

# Numerische Modellierung eines Windkanalexperiments zur Untersuchung wirbeldominierter Strömung bei mittlerem und hohem Anstellwinkel

Guido Voß  
Institut für Aeroelastik  
Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.  
Bunsenstraße 10  
37073 Göttingen  
guido.voss@dlr.de

Auf Grund der Risiken und der hohen Belastung der Piloten im Cockpit ist die Forschung an unbemannten Flugzeugkonstruktionen von großer Bedeutung. Gerade im militärischen Bereich ist es notwendig, wegen der extremen Flugmanöver bei hohem Anstellwinkel, die im Einsatz erforderlich sein können, auf diese Art von Flugzeugkonfigurationen zurückzugreifen.

In den DLR-Projekten FaUSST (Fortschrittliche Aerodynamische Stabilitäts- und Steuerungsuntersuchungen) und MEPHISTO wurden umfangreiche Messkampagnen an einem Windkanalmodell im Transsonischen Windkanal Göttingen (TWG) durchgeführt. Dieses Windkanalmodell IWEX (Instationäres Wirbelexperiment, Abb. 1) ist ein Ableger der DLR-F17/F19-SACCON-Konfiguration, ein Nur-Flügel-Modell mit Lambda-Geometrie. Untersucht wurden in diesen Messkampagnen insbesondere die bewegungsinduzierten instationären Luftkräfte bei wirbeldominierter Strömung, wie sie bei hohen Anstellwinkeln auftritt. Bei den Untersuchungen wurden dem Windkanalmodell periodische Nickschwingungen bei hoher Frequenz ( $f = 1 \dots 22$  Hz) und niedriger Amplitude (da  $< 0.3^\circ$ ) aufgeprägt. Mit Hilfe von instationären Drucksensoren sowie Beschleunigungssensoren wurde die Systemantwort vermessen und daraus ein aeroelastisches Modell erstellt. Die Ergebnisse der drei Messkampagnen wurden in einer Dissertation dokumentiert [1].

In diesem Beitrag sollen die Ergebnisse von Simulationsrechnungen präsentiert werden, mit denen die Windkanalexperimente nachbereitet wurden, um ein numerisches aerodynamisches bzw. aeroelastisches Modell zu erstellen. Diese numerischen Untersuchungen wurden stationär mit TAU-Python [2] und instationär mit dem ForcedMotion-Modul des FlowSimulator durchgeführt. Um die experimentellen Randbedingungen möglichst detailliert nachbilden zu können, wurden die Windkanalrandbedingungen Vorkammer, Düse und Messstrecke in die Berechnungen einbezogen. Das Rechengitter, welches für Simulationsrechnungen notwendig ist, wurde mit der Netzgenerierungssoftware CENTAUR erstellt [3].

In Abb. 2 ist das Wirbelsystem dargestellt, welches sich bei einer Mach-Zahl  $Ma = 0,5$  und einem Anstellwinkel  $\alpha = 13^\circ$  ausbildet. Das Wirbelsystem besteht aus einem Wirbel, der sich an der Vorderkante bildet und sich im äußeren hinteren Bereich der Flügeloberseite befindet sowie dem Tip-Wirbel, der sich am äußersten Ende des Flügels ausbildet. Das Wirbelsystem, das mit stationären Rechnungen ohne Nickschwingung berechnet wird, ist durch Geschwindigkeitsstromlinien visualisiert. Der Vergleich der stationären Druckverteilungen von Experiment und Simulation ist in Abb. 3 gezeigt.

Im paper werden zusätzlich noch die instationären Druckverteilungen in Abhängigkeit vom mittleren Anstellwinkel präsentiert.

[1] Stefan Wiggen, Bewegungsinduzierte instationäre Luftkräfte bei wirbeldominierter Strömung, Diss., DLR-FB 2016-50

[2] Martin Galle, Ein Verfahren zur numerischen Simulation kompressibler, reibungsbehafteter Strömungen auf hybriden Netzen, Diss., DLR-FB, pp.99-04, 1999

[3] [www.centaursoft.com](http://www.centaursoft.com)

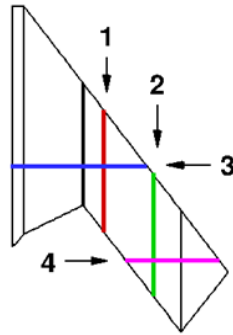


Abb. 1: Schematische Darstellung vom IWEX Windkanalmodell mit der Position der vier Druckschnitte für die instationären Drucksensoren

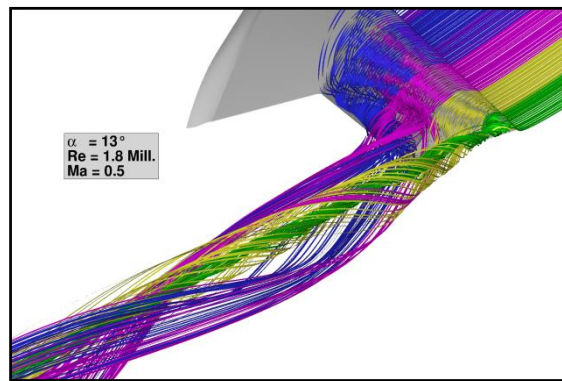


Abb. 2: Geschwindigkeitsstromlinien zur Visualisierung des Wirbelsystems

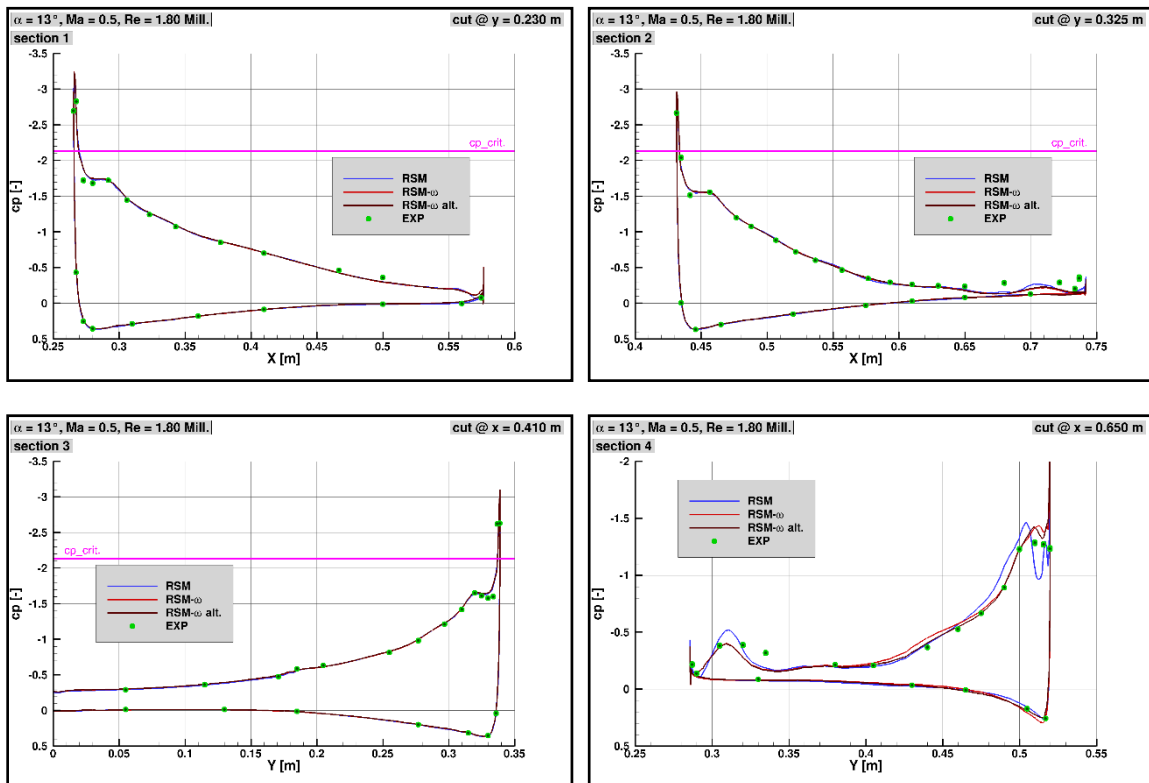


Fig. 3: Vergleich der experimentellen und numerisch bestimmten stationären Druckverteilungen an den vier Druckschnitten