

22 (1995) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

G. Schupp, K. Naßhan

## Demontabler Schallschirm für genauere Messungen des Schalleistungspegels von Maschinen

### Aufgabenstellung

Lärm am Arbeitsplatz stellt für viele Menschen eine ständige Belästigung und Bedrohung ihrer Gesundheit dar. Die Arbeitsstättenverordnung schreibt deshalb vor, daß der Geräuschpegel in Arbeitsräumen so niedrig wie möglich gehalten werden muß. Beim Kauf einer Maschine ist somit die Geräuschemission ein wichtiges Auswahlkriterium, der Schalleistungspegel ein bedeutender Maschinenkennwert.

Bei der In-Situ-Messung des Schalleistungspegels nach DIN 45635, Teil 1 [1] treten oft Probleme mit der geforderten Meßgenauigkeit auf. Für die Überprüfung von Garantiedaten des Herstellers ist die Genauigkeitsklasse 2 einzuhalten; die Umgebungskorrektur  $k_{2A}$  darf dabei einen Wert von 2 dB nicht überschreiten. Diese Voraussetzung trifft man in der Regel weder beim Maschinenhersteller in dessen Produktionsräumen noch beim Kunden in dessen Werkshallen an. Bei beiden liegen die Werte der Umgebungskorrektur  $k_{2A}$  meist bei 4 bis 5 dB. Mit Hilfe eines schallabsorbierenden Schirms läßt sich jedoch die Umgebungskorrektur verringern [2].

In einem früheren Fall wurde ein licht- und luftdurchlässiger Schirm [3] für die besonderen Erfordernisse eines Ventilatorherstellers entwickelt, der verfahrbar, aber ortsgebunden war und der die Meßfläche wie eine geschlossene Kabine umgab. Der neue Schirm sollte ortsungebunden, demontabel und an die jeweilige Meßfläche anpaßbar sein. Dabei war zu klären, ob die angestrebte Reduzierung des Umgebungseinflusses auch ohne eine aufwendige allseitige Umschließung der Maschine möglich ist und welche Anforderungen das Material des Schirms erfüllen muß.

### Anforderungen an einen Schallschirm

Ein idealer Schallschirm wäre absorbierend und hochschalldämmend. Wie nahe muß ein Schallschirm diesem Ideal kommen, damit die erwünschte Minderung der Umgebungskorrektur erreicht wird? Mit Hilfe einer Spiegelquellenbetrachtung läßt sich ein Mindestabsorptionsgrad abschätzen. Dabei wurde die Raumbückwirkung durch die Fabrikhalle vernachlässigt und der Boden als schallhart angenommen. Liegt der Absorptionsgrad (Summe von Dissipations- und Transmissionsgrad) der Schirmwände unter 0,55, führt die Schallreflexion durch die Schirmwände für eine Schallkapsel mit den Abmessungen  $7,5 \times 7,5 \times 4 \text{ m}^3$  zu einer Umgebungskorrektur  $k_2$  von mehr als 2 dB.



Bild 1: Ansicht eines Schallschirms aus Schaumstoffplatten und einer leichten Tragekonstruktion aus U-förmig gebogenen Aluminiumstreifen.

Die Raumbückwirkung konnte mit dem am Fraunhofer-Institut für Bauphysik entwickelten Schallteilchensimulationsprogramm SOPRAN berücksichtigt werden. Hat die Umgebungskorrektur  $k_2$  ohne Schallschirm einen Wert von 5 dB, so muß der Absorptionsgrad des Schirmmaterials mindestens 0,75 betragen, damit der Schirm die Umgebungskorrektur  $k_2$  auf weniger als 2 dB senken kann. Beträgt die ursprüngliche Umgebungskorrektur 3 dB, so ist ein Mindestabsorptionsgrad von 0,7 erforderlich.

### Aufbau des Schallschirms

Als Schirmmaterial wurden Platten der Abmessungen  $100 \times 165 \times 10 \text{ cm}^3$  aus offenporigem Schaumstoff mit hohem

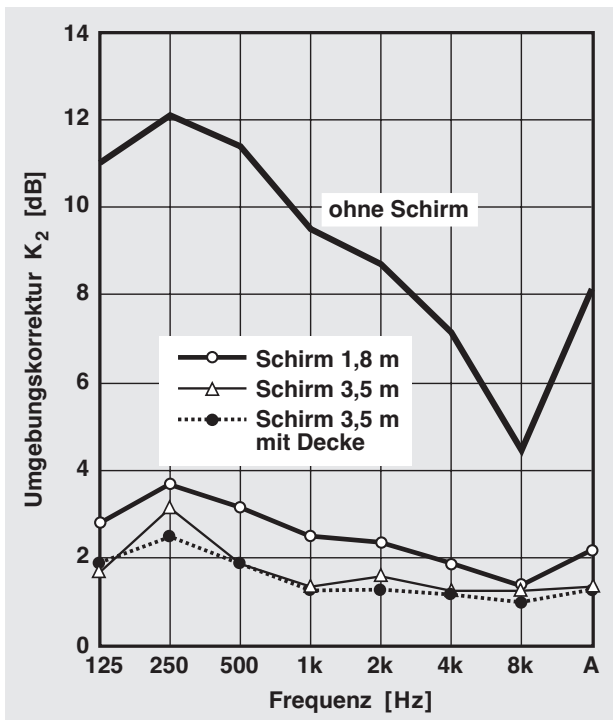


Bild 2: Einfluß des Schallschirms in einem sehr halligen Raum auf die Umgebungs-korrektur in Abhängigkeit von der Frequenz.

Schallabsorptionsgrad verwendet. Durch ihre Steifigkeit und ihr geringes Gewicht (flächenbezogene Masse  $3,2 \text{ kg/m}^2$ ) begünstigen diese Platten den Aufbau leichter Schirmwände, wobei als Stützkonstruktion lediglich U-förmig gebogene Alu-Bleche, Klebeband und Blechwinkel und wenige Klammern verwendet werden. Auf diese Weise können bis zu 3,5 m hohe Wände errichtet werden. Diese erwiesen sich als so stabil, daß sie ein Dach tragen können, so daß ein seitlich und oben geschlossener Schirm aufgebaut werden kann. Bild 1 zeigt einen solchen Schallschirm aufgestellt als allseitig geschlossene Kabine mit der Länge 5 m, der Breite 3 m und der Höhe 3,5 m.

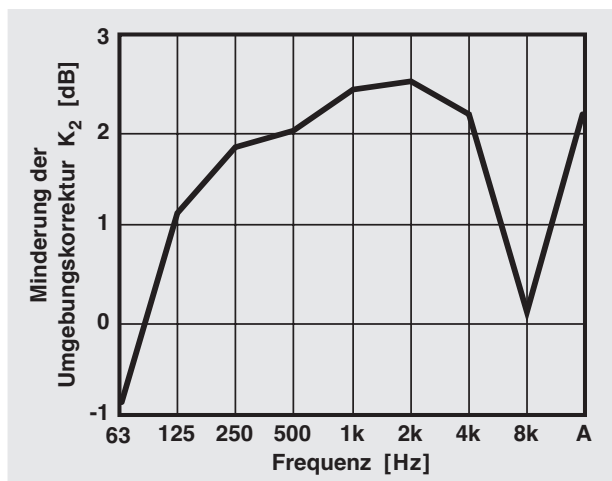


Bild 3: Minderung der Umgebungs-korrektur durch einen Schallschirm an einem 27 m langen Holzbearbeitungsautomaten in Abhängigkeit von der Frequenz.

## Wirkung des Schallschirms

Die frequenzabhängige Wirkung des Schallschirms nach Bild 1 in einem extrem halligen Raum mit einer sehr hohen Umgebungs-korrektur zeigt das Diagramm in Bild 2. Für den A-Schallpegel einer breitbandigen Vergleichsschallquelle ergaben sich als Werte der Umgebungs-korrektur  $k_{2A}$ :

- Ohne Schirm 8,1 dB
- Mit 1,7 m hohem Schirm 2,1 dB
- Mit 3,5 m hohem Schirm ohne Dach 1,3 dB
- Mit 3,5 m hohem Schirm mit Dach 1,2 dB.

Bereits mit dem nur 1,7 m hohen Schirm wurde eine erhebliche Wirkung erzielt; das Dach erhöhte die Wirkung des 3,5 m hohen Schirms nur unwesentlich. Diese Ergebnisse wurden bei zahlreichen Messungen unter unterschiedlichen Bedingungen bestätigt. Insbesondere war immer dann eine Reduzierung der Umgebungs-korrektur  $k_{2A}$  deutlich unter 2 dB zu erzielen, wenn der Schirm in Form einer geschlossenen Wand errichtet werden konnte.

Auch in einem zunächst wenig aussichtsreichen Anwendungsfall wurde der Schallschirm erfolgreich eingesetzt. Bei einem 27 m langen, 1,2 m breiten und 1,7 m hohen Automaten zur Holzbearbeitung in einer Möbelfabrik konnte der angestrebte geschlossener Schirm nur unvollkommen realisiert werden. Dafür war nicht genügend Platz, außerdem hätte die Menge des verfügbaren Schirmmaterials hierfür nicht ausgereicht. Deshalb wurde eine teils durchgehende, teils von abstehenden Maschinenteilen unterbrochene Wand von nur 1,7 m Höhe um die Maschine gestellt. In diesem besonders ungünstigen Fall konnte keine ausreichende Wirkung des Schirm erwartet werden. Trotzdem war die Wirkung dieser Wand, die von 3 Personen in weniger als 2 Stunden aufgestellt wurde, erstaunlich hoch. Die Minderung der Umgebungs-korrektur ist in dem Diagramm in Bild 3 dargestellt. In dem bei Holzbearbeitungsmaschinen wichtigen Bereich zwischen 500 und 4000 Hz beträgt die Minderung der Umgebungs-korrektur  $K_2$  mehr als 2 dB, ebenso wurde die A-bewertete Umgebungs-korrektur  $k_{2A}$  um mehr als 2 dB auf 1,7 dB vermindert, so daß auch in diesem Falle die Genauigkeitsklasse 2 erreicht werden konnte. Es konnte damit gezeigt werden, daß es in vielen Fällen möglich ist, mit einem transportablen, demontablen, in kurzer Zeit auf- und abbaubaren Schallschirm aus schallabsorbierenden Schaumstoffplatten Messungen des Schalleistungspegels mit der Genauigkeitsklasse 2 durchzuführen. Auch unter ungünstigen Voraussetzungen wurde dieses Ziel erreicht.

## Literatur

- [1] DIN 45 635, Teil 1, 01.84. Geräuschmessung an Maschinen: Luftschallemission, Hüllflächenverfahren: Rahmenverfahren für 3 Genauigkeitsklassen.
- [2] Schupp, G., Naßhan, K.: Beeinflussung der Meßumgebung zur Einhaltung vorgegebener Genauigkeitsklassen der Geräuschmessung an Maschinen. Bericht des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik, B-BA 4/1993
- [3] Fuchs, H.V., Schupp, G., Ackermann, U., Wieland, H.: Schallschirm für Emissionsmessungen an Strömungsmaschinen. wt Werkstatttechnik 78 (1988), H. 11, S. 641-644.

Die Untersuchung wurde von der Bundesanstalt für Arbeitsschutz gefördert.



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