

Hochschule aktuell

Composite Annulus Filler für Strahltriebwerke

Dr. G. A. Barandun
und
Prof. Dr. M. Henne

Die Fahrzeug- und Flugzeugindustrie, ganz allgemein aber alle Bereiche des Leichtbaus, setzen vermehrt auf kosteneffiziente, faserverstärkte Kunststoffbauteile. Die Gründe dafür liegen in der potenziellen Gewichtsreduktion bei gleichzeitig hervorragenden mechanischen Eigenschaften.

Gerade im Flugzeugbau wird versucht, in allen möglichen Bereichen Gewicht (und somit Treibstoff) zu sparen. Im Rahmen des EU-Forschungsprogramms «Clean Sky» (Framework Programme 7 der Europäischen Union) entwickelt das IWK, das zur Hochschule für Technik in Rapperswil ge-



Der neue Annulus Filler für Strahltriebwerke von Rolls Royce. (Bild: IWK)

hört, zusammen mit Fischer Advanced Composite Components FACC und Rolls Royce einen neuartigen «Annulus Filler» für Strahltriebwerke (Bild). Dieses Bauteil füllt den Raum aus, der zwischen den einzelnen Turbinenschaufeln besteht, und sorgt für eine optimale Aerodynamik. Das IWK begleitet die komplette Entwicklung von Bauteilauslegung, Prozessdesign und -inbetriebnahme.

Erheblicher Beitrag zur Gewichtsreduktion

Obwohl der Annulus Filler ein vergleichsweise kleines Bauteil ist, besteht eine grosse Motivation hier auf eine Composite-Bauweise umzustellen: Mit der neuen Lösung ist es mög-

lich, einen erheblichen Beitrag zur Gewichtsreduktion zu leisten, zumal zwischen 18 und 22 Filler für ein Triebwerk verbaut werden. Die reduzierte Masse sorgt für eine geringere Belastung der Fan Disk (auf welcher die Filler verankert sind) und führt somit zu weiteren Material-, Kosten- und Energieeinsparungen. Aufgrund des Hauptlastfalls (Fliehkraft bei Nenndrehzahl der Turbine) können die richtungsabhängigen Eigenschaften der Faserverbundwerkstoffe optimal ausgenutzt werden. Der Einsatz von Composites wirkt sich auch positiv auf das Versagensverhalten aus. Sollte sich während des Betriebs der Turbine ein Filler lösen, etwa nach einem «bird strike» (Kollision mit einem Vogel), so werden die Turbinenschaufeln (Fan Blades) nicht durch den Filler beschädigt. Bei den bestehenden Aluminium-Fillern ist es häufig so, dass der Filler im Fan Casing (Gehäuse) der Turbine einschlägt und dabei jede einzelne der rotierenden Turbinenschaufeln in Mitleidenschaft zieht. Ein Composite-Filler würde zwar auch im Casing stecken bleiben, bei Aufschlag eines Fan Blades aber brechen und in der Folge vom Triebwerk zermahlen werden.

Zahlreiche Herausforderungen

Die Integration eines einzelnen Bauteils in ein so komplexes Gesamtsystem wie ein Strahltriebwerk stellt enorme Anforderungen an das Entwicklungsteam. Die Auslegung erfolgt in enger Zusammenarbeit mit den Projektpartnern FACC und Rolls Royce. Nach der Evaluation verschiedener Konzepte wird für eine Variante der vollständige Entwicklungsprozess durchlaufen. Dabei müssen verschiedene Prozesse parallel verfolgt werden, um am Ende ein adäquates

Bauteil zu erhalten. Geometrie und Lagenaufbau des Fillers werden mittels Finite-Elemente-Methode optimiert – hier kommen Tools zum Einsatz, welche die anisotropen Materialeigenschaften von Faserverbundwerkstoffen berücksichtigen können. Häufig sind auch experimentelle Untersuchungen notwendig, um Materialeigenschaften zu ermitteln, zu denen unzureichende Daten vorhanden sind. Parallel zur mechanischen Auslegung muss immer auch das Fertigungsverfahren (Harzinfusion) mitberücksichtigt werden. Auch hier hilft Simulationssoftware – eine IWK-Eigenentwicklung – den Infusionsprozess zu visualisieren und anzupassen, um potenziell problematische Bauteilgeometrien zu vermeiden. Zusammen mit dem Herstellungsprozess wird ein geeignetes Werkzeug entworfen, um den Filler schliesslich herzustellen.

Ausblick

Im Laufe des Sommers wird die Bauteil- und Prozessentwicklung abgeschlossen und die benötigten Werkzeuge in Auftrag gegeben. Im Spätherbst wird der Herstellungsprozess im Labor des IWK in Rapperswil ein erstes Mal in Betrieb genommen, bevor die Produktion einer Nullserie beim Industriepartner FACC in Österreich beginnt. Die produzierten Filler werden schliesslich in ein Prototypen-Triebwerk integriert und gemäss Spezifikationen getestet. In zukünftigen Triebwerksgenerationen tragen die neu entwickelten Filler dazu bei, effizientere und sparsamere Flugzeuge zu bauen.

www.hsr.ch