rotierenden Welle des Triebwerks – hier lohnt sich die Gewichtseinsparung umso mehr, denn damit lässt sich die rotierende Masse verringern.

#### EINSCHLAG VERHINDERN

Ein weiterer positiver Aspekt: Sollte sich im Betrieb ein Filler beispielsweise

se durch Vogelschlag lösen, beschädigt dieser dank seines spröden Versagensverhaltens weniger an der restlichen Triebwerksstruktur als konventionelle Filler. Während sich ein Aluminium-Filler in einem Stück ablöst und wie ein Wurfgeschoss in die Triebwerkshülle einschlägt, zersplittert ein Composite-Filler beim Aufschlag in kleinere Teile. Dank dieser Eigenschaft der Composite-Filler lässt sich die Umhüllung leichter bauen.

Der Composite-Filler überzeugt auch bezüglich der Kosten. Obwohl bei der Produktion der neuen Filler noch einiges an Handarbeit notwendig ist, sind die Herstellungskosten niedriger als bei der aus einem Block gefrästen Aluminium-Variante. Da die Schnittstel-



Das trinationale Forschungsteam nimmt in Paris den JEC Award entgegen. 2. und 3. von links: Gion Barandun und Markus Henne von der HSR.



Das Resultat des dreijährigen Forschungsprojekts. Der Filler aus Verbundwerkstoffen erfüllt alle Anforderungen, zudem ist er leichter und günstiger.



Die so genannte «Perform» vor der Injektion des Harzsystems.

len identisch sind, wäre es sogar möglich, in bestehenden Triebwerken die Aluminium-Filler durch Faserverbundbauteile zu ersetzen.

Rolls-Royce baute im Sommer 2014 die ersten produzierten Teile in ein Triebwerk eines Testflugzeugs ein. Nun überprüft der Turbinenbauer die Filler endgültig auf ihre Tauglichkeit. Mit dem Einsatz in der Serie ist frühestens im nächsten Jahrzehnt zu rechnen.

#### Quelle

HSR Magazin, 2/2014, Gion Barandun, IWK Institut für Werkstofftechnik und Kunststoffverarbeitung