



AKTIVE BÖENANREGUNG

IFB Stuttgart rüstet Fahrzeug-Windkanal mit Böenklappen aus CFK aus

Um die typischen Strömungsbedingungen eines Fahrzeuges auf der Straße in einem Windkanal möglichst originalgetreu abzubilden, wurde der Fahrzeugwindkanal im Forschungsinstitut für Kraftfahrwesen und Fahrzeugmotoren Stuttgart (FKFS) an der Uni Stuttgart mit einer weltweit einzigartigen Anlage zur aktiven Böenanimation ausgestattet (FKFS SWING®). Diese Anlage kann die während der Fahrt typischerweise auftretenden Effekte wie Seitenböen, lokale Turbulenzen, plötzliche Windlastwechsel usw. abbilden.

Das FKFS SWING® Array besteht aus acht parallelen Flügelprofilen, die in der Düse des Windkanals vor dem zu messenden Objekt angebracht sind. Jeder dieser Flügel ist über einen Aktor ansteuerbar und kann mit Frequenzen bis zu 10 Hz bzw. bei einer Amplitude von bis zu 10° betrieben werden. Diese Anforderungen erfordern ein hochsteifes Bauteil, um die dynamischen Verformungen im Betrieb möglichst klein zu halten, denn diese würden eine Abweichung zwischen dem Sollzustand und dem Istwert der Strömung verursachen. Außerdem muss eine dynamische Dauerfestigkeit gegeben sein. Diese Eckdaten führten zu einer konsequenten Anwendung der modernsten Leichtbaufertigungstechnologien und der Verwendung von hochsteifen Kohlefasern. Der Flügel besteht aus den Baugruppen Biege-Torsionskasten (D-Box), Rippen und Flügelschalen.

Die Preform der D-Box wurde im Flechtverfahren auf einem beheizbaren Metallkern mit 4 m Länge hergestellt. Der Faseraufbau enthält im Wesentlichen 45° Biax C-Fasern sowie UD Längsverstärkungen. Die

Gesamtwanddicke beträgt ca. 6 mm. Besondere Herausforderung war die Einhaltung der Außengeometrie der D-Box ohne Verwendung eines geschlossenen Werkzeugs. Das Bauteil wurde mittels VAP®-Verfahren mit einem 80°C EP Harzsystem hergestellt. Der Flansch zu Krafteinleitung wurde bereits beim Flechten mit erstellt und ist damit integraler Bestandteil ohne Fugestelle. Die CFK-Rippen haben einen U-förmigen Querschnitt und sind mit dem VARI-Verfahren produziert worden. Für die Außenschalen wurden Kunststoffwerkzeuge hergestellt, die Schalen selbst wurden per VARI-Verfahren aus Multiaxialgelegen (QI Aufbau) und 80°C EP Harzsystem hergestellt. Dabei wurde die Form auf ca. 50°C temperiert. Nach der Vakuuminfusion wurde bei 80°C das Bauteil ausgehärtet. Der Zusammenbau der Teile erfolgte ebenfalls in den Werkzeugen der Flügelschalen. Die Bauteile wurden mit einem speziellen 2k-Klebstoff gefügt, der nach dem Aushärten über eine Restelastizität verfügt. Auf diese Weise kann die dynamische Dauerfestigkeit erreicht werden.



Umflechten der D-Box mit C-Fasern

Die untere Lagerung wird mit einer Sinterbronzebuchse realisiert. Das Endbauteil hat eine Länge von 3,84 m bei einer Flügeltiefe von 400 mm. Die Masse beträgt ca. 30 kg. Statische Biegeversuche ergaben eine sehr gute Übereinstimmung mit der FE-Simulation (Abweichung < 5 Prozent). Der Prototyp hat in einem dynamischen Dauerversuch unter Nennlast eine Zyklenzahl von 1.200.000 LW ohne Beanstandungen nachgewiesen. Insgesamt wurden neun Serienflügel und zwei Prototypen vom Institut für Flugzeugbau (IFB) hergestellt.

Weitere Informationen:

Dipl.-Ing. Marko Szesny,

Dipl.-Ing. Klaus Heudorfer,

Universität Stuttgart, Institut für
Flugzeugbau/Faserverbundtechnologie,

Telefon +49 (0) 7 11/ 6 85-6 03 88,

oder +49 (0) 7 11/ 6 85-6 95 73,

E-Mail: szesny@ifb.uni-stuttgart.de,

heudorfer@ifb.uni-stuttgart.de,

www.ifb.uni-stuttgart.de



Innerer Aufbau des Flügels



Verkleben der Oberschale