

D. Eckoldt, P. Brandstät, M. Jess, J. Hemsing¹

Schallemission von Schornstein-Mündungen

Bei der Planung oder Sanierung von Anlagen legen Akustik-Berater auf Grund von Ausbreitungsrechnungen fest, welchen Schalleistungspegel die einzelnen Lärmquellen - auch die Mündungen der Schornsteine - emittieren dürfen, damit Immissionswerte nach TA Lärm [1] eingehalten werden. Zur Begrenzung von Schallemissionen werden Schalldämpfer neuerdings in wartungsfreier Ausführung in den Schornstein eingebaut [2], [3]. In ihnen werden tiefe und mittlere Frequenzen durch Plattenabsorber in Form von „Eckigen Innenzügen“, hohe Frequenzen konventionell mit porösen Absorbieren (z.B. Mineralwolle) gedämpft.

Bei den akustischen Abnahmemessungen solcher Schornstein-Schalldämpfer (Bild 1) fällt subjektiv die starke Richtcharakteristik des von der mit Schallabsorbieren versehenen Schornsteinröhre in Achsrichtung emittierten Restschalles vor allem bei hohen Frequenzen auf. In Bild 2 ist sie für ein Schornsteinrohr mit 2 m Durchmesser mit und ohne Schalldämpfer dargestellt. Wenn die hochfrequenten Anteile des Restschalles in Achsrichtung nach oben abgestrahlt werden, können sie aber eigentlich niemanden mehr stören. Werden dann die porösen Absorber für die hohen Frequenzen oberhalb 2 kHz überhaupt noch benötigt? Oder kann man auf sie - die Plattenschwinger im „Eckigen Innenzug“



Bild 1: Foto von der Mündung aus in den Schornstein-Schalldämpfer bei Abnahmemessungen: Ein Mikrofon wird durch den Schalldämpfer gezogen.
vorn: Poröser Absorber hinter Lochblech, hinten: Eckiger Innenzug

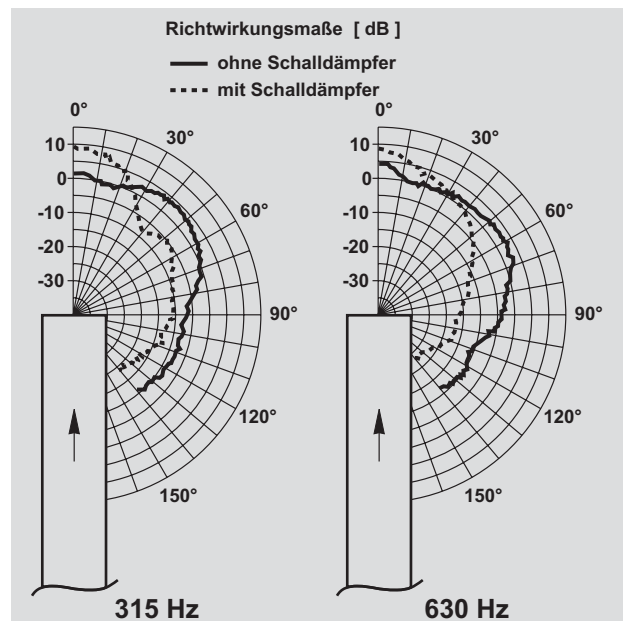


Bild 2: Richtwirkungsmaße [dB] an der Schornsteinmündung (lichter Durchmesser 2 m, ohne Strömung [5]).

sind mittlerweile bis einschließlich Oktavband 1 kHz einsetzbar - etwa ganz verzichten? Aus Verschmutzungs- und Reinigungs-Gesichtspunkten wäre das sehr zu begrüßen!

Zur Beantwortung dieser Fragen wurde nicht nur die Literatur (z.B. [4]) nach Hinweisen auf Richtwirkungsmaße (directivity index DI) studiert, sondern es wurden auch Modelluntersuchungen mit Strömung als Ergänzung der Messungen ohne Strömung an ausgeführten Schornsteinen durchgeführt [5].

Für die Schallausbreitung im ebenen Gelände und etwa gleiche Höhen von Schornsteinmündung und Immissionsort ist nämlich nur der Anteil der Schallemissionen „immissionswirksam“, der in einem Winkel > 80° zur Strahlrichtung emittiert wird. Die Anteile, die in einen kleineren Raumwinkel zur Strahlachse des Schornsteines emittiert werden, können selbst bei Inversions- und Mitwind-Wetterlagen nicht mehr nach unten gebeugt werden und sind daher für den Schall-

Tabelle 1: Richtwirkungsmaße DI bei verschiedenen Betriebszuständen in 80° zur Strahlachse, 2 m Durchmesser (die kursiv und fett gedruckten letzten Werte sind aus Messungen ohne Strömung abgeschätzt)

Betriebszustand	Richtwirkungsmaß [dB]							
	Oktavband [Hz]							
	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
ohne Schalldämpfer, ohne Strömung	1	3	5	6	7	8	10	14
mit Schalldämpfer, ohne Strömung	1	6	10	12	15	20	25	28
mit Schalldämpfer, 15 m/s	1	6	9	11	14	18	23	25

Tabelle 2: Richtwirkungsmaße DI für immissionsrelevante Winkel der Schallemission von $\geq 80^\circ$ zur Strahlachse, Durchmesser 2 m (die kursiv und fett gedruckten letzten Werte sind aus Messungen ohne Strömung abgeschätzt)

Betriebszustand	Richtwirkungsmaß [dB]							
	Oktavband [Hz]							
	63	125	250	500	1 k	2 k	4 k	8 k
mit Schalldämpfer, 15 m/s, 80°	1	6	9	11	14	18	23	25
mit Schalldämpfer, 15 m/s, 90°	1	7	10	12	15	19	25	27
mit Schalldämpfer, 15 m/s, 100°	2	10	12	14	17	21	27	29
mit Schalldämpfer, 15 m/s, 110°	3	12	14	16	19	23	29	31

immissionsschutz uninteressant. Ziel der Messungen war, in Abhängigkeit von den geometrischen Parametern, der akustischen Wandimpedanz des Schornsteinrohres (mit Schalldämpfer oder ohne) und der Strömungsgeschwindigkeit festzustellen, mit welchen DI man bei der Auslegung von Schalldämpfern für Schornsteine rechnen kann, damit nicht unnötig viel Dämpfung für mittlere und hohe Frequenzen eingebaut wird.

Die Strömung an der Mündung muß insofern beachtet werden, als durch sie ein Schallgeschwindigkeitsgradient entsteht. Der Schall wird von der Strahlachse nach außen zur geringeren Schallgeschwindigkeit hin gebeugt. Dadurch wird die ohne Strömung gemessene Richtcharakteristik etwas verändert. Für eine Schornsteinmündung mit 2 m lichtem Durchmesser und Normaltemperatur werden für einen immissionswirksamen Abstrahlwinkel von 80° in **Tabelle 1** Meßergebnisse genannt, mit denen Schalldämpfer für Abluftanlagen bereits ausgelegt und störungsfrei in Betrieb genommen wurden.

Man erkennt den großen Einfluß der Richtcharakteristik bei mittleren und hohen Frequenzen auf diejenigen Anteile der Schallemission, die immissionswirksam werden können. Eine Richtwirkung DI von z.B. 14 dB bei 1 kHz und bei 15 m/s Strömungsgeschwindigkeit der Abluft an der Mündung des Schornsteines mit Schalldämpfer bedeutet, daß der Schalldämpfer in diesem Frequenzband 14 dB weniger Dämpfung bringen muß, als bei ungerichteter Schallabstrahlung notwendig wäre.

Welcher Winkel für den immissionswirksamen Schalleitungspegel im Einzelfall zutreffend ist, kann der VDI 2714 [6] entnommen werden. Es handelt sich um den Winkel zwischen Achsrichtung des Schornsteines und der Geraden von der Öffnung des Schornsteines zum Immissionsort, der um den Korrekturwinkel zwischen gerader Verbindungslinie und mit einem Radius von 5 km gekrümmter Verbindungslinie zwischen Emissions- und Immissionsort verringert wird. Nur dann, wenn der Immissionsort höher als die Schornsteinmündung liegt, kann dieser Winkel $< 80^\circ$ sein. Wie stark bei eingebautem Schalldämpfer und Winkeln $> 80^\circ$ zur Strömungsachse das Richtwirkungsmaß zunimmt, zeigt **Tabelle 2** für das Beispiel eines Schornsteines mit 2 m lichtigem Austrittsdurchmesser und 15 m/s Strömungsgeschwindigkeit.

Wenn man ohne genauere Kenntnis der Ausbreitungsbedingungen mit dem DI für 80° Abstrahlwinkel rechnet, liegt man also immer noch auf der „sicheren Seite“, jedenfalls was die Ausbreitung des Schalles im einigermaßen ebenen Gelände betrifft. Mit diesen neueren Ergebnissen über die Schallemission von Schornsteinmündungen lassen sich Schalldämpfer für Abgas-Anlagen genauer und damit wirtschaftlicher als bisher auslegen. Solche Beugungseinflüsse gibt es auch unter dem Einfluß von Temperaturgradienten, wenn die Abgastemperatur sich wesentlich von der Umgebungstemperatur unterscheidet. Das wird zur Zeit ebenfalls meßtechnisch untersucht.

Literatur

- [1] Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) Vom 26. August 1998 (GMBI. 1998, S. 503).
- [2] Eckoldt, D.; Hemsing, J.: Der Abluft-Kamin als Schalldämpfer. IBP-Mitteilung 24 (1997), Nr. 311.
- [3] Eckoldt, D.; Rambašek, N.; Brandstätter, P.; Hemsing, J.: Nutzung von Schornsteinen als Breitband-Schalldämpfer. Bauphysik 20 (1998), H. 6, S. 191-194.
- [4] Reinicke, W.; Danner, J.: Schallabstrahlung von Schornsteinen, Messung und technische Möglichkeiten zu ihrer Minderung. Forschungsbericht Nr. 105.03.301. UBA-FB 81-33, Umweltbundesamt, Berlin, 1981.
- [5] Jess, M.: Schallabstrahlung von Schornsteinmündungen. Diplomarbeit an der Fachhochschule Stuttgart – Hochschule für Technik, 2002.
- [6] VDI 2714: Schallausbreitung im Freien. Berlin: Beuth-Verlag, 1988.



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