

Experimentelle Untersuchung der Schallentstehung an porösen Profilen

Thomas Geyer, Ennes Sarradj

BTU Cottbus, Juniorprofessur Aeroakustik, 03046 Cottbus, Email: geyer@tu-cottbus.de / sarradj@tu-cottbus.de

Einleitung

Inhalt der hier vorgestellten Untersuchungen ist die Ermittlung der Schallentstehung von umströmten porösen Profilen im Windkanal der BTU Cottbus. Schon frühe Arbeiten (zum Beispiel [1]) weisen darauf hin, dass durch die Verwendung poröser Materialien gegenüber nicht porösen Materialien bei Umströmung eine signifikante Reduktion des Schalldruckpegels auftreten kann. Bei den im Rahmen dieser Untersuchung durchgeführten Versuchen wurde eine Beeinflussung des Schallpegels sowie der spektralen Zusammensetzung des entstehenden Schalls in Abhängigkeit von den Beschaffenheitsparametern des porösen Materials erwartet. Dazu gehören zum Beispiel die Porosität σ und die Strömungsresistenz Ξ . Das langfristige Ziel ist die Bestimmung des Einflusses der einzelnen Materialparameter auf den entstehenden Schall. Der auftretende Schalldruckpegel wird für jedes Profil in Abhängigkeit der Strömungsgeschwindigkeit und des gewählten Anstellwinkels gemessen.

Probekörper

Zur Untersuchung der Geräuscentstehung finden vorerst zwei Profile des Profiltyps SD 7003 Verwendung. Das SD 7003 ist ein halbsymmetrisches *Low-Re-Profil*. Die Profillänge beträgt 235 mm, die maximale Dicke 20 mm und die Spannweite etwa 400 mm. Bild 1 zeigt die Seitenansicht des Profils. Das erste Profil ist ein nicht poröses



Bild 1: Seitenansicht des verwendeten SD 7003 Profils

Profil, gefertigt aus laminierten MDF. Das zweite Profil ist ein poröses Profil aus dem Kunststoffschäum Basotect auf Melaminharzbasis, dessen Materialeigenschaften im Rahmen dieses Projektes gemessen wurden. Für Basotect ist $\Xi \approx 11000 \text{ Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^2$. Es wurde mittels Wasserstrahlschneidens aus Basotectplatten ausgeschnitten, um die offen-poröse Oberfläche nicht zu beschädigen. Die Profile werden seitlich befestigt und vor die Austrittsdüse des Windkanals gebracht.

Messumgebung

Sämtliche Untersuchungen finden im aeroakustischen Windkanal der BTU Cottbus statt [2]. Die Düse des Windkanals besitzt an der Austrittsfläche einen Durchmesser von 200 mm. Die maximale



Bild 2: Nicht-poröses Profil aus laminierten MDF



Bild 3: Poröses Profil aus Basotect

Strömungsgeschwindigkeit beträgt 50 m/s. Im Windkanal wurde eine separate Kammer aufgebaut, deren Längsseiten mit absorbierenden Platten verkleidet sind, um den Einfluss von Störschall zu minimieren. Die zu untersuchenden Profile werden an einer höhenverstellbaren Profilverhalterung befestigt. Dabei ist der Anstellwinkel des Profils sowie der Abstand des Profils von der Düse variabel einstellbar. Die Messung des Schalldruckpegels sowie des Schallspektrums werden mit einem in [3] beschriebenen Mikrofonarray, bestehend aus 32 Mikrofonen, durchgeführt. Durch das Mikrofonarray können Schallanteile, welche im Freistrah der Windkanaldüse entstehen, von denjenigen Schallanteilen getrennt werden, welche lediglich in der turbulenten Grenzschicht des Strahls sowie an den seitlichen Profilverhalterungen entstehen.

Zusätzlich zu den akustischen Messungen werden mit Hilfe einer Windkanalwaage aerodynamische Mes-



Bild 4: Windkanal der BTU mit Düse und Profil

sungen durchgeführt, bei welchen die entstehenden Kräfte (Widerstandskraft, Auftriebskraft) und Momente (Drehmoment um die Flügelachse) gemessen werden.

Resultate

Bild 5 zeigt den gemessenen Schalldruckpegel beider Profile bei einer Oktavmittenfrequenz von 4 kHz, einer Strömungsgeschwindigkeit von 50 m/s und einem Anstellwinkel von 10°. Das Profil, von oben gesehen, ist weiß eingezeichnet, die Strömung kommt von links. Bild 6 zeigt den gleichen Messaufbau bei einer Oktavmittenfrequenz von 8 kHz. Die hauptsächliche Quelle der Schallerzeugung ist bei beiden Profilen die Hinterkante. Es ist zu erkennen, dass das poröse Profil weniger Umströmungslärm erzeugt. Bild 7 zeigt die Differenz des

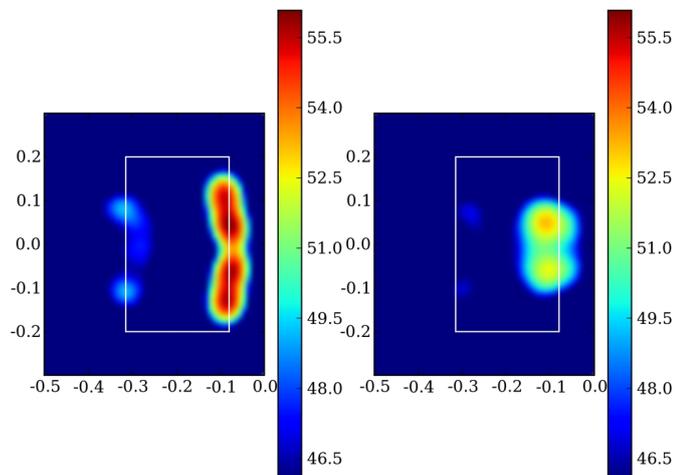


Bild 5: Schalldruckpegel des nicht porösen (links) und des porösen (rechts) Profils, $f_m = 4$ kHz

durch eine Integration ermittelten Schalldruckpegels der beiden Profile. Dabei wurde über eine Fläche integriert, welche im Wesentlichen die Profilhinterkante enthält. Die Strömungsgeschwindigkeit wurde variiert (50 m/s und 29 m/s). Die sich ergebenden Werte werden positiv, wenn das nicht poröse Profil einen höheren Schalldruckpegel erzeugt als das poröse Profil. Es zeigt sich, dass das poröse

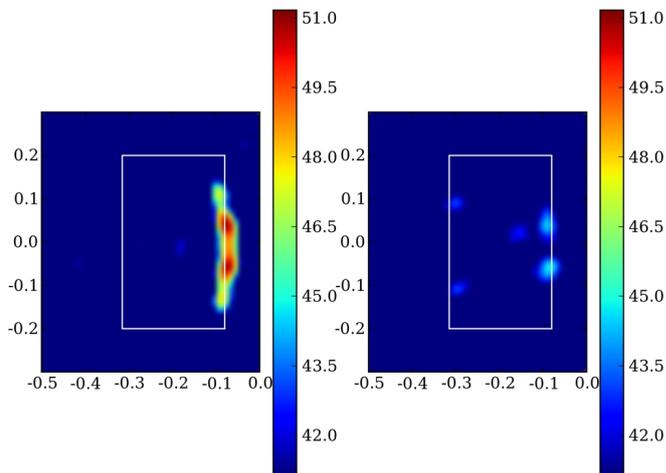


Bild 6: Schalldruckpegel des nicht porösen (links) und des porösen (rechts) Profils, $f_m = 8$ kHz

Profil aus Basotect fast im gesamten Frequenzbereich weniger Umströmungslärm erzeugt. Die Pegelminderung ist stark von der Strömungsgeschwindigkeit abhängig. Es folgen weitere Untersuchungen, die vor allem aerodynamische Messwerte in die Auswertung einbeziehen.

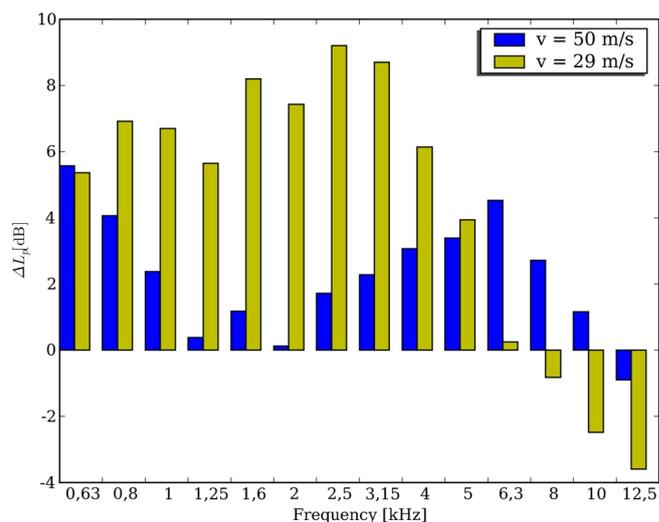


Bild 7: Differenz des Flächenintegrals der Schalldruckpegel

Literatur

- [1] CHANAUD, R. C.: Noise reduction in propeller fans using porous blades at free-flow conditions. In: *The Journal of the Acoustical Society of America* 51 (1971), June, Nr. 1
- [2] SARRADJ, E. ; WINDISCH, T.: Konzeption eines aeroakustischen Freistrah-Windkanals. In: *Fortschritte der Akustik - DAGA* (2006)
- [3] SARRADJ, E. ; SCHULZE, C. ; ZEIBIG, A.: Einsatz eines Mikrofonarrays zur Trennung von Quellmechanismen. In: *Fortschritte der Akustik - DAGA* (2005)