

8 (1980) Neue Forschungsergebnisse, kurz gefaßt

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK

K. Gießelmann

Optimierung von Drosselschalldämpfern

1. Einleitung

Bei Ausblasvorgängen in pneumatischen Anlagen stellt neben der Ölvernebelung auch die Lärmemission eine Umweltbelastung dar. Im Rahmen der Entwicklung eines Ölfilter-Schalldämpfers für Entlüftungsöffnungen erwies sich die Hintereinanderschaltung eines Ölabscheiders und eines Drosselschalldämpfers am zweckmäßigsten.

Hier soll nur über einen Teil der schalltechnischen Untersuchungen im Rahmen eines größeren Forschungsvorhabens*) berichtet werden.

2. Herleitung eines Modellgesetzes

Bei der Durchströmung eines Drosselschalldämpfers entsteht Schall durch sehr komplexe Vorgänge, die sich einer analytischen Behandlung noch entziehen. Deshalb läßt sich zur Berechnung des Geräusches eines Drosselschalldämpfers auch keine einfache Formel angeben. Stattdessen wurde versucht, ein Modellgesetz empirisch herzuleiten.

Dabei wurden folgende Einflußgrößen festgelegt (vergl. Bild 1):

Normvolumenstrom q_n	von 45 ... 340 m ³ /h
Druckverlust Δp	von 160 ... 4400 mbar
Außenradius R	von 11 ... 20 mm
Manteldicke d	von 2,7 ... 12 mm
Länge l	von 20 ... 140 mm
Porosität σ	von 0,31 ... 0,88

*) Gemeinsam mit dem Fraunhofer-Institut für Produktionstechnik und Automatisierung durchgeführt (1980 abgeschlossen)

Das Projekt wurde vom Verein Deutscher Maschinenbau-Anstalten e. V., Fachgemeinschaft „Ölhydraulik und Pneumatik“ betreut und vom Bundesministerium für Forschung und Technologie im Rahmen des Aktionsprogramms „Humanisierung des Arbeitslebens“ gefördert. Der ausführliche Forschungsbericht liegt dem VDMA vor; eine zusammenfassende Veröffentlichung ist in o+p (Ölhydraulik und Pneumatik) vorgesehen.

Beim Drosselschalldämpfer wird aus praktischen Gründen meist ein kleines Bauvolumen und ein geringer Druckverlust angestrebt. Der Einfluß dieser und weiterer Größen, wie etwa Durchfluß und Porosität, auf die Schallemission war bisher, wenn überhaupt, nur qualitativ bekannt. In der Literatur sind jedenfalls keine systematischen Untersuchungen über die Schallemission von Drosselschalldämpfern zu finden.

Dann wurde in mehr als 20 Varianten von hohlzylindrischen Drosselschalldämpfern, die in oben angegebenen Variationsbreiten untersucht werden konnten, eine Abhängigkeit von all diesen Parametern bestimmt.

Die Auswertung der zahlreichen Daten erfolgte dabei nach der Methode der multiplen linearen Regression (Methode der kleinsten Quadrate für mehrere Einflußgrößen).

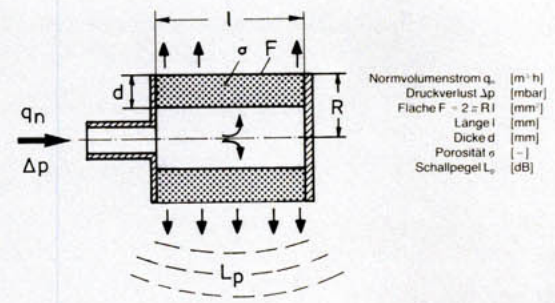


Bild 1 Schematische Darstellung des Versuchsmodells mit den wichtigsten Einflußgrößen

Es ergab sich folgende Beziehung für den linearen Schallpegel L_p , gemessen in 1m Abstand unter einem Winkel 45° zur Hauptachse:

$$L_p = 10 \lg \frac{q_n^{5,24}}{\Delta p^{2,61} R^{2,24} l^{0,12} d^{0,65} \sigma^{1,57}} + 70 \text{ dB} \quad (1)$$

mit einer Standardabweichung $s = 1,8 \text{ dB}$.

Bei der Berechnung sind die in der Aufzählung der Einflußgrößen angegebenen Einheiten zu verwenden.

Der A-bewertete Schallpegel L_A wurde nicht gesondert behandelt, da dieser um nur ca. 1dB unter dem linearen Schallpegel L_p lag. Die Abhängigkeit des Schallpegels L_p beispielsweise vom Druckverlust Δp ist in **Bild 2** dargestellt.

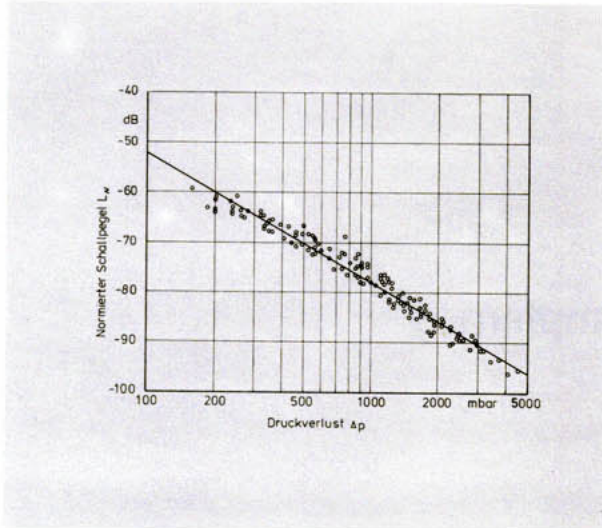


Bild 2
Normierter Schallpegel L_N als Funktion des Druckverlustes Δp .
Durchgezogene Linie: Regressionsgerade; o: Normierte Meßwerte

Es sind nun nicht alle Einflußgrößen in Gl. (1) unabhängig voneinander einstellbar, vielmehr ist ihre Anzahl um eins zu reduzieren. Wenn man beispielsweise den Druckverlust Δp eliminiert, so ergibt die Regressionsanalyse:

$$L_p = 10 \lg \frac{q_n^{2,00} l^{2,59} \sigma^{1,04}}{d^{2,25}} + 9 \text{ dB} \quad (2)$$

mit einer Standardabweichung $s = 3,2 \text{ dB}$.

Die Beziehungen der Gln. (1) und (2) lassen sich mit einem dreidimensionalen Diagramm veranschaulichen.

So ist in **Bild 3** der Schallpegel L_p als Funktion des Druckverlustes Δp und der Schalldämpferlänge l aufgetragen, und zwar für konstante Werte für q_n , R und σ .

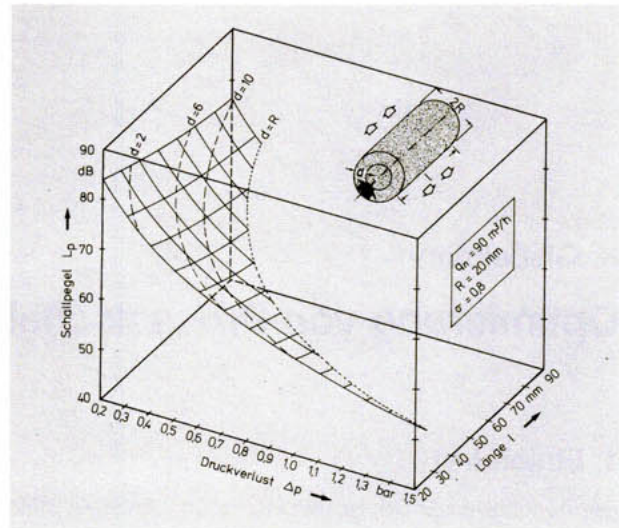


Bild 3
Dreidimensionale Darstellung der Drosselschalldämpfer-Gln. (1) und (2).
 $q_n, R, \sigma = \text{const.}$

Es ergibt sich folgende Abhängigkeit L_p ($\Delta p, l$):

$$L_p \approx 10 \lg (\Delta p^{-3,5} \cdot l^{-1,1}) + \text{const.} \quad (3)$$

Es ist eine Abnahme des Schallpegels L_p mit dem Druckverlust Δp und der Schalldämpferlänge l festzustellen (immer für konstante Werte von Normvolumenstrom q_n , Radius R und Porosität σ), wobei allerdings die Abhängigkeit von Δp viel stärker ist als von l .

3. Zusammenfassung

Bisher war es nicht möglich, den von einem Drosselschalldämpfer erzeugten Lärm quantitativ als Funktion der pneumatischen, geometrischen und strukturellen Einflußgrößen anzugeben.

Erst durch eine Regressionsanalyse zahlreicher Meßdaten

gelang es, ein Modellgesetz für Drosselschalldämpfer (in Hohlzylinderform) abzuleiten.

Die Aussage, daß ein Schalldämpfer „besser“ oder „schlechter“ sei als ein anderer, ist nur in bezug auf vorgegebene Randbedingungen sinnvoll.



Nachdruck nur mit schriftlicher Genehmigung des Fraunhofer-Instituts für Bauphysik

FRAUNHOFER-INSTITUT FÜR BAUPHYSIK
7000 STUTTGART 70 DEGERLOCH, Königstraße 74, Tel. (0711) 76 50 08 / 09
Außenstelle: 8150 HOLZKIRCHEN (OBB.), Postfach 1180, Tel. (080 24) 15 72