

Projektseminar Strömungslärm-Prognose mit CAA-Verfahren

Programmierung, Anwendung und Vergleich von Prognoseverfahren für die Schallabstrahlung von umströmten Körpern (Keiszyylinder, Propeller)

Hintergrund

Umströmte Körper können – auch wenn sie völlig starr sind - Schall in die Umgebung abstrahlen, den sogenannten Strömungslärm. Hauptursache im Unterschall sind dabei die instationären Kräfte, die das Fluid in Form von hydrodynamischem Druck und Zähigkeitskräften auf den Körper ausübt. Die Disziplin des Computational Aeroacoustics (CAA) beschäftigt sich dabei mit Methoden, die es ermöglicht, den abgestrahlten Schall auf Basis eines mit numerischer Strömungssimulation (computational fluid mechanics, CFD) erzeugten instationären Strömungsfelds vorherzusagen. Dabei können sogar die Ergebnisse inkompressibler Simulationen herangezogen werden, wenn beispielsweise die Bedingung der akustischen Kompaktheit erfüllt ist.

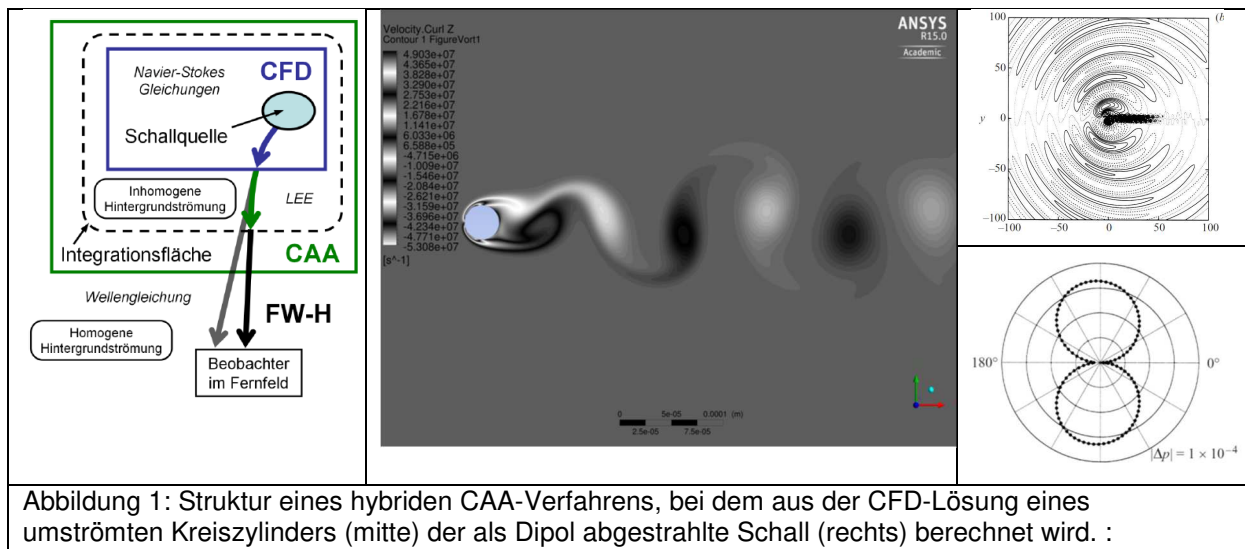


Abbildung 1: Struktur eines hybriden CAA-Verfahrens, bei dem aus der CFD-Lösung eines umströmten Kreiszyinders (mitte) der als Dipol abgestrahlte Schall (rechts) berechnet wird. :

Übersicht über Ziele und Methoden

Im Projektseminar sollen Sie die verschiedenen Aspekte und unterschiedlichen Formulierungen derartiger hybrider CAA-Prognosemethoden schrittweise kennenlernen – angefangen bei der Gittergenerierung für den umströmten Körper über die Definition von Anfangs- und Randbedingungen für die Strömungssimulation bis hin zur Datenextraktion und Schallfeld-prognose. Dabei kommen neben kommerzieller Software für die Strömungssimulation auch selbstgeschriebene Skripte in MATLAB und ein in Python programmierter Löser der Ffowcs-Williams Hawkins-Gleichung zum Einsatz.

Die einzelnen Schritte der Prognosekette werden zunächst am Fall der instationären Strömung um einen Kreiszyylinder in 2D umgesetzt, validiert und mit Referenzdaten verglichen. Wenn Zeit bleibt, wird die Methode dann auf den Fall der Schallabstrahlung von einem drehenden Propeller angewendet.

Konkrete Lernziele

- Vermittlung eines Überblicks über hybride CFD/CAA-Prognoseverfahren für Strömungslärm

- Beherrschung der Methodik bei Gittergenerierung für die Strömungssimulation um einen Kreiszyylinder und Propellerblätter mit kommerzieller Software
- Beherrschung der Methodik zur Durchführung einer instationären Strömungssimulation um einen Kreiszyylinder (und ggfs. bei drehenden Propellerblättern)
- Schallprognose auf der Basis von Kräften auf der Körperoberfläche mit der Theorie von Lighthill/Curle mit/ohne Annahme der Kompaktheit (MATLAB-Programm)
- Schallprognose auf der Basis extrahierten Strömungsfeldddaten mit der Theorie von Ffowcs-Williams Hawkings for poröse Hüllflächen (Python-Code)

Gliederung, Ablauf

- Definition von Zielen, Arbeitspaketen (Zeitbedarf), Meilensteinen
- Analyse der Abhängigkeiten, Erstellung eines Zeitplans
- Arbeitsschritte Kreiszyylinder
 - Theorie und Aufbau einer hybriden Prognosekette für Strömungsschall
 - Definition der Gittertopologie unter Beachtung der Anforderungen an die Extraktion von Ergebnissen für die verschiedenen Schallprognosemethoden
 - Gittergenerierung mit ICEM-CFD oder anderer Software
 - Strömungssimulation 2D-Zylinder kompressibel und inkompressibel
 - Postprocessing, Extraktion von CFD-Resultaten als Input für CAA-Verfahren
 - Theorie und MATLAB-Implementierung der Curle-Formulierung der Lighthill-Analogie
 - Schallprognose mit Curle unter der Annahme kompakt/nicht-kompakt
 - Schallprognose mit dem FWH-Löser „Spysi“ mit Quelldaten auf einer porösen Hüllfläche
 - Untersuchung des Einfluss der Position der Hüllfläche auf das Ergebnis
 - Berücksichtigung des Einfluss einer konstanten Hintergrundströmung auf die Propagation ins Fernfeld
- Anwendung der Prognosekette auf Propellerlärm (nur wenn Zeit belbt)

Voraussetzung

Fluidmechanik I, Grundkenntnisse in MATLAB, Interesse an numerischen Verfahren und Bereitschaft in die Einarbeitung in kommerzielle CFD-Software

Gruppengröße

3-5 Teilnehmer

das Projektseminar ist auch überwiegend digital durchführbar

Ansprechpartner

Prof. H.-J. Kaltenbach, Fachgebiet SBA, MW
hans-jakob.kaltenbach@tum.de, 089-28916397