

Über die Triebwerksintegration

Untersuchung aerodynamischer Installationseffekte eines UHBR-Triebwerks in Überflügel-Position an einer Hochauftriebskonfiguration

C. Heykena, J. Friedrichs, Institut für Flugantriebe und Strömungsmaschinen, Technische Universität Braunschweig

Kurzgefasst

- Das Streben nach Mobilität wird zukünftig weiter wachsen bei gleichzeitig steigenden Anforderungen an die Verminderung von Treibstoffverbrauch und Lärmemission
- Der Sonderforschungsbereich (SFB) 880 untersucht Technologien für leise und reiseflugeffiziente Verkehrsflugzeuge mit Kurzstart- und -landeeigenschaften
- Als Antrieb für das Flugzeug wird ein Strahltriebwerk mit sehr hohem Nebenstromverhältnis gewählt, das im hinteren Bereich auf der Tragfläche installiert wird
- Diese Position birgt aerodynamisch das Potential, die Effizienz der Gesamtkonfiguration zu verbessern

Das Teilprojekt A3 des SFB 880 „Grundlagen des Hochauftriebs künftiger Verkehrsflugzeuge“ beschäftigt sich mit der aerodynamischen und akustischen Integration von Flugantrieben. Während in der ersten Förderperiode wesentliche Erkenntnisse hinsichtlich der Wechselwirkung zwischen einem Propeller und einer aktiven Hochauftriebskonfiguration in Überflügelanordnung gewonnen werden konnten, wurde gleichzeitig herausgearbeitet, dass diese Konfiguration nicht über ausreichend Potential im Reiseflug verfügt. Daher soll in der zweiten Förderperiode des SFB 880 anstelle eines Propellers ein Turbofan-Triebwerk mit sehr hohem Nebenstromverhältnis, ein

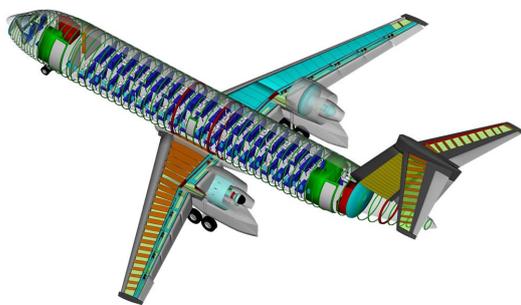


Abbildung 1: Darstellung des SFB-Flugzeugs mit UHBR-Triebwerken an der Hinterkante über dem Flügel und aktivem Hochauftriebssystem.

sogenanntes Ultra-High-Bypass-Ratio (UHBR) Triebwerk, untersucht werden. Die Strategie der Überflügelpositionierung soll dabei beibehalten werden, da bereits positive Ergebnisse hinsichtlich der akustischen Eigenschaften festgestellt werden konnten.

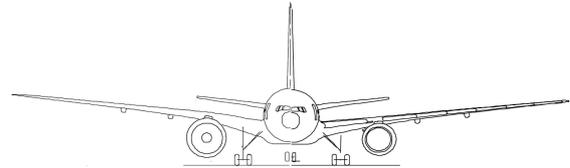


Abbildung 2: Vergleich zwischen konventioneller Triebwerksgröße, rechts und UHBR-Triebwerk, links; aus [2].

Heutzutage sind Turbofan-Triebwerke bei den meisten Verkehrsflugzeugen mit einem sogenannten Pylon unterhalb des Flügels befestigt. Es hat sich dabei bewährt, dass sich das Triebwerk von einer Gondel ummantelt in einem gewissen Abstand zum Flügel vor diesem befindet, um einen möglichst geringen Widerstand des Flugzeugs zu erzielen. Da nun mit steigendem Nebenstromverhältnis auch der Durchmesser des Triebwerks zunimmt, steigt die Herausforderung bei der Integration des Triebwerks, da die Gondel immer näher an den Flügel heranrücken muss, um einen geforderten Abstand zum Boden einzuhalten. Nehmen die Dimensionen des Triebwerks nun weiter zu, bliebe beim Entwerfen des Flugzeugs am Ende nichts anderes übrig, als das Fahrwerk zu vergrößern, um ausreichend Platz unterhalb des Flügels zu schaffen. Dies ist wiederum mit einer Gewichtszunahme verbunden, was üblicherweise vermieden werden soll. Ein weiterer Aspekt bei der Steigerung des Nebenstromverhältnisses ist, dass der maximale Durchmesser der wesentlichen schubgenerierenden Komponente eines Triebwerks, dem sogenannten Fan, zunimmt. Dies hat gleichzeitig zur Konsequenz, dass auch die Dimensionen der Triebwerksgondel, der Anschlussstelle zwischen Flugzeugstruktur und Antrieb, größer werden, die direkten Einfluss auf den Widerstand der Gesamtkonfiguration nimmt.

In dem vorgestellten Teilprojekt A3 des SFB 880 geht es nun darum, grundlegende Studien zu Strömungsverhältnissen an einer Flugzeugkonfiguration durchzuführen, bei der der Antrieb nicht unterhalb der Flügelvorderkante positioniert ist, sondern sich auf dem Flügel befinden wird. Neuere Studien haben gezeigt, dass die Art der Triebwerksintegration großes Potential hinsichtlich der Verbesserung der



Abbildung 3: Flugzeugmodell (ohne Leitwerke) mit eingebetteten Triebwerken

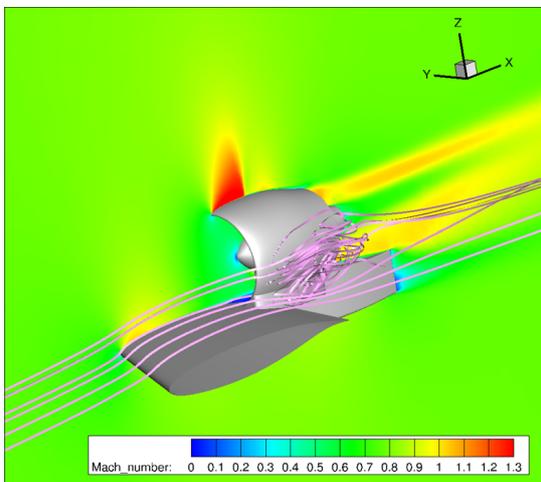


Abbildung 4: Visualisierung von Strömungsablösungen im Bereich der Verschneidung von Flügel und Gondel.

Gesamteffizients des Flugzeugs birgt, besonders bei steigendem Nebenstromverhältnis [3]. Da bei der Widerstandsgenerierung die von der Strömung umspülte Oberfläche eine Rolle spielt, ist deren Verminderung ein Grund dafür, die Gondel nicht mit Hilfe eines Pylons an die Flugzeugstruktur zu montieren, sondern den Antrieb in den Flügel einzugraben. Abbildung 3 zeigt ein Modell des untersuchten Flugzeugkonzepts, das mit Hilfe von numerischen Methoden untersucht wird. Dabei hat sich herauskristallisiert, dass ein kritischer Aspekt bei dieser Installationsvariante der Triebwerke das Design der Verschneidung zwischen Flügel und Gondel ist. Wird ein klassischer Ansatz gewählt, bei dem eine isolierte Gondel entworfen wird, die im Anschluss mit dem Flügel verschritten werden soll, ist die potentielle Gefahr von unerwünschten Strömungsablösungen im Bereich der Verschneidung sehr groß. Abbildung 4

verdeutlicht die Strömungsablösungen mit Hilfe von Stromlinien im Reiseflug des SFB880-Flugzeugs.

Ziel des vorgestellten Forschungsvorhabens ist es nun, das Design der Flugzeugkonfiguration mit eingebetteten Antrieben so zu gestalten, dass die schädlichen Ablösungen über den gesamten Betriebsbereich des Flugzeugs nicht dauerhaft auftreten. Hierfür werden mit Hilfe von numerischen Strömungssimulationen Designstudien und Parametervariationen durchgeführt, um so ein grundlegendes Verständnis für diese Konfiguration zu gewinnen und daraus Vorschriften für die Gestaltung solcher integrierter Antriebe abzuleiten.

WWW

<http://www.tu-braunschweig.de/sfb880>

Weitere Informationen

- [1] <http://www.sfb880.tu-braunschweig.de/index.php/forschungsprogramm>
- [2] D.L. Daggett, S.T. Brown, R.T. Kawai, „Ultra-Efficient Engine Diameter Study“, NASA/CR2003-212309, 2003.
- [3] J.R. Hooker, A. Wick, C. Zeune, A. Agelastos „Over Wing Nacelle Installations for Improved Energy Efficiency“, AIAA 2013-2920, 31st AIAA Applied Aerodynamics Conference June 24-27, 2013.

Projektpartner

Deutsches Institut für Luft- und Raumfahrt (DLR)

Förderung

DFG Sonderforschungsbereich (SFB) 880