

Modifikation am aeroakustischen Windkanal der BTU Cottbus

Jens Giesler, Ennes Sarradj

BTU Cottbus, Juniorprofessur Aeroakustik, D-03046 Cottbus, jens.giesler@tu-cottbus.de, sarradj@tu-cottbus.de

Einleitung

Für aeroakustische Untersuchungen steht der Juniorprofessur Aeroakustik der Brandenburgischen Technischen Universität Cottbus ein Freistrah-Windkanal zur Verfügung. Der Windkanal bietet eine hervorragende Strömungsqualität und hat ein äußerst leises Eigengeräusch. Mit verschiedenen rotationssymmetrischen Düsen waren bisher Anströmgeschwindigkeiten bis zu 50 m/s möglich. Für ein Forschungsprojekt, das die experimentelle Untersuchung von breitbandigem Schaufellärm zum Inhalt hat, werden Anströmgeschwindigkeit in der Messstrecke von bis zu 70 m/s benötigt. Ferner erfordert das Projekt die Montage der Versuchskörper zwischen zwei parallelen Platten, die an der Düse montiert werden. Um diese Forderungen zu erfüllen, ist eine neue Windkanaldüse notwendig.

Im Beitrag wird der aeroakustische Windkanal kurz vorgestellt. Anschließend wird die Konstruktion der Düsengeometrie erläutert und die Eignung der neuen Düse für aeroakustische Versuche nachgewiesen. Abschließend wird der Windkanal hinsichtlich seiner Schallemission mit dem aeroakustischen Windkanal der Technischen Universität Dresden verglichen.

Windkanal

Der aeroakustische Windkanal der BTU Cottbus ist ein Freistrah-Windkanal ohne direkte Rückführung. Er wird von einem liegenden Radialventilator ($P=5,5$ kW) angetrieben. Um ein extrem leises Kanaleigengeräusch zu erreichen, ist der Kanal in zwei getrennten Räumen untergebracht - dem Maschinen- und dem Messraum (Abbildung 1). Zahlreiche Maßnahmen, z. B. spezielle Schalldämpfer und eine Körperschallentkopplung des Ventilators, sorgen für ein extrem leises Eigengeräusch des Kanals. Die hervorragende Strömungsqualität wird unter anderem durch den Verzicht auf Umlenkungen oder Etagen nach dem Ventilator erreicht. Die Düsenaustrittsöffnung liegt auf derselben horizontalen Achse wie der Ventilatorauslass.

Die akustischen Bedingungen für Messungen können variiert werden. Im Messraum selbst herrschen akustische Diffusfeldbedingungen. Durch Einsatz einer mobilen schallabsorbierend ausgekleideten Kabine kann aber auch eine reflexionsarme Messumgebung bereitgestellt werden. Nähere Einzelheiten über die Konstruktion des Kanals können [1] entnommen werden.

Eine neue Windkanaldüse

Bisher werden zwei verschiedene rotationssymmetrische Düsen, deren Konturen nach Witoszynski [2] berechnet wurden, am Windkanal eingesetzt. Da aufgrund der Ro-



Abbildung 1: Messraum des aeroakustischen Windkanals mit mobiler schallabsorbierender Kabine.

tationssymmetrie beider Düsen weder die Möglichkeit zur Anbringung von seitlichen Klappen besteht, noch die Düsen eine Anströmgeschwindigkeit von 70 m/s erzeugen können, ist die Bereitstellung einer neuen Düse erforderlich.

Nach einer Literaturrecherche wird für die neue Düse eine Kontur nach Morel [3] gewählt, die sich nach folgender Gleichung berechnet:

$$\frac{R - R_A}{R_E - R_A} = 1 - \frac{1}{X} \left(\frac{x}{L} \right)^3 \quad \text{für} \quad \frac{x}{L} \leq X \quad (1)$$
$$= \frac{1}{(1 - X)^2} \left(1 - \frac{x^3}{L} \right) \quad \text{für} \quad \frac{x}{L} > X$$

R - Radius an Position x (entlang Längsrichtung), R_E und R_A - Radien am Düsenein- und austritt, L - Länge und $X = \frac{x_m}{L}$ mit x_m - matching point.

Morels Gleichung (1) gilt für rotationssymmetrische Konturen. Daher wurde ein Verfahren entwickelt, mit dem es gelingt, einen kreisförmigen Düseneintritts- auf einen rechteckigen Düsenaustrittsquerschnitt zu überführen. Die Ergebnisse einer Berechnung der Abnahme der Querschnittsfläche über der Düsenlänge für diese „Kreis auf Rechteck“- und eine rotationssymmetrische-Kontur stimmen gut überein. Es ist daher davon auszugehen, dass die gewählte Kontur die Querschnittsverengung ähnlich gut durchführt wie die rotationssymmetrische. Die fertige Düse mit dem Austrittsquerschnitt von 12 cm x 14,7 cm und montierten Seitenplatten ist in Abbildung 2 zu sehen.

Vermessung der neuen Windkanaldüse

Die neue Düse mit und ohne montierten Seitenplatten wurde hinsichtlich ihres Turbulenzgrads und Geschwindigkeitsprofils mittels Hitzdrahttechnik vermessen. In der Abbildung 3 ist der Turbulenzgrad für die Düse mit

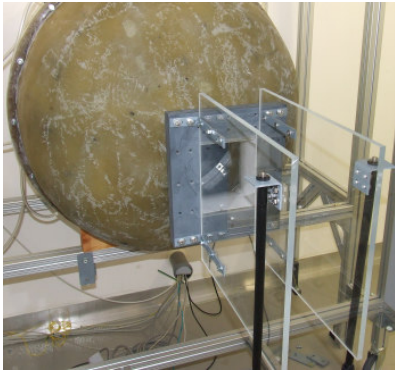


Abbildung 2: Windkanaldüse, die einen kreisförmigen Eintritts- auf einen rechteckigen Austrittsquerschnitt überführt, mit montierten Seitenklappen.

Seitenplatten für einen Abstand von 6 cm zum Düsenaustritt dargestellt. Der Turbulenzgrad liegt bei einer

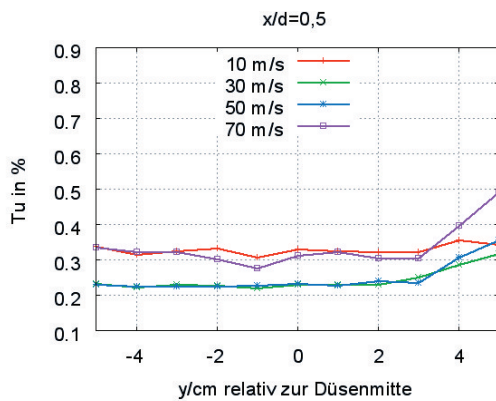


Abbildung 3: Turbulenzgrad der Düse bei montierten Seitenplatten für $x/D=0,5$.

Strömungsgeschwindigkeit von 50 m/s für weite Bereiche unter 0,25 Prozent. Gegenüber dem Turbulenzgrad, der sich für die Düse ohne Seitenplatten ergibt (Abbildung 4), ist eine Verbreiterung des Bereiches niedriger Turbulenzgrade von 6 cm auf 10 cm festzustellen.

Das Geschwindigkeitsprofil der Düse mit Seitenplatten ist für alle untersuchten Geschwindigkeiten (10, 20, 30, 50, 70 m/s) für einen Bereich von 10 cm konstant und somit ein weiterer Beleg für die gute Strömungsqualität der Düse.

Messungen für den Abstand von 12 cm zum Düsenaustritt zeigen ebenfalls gute Ergebnisse. Die Verbreiterung des Bereiches niedriger Turbulenzgrade für die Düse mit Seitenplatten gegenüber der Düse ohne Platten wird auch hier deutlich.

Vergleich des Windkanals

Zur akustischen Einordnung wird der hier beschriebene Cottbusser Aeroakustik-Kanal nachfolgend mit dem aeroakustischen Windkanal der TU Dresden hinsichtlich seiner Schallemission verglichen. Der Schalleistungspegel beider Kanäle ist in Abhängigkeit der Anströmgeschwindigkeit in Abbildung 5 dargestellt. Die Daten für den Dresdner Kanal sind [4] entnommen, die für den Cottbus-

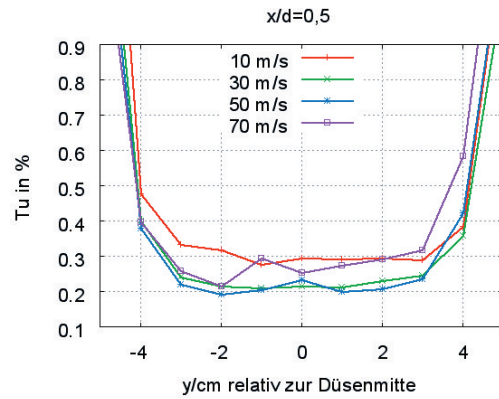


Abbildung 4: Turbulenzgrad der Düse ohne Seitenplatten für $x/D=0,5$.

ser Kanal wurden nach dem Hüllflächenverfahren aus gemessenen Schalldruckpegeln ermittelt. Es wird deutlich, dass der Schalleistungspegel des Cottbusser Kanals niedriger ist. Ferner erkennt man, dass der Schalleistungspegel für die Düse mit „Kreis auf Rechteck“-Kontur geringer ist als der Pegel der rotationssymmetrischen Düse. Dies liegt vermutlich an der gegenüber der rotationssymmetrischen Düse verringerten Düsenaustrittsfläche.

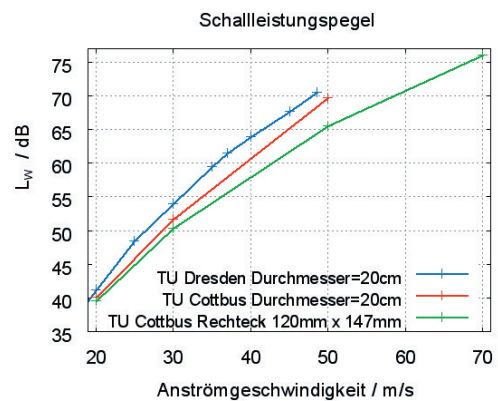


Abbildung 5: Schalleistungspegel der aeroakustischen Windkanäle der TU Dresden und der TU Cottbus. Die Düsen mit Öffnungsdurchmesser von 20 cm sind vom selben Typ.

Literatur

- [1] Sarradj, E.; Windisch, T.: Konzeption und Inbetriebnahme eines aeroakustischen Freistrahls-Windkanals. *Fortschritte der Akustik - DAGA (2006)*
- [2] Popov, S. G.: Strömungstechnisches Messwesen. Verlag Technik, Berlin, 1960.
- [3] Morel, T.: Comprehensive Design of Axisymmetric Wind Tunnel Contractions. *Journal of Fluids Engineering*, Juni 1975, Seite 225-233
- [4] Schmidt, L.: Akustische und aerodynamische Untersuchungen am neugebauten Aeroakustischen Windkanal des Institutes für Technische Akustik. Diplomarbeit TU Dresden, 1997