

Untersuchung stochastischer Modelle zur Turbulenzmodellierung für umströmte Körper

Kurzbeschreibung

Bernhard Stoevesandt, Wided Medjroubi

ForWind – Zentrum für Windenergieforschung, Carl-von-Ossietzky-Universität Oldenburg
Carl-von-Ossietzky-Str. 9-12, 26129 Oldenburg
Tel: 0441/798 3577

Die Modellierung der Turbulenz ist auch weiterhin ein aktuelles Problemgebiet in der numerischen Strömungssimulation. Ziel des Projektes ist, anhand von direkt numerischen Simulationen (DNS), die Möglichkeit einer verallgemeinerten stochastischen Modellierung turbulenter Strukturen für die Strömungssimulation zu untersuchen. Mit neuen stochastischen Analyseverfahren, die große hochaufgelöste Datenmengen benötigen, soll eine neue Basis für eine stochastische Turbulenzmodellierung erarbeitet werden.

Jüngere Forschung in der Beschreibung der Turbulenz hat gezeigt, dass es im Fall von Turbulenz, die sich als Markov-Prozess beschreiben lässt, möglich ist, die statistischen Verteilungen unter der Betrachtung von Multi-Skalen-Prozessen auch in höherer Ordnung wieder zu rekonstruieren.

In diesem Projekt soll nun untersucht werden, in wie weit eine derartige Rekonstruktion sich in Zeit und Raum für CFD-Simulationen weiter entwickeln lässt. Erste Untersuchungen einer DNS-Simulation mit dem Spektral-Elemente-Code Nektar an einem fx79-w151a-Flügelprofil haben ein erstaunlich hohes Potenzial für die räumliche Rekonstruktion turbulenter Strömungen in einem Nachlauf hinter einem Flügelprofil ergeben. In einem auftretenden turbulenten Feld in der Simulation konnten die PDFs der Geschwindigkeiten trotz geringer Datenmenge erstaunlich gut genutzt werden, um die turbulenten Geschwindigkeitsänderungen an einem anderen Punkt zu rekonstruieren.

Nun sollen Simulationen der Strömung mit dem Code Nektar an bzw. hinter dem Flügelprofil bei vier verschiedenen Reynoldszahlen durchgeführt werden. Geplant sind dabei Simulationen bei Reynoldszahlen von $Re=(5000, 10000, 15000, 20000)$ und einem Anstellwinkel von $\alpha=12^\circ$, sowie zusätzlich bei einer Reynoldszahl von $Re=20000$ die Simulation bei Anstellwinkeln von $\alpha=4^\circ, 8^\circ$ und 16° . Aus den Strömungsfeldern werden im zu erwartenden turbulenten Gebiet Zeitreihen der Strömungsdaten separat extrahiert, die im weiteren für die stochastische Rekonstruktion verwendet werden.

Um eine hinreichende Datenbasis für eine stochastische Modellierung zu erhalten, sind mindestens um 100000 Datensätze notwendig, welche in Zeitintervallen in Größenordnung der Kolmogorovschen Dissipationsskala aufgenommen wurden. Da die vom Programm benötigten Zeitschritte noch kleiner sind, werden Daten nur nach einer Anzahl von berechneten Zeitschritten herausgeschrieben. Daher wird von einem Simulations--Zeitraum von $t=250$ normierten Zeiteinheiten ausgegangen.