

Zusammenfassung

Heutige Luftfahrzeuge sind in einem hohen Maße für den Reise- und den Langsam-Flug optimiert. Besonders die aerodynamische Leistungsfähigkeit während der Start- und Lande-Phasen ist bereits im frühen Entwicklungsstadium wichtig.

Während die Durchmesser der unter dem Flügel integrierten Triebwerke immer größer werden, um die Vortriebseffizienz zu steigern, wird die Optimierung der Flügel-Hochauftriebshilfen immer mehr durch damit verbundene geometrische Randbedingung eingeschränkt. Um Überschneidungen von Triebwerk und Auftriebshilfen an der Vorderkante zu vermeiden, kann die spannweitige Reduzierung der Vorflügel nötig werden, was einen negativen Einfluss auf den Maximalauftrieb während der Landung hat.

Eine lokale Installation von aktiver Strömungskontrolle wurde als geeignete Methode untersucht um diese Probleme zu mittigeren.

Diese Arbeit ist unterteilt in sequentielle chronologische Schritte auf dem Weg zu einer ersten lokalen Anwendung von Strömungskontrolle im Bereich des Flügel-Pylon. Begonnen wird dabei mit einer historischen Analyse von Flugzeugen mit ähnlichen Applikationen an der Flügelvorderkante, gefolgt von einer Literaturstudie experimenteller Tests und Berechnungen. Dabei wurde die aerodynamische Strömungstopologie identifiziert und das Problem des Strömungsabrisses an der Flügelvorderkante definiert.

Der postulierte Effekt, einer Ablösungsverzögerung durch einen spannweitig- eingebrachten Schlitz mit hoch energetischer Ausblasung, wurde mit Hilfe einer experimentellen Windkanal Kampagne bestätigt. Die experimentelle Untersuchung, basierend auf Kraftmessungen, Ölanstrichbildern und Massenstrombestimmungen, führte zu der Entwicklung eines simplifizierten Wirbelmodells. Dieses Model wurde anschließend zur Erklärung der Strömungsablösungseffekte herangezogen.

Um die Interaktionen einer solchen Technologie auf Gesamt-Flugzeug Ebene zu verstehen, wurde eine multidisziplinäre Vorentwurfsstudie durchgeführt. Das Ziel dieser Studie war es, die Energieverbrauchswerte eines exemplarischen Luftfahrzeuges in Abhängigkeit verschiedener geometrischer Flügel-Hochauftriebs-Randbedingungen zu verstehen.

Es lässt sich zusammenfassend festhalten, dass lokale Stömungskontrolle im Bereich des Flügel-Pylon-Überganges in der Lage war die Strömungsablösungen signifikant zu verzögern. Gestützt durch Windkanaltests und Analysen, konnte mit der multidisziplinären Studie gezeigt werden, dass der Energiebedarf einer solchen Anwendung im realistischen Anwendungsrahmen ist.

Die Vergleiche von individuell optimierten Fugzeugvorentwurfs-Konfigurationen zeigten, dass die Vorteile von Strömungskontrolle deutliches Potential haben die Nachteile bezüglich der Installation zu übertreffen.