

Kleine Teile mit großer Wirkung

Neue Verfahren zur Verbesserung der Shop Replaceable Units

Die bereits in den 1960er Jahren entwickelte Boeing 737 Serie und die in den 1980er Jahren konstruierte Airbus A320-Familie sind die erfolgreichsten Verkehrsflugzeuge der Welt. Ihr Anteil an allen eingesetzten kommerziellen Flugzeugmustern beträgt heute ungefähr 65 Prozent. Obwohl beide Flugzeugtypen im Laufe der Jahre immer wieder modifiziert und verbessert wurden, haben viele der heute im Betrieb befindlichen Komponenten und Geräte ein Designalter von mehr als 30 Jahren. Vergleichbares gilt auch für die Reparaturen, die heute noch mit Werkstoffen und Fertigungsverfahren durchgeführt werden, die dem ursprünglichen Design der OEM (Original Equipment Manufacturer = Originalhersteller) entsprechen. In der Entwicklung neuer Reparaturverfahren steckt daher ein beachtliches Einspar- und Optimierungspotential hinsichtlich des Gewichts, der Haltbarkeit und anfallender Reparaturkosten.

Um diese Potentiale zukünftig ausschöpfen zu können, hat Lufthansa Technik das Forschungsprojekt „AIRtech - Advanced Innovative Repair Technologies“ initiiert. Das Vorhaben befasst sich mit der Erforschung innovativer Reparaturtechnologien und Methoden zur Verbesserung der SRUs (Shop Replaceable Units) durch den Einsatz moderner Werkstoffe, Fertigungsverfahren und Konstruktionsmethoden. SRU sind defekte Bauteile, die Geräten entnommen werden, um sie direkt durch bereits reparierte Bauteile (SRU) aus dem Lagerbestand zu ersetzen. Als Geräte werden alle im Flugzeug befindlichen Komponenten bezeichnet, die eine signaltechnische, stoffliche oder energetische Umsetzung vornehmen. Dazu gehören Kühlturbinen der Klimaanlage ebenso, wie Starter der Triebwerke oder hydraulische Systeme. In den Werkstätten werden die defekten Bauteile der Geräte, wie Gehäuse, Lager oder Wellen, aufgearbeitet, um den hohen Anforderungen des Flugbetriebs zu genügen.



Abbildung 1: Links herkömmliche Halterung (mit Versuchsmuster), rechts die verbesserte aus CFK mit neuer Geometrie

Im Rahmen des Forschungsvorhabens wurde zunächst eine Detailauswahl von acht verschiedenen Bauteilen vorgenommen. Dabei handelt es sich unter anderem um eine Halterung für einen Elektromotor, der eine Pumpe für das Hydrauliksystem des Flugzeugs betreibt. Die Motorhalterung hat eine verbesserte Geometrie, besteht entweder aus Verbundwerkstoff oder Aluminiumblech, ist in der Fertigung und Reparatur – dank des modularen Aufbaus – kostengünstiger und um bis 65 Prozent leichter als die des OEM. Nach genauer Überprüfung der Geometrie kann mit der Fertigung mehrerer Demonstratoren begonnen werden. So können am Faserverbundwerkstoff der Fasertyp und der Laminataufbau exakt bestimmt und die Geometrie entsprechend optimiert werden. Mit Hilfe abschließender Belastungstests lassen sich die zuvor angestellten Berechnungen bestätigen.

Ein weiteres Bauteil, das im Fokus des Forschungsvorhabens steht, ist der Kühlluftimpeller (Cooling Fan Rotor). Er dient der Sicherstellung der Luftversorgung für die Flugzeugkabine im Bodenbetrieb. Bislang bestand er ausschließlich aus einer Aluminiumlegierung, zukünftig aus einer Titanlegierung. Da Titan eine höhere Festigkeit als Aluminium aufweist, kann man mit einer deutlich längeren Lebensdauer des Bauteils rechnen. Durch konstruktive Anpassungen der Geometrie und Wandstärke, hat sich das Gewicht gegenüber dem Originalbauteil kaum verändert, obwohl Titan ($4,5 \text{ g/cm}^3$) eine deutlich höhere Dichte als Aluminium ($2,7 \text{ g/cm}^3$) aufweist



Abbildung 2: Rohling für einen Kühlluftimpeller (Cooling Fan Rotor) vor der mechanischen Bearbeitung

Auch beim Vakuum Generator, einer Unterdruckpumpe zur Herstellung eines statischen Druckunterschieds zwischen Kabine und Abwasserbehälter, konnte viel Gewicht eingespart werden: Zu diesem Zweck wurde das Bauteil durch ein generatives Fertigungsverfahren („3D Drucken“) mit verbesserten Geometrien und Wandstärken aus einem Kunststoff hergestellt. Durch selektives Laser-Sintern wird ein Kunststoffpulver mit einem Laser lokal aufgeschmolzen und zusammengefügt, so dass Schicht für Schicht das neue Bauteil entsteht. Während das Bauteil also vorher aus einer aufwändig hergestellten Aluminiumlegierung bestand, wird es zukünftig aus Kunststoff (Polyamid) bestehen. Dieser ist nicht nur um 50 Prozent leichter

als Aluminium, er lässt sich auch so günstig generativ fertigen, dass das schadhafte Bauteil zukünftig nicht mehr repariert, sondern bei Bedarf durch ein neues Bauteil ersetzt werden kann. Darüber hinaus ist der Kunststoff weniger anfällig für chemikalienbedingte Korrosion.



Abbildung 3: Messung des Durchmessers einer Bohrung an einer Motorhalterung aus CFK zur Qualitätssicherung

Für die Kunden ergeben sich durch die verbesserter Haltbarkeit und die Gewichtsreduktion der Bauteile ein geringerer Treibstoffverbrauch und eine deutliche Kostensenkung im Airline-Betrieb. Außerdem lassen sich die Wartungskosten und somit die Betriebskosten weiter reduzieren. Da der Nachweis erbracht wird, dass die nachgefertigten Bauteile in Bezug auf Geometrie, Passung, Funktion, Festigkeit und Sicherheit gleich oder besser sind als die OEM-Teile, kann die Zulassung direkt durch die Luftfahrtbehörden erfolgen. Mit der Hochschule für Angewandte Wissenschaften, Hamburg, dem Helmholtz-Zentrum Geesthacht und dem Kunststoff-Kompetenz-Zentrum, Lübeck, stehen Lufthansa Technik starke Partner zur Seite. Das seit Anfang 2012 und bis Dezember 2014 laufende Forschungsprojekt AIRtech wird von der Behörde für Wirtschaft, Verkehr und Innovation Hansestadt Hamburg (BWVI) gefördert.

Autor: Philipp Reipschläger, Lufthansa Technik Hamburg

September 2013

Die Projektpartner an der HAW Hamburg im Department Maschinenbau & Produktion

Team Konstruktion:

Prof. Dr.-Ing. Andreas Meyer-Eschenbach
Institut für Konstruktion und Produktentwicklung

Antje Klemichen, B.Eng.
Daniel Mahn, M.Eng.
David Rudolz, B.Eng.
Joachim Schulz, B.Eng.
Christian Starcken, B.Eng.

Team Produktion:

Prof. Dr.-Ing. Günther Gravel
Institut für Produktionstechnik

Philip Cords, M.Eng.
Cedric Frome, B.Eng.
Matthias Otte, M.Eng.
Christian Totzke, B.Eng.

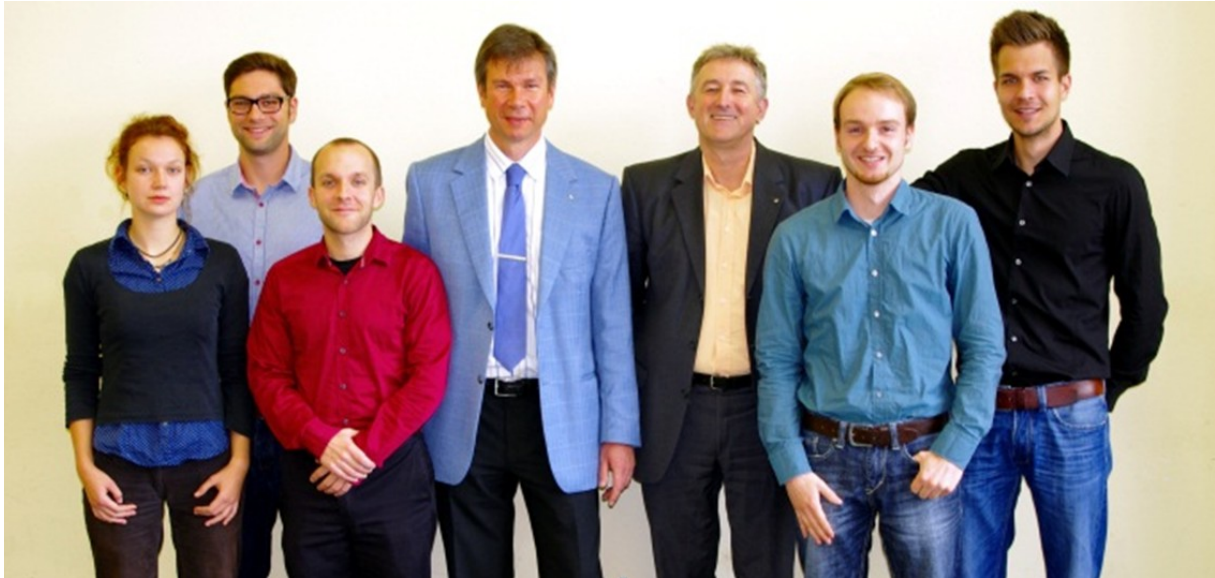


Abbildung 4: Die HAW-Teams Konstruktion und Produktion