

Mitteilung

Projektgruppe / Fachkreis: Multidisziplinäre Optimierung und Neue Konfigurationen

Untersuchung alternativer Steuerkonzepte für eine Giersteuerung ohne Seitenleitwerk an einer hoch gepfeilten Nurflügelkonfiguration

Patrick Löchert
Carsten Liersch
Andreas Schütte

DLR, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik, Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig, Patrick.Loechert@dlr.de

Im Rahmen des DLR Projekts Mephisto soll ein Steuerkonzept für eine hoch gepfeilte Nurflügelkonfiguration, der MULDICON¹, ohne Seitenleitwerk ausgelegt werden [2]. Auf ein konventionelles Seitenleitwerk zur Giersteuerung soll in diesem Auslegungsprozess zu Gunsten einer geringen Radarsignatur verzichtet werden. Aus diesem Grund ist es notwendig, alternative Konzepte für die Giersteuerung zu untersuchen. Diese sollen sowohl die flugmechanischen Anforderungen als auch die Anforderungen an die Radarsignatur erfüllen.

An die Aerodynamik werden dabei neue Herausforderungen gestellt, damit das alternative Steuerelement für einen großen Teil des Flugbereichs anwendbar ist. Aufgrund der hohen Vorderkantenpfeilung bildet sich für mittlere bis hohe Anstellwinkel ein wirbelbehaftetes Strömungsfeld über dem Flügel aus, welches mit den Steuerflächen interagiert. Dieses muss im Rahmen der Auslegung der Steuerelemente berücksichtigt werden. Es konnte bereits für konventionelle Steuerflächen an der Hinterkante gezeigt werden, dass dieses einen großen Einfluss auf die Steuerflächenwirksamkeit besitzt [3].

Der Inhalt dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Untersuchung alternativer Steuerkonzepte und deren Auswirkungen auf das aerodynamische Verhalten. Die Randbedingungen der erforderlichen Steuerwirksamkeiten ergeben sich aus den flugmechanischen Anforderungen, die im Rahmen des Projekts Mephisto erarbeitet wurden [4].

Aus diesem Grund wurden drei Konzepte in Designstudien untersucht. Als erstes ein Spoilerkonzept, dann eines mit einer Spreizklappe und abschliessend ein Konzept mit abgelenkten Flügelspitzen [5].

Spoilerkonzept:

Mit Hilfe einer Designstudie eines Spoilers wurden die Einflussfaktoren auf die aerodynamischen Momente untersucht. Der Spoiler für die Designstudie besteht aus zwei doppelseitigen Spoilerklappen, welche sich an der Ober- und Unterseite der Flügelspitze befinden. Dadurch soll ein großes, möglichst roll- und nickmomentenneutrales Giermoment erzeugt werden. **Bild 1(a)** zeigt den integrierten Spoiler für die Designstudie, welche numerisch mit dem CFD RANS-Verfahren DLR-TAU durchgeführt wird.

Mit Hilfe von Parameterstudien wurden die Einflüsse des Ausschlagwinkels vom oberen, vom unteren und dem beiseitigen Ausschlag der Spoilerklappen untersucht. Es konnte gezeigt werden, dass mit bestimmten Spoilerausschlagwinkeln für die Ober- und Unterseite für einen bestimmten Flugzustand ein großes, fast roll- und nickmomentenneutrales Giermoment generiert werden kann.

Ein weiterer Aspekt der untersucht wurde, ist der Einfluss der Spoilerposition auf die aerodynamischen Momente. Durch die Flügelprofilierung resultiert eine Reduzierung des Abtriebsverlustes vom Spoiler, je weiter hinten dieser positioniert ist. Mit der Untersuchung konnte eine erhebliche Verringerung des Roll- und Nickmomentes, bei gleichbleibendem Giermoment, in Abhängigkeit des reduzierten Auftriebsverlustes gezeigt werden.

¹ Neuentwurf basierend auf der SACCON Geometrie nach [1] mit einer Hinterkantenpfeilung von 53°

Spreizklappe :

Darüber hinaus wurde ein Konzept mit einer beidseitig aufklappbaren Spreizklappe an der Hinterkante der Flügelspitze untersucht. **Bild 1(b)** zeigt die doppelseitig integrierte Spreizklappe an der MULDICON Geometrie.

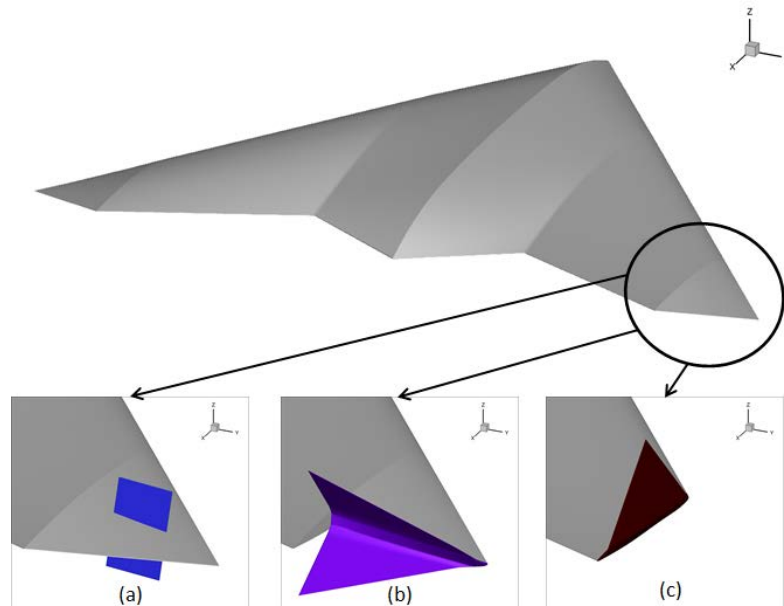


Bild 1 MULDICON Geometrien für Designstudien zur Giersteuerung

(a) Geometrie mit integriertem Spoiler, (b) Geometrie mit Spreizklappe, (c) Geometrie mit abgeknickter Flügelspitze

Es wurden numerische Strömungssimulationen mit DLR-TAU für verschiedene Ausschlagwinkel der Spreizklappe durchgeführt. Dabei zeigte sich ein adäquates Giermoment mit wenig Roll- und Nickmoment über einen großen Anstellwinkelbereich.

Abgeknickte Flügelspitzen (Morphing Surfaces) :

Spoiler und Spreizklappen nutzen das Prinzip des Widerstands. Als Alternative sollen abgeknickte Flügelspitzen auf die Wirksamkeit einer reinen Giersteuerung aerodynamisch untersucht werden. Das **Bild 1(c)** zeigt eine nach oben abgeknickte Flügelspitze, die durch die Umlenkung der Antriebskraft ein Giermoment generieren soll. In der Arbeit von Paul et. al [5] wurden im Rahmen von Mephisto bereits abgeknickte Flügelspitzen an der SACCON Konfiguration erprobt. Das Prinzip soll nun auch für die MULDICON Konfiguration adaptiert werden. Dazu wurden zunächst Vorentwurfsuntersuchungen und anschließend numerische Simulationen mit DLR-TAU durchgeführt.

Mit Hilfe der Untersuchungen eines Spoilers, einer Spreizklappe und einer abgeknickten Flügelspitze als reine Giersteuerungselemente konnte das Verständnis über die Einflüsse relevanter Designparameter auf das aerodynamische Verhalten vertieft werden, was für spätere Optimierungsvorgänge genutzt werden soll.

Literaturverzeichnis

- [1] 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
- [2] Liersch, C.M., Huber, K.C., Schütte, A., Zipper, D., Siggel, M.: *Multidisciplinary design and aerodynamic assessment of an agile and highly swept aircraft configuration*. *CEAS Aeronautical Journal*, Volume 7, No. 4, pp. 677–694, Oct. 2016.
- [3] Winkler, M.; Huber, K.: *Numerische Bewertung innovativer Steuerflächen einer generischen Lamdaflügel-konfiguration*. *EB 124-2016/901*, 2016.
- [4] Schwithal, J.; Rohlf, D.; G. Looye, G.; Liersch, C.M.: *An innovative route from wind tunnel experiments to flight dynamics analysis for a highly swept flying wing*. *CEAS Aeronautical Journal*, Volume 7, No. 4, pp. 645–662, Dec. 2016.
- [5] Paul, M.; Rein, M.: *Transonic Numerical and Experimental Investigation into Unconventional Lambda Wing Control Surfaces*. *AIAA Paper 2016-0799*, Jan. 2016.