

Mitteilung

Projektgruppe / Fachkreis: Hochagile Konfigurationen

Untersuchung der Wirbelaerodynamik an hoch gepfeilten
Mehrfach-Deltaflügel-Konfigurationen

Andreas Schütte, Allison Pelzel

DLR, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig, andreas.schuette@dlr.de

Einleitung

Die Strömung um Deltaflügelkonfigurationen ist schon bei kleinen bis mittleren Anstellwinkel geprägt durch eine Wirbeltopologie, die maßgeblich das Auftriebs-, und Stabilitäts- und Steuerungsverhalten beeinflussen. Die Stärke der Wirbel sowie das Ablöseverhalten wird neben den Zuströmbedingungen maßgeblich durch die Pfeilung und Kontur der Vorderkante bestimmt [1][2][3].

Nachdem in den letzten Jahren im Rahmen von wehrtechnischen Projekten im DLR der Schwerpunkt auf den Entwurf und der Bewertungsfähigkeit von hoch gepfeilten, getarnten, agilen UAV Konfigurationen lag, rückt in Zukunft die Forschung von Technologien für konventionelle Kampfflugzeugkonzepte der nächsten Generation wieder in den Fokus.

Man hat sich im DLR schon in früheren Jahren mit Mehrfach-Deltaflügelkonfigurationen und dem Einfluss der Wirbelaerodynamik und Wirbel-Wirbelinteraktion beschäftigt. Ein Beispiel sind die Untersuchungen des Einflusses der Strakewirbel auf die Flügelaerodynamik an der Vielflächnerkonfiguration DLR-F10 [4]. Darüber hinaus sind auch die experimentellen und numerischen Untersuchungen an der X-31 Konfiguration zu nennen [5].

In Zukunft soll ein Schwerpunkt der Forschung im DLR Projekt Diabolo die systematische Untersuchung von Mehrfachdeltaflügelkonfigurationen sein. Untersucht werden soll der Einfluss der Grundrissform, Vorderkantenkontur und Strömungssteuerungselementen wie Strakes oder LEVCON Elementen (Leading Edge Vortex Control) auf die Wirbeltopologie und – aerodynamik. Diese Untersuchungen sollen sowohl im Trans- als auch im Überschall experimentell und numerisch durchgeführt werden.

Die Grundgeometrie wurde von Airbus Defence & Space bereitgestellt und ist Basis für gemeinsame experimentelle und numerische Forschungen im Rahmen der DLR Projekte Mephisto/Diabolo und Forschungsgruppen der NATO STO/AVT.

Zielsetzung und Durchführung

Ziel der vorliegenden Arbeiten ist zunächst zu zeigen, wie sich die Geometrie der Vorderkante auf die Wirbeltopologie einer Doppeldeltakonfiguration mit negativem Strake (LEVCON) verhält. Darüber hinaus soll in ersten Simulationen der Einfluss des LEVCON-Winkels auf die Wirbeltopologie gezeigt werden. Schlussendlich soll der Effekt auf das Verhalten diskutiert werden.

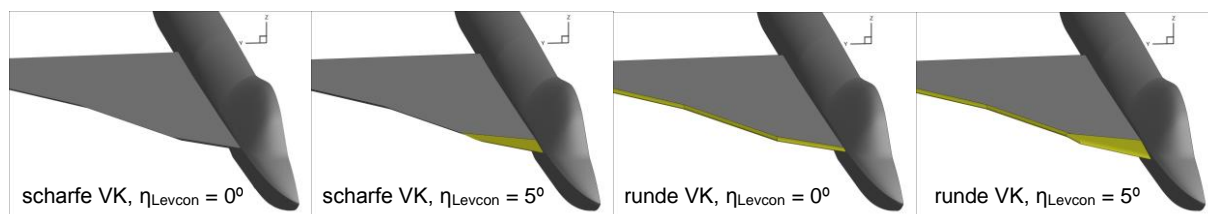


Bild 1: Modellkonfigurationen

Hierfür wurden numerische Voruntersuchungen an zwei Doppel-Deltaflügelkonfiguration mit scharfer und runder Vorderkante durchgeführt. Beide Konfigurationen wurden sowohl ohne als auch mit LEVCON-Ausschlag berechnet, vergl. **Bild 1**.

Sämtliche Berechnungen wurden mit den DLR RANS Verfahren TAU durchgeführt [6]. Für die Generierung der hybriden Rechenetze wurde das Netzgenerierungsverfahren Centaur verwendet [7]. Sämtliche Berechnungen wurden bei einer Machzahl von $Ma = 0.4$ unter Verwendung des Spalart-Allmaras Turbulenzmodells und Annahme einer voll turbulenten Strömung durchgeführt. Die Modellgröße wurde entsprechend der Dimensionierung eines zukünftigen Windkanalmodells für den DNW-TWG mit einer Spannweite von $s = 0.5\text{m}$ gewählt. Hieraus ergibt sich eine Reynoldszahl von $Re_{\text{ref}} = 6,5 \cdot 10^6$.

Ergebnisse

Bild 2 zeigt beispielhaft die Strömungstopologie für die Konfigurationen ohne LEVCON-Ausschlag für den Fall einer scharfen und runden Vorderkante. Deutlich ist zu sehen, dass mit runder Vorderkante die Strömung an der Vorderkante des negativen Strakes (LEVCON) bei $\alpha = 6^\circ$ anliegt, während bei der scharfen Vorderkante sich bereits ein Wirbel an der Vorderkante ausbildet. Diese topologischen Unterschiede, die sich über einen weiten Anstellwinkelbereich zeigen, haben Einfluss auf die Druckverteilung und damit auf die Lastverteilung über dem Flügel, welches sich maßgeblich auf das Nickmomentenverhalten auswirkt.

Darüber hinaus wurde untersucht, wie sich der Ausschlag des LEVCON auf die Strömungstopologie und das aerodynamische Verhalten auswirkt. **Bild 3** zeigt, dass die Geometrie der Vorderkante und der Ausschlag des LEVCON-Einfluss auf das Nickmomentenverhalten hat. Auftrieb und Widerstand hingegen sind weitestgehend unverändert.

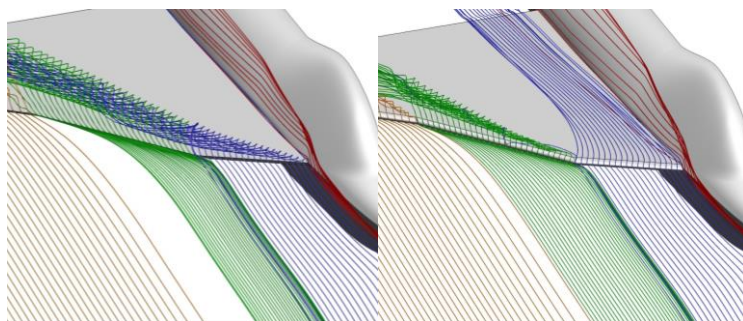


Bild 2: Wirbeltopologie bei $\alpha = 6^\circ$, scharfe (links) und runde (rechts) Vorderkante, $\eta_{\text{LEVCON}} = 0^\circ$

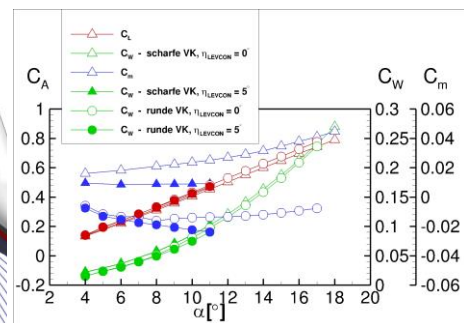


Bild 3: Auftrieb, Widerstand und Nickmoment über dem Anstellwinkel für sämtliche untersuchten Konfigurationen

Literaturverzeichnis

- [1] Schütte, A.: Numerical Investigations of Vortical Flow on Swept Wings with Round Leading Edges. AIAA Journal of Aircraft, Vol 54, No 2, March-April 2017.
- [2] Schütte, A., Hummel, D., Hitzel, S.: Flow Physics Analyses of a Generic Unmanned Combat Aerial Vehicle Configuration. Journal of Aircraft. Vol.49, No.6, November-December 2012
- [3] Schütte, A., Huber, K. C., and Boelens, O. J., "Static and Dynamic Numerical Simulations of a Generic UCAV Configuration with and Without Control Devices," AIAA Paper 2014-2132, 2014.
- [4] Schütte, A.; Bruse, M.; Henne, U.: Experimentelle Untersuchungen an Vielflächen-Doppeldelta-Konfigurationen im DNW-TWG. DGLR Luft- und Raumfahrtkongress, 2001-09-17 - 2001-09-20, Hamburg (Germany).
- [5] Schütte, A.; Boelens, Okko J.; Oehlke, M.; Jirásek, A.; Loeser, T.: Prediction of the flow around the X-31 aircraft using three different CFD methods. Journal of Aerospace Science and Technology, Volume 20, Issue 1, July - August, 2012, p. 21-37. ISSN 1270-9638, 10.1016/j.ast.2011.07.014.
- [6] Gerhold, T.: Overview of the Hybrid RANS Code TAU. NNFM, Vol. 89, 2005, pp. 81–92.
- [7] CentaurSoft: <http://www.centaursoft.com>. Website. Release 11.6, 2017.