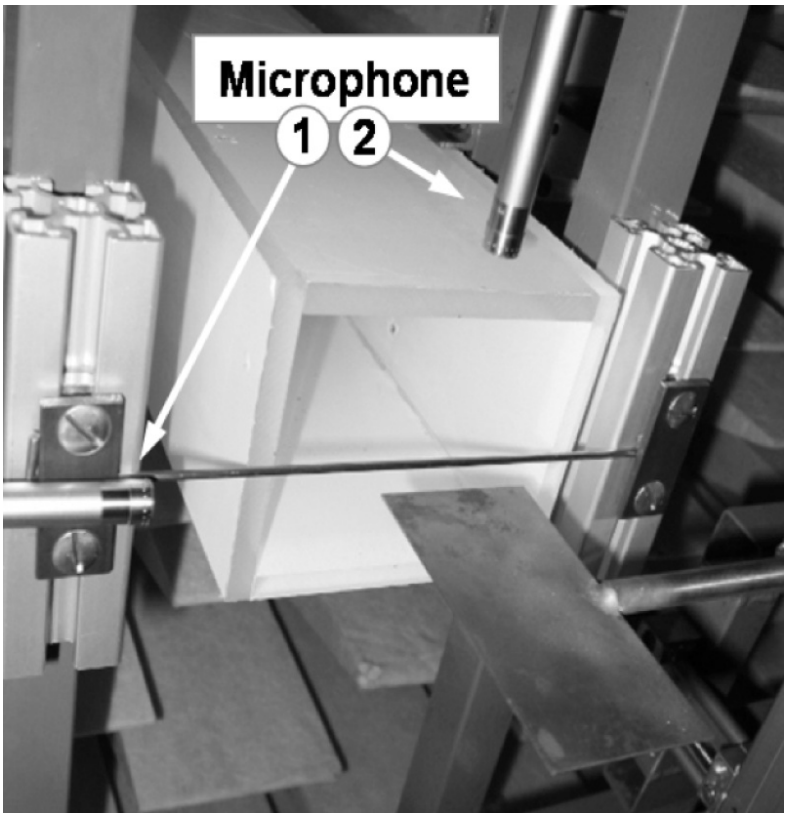
Hessisches Kompetenzzentrum für Hochleistungsrechnen

Turbulente Fluid-Struktur-Akustik (FSA) Simulation einer Zylinder-Platten Konfiguration



Researchers
T. Winter and Prof. Dr. Michael Schäfer

Principal Investigator
Dr.-Ing. Dörte Sternel

Project Term
2015 - 2015

Project Areas
Heat Energy Technology, Thermal Machines, Fluid Mechanics

Clusters
Lichtenberg Cluster Darmstadt

Institute
Fachgebiet Numerische Berechnungsverfahren im Maschinenbau

University
Technische Universität Darmstadt

Introduction

Ein Großteil des Lärms in unserer heutigen Umwelt wird durch turbulente Strömungen verursacht. Diese treten zum Beispiel bei der Umströmung von Automobilen, Flugzeugen oder Windkraftanlagen auf. Ebenso sind hierbei strömungsinduzierte Schwingungen der Struktur zu beobachten, wie beispielsweise bei Flugzeugflügeln oder Rotorblättern von Windkraftanlagen. Die Vorhersage und mögliche Reduzierung von Lärm sowie von Strukturbewegungen und einhergehenden Belastungen ist von großem Interesse. Phänomene der Fluid-Struktur-Interaktion (FSI) sowie der Aeroakustik sind seit einigen Jahren Gegenstand der Forschung. Mit Hilfe von Simulationsverfahren können bereits Aussagen zu Schwingungsverhalten oder Lärmentstehung getroffen werden.

Methods

Um durch turbulente Strömungen hervorgerufene Fluid-Struktur-Akustik Phänomene in ihrer Gesamtheit untersuchen zu können, sind weitere Forschungstätigkeiten notwendig. In diesem Projekt

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
UNIKASSEL VERSITÄT
Philipps Universität Marburg

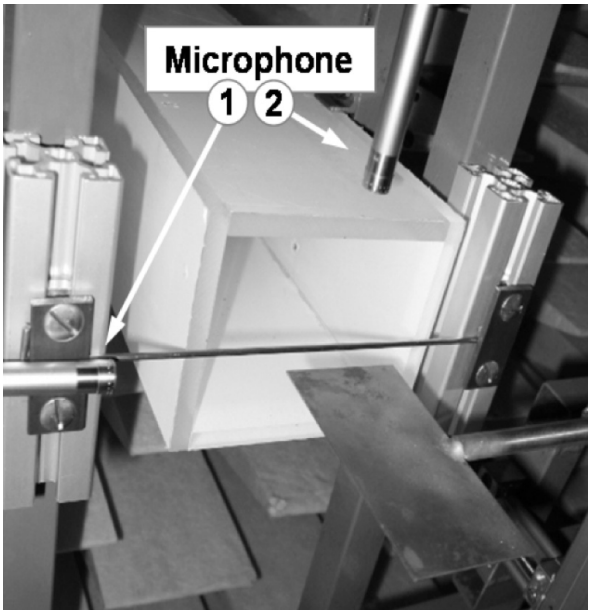
werden Verfahren entwickelt, mit denen gekoppelte Fluid-Struktur-Akustik Phänomene untersucht werden können, um Aussagen über die Entstehung und das Verhalten von durch Strömung induziertem Lärm sowie Strukturbewegungen und deren Rückwirkung auf die Strömung treffen zu können. Hierbei ist es wichtig, die Strömung mit zeitauflösenden Verfahren zu simulieren - z. B. mit der Large Eddy Simulation (LES) oder der Direkten Numerischen Simulation (DNS) - um die akustischen Quellen korrekt zu bestimmen. Grundlage für die Strömungs-Akustik-Kopplung ist der „in-house“ Finite Volumen Strömungslöser FASTEST mit einem integrierten Akustiklöser [1, 2] auf Basis des Splitting-Ansatzes von Hardin & Pope [3] und den Erweiterungen von Shen & Sørensen [4]. Die Strukturbewegung wird von FEAP [5] berechnet und die Kopplung der Codes alternativ mit PreCICE [6] oder MpCCI [7] durchgeführt. Die Simulation realer Problemstellungen wird extrem rechenintensiv, daher sind Algorithmen und Kopplungsmethoden erforderlich, die moderne Rechnerarchitekturen mit einer großen Anzahl von Prozessoren effizient nutzen. In diesem Projekt werden solche Verfahren im Rahmen des DFG Schwerpunktprogrammes SPPEXA [8] weiterentwickelt und getestet.

Results

Die entwickelten Methoden sollen anhand des Beispiels Zylinder-Platten Konfiguration (Abbildung 1) validiert werden. Die zu erwartenden zeitintensiven Rechnungen werden voraussichtlich auf dem Lichtenberg Hochleistungsrechner durchgeführt.

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
UNIKASSEL VERSITÄT
Philipps Universität Marburg

Figures



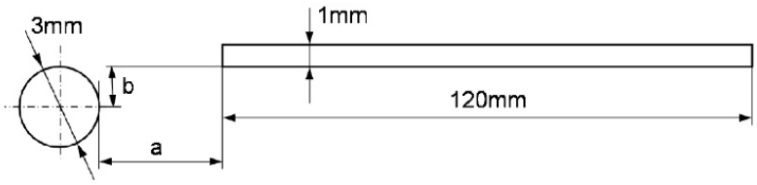


Abb.1 Skizze Versuchsaufbau

JUSTUS-LIEBIG-UNIVERSITÄT GIESSEN
TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT
UNIKASSEL VERSITÄT
Philipps Universität Marburg

Reference

1. M. Kornhaas (2012), Effiziente numerische Methoden für die Simulation aeroakustischer Probleme mit kleinen Machzahlen.

2. F. Flitz (2014), Ein Konzept zur Simulation von Fluid-Struktur-Interaktion mit viskosen und akustischen Effekten.

3. J.C. Hardin, D.S. Pope (1994), An Acoustic/Viscous Splitting Technique for Computational Aeroacoustics. Theoretical and Computational Fluid Dynamics.

4. W.Z. Shen und J.N. Sørensen (1999), Aeroacoustic Modelling of Low-Speed Flows. Theoretical and Computational Fluid Dynamics. https://doi.org/10.1007/s001620050118

5. R.L. Taylor und S. Govindjee (2011), FEAP – A Finite Element Analysis Program.

6. PreCICE Webpage. URL: https://www5.in.tum.de/wiki/index.php/PreCICE_Webpage

7. MpCCI CouplingEnvironment. URL: https://www.mpcci.de/

8. ExaFSA - Exascale Simulation of Fluid-Structure-Acoustics Interactions. URL: http://ipvs.informatik.uni-stuttgart.de/SGS/EXAFSA/research.php

9. M. Winkler et al. (2012), Aeroacoustic effects of a cylinder-plate configuration. American Institute of Aeronautics and Astronautics. https://doi.org/10.2514/1.J051578

Last Update: 2024-01-18 09:58