

Mitteilung

Projektgruppe / Fachkreis: Numerische Simulation

Modellierung beweglicher Steuerflächen mit dem DLR TAU-Code

Ralf Heinrich, Laia Alcaraz Capsada
DLR Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
Lilienthalplatz 7, 38108 Braunschweig
ralf.heinrich@dlr.de

Ausgangssituation: Für eine Reihe von Anwendungen ist die Modellierung von beweglichen Steuerflächen eine unbedingte Voraussetzung. Genannt seien hier die Trimmung eines Flugzeuges, die Vorhersage von aerodynamischen Lasten infolge von Steuerflächenbewegungen, die Wirksamkeit von Steuerflächen sowie die Simulation eines manövrierenden Flugzeuges. Für letztgenanntes Szenario müssen alle Primärsteuerflächen modelliert werden. Dazu gehören Querruder, Seitenruder, Höhenruder, horizontaler Stabilisator und Spoiler. Insbesondere die Modellierung beweglicher Spoiler stellt für hochgenaue CFD Verfahren eine besondere Schwierigkeit dar.

Ziel: Um mit dem TAU-Code [1] alle Primärsteuerflächen modellieren zu können, sollen entsprechende Strategien entwickelt und umgesetzt werden. Die Techniken sollen an einer Reihe von Beispielen bis hin zur multidisziplinären Simulation eines manövrierenden Flugzeuges demonstriert werden.

Lösungsweg: Im Rahmen dieser Arbeit werden unterschiedliche Strategien vorgestellt, zum einen für Steuerflächen wie Querruder, Höhenruder und Seitenruder, zum anderen für Spoiler. Für die erstgenannten hat sich gezeigt, dass sich die Bewegung der Steuerflächen sehr gut mittels Netzdeformation realisieren lässt. Bild 1 zeigt ein Beispiel für ein generisches Verkehrsflugzeug, bei dem diese Steuerflächen alle mittels Netzdeformation bewegt werden. In diesem konkreten Beispiel werden die spannweiten Spalte nicht aufgelöst. Die Verschiebungen werden in der Nähe der Außenkanten der Steuerflächen vom ausgeschlagenen Zustand auf den Wert Null übergeblendet. Dies ist für kleinere Ausschläge unproblematisch. Allerdings wächst der Fehler mit dem Ausschlag der Steuerfläche. Daher ist eine weitere Strategie entwickelt worden, die diese Spalten berücksichtigen kann. In ein reguläres Flügelgitter ohne Steuerflächen werden für die Steuerflächen zusätzliche Gitterblöcke über die Chimera-Technik eingebracht, in denen der Spalt modelliert wird. Es werden jeweils ein Gitter für die Steuerfläche selber, sowie zwei weitere Gitterblöcke rechts und links von der Steuerfläche generiert. Die Bewegung der Steuerfläche geschieht mittels Netzdeformation, jedoch ohne „Blending“. Für diese Gitterblöcke werden strukturierte Gitterblöcke verwendet, da sich hier die Punkteverteilung insbesondere im Spalt besser steuern lässt. Bild 2 verdeutlicht die verwendete Strategie. Weiterhin wird auch ein Ergebnis einer Simulation für eine ausgeschlagene Steuerfläche gezeigt. Sehr schön zu sehen sind insbesondere die an den Außenkanten der Steuerfläche entstehenden Wirbel.

Für die Modellierung von Spoilern wird ebenfalls, wie für z.B. Querruder, die Chimera-Technik angewendet. In das Gitter für einen Flügel mit Aussparung an der Position des Spoilers wird ein zusätzlicher Gitterblock eingebracht. Die Bewegung des Spoilers wird hier allerdings über Rotation des Gitterblockes eingebracht. Eine wesentliche Voraussetzung dafür ist ein leistungsfähiger Algorithmus zum Lochschneiden [2]. Bild 3 zeigt eine erste Spoiler-Anwendung im 3D, bei der in einen NACA-Flügel insgesamt 3 Spoiler eingebracht worden sind, was üblicherweise auch als „Spoiler-Piano“ bezeichnet wird.

Weiteres Vorgehen:

Im Beitrag werden die unterschiedlichen Strategien vorgestellt. Anhand von Beispielen werden die jeweiligen Vor- und Nachteile verdeutlicht. Weiterhin soll die Strategie mit Blending mit der Strategie mit Auflösung der spannweiten Spalten verglichen und bewertet werden. Als Anwendung ist unter anderem der Manöverflug eines Flugzeuges geplant (Aerodynamik gekoppelt zur Flugmechanik).

Literatur:

- [1] Schwamborn, T. Gerhold, R. Heinrich: The DLR TAU-Code: Recent Applications in Research and Industry. In proceedings of “European Conference on Computational Fluid Dynamics” ECCOMAS CDF 2006, Delft The Netherlands, 2006
- [2] Spiering, Frank: „Entwicklung eines Verfahrens zum vollautomatischen Lochschneiden in TAU“, 19. DGLR-Fachsymposium der STAB, 04.-05. Nov. 2014, München, 2014

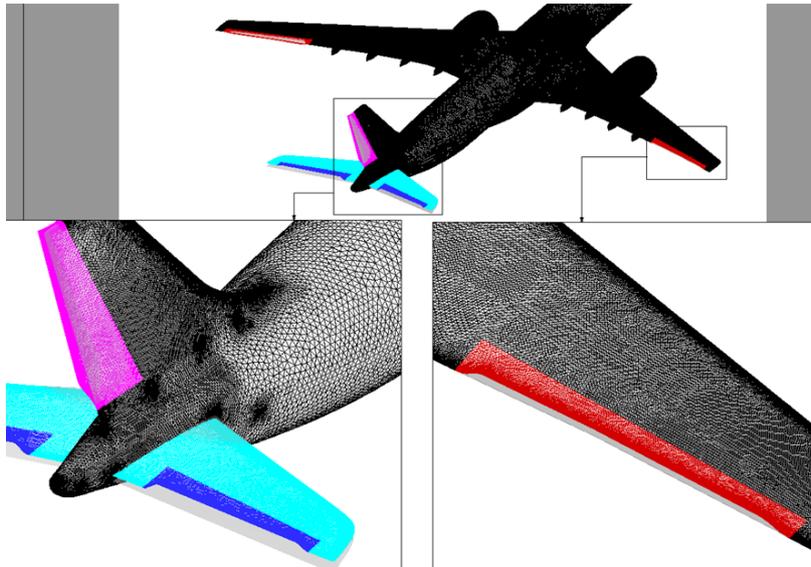


Bild 1: Generische Flugzeugkonfiguration mit Steuerflächen, bewegt mittels Netzdeformation mit Blending

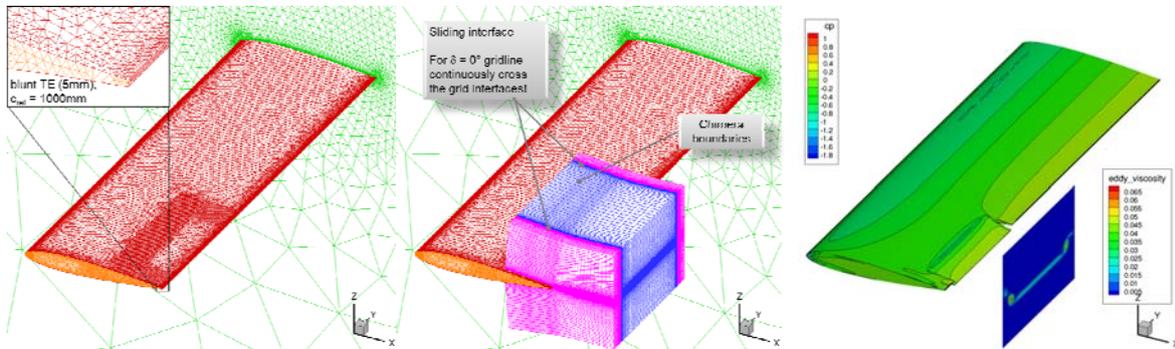


Bild 2: Links: NACAFlügel-Gitter; Mitte: Flügelgitter mit zusätzlichen Blöcken für die Steuerfläche; Rechts: Simulationsergebnis mit ausgeschlagener Steuerfläche

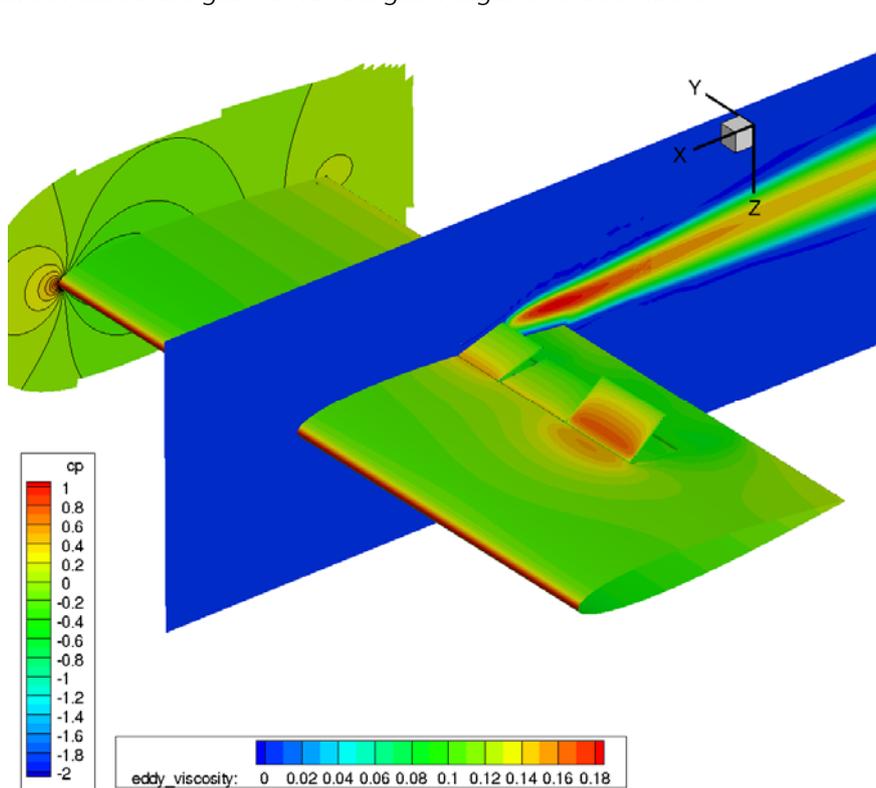


Bild 3: Simulation eines „Spoilerpianos“