

Akustik gehäuseloser Radialventilatoren

AiF 14611 N/1

Akustische Quellen bei gehäuselosen Radialventilatoren: Analyse, Modelle, Minderung

Abschlussbericht

Kurzfassung:

Ziel des Forschungsvorhabens war es, strömungserzeugte Geräuschquellen bei isolierten Radialventilatorrädern zu analysieren, zu modellieren und das Potential der Minimierung aufzuzeigen. Ein wichtiges Teilziel sollte die Klärung der Entstehungsmechanismen des Drehtons sein, der vordergründig bei gehäuselosen Radialventilatoren nicht erwartet wird, aber in der Industrie erhebliche Probleme bereitet. Ein zweites Teilziel war die Untersuchung der Vorhersagbarkeit des breitbandigen Geräuschs.

Anhand umfangreicher akustischer Messungen an drei eigens gefertigten geometrisch ähnlichen Radialrädern unterschiedlicher Baugröße wurde zunächst die Abhängigkeit des Drehtons von dimensionslosen Kennzahlen untersucht. Damit konnte nachgewiesen werden, dass der Drehton durch die Laufradströmung selbst induziert wird und nicht auf Installationseffekte zurückzuführen ist. Auf der Basis von (i) Wechseldruckmessungen auf den rotierenden Laufradschaufeln und (ii) Hitzdrahtmessungen an Laufradein- und -austritt wurden Kohärenzanalysen durchgeführt. Dadurch konnten besonders im Saugmund zopfartige Geschwindigkeits- und damit letztlich ungleichförmige Druckfelder mit einer eigenen Dynamik detektiert werden. Die Existenz dieser Strukturen konnte mit einer experimentellen Stromfeldvisualisierung und einer numerischen instationären Stromfeldsimulation bestätigt werden. Die Interaktion der Laufradschaufeln mit diesen Strukturen führt zur Ausbildung von Wechselkräften auf den Schaufeln, die als Dipolschallquellen den Drehton produzieren. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wurde eine große Zahl konstruktiver Maßnahmen zur Minderung des Drehtons erprobt. Der Drehton konnte vor allem durch Eingriffe wie mit dem Laufrad rotierende Wabengleichrichter oder Streben im Bereich der Laufradzuströmung gesenkt werden, allerdings auf Kosten des aerodynamischen Wirkungsgrades. Maßnahmen wie Turbulenzerzeuger auf der Bodenplatte waren deutlich verlustärmer, allerdings hinsichtlich der Drehtonminderung weniger effizient. Die Vorhersage des breitbandigen Geräuschspektrums gelang qualitativ und zum Teil quantitativ sehr gut, wenn man die gemessenen Schaufelwechseldrücke als Quellen in das gewählte akustische Modell (inkohärente Schallabstrahlung von umströmten Platten) einspeiste. In einem weiteren Schritt wurde versucht, die Schaufelwechseldruckspektren selbst zu modellieren, hier zeigten sich jedoch erhebliche Diskrepanzen zwischen Vorhersage und Messung.

Die Forschungsstelle betrachtet die Erreichung der Ziele des Forschungsvorhabens differenziert: Erstmals konnte der Mechanismus der Drehtonentstehung bei gehäuselosen Radialventilatorrädern belastbar erklärt werden. Daraus abgeleitete konstruktive Maßnahmen waren leider nur teilweise erfolgreich. Der Breitbandschall kann dann gut vorhergesagt werden, wenn man die strömungsinduzierten Kräfte kennt. Diese sind mit einfachen Modellen nicht vorherzusagen - hier sind instationäre numerische Verfahren niedrigen Approximationsgrads vielversprechend, die aber heute noch sehr aufwändig sind.

Berichtsumfang:	121 Seiten, 65 Abbildungen
Veröffentlichungsdatum:	Februar 2009
Zuschussgeber:	BMW (AiF 14611 N/1)
Forschungsstelle:	Universität Siegen, Institut für Fluid- und Thermodynamik, Fachgebiet Strömungsmaschinen
Leitung:	Prof. Dr.-Ing. Thomas Carolus
Bearbeiter und Verfasser:	Dipl.-Ing. Daniel Wolfram
Berichtnummer der FS:	F209 101 A

Forschungsvereinigung für Luft- und Trocknungstechnik e. V. (FLT), Frankfurt/M