Hessisches Kompetenzzentrum
für Hochleistungsrechnen

Lärmreduktion durch Optimierung aeroakustischer Vorgänge

Researchers
Dr.-Ing. Dörte Sternel and Dr. Ing. Stefanie Nowak

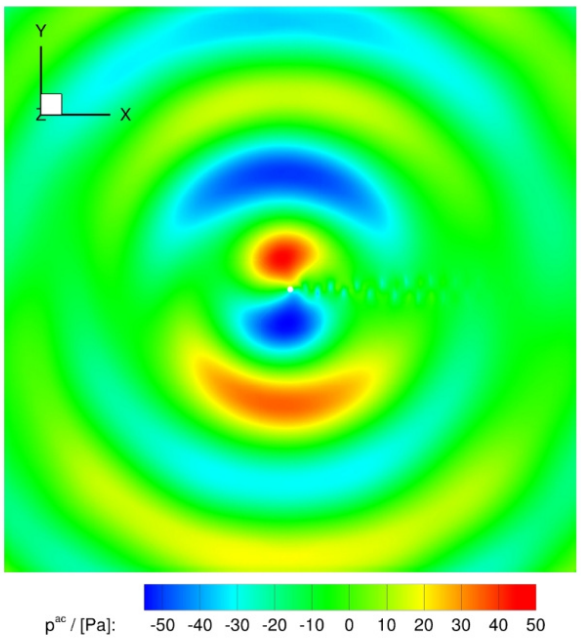
Principal Investigator
Prof. Dr. Michael Schäfer

Project Term
2011 - 2015

Clusters
Lichtenberg Cluster Darmstadt

Institute
Fachgebiet Numerische Berechnungsverfahren im Maschinenbau

University
Technische Universität Darmstadt



Introduction

Der Anstieg von Lärm aufgrund von Straßen- und Luftverkehr und durch erhöhten Einsatz von Maschinen führt heutzutage vermehrt zu Gesundheitsschädigungen und einer Abnahme der Lebensqualität. Ein Großteil des Lärms, vor allem in urbaner Umgebung, wird durch turbulente Strömungen verursacht. Der physikalische Hintergrund der Lärmentstehung durch turbulente Strömungen ist für viele Einsatzgebiete noch nicht ausreichend erforscht. Unter diesem Gesichtspunkt stellen aeroakustische Simulationen ein wichtiges Werkzeug zum besseren Verständnis des Mechanismus aerodynamischer Lärmentwicklung dar und die Optimierung der aeroakustischen Größen einen wichtigen Grundstein zur Lärmreduktion von Strömungslärm.

Methods

In der Abbildung ist beispielhaft die Ausbreitung des Schalldrucks bei einer laminaren Zylinderumströmung dargestellt. Zeitaufgelöste Methoden wie die Direkte Numerische Simulation (DNS) und die Grobstruktursimulation (Large Eddy Simulation, LES) bieten nicht nur die Fä- higkeit Schwankungsgrößen vorherzusagen, die als Quellterme für die aeroakustische Simulationen benutzt werden können, sondern sind auch wegen ihrer höheren Genauigkeit im Vergleich zu statistischen Methoden sehr vielversprechend. DNS und LES

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

benötigen für Konfigurationen von praktischem Interesse eine große Rechenleistung, die z. B. der Lichtenberg Hochleistungsrechner zur Verfügung stellt. Bei kleinen Machzahlen treten Mehrskalenprobleme auf, weil die Ausbreitungsgeschwindigkeit sowie auch die strömungsmechanischen Schwankungen und die als Schall abgestrahlten Schwankungen um Größenordnungen auseinander liegen. Der numerische Aufwand aeroakustischer Simulationen wächst mit zunehmendem Abstand von Schallquelle und Beobachter. Somit sind bei praxisrelevanten Anwendungen und deren Optimierung die Grenzen der Desktop Computer schnell erreicht. In diesem Projekt wird ein Optimierungsverfahren entwickelt, durch das akustische Größen, wie z. B. der Schalldruck, minimiert werden können. Die Schallausbreitung wird mit dem Finite-Volumen-Löser FASTEST[1] und einem High-Resolution-Verfahren[2] berechnet. Das High-Resolution-Verfahren löst hierbei die linearisierten Eulergleichungen (LEE) auf randangepassten, blockstrukturierten Hexaedergittern. Aeroakustische Quellen erhält man durch die zeitabhängig berechnete Strömung, basierend auf der Idee von Hardin und Pope‘s Viscous Splitting Technique.[3] Die für die gradientenbasierte Optimierung benötigten Sensitivitäten werden mittels der Continuous Sensitivity Equation Method (CSEM)[4] berechnet. Durch die gesteigerte Anzahl an Strömungsauswertungen im Optimierungsprozess steigt der Berechnungsaufwand der Simulationen stark an.

Reference

[1] FASTEST Manual (2005), Fachgebiet Numerische Berechnungsverfahren im Maschinenbau, Technische Universität Darmstadt, Deutschland.

[2] M. Kornhaas (2011), Dissertation: Effiziente numerische Methoden für die Simulation aeroakustischer Probleme mit kleinen Machzahlen, Fachgebiet Numerische Berechnungsverfahren, Technische Universität Darmstadt, Darmstadt.

[3] J.C. Hardin und D.S. Pope (1994), An Acoustic/Viscous Splitting Technique for Computational Aeroacoustics, Theoret. Comp. Fluid Dynamics, 6: 323-340. https://doi.org/10.1007/BF00311844

[4] D. Gunzburger (1998), Sensitivities in Computational Methods for Optimal Flow Control. In Computational Methods for Optimal Design and Control, volume 24 of Progress in Systems and Control Theory, Birkhäuser Boston: 197-236. https://doi.org/10.1007/978-1-4612-1780-0

Last Update: 2022-07-14 20:25