

14 (1987) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

Fraunhofer-Institut für Bauphysik

U. Ackermann, H.V. Fuchs, N. Rambašek

## Lärminderung im Abluftkanal einer Papierfabrik

### Problemstellung

Bei der Papierherstellung wird häufig soviel Lärm erzeugt, daß der maximal zulässige Beurteilungs-Schallpegel sowohl in den Fabrikhallen als auch in der Nachbarschaft der Fabrik deutlich überschritten wird. Die dominierenden Lärmquellen sind die Vakuumpumpen, die Schall folgendermaßen abstrahlen:

- durch das Gehäuse
- durch Körperschallanregung der Fabrikhalle
- durch Luftschallausbreitung in den angeschlossenen Abluftkanälen.

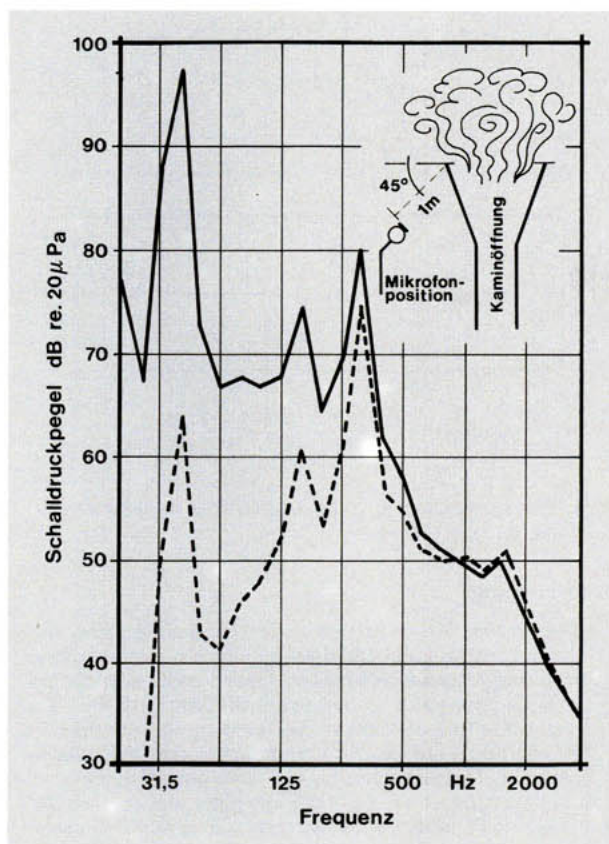
Eine wirksame Lärmbekämpfung läßt sich nur durchführen, wenn alle drei Schallausbreitungswege gemeinsam unterdrückt werden. Der über das Gehäuse abgestrahlte Schall kann durch Kapselung der Pumpe verringert werden. Die Körperschallanregung der Fabrikhalle läßt sich durch eine schwingungsisierte Aufstellung der Vakuumpumpen reduzieren. Maschinenkapseln und Schwingungsdämpfer sind seit langer Zeit erfolgreich angewendete Maßnahmen in der Lärmbekämpfung.

Sehr viel schwieriger ist es, die Luftschallausbreitung in den Abluftkanälen hinter den Vakuumpumpen zu verhindern. Versuche, konventionelle Schalldämpfer mit Mineralwollefüllung einzubauen, sind immer wieder an den extrem harten Einsatzbedingungen gescheitert. Selbst verhältnismäßig dicke Kunststoff-Folien und Edelstahlgitter bewahren die Mineralwollefüllung nur kurze Zeit vor der Zerstörung durch die säurehaltige und sehr feuchte Abluft in Verbindung mit den durch die Pumpe erzeugten Erschütterungen.

Für die Lösung des Lärmproblems bei Papierfabriken ist es deshalb unbedingt erforderlich, nach Schalldämpfern zu suchen, die unter den rauen Bedingungen im Abluftkanal einsetzbar sind.

### Lösungsansatz

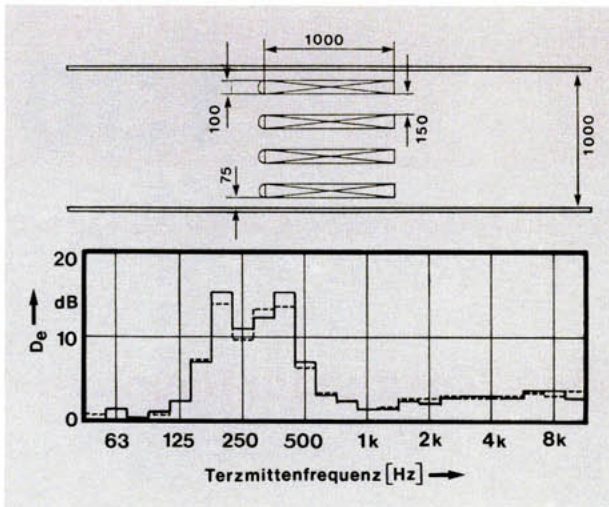
Der im IBP in Zusammenarbeit mit einem mittelständischen Unternehmen entwickelte Membran-Absorber [1] ist für die Lösung der gestellten Lärminderungsaufgabe hervorragend geeignet. Seine Wirkungsweise beruht auf einer Kombination von Helmholtz- und Platten-Resonatoren, die aus 0,2 bis 0,5 mm dicken Membranen aufgebaut sind. Die Membranbauweise bewirkt eine so große Breitbandigkeit, daß auf das zusätzliche Anbringen von Mineralwolle verzichtet werden kann. Die Helmholtz-Resonatoren formen eine Wabenstruktur, die den Schalldämpfer-Kulissen die nötige Stabilität verleiht. Nach außen sind die Resonatoren mit einer 0,2 mm dicken Membran vollständig abgedeckt. Dadurch wird verhindert, daß Feuchtigkeit in das Kulisseninnere eindringen kann. Darüber hinaus haften Papierreste kaum an der völlig glatten Membranoberfläche. Der Aufbau aus Resonatoren hat den großen Vorteil, daß der Schalldämpfer speziell auf das Emissionsspektrum der Vakuumpumpen abgestimmt werden kann.



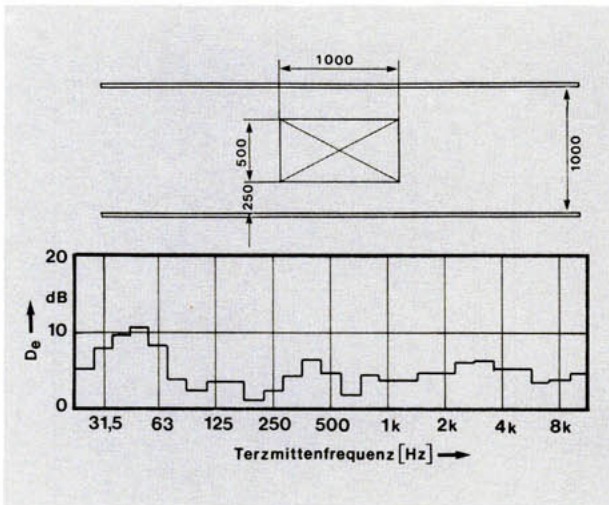
**Bild 1:** Terzspektrum an der Mündung des Abluftkamins  
 — unbewertet  
 - - - A - bewertet

In Bild 1 ist das Terzspektrum in 1 m Abstand von der Kaminöffnung aufgetragen. Auch im A-bewerteten Spektrum bleiben die tieffrequenten Spitzen bei 40 Hz, 160 Hz und 315 Hz dominant. Nur eine Pegelminderung bei allen drei Frequenzen führt zu einer wirksamen Verringerung der Lärmemission der Vakuumpumpen. Um dieses Ziel zu erreichen wurden zwei unterschiedlich abgestimmte Kulissen-Schalldämpfer aus Membran-Absorbern entwickelt. In Bild 2 und Bild 3 sind die entsprechenden Einfügungsdämpfungen nach DIN 45646 [2] abgebildet, wie sie im Schalldämpfer-Prüfstand des IBP bestimmt wurden.





**Bild 2:** Einfügungsdämpfung  $D_e$  des Membran-Absorbers für 125 Hz - 500 Hz  
 — ohne Strömung  
 - - - - Strömungsgeschwindigkeit im Spalt 10 m/s



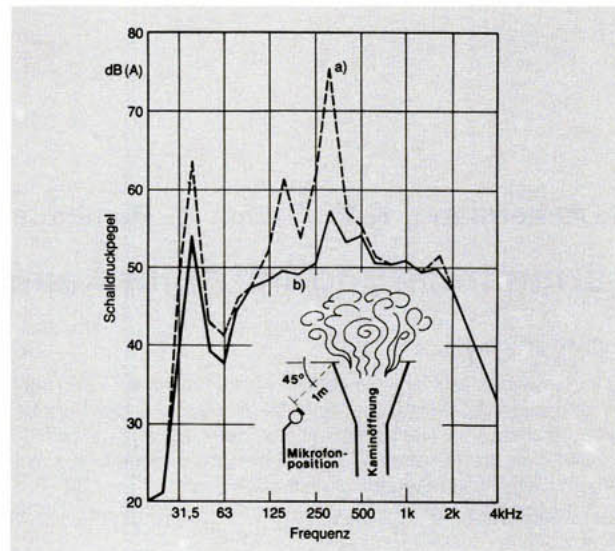
**Bild 3:** Einfügungsdämpfung  $D_e$  des Membran-Absorbers für 25 Hz - 100 Hz

### Lärmminderung

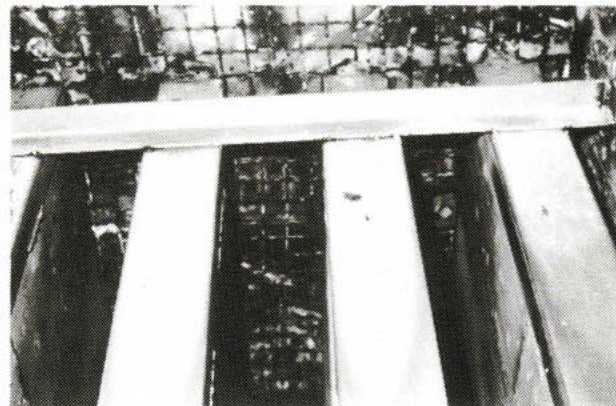
Die beiden unterschiedlich abgestimmten Membran-Absorber wurden in zwei 1 m breite und 1,5 m hohe Kammern zwischen Vakuumpumpe und Abluftkamin eingebaut. Damit ergibt sich die gleiche Einbausituation wie im Schalldämpfer-Prüfstand. In Bild 4 ist das A-bewertete Terzspektrum an der Mündung des Abluftkamins vor und nach dem Einbau der Membran-Absorber aufgetragen. Die Spitzen im Terzspektrum sind fast völlig verschwunden, wodurch der Schallpegel um 20 dB(A) verringert wurde. Beim Vergleich der im Schalldämpfer-Prüfstand und in-situ bestimmten Meßwerte muß man u. a. berücksichtigen, daß im Abluftkamin eine um etwa 50 Grad C höhere Temperatur herrscht.

Um die Funktion des Schalldämpfers zu überprüfen, wurde das Terzspektrum etwa 100 Tage nach Einbau erneut gemessen. Dabei zeigte sich keine signifikante Verschlechterung der Dämpfungseigenschaften. Das Foto in Bild 5 zeigt, daß die Membran-Absorber-Oberfläche auch nach 100 Tagen im harten Einsatz unzerstört ist. Darüber hinaus sind keine Papierreste auf den Abdeckfolien zu erkennen.

Die Lärmminderung von 20 dB(A) durch den Einbau der Membran-Absorber konnte im vorliegenden Fall nur in der Nähe des Abluftkamins gemessen werden. An weiter entfernten Immissionsorten ist die Pegelabsenkung deutlich geringer, da die Vakuumpumpen weder gekapselt noch schwingungs isoliert aufgestellt wurden. Zur Körperschallanregung des Gebäudes tragen zusätzlich die Abluftkanäle zwischen Pumpe und Schalldämpfer bei, in denen der Luftschall sich ungedämpft ausbreiten kann. Bei einer Lärmsanierung ist es deshalb optimal, die Schalldämpfer-Kulissen so dicht wie möglich hinter den Vakuumpumpen anzubringen. Für die tieferen Frequenzen ist es dabei denkbar, einen Rohrschalldämpfer aus Membran-Absorbern einzusetzen.



**Bild 4:** A - bewertetes Terzspektrum an der Mündung des Abluftkamins  
 - - - - Ist-Zustand vor der Sanierung  
 — Membran-Absorber eingebaut



**Bild 5:** Membran-Absorber 100 Tage nach dem Einbau

### Literatur

- [1] Fuchs, H.V.; Ackermann, U.; Rambosek, N.: Membran-Absorber für den technischen Schallschutz IBP-Mitt. 135 (1987)
- [2] Ackermann, U.: Bestimmung der Einfügungsdämpfung im Schalldämpfer-Prüfstand IBP-Mitt. 106 (1986)