

Titel:

Zur Simulation von Fluid-Struktur-Wechselwirkungen schwingender Verdichtergitter mittels kommerzieller Software

Zusammenfassung

Mit den weltweiten Bestrebungen nach leistungs- und kostenoptimierten Flugtriebwerken wird der aeroelastischen Vorhersage des Schaufelschwingungsverhaltens im gesamten Betriebsbereich des Verdichtungssystems eine gesonderte Rolle zuteil. Die Identifizierung kritischer Schaufelschwingungen ist im Hinblick auf die Bauteilintegrität von besonderem Interesse und kann bereits während der Auslegungsphase durch aeroelastische Simulationen erfolgen. Diese berücksichtigen die instationäre Wechselwirkung zwischen der beteiligten Struktur- und Aerodynamik.

Die vorliegende Arbeit folgt der Zielstellung, die zuvor rein strukturdynamischen Analysemethoden am Lehrstuhl Strukturmechanik und Fahrzeugschwingungen, integriert im Institut für Verkehrstechnik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus, um das Gebiet aeroelastischer Simulationen zu erweitern. In Entsprechung des Standes der Wissenschaft und Technik wurden uni- und bidirektional gekoppelte Berechnungsmethoden zur Simulation der Fluid-Struktur-Wechselwirkungen schwingender Verdichtergitter mittels kommerzieller Software umgesetzt und gegenübergestellt.

Dabei kam ein partitioniertes, explizites Kopplungsverfahren in Verbindung mit der vom Fraunhofer-Institut für Algorithmen und Wissenschaftliches Rechnen SCAI entwickelten Softwareumgebung MpCCI (Mesh based parallel Code Coupling Interface) zum Einsatz. Eine Überprüfung der Funktionalität erfolgte anhand eines akademischen Beispiels einer querangeströmten, elastischen Platte. Vor dem Hintergrund der intensiven Forschungsarbeit des Lehrstuhls auf dem Gebiet der Strukturdynamik integraler Verdichterlaufräder (Blisks) schließt sich die Validierung des eingesetzten Strömungslösers hinsichtlich einer transsonischen, instationären Verdichterströmung innerhalb eines schwingenden Schaufelgitters an. Letztlich wird das grundlegende aeroelastische Verhalten eines realen Hochdruckverdichterslaufrades anhand eines unverstimmten, zweidimensionalen Modells analysiert. Ein Vergleich der Methoden zur Berechnung aeroelastischer Parameter ist Bestandteil der Untersuchungen. Basierend auf bidirektional gekoppelten Ergebnissen wird abschließend eine Verifizierung von abgeleiteten äquivalenten aerodynamischen Elementen innerhalb eines mechanischen, unverstimmten Ersatzmodells vorgestellt.

Title:**Simulation of Fluid-Structure-Interactions in Vibrating Compressor Cascades Using Commercial Software****Summary**

Ambitious efforts have been globally undertaken along the optimisation of aircraft engines in the fields of power and costs. In this context the aeroelastic prediction of the compression systems blade vibrations over the entire operating range plays an important role. To ensure part integrity, critical blade vibrations can be already identified during the design process by aeroelastic simulations which consider the transient interaction between structural dynamics and aerodynamics.

Regarding the chair of Structural Mechanics and Vehicle Vibration Technology (Brandenburg Technical University Cottbus) the present work aims on extending the previously utilised analysis methods based on pure structural dynamics by aeroelastic simulations. To establish and compare state of the art methods for simulating fluid structure interactions of vibrating compressor cascades, a uni- and bidirectional coupling between commercial FE- and CFD-codes has been applied.

A partitioned, explicit coupling approach based on the software MpCCI (Mesh based parallel Code Coupling Interface, developed at the Fraunhofer Institute for Algorithms and Scientific Computing SCAI) has been employed. A proof of concept is carried out concerning an academical example of a flexible cantilever plate which is transversal flowed by an artificial fluid. Due to intensive research of the chair in the past on the structural dynamics of blade integrated disks (blisks) a validation of the applied flow solver concerning transsonic flows through a vibrating compressor cascade is conducted. Finally the principle aeroelastic behaviour of a real high pressure compressor rotor stage is investigated by deriving a suitable two dimensional and tuned compressor cascade model. A comparison of different methods to predict aeroelastic parameter is part of the investigations. Based on results of a bidirectional coupled simulation a verification of inferred equivalent aerodynamic elements within a tuned mass-spring-damper model is figured out in conclusion.