Akustik

Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer

(ISO 14163 : 1998)
Deutsche Fassung EN ISO 14163 : 1998

DIN
EN ISO 14163

ICS 17.140.99

Acoustics – Guidelines for noise control by silencers
(ISO 14163 : 1998);
German version EN ISO 14163 : 1998

Acoustique – Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen de silencieux
(ISO 14163 : 1998);
Version allemande EN ISO 14163 : 1998

Die Europäische Norm EN ISO 14163 : 1998 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 14163 wurde in ISO/TC 43 (Akustik) auf Antrag von CEN/TC 211 (Akustik) erarbeitet. Sie entstand unter deutscher Projektleitung auf der Basis des Richtlinien-Entwurfes E VDI 2567 : 1994-10. Von deutscher Seite wurde die Erarbeitung durch den Arbeitsausschuß NALS B 2 (Schallschutzeinrichtungen [Schalldämpfer, Kapseln, Elastische Lagerung]) begleitet.

Mit dem Erscheinen dieser Norm wird der genannte VDI-Richtlinien-Entwurf zurückgezogen.

Für die im Abschnitt 2 in Bezug genommenen Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen.

ISO 7235 : 1991	siehe	DIN EN ISO 7235 : 1995-09
ISO 11691 : 1995	siehe	DIN EN ISO 11691 : 1996-02
ISO 11820 : 1996	siehe	DIN EN ISO 11820 : 1997-04

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 7235 : 1995-09
Akustik – Messungen an Schalldämpfern in Kanälen – Einfügungsdämpfungsmaß, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust (ISO 7235 : 1991); Deutsche Fassung EN ISO 7235 : 1995

DIN ISO 11691 : 1996-02
Akustik – Messung des Einfügungsdämpfungsmaßes von Schalldämpfern in Kanälen ohne Strömung – Laborverfahren der Genauigkeitsklasse 3 (ISO 11691 : 1995); Deutsche Fassung EN ISO 11691 : 1995

DIN ISO 11820 : 1997-04
Akustik – Messungen an Schalldämpfern im Einsatzfall (ISO 11820 : 1996);
Deutsche Fassung EN ISO 11820 : 1996

Fortsetzung 31 Seiten EN

Normenausschuß Akustik, Lärmminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

– Leerseite –

Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

EUROPÄISCHE NORM
EUROPEAN STANDARD
NORME EUROPÉENNE

EN ISO 14163

Oktober 1998

ICS 17.140.01

Deskriptoren: Akustik, Geräusch, Schall, Lärmminderung, Schalldämpfer, Spezifikation, akustische Eigenschaften, betriebstechnische Anforderungen, Leistungsmerkmale, Prüfung, akustische Prüfung, Datenblatt, Regeln (Anweisungen)

Deutsche Fassung

Akustik

Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer

(ISO 14163 : 1998)

Acoustics – Guidelines for noise control by silencers (ISO 14163 : 1998)

Acoustique – Lignes directrices pour la réduction du bruit au moyen de silencieux (ISO 14163 : 1998)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 21. September 1998 angenommen.

Die CEN-Mitglieder sind gehalten, die CEN/CENELEC-Geschäftsordnung zu erfüllen, in der die Bedingungen festgelegt sind, unter denen dieser Europäischen Norm ohne jede Änderung der Status einer nationalen Norm zu geben ist.

Auf dem letzten Stand befindliche Listen dieser nationalen Normen mit ihren bibliographischen Angaben sind beim Zentralsekretariat oder bei jedem CEN-Mitglied auf Anfrage erhältlich.

Diese Europäische Norm besteht in drei offiziellen Fassungen (Deutsch, Englisch, Französisch). Eine Fassung in einer anderen Sprache, die von einem CEN-Mitglied in eigener Verantwortung durch Übersetzung in seine Landessprache gemacht und dem Zentralsekretariat mitgeteilt worden ist, hat den gleichen Status wie die offiziellen Fassungen.

CEN-Mitglieder sind die nationalen Normungsinstitute von Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, der Tschechischen Republik und dem Vereinigten Königreich.

CEN

EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
European Committee for Standardization
Comité Européen de Normalisation

Zentralsekretariat: rue de Stassart 36, B-1050 Brüssel

© 1998 CEN – Alle Rechte der Verwertung, gleich in welcher Form und in welchem Verfahren, sind weltweit den nationalen Mitgliedern von CEN vorbehalten.

AVA Documents
Ref. Nr. EN ISO 14163 : 1998 D
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

Inhalt

	Seite
Einleitung	2
1 Anwendungsbereich	2
2 Normative Verweisungen	2
3 Definitionen	3
4 Spezifikation, Auswahl und Überlegungen zur Konstruktion	4
5 Schalldämpferbauarten, allgemeine Grundsätze und betriebstechnische Überlegungen	5
6 Betriebseigenschaften von Schalldämpferbauarten	8
7 Meßtechnik	21
8 Informationen zu Schalldämpfern	22
Anhang A (informativ) Anwendungen	23
Anhang B (informativ) Einfluß der spektralen Verteilung von Geräuschen auf die Angabe von Dämpfungsmaßen in Terz- und Oktavbändern	28
Anhang C (informativ) Betriebstemperaturen von Schallquellen und Temperaturgrenzwerte für schallabsorbierende Materialien	30
Anhang D (informativ) Literaturhinweise	30
Anhang ZA (normativ) Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen	31

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 14163 : 1998 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis April 1999, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis April 1999 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitutionen der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 14163 : 1998 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

ANMERKUNG: Die normativen Verweisungen auf Internationale Normen sind im Anhang ZA (normativ) aufgeführt.

Einleitung

Wenn eine Minderung von Luftschall an der Quelle nicht möglich ist, sind Schalldämpfer ein wirksames Mittel zur Minderung des Schalls auf dem Ausbreitungsweg. Schalldämpfer treten in zahlreichen Anwendungsbereichen und verschiedenen Bauformen auf, die durch unterschiedliche Kombinationen von Schallreflexion, Schallabsorption und Rückwirkung auf die Schallquelle bestimmt sind. Diese Internationale Norm bietet eine systematische Beschreibung der Wirkprinzipien, Leistungsdaten und Anwendungen von Schalldämpfern.

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm befaßt sich mit der praktischen Auswahl von Schalldämpfern zur Lärmminderung in gasförmigen Medien. Sie legt die akustischen und betriebstechnischen Anforderungen fest, die zwischen dem Lieferanten oder Hersteller und dem Anwender eines Schalldämpfers zu vereinbaren sind. Diese Internationale Norm beschreibt die grundlegenden Wirkprinzipien, ist jedoch keine Anleitung für die Auslegung von Schalldämpfern.

Die beschriebenen Schalldämpfer eignen sich unter anderem

- zur Dämpfung des betriebsbedingten Geräusches und zur Verhinderung der Übertragung von Geräuschen von Raum zu Raum bei raumlufttechnischen Anlagen;
- zur Verhinderung oder Minderung der Schallübertragung nach außen durch Lüftungsöffnungen von Räumen mit hohen Innenschallpegeln;
- zur Dämpfung der Ausblasgeräusche von Hochdruckleitungen;
- zur Dämpfung des von Verbrennungsmotoren erzeugten Ansaug- und Auspuffgeräusches;
- zur Dämpfung des Ansaug- und Ausblasgeräusches von Gebläsen, Verdichtern oder Turbinen.

Sie werden nach ihrer Bauart, ihren Betriebseigenschaften und ihren Anwendungsbereichen klassifiziert. Aktive Schalldämpfersysteme werden in dieser Internationalen Norm nicht im Detail behandelt.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden normativen Dokumente enthalten Festlegungen, die durch Verweisung in diesem Text Bestandteil der vorliegenden Internationalen Norm sind. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung dieser Internationalen Norm waren die angegebenen Ausgaben gültig. Alle Normen unterliegen der Überarbeitung. Vertragspartner, deren Vereinbarungen auf dieser Internationalen Norm basieren, werden gebeten, die Möglichkeit zu prüfen, ob die jeweils neuesten Ausgaben der im folgenden genannten Normen angewendet werden können. Die Mitglieder von IEC und ISO führen Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 3741
Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Precision method for broad-band sources in reverberation rooms

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

ISO 3744
Acoustics – Determination of sound power levels of noise sources – Engineering methods for free-field conditions over a reflecting plane

ISO 7235
Acoustics – Measurement procedures for ducted silencers – Insertion loss, flow noise and total pressure loss

ISO 11691
Acoustics – Measurement of insertion loss of ducted silencers without flow – Laboratory survey method

ISO 11820
Acoustics – Measurements on silencers in situ

3 Definitionen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Definitionen.

3.1

Schalldämpfer

Vorrichtung zur Verminderung der Schallübertragung durch einen Kanal, ein Rohr oder eine Öffnung ohne Unterbindung des Mediumtransportes

3.2

dissipativer Schalldämpfer
Absorptionsschalldämpfer

breitbandig wirkender Schalldämpfer mit relativ geringem Druckverlust, wirksam durch Reibung in porösen oder faserigen Kanalauskleidungen, wobei die Schallenergie teilweise in Wärme umgewandelt wird

3.3

Reaktivschalldämpfer

Oberbegriff für Resonator- und Reflexionsschalldämpfer, bei denen die Dämpfung in der Hauptsache nicht auf Dissipation von Schallenergie beruht

3.4

Reflexionsschalldämpfer

durch Änderungen des Kanalquerschnitts, durch Kanalauskleidungen mit Resonatoren oder durch Verzweigung in Kanalabschnitte mit verschiedenen Längen einfache oder mehrfache Schallreflexionen erzeugender Schalldämpfer

3.5

Resonatorschalldämpfer

durch die Dämpfung an schwach bedämpften Resonanzen von Elementen wirkender Schalldämpfer

ANMERKUNG: Die Elemente können Absorptionsmaterial enthalten.

3.6

Ausblaseschalldämpfer

Schalldämpfer zur Anwendung an Dampfabblas- und Druckentspannungsleitungen, der die Gasströmung durch einen beträchtlichen Druckverlust in einem porösen Material drosselt, wirksam durch Herabsetzung der Ausströmgeschwindigkeit und durch Rückwirkung auf die Schallquelle (z. B. ein Ventil)

3.7

aktiver Schalldämpfer

durch Interferenz des unerwünschten Schalls mit von steuerbaren Hilfsschallquellen erzeugtem Schall wirkender Schalldämpfer

ANMERKUNG: Es werden hauptsächlich Moden niederer Ordnung in Kanälen gedämpft.

3.8

adaptiver passiver Schalldämpfer

Schalldämpfer mit passiven schalldämpfenden Elementen mit anpaßbarer Abstimmung auf das Schallfeld

3.9

Einfügungsdämpfungsmaß

D_i

Differenz der Pegel der sich mit und ohne Schalldämpfer in einem Kanal oder durch eine Öffnung ausbreitenden Schalleistungen

ANMERKUNG 1: Das Einfügungsdämpfungsmaß wird in Dezibel (dB) angegeben.

ANMERKUNG 2: Angepaßt aus ISO 7235 : 1991.

3.10

Einfügungsschalldruckpegeldifferenz

D_{ip}

Differenz der ohne nennenswerten Fremdschall an einem Immissionsort auftretenden Schalldruckpegel ohne und mit eingebautem Schalldämpfer

ANMERKUNG 1: Die Einfügungsschalldruckpegeldifferenz wird in Dezibel (dB) angegeben.

ANMERKUNG 2: Angepaßt aus ISO 11820 : 1996.

3.11

Durchgangsdämpfungsmaß

D_t

Differenz der Pegel der auf einen Schalldämpfer auftreffenden und der von diesem durchgelassenen Schalleistung

ANMERKUNG 1: Das Durchgangsdämpfungsmaß wird in Dezibel (dB) angegeben.

ANMERKUNG 2: In normgerechten Prüfständen sind D_i und Dt identisch. Bei Messungen im Einsatzfall können jedoch aufgrund der eingeschränkten Meßmöglichkeiten oft voneinander abweichende Werte auftreten.

ANMERKUNG 3: Angepaßt aus ISO 11820 : 1996.

3.12

Stoßstellendämpfungsmaß

D_s

der auf Stoßstellen zurückzuführende Anteil des Einfügungsdämpfungsmaßes

ANMERKUNG: Das Stoßstellendämpfungsmaß wird in Dezibel (dB) angegeben.

3.13

Ausbreitungsdämpfungsmaß

D_a

Schalldruckpegelabnahme je Längeneinheit im Mittelbereich eines Schalldämpfers mit gleichbleibendem Querschnitt und Längsaufbau, die die Längsdämpfung der Grundmode beschreibt

ANMERKUNG: Das Ausbreitungsdämpfungsmaß wird in Dezibel je Meter (dB/m) angegeben.

3.14

Mündungsdämpfungsmaß

D_m

Differenz der Pegel der auf das offene Ende eines Kanals auftreffenden und der von diesem durchgelassenen Schalleistung

ANMERKUNG: Das Mündungsdämpfungsmaß wird in Dezibel (dB) angegeben.

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

3.15

Moden

räumliche Verteilungen des Schallfeldes in einem Kanal (oder Stehwellen quer zur Ausbreitungsrichtung), die voneinander unabhängig sind und unterschiedliche Dämpfungen erfahren

ANMERKUNG: Die Grundmode wird am wenigsten gedämpft. In engen Kanälen und in ausgekleideten Kanälen werden die höheren Moden wesentlich stärker gedämpft.

3.16

Untere Grenzfrequenz (Cut-on-Frequenz)

untere Grenze für die Frequenz einer in einem Kanal mit schallharten Wänden ausbreitungsfähige Mode höherer Ordnung

ANMERKUNG 1: Die untere Grenzfrequenz (Cut-on-Frequenz) wird in Hertz (Hz) angegeben.

ANMERKUNG 2: In einem Kanal mit Kreisquerschnitt ist die untere Grenzfrequenz für die erste Mode höherer Ordnung f_{cC} = 0,57 c/C, wobei c die Schallgeschwindigkeit und C der Kanaldurchmesser ist. Für einen Rechteckkanal, dessen größere Seitenlänge H ist, ist f_{cR} = 0,5 c/H.

3.17

Druckverlust

Δp_t

Differenz der mittleren Gesamtdrücke stromauf und stromab vom Schalldämpfer

ANMERKUNG 1: Der Druckverlust wird in Pascal (Pa) angegeben.

ANMERKUNG 2: Angepaßt aus ISO 7235 : 1991.

3.18

Strömungsgeräusch

Geräusch, das durch die Strömungsverhältnisse im Schalldämpfer erzeugt wird

ANMERKUNG: Schalleistungspegel der Strömungsgeräusche und Druckverluste, die in Laborprüfungen gemessen wurden, beziehen sich auf eine gleichmäßige Querverteilung der Strömung am Schalldämpfereintritt. Kann das Vorliegen eines solchen gleichmäßigen Profils, z. B. aufgrund der Konstruktion des Kanals stromauf vom Schalldämpfer, im Einsatzfall nicht vorausgesetzt werden, so ergeben sich höhere Pegel des Strömungsgeräusches und größere Druckverluste.

4 Spezifikation, Auswahl und Überlegungen zur Konstruktion

4.1 Festzulegende Anforderungen

4.1.1 Im allgemeinen darf der Schalldruckpegel (A-bewertet, in Terzbändern oder in Oktavbändern) an einem festgelegten Immissionspunkt, z. B. an einem Arbeitsplatz, in der Nachbarschaft oder in einem Ruheraum, einen festgelegten Wert nicht überschreiten. Der zulässige Beitrag einer Schallquelle kann dann ausgehend von ihrem Schalleistungspegel und ihrer Richtwirkung unter Benutzung von Schallausbreitungsgesetzen und unter Berücksichtigung der erforderlichen Verteilung auf mehrere Teilschallquellen bestimmt werden. Das erforderliche Einfügungsdämpfungsmaß des Schalldämpfers ist durch die Differenz von zulässigem und tatsächlichem Schallleistungspegel der Quelle bestimmt.

In einfachen Fällen, in denen die Schallimmission ausschließlich von der zu bedämpfenden Schallquelle herrührt, läßt sich die erforderliche Einfügungsschalldruckpegeldifferenz direkt aus der Differenz von zulässigem und tatsächlichem Schalldruckpegel am Immissionspunkt berechnen. Hat der Schalldämpfer nur einen vernachlässigbaren Einfluß auf die Richtwirkung, sind Einfügungsschalldruckpegeldifferenz und Einfügungsdämpfungsmaß des Schalldämpfers gleich.

4.1.2 Der zulässige Druckverlust darf nicht überschritten werden.

ANMERKUNG: Diese Anforderung sollte so eindeutig wie möglich formuliert werden. Anstelle der ungenauen Festlegung „so klein wie möglich“ ist ein sinnvoller Grenzwert anzugeben. Auch wenn der Druckverlust als „unkritisch“ bewertet wird, sollte ausgehend von der durch die Stabilität gegenüber mechanischen Einwirkungen, dem Eigengeräusch oder Energieverbrauchskosten bestimmten höchstzulässigen Strömungsgeschwindigkeit ein Grenzwert festgelegt werden.

4.1.3 Die zulässige Größe des Schalldämpfers muß (aus Kostengründen und wegen der Masse) so gering wie möglich gehalten werden.

ANMERKUNG: Durch den Stand der Technik ist eine Mindestgröße für den Schalldämpfer gegeben, die nicht weiter verringert werden kann. Sie ergibt sich aus der geforderten Schallpegelminderung, dem zulässigen Druckverlust und aus anderen Einschränkungen, wie etwa hinsichtlich zu benutzender (oder zu vermeidender) Werkstoffe, der Stabilität gegenüber verschiedenen Belastungen usw.

4.1.4 Zusätzliche Anforderungen (hinsichtlich der Werkstoffe, der Lebensdauer, der Dichtigkeit usw.) ergeben sich durch die Verwendung des Schalldämpfers in heißen, feuchten oder chemisch aggressiven Gasen, in Druckleitungen oder für hohe Schalldruckpegel oder Schwingungspegel sowie durch die Kombination von Schalldämpfern mit Abgasreinigungsanlagen, Funkenfängern und Partikelfiltern.

4.2 Auswahl und Auslegung von Schalldämpfern

Spezifische Informationen über Schalldämpfer können gewonnen werden aus

- Labormessungen nach ISO 7235;
- den Prüfdaten von Schalldämpferherstellern;
- theoretischen Modellen zur Berechnung des Ausbreitungsdämpfungsmaßes und Einfügungsdämpfungsmaßes für Schalldämpfer mit rundem oder rechteckigem Querschnitt;
- Verfahren zur Vorausberechnung von Druckverlusten und Strömungsgeräuschen.

Die Auswahl eines Absorptions-, Resonator- oder Ausblaseschalldämpfers wird nach seiner Verwendung oder unter Hinzuziehung der in dieser Internationalen Norm niedergelegten Erfahrungen getroffen.

Die Ergebnisse von Computerprogrammen zur Berechnung des Einfügungsdämpfungsmaßes von Absorptionsschalldämpfern hängen von Annahmen bezüglich der Größe und Verteilung des Strömungswiderstandes im Schalldämpfer und der akustischen Auswirkung der Abdeckung ab. Bestimmte geometrische Eigenschaften wie das Versetzen von Kulissen gegeneinander oder die Kassettierung von Absorbern sind einer Berechnung nicht

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

Tabelle 1: Typische Vor- und Nachteile verschiedener Schalldämpferbauarten

Schalldämperbauart	Vorteile	Nachteile
Absorptionsschalldämpfer	Breitbandige Dämpfung, geringer Druckverlust.	Empfindlichkeit gegenüber Verschmutzungen, mechanischer Zerstörung.
Reaktive Schalldämpfer:		
– Resonatorschalldämpfer	Abgestimmte Dämpfung, unempfindlich gegenüber Verschmutzung.	Schmalbandige Dämpfung, Empfindlichkeit gegenüber Strömung.
– Reflexionsschalldämpfer	Robustes Bauelement, Anwendung bei starken Druckpulsationen, hohen Schallpegeln, verschmutzter Strömung, starken mechanischen Schwingungen.	Größerer Druckverlust, akustische Durchlaßbereiche (Frequenzbänder, in denen wenig oder nur geringe Dämpfung auftritt), Empfindlichkeit der akustischen Wirksamkeit gegenüber Strömung.

leicht zugänglich. Die größte Genauigkeit erreichen Berechnungen von Parametervariationen bezüglich Konstruktion und Betriebsbedingungen. Der Einfluß der Strömung auf die Dämpfung von Resonatorschalldämpfern wird bei speziellen, hochentwickelten Computerprogrammen berücksichtigt.

4.3 Auslegung von Schalldämpfern für eine spezifische Anwendung

Die Auslegung eines Schalldämpfers für eine spezifische Anwendung ist normalerweise ein iterativer Vorgang mit den folgenden Arbeitsschritten:

a) grobe Festlegung der Abmessungen von freien Kanälen für die Strömung und von daran angeschlossenen Räumen zur Schallverteilung, z. B. unter Verwendung der Herstellerangaben zu ähnlichen Schalldämpfern und unter Berücksichtigung der wesentlichen Anforderungen und Einschränkungen;

b) Bau eines Modells für Vorausberechnungen oder Messungen;

c) Benutzung des Modells und Vergleich der Ergebnisse mit den Anforderungen hinsichtlich Schallpegelminderung und Druckverlust;

d) Änderung von Abmessungen und Absorptionsmaterialien mit dem Ziel der Erfüllung der Anforderungen oder der Optimierung der Konstruktion;

e) konstruktive Berücksichtigung besonderer Anforderungen.

5 Schalldämpferbauarten, allgemeine Grundsätze und betriebstechnische Überlegungen

5.1 Überblick

Schalldämpfer werden eingesetzt zur

– Vermeidung von Pulsationen und Schwingungen des Gases an der Quelle,

– Verminderung der Umwandlung von Pulsationen und Schwingungen in Schallenergie und

– Umwandlung von Schallenergie in Wärme.

Das resultierende Einfügungsdämpfungsmaß für einen in einem Kanal eingebauten Schalldämpfer wird im allgemeinen von allen drei oben genannten Mechanismen abhängen. Je nachdem, welcher der beteiligten Dämpfungsmechanismen dominiert, können Schalldämpfer in folgende Klassen unterteilt werden (siehe Tabelle 1):

– Absorptionsschalldämpfer,

– reaktive Schalldämpfer einschließlich Resonator- und Reflexionsschalldämpfern,

– Ausblaseschalldämpfer,

– aktive Schalldämpfer.

5.1.1 Absorptionsschalldämpfer

Diese ermöglichen bei relativ geringem Druckverlust breitbandig wirkende Schalldämpfung durch Umwandlung von Schallenergie in Wärme. Bei Einsatz von Absorptionsschalldämpfern in Kanälen, durch die Gase mit staubhaltigen oder zur Verkrustung neigenden Verunreinigungen strömen, sind Vorkehrungen zur Vermeidung einer Verstopfung oder einer Belagbildung auf der Oberfläche des Absorptionsmaterials zu treffen. Poröse Absorber aus feinfaserigem Material oder dünnwandigen Strukturen können durch hohe Wechseldruckamplituden mechanisch zerstört werden.

5.1.2 Resonatorschalldämpfer (reaktiv)

Diese mindern die Umwandlung von Gaspulsationen und -schwingungen in Schallenergie und absorbieren Schall. Einzelne Resonatoren werden als Abzweige in Kanalwände eingebaut. Gruppen von Resonatoren werden als Kanalauskleidungen oder Kulissen in Kanäle eingebaut und verursachen so einen begrenzten Druckabfall. Die Resonanzen sind hauptsächlich auf tiefe und mittlere Frequenzen abgestimmt, bei denen Dämpfung nötig ist. Die Wirksamkeit ist auf ein schmales Frequenzband beschränkt, ist empfindlich gegenüber streifender Strömung und kann (unter bestimmten ungünstigen Bedingungen) negativ sein, so daß ein Ton erzeugt wird.

5.1.3 Reflexionsschalldämpfer (reaktiv)

Diese mindern die Umwandlung von Gaspulsationen und -schwingungen in Schallenergie. Sie werden normalerweise wegen ihrer Robustheit für Anwendungsbereiche gewählt, in denen reine Absorptionsschalldämpfer weniger geeignet sind und wo größere Druckverluste zulässig sind. Dies ist z. B. der Fall bei Gasströmungen mit Staub, bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten und stärkeren Druckpulsationen und in Anwendungsbereichen mit starken mechanischen Schwingungen. Maximalwerte der Dämpfung werden in ihrer Höhe und Frequenzlage durch die Strömung beeinflußt. Es besteht die Möglichkeit, daß in einigen Frequenzbändern nur eine geringe oder sogar negative Dämpfung auftritt.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

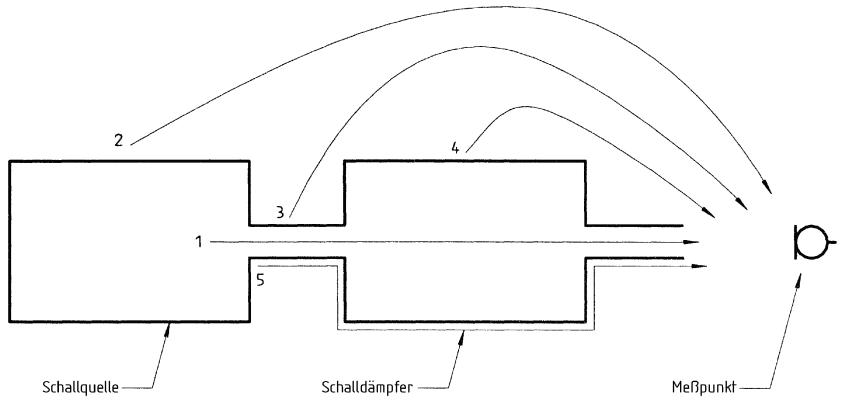


Bild 1: Schallausbreitungswege (Prinzipskizze)

5.1.4 Ausblaseschalldämpfer

Diese werden in Dampf- und Druckluftausblaseleitungen eingebaut und wirken durch Rückwirkung auf die Schallquelle, z. B. ein Ventil, sowie durch Herabsetzung der Ausströmgeschwindigkeit aufgrund einer vergrößerten Fläche. Dabei ist die Umwandlung von Schall in Wärme in der Regel von geringer Bedeutung. Hohe Druckverluste erfordern eine hohe mechanische Festigkeit des Schalldämpfers. Die Wirksamkeit kann durch vom Gas mitgeführte Stoffe beeinträchtigt werden. Außerdem besteht Vereisungsgefahr.

5.1.5 Aktive Schalldämpfer

Diese bestehen im wesentlichen aus Lautsprechern, die über Verstärker und geeignete Mikrofone angesteuert werden. Die Steuerung erfolgt über einen Hochleistungsrechner, den Controller. Hierbei handelt es sich um Spezialgeräte, die in dieser Internationalen Norm unberücksichtigt bleiben. Aktive Schalldämpfer erzielen ihre höchste Wirksamkeit bei tiefen Frequenzen, wo passive Absorptionsschalldämpfer geringe Dämpfung bieten.

ANMERKUNG: Aktive Systeme werden gegenwärtig ausschließlich als individuelle, auf bestimmte Anwendungen zugeschnittene Lösungen angeboten und werden deshalb in dieser Internationalen Norm nicht erörtert.

5.2 Akustische und aerodynamische Leistungsdaten von Schalldämpfern

Die von einem Schalldämpfer geforderte Dämpfung wird durch das Einfügungsdämpfungsmaß, D_i, beschrieben, wenn kein bestimmter Immissionspunkt definiert ist, oder durch die Einfügungsschalldruckpegeldifferenz, D_{ip}, an einer bestimmten Stelle. Sie wird in Terz- oder Oktavbändern festgelegt. Nach der Prüfstandsnorm ISO 7235 ist die Dämpfung in Terzbändern zu messen. Oktavwerte können nach folgender Gleichung (1) berechnet werden:

$$D_{1/1} = -10 \lg \left(\frac{1}{3} \sum_{k=1}^{3} 10^{\frac{D_{1/3,k}}{10\ \mathrm{dB}}} \right) \qquad (1)$$

Dabei bezeichnen $D_{1/3,1}$ bis $D_{1/3,3}$ die Dämpfungen in Dezibel in den drei zu einer Oktave gehörenden Terzbändern und $D_{1/1}$ die resultierende Dämpfung für das Oktavband. Für breitbandige Geräusche und für breitbandig wirkende Schalldämpfer genügt die Angabe der Dämpfung in Oktavbändern. Bei tonhaltigen Geräuschen und schmalbandig wirkenden Resonatorschalldämpfern sollte die Dämpfung in Terzbändern angegeben werden.

ANMERKUNG 1: Oktavbanddämpfungswerte können stark vom Spektrum des Geräuschs abhängig sein (siehe Anhang B).

Ein notwendiger Parameter für die Auswahl eines Schalldämpfers ist der zulässige Druckverlust in der Strömung. Er darf den Gesamtdruckverlust Δp_t nicht überschreiten, der nach Gleichung (2) von der mittleren Strömungsgeschwindigkeit, der Gasdichte und den Strömungsverhältnissen abhängt:

$$\Delta p_t = (\zeta + \Delta\zeta) \frac{\varrho}{2} v_1^2 \qquad (2)$$

Dabei ist:

ζ der Gesamtdruckverlustkoeffizient nach ISO 7235 für gleichmäßige Strömungsverhältnisse an beiden Schalldämpferenden;

$\Delta\zeta$ der zusätzliche Druckverlustkoeffizient infolge von Strömungsverhältnissen im Einsatzfall, der von den Prüfstandsverhältnissen abweicht (Werte sind aufgrund von Erfahrungen abzuschätzen);

ϱ die Gasdichte, in Kilogramm je Kubikmeter (kg/m^3);

v_1 die mittlere Strömungsgeschwindigkeit im Anströmquerschnitt, in Meter je Sekunde (m/s).

ANMERKUNG 2: Häufig unterscheidet sich die Definition des Gesamtdruckverlustkoeffizienten von derjenigen nach ISO 7235. Die Definition muß daher vor der Verwendung von Zahlenwerten überprüft werden. Eine abweichende Definition ist z. B. diejenige, in der anstelle von v_1 die Strömungsgeschwindigkeit im engsten Querschnitt des Schalldämpfers betrachtet wird. Dies führt zu erheblich kleineren Werten für ζ.

Weitere zu berücksichtigende Parameter, die die akustischen und aerodynamischen Leistungsdaten beeinflussen, sind

– das Strömungsgeräusch,
– die maximal für den Schalldämpfer verfügbaren Abmessungen und
– die notwendige Standfestigkeit des Schalldämpfers unter der Einwirkung von Strömung, Druckpulsationen und mechanischer Schwingung.

5.3 Schallausbreitungswege

Bei der Schallausbreitung von einer Schallquelle zum Immissionsort können neben dem Weg direkt durch den Schalldämpfer (Bild 1, Weg 1) folgende weitere Ausbreitungswege vorhanden sein:

a) Abstrahlung vom Gehäuse der Schallquelle (Weg 2);
b) Abstrahlung von den Kanalwänden vor dem Schalldämpfer (Weg 3);

Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

c) Abstrahlung vom Schalldämpfermantel (Weg 4);

d) Ausbreitung von Körperschall über den Schalldämpfer hinweg und an diesem vorbei (Weg 5).

Diese Nebenwege sind durch ausreichende Schalldämmung der Gehäuse und Kanalwände und durch Einfügen von Schwingungsisolatoren zur Unterbrechung des Körperschallausbreitungsweges zu unterbinden.

5.4 Akustischer Einbaueffekt

In bestimmten Anwendungsbereichen und bei bestimmten Schalldämpferbauarten ist die erzielte Schalldämpfung von den Kennwerten der anströmseitigen Schallquelle und denjenigen des ausströmseitigen Endstücks abhängig. Ein derartiger Einbaueffekt tritt insbesondere bei reaktiven Schalldämpfern oder bei allen Arten von Schalldämpfern für tiefe Frequenzen auf.

Es ist außerdem wichtig, daß entweder die Schallquelle oder das Endstück reaktiv, d. h. nichtabsorbierend, ist. Sind diese Bedingungen erfüllt, kann mit Resonanzeffekten im System gerechnet werden, die zu starker Kopplung zwischen verschiedenen Teilen des Systems führen. Formal kann diese Art von Einbaueffekt durch Gleichung (3) beschrieben werden:

$$L_W(\text{abgestrahlt}) = L_W(\text{Quelle}) - D_t - D_m + E \qquad (3)$$

Dabei ist:

L_W(abgestrahlt) der Pegel der vom Kanalende abgestrahlten Schalleistung, in Dezibel (dB);

L_W(Quelle) der Pegel der von der Quelle bei reflexionsfreiem Endstück in den Kanal abgestrahlten Schalleistung, in Dezibel (dB);

D_t das Durchgangsdämpfungsmaß (siehe 3.11), in Dezibel (dB);

D_m das Mündungsdämpfungsmaß (siehe 3.14 und 6.2.2.2), in Dezibel (dB);

E der akustische Einbaueffekt, in Dezibel (dB); in dissipativen Systemen liegt E im allgemeinen in einer Größenordnung von nicht mehr als 10 dB.

Die durch E beschriebene Rückwirkung von reflektiertem Schall auf die Quelle kann in einer Verstärkung oder einer Verringerung der Schallemission resultieren.

ANMERKUNG: Bei stark reaktiven Systemen kann E einen großen, positiven Wert in schmalen Frequenzbändern annehmen, was bedeutet, daß das Schalldämpfersystem die von der Quelle abgestrahlte Schallleistung verstärkt.

5.5 Abriebfestigkeit und Schutz absorbierender Oberflächen

Durch Abrieb der in Absorptionsschalldämpfern verwendeten Werkstoffe können Partikel der Füllung in den Gasstrom gelangen.

ANMERKUNG: Über die Partikelanzahlkonzentration im Gasstrom bei längerem Schalldämpferbetrieb ist wenig bekannt.

Ist die Oberfläche eines schallabsorbierenden Materials mechanisch beschädigt, lösen sich schon bei geringer Strömungsgeschwindigkeit durch Erosion große Mengen von Partikeln. Dieser Vorgang kann sogar zu völliger Entleerung eines ganzen Absorptionselementes (z. B. einer Kulisse) führen.

Um die schallabsorbierende Füllung von Schalldämpfern vor Feuchtigkeit, Wasser oder Verunreinigungen im Gas (insbesondere in Krankenhäusern und in Betrieben der Lebensmitteltechnik) zu schützen, werden Folien zur luftdichten Versiegelung verwendet. Derartige Folien verringern nicht nur die Wirksamkeit bei höheren Frequenzen, sondern sie können auch während des Anlagenbetriebs reißen. Eine Gesamtdruckdifferenz (d. h. statisch und dynamisch) innerhalb und außerhalb des versiegelten Elementes erzeugt Spannungen in der Folie. Höhere Temperaturen und aufschlagende scharfe (und heiße) Teilchen erhöhen das Risiko einer Beschädigung. Wenn also eine schallabsorbierende Füllung mittels Folie geschützt werden soll, sind sorgfältige Überlegungen unter Berücksichtigung von Foliendicke, Temperaturen, Strömungsgeschwindigkeiten und Gasverunreinigung anzustellen.

5.6 Feuergefahr und Explosionsschutz

Eine besondere Gefahr für die Entstehung und die Fortleitung von Bränden über Schalldämpfer in Lüftungsanlagen besteht bei technischen Anlagen, in denen Ölnebel (Aerosole) mitgeführt werden. Dies gilt insbesondere für Chemielaboratorien, Großküchen und Motorenprüfstände. Bei Schalldämpfern, die von staubführenden Gasen durchströmt werden, ist zu beachten, daß organische Substanzen wie Mehl oder Milchpulver mit Luft zündfähige Gemische bilden können.

In all diesen Anwendungsbereichen sind, wie in vielen Bauvorschriften festgelegt, für den Schalldämpfer „nicht brennbare“ Materialien zu verwenden. Eine Ansammlung von Fetten, Ölen oder Stäuben im Absorbermaterial ist durch geeignete Formgebung und Anordnung der Schalldämpfer zu vermeiden. Resonatorschalldämpfer ohne Absorptionsmaterial, bei denen Vorkehrungen gegen Staubablagerungen getroffen werden, sind ebenfalls geeignet, die Forderungen nach Brand- und Explosionsschutz zu erfüllen.

5.7 Anfahren und Abschalten von Anlagen

Schalldämpfer in technischen Anlagen können beim Anfahren und Abschalten der Anlage Probleme verursachen. Bei starken Änderungen des Drucks und/oder der Temperatur muß für ausreichende Dehnungsmöglichkeit der Schalldämpferbauteile gesorgt werden. Insbesondere sind bei Druckschwankungen und für Folienabdeckungen Druckentlastungsmöglichkeiten in der Absorberauskleidung vorzusehen.

Beim Anfahren und Abschalten von Anlagen entstehen vielfach Taupunktunterschreitungen, insbesondere im Inneren der Absorberauskleidungen und auf der Innenseite des Schalldämpfergehäuses. Feuchtigkeitsansammlungen sollten vermieden werden (z. B. „Trockenfahren“ der Anlage); unter Umständen entstehen besondere Korrosionsprobleme. Es sollte für Kondensatablauf gesorgt werden.

5.8 Korrosion

Schalldämpfergehäuse, -abdeckungen und -trennwände sowie Anbauflansche aus Blech sind vor Witterungseinflüssen, Säuren in Abgasen und elektrischen Potentialdifferenzen zwischen verschiedenen Werkstoffen zu schützen. Korrosion kann durch Auswahl besonderer Materialien (z. B. Aluminium) oder durch Einsatz von Schutzabdeckungen (z. B. Gummi) vermieden werden.

5.9 Hygieneanforderungen und Kontaminationsgefahr

Spezielle Anforderungen sind beispielsweise einzuhalten

– in Reinräumen,
– in Betrieben der Lebensmitteltechnik,
– in Krankenhäusern,
– in Kraftwerken.

Hygienische Probleme können entstehen durch Staubablagerungen an der Oberfläche von schallabsorbierenden Auskleidungen mit gutem Haftvermögen, insbesondere in

AVA Documents
Document Sharing Hub

Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05

Verbindung mit Feuchtigkeit. Lebensfähige Partikel (Bakterien) können ebenfalls ein Problem darstellen, speziell bei erhöhter Lufttemperatur. Eine nukleare Kontamination kann in Kernkraftwerken entstehen.

In derart gefährdeten Anlagen sind glatte Oberflächen für die Schalldämpferauskleidungen zu verwenden. Größere Hohlräume und vorspringende Kanten sind zu vermeiden, weil sie Ansammlungen von Staub und Feuchtigkeit fördern und den Druckverlust erhöhen.

5.10 Inspektion und Reinigung, Dekontamination

Wo erforderlich, sollte die Möglichkeit zur Inspektion, zur Reinigung und zum Austausch von Schalldämpfern oder Kulissen vorgesehen sein.

Die speziellen Anforderungen in den meisten Anwendungsbereichen raumlufttechnischer Anlagen machen eine Reinigung bzw. Dekontamination in gewissen Zeitabständen erforderlich. Dazu müssen die Elemente (Kulissen) ausgebaut und gereinigt (dekontaminiert) oder ersetzt werden können. Das Schalldämpfergehäuse ist in diesem Fall ebenfalls zu reinigen. Die Reinigung von Schalldämpferkulissen kann je nach Konstruktion mit Druckluft, Dampfstrahl, Bürsten und Lösungsmitteln oder Dekontaminationsflüssigkeiten erfolgen.

Auf Kulissen in einer staubbeladenen Strömung wird sich nach gewisser Betriebszeit eine Staubablagerung bilden, die zu einer merkbaren Verringerung des Einfügungsdämpfungsmaßes führt. Auch hier sollte die Möglichkeit einer Reinigung in bestimmten Zeitabständen vorgesehen sein.

6 Betriebseigenschaften von Schalldämpferbauarten

6.1 Absorptionsschalldämpfer

6.1.1 Einfache Absorptionsschalldämpfer

Der einfache Absorptionsschalldämpfer besteht aus einem geraden Kanal mit schallabsorbierender Wandauskleidung, mit rundem oder rechteckigem Querschnitt ohne Einbauten (siehe Bild 2).

Ein schallabsorbierendes Element besteht aus einer oder mehreren Schichten von Absorbermaterial und einer schalldurchlässigen Abdeckung. Als Absorbermaterialien werden feine Mineral-, Metall- oder Kunststoffasern und offenporige Strukturen aus Schaumstoff, Sintermetall oder Beton verwendet. Bei gröberen Strukturen wirkt sich weniger die Zähigkeit der Luft und mehr die Wirbelbildung aus. Druckdifferenzen nehmen dann mit dem Quadrat der Strömungsgeschwindigkeit zu. Solche nichtlinearen Effekte können sich bei durchströmten oder tangential angeströmten Absorbern bemerkbar machen. Zur Abdekkung von Fasermaterialien und Schaumstoffen bei starker Beanspruchung sollten Lochbleche, Streckmetallgitter in Kombination mit engmaschigen Drahtgeweben, Glasfasergeweben oder Stahlfaservliesen und bei schwächerer Beanspruchung dünne Folien, Glasfaser- oder Kunststoffvliese Anwendung finden.

Das Durchgangsdämpfungsmaß D_t (oder das Einfügungsdämpfungsmaß D_i, siehe 3.11) eines einfachen Absorptionsschalldämpfers kann beschrieben werden durch

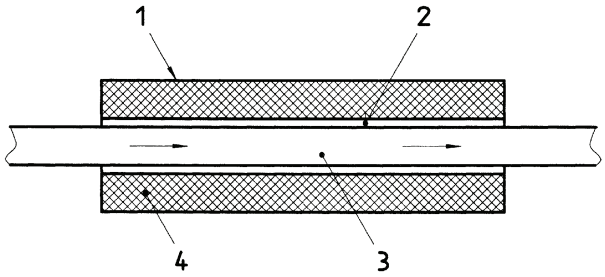
$$D_t = D_s + D_a l \qquad (4)$$

Dabei ist:

D_s das Stoßstellendämpfungsmaß, in Dezibel (dB);

D_a das Ausbreitungsdämpfungsmaß längs des Schalldämpfers, in Dezibel je Meter (dB/m);

l die Länge des Schalldämpfers, in Meter (m).



Legende:

1 Außenmantel
2 schalldurchlässige Abdeckung
3 Strömungskanal
4 schallabsorbierendes Material

Bild 2: Absorptionsschalldämpfer (schematisch)

Das Stoßstellendämpfungsmaß kann aus Prüfstandsmessungen an zwei verschiedenen Längen l_1 und l_2 einer Schalldämpferbauart errechnet werden. Werden die Einfügungsdämpfungsmaße D_{i1} und D_{i2} für l_1 und l_2 ohne den Einfluß von Nebenwegübertragung innerhalb des Schalldämpfers oder um diesen herum gemessen, so läßt sich das Stoßstellendämpfungsmaß D_s aus Gleichung (5) bestimmen:

$$D_s = \frac{D_{i1} l_2 - D_{i2} l_1}{l_2 - l_1} \qquad (5)$$

Das Ausbreitungsdämpfungsmaß wird aus solchen Messungen wie folgt bestimmt:

$$D_a = \frac{D_{i2} - D_{i1}}{l_2 - l_1} \qquad (6)$$

Zur qualitativen Schätzung des Ausbreitungsdämpfungsmaßes D_a kann die Pieningsche Formel verwendet werden:

$$D_a \propto \frac{U}{S}\alpha \qquad (7)$$

Dabei ist:

U die Länge des mit schallabsorbierendem Material ausgekleideten Kanalumfangs, in Meter (m);

S die Querschnittsfläche des Kanals, in Quadratmeter (m^2);

α der Schallabsorptionsgrad der Auskleidung.

Je größer das Verhältnis der Fläche Ul des Absorbers zur Querschnittsfläche S des Kanals und je größer der Schallabsorptionsgrad α der Kanalauskleidung, desto wirksamer ist der Absorptionsschalldämpfer. Kleine schallreflektierende Oberflächen mindern die Wirkung nur geringfügig.

Die freie Fläche S des Querschnitts ist abhängig von der größten zulässigen Strömungsgeschwindigkeit. Diese Strömungsgeschwindigkeit darf wegen ihrer Beziehung zur Lebensdauer des Schalldämpfers, zu Druckverlusten und Strömungsgeräuschen nicht überschritten werden. Wird die Fläche an Anschlußkanäle angepaßt, darf der Querschnitt ebenfalls rund oder rechteckig sein. Gleichung (7) zeigt, daß enge, rechteckige Öffnungen mit schallabsorbierender Auskleidung an den größeren Seiten vorzuziehen sind. Bei derartigen Öffnungen wird auch eine Strahlbildung verhindert, wie sie auftritt, wenn der Abstand zwischen den Wänden größer als eine halbe Schallwellenlänge ist.

AVA Documents
Document Sharing Hub
Full document details: DIN EN ISO 14163:1999-05