

	Akustik Bestimmung der von Ventilatoren und anderen Strömungsmaschinen in Kanäle abgestrahlten Schalleistung Kanalverfahren (ISO 5136:2003) Deutsche Fassung EN ISO 5136:2003	 EN ISO 5136
--	---	--

ICS 17.140.20, 23.120

 Ersatz für
 DIN EN 25136:1994-02

Acoustics — Determination of sound power radiated into a duct by fans
 and other air-moving devices — In-duct method (ISO 5136:2003);
 German version EN ISO 5136:2003

Acoustique — Détermination de la puissance acoustique rayonnée dans
 un conduit par des ventilateurs et d'autres systèmes de ventilation —
 Méthode en conduit (ISO 5136:2003);
 Version allemande EN ISO 5136:2003

Die Europäische Norm EN ISO 5136:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

Nationales Vorwort

Die der Europäischen Norm EN ISO 5136 zugrundeliegende Internationale Norm ISO 5236:2003 wurde von der Arbeitsgruppe 47 „Determination of sound power radiated into a duct by fans“ von ISO/TC 43/SC 1 „Noise“ unter deutscher Mitarbeit erstellt.

Auf europäischer Ebene fällt die Norm in den Bereich des CEN/TC 211 „Akustik“. Das zuständige nationale Gremium ist der Arbeitskreis NALS B 2 AK 1 „Schallschutz in Strömungskanälen“ im Arbeitsausschuss NALS B 2 „Schallschutzeinrichtungen (Schalldämpfer, Kapseln, elastische Lagerung)“.

Der Entwurf zu dieser Norm wurde veröffentlicht als E DIN ISO 5136:2000-06.

Für die im Abschnitt 2 und in den Literaturhinweisen zitierten Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 266	siehe DIN EN ISO 266	ISO 7574-1	siehe DIN EN 27574-1
ISO 3740	siehe DIN EN ISO 3740	ISO 7574-3	siehe DIN EN 27574-3
ISO 3741	siehe DIN EN ISO 3741	ISO 7574-4	siehe DIN EN 27574-4
ISO 3743-1	siehe DIN EN ISO 3743-1	ISO 9614-1	siehe DIN EN ISO 9614-1
ISO 3743-2	siehe DIN EN ISO 3743-2	ISO 9614-2	siehe DIN EN ISO 9614-2
ISO 3744	siehe DIN EN ISO 3744	ISO 9614-3	siehe E DIN EN ISO 9614-3
ISO 3745	siehe E DIN EN ISO 3745	IEC 60651	siehe DIN EN 60651
ISO 3746	siehe DIN EN ISO 3746	IEC 61260	siehe DIN EN 61260
ISO 5801	siehe DIN 24163-1, DIN 24163-2, DIN 24163-3	IEC 60942	siehe DIN EN 60942
ISO 7235	siehe E DIN EN ISO 7235		

 Fortsetzung Seite 2 und 3
 und 72 Seiten EN

Normenausschuss Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI

Änderungen

Gegenüber DIN EN 25136:1994-02 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich im Hinblick auf zulässige Druckmessgeräte und Strömungsgeschwindigkeit erweitert;
- b) Korrekturen vereinfacht;
- c) Messeinrichtung geändert, um Kompatibilität mit ISO 5801 sicherzustellen;
- d) neue Gestaltungsmöglichkeiten für reflexionsarme Kanalabschlüsse aufgenommen;
- e) Europäische Norm EN ISO 5136:2003 übernommen.

Frühere Ausgaben

DIN 45635-9: 1989-12

DIN EN 25136: 1994-02

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN 24163-1, *Ventilatoren – Leistungsmessung, Normkennlinien.*

DIN 24163-2, *Ventilatoren – Leistungsmessung, Normprüfstände.*

DIN 24163-3, *Ventilatoren – Leistungsmessung an Kleinventilatoren, Normprüfstände.*

DIN EN 27574-1, *Akustik – Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten – Teil 1: Allgemeines und Begriffe (Identisch mit ISO 7574-1:1985); Deutsche Fassung EN 27574-1:1988.*

DIN EN 27574-3, *Akustik – Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten – Teil 3: Einfaches Verfahren (Übergangsregelung) für Maschinenlose (Identisch mit ISO 7574-3:1985); Deutsche Fassung EN 27574-3:1988.*

DIN EN 27574-4, *Akustik – Statistische Verfahren zur Festlegung und Nachprüfung angegebener (oder vorgegebener) Geräuschemissionswerte von Maschinen und Geräten – Teil 4: Verfahren für Angaben (oder Vorgaben) für Maschinenlose (Identisch mit ISO 7574-4:1985); Deutsche Fassung EN 27574-4:1988.*

DIN EN 60651, *Schallpegelmesser (IEC 60651:1979 + A1:1993); Deutsche Fassung EN 60651:1994 + A1:1994.*

DIN EN 60942, *Elektroakustik – Schallkalibratoren (IEC 60942:1997); Deutsche Fassung EN 60942:1998.*

DIN EN 61260, *Elektroakustik – Bandfilter für Oktaven und Bruchteile von Oktaven (IEC 61260:1995 + A1:2001); Deutsche Fassung EN 61260:1995 + A1:2001.*

DIN EN ISO 266, *Akustik – Normfrequenzen (ISO 266:1997); Deutsche Fassung EN ISO 266:1997.*

DIN EN ISO 3740, *Akustik – Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschquellen – Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen (ISO 3740:2000); Deutsche Fassung EN ISO 3740:2000.*

DIN EN ISO 3741, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1 (ISO 3741:1999); Deutsche Fassung EN ISO 3741:1999.*

DIN EN ISO 3743-1, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern – Teil 1: Vergleichsverfahren in Prüfräumen mit schallharten Wänden (ISO 3743-1:1994); Deutsche Fassung EN ISO 3743-1:1995.*

DIN EN ISO 3743-2, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Verfahren der Genauigkeitsklasse 2 für kleine, transportable Quellen in Hallfeldern – Teil 2: Verfahren für Sonder-Hallräume (ISO 3743-2:1994); Deutsche Fassung EN ISO 3743-2:1996.*

DIN EN ISO 3744, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 2 für ein im wesentlichen freies Schallfeld über einer reflektierenden Ebene (ISO 3744:1994); Deutsche Fassung EN ISO 3744:1995.*

E DIN EN ISO 3745, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für reflexionsarme Räume und Halbräume (ISO/DIS 3745:2000); Deutsche Fassung prEN ISO 3745:2000.*

DIN EN ISO 3746, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen – Hüllflächenverfahren der Genauigkeitsklasse 3 über einer reflektierenden Ebene (ISO 3746:1995); Deutsche Fassung EN ISO 3746:1995.*

E DIN EN ISO 7235, *Akustik – Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen – Einfügungsdämpfungsmaß, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust (ISO/DIS 7235:2001); Deutsche Fassung prEN ISO 7235:2001.*

DIN EN ISO 9614-1, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 1: Messungen an diskreten Punkten (ISO 9614-1:1993); Deutsche Fassung EN ISO 9614-1:1995.*

DIN EN ISO 9614-2, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 2: Messung mit kontinuierlicher Abtastung (ISO 9614-2:1996); Deutsche Fassung EN ISO 9614-2:1996.*

E DIN EN ISO 9614-3, *Akustik – Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 3: Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 für Messung mit kontinuierlicher Abtastung (ISO/DIS 9614-3:2000); Deutsche Fassung prEN ISO 9614-3:2000.*

— Leerseite —

Deutsche Fassung

Akustik - Bestimmung der von Ventilatoren und anderen
Strömungsmaschinen in Kanäle abgestrahlten Schallleistung -
Kanalverfahren (ISO 5136:2003)

Acoustics - Determination of sound power radiated into
a duct by fans and other air-moving devices -
In-duct method (ISO 5136:2003)

Acoustique - Détermination de la puissance acoustique
rayonnée dans un conduit par des ventilateurs et d'autres
systèmes de ventilation - Méthode en conduit
(ISO 5136:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 11. März 2003 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 Management-Zentrum 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 Management-Zentrum 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, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, der Slowakei, Spanien, der Tschechischen Republik, Ungarn und dem Vereinigten Königreich.



EUROPÄISCHES KOMITEE FÜR NORMUNG
EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION
COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Management-Zentrum: rue de Stassart, 36 B-1050 Brüssel

Inhalt

	Seite
Vorwort	3
Einleitung	4
1 Anwendungsbereich	4
1.1 Allgemeines.....	4
1.2 Art der Schallquelle	5
2 Normative Verweisungen	6
3 Begriffe und Formelzeichen	6
4 Unsicherheit des Messverfahrens	10
5 Messaufbau und Messgeräte	12
5.1 Allgemeine Anforderungen.....	12
5.2 Spezifikation des Kanals.....	13
5.2.1 Aufbau der Kanäle und Übergangsstücke	13
5.2.2 Kanallängen.....	13
5.2.3 Kanalquerschnittsfläche	13
5.2.4 Übergangsstücke.....	13
5.2.5 Abschlusskanal.....	14
5.2.6 Anforderungen hinsichtlich der Kanalabmessungen	15
5.2.7 Reflexionsarmer Abschluss	18
5.2.8 Drosselvorrichtung.....	19
5.2.9 Strömungsgleichrichter	19
5.3 Messgeräte	19
5.3.1 Messsystem.....	19
5.3.2 Frequenzanalysator	20
5.3.3 Schlitzrohrsonde.....	20
5.3.4 Nasenkonus und Schaumstoff-Windball.....	22
5.3.5 Pegelschreiber oder andere Ausgabegeräte	23
5.3.6 Multiplexer-System.....	23
5.4 Kalibrierung des Systems.....	23
6 Messaufbau	23
6.1 Befestigung der Schlitzrohrsonde	23
6.2 Mikrofonposition.....	24
6.2.1 Abstand des Mikrofons von der Messkanalachse	24
6.2.2 Messpunkte auf dem Umfang.....	24
6.3 Vorrichtung zur Einstellung der Betriebsbedingungen.....	25
7 Durchführung der Messung	25
7.1 Betriebsbedingungen.....	25
7.2 Messung des Schalldruckpegels	25
7.2.1 Allgemeines.....	25
7.2.2 Messdauer	26
7.2.3 Multiplexer-System	26
7.2.4 Kontinuierliche Mittelung auf dem Umfang	26
7.3 Auslassseitige Messungen mit und ohne Strömungsgleichrichter	26
7.4 Einlassseitige Messungen im Kanal — Große Ventilatoren — Einbaukategorie D nach ISO 5801:1997.....	26
8 Auswertung	27
8.1 Mittlerer Schalldruckpegel	27
8.2 Schallleistungspegel	27
9 Messbericht	28
10 Ergebnisbericht	28

Anhang A (normativ) Bestimmung der Korrektur $C_{3,4}$ für die mittlere Strömungsgeschwindigkeit und Modenverteilung	29
Anhang B (normativ) Ermittlung des Störabstandes zwischen dem Schalldruckpegel und dem Pegel der turbulenzbedingten Druckschwankungen im Messkanal	37
Anhang C (normativ) Verfahren zur Berechnung des A-Schalleistungspegels aus Oktav- oder Terzband-Schalleistungspegeln	40
Anhang D (informativ) Beispielhafte Berechnung von $C_{3,4}$ für einen gegebenen Kanaldurchmesser und eine gegebene mittlere Strömungsgeschwindigkeit	41
Anhang E (informativ) Leitlinien für die Auslegung und Konstruktion eines reflexionsarmen Abschlusses	44
Anhang F (informativ) Prüfung reflexionsarmer Abschlüsse	52
Anhang G (informativ) Angaben zur Schlitzrohrsonde	54
Anhang H (informativ) Prüfverfahren für kleine kanalgebundene Ventilatoren	58
Anhang I (informativ) Prüfverfahren für große kanalgebundene Ventilatoren	62
Anhang J (informativ) Messung der Drallkomponente	69
Anhang ZA (informativ) Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen	70
Literaturhinweise	71

Vorwort

Der Text der Internationalen Norm ISO 5236:2003 wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ der Internationalen Organisation für Normung (ISO) in Zusammenarbeit mit dem Technischen Komitee CEN/TC 211 „Akustik“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom DS gehalten wird.

Diese Europäische Norm muss den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Oktober 2003, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Oktober 2003 zurückgezogen werden.

Diese Europäische Norm ersetzt EN 25136:1993-11.

Dieses Dokument wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Europäische Kommission und die Europäische Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EU-Richtlinien.

Zum Zusammenhang mit EU-Richtlinien siehe informativen Anhang ZA, der Bestandteil dieses Dokumentes ist.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind die nationalen Normungsinstitute der folgenden Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen: Belgien, Dänemark, Deutschland, Finnland, Frankreich, Griechenland, Irland, Island, Italien, Luxemburg, Malta, Niederlande, Norwegen, Österreich, Portugal, Schweden, Schweiz, Spanien, die Tschechische Republik und das Vereinigte Königreich.

Anerkennungsnotiz

Der Text von ISO 5136:2003 wurde vom CEN als EN ISO 5136 ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

Einleitung

Diese Internationale Norm beschreibt ein Verfahren zur Messung von Schalldruckpegeln in den Ein- und Auslasskanälen eines Ventilators sowie ein Verfahren zur Berechnung der von diesem Ventilator in das Kanalsystem abgestrahlten Schalleistung.

In Anhang A sind Werte der Koeffizienten für die Bestimmung der Korrektur für die mittlere Strömungsgeschwindigkeit und Modenverteilung aufgeführt. Anhang B legt zwei Verfahren zur Ermittlung des Störabstandes zwischen dem Schalldruckpegel und dem Pegel der turbulenzbedingten Druckschwankungen fest. In Anhang C ist ein Verfahren zur Berechnung des A-bewerteten Schalleistungspegels aus Terzband-Schalleistungspegeln angegeben. Anhang D zeigt eine beispielhafte Berechnung der Korrektur für die mittlere Strömungsgeschwindigkeit und Modenverteilung.

Die von einem Ventilator oder einer anderen Strömungsmaschine in einen Kanal abgestrahlte Schalleistung hängt zu einem gewissen Maß von der Art des Kanals, beschrieben durch seine akustische Impedanz, ab. Für ein Messverfahren muss der Messkanal deshalb eindeutig festgelegt werden. In dieser Internationalen Norm besitzt der Messkanal einen kreisförmigen Querschnitt und endet reflexionsarm. Einzelheiten typischer reflexionsarmer Kanalabschlüsse sind in Anhang E beschrieben. Die Schalleistung, die man unter diesen speziellen Bedingungen erhält, ist repräsentativ für praktische Anwendungen, da die Impedanz des reflexionsarmen Abschlusses etwa in der Mitte zwischen den hohen und niedrigen Impedanzen liegt, wie sie in der Praxis auftreten. Die in tatsächlichen Anwendungen abgestrahlte Schalleistung kann theoretisch aus Informationen über Strömungsmaschinen und Kanalimpedanzen abgeschätzt werden. Diese Informationen sind zz. unvollständig. Sie werden deshalb für die akustischen Berechnungen im Allgemeinen nicht berücksichtigt.

Um Druckschwankungen aufgrund von Turbulenz am Mikrofon zu unterdrücken, wird vorzugsweise ein langer zylindrischer Windschirm (Schlitzrohrsonde) benutzt. Die radiale Position des Mikrofons mit dieser Schlitzrohrsonde wird so festgelegt, dass die Schalleistung mit ausreichender Genauigkeit nach der Gleichung für eine ebene Welle aus dem Schalldruck bestimmt werden kann, dies sogar in dem Frequenzbereich, in dem akustische Moden höherer Ordnung möglich sind.

Die Messunsicherheit (siehe Abschnitt 4) wird durch die Standardabweichung beschrieben, die bei Wiederholung der Messungen in vielen verschiedenen Labors zu erwarten ist.

Die Verfahren zur Messung der Betriebsbedingungen (Leistungsmessungen) sind in dieser Internationalen Norm nicht im Einzelnen festgelegt. Die Betriebsbedingungen sind in ISO 5801 festgelegt.

Diese Internationale Norm gehört zu einer Reihe von Normen, in der verschiedene Verfahren zur Bestimmung der Schalleistung von Ventilatoren und anderen Strömungsmaschinen festgelegt werden.

Im Allgemeinen strahlt ein Einlass oder Auslass eines Ventilators ins Freie eine andere Schalleistung ab als in einen Kanal. Dies liegt am Auftreten von Reflexionen von Schallenergie an der Ein- oder Auslassebene, wenn kein Kanal angeschlossen ist. Das Verfahren nach dieser Internationalen Norm eignet sich zur Bestimmung der in einen Kanal abgestrahlten Schalleistung. Die von einem Ventilatorein- oder -auslass ins Freie abgestrahlte Schalleistung sollte entweder nach einem Hallraumverfahren (ISO 3741, ISO 3743), einem Freifeldverfahren (ISO 3744, ISO 3745, ISO 3746) oder einem Intensitätsmessverfahren (ISO 9614) bestimmt werden.

1 Anwendungsbereich

1.1 Allgemeines

Diese Internationale Norm legt ein Verfahren zur Bestimmung der Schalleistung fest, die von kanalgebundenen Ventilatoren und anderen Strömungsmaschinen in einen reflexionsarm endenden Kanal ansaug- und/oder ausblasseitig abgestrahlt werden.

ANMERKUNG 1 Der Einfachheit halber steht der Begriff „Ventilator“ im nachfolgenden Text für „Ventilator oder andere Strömungsmaschine“.

Das Verfahren ist auf Ventilatoren anwendbar, die breitbandigen, schmalbandigen oder tonalen Dauerschall aussenden. Sie gilt für Lufttemperaturen von -50 °C bis $+70\text{ °C}$. Der Bereich der Messkanaldurchmesser erstreckt sich von 0,15 m bis 2 m. Messverfahren für kleinere ($d < 0,15\text{ m}$) und größere ($d > 2\text{ m}$) Messkanäle sind in informativen Anhängen H bzw. I beschrieben.

Die höchstzulässige mittlere Strömungsgeschwindigkeit am Mikrofonkopf, bei der das Verfahren anwendbar ist, hängt folgendermaßen von der Art des Mikrofonwindschirms ab:

- Schaumstoff-Windball 15 m/s
- Nasenkonus 20 m/s
- Schlitzrohrsonde 40 m/s

Oberhalb dieser Werte kann die Unterdrückung durch Turbulenz am Mikrofon verursachter Druckschwankungen durch den Mikrofonwindschirm (siehe 3.9) unzureichend sein.

Es wird erwartet, dass Schalleistungsmessungen im Zusammenhang mit Luftstromleistungsmessungen nach ISO 5801 durchgeführt werden. Die Kanalanordnung wird daher normalerweise einen sternförmigen Strömungsgleichrichter auf der Ausblasseite des Ventilators aufweisen, der drallmindernd wirkt (siehe 7.3). Wo es zulässig ist, auf den Gleichrichter zu verzichten, z. B. bei großen Ventilatoren der Einbaukategorie C nach ISO 5801:1997, beträgt der höchstzulässige Drallwinkel 15°. (Ein Beispiel für ein Verfahren zur Bestimmung des Drallwinkels ist Anhang J zu entnehmen.)

ANMERKUNG 2 Die in ISO 5801 definierten Einbaukategorien besagen, dass der Ventilator entweder nur ausblasseitig (Kategorie B), nur ansaugseitig (Kategorie C) oder ausblas- und ansaugseitig (Kategorie D) mit einem Kanal verbunden ist.

1.2 Art der Schallquelle

Das in dieser Internationalen Norm beschriebene Verfahren ist auf eine Schallquelle anwendbar, bei der ein Ventilator oder eine andere Strömungsmaschine an mindestens einer Seite mit einem Kanal verbunden ist. Es ist auch auf andere Kombinationen von Ventilatoren mit Schalldämpfern oder für Ventilatoren enthaltende Geräte, die als „Blackbox“ betrachtet werden können, anwendbar.

Beispiele für Ventilatoren und andere Geräte, die in den Anwendungsbereich dieser Internationalen Norm fallen, sind

- kanalgebundene Radialventilatoren;
- kanalgebundene Axialventilatoren;
- kanalgebundene Mischströmungsventilatoren;
- kanalgebundene Luftförderanlagen;
- kanalgebundene Staubabscheider;
- kanalgebundene Luftaufbereitungsanlagen;
- kanalgebundene Brennkammern.

Diese Internationale Norm ist auch auf andere aerodynamische Schallquellen wie Gehäuse, Volumenstromregler und Drosseleinrichtungen anwendbar, sofern eine leise, durch ein zusätzliches Gebläse erzeugte Strömung vorhanden ist und der Störabstand zwischen dem Schalldruckpegel und dem Pegel der durch Turbulenz verursachten Druckschwankungen im Messkanal mindestens 6 dB beträgt (siehe 7.2.1).

ISO 7235 beschreibt ein alternatives Verfahren zur Bestimmung des Schalleistungspegels des Strömungsgeräusches solcher aerodynamischer Schallquellen, bei dem keine Schalldruckmessung in einem strömenden Medium erforderlich ist. Dieses Verfahren wurde ursprünglich zur Bestimmung des Strömungsgeräuschpegels kanalgebundener Schalldämpfer entwickelt. Die Schalleistung wird in einem über ein Übertragungselement an den Kanal angeschlossenen Hallraum bestimmt.

Bei Ventilatoren mit angeschlossenen Dämpfern kann das Signal-Rausch-Verhältnis von Schalldrücken zu turbulenzbedingten Druckschwankungen bei Anwendung des Kanalverfahrens unzureichend sein. Für solche Kombinationen von Ventilatoren mit Schalldämpfern wird daher das Verfahren nach ISO 7235 empfohlen.

Diese Internationale Norm gilt nicht für nicht kanalgebundene Ventilatoren oder Geräte.



2 Normative Verweisungen

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieses Dokuments erforderlich. Bei datierten Verweisungen gilt nur die in Bezug genommene Ausgabe. Bei undatierten Verweisungen gilt die letzte Ausgabe des in Bezug genommenen Dokuments (einschließlich aller Änderungen).

ISO 266, *Acoustics — Preferred frequencies*.

ISO 5801:1997, *Industrial fans — Performance testing using standardized airways*.

IEC 60651:2001, *Sound level meters*.

IEC 60942:1997, *Electroacoustics — Sound calibrators*.

IEC 61260, *Electroacoustics — Octave-band and fractional-octave-band filters*.

3 Begriffe und Formelzeichen

Für die Anwendung dieser Internationalen Norm gelten die folgenden Begriffe. Formelzeichen sind in Tabelle 1 angegeben.

3.1

Ventilator-Einlassquerschnitt(sfläche)

S_{f1}

ebene Fläche, begrenzt durch die zuluftseitige Ausdehnung des Ventilators

ANMERKUNG 1 Konventionsgemäß ist die Ventilator-Einlassquerschnittsfläche als Bruttofläche im Einlassflansch ohne Abzüge für Motoren, Verkleidungen oder andere Hindernisse anzunehmen.

ANMERKUNG 2 Falls Motoren, Verkleidungen oder andere Hindernisse sich über einen Ein- oder Auslassflansch hinaus erstrecken, an dem die Leistungsmessungen für die in einen Kanal eingebaute Anlage vorgenommen werden, sollte das Gehäuse durch einen Kanal erweitert werden, der dieselbe Größe und Form wie der Ein- oder Auslassflansch aufweist und lang genug ist, um das Hindernis zu verdecken. Die Abmessungen des Messkanals sollten ausgehend von der Ebene durch die äußerste Ausdehnung des Hindernisses gemessen werden, als wäre diese die Ebene des Ein- oder Auslassflansches.

ANMERKUNG 3 Die Ventilator-Einlassquerschnittsfläche wird in Quadratmetern (m^2) angegeben.

ANMERKUNG 4 Basierend auf ISO 5801:1997.

3.2

Ventilator-Auslassquerschnitt(sfläche)

S_{f2}

ebene Fläche, begrenzt durch die abluftseitige Ausdehnung des Ventilators

ANMERKUNG 1 Konventionsgemäß ist die Ventilator-Auslassquerschnittsfläche als Bruttofläche am Auslassflansch ohne Abzüge für Motoren, Verkleidungen oder andere Hindernisse anzunehmen.

ANMERKUNG 2 Einige Ventilatoren mit nicht an Kanäle angeschlossenem Auslass und ohne Gehäuse haben keine wohl definierte Auslassquerschnittsfläche. Zwecks Bestimmung des dynamischen Drucks des Ventilators kann dann eine Nennfläche definiert und angegeben werden, z. B. die Fläche innerhalb des Rings des Ventilators oder die Auslassquerschnittsfläche innerhalb des Umfangs eines offen laufenden Radialventilators. Der entsprechende dynamische Druck des Ventilators und der Ventilatordruck sind dann ebenfalls Nenndrücke und sollten als solche beschrieben werden.

ANMERKUNG 3 Die Ventilator-Auslassquerschnittsfläche wird in Quadratmetern (m^2) angegeben.

ANMERKUNG 4 Basierend auf ISO 5801:1997.

3.3

Kanäle

jeder der in 3.3.1, 3.3.2 und 3.3.3 definierten Luftwege

3.3.1**Messkanal**

Kanal, in dem die Schallleistung des Ventilators gemessen wird

ANMERKUNG Der Messkanal besitzt einen reflexionsarmen Abschluss.

3.3.2**Abschlusskanal**

Kanal gegenüber dem Messkanal, wenn beide Seiten des Ventilators an Kanäle angeschlossen sind

ANMERKUNG Der Abschlusskanal besitzt einen reflexionsarmen Abschluss.

3.3.3**Zwischenkanal**

Kanal, der auf der Einlass- und Auslassseite des Ventilators angeschlossen ist, um die gewünschten Strömungsbedingungen sicherzustellen

ANMERKUNG Der Zwischenkanal verbindet die Schallquelle mit dem Mess- oder Abschlusskanal, falls nötig durch ein Übergangsstück (siehe Bild 7).

3.4**Messebene**

radiale Ebene im Messkanal, in der sich die Mikrofonmembran befindet

3.5**Schalldruckpegel**

L_p

$$L_p = 10 \lg \frac{p^2}{p_0^2} \text{ dB} \quad (1)$$

wobei p der Effektivwert des Schalldrucks ist und der Bezugsschalldruck $p_0 = 20 \text{ } \mu\text{Pa}$ ist

ANMERKUNG 1 Die Breite eines eingeschränkten Frequenzbandes sollte angegeben werden, z. B. Oktavband- oder Terzband-Schalldruckpegel.

ANMERKUNG 2 L_{p1} , L_{p2} und L_{p3} sind die Schalldruckpegel an den drei Messpunkten im Messkanal.

$\overline{L_{pm}}$ ist der über die Messpunkte im Messkanal räumlich gemittelte Schalldruckpegel. Er kann auch als Mittelwert über einen kontinuierlichen, kreisförmigen Messpfad bestimmt werden (siehe 7.2.4).

$\overline{L_p}$ ist der räumlich gemittelte Schalldruckpegel in der Messebene, korrigiert mit der kombinierten Freifeld-Frequenzgangkorrektur C (siehe Tabelle 1 und 8.1).

ANMERKUNG 3 Der Schalldruckpegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

3.6**Schallleistungspegel**

L_W

$$L_W = 10 \lg \frac{P}{P_0} \text{ dB} \quad (2)$$

wobei P die Schallleistung ist und die Bezugsschallleistung $P_0 = 1 \text{ pW}$ ist

ANMERKUNG 1 Die Breite eines eingeschränkten Frequenzbandes sollte angegeben werden, z. B. Oktavband- oder Terzband-Schallleistungspegel.

ANMERKUNG 2 Der Schallleistungspegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

3.7**Schallleistung des Ventilators**

vom Ventilator in den Messkanal abgestrahlte Schallleistung

3.8

interessierender Frequenzbereich

Terzbänder mit den Mittenfrequenzen zwischen 50 Hz und 10 000 Hz

ANMERKUNG Ausschließlich zur Information kann der interessierende Frequenzbereich bis 20 000 Hz erweitert werden. Für Ventilatoren, die vornehmlich hoch- oder tieffrequenten Schall abstrahlen, kann der interessierende Frequenzbereich zum Zweck der Minimierung der Kosten für Messanordnung und -verfahren eingeschränkt werden. Die Grenzen des eingeschränkten Frequenzbereiches müssen im Messbericht angegeben werden.

3.9

Mikrofonwindschirm

Einrichtung zum Schutz eines in einen Luftstrom eingebrachten Mikrofons vor dem am Mikrofon selbst erzeugten Strömungsgeräusch und turbulenzbedingten Druckschwankungen

ANMERKUNG 1 Siehe auch Abschnitt 4, Anmerkung 5.

ANMERKUNG 2 Drei Arten von Mikrofonwindschirmen sind in der Reihenfolge der empfohlenen Verwendung in 3.9.1, 3.9.2 und 3.9.3 aufgeführt.

3.9.1

Schlitzrohrsonde

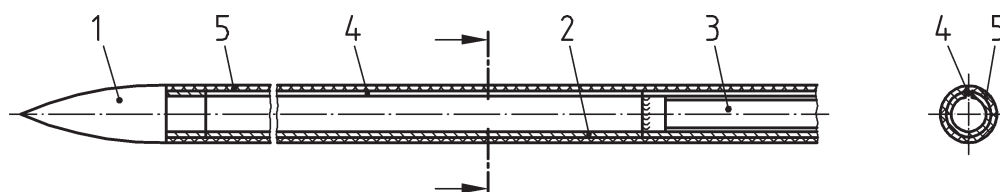
Turbulenzschirm

ein Metallrohr mit einem Längsschlitz, hinterlegt mit einem offenporigen Material, in welches das Mikrofon eingebracht wird, und das so ausgelegt ist, dass das Mikrofon nur in geringerem Maße auf das selbstinduzierte Strömungsgeräusch und auf durch Turbulenz hervorgerufene Schwankungen des Luftdrucks im Kanal anspricht

Siehe Bild 1.

ANMERKUNG 1 Für Messungen nach dieser Internationalen Norm sollte vorzugsweise die Schlitzrohrsonde verwendet werden.

ANMERKUNG 2 Die Außenfläche der Sonde sollte glatt und frei von jeglichen Unstetigkeiten sein, damit selbsterzeugte Strömungsgeräusche weitgehend vermieden werden. (Siehe Bild 1.) Der Schlitz und die Abdeckung der Schlitzrohrsonde sollten so ausgelegt sein, dass sie die Antwort des Mikrofons auf turbulenzbedingte Druckschwankungen in der vom zu prüfenden Ventilator erzeugten Strömung mindern.



Legende

- 1 Nasenkonus
- 2 Schlitzrohr
- 3 Mikrofon
- 4 Schlitz
- 5 poröses Material

Bild 1 — Schematische Darstellung einer Schlitzrohrsonde für ein 13-mm- (1/2-Zoll-) Mikrofon

3.9.2

Nasenkonus

Mikrofonschutz, vorgesehen zum Austausch gegen das normale Schutzgitter des Mikrofons, eingesetzt bei Strömungen mit hoher Geschwindigkeit mit geringer Turbulenz und schwach ausgeprägtem Drall, wobei die stromlinienförmige Auslegung für geringstmöglichen Strömungswiderstand sorgt und ein feines Drahtgeflecht, das das Mikrofon umspannt, eine Einwirkung des Schalldrucks auf die Mikrofonmembran erlaubt, während ein Kegelstumpf hinter dem Drahtgeflecht das Luftvolumen vor der Membran reduziert

Siehe Bild 2.

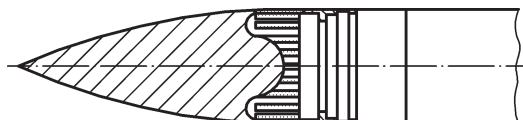


Bild 2 — Schematische Darstellung eines Nasenkonus

3.9.3

Schaumstoff-Windball

Ball aus offenporigem Schaumstoff, mit einem zylindrischen Loch, dessen Durchmesser das Einführen von Mikrofon und Vorverstärker erlaubt, so ausgelegt, dass die Richtcharakteristik des Mikrofons nicht beeinträchtigt wird

Siehe Bild 3.

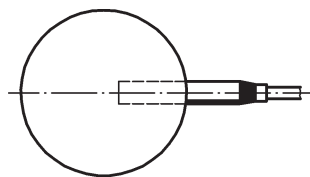


Bild 3 — Schematische Darstellung eines Schaumstoff-Windballs

3.10

Frequenzbereich für die Ausbreitung ausschließlich ebener Wellen in einem Kanal mit Kreisquerschnitt

die Frequenzen in Hertz unterhalb der durch die folgende Gleichung gegebenen Grenzfrequenz der ersten Quermode, $f_{1,0}$:

$$f_{1,0} = 0,586 \frac{c}{D} \sqrt{1 - \left(\frac{U}{c}\right)^2} \quad (3)$$

Dabei ist

- c die Schallgeschwindigkeit, näherungsweise 340 m/s;
- D der Kanaldurchmesser, in Meter;
- U die mittlere Strömungsgeschwindigkeit, in Meter pro Sekunde.

Tabelle 1 — Formelzeichen

C_1	Die vom Hersteller angegebene Korrektur, in Dezibel, die zum Signal des kalibrierten Mikrofons addiert werden muss, um den Freifeldfrequenzgang zu erhalten.
C_2	Zum Signal des kalibrierten Mikrofons zu addierende Frequenzgangkorrektur bei Verwendung der Schlitzrohrsonde als Mikrofonwindschirm, in Dezibel, gemessen bei senkrechtem Schalleinfall (siehe 5.3.3 und 5.3.4).
$C_{3,4}$	Korrektur, in Dezibel, für die mittlere Strömungsgeschwindigkeit und Modenverteilung, die aufgrund der Verwendung einer Schlitzrohrsonde als Mikrofonwindschirm notwendig ist (siehe Tabellen in den Anhängen A, H und I).
$C = C_1 + C_2 + C_{3,4}$	Kombinierte Frequenzgangkorrektur, in Dezibel.
c	Schallgeschwindigkeit im Messkanal, in Meter pro Sekunde.
U	Strömungsgeschwindigkeit im Messkanal, in Meter pro Sekunde.
ρ	Dichte der Luft im Kanal, in Kilogramm je Kubikmeter.
d	Durchmesser des Ventilatoreinlasses (d_1), des Ventilatorauslasses (d_2), des Messkanals (d_3 und d_6 in Bild 5), der Zwischenkanäle (d_4), der Abschlusskanäle (d_6 in Bild 6 und d_3 in Bild 7), in Meter.
l	Länge der Kanäle und Übergangsstücke, in Meter (siehe Bilder 5 bis 7).
r	Radialer Mittenabstand zwischen Messkanal und Mikrofon, in Meter.
r_a	Dimensionsloser Reflexionsfaktor, definiert als das Verhältnis der Schalldruckamplitude der am reflexionsarmen Abschluss reflektierten Welle zu der einfallenden Welle.
b, h	Querabmessungen der rechteckigen Einlass- oder Auslassquerschnitte des Ventilators, in Meter.
S	Querschnittsflächen von Kanälen oder Kanalabschnitten, in Quadratmeter.
ANMERKUNG 1 In der ersten Ausgabe von ISO 5136 (1990) wurden zwei Korrekturen C_3 und C_4 verwendet, um der Auswirkung der Strömung und der Modenverteilung auf den Frequenzgang der Schlitzrohrsonde Rechnung zu tragen. In der vorliegenden Norm sind diese beiden Effekte in der neuen Korrektur $C_{3,4}$ zusammengefasst.	
ANMERKUNG 2 $U < 0$ für einlasseitige Messungen, und $U > 0$ für auslasseitige Messungen.	

4 Unsicherheit des Messverfahrens

Bei der Bestimmung der Schallleistung nach dieser Internationalen Norm wird sich in der Regel eine Messunsicherheit des Schallleistungspegels ergeben, die in Tabelle 2 als Vergleichsstandardabweichung angegeben ist. Die in dieser Tabelle aufgeführten Standardabweichungen berücksichtigen die Gesamtwirkung aller Ursachen für die Messunsicherheit, wie Aufstellungsort der Schallquelle, Reflexionen an Kanalenden, Kanalübergangsstücke, die Kalibrierung der Messeinrichtung, Umrechnungsfehler bei der Berechnung der Schallleistung aus dem Schalldruck sowie bei der Messung. In der Tabelle sind diejenigen Standardabweichungen angegeben, die bei Wiederholung der Messungen an einem einzelnen Ventilator in vielen verschiedenen Labors erwartet würden. Sie berücksichtigen nicht die Änderungen der von der Strömungsmaschine selbst abgestrahlten Schallleistung, die z. B. durch eine veränderte Aufstellung verursacht werden. Es sollte darauf geachtet werden, dass eine festgelegte Zeitmittelung in Übereinstimmung mit den Anforderungen in 7.2.2 erzielt wird.

Tabelle 2 — Werte der Vergleichstandardabweichung für die Schlitzrohrsonde

Terzband-Mittenfrequenz Hz	Vergleichstandardabweichung, σ_R dB
50	3,5
63	3
80 bis 100	2,5
125 bis 4 000	2
5 000	2,5
6 300	3
8 000	3,5
10 000	4
ANMERKUNG Die in Tabelle 2 angegebenen Standardabweichungen sind aus Informationen in [3], [5] und [19] hergeleitet.	

Die in dieser Internationalen Norm beschriebenen Verfahrensweisen und die in Tabelle 2 angegebenen Standardabweichungen gelten für ein einzelnes Gerät. Die Beschreibung der Schallleistungspegel von Losen von Geräten derselben oder ähnlicher Bauart geschieht unter Anwendung von Techniken zur statistischen Probenahme, bei denen Vertrauensbereiche angegeben werden. Die Ergebnisse werden als statistische Obergrenzen angegeben. Bei der Anwendung solcher Techniken muss die Gesamtstandardabweichung bekannt sein oder geschätzt werden. Diese beinhaltet die Produktionsstandardabweichung nach ISO 7574-1, die ein Maß für die Streuung der abgestrahlten Schallleistung innerhalb eines Loses von Geräten ist. Statistische Verfahren zur Beschreibung von Losen von Geräten werden in ISO 7574-3 und ISO 7574-4 beschrieben.

Die Messunsicherheit kann durch sorgfältigen Aufbau der Messeinrichtung, durch die Vermeidung von Übergangsstücken und durch Verwendung von Kanalabschlüssen mit höherem Absorptionsvermögen gesenkt werden.

Für eine spezielle Gruppe von Schallquellen ähnlicher Größe und mit ähnlichen Schallleistungsspektren kann die Vergleichstandardabweichung geringer sein als in Tabelle 2 angegeben. Es ist daher möglich, in einer spezifischen Messnorm für eine bestimmte Art von Geräten geringere Standardabweichungen als in Tabelle 2 anzugeben, sofern diese durch geeignete Ringversuche belegt sind.

Bei hohen Frequenzen, besonders über 4 000 Hz, können die tatsächlichen Standardabweichungen größer als die in Tabelle 2 angegebenen Werte sein, wenn das gemessene Geräuschspektrum zu hohen Frequenzen hin stark im Pegel abfällt. Unter diesen Bedingungen können die Pegel der vom Mikrofon aufgenommenen Schalldrucksignale bei hohen Frequenzen im Vergleich zu denen bei tiefen Frequenzen gering sein, und elektrisches Rauschen, speziell dasjenige des Frequenzanalysators, kann das Signal bei den hohen Frequenzen überlagern. Um eine wiederholbare Bestimmung der Schallleistung (mit Standardabweichungen nach Tabelle 2) zu erreichen, kann es erforderlich sein, die Messung bei hohen Frequenzen mit Filterung des Mikrofonsignals durch ein dem Frequenzanalysator vorgeschaltetes Hochpassfilter zu wiederholen.

ANMERKUNG 1 Bei der Berechnung von Oktavband-Schallleistungspegeln ist die Unsicherheit für jeden Oktavbandpegel nicht größer als die größte Unsicherheit der jeweiligen drei Terzbänder.

ANMERKUNG 2 Bei einer Normalverteilung der Daten liegen 68 % aller Werte innerhalb eines Intervalls von $\pm \sigma_R$ und 95 % innerhalb eines Intervalls von $\pm 2\sigma_R$.

ANMERKUNG 3 Die Unsicherheit steigt bei Strömungen mit Drall.

ANMERKUNG 4 Sind tonale Komponenten vorhanden, oder wird die Messung nicht über einen ausreichend langen Zeitraum gemittelt (siehe 6.2.2), ist die Unsicherheit größer als angegeben.

ANMERKUNG 5 Bei einer sehr hohen Luftströmungsgeschwindigkeit am Mikrofon werden überhöhte Messwerte ausgegeben. Um dies zu vermeiden, wird ein Windschirm wie z. B. eine Schlitzrohrsonde, ein Nasenkonus oder ein Schaumstoff-Windball eingesetzt. Ihre Anwendung (siehe 1.1) ist je nach mittlerer Strömungsgeschwindigkeit eingeschränkt. Während der Schaumstoff-Windball eine Kugelcharakteristik aufweist und das vom Wind erzeugte Geräusch in allen Richtungen mindert, muss ein Nasenkonus nach der Strömung ausgerichtet werden, um eine Minderung der Windgeräusche zu erzielen. Jedoch mindert nur die Schlitzrohrsonde das durch turbulenzbedingte Druckschwankungen entstehende Störgeräusch in ausreichendem Maße. Sie ist daher die bevorzugte Lösung für alle Fälle. Die in Tabelle 2 angegebenen Unsicherheiten beziehen sich ausschließlich auf die Schlitzrohrsonde. Für andere Arten von Windschirmen sind größere Unsicherheiten zu erwarten.

ANMERKUNG 6 Die in Tabelle 2 angegebenen Standardabweichungen stehen im Zusammenhang mit den Messbedingungen und -verfahren nach dieser Internationalen Norm, nicht mit der Schallquelle selbst. Sie ergeben sich zum Teil aus Abweichungen in der Geometrie des Messaufbaus, wie sie zwischen verschiedenen Prüfstellen auftreten können, aus Fremdgeräuschen, durch Turbulenz verursachte Druckschwankungen und unterschiedliche Bauarten und Kalibrierungsverfahren der verwendeten Messgeräte. Außerdem beruhen sie auf abweichenden Messtechniken, etwa bei räumlicher Mittelung und den Mittelungszeiten.

ANMERKUNG 7 Verwenden mehrere Prüfstellen ähnliche Messeinrichtungen und -geräte, können die Schallleistungsbestimmungen für eine bestimmte Quelle in diesen Prüfstellen besser übereinstimmen als nach den Standardabweichungen in Tabelle 2 zu erwarten wäre.

Messungen oberhalb von 10 000 Hz können im Messbericht angegeben werden, werden jedoch nicht als Teil dieser Internationalen Norm betrachtet. Es wird vorgeschlagen, für solche Messungen die in Tabelle 3 angegebenen extrapolierten Werte der Standardabweichung anzusetzen.

Tabelle 3 — Extrapolierte Werte

Terzband-Mittenfrequenz Hz	Vergleichstandardabweichung, σ_R dB
12 500	4,5
16 000	5
20 000	5,5

5 Messaufbau und Messgeräte

5.1 Allgemeine Anforderungen

Der Messaufbau muss aus dem zu untersuchenden Ventilator, einem Zwischenkanal, dem Messkanal mit reflexionsarmem Abschluss und den Messgeräten (siehe Bilder 5 bis 7) bestehen. Ist ein üblicherweise beidseitig an Kanäle angeschlossener Ventilator zu untersuchen, müssen ein Abschlusskanal mit reflexionsarmem Abschluss und ein Zwischenkanal an der Seite angeschlossen werden, die der Seite, auf der die Schallleistung bestimmt wird, gegenüberliegt.

Alle Verbindungen zwischen Ventilator und Kanal müssen starr sein, es sei denn, eine schwingungsisolierende Kupplung ist integraler Bestandteil des Ventilators. An den in 6.2 festgelegten Stellen des Messkanals ist eine Möglichkeit zur Anbringung des Mikrofons mit Schlitzrohrsonde vorzusehen.

Auch zur Einstellung der einzuhaltenden Betriebsbedingungen des Ventilators sind geeignete Vorkehrungen zu treffen.

Es wird der Tatsache Rechnung getragen, dass die akustischen Messungen und die Leistungsmessungen an Ventilatoren gleichzeitig durchzuführen sind, und dass die Messanordnungen nach dieser Internationalen Norm und ISO 5801 übereinstimmen sollten. Dies setzt voraus, dass der gemeinsame Teil, wie in ISO 5801 definiert, am Ventilatorein- und/oder -auslass eingeführt werden muss.

ANMERKUNG 1 Der sternförmige Strömungsgleichrichter auf der Auslassseite des Ventilators ist für die Messung der aerodynamischen Ventilatorleistung nach ISO 5801 notwendig. Die in den Strömungsgleichrichter eintretende Drallströmung kann jedoch zusätzliche Geräusche am Ort des Mikrofons erzeugen, deren Pegel höher sein kann als der vom zu untersuchenden Ventilator erzeugte Schalldruckpegel. Andererseits kann, wenn kein Strömungsgleichrichter vorgesehen wird, die Drallströmung um das Messmikrofon herum zusätzliches Strömungsgeräusch erzeugen, dessen Pegel höher sein kann als der vom zu untersuchenden Ventilator erzeugte Schalldruckpegel. Aus diesem Grund sind vergleichende Messungen mit und ohne sternförmigen Strömungsgleichrichter vorgeschrieben (siehe 7.3).

ANMERKUNG 2 Beispiele für die Ausführung von reflexionsarmen Abschlüssen und Drosselvorrichtungen sind in Anhang E angegeben.

5.2 Spezifikation des Kanals

5.2.1 Aufbau der Kanäle und Übergangsstücke

Die Kanäle müssen gerade, koaxial zu Ein- bzw. Auslass des Ventilators und über die Länge konstantem kreisförmigem Querschnitt sein. Die Kanäle und Übergangsstücke müssen entweder aus Stahl mit einer Mindestdicke von 1 mm oder einem Material mit äquivalenter Flächenmasse und Steifigkeit gefertigt sein, so dass eine schallharte und glatte Innenfläche sichergestellt ist.

Die Außenflächen der Kanäle und Übergangsstücke sollten vorzugsweise mit Absorptionsmaterial ausgerüstet sein.

ANMERKUNG In dieser Internationalen Norm sind Messkanäle mit kreisförmigem Querschnitt vorgeschrieben. In zukünftigen Internationalen Normen werden gegebenenfalls Kanäle mit anderen Querschnitten berücksichtigt.

5.2.2 Kanallängen

Die Kanallängen sind nach den Festlegungen in Bild 5 zu wählen.

5.2.3 Kanalquerschnittsfläche

Die Kanalquerschnittsflächen sind in Tabelle 4 festgelegt, wobei die Einlassquerschnittsfläche S_{f1} bzw. die Auslassquerschnittsfläche S_{f2} die Querschnittsfläche auf der Seite ist, an der der jeweilige Kanal angeschlossen ist.

Tabelle 4 — Kanalquerschnittsflächen

Kanal		Querschnittsfläche	
		min.	max.
Einlassseite	Zwischenkanal	1 S_{f1}	1 S_{f1}
	Messkanal	1 S_{f1}	2,1 S_{f1}
	Abschlusskanal	1 S_{f1}	2,1 S_{f1}
Auslassseite	Zwischenkanal	0,95 S_{f2}	1,07 S_{f2}
	Messkanal	0,7 S_{f2}	2,1 S_{f2}
	Abschlusskanal	0,7 S_{f2}	2,1 S_{f2}

5.2.4 Übergangsstücke

Der Mess- oder Abschlusskanal muss direkt, oder, wo sich die Querschnittsfläche ändert, indirekt über ein Übergangsstück, an den Zwischenkanal gekoppelt sein. Das Verhältnis der Ein- und Ausgangedurchmesser des Übergangsstücks muss innerhalb der in Tabelle 4 festgelegten Grenzen liegen.

Aus schalltechnischen Gründen (siehe [9] und [26]) muss die Mindestlänge des Übergangsstücks, $l_{\min}$, folgende Gleichung erfüllen:

$$\frac{l_{\min}}{l_0} = \frac{S_l}{S_s} - 1 \quad (4)$$

Dabei ist

$$l_0 = 1 \text{ m};$$

S_l die größere Querschnittsfläche;

S_s die kleinere Querschnittsfläche.

Aus aerodynamischen Gründen darf der Öffnungswinkel des Übergangsstücks auf der Auslassseite höchstens 15° betragen.

Es ist die größere der nach den beiden Kriterien ermittelten Längen zu verwenden.

ANMERKUNG Der Öffnungswinkel α eines Übergangsstücks ist in Bild 4 veranschaulicht.

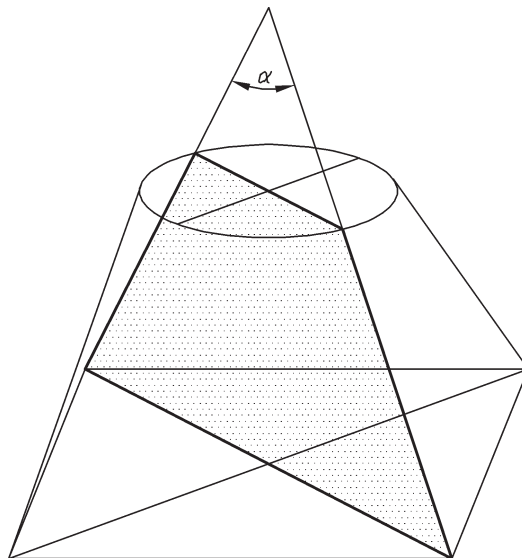
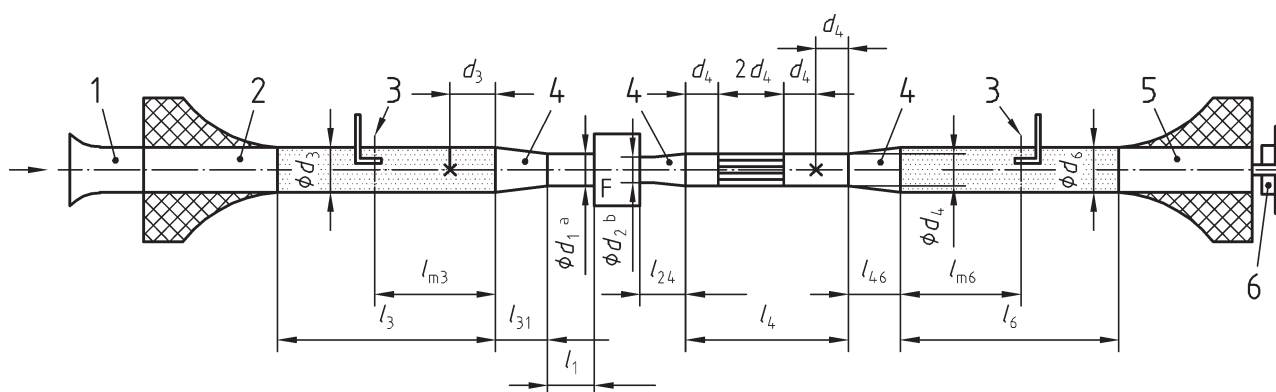


Bild 4 — Veranschaulichung des Öffnungswinkels

5.2.5 Abschlusskanal

Sind bei einer Messeinrichtung der Kategorie D nach ISO 5801:1997 auf einer Seite keine Schallmessungen durchzuführen, muss an der betreffenden Seite ein zylindrischer Abschlusskanal coaxial zum Ventilatorein- oder -auslass zwischen dem Zwischenkanal und dem reflexionsarmen Abschluss angeschlossen sein. Der Durchmesser des Abschlusskanals muss die Bedingungen nach den Bildern 5 bis 7 erfüllen. Die Mindestlänge muss einen Durchmesser oder 1 m betragen, je nachdem, was größer ist.

Ein die Anforderungen nach 5.2.4 erfüllendes Übergangsstück kann zwischen dem Zwischenkanal und dem Abschlusskanal eingefügt sein.



Legende

- 1 Strömungsmessung (schematisch)
- 2 Reflexionsarmer Abschluss (schematisch)
- 3 Messebene
- 4 Übergangsstück, konisch oder rechteckig zu rund
- 5 Reflexionsarmer Abschluss (schematisch)
- 6 Drosselvorrichtung (schematisch)

^a Das Bild wurde für runde Kanalquerschnitte gezeichnet. Bei Rechteckquerschnitten sind die Abmessungen $b_1 \times h_1$.

^b Das Bild wurde für runde Kanalquerschnitte gezeichnet. Bei Rechteckquerschnitten sind die Abmessungen $b_2 \times h_2$.

ANMERKUNG Der Ventilator ist nach Einbaukategorie D nach ISO 5801:1997 eingebaut.

Bild 5 — Messaufbau für die gleichzeitige Messung der Geräusche im Ein- und Auslasskanal

5.2.6 Anforderungen hinsichtlich der Kanalabmessungen

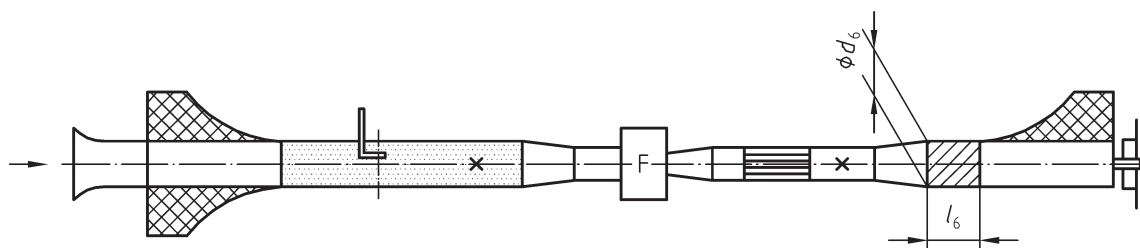
In allen Fällen gilt $l_0=1$ m.

Der Abstand zwischen der Eintrittsfläche des Messkanals und der Messebene sollte groß genug sein, um in der Messebene ungestörte Strömungsbedingungen sicherzustellen.

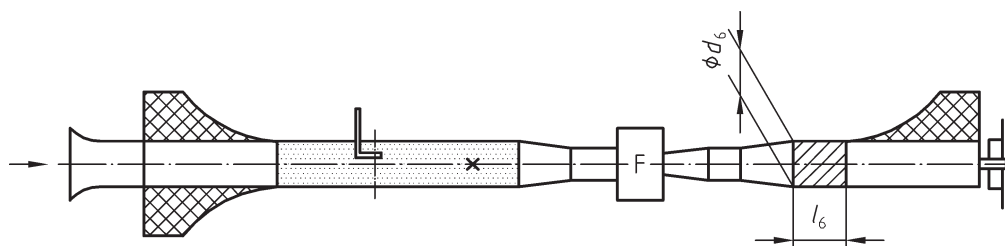
$$l_3 \geq \max. \begin{cases} 6d_3 \\ 4m \end{cases} \quad l_6 \geq \max. \begin{cases} 6d_6 \\ 4m \end{cases}$$

$$l_{m3} \geq \max. \begin{cases} 4d_3 \\ 2m \end{cases} \quad l_{m6} \geq \max. \begin{cases} 4d_6 \\ 2m \end{cases}$$

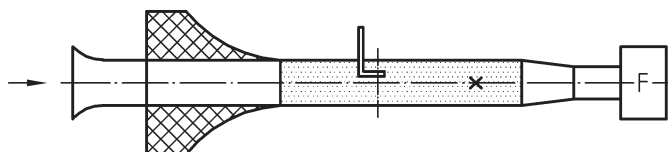
Einlass mit rundem Querschnitt, d_1 $d_1 \leq d_3 \leq \sqrt{2,1} d_1$ $l_1 = d_3$ $l_{31} \geq \max \left(\begin{array}{l} d_3 \\ 3,8(d_3 - d_1) \\ \left[\left(\frac{d_3}{d_1} \right)^2 - 1 \right] l_0 \end{array} \right)$	Auslass mit rundem Querschnitt, d_2 $0,95(b_2 \times h_2) \leq \frac{\pi}{4} d_4^2 \leq 1,07(b_2 \times h_2)$ $l_{24} \geq \max \left(\begin{array}{l} d_4 \\ \left[\left(\frac{d_4}{d_2} \right)^2 - 1 \right] l_0 \text{ falls } d_4 > d_2 \\ \left[\left(\frac{d_2}{d_4} \right)^2 - 1 \right] l_0 \text{ falls } d_2 > d_4 \end{array} \right)$
Einlass mit Rechteckquerschnitt, $b_1 \times h_1$ $b_1 \times h_1 \leq \frac{\pi}{4} d_3^2 \leq 2,1(b_1 \times h_1)$ $l_1 = \sqrt{\frac{4b_1h_1}{\pi}}$ $l_{31} \geq \max \left(\begin{array}{l} d_3 \\ 3,8 \sqrt{b_1^2 + h_1^2} - d_3 \\ \left[\frac{\pi d_3^2}{4b_1h_1} - 1 \right] l_0 \end{array} \right)$	Auslass mit Rechteckquerschnitt, $b_2 \times h_2$ $0,95(b_2 \times h_2) \leq \frac{\pi}{4} d_4^2 \leq 1,07(b_2 \times h_2)$ $l_{24} \geq \max \left(\begin{array}{l} d_4 \text{ wenn } 1 \leq b_2 \leq \frac{4}{3} h_2 \\ 0,75 \left(\frac{b_2}{h_2} \right) d_4 \text{ wenn } b_2 \geq \frac{4}{3} h_2 \\ 3,8 \sqrt{b_2^2 + h_2^2} - d_4 \\ \left[\frac{\pi d_4^2}{4b_2h_2} - 1 \right] l_0 \text{ wenn } \frac{\pi}{4} d_4^2 > b_2h_2 \\ \left[\frac{4b_2h_2}{\pi d_4^2} - 1 \right] l_0 \text{ wenn } b_2h_2 > \frac{\pi}{4} d_4^2 \end{array} \right)$
	Auslass mit rundem oder Rechteckquerschnitt $0,7 \leq \left(\frac{d_6}{d_2} \right)^2 \leq 2,1$ $l_{46} \geq \max \left(\begin{array}{l} 3,8(d_6 - d_4) \\ \left[\left(\frac{d_6}{d_4} \right)^2 - 1 \right] l_0 \end{array} \right) \text{ für } d_6 > d_4$ $l_{46} \geq \max \left(\begin{array}{l} 3,8(d_4 - d_6) \\ \left[\left(\frac{d_4}{d_6} \right)^2 - 1 \right] l_0 \end{array} \right) \text{ für } d_4 > d_6$



a) Einbaukategorie D (gleichzeitige Messung der aerodynamischen Ventilatorleistung ist möglich)



b) Einbaukategorie D



c) Einbaukategorie C

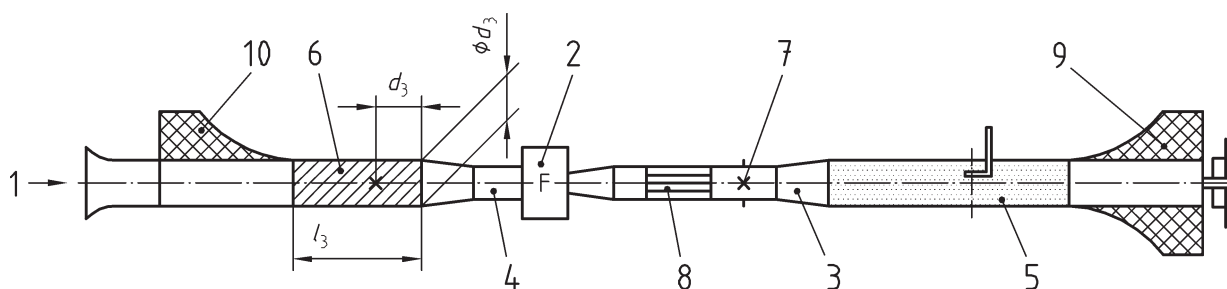
ANMERKUNG 1 Alle Abmessungen wie im Bild 5, ausgenommen l_6 : $l_6 \geq d_6$ und ≥ 1 m.

ANMERKUNG 2 Strömungsregelung am Einlass.

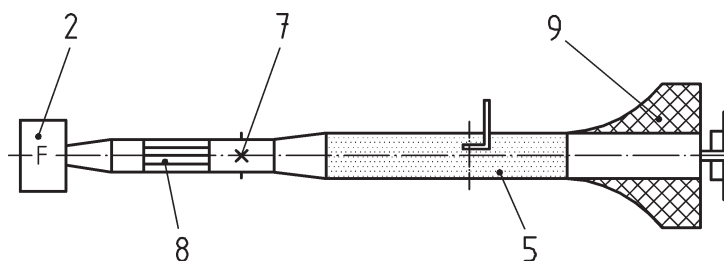
ANMERKUNG 3 Einbaukategorien wie in ISO 5801:1997 definiert.

ANMERKUNG 4 Bezeichnung der Einzelheiten siehe Bild 7.

Bild 6 — Messanordnung für die alleinige Messung der Geräusche im Einlasskanal



a) Einbaukategorie D (gleichzeitige Messung der aerodynamischen Ventilatorleistung ist möglich)



b) Einbaukategorie B

Legende:

1	Strömungsrichtung	7	Bohrung für Druckmessung
2	Ventilator	8	sternförmige Strömungsgleichrichter
3	Übergangsstück	9	reflexionsarmer Kanalabschluss für den Messkanal
4	Zwischenkanal	10	reflexionsarmer Kanalabschluss für den Abschlusskanal
5	Messkanal	11	Drosselvorrichtung
6	Abschlusskanal		

ANMERKUNG 1 Alle Abmessungen wie im Bild 5, ausgenommen l_3 : $l_3 \geq 4d_3$ und ≥ 1 m.

ANMERKUNG 2 Strömungsregelung am Auslass.

ANMERKUNG 3 Einbaukategorien wie in ISO 5801:1997 definiert.

Bild 7 — Messanordnung für die alleinige Messung der Geräusche im Auslasskanal

5.2.7 Reflexionsarmer Abschluss

Der Reflexionsfaktor r_a des angeschlossenen reflexionsarmen Abschlusses mit angebaute Drosselvorrichtung oder Strömungsmessvorrichtung darf die in Tabelle 5 angegebenen Werte nicht überschreiten.

Tabelle 5 — Höchstwerte für den Reflexionsfaktor des reflexionsarmen Abschlusses

Terzband-Mittenfrequenz Hz	Zulässiger Höchstwert des Reflexionsfaktors	
	Messkanal	Abschlusskanal
50	0,4	0,8
63	0,35	0,7
80	0,3	0,6
100	0,25	0,5
125	0,15	0,3
160	0,15	0,3
> 160	0,15	0,2

ANMERKUNG 1 Bei einem offenen Kanalende mit einem Durchmesser von 1,6 m sind die Anforderungen hinsichtlich des höchstzulässigen Wertes des Reflexionsfaktors für Abschlusskanäle erfüllt.

ANMERKUNG 2 Der reflexionsarme Abschluss des Abschlusskanals ist nur erforderlich, eine im Wesentlichen nicht reflektierende akustische Lastimpedanz am Kanalende zu erzeugen; im Abschlusskanal werden keine Schallmessungen durchgeführt. Der Reflexionsfaktor des reflexionsarmen Abschlusses darf daher für den Abschlusskanal größer sein als für den Messkanal.

ANMERKUNG Leitlinien für die Konstruktion eines reflexionsarmen Abschlusses und ein Verfahren zur Messung seines Reflexionsfaktors sind in den Anhängen E und F enthalten.

5.2.8 Drosselvorrichtung

Ein einstellbare Drosselvorrichtung ist, falls notwendig, auf der dem Ventilator abgewandten Seite des reflexionsarmen Abschlusses anzubringen. Zwischen Ventilator und reflexionsarmem Abschluss darf keine weitere Drossel angebracht werden. Die Drosselvorrichtung muss die Einstellung derjenigen Betriebsbedingungen ermöglichen, für welche die Bestimmung der Schallleistung des Ventilators gewünscht wird.

Die Drosselvorrichtung und der reflexionsarme Abschluss müssen so ausgelegt sein, dass der durch die Drosselvorrichtung erzeugte Schalldruckpegel im Messkanal mindestens 10 dB unter dem vom Ventilator erzeugten Schalldruckpegel im Messkanal liegt.

Vorschläge für Drosselvorrichtungen werden in Bild E.8 dargestellt.

5.2.9 Strömungsgleichrichter

Um die Drallenergie am Ventilatorauslass zu vermindern, sollte vor dem Messkanal ein Strömungsgleichrichter eingebaut sein, siehe Bild 7. Der Strömungsgleichrichter hat einen zylindrischen Querschnitt und einen Innendurchmesser gleich dem des Zwischenkanals, Durchmesser d_4 . Seine Länge entspricht dem doppelten Innendurchmesser. Der Strömungsgleichrichter besteht aus acht den Vollkreis in gleiche (45°) Sektoren teilenden, radial angeordneten Leitblechen („Stern-Gleichrichter“ nach ISO 5801). Die Schaufeldicke darf $0,007 d_4$ nicht übersteigen.

5.3 Messgeräte

5.3.1 Messsystem

5.3.1.1 Mikrophon

Es ist das Mikrophon eines Schallpegelmessers, der die Anforderungen der Klasse 1 nach IEC 60651:2001 erfüllt, zu benutzen.