



Beim Entwurf von Flugtriebwerken gewinnen neben den aerodynamischen und wirtschaftlichen Anforderungen durch die Notwendigkeit zur Reduktion der Lärmemission aeroakustische Fragestellungen immer mehr an Bedeutung. Für die aerodynamische Auslegung im industriellen Umfeld haben sich Simulationsverfahren der Numerischen Strömungsmechanik (CFD) bereits als robustes und zuverlässiges Werkzeug etabliert. Die Simulation strömungsakustischer Prozesse mit CFD-Verfahren ist aber aufgrund der Eigenschaften des Schalls extrem aufwändig und daher für eine industrielle Anwendung ungeeignet. Im akademischen Umfeld existieren jedoch eine Vielzahl von Verfahren der Numerischen Strömungsakustik (CAA), die speziell für die Simulation akustischer Vorgänge mit akzeptablem Ressourcenaufwand optimiert sind. Der Einsatz der einzelnen Verfahren ist allerdings auf bestimmte Anwendungsbereiche unter spezifischen Rahmenbedingungen beschränkt. In dieser Arbeit werden daher verschiedene bewährte Verfahren und Techniken aus der CAA zu einem hybriden, zonalen Gesamtverfahren kombiniert, welches eine effiziente Simulation der Schallausbreitung und -abstrahlung unter Strömungseinfluss in komplexen anwendungsnahen Konfigurationen im industriellen Umfeld ermöglicht.

Als eine Komponente des hybriden CAA-Verfahrens kommt ein etabliertes, optimiertes Finite-Differenzenverfahren höherer Ordnung zum Einsatz, welches qualitativ hochwertige Rechenetze erfordert. Deren Erzeugung wird mit steigender geometrischer Komplexität der Konfigurationen immer anspruchsvoller und stößt bei alleiniger Verwendung klassischer Techniken zur Blockstrukturierung an Grenzen. Um dennoch Untersuchungen komplexer dreidimensionaler Konfigurationen zu ermöglichen, wird eine aus der CFD bekannte Methode zur Gittereinbettung, die sogenannte Overset-Gitter-Technik, an die Anforderungen des CAA-Verfahrens adaptiert und in dieses implementiert.

Anhand von diversen, in ihrer Komplexität zunehmenden Konfigurationen wird das hybride Simulationsverfahren hinsichtlich seiner Genauigkeit und Einsatzgrenzen validiert. Zur Demonstration und Bewertung der Einsetzbarkeit des Verfahrens für die Vorhersage von tonalem Triebwerkslärm in anwendungsnahen Konfigurationen unter praxisrelevanten Bedingungen wird die Schallausbreitung durch verschiedene angeschrägte Triebwerkseinläufe mit variierender Anströmung sowie durch Nebenstromkanäle mit unterschiedlichen Einbauten simuliert. Die eingesetzten generischen Konfigurationen sind dabei so gewählt, dass sie die Anforderungen bei der Simulation von realen Triebwerken widerspiegeln.

Norbert Schönwald

## Effiziente Simulation der Schallausbreitung in anwendungsnahen Triebwerkskonfigurationen

ISBN: 978-3-7983-2246-2 (Druckausgabe)  
ISBN: 978-3-7983-2245-5 (Online-Version)

Universitätsverlag der TU Berlin

Schönwald

Technische Universität Berlin

Fachgebiet Numerische Methoden  
der Thermofluidodynamik

