

Mitteilung

Projektgruppe/Fachkreis: DREHFLÜGLER

Ansprechpartner: Dr.-Ing. W. Khier

Institution: DLR – Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik

Adresse: Lilienthalplatz 7
38108 Braunschweig

Telefon: 0531 295 3309
E-Mail: walid.khier@dlr.de

Weitere Partner:

Thema: Berechnung von kompletten Hubschrauberkonfigurationen im Vorwärtsflug mit dem 3D Navier-Stokes-Verfahren FLOWer inklusive Strömungs-Struktur-Kopplung

Ausgangssituation:

Zeitgenaues Navier-Stokes Verfahren, validiert für die Berechnung der Umströmung von Hubschraubern unter der Annahme starrer Blätter

Ziel:

Erweiterung des Navier-Stokes Verfahren für die Berechnung der instationären aerodynamischen Kräfte einer kompletten Hubschrauberkonfiguration unter Berücksichtigung der Flugdynamik

Lösungsweg:

Im Rahmen des EU-Projekts GOAHEAD wurde mit dem Flug- und Strukturdynamik-Verfahren HOST, welches die Aerodynamik auf der Basis von Profiltabellen berechnet, ein getrimmter Flugzustand für den 7AD-Rotor berechnet. Die somit bekannte Blattbewegung und elastischen Verformung wurden dem CFD-Verfahren vorgeschrieben. Für die CFD-Berechnung wurde um jeden Komponente des Hubschraubers (Rumpf, Rotorkopf, Haupt- und Heckrotor Blätter) ein Rechnetz generiert, welches mittels der Chimären-Technik in ein Hintergrundnetz (Windkanalnetz) eingebettet wurde, so dass der Rotorkopf sowie jedes Blatt des Haupt- und Heckrotors unabhängig von den anderen Komponenten beliebige Starrkörperbewegungen und elastische Deformation (nur die Hauptrotorblätter) ausführen können. Die Rechnungen wurden unter Verwendung des Wilcox $k-\omega$ Turbulenzmodells durchgeführt. Um einen getrimmten Zustand auch für die CFD-Rechnungen zu erreichen, wurde eine sogenannte schwache Kopplung zwischen dem Flug- und Strukturdynamik-Verfahren und dem CFD-Verfahren verwendet.

Ergebnis:

Das Oberflächen-Rechnetz für die GOAHEAD Konfiguration ist in Abbildung 1 dargestellt. Abbildung 1 zeigt den Verlauf des Druckbeiwerte auf dem Rumpf über einer Rotorumdrehung und vergleicht diese mit experimentellen Daten. Man erkennt, dass die Simulation den 4/Rev Charakter der Messungen, trotz geringer Abweichungen im Betrag, mit hoher Genauigkeit wiedergibt. In Abbildung 3 ist die Druckverteilung für einen Profilschnitt des Rotorblatts bei r/R 0.825 und einem Azimuthwinkel $\psi = 360^\circ$ (Rotorblatt zeigt nach hinten) dargestellt. Außerdem ist in den Bildern 2 und 3 der Unterschied in den Ergebnissen zwischen den „Blind-Test“-Rechnungen und den endgültigen Rechnungen auf der vermessenen Modellgeometrie wiedergegeben.

Datum:

STAB

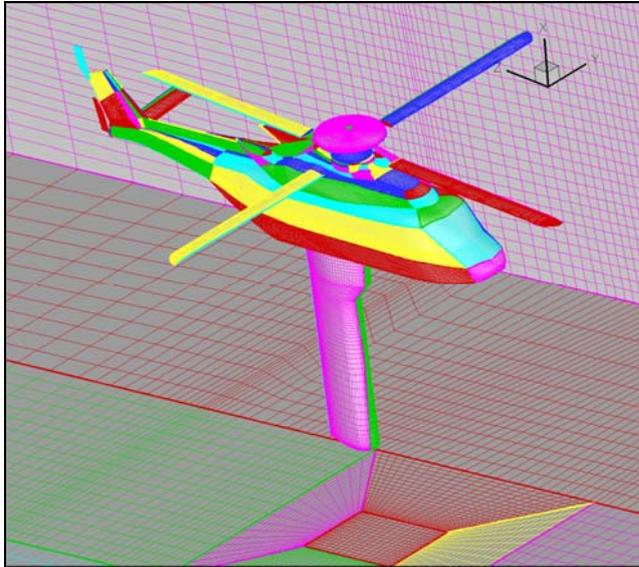


Abbildung 2: Rechennetz für die GOAHEAD Konfiguration

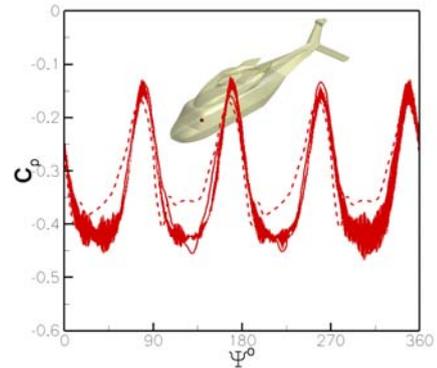


Abbildung 1: Vergleich der berechneten und der gemessenen Druckbeiwerte auf dem Rumpf; gestrichelte Linie: „Blind-Test“-Rechnung, dünne Linie: endgültige Simulation, dicke Linie: Messergebnisse.

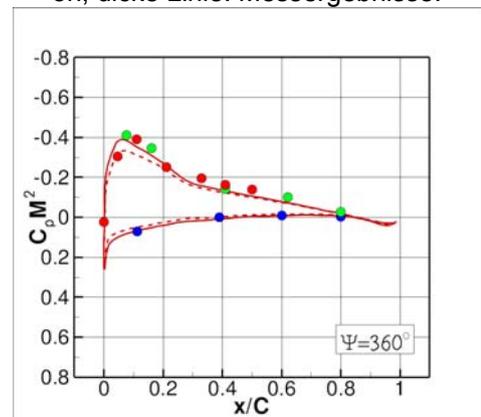


Abbildung 3: Vergleich der berechneten und der gemessenen Druckbeiwerte auf dem Rotor bei $r/R=0.825$; gestrichelte Linie: „Blind-Test“-Rechnung; dünne Linie: endgültige Simulation; dicke Linie: Messergebnisse.

Literatur:

- [1] Khier, W., Dietz, M., Schwarz, T., and Wagner, S., Trimmed CFD Simulation of a Complete Helicopter Configuration, Proceedings of the 33rd European Rotorcraft Forum, Kazan, Russia, September 2007.
- [2] Khier, W., Numerical Simulation of Air Flow Past a full Helicopter Configuration, Proceedings of the 35th European Rotorcraft Forum, Hamburg, Germany, September 2009.
- [3] Khier, W., Biava, M. CFD Prediction of Air Flow Past a Full Helicopter Configuration, Proceedings of the 36th European Rotorcraft Forum, Paris, France, September 2010 (zu erscheinen).

Weiteres Vorgehen:

Erweiterung des bestehenden CFD-Verfahrens mit Strömungs-Struktur-Kopplung für Rotoren auf die Simulation des freifliegenden Hubschraubers in Kooperation mit der Universität Stuttgart. Hierzu wird die Kopplung auf alle Hubschrauberkomponenten, wie z.B. Rumpf, Leitwerk und Heckrotor, erweitert.