

Akustik
Bestimmung der von Ventilatoren
in Kanäle abgestrahlten Schalleistung

Kanalverfahren
(ISO 5136 : 1990 und Technisches Korrigendum 1 : 1993) Deutsche Fassung EN 25 136 : 1993

DIN
EN 25 136

Diese Norm enthält die deutsche Übersetzung der Internationalen Norm **ISO 5136**

Acoustics; Determination of sound power radiated into a duct by fans;
In-duct method (ISO 5136 : 1990 and Technical Corrigendum 1 : 1993);
German Version EN 25136 : 1993

Ersatz für
DIN 45 635 T9/12.89

Acoustique; Détermination de la puissance acoustique rayonnée dans
un conduit par des ventilateurs (ISO 5136 : 1990 et Rectificatif Techni-
que 1 : 1993); Version allemande EN 25 136 : 1993

**Die Europäische Norm EN 25 136 : 1993 hat den Status einer
Deutschen Norm.**

Nationales Vorwort

Diese Europäische Norm ist im ISO/TC 43 unter intensiver deutscher Mitwirkung ausgearbeitet worden. Für die deutsche Mitarbeit ist der Arbeitsausschuß B 2 im Normenausschuß Akustik, Lärminderung und Schwingungstechnik (NALS) im DIN und VDI verantwortlich.

Für die im Abschnitt 2 zitierten Internationalen Normen wird im folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen und Richtlinien hingewiesen:

ISO 266 : 1975 DIN 45 401

ISO 5221 : 1984 VDI 2640 Blatt 3

ISO 7235 : 1990 DIN 45 646, DIN EN 27235 (z. Z. Entwurf)

IEC 225 : 1966 DIN 45 651 und DIN 45 652

IEC 651 : 1979 DIN IEC 651

Das Technical Corrigendum 1 : 1993 zu ISO 5136 : 1990 (Korrektur in Bild 1) ist in dieser Fassung berücksichtigt.

Fortsetzung Seite 2
und 22 Seiten EN

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

Zitierte Normen und andere Unterlagen

— in der Deutschen Fassung:

Siehe Abschnitt 2

— in nationalen Zusätzen:

DIN 45 401	Akustik; Elektroakustik; Normfrequenzen für Messungen
DIN 45 646	Messungen an Schalldämpfern in Kanälen; Einfügungsdämpfungsmaß, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust
DIN 45 651	Oktavfilter für elektroakustische Messungen
DIN 45 652	Terzfilter für elektroakustische Messungen
DIN IEC 651	Schallpegelmesser
VDI 2640 Blatt 3	Netzmessungen in Strömungsquerschnitten; Bestimmung des Gasstromes in Leitungen mit Kreis-, Kreisring- oder Rechteckquerschnitt

Frühere Ausgaben

DIN 45 635 Teil 9/12.89

Änderungen

Gegenüber DIN 45 635 T9/12.89 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) Anwendungsbereich auf Ventilatoren und andere aerodynamische Schallquellen (z.B. Drosseln, Klappen und Gehäuse) erweitert.
- b) Ergebnisbericht verkürzt.

Internationale Patentklassifikation

F 04 D 029/66

G 01 H 003/00

DK 534.61 : 621.61/.63 : 534.835.46 : 620.1

Deskriptoren: Akustik, Ventilator, Rohrleitung, akustische Prüfung, Schallmessung, Lautstärke, Lärm

Deutsche Fassung

Akustik

**Bestimmung der von Ventilatoren
in Kanäle abgestrahlten Schalleistung
Kanalverfahren
(ISO 5136 : 1990 und Technisches Korrigendum 1 : 1993)**

Acoustics — Determination of sound power radiated into a duct by fans — In-duct method (ISO 5136 : 1990 and Technical Corrigendum 1 : 1993)

Acoustique — Détermination de la puissance acoustique rayonnée dans un conduit par des ventilateurs — Méthode en conduit (ISO 5136 : 1990 et Rectificatif Technique 1 : 1993)

Diese Europäische Norm wurde von CEN am 1993-11-15 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 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

Vorwort

Zufolge des positiven Ergebnisses des Vorschlags des CEN/CS hat das Technische Büro von CEN (BT) beschlossen, die Internationale Norm

ISO 5136 : 1990 Acoustics — Determination of sound power radiated into a duct by fans — induct method

zur formellen Abstimmung vorzulegen.

Diese Europäische Norm wurde unter einem Mandat erarbeitet, das die Kommission der Europäischen Gemeinschaften und das Sekretariat der Europäischen Freihandelszone dem CEN erteilt haben, und unterstützt grundlegende Anforderungen der EG-Richtlinien.

Diese Europäische Norm muß den Status einer nationalen Norm erhalten, entweder durch Veröffentlichung eines identischen Textes oder durch Anerkennung bis Mai 1994, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Mai 1994 zurückgezogen werden.

Entsprechend der CEN/CENELEC-Geschäftsordnung sind folgende Länder gehalten, diese Europäische Norm zu übernehmen:

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

Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 5136 : 1990 und das Technische Korrigendum 1 : 1993 wurden von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Änderung genehmigt.

Inhalt

	Seite
1 Anwendungsbereich	3
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe und Formelzeichen	4
4 Meßaufbau und Meßgeräte	5
5 Meßaufbau	11
6 Durchführung der Messung	12
7 Auswertung	12
8 Meßbericht (Meßprotokoll)	13
9 Ergebnisbericht	13
Anhang A (normativ) Berechnen des A-Schalleistungspegels aus Oktav- oder Terzband-Schalleistungspegeln	13
Anhang B (normativ) Ermittlung des Störabstandes zwischen dem Schalldruckpegel bei betriebener Schallquelle und dem Pegel der turbulenten Druckschwankungen im Meßkanal	14
Anhang C (informativ) Richtlinien für die Auslegung und Konstruktion eines reflexionsarmen Abschlusses	15
Anhang D (informativ) Prüfung reflexionsarmer Abschlüsse	19
Anhang E (informativ) Beispiel eines Mikrofonvorsatzes	20
Anhang F (informativ) Messung der Drallkomponenten	22
Anhang G (informativ) Literatur	22

Einleitung

Die von einem Ventilator in einen Kanal abgestrahlte Schalleistung hängt von der Art des Kanals, charakterisiert durch seine akustische Impedanz, ab. Für ein Meßverfahren muß der Kanal deshalb festgelegt werden. In dieser Internationalen Norm besitzt er einen kreisförmigen Querschnitt und endet reflexionsarm. Details für typische reflexionsarme Kanalabschlüsse sind in Anhang C beschrieben. Die Schalleistung, die man für diese speziellen Bedingungen erhält, ist ein charakteristischer Wert für praktische Anwendungen, da der reflexionsarme Abschluß eine Impedanz erzeugt, die etwa in der Mitte zwischen der hohen und niedrigen in der Praxis auftretenden Impedanz liegt. Die Schalleistung für aktuelle Einsatzfälle kann theoretisch aus Informationen über die Ventilatoren und Kanalimpedanzen bestimmt werden. Diese Informationen sind z. Z. nicht ausreichend erhältlich, sie werden deshalb für die akustischen Auslegungen im allgemeinen nicht berücksichtigt.

Um turbulente Druckschwankungen am Mikrofon zu reduzieren, wird ein langer zylindrischer Windschirm (Mikrofonvorsatz) benutzt, der im einzelnen beschrieben wird. Die radiale Position des Mikrofons mit diesem Vorsatz wird so festgelegt, daß die Schalleistung entsprechend der Gleichung für die ebene Welle mit ausreichender Genauigkeit aus dem Schalldruck bestimmt werden kann, sogar in dem Frequenzbereich, in dem stehende Wellen in radialer Richtung (Quermoden) möglich sind.

Die Präzision des Verfahrens für Messungen in verschiedenen Labors wird durch Standardabweichungen beschrieben.

Die Verfahren zur Messung der Betriebsbedingungen (Leistungsmessungen) sind in dieser Internationalen Norm nicht genau festgelegt. Es ist beabsichtigt, die Betriebsbedingungen separat festzulegen, was Gegenstand einer künftigen Internationalen Norm sein wird.

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

1 Anwendungsbereich

1.1 Meßbedingungen

Diese Internationale Norm beschreibt ein Verfahren zur Bestimmung der Schalleistung, die von Ventilatoren in einen reflexionsarm endenden Kanal ansaug- und/oder ausblasseitig abgestrahlt wird. Sie ist auf Ventilatoren anwendbar, die stationären, breitbandigen, schmalbandigen oder tonalen Schall aussenden. Sie gilt für Lufttemperaturen von -50°C bis $+70^{\circ}\text{C}$.

Der Bereich der Meßkanaldurchmesser erstreckt sich von 0,15 m bis 2 m. Die maximale Strömungsgeschwindigkeit beträgt 30 m/s, der maximale Drallwinkel ist 15° . Ein Beispiel zur Bestimmung des Drallwinkels ist im Anhang F gegeben.

Die Terzband-Mittenfrequenzen decken den Bereich von 50 Hz bis 10 000 Hz ab.

ANMERKUNG: Die Strömungsgeräuschrückung des Mikrofonvorsatzes (siehe Abschnitt 6.2.1) kann bei höheren Strömungsgeschwindigkeiten und größeren Drallwinkeln ungenügend sein.

1.2 Art der Schallquelle

Das Verfahren ist auf eine Schallquelle anwendbar, bei der ein Ventilator an mindestens einer Seite mit einem Kanal verbunden ist.

Beispiele für kanalgebundene Ventilatoren und Ventilationseinrichtungen, die von dieser Internationalen Norm erfaßt werden, sind

- kanalgebundene Radialventilatoren;
- kanalgebundene Axialventilatoren;
- kanalgebundene Mischströmungsventilatoren.

Diese Internationale Norm kann auch auf andere aerodynamische Schallquellen angewendet werden, wie Gehäuse, Luftklappen und Drosseleinrichtungen.

Diese Internationale Norm ist nicht auf freie Ventilatoren oder Ventilationseinrichtungen, die nicht mit Kanälen verbunden sind, anwendbar.

1.3 Präzision des Verfahrens

Als Maß für die Präzision des Verfahrens wird die Standardabweichung des Schalleistungspegels angegeben. Sie enthält die Einflüsse von Reflexionen an den Kanälen, von Übergangsstücken sowie die möglichen Fehler bei der Berechnung der Schalleistung aus der Schalldruckmessung und die Toleranz bei der Kalibrierung der Meßeinrichtung. Die Schätzwerte für die Standardabweichungen sind in Tabelle 1 aufgeführt.

Tabelle 1: Präzision des Verfahrens

Terzband-Mittenfrequenz Hz	Standardabweichung dB
50	3,5
63	3
80; 100	2,5
125 bis 4000	2
5000	2,5
6300	3
8000	3,5
10 000	4

Die in Tabelle 1 angegebenen Standardabweichungen berücksichtigen die Gesamtwirkung aller Meßungenauigkeiten, jedoch nicht die Schwankungen der Schalleistung von Gerät zu Gerät oder von Untersuchung zu Untersuchung, die z. B. durch Änderungen der Aufstellung oder der Betriebsbedingungen der Schallquelle zustande kommen.

ANMERKUNG 1: Die in Tabelle 1 angegebenen Standardabweichungen sind aus Informationen in [3], [5] und [19] hergeleitet.

ANMERKUNG 2: Die Standardabweichungen steigen bei Strömungen mit Drall.

ANMERKUNG 3: Sind tonale Komponenten vorhanden oder wird die Messung nicht über einen ausreichend langen Zeitraum gemittelt, ist die Genauigkeit niedriger als angegeben.

ANMERKUNG 4: Bei hohen Frequenzen, besonders über 4000 Hz, können die Vergleichsstandardabweichungen größer als in Tabelle 1 angegeben sein, wenn das gemessene Geräuspektrum zu hohen Frequenzen hin stark im Pegel abfällt. In solchen Fällen können die vom Mikrofon

gemessenen Schalldrucksignale bei hohen Frequenzen, deren Pegel klein ist gegenüber denen bei tiefen Frequenzen, von elektrischen Rauschsignalen überlagert werden, die von der Meßeinrichtung, speziell vom Frequenzanalysator, herrühren. Um zu einer korrekten Bestimmung der Schalleistung zu kommen, kann es nötig sein, die Messung bei hohen Frequenzen mit Filterung des Mikrofonsignals durch ein Hochpaßfilter zu wiederholen, bevor das Signal vom Frequenzanalysator verarbeitet wird.

2 Normative Verweisungen

Die folgenden Normen enthalten Festlegungen, die durch Zitieren in diesem Text Festlegungen dieser Internationalen Norm werden. Zum Zeitpunkt der Veröffentlichung waren die angegebenen Ausgaben gültig.

Da alle Normen der Überarbeitung unterliegen, wird Partnern von Vereinbarungen, die sich auf diese Norm stützen, nahegelegt, nach Möglichkeit die neuesten Ausgaben der unten angegebenen Normen zu verwenden. Die Mitglieds Körperschaften der IEC und der ISO verfügen über Verzeichnisse der gegenwärtig gültigen Internationalen Normen.

ISO 266 : 1975	Akustik; Vorzugsfrequenzen für Messungen.
ISO 5221 : 1984	Luftverteilung und -zerstäubung; Methoden zur Messung des Luftdurchsatzes in Luftkanälen
ISO 7235 : - ¹⁾	Akustik; Meßverfahren für Kanalschalldämpfer; Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust
IEC 225 : 1966	Oktav-, Halboktav- und Terzfilter zur Analyse von Schall und Schwingungen
IEC 651 : 1979	Schallpegelmesser

3 Begriffe und Formelzeichen

Für die Zwecke dieser Norm gelten folgende Begriffe und Formelzeichen:

3.1 Ventilator-Eingangs-/Ausgangsquerschnitts-Fläche S_F

Die Querschnittsfläche des Ventilatoranschlusses, der mit dem Kanal verbunden ist.

3.2 Kanäle

Jeder der in den Abschnitten 3.2.1, 3.2.2 und 3.2.3 definierten Luftwege.

3.2.1 Meßkanal

Der Kanal, in dem die Messungen zur Schalleistungsbestimmung des Ventilators durchgeführt werden. Er besitzt einen reflexionsarmen Abschluß.

3.2.2 Abschlußkanal

Wenn beide Seiten des Ventilators an Kanäle angeschlossen sind, wird der Kanal, der dem Meßkanal gegenüberliegt, als Abschlußkanal bezeichnet. Er besitzt einen reflexionsarmen Abschluß.

3.2.3 Zwischenkanal

Der Kanal, der auf der Eingangs- und Ausgangsseite des Ventilators angeschlossen ist, um die gewünschten Strömungsbedingungen sicherzustellen. Er verbindet die Schallquelle mit dem Meß- oder Abschlußkanal, falls nötig durch ein Übergangsstück (siehe Bild 1).

3.3 Meßebene

Die Meßebene ist die radiale Ebene im Meßkanal, in der sich die Mikrofonmembran befindet.

3.4 Schalldruckpegel, L_p , in Dezibel

Der zehnfache Logarithmus zur Basis 10 des Verhältnisses des Quadrates des Effektivwertes des Schalldruckes zum Quadrat des Bezugsschalldruckes. Die Breite eines eingeschränkten Frequenzbandes ist anzugeben, z.B. Terzschalldruckpegel, A-bewerteter Schalldruckpegel usw. Der Bezugsschalldruck beträgt 20 μPa .

L_{p1} , L_{p2} , L_{p3} sind die Schalldruckpegel an den drei Meßpunkten im Kanal

$\bar{L}_{pm}$ ist der über die Meßpunkte im Kanal räumlich gemittelte Schalldruckpegel. Er kann auch als Mittelwert über einen kontinuierlichen Umfangs-Meßpfad bestimmt werden (siehe Abschnitt 6.2.4).

$\bar{L}_p$ ist der räumlich gemittelte Schalldruckpegel in der Meßebene, korrigiert mit der kombinierten Freifeld-Frequenzgangkorrektur C (siehe Abschnitte 3.9 und 7.1)

3.5 Schalleistungspegel, L_{w1} , in Dezibel

Der zehnfache Logarithmus zur Basis 10 des Verhältnisses von gegebener Schalleistung zur Bezugsschalleistung. Die Breite eines eingeschränkten Frequenzbandes ist anzugeben, z.B. Terz-Schalleistungspegel, A-bewerteter Schalleistungspegel usw. Die Bezugsschalleistung beträgt 1 pW.

3.6 Schalleistung des Ventilators

Die vom Ventilator in den Meßkanal abgestrahlte Schalleistung.

3.7 Interessierender Frequenzbereich

Der interessierende Frequenzbereich enthält vorzugsweise die Terzbänder mit den Mittenfrequenzen 100 Hz bis 10 000 Hz.

Für spezielle Zwecke kann der interessierende Frequenzbereich bis auf die Mittenfrequenz von 50 Hz erweitert werden. Für Ventilatoren, die vornehmlich hoch- und tief-frequenten Schall abstrahlen, kann der interessierende Frequenzbereich zum Zweck der Optimierung der Meßanordnung und -verfahren eingeschränkt werden. Die Grenzen des eingeschränkten Frequenzbereiches müssen im Meßbericht angegeben werden.

3.8 Mikrofonvorsatz

Der Mikrofonvorsatz ist ein röhrenförmiger Windschirm, der so aufgebaut ist, daß das Turbulenzgeräusch der Strömung vom Mikrofon geringstmöglich empfangen wird.

¹⁾ Veröffentlichung in Vorbereitung

3.9 Weitere Formelzeichen

- C_1 Die vom Hersteller angegebene Korrektur, die zum Signal des kalibrierten Mikrofons addiert werden muß, um den Freifeldwert in dB zu erhalten.
- C_2 Zum Signal des kalibrierten Mikrofons zu addierende Frequenzgangkorrekturen des Mikrofonvorsatzes in dB; gemessen bei normalem Schalleinfall (siehe 4.2.3 c).
- C_3 Strömungsgeschwindigkeits-Frequenzgangkorrektur des Mikrofonvorsatzes in dB (siehe Tabelle 5)
- C_4 Modal-Frequenzgangkorrektur in dB, die aufgrund der Verwendung des Mikrofonvorsatzes notwendig ist (siehe Tabelle 6).
- $C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4$ kombinierte Frequenzgangkorrektur in dB.
- c Schallgeschwindigkeit im Meßkanal
- ρ Luftdichte im Meßkanal
- d Durchmesser des Ventilatorein-/auslasses, des Test-, Zwischen- oder Abschlußkanals (siehe Bild 1)
- l Länge der Kanäle und Übergangsstücke
- r radialer Abstand der Achse des Mikrofonvorsatzes von der Kanalachse
- r_a Reflexionsfaktor, definiert als das Verhältnis der Schalldruckamplitude der am reflexionsarmen Abschluß reflektierten Welle zu der der einfallenden Welle.
- b, h Querabmessungen von rechteckigen Einlaß- oder Auslaßquerschnitten des Ventilators

4 Meßaufbau und Meßgeräte

4.1 Allgemeine Anforderungen

Der Meßaufbau besteht aus dem zu untersuchenden Ventilator, einem Zwischenkanal, dem Meßkanal mit reflexionsarmem Abschluß und den Meßgeräten (siehe Bild 1).

Wird ein üblicherweise beidseitig an Kanäle angeschlossener Ventilator untersucht, müssen ein Abschlußkanal mit reflexionsarmem Abschluß und ein Zwischenkanal an der Seite angeschlossen werden, die der Seite, auf der die Schalleistung bestimmt wird, gegenüberliegt.

Alle Verbindungen zwischen Ventilator und Kanal müssen starr sein, es sei denn, eine schwingungsisolierende Kupplung ist integraler Bestandteil des Ventilators. Der Meßkanal enthält eine Befestigungsvorrichtung für das Mikrofon mit Vorsatz an den in Abschnitt 5.2 festgelegten Stellen.

Zur Einstellung der einzuhaltenden Betriebsbedingungen sind die nötigen Vorkehrungen zu treffen.

ANMERKUNG 1: Beispiele für die Auslegung von reflexionsarmen Abschlüssen und Drosselvorrichtungen sind im Anhang C angegeben.

ANMERKUNG 2: Eine Messung des Massenstromes ist das bevorzugte Verfahren zur Einstellung des Ventilator-Arbeitspunktes (siehe ISO 5221); ein alternatives Verfahren ist die Messung der durch den Ventilator hervorgerufenen Druck-erhöhung.

ANMERKUNG 3: Das aerodynamische Kennfeld des Ventilators darf mit einer anderen Meßanordnung gemessen werden.

4.2 Kanalbeschreibung

4.2.1 Aufbau der Kanäle und Übergangsstücke

Die Kanäle müssen gerade, coaxial zu Ein- oder Auslaß des Ventilators und von gleichmäßigem kreisförmigen Querschnitt sein. Die Kanäle und Übergangsstücken sollen entweder aus Stahl mit einer Mindestdicke von 1 mm oder einem Material mit äquivalenter Flächenmasse und Steifigkeit gefertigt sein, das eine schallharte und glatte Innenseite garantiert.

Die Außenseiten der Kanäle und Übergangsstücke sollten mit Antidröhn-Material behandelt sein.

ANMERKUNG: In dieser Internationalen Norm sind Kanäle mit kreisförmigen Querschnitten vorgeschrieben. In zukünftigen Internationalen Normen werden gegebenenfalls Kanäle mit rechteckigen Querschnitten berücksichtigt.

4.2.2 Kanallängen

Die Kanallängen sind entsprechend den Anforderungen aus Bild 1 zu wählen.

4.2.3 Kanalquerschnittsflächen

Die freien Kanalquerschnittsflächen sind Tabelle 2 zu entnehmen, wobei die Einlaß- oder Auslaßquerschnittsfläche S_F die Querschnittsfläche auf der Seite ist, an der der jeweilige Kanal angeschlossen ist.

Tabelle 2: Kanalquerschnittsflächen

	Kanal	Querschnittsfläche	
		min.	max.
Einlaßseite des Ventilators	Zwischenkanal	1,0 S_F	1,0 S_F
	Meßkanal	1,0 S_F	2,1 S_F
	Abschlußkanal	1,0 S_F	2,1 S_F
Auslaßseite des Ventilators	Zwischenkanal	0,95 S_F	1,07 S_F
	Meßkanal	0,7 S_F	2,1 S_F
	Abschlußkanal	0,7 S_F	2,1 S_F

4.2.4 Übergangsstücke

Alle Übergangsstücke, einschließlich der für den Übergang eines rechteckigen Auslaß- oder Einlaßquerschnittes des Ventilators auf den runden Kanalquerschnitt, sind konisch auszuführen und müssen folgende Bedingungen erfüllen:

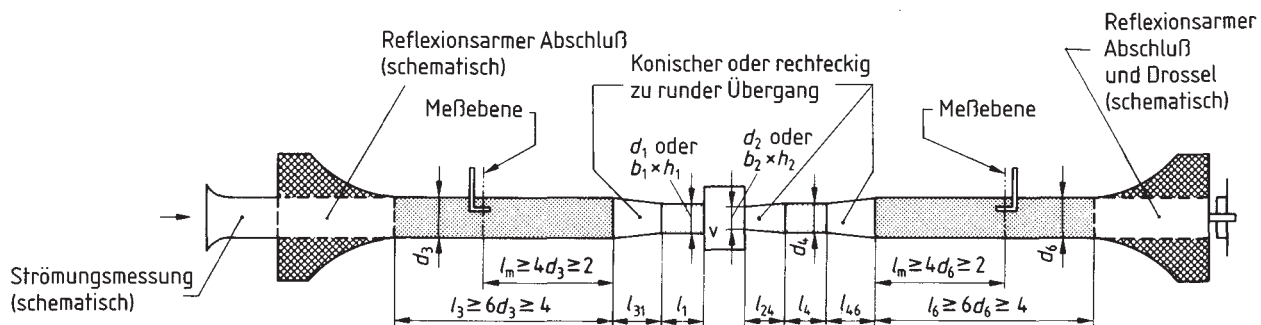
a) der größte Öffnungswinkel der Seitenwände darf 15° nicht überschreiten

b) die Mindestlänge ist:

$$\frac{l_{\min}}{l_o} = \frac{\text{größere Querschnittsfläche}}{\text{kleinere Querschnittsfläche}} - 1$$

mit $l_o = 1 \text{ m}$

Maße in Metern



Für kreisförmige Ventilatoreinlässe, Durchmesser d_1

$$\begin{aligned} 1 & \leq (d_3/d_1)^2 \leq 2,1 \\ 2 d_1 & \leq l_1 \leq 5 d_1 \\ l_{31} & \geq 3,8 (d_3 - d_1) \text{ und } \geq (d_3/d_1)^2 - 1 \end{aligned}$$

Für rechteckförmige Ventilatoreinlässe, $b_1 \times h_1$

$$\begin{aligned} 1 & \leq \frac{\pi d_3^2}{4 b_1 h_1} \leq 2,1 \\ 2 & \sqrt{\frac{4 b_1 h_1}{\pi}} \leq l_1 \leq 5 \sqrt{\frac{4 b_1 h_1}{\pi}} \\ b_{31} & \geq 3,8 |\sqrt{b_1^2 + h_1^2} - d_3| \text{ und } \geq \frac{\pi d_3^2}{4 b_1 h_1} - 1 \\ 2 d_4 & \leq l_4 \leq 5 d_4 \\ l_{46} & \geq 3,8 (d_6 - d_4) \text{ und } \geq (d_6/d_4)^2 - 1 \text{ für } d_6 > d_4 \\ l_{46} & \geq 3,8 (d_4 - d_6) \text{ und } \geq (d_4/d_6)^2 - 1 \text{ für } d_4 > d_6 \end{aligned}$$

Für kreisförmige Ventilatorauslässe, Durchmesser d_2

$$\begin{aligned} 0,95 & \leq (d_4/d_2)^2 \leq 1,07 \\ 0,7 & \leq (d_6/d_2)^2 \leq 2,1 \\ l_{24} & \geq 3,8 (d_4 - d_2) \text{ und } \geq (d_4/d_2)^2 - 1 \\ & \text{für } d_4 > d_2 \\ l_{24} & \geq 3,8 (d_2 - d_4) \text{ und } \geq (d_2/d_4)^2 - 1 \\ & \text{für } d_2 > d_4 \end{aligned}$$

Für rechteckförmige Ventilatorauslässe, $b_2 \times h_2$

$$\begin{aligned} 0,95 & \leq \frac{\pi d_4^2}{4 b_2 h_2} \leq 1,07 \\ 0,7 & \leq \frac{\pi d_6^2}{4 b_2 h_2} \leq 2,1 \\ l_{24} & \geq 3,8 |\sqrt{b_2^2 + h_2^2} - d_4| \text{ und } \geq \frac{\pi d_4^2}{4 b_2 h_2} - 1 \\ & \text{für } \frac{\pi}{4} d_4^2 > b_2 h_2 \\ l_{24} & \geq 3,8 |\sqrt{b_2^2 + h_2^2} - d_4| \text{ und } \geq \frac{4 b_2 h_2}{\pi d_4^2} - 1 \\ & \text{für } b_2 h_2 > \frac{\pi}{4} d_4^2 \end{aligned}$$

a) Gleichzeitige Geräuschmessung im Einlaß- und Auslaßkanal

Bild 1: Meßaufbau und Abmessungen von Meßkanälen, Zwischenkanälen und Übergangsstücken
(fortgesetzt)