

21 (1994) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

D. Eckoldt, H .V. Fuchs, U. Ackermann*

Umlenkschalldämpfer für die akustische Nachrüstung

Ein seit 1988 betriebener aerodynamischer Windkanal mit 22,45 m² Düsen-Austrittsfläche sollte mit Schalldämpfern (SD) und schallabsorbierender Meßhallen-Wand- und Decken-Verkleidung so nachgerüstet werden, daß aeroakustische Untersuchungen möglich werden.

1. Forderungen an die Schalldämpfer

Die Einfügungsdämpfung der Schalldämpfer sollte so groß sein, daß das Geräusch des Axialgebläses (Laufrohr-Ø 7,1 m, max. 335 U/min, max. 2,85 MW Antriebsleistung) in der Meßhalle des Windkanals (siehe Bild 1), in der Innen- und Außengeräusche an Kraftfahrzeugen bei Luftgeschwindigkeiten von bis zu ca. 265 km/h gemessen werden sollen, nicht mehr zum Gesamtschallpegel bei leerer Meßstrecke (Grundgeräusch der Strömung) beiträgt. Das bedeutet breitbandig (50 bis 4000 Hz) ein Dämpfungsmaß von 20 bis 35 dB. Die Höchstgeschwindigkeit in der Meßstrecke soll nach dem Einbau der SD ohne Änderung am Gebläse > 250 km/h sein, und die SD-Kulissen dürfen die Gleichmäßigkeit der Strömungsverteilung im Meßstreckenquerschnitt von +/- 0,30% nicht verschlechtern. Weiterhin sollen die SD-Kulissen leicht zu reinigen sein und keine Fasern enthalten. Die Einbauten dürfen am Bestand des Windkanals nichts ändern, und die Stillstandszeiten der Anlage für den SD-Einbau sollen höchstens 4 Monate sein.

2. Konzeption der Schalldämpfer

Die saug- und druckseitig zwischen Gebläse und Meßstrecke einzufügenden Schalldämpfer wurden ursprünglich als absorbierende Verkleidung der Umlenk-Profile und zusätzlich als SD-Kulissen-Pakete zwischen den Umlenkecken konzipiert. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit wäre damit auf 200 km/h zurückgegangen, so daß die SD-Kulissen-Pakete für aerodynamische Versuche mit hohen Strömungsgeschwindigkeiten ausbaubar konzipiert waren. Eine neue Lösung mit U-förmigen Schalldämpfern wurde im Fraunhofer-Institut für Bauphysik (IBP) entwickelt und durch umfangreiche Voruntersuchungen akustisch und aerodynamisch abgesichert [1]. Bild 2 zeigt das neue Konzept am Beispiel des SD im druckseitigen Kanal. Dieser wird durch die SD-Wände aus Membran-Absorbieren in 4 Teilkanäle unterteilt, die bei Spaltbreiten von ca. 1 bis 3,5 m sowohl gleiche Einfügungsdämpfung als auch gleichen Druckverlust haben. Die U-förmig angeordneten SD-Kulissen aus Membran-Absorbieren sind als Wandverkleidung 11 cm und als Mittelkulisse 21 cm dick. Sie bewirken die Absorption der tiefen Frequenzen bei minimalem Druckverlust. Die Umlenkschaufeln aus 8 mm dickem Stahlblech in den Ecken wurden mit Polyester-Schaumstoff mit einer Spritzverhautung so schallabsorbierend verkleidet, daß sie genügend Einfügungsdämpfung bei mittleren und hohen Frequenzen bringen. Außerdem verändern sie die Strömungsführung in den

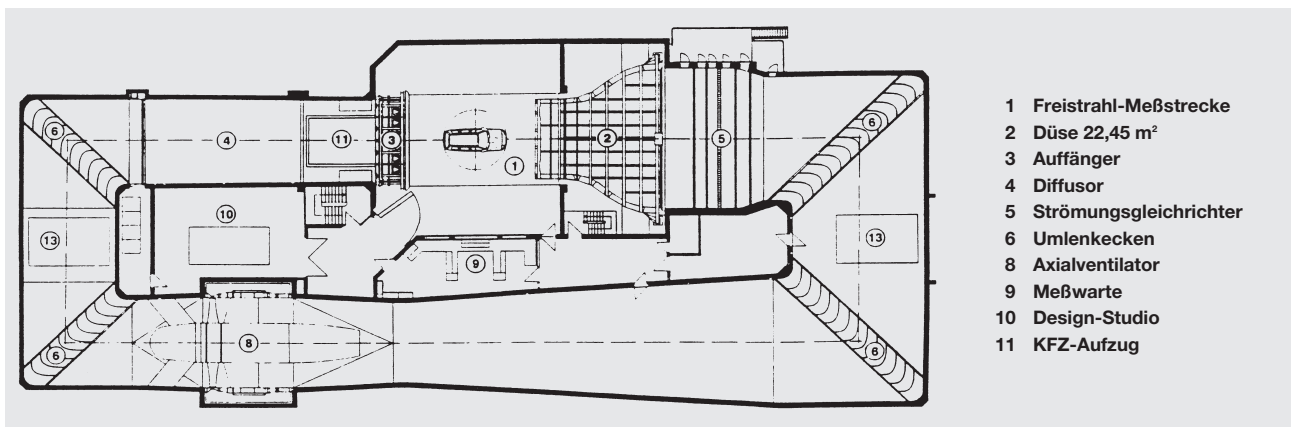


Bild 1: Windkanalanlage der Uni Stuttgart im Grundriß vor dem Umbau

* Märkische Fachhochschule, Iserlohn

Umlenkecken so, daß deren Druckverlust sinkt. Damit erzeugen die schalldämpfenden Einbauten in der Luftführung insgesamt einen nur unwesentlichen Anstieg des Druckverlustes bei ausreichender Schalldämpfung. Der für letztere benötigte Umlenkbonus, das ist die Differenz zwischen U-förmiger und gerader Kulissenanordnung, ist breitbandig und beträgt nach Untersuchungen im Modellmaßstab 1:8 im 180-Grad-Umlenk-SD-Prüfstand des IBP von 63 Hz an mehr als 5 dB [2]. Die Ergebnisse der Untersuchungen am 1:8-Modell und die aus einem 1:1-Modell des inneren druckseitigen SD-Kanals (Bild 2) führten dazu, daß das IBP

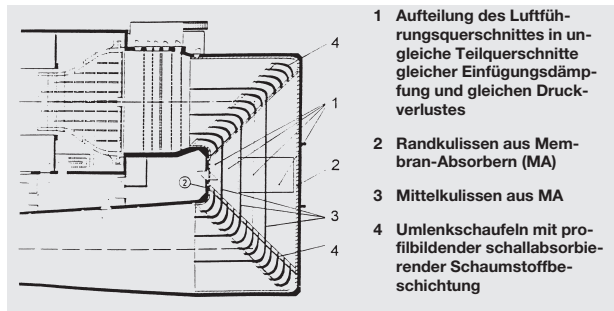


Bild 2: Umlenk-Schalldämpfer druckseitig vom Gebläse

mit den akustischen und strömungstechnischen Dimensionierungen der Umlenk-SD und der Meßhallen-Wand-Deckenverkleidung, beides auf der Basis Membran-Absorber, kombiniert mit Schaumstoff, beauftragt wurde.

3. Ergebnisse

Vor und nach Einbau der Schalldämpfer und der schallabsorbierenden Meßhallen-Verkleidung wurden Schallpegelmessungen durchgeführt. Die gemessenen Pegeldifferenzen zeigt Bild 3. In der ohne Strömung gemessenen oberen

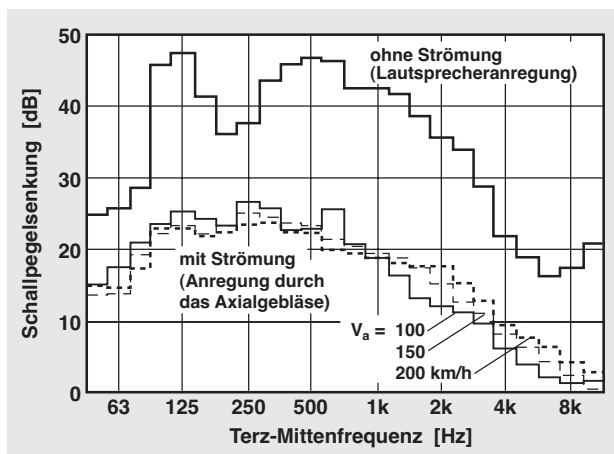


Bild 3: Pegelsenkung am Referenz-Meßpunkt in 6 m Entfernung von der Strahlachse als Differenz von Messungen vor und nach dem Umbau

Kurve erkennt man das Maximum der Dämpfung der Membran-Absorber-Umlenk-SD bei 100 Hz und das der verhauteten profiliert geschnittenen Schaumstoffverkleidung der Umlenkschaufeln bei 500 Hz. Daß bei $f > 3$ kHz die Pegelminderung stark zu höheren Frequenzen hin abfällt, liegt an der Verhautung der Schaumstoff-Profile und daran, daß die

Membran-Absorber-Wände als Reflektoren bei hohen Frequenzen wirken und die Umlenkecken durchstrahlen. Die mit Strömung gemessene Pegelsenkung ist in allen Frequenzbereichen mehr als 10 dB geringer. Das liegt an den von den SD nicht bedämpften Strömungsgeräuschen. Wenn diese verringert werden könnten, wären noch weitere Pegelsenkungen im gesamten Frequenzbereich möglich. Aber schon jetzt ist der aeroakustisch nachgerüstete Fahrzeugwindkanal (Bild 4) im A-bewerteten Gesamtschallpegel der leiseste von allen größeren europäischen Kanälen [3]. Die aerodynamischen Forderungen konnten sowohl bezüglich der Gleich-

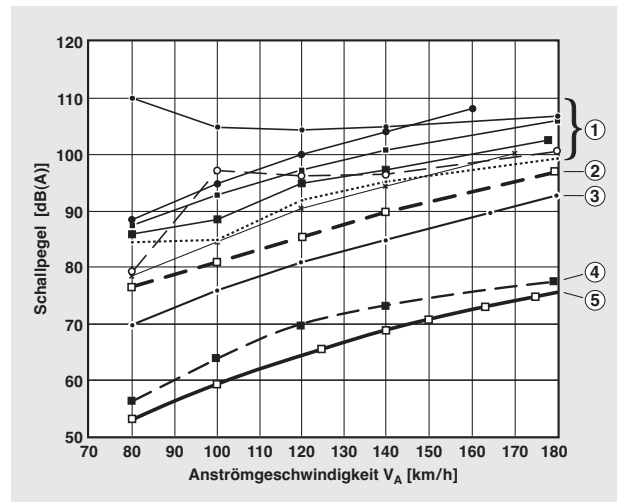


Bild 4: Eigengeräuschpegel verschiedener europäischer Windkanäle [3]

- 1 Windkanäle ohne Schalldämpfer im DNW-Ringvergleich 1992
- 2 Windkanal der Uni Stuttgart vor dem Umbau
- 3 VOLVO-Windkanal mit geschlitzter Meßstrecke
- 4 BMW-Akustik-Windkanal (10 m²)
- 5 Windkanal der Uni Stuttgart nach dem Umbau (22,45 m²)

mäßigkeit der Strömungsverteilung in der Meßstrecke als auch bezüglich der Höchstgeschwindigkeit erfüllt werden. Der Mehrleistungsbedarf liegt nach dem Umbau bei ca. 5 bis 7%. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit mit einem Fahrzeug mit $A \times c_w = 0,61$ m² ging von 267,8 auf 256,9 km/h zurück [3].

Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Eckoldt, D.; Essers, U.; Potthoff, J.: New Design Concepts for Silencing Aeroacoustic Wind Tunnels. Proc. DGLR-/AIAA 14th Aeroacoustic Conference, Aachen. DGLR-Bericht 92-03 (1992), S.177-186.
- [2] Nicolai, M.; Zhou, X.: Umlenk-Schalldämpfer für Strömungskanäle. Fortschritte der Akustik, Bad Honnef (1991), S. 317-320.
- [3] Potthoff, J.; Essers, U.; Eckoldt, D.; Fuchs, H.V.: Der Aeroakustik-Fahrzeugwindkanal der Universität Stuttgart am Institut für Verbrennungsmotoren und Kraftfahrwesen. Akustik und Aerodynamik des Kraftfahrzeuges. Vortrag, Tagung Haus der Technik Essen, 1. und 2. Februar 1994.



Fraunhofer Institut Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK (IBP)

Leiter: Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Dr. h.c. mult. Dr. E.h. mult. Karl Gertis
 D-70569 Stuttgart, Nobelstr. 12 (Postfach 80 04 69, 70504 Stuttgart), Tel. 07 11/9 70-00
 D-83626 Valley, Fraunhoferstr. 10 (Postfach 11 52, 83601 Holzkirchen), Tel. 0 80 24/6 43-0