

Berechnungsprogramm für Klappenkräfte

Fachgebiet: Strömungslehre
Betreuer: Lukas Moser
Experte: Dr. Rudolf Bauer

Bei Modellflugzeugen treten infolge ausgefahrener Landeklappen an den Servoantrieben Kräfte auf. Diese wurden mittels CFD-Strömungssimulationen analysiert. Die auftretenden Kräfte sind auch im Flug gemessen und aufgezeichnet worden. Alle Resultate der Handrechnungen, der Strömungssimulationen und der Messflüge wurden anschliessend verglichen und die Erkenntnisse in einem Excel-Programm implementiert. Es ist nun möglich, vorauszusagen wie stark ein Servoantrieb sein muss.

Ausgangslage

Die Ergebnisse aus den CFD-Simulationen und Handrechnungen während der Projektarbeit 2 haben gezeigt, dass die Strömungsgeschwindigkeit der Luft vor einer Landeklappe infolge Staudrucks stark abnimmt. Dadurch herrschen in Wirklichkeit viel kleinere Kräfte als angenommen. Zudem ist die Druckverteilung auf der Klappe nicht gleichmässig verteilt. Auf den Handrechnungen basierend wurde eine erste Version des Excel-Programms, um die auftretenden Klappenkräfte berechnen zu können, erstellt. Ebenfalls ist eine Messvorrichtung entwickelt worden, um die auftretenden Kräfte im Flug messen und registrieren zu können.

Vorgehen

Um die auftretenden Kräfte im Flug zu messen und aufzuzeichnen, wurde die Stromaufnahme des Landeklappen-Servos bei dessen Betätigung registriert. Mittels Versuchsaufbau konnte dann auf die Kraft im Anlenkungsgestänge geschlossen werden.

Im Verlaufe dieser Bachelor-Thesis hat sich herausgestellt, dass die Berechnung des Servomoments von sehr vielen unvorhergesehenen Faktoren abhängig ist. So verschiebt sich beispielsweise der Kraftangriffspunkt an der Landeklappe in Funktion des Ausschlagwinkels. Des weiteren befindet sich der Kraftangriffspunkt auf der Klappenunter- und Oberseite in

unterschiedlichen Abständen zum Drehpunkt der Klappe.

Die Erkenntnisse der Strömungssimulationen und der Messflüge flossen in das in der Projektarbeit 2 erarbeitete Excel-Programm ein.

Ergebnis

Die Auswertung der Messflüge sowie der CFD-Simulationen hat gezeigt, dass die Werte der Messflüge manchmal etwas höher und bei erhöhter Anströmgeschwindigkeit erheblich tiefer sind. Die mittels Handrechnungen ermittelten Kräfte ergaben dagegen viel zu grosse Werte für das Servomoment. Dies bestätigen auch die Erkenntnisse aus der Projektarbeit 2.

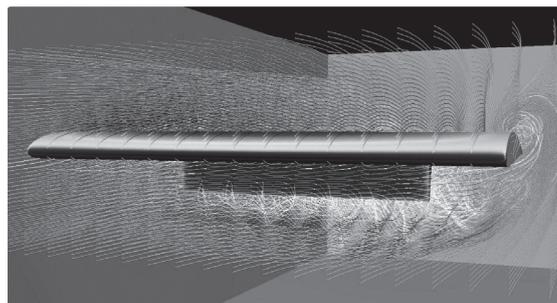
Das Excel-Programm wurde mit den Erkenntnissen aus den Messflügen und CFD-Simulationen soweit wie möglich ergänzt, so dass nun für zwei komplett unterschiedliche Anlenkungsarten die Servomomente berechnet werden können. Dabei werden auch die verschiedenen Kraftangriffspunkte je nach Klappenausschlag berücksichtigt. Auch die auftretende Kraft im Anlenkungsgestänge wird berechnet. Zusätzlich können mit dem erstellten Excel-Programm die an der Klappe angreifende Gesamtkraft und deren Angriffspunkt in Abhängigkeit des Klappenausschlags und der jeweiligen Anströmgeschwindigkeit ermittelt werden.



Matthias Güdel



Modellflugzeug für die Messflüge



Flügelprofil mit Landeklappe in CFD