

Schlussbericht

zu dem IGF-Vorhaben

Akustische Nachberechnung von Ventilatoren

der Forschungsstelle(n)

1. DLR, Institut für Aerodynamik und Strömungstechnik
2. Universität Siegen, Institut für Fluid- und Thermomechanik

Das IGF-Vorhaben 16773 N der Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik wurde über die



im Rahmen des Programms zur Förderung der Industriellen Gemeinschaftsforschung (IGF) vom



Bundesministerium
für Wirtschaft
und Energie

aufgrund eines Beschlusses des Deutschen Bundestages gefördert.

Braunschweig / Siegen, 05.11.2015
Ort, Datum


Prof. Dr.-Ing. Jan Delfs / Prof. Dr.-Ing. Carolus
Name und Unterschrift des/der Projektleiter(s)
an der/den Forschungsstelle(n)

Kurzfassung

Das Arbeitspaket A befasst sich mit der Erprobung eines Simulationskonzeptes für die Berechnung von breitbandigen turbulenzbedingten Lüftergeräuschen. Fluktuierende Wirbelschallquellen werden mittels stochastischer Methoden der numerischen Aeroakustik aus phasengemittelten Turbulenzstatistiken realisiert und abschließend mit linearen Störungsgleichungen propagiert. Die aeroakustische Simulation erfolgt auf strukturierten Rechennetzen. Zur Anwendung im Rahmen des Projektes mussten die vom DLR bereitgestellten Verfahren PIANO zur aeroakustischen Propagation und FRPM zur stochastischen Quellrealisation für Lüfteranwendungen auf rotierende Rechennetze erweitert werden.

Zur strukturierten Vernetzung der komplexen Lüftergeometrie wurden mehrere Gittergeneratoren getestet. Es wurden strukturierte CAA-Gitter für drei Lüfterkonfigurationen (A1, A2 und A3) erzeugt. Die abschließend durchgeführten aeroakustischen Simulationen der Lüfterkonfigurationen wurden mit Messungen aus Hauptarbeitspaket C verglichen, wobei verschiedene Parameter der stochastischen Realisierung (Partikelanzahlen, Quellgebietsausdehnung) variiert wurden. Qualitativ richtige Trends konnten ermittelt werden. Während damit der Nachweis geführt wurde, dass das aus der Luftfahrt stammende effiziente Simulationskonzept auch für Ventilatorströmungen valide ist, hat sich gleichzeitig ergeben, dass der Vorbereitungsaufwand für geeignete strukturierte Rechengitter der CAA nicht praktikabel ist. Denn der eigentliche Simulationszeitvorteil des Simulationskonzeptes wird durch diese Lüfterspezifischen Vorbereitungsarbeiten mehr als zunichte gemacht. Hier müsste künftig auf andere Vernetzungskonzepte übergegangen werden.

Im Arbeitspaket B werden die benötigten Informationen über das Strömungsfeld und die Turbulenzgrößen durch Simulationen mit dem THETA-Code zur Verfügung gestellt. Die notwendigen Erweiterungen des Codes und ihre Validierung werden im Folgenden beschrieben und die Ergebnisse für die unterschiedlichen Konfigurationen durch einen Vergleich mit experimentellen Daten und Ergebnissen des kommerziellen Strömungslösers CFX diskutiert. Die abschließenden Ergebnisse einer Konfiguration mit gestörter, instationärer Anströmung zeigen die Grenzen der uRANS Simulation.

Akustische Nachrechnung von Ventilatoren

AiF 16773 N/2
FLT L236

Abschlussbericht zum Hauptarbeitspaket C: Aeroakustisches Validierungsexperiment, durchgeführt an der Universität Siegen

Kurzfassung:

Das Arbeitspaket „Aeroakustisches Validierungsexperiment“ im Gesamtprojekt „Akustische Nachrechnung von Ventilatoren“ dient sowohl der Bereitstellung einer generischen Axiallüftergeometrie mit Variationen für die Simulation als auch der Messung experimenteller Daten für die Validierung des an den beiden Forschungsstellen DLR-Braunschweig/DLR-Göttingen zu erprobenden aeroakustischen Simulationsverfahrens.

Im Versuchsprogramm steht neben aerodynamischen und akustischen Kennlinienmessungen auch die Ermittlung von Stromfelddetails wie des Geschwindigkeitsfelds in der Zuströmung (mittels Hitzdrahtanemometrie) und der Wechseldrücke auf den rotierenden Schaufeln (mittels Miniaturdrucksensoren). Alle Stromfeldmessungen werden an drei ausgewählten Betriebspunkten des Ventilators untersucht. Darüber hinaus werden Kopfspaltsweite (0,3, 1,5 und 3,0 mm), Drehzahl (3000, 2600 und 2200 1/min) und Zuströmungsbedingung (ungestörte/gestörte Zuströmung) variiert. Außerdem werden noch einige Voruntersuchungen durchgeführt, um die verwendete Messtechnik zu überprüfen.

Die kompletten Messdaten werden systematisch ausgewertet und dokumentiert an die anderen Forschungsstellen weitergegeben.

Berichtsumfang:	101 Seiten, 69 Abbildungen
Zuschussgeber:	BMW (AiF 16773 N/2) und FLT-Eigenmittel
Forschungsstelle:	Universität Siegen, Institut für Fluid- und Thermodynamik, Fachgebiet Strömungsmaschinen
Leitung:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Carolus
Bearbeiter und Verfasser:	Dipl.-Ing. Tao Zhu
Berichtnummer der FS:	F60 001 B (korrigierte Version vom 09.03.2015)
Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik e. V. (FLT), Frankfurt/M	