

## DIN EN ISO 7235



ICS 17.140.99

Ersatz für  
DIN EN ISO 7235:1995-09

**Akustik –  
Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen –  
Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und Gesamtdruckverlust  
(ISO 7235:2003);  
Deutsche Fassung EN ISO 7235:2003**

Acoustics –

Laboratory measurement procedures for ducted silencers and air-terminal units –  
Insertion loss, flow noise and total pressure loss (ISO 7235:2003);  
German version EN ISO 7235:2003

Acoustique –

Modes opératoires de mesure en laboratoire pour silencieux en conduit et unités  
terminales –  
Perte d'insertion, bruit d'écoulement et perte de pression totale (ISO 7235:2003);  
Version allemande EN ISO 7235:2003

Gesamtumfang 61 Seiten

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

## Die Europäische Norm EN ISO 7235:2003 hat den Status einer Deutschen Norm.

### Nationales Vorwort

Die der Europäischen Norm EN ISO 7235 zugrundeliegende Internationale Norm ISO 7235:2003 wurde von der Arbeitsgruppe 44 „Noise control by silencers“ vom ISO/TC 43/SC 1 „Noise“ erstellt. Sie stellt die von Deutschland angeregte Überarbeitung der Internationalen Norm von 1990 dar. Die Federführung lag in deutscher Hand.

Auf europäischer Ebene fällt die Norm in den Bereich des CEN/TC 211 „Akustik“. Der zuständige nationale Arbeitsausschuss ist der NALS B 2 AK 1 „Schallschutz in Strömungskanälen“.

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

|            |                     |            |                   |
|------------|---------------------|------------|-------------------|
| ISO 3741   | DIN EN ISO 3741     | ISO 5725-6 | DIN ISO 5725-6    |
| ISO 3746   | DIN EN ISO 3746     | ISO 9614-3 | DIN EN ISO 9614-3 |
| ISO 5135   | DIN EN ISO 5135     | ISO 11200  | DIN EN ISO 11200  |
| ISO 5136   | DIN EN ISO 5136     | ISO 11820  | DIN EN ISO 11820  |
| ISO 5167-1 | E DIN EN ISO 5167-1 | ISO 14163  | DIN EN ISO 14163  |
| ISO 5725-1 | DIN ISO 5725-1      | IEC 60651  | DIN EN 60651      |
| ISO 5725-2 | DIN ISO 5725-2      | IEC 60804  | DIN EN 60804      |
| ISO 5725-3 | DIN ISO 5725-3      | IEC 60942  | DIN EN 60942      |
| ISO 5725-4 | DIN ISO 5725-4      | IEC 61260  | DIN EN 61260      |
| ISO 5725-5 | DIN ISO 5725-5      |            |                   |

### Änderungen

Gegenüber DIN EN ISO 7235:1995-09 wurden folgende Änderungen vorgenommen:

- a) für Absorptionsschalldämpfer mit geringer Strömung Messungen ohne Strömung zugelassen;
- b) Messungen des Durchgangsdämpfungsmaßes an Luftauslässen von RLT-Anlagen neu aufgenommen;
- c) Bemessungsregeln für Übergangsstücke zwischen verschiedenen Kanaldurchmessern geändert;
- d) Anforderungen an Quell- und Empfängerseite des Messaufbaus durch Parameter verallgemeinert;
- e) vereinfachtes Verfahren zur Messung des Druckverlustes;
- f) Festlegung der Umrechnung von Terzwerten der Dämpfung in Oktavbandwerte;
- g) Messungen an verkleinerten Schalldämpfermodellen aufgenommen;
- h) Prüfung der Ausbreitungsdämpfung festgelegt;
- i) Europäische Norm EN ISO 7235:2003 übernommen.

### Frühere Ausgaben

DIN 45646: 1988-09  
DIN EN ISO 7235: 1995-09

## Anhang NA (informativ)

### Literaturhinweise

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

DIN EN 60804, *Integrierende mittelwertbildende Schallpegelmesser (IEC 60804:2000); Deutsche Fassung EN 60804:2000*

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); Deutsche Fassung EN 61260:1995*

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

DIN EN ISO 5135, *Akustik – Bestimmung des Schallleistungspegels von Geräuschen von Luftdurchlässen, Volumendurchflussreglern, Drossel- und Absperrelementen durch Messungen im Hallraum (ISO 5135:1997); Deutsche Fassung EN ISO 5135:1998*

DIN EN ISO 5136, *Akustik – Bestimmung der von Ventilatoren und anderen Strömungsmaschinen in Kanäle abgestrahlten Schallleistung – Kanalverfahren (ISO 5136:2003); Deutsche Fassung EN ISO 5136:2003*

E DIN EN ISO 5167-1, *Durchflussmessung von Fluiden mit Drosselgeräten in voll durchströmten Leitungen mit Kreisquerschnitt – Teil 1: Allgemeines (ISO/DIS 5167-1:2000); Deutsche Fassung prEN ISO 5167-1:2000*

DIN EN ISO 9614-3, *Akustik – Bestimmung der Schallleistungspegel von Geräuschquellen aus Schallintensitätsmessungen – Teil 3: Scanning-Verfahren der Genauigkeitsklasse 1 (ISO 9614-3:2002); Deutsche Fassung EN ISO 9614-3:2002*

DIN EN ISO 11200, *Akustik – Geräuschabstrahlung von Maschinen und Geräten – Leitlinien zur Anwendung der Grundnormen zur Bestimmung von Emissions-Schalldruckpegeln am Arbeitsplatz und an anderen festgelegten Orten (ISO 11200:1995); Deutsche Fassung EN ISO 11200:1995*

DIN EN ISO 11820, *Akustik – Messungen an Schalldämpfern im Einsatzfall (ISO 11820:1996); Deutsche Fassung EN ISO 11820:1996*

DIN EN ISO 14163, *Akustik – Leitlinien für den Schallschutz durch Schalldämpfer (ISO 14163:1998); Deutsche Fassung EN ISO 14163:1998*

DIN ISO 5725-1, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 1: Allgemeine Grundlagen und Begriffe (ISO 5725-1:1994)*

DIN ISO 5725-2, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 2: Grundlegende Methode für Ermittlung der Wiederhol- und Vergleichpräzision eines vereinheitlichten Messverfahrens (ISO 5725-2:1994 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2002)*

DIN ISO 5725-3, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 3: Präzisionsmaße eines vereinheitlichten Messverfahrens unter Zwischenbedingungen (ISO 5725-3:1994 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001)*

DIN ISO 5725-4, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 4: Grundlegende Methoden für die Ermittlung der Richtigkeit eines vereinheitlichten Messverfahrens (ISO 5725-4:1994)*

DIN ISO 5725-5, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 5: Alternative Methoden für die Ermittlung der Präzision eines vereinheitlichten Messverfahrens (ISO 5725-5:1998)*

DIN ISO 5725-6, *Genauigkeit (Richtigkeit und Präzision) von Messverfahren und Messergebnissen – Teil 6: Anwendung von Genauigkeitswerten in der Praxis (ISO 5725-6:1994 einschließlich Technisches Korrigendum 1:2001)*

Deutsche Fassung

**Akustik - Labormessungen an Schalldämpfern in Kanälen -  
Einfügungsdämpfung, Strömungsgeräusch und  
Gesamtdruckverlust (ISO 7235:2003)**

Acoustics - Laboratory measurement procedures for  
ducted silencers and air-terminal units - Insertion loss, flow  
noise and total pressure loss (ISO 7235:2003)

Acoustique - Modes opératoires de mesure en laboratoire  
pour silencieux en conduit et unités terminales - Perte  
d'insertion, bruit d'écoulement et perte de pression totale  
(ISO 7235:2003)

Diese Europäische Norm wurde vom CEN am 20. Juni 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     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Vorwort</b> .....                                                                                | <b>4</b>  |
| <b>Einleitung</b> .....                                                                             | <b>5</b>  |
| <b>1 Anwendungsbereich</b> .....                                                                    | <b>5</b>  |
| <b>2 Normative Verweisungen</b> .....                                                               | <b>6</b>  |
| <b>3 Begriffe</b> .....                                                                             | <b>7</b>  |
| <b>4 Symbole</b> .....                                                                              | <b>11</b> |
| <b>5 Messeinrichtungen und Anforderungen an Messgeräte</b> .....                                    | <b>13</b> |
| 5.1 Zweck und Arten von Messeinrichtungen.....                                                      | 13        |
| 5.2 Geräte für Schallmessungen an Schalldämpfern.....                                               | 14        |
| 5.2.1 Erforderliche Geräte.....                                                                     | 14        |
| 5.2.2 Geräte auf der Quellseite.....                                                                | 14        |
| 5.2.3 Substitutionskanal.....                                                                       | 17        |
| 5.2.4 Geräte auf der Empfängerseite.....                                                            | 18        |
| 5.3 Einrichtungen für Schallmessungen an Luftdurchlässen.....                                       | 20        |
| 5.3.1 Geräte auf der Quellseite.....                                                                | 20        |
| 5.3.2 Geräte auf der Empfängerseite.....                                                            | 21        |
| 5.4 Einrichtungen für Strömungsmessungen.....                                                       | 21        |
| 5.4.1 Erforderliche Geräte.....                                                                     | 21        |
| 5.4.2 Komponenten.....                                                                              | 23        |
| 1.5 Geräte für dynamische Messungen.....                                                            | 27        |
| 1.5.1 Benötigte Geräte.....                                                                         | 27        |
| 1.5.2 Schallquelle für dynamische Messungen.....                                                    | 27        |
| 1.5.3 Empfängerseite für dynamische Messungen.....                                                  | 27        |
| <b>6 Ablauf der Messungen</b> .....                                                                 | <b>28</b> |
| 6.1 Allgemeines.....                                                                                | 28        |
| 6.2 Einfügungsdämpfungsmaß.....                                                                     | 28        |
| 6.2.1 Schalldruckmessung.....                                                                       | 28        |
| 6.2.2 Schallintensitätsmessungen.....                                                               | 30        |
| 6.3 Durchgangsdämpfungsmaß.....                                                                     | 30        |
| 6.4 Schalleistungspegel des Strömungsgeräusches.....                                                | 30        |
| 6.5 Volumenstrom und Druckverlustkoeffizient.....                                                   | 31        |
| 6.5.1 Volumenstrom am Einlass des Messgegenstandes.....                                             | 31        |
| 6.5.2 Mittlerer Gesamtdruckverlustkoeffizient.....                                                  | 31        |
| <b>7 Messbericht</b> .....                                                                          | <b>35</b> |
| 7.1 Beschreibung des Messgegenstandes.....                                                          | 35        |
| 7.2 Messgeräte.....                                                                                 | 35        |
| 7.3 Schallquelle.....                                                                               | 36        |
| 7.4 Mess-, Substitutions- und Übertragungskanäle.....                                               | 36        |
| 7.5 Übergänge.....                                                                                  | 36        |
| 7.6 Reflexionsarmer Abschluss.....                                                                  | 36        |
| 7.7 Hallraum.....                                                                                   | 36        |
| 7.8 Akustische Messergebnisse.....                                                                  | 36        |
| 7.9 Messunsicherheit.....                                                                           | 37        |
| <b>8 Ergebnisbericht</b> .....                                                                      | <b>37</b> |
| <b>Anhang A (normativ) Aufbau der Schallquelle zur Schallfeldanregung und Eignungsprüfung</b> ..... | <b>38</b> |
| <b>Anhang B (normativ) Übertragungselement</b> .....                                                | <b>40</b> |
| <b>Anhang C (normativ) Kanalwände und Grenzdämpfungsmaß</b> .....                                   | <b>43</b> |



|                                                                                                                                                                     |           |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Anhang D</b> (normativ) <b>Umrechnung von Dämpfungswerten in Terzbändern in Dämpfungswerte in Oktavbändern</b> .....                                             | <b>46</b> |
| <b>Anhang E</b> (normativ) <b>Messungen an großen Kulissenschalldämpfern</b> .....                                                                                  | <b>47</b> |
| <b>Anhang F</b> (normativ) <b>Prüfung der Längsdämpfung</b> .....                                                                                                   | <b>50</b> |
| <b>Anhang G</b> (informativ) <b>Reflexionsarme Kanalabschlüsse</b> .....                                                                                            | <b>51</b> |
| <b>Anhang H</b> (informativ) <b>Beispiele für Messanordnungen</b> .....                                                                                             | <b>53</b> |
| <b>Anhang ZA</b> (informativ) <b>Abschnitte in dieser Europäischen Norm, die grundlegende Anforderungen oder andere Vorgaben von EU-Richtlinien betreffen</b> ..... | <b>55</b> |
| <b>Anhang ZB</b> (normativ) <b>Normative Verweisungen auf internationale Publikationen mit ihren entsprechenden europäischen Publikationen</b> .....                | <b>56</b> |
| <b>Literaturhinweise</b> .....                                                                                                                                      | <b>57</b> |

## Vorwort

Dieses Dokument wurde vom Technischen Komitee ISO/TC 43 „Acoustics“ 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 Februar 2004, und etwaige entgegenstehende nationale Normen müssen bis Februar 2004 zurückgezogen werden.

Dieses Dokument ersetzt EN ISO 7235:1995.

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, Slowakei, Spanien, Tschechische Republik, Ungarn und Vereinigtes Königreich.

### Anerkennungsnotiz

Der Text der Internationalen Norm ISO 7235:2003 wurde von CEN als Europäische Norm ohne irgendeine Abänderung genehmigt.

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

## Einleitung

Diese Internationale Norm legt das Substitutionsverfahren zur Bestimmung des Einfügungsdämpfungsmaßes von Kanalschalldämpfern sowie ein Verfahren zur Bestimmung des Durchgangsdämpfungsmaßes von Luftdurchlässen fest.

Beim Substitutionsverfahren wird zunächst der Schalldruckpegel der vom Messgegenstand durchgelassenen Schallwelle bestimmt. Anschließend wird der Messgegenstand durch den Substitutionskanal ersetzt und erneut der Schalldruckpegel der durchgelassenen Schallwelle bestimmt. Der Schalldruckpegel der durchgelassenen Schallwelle kann

- in einem Hallraum,
- im Messkanal hinter dem Schalldämpfer oder
- in einem im Wesentlichen freien Schallfeld

gemessen werden.

Die Reihenfolge der Aufzählung spiegelt die Bewertung der Verfahren wider.

Die akustische Wirksamkeit von Schalldämpfern hängt von der Modenverteilung im Schallfeld am Schalldämpfereinlass, von Reflexionen an der Auslassseite, von Nebenwegübertragung sowie von Pegeldifferenzen zwischen den Signalen und dem Strömungsgeräusch ab.

Diese Internationale Norm beschreibt eingangsseitige Konfigurationen, bei denen die durch den Schalldämpfer am wenigsten gedämpfte Grundmode vorherrscht. Für die Auslassseite werden reflexionsarme Abschlüsse und Messverfahren beschrieben, die auf Reflexionen unempfindlich reagieren bzw. festgelegte Korrekturen gestatten. Darüber hinaus werden in dieser Internationalen Norm Hinweise zur Unterdrückung von Nebenwegübertragung und Störgeräuschen gegeben.

Das Durchgangsdämpfungsmaß eines Luftdurchlasses wird aus den Ergebnissen von Messungen in einem Hallraum und aus theoretischen Reflexionsfaktoren des Substitutionskanals bestimmt.

Das Einfügungsdämpfungsmaß eines Schalldämpfers wird im Allgemeinen durch die Luftströmung beeinflusst. Daher sollte das Einfügungsdämpfungsmaß vorzugsweise mit überlagerter Strömung gemessen werden, wenn der Schalldämpfer für den Einsatz in Kanälen mit hoher Strömungsgeschwindigkeit vorgesehen ist.

Bei Absorptionsschalldämpfern mit einer maximalen Strömungsgeschwindigkeit von weniger als 20 m/s wird der Einfluss der Strömung auf das Einfügungsdämpfungsmaß kaum merkbar sein. Da in der Praxis ungleichmäßige Strömungsverteilungen auftreten, kann die Einschränkung der Strömungsgeschwindigkeit auf 20 m/s einer Auslegungsgeschwindigkeit von 10 m/s bis 15 m/s entsprechen.

Eine Luftströmung durch einen Schalldämpfer führt zu Strömungsgeräuschen. Der Schalldruckpegel hinter dem Schalldämpfer kann nicht geringer sein als der Pegel dieser Strömungsgeräusche. Aus diesem Grund muss der Schallleistungspegel der Strömungsgeräusche hinter dem Schalldämpfer bekannt sein. Er wird vorzugsweise in einem Hallraum bestimmt, der über ein Übertragungselement mit dem Messkanal verbunden ist.

Nach dieser Internationalen Norm muss der Gesamtdruckverlust eines Schalldämpfers bestimmt werden, der für den Einsatz in einer Strömung vorgesehen ist. Aus diesem Grund ist es angebracht, den Prüfstand mit den zur Bestimmung des Gesamtdruckverlustes erforderlichen Messgeräten auszustatten.

## 1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm legt Verfahren zur Bestimmung der folgenden Größen fest:

- Einfügungsdämpfungsmaße von durchströmten und nicht durchströmten Kanalschalldämpfern in Frequenzbändern;
- Schalleistungspegel des von Kanalschalldämpfern erzeugten Strömungsgeräusches in Frequenzbändern;
- Gesamtdruckverlust von durchströmten Schalldämpfern und
- Durchgangsdämpfungsmaße von Luftdurchlässen in Frequenzbändern.

Die Messverfahren sind zur Anwendung in einem Prüfstand bei Umgebungstemperatur vorgesehen. Vor-Ort-Messungen (Messungen im Einsatzfall) an Schalldämpfern werden durch ISO 11820 festgelegt.

Es ist anzumerken, dass die in einem Prüfstand erzielten Ergebnisse von Messungen nach dieser Internationalen Norm aufgrund von abweichenden Schall- und Strömungsfeldern nicht notwendigerweise mit denen von Vor-Ort-Messungen (Messungen im Einsatzfall) übereinstimmen. Zum Beispiel ist bei Laboratoriumsbedingungen der Druckverlust geringer als vor Ort, aber er ist vergleichbar groß zwischen verschiedenen Laboratorien.

Diese Internationale Norm gilt für alle Bauarten von Schalldämpfern einschließlich der Schalldämpfer für Lüftungs- und Luftkonditionierungsanlagen, Zuluftsyste me und Abgasanlagen und ähnliche Anwendungsfälle. Weitere passive luftführende Systeme, z. B. Krümmer, Luftdurchlässe und T-Stücke, können ebenfalls nach dieser Internationalen Norm gemessen werden.

Diese Internationale Norm gilt nicht für Reflexionsschalldämpfer (reaktiv wirkende Schalldämpfer), die in Kraftfahrzeugen zum Einsatz kommen.

ANMERKUNG 1 Anhang A beschreibt den Aufbau der Schallquelle zur Schallfeldanregung. Anhang B enthält Anforderungen an Übertragungselemente. In Anhang C sind Einzelheiten zu Kanalwänden und Grenzdämpfungsmaß angegeben. Anhang D enthält die Umrechnung von Dämpfungswerten in Terzbändern in solche in Oktavbändern. In Anhang E sind Messungen an großen Kulissenschalldämpfern beschrieben. In Anhang F ist die Prüfung der Längsdämpfung festgelegt. Anhang G gibt Hinweise zu reflexionsarmen Kanalabschlüssen und Anhang H enthält Beispiele für Messanordnungen.

ANMERKUNG 2 Schallmessungen an Boxen und Fan-Coil-Units sollten wie für Luftdurchlässe beschrieben durchgeführt werden.

ANMERKUNG 3 Schalleistungsmessungen an Luftdurchlässen sind in ISO 5135 festgelegt. Messungen des Druckverlustes von Luftdurchlässen werden in EN 12238, EN 12239 und EN 12589 beschrieben.

## 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 3741, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for reverberation rooms.*

ISO 3746, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Survey method using an enveloping measurement surface over a reflecting plane.*

ISO 5167-1, *Measurement of fluid flow by means of pressure differential devices inserted in circular cross-section conduits running full — Part 1: General principles and requirements.*

ISO 5221, *Air distribution and air diffusion — Rules to methods of measuring airflow rate in an air-handling duct.*

ISO 9614-3, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 3: Precision method for measurement by scanning.*

IEC 60651:2001, *Sound level meters.*

IEC 60804, *Integrating-averaging sound level meters.*

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

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

### 3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe.

#### 3.1

##### Einfügungsdämpfungsmaß

$D_i$

<des Messgegenstandes> Minderung des Pegels der Schallleistung im Kanal hinter dem Messgegenstand aufgrund der Einfügung des Messgegenstandes anstelle eines Substitutionskanalabschnittes, gegeben durch die Gleichung

$$D_i = L_{WII} - L_{WI} \quad (1)$$

Dabei ist

$L_{WI}$  der Pegel der sich bei eingebautem Messgegenstand entlang des Messkanals ausbreitenden oder in den angeschlossenen Hallraum abgestrahlten Schallleistung im betrachteten Frequenzband;

$L_{WII}$  der Pegel der sich entlang des Messkanals ausbreitenden oder in den angeschlossenen Hallraum abgestrahlten Schallleistung im betrachteten Frequenzband, wenn der Messgegenstand durch den Substitutionskanal ersetzt wurde.

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

ANMERKUNG 2 Bei Messungen nach dieser Internationalen Norm stimmen das Einfügungsdämpfungsmaß und das Durchgangsdämpfungsmaß eines Schalldämpfers überein.

#### 3.2

##### Durchgangsdämpfungsmaß

$D_t$

<eines Luftdurchlasses> Differenz der Pegel der auf den Messgegenstand auftreffenden und von diesem durchgelassenen Schallleistungen

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

ANMERKUNG 2 Angepasst aus ISO 11820:1996.

#### 3.3

##### Anströmgeschwindigkeit

$v_f$

Geschwindigkeit vor dem Messgegenstand

$$v_f = \frac{q_V}{S_1} \quad (2)$$

Dabei ist

$q_V$  der Volumenstrom durch den Messgegenstand, in Kubikmeter je Sekunde (m<sup>3</sup>/s);

$S_1$  der Flächeninhalt des Anströmquerschnitts des Messgegenstandes, in Quadratmeter (m<sup>2</sup>).

ANMERKUNG Die Anströmgeschwindigkeit wird in Meter je Sekunde (m/s) angegeben.

### 3.4

#### **Gesamtdruckverlust**

$\Delta p_t$

<des Messgegenstandes> Differenz der Gesamtdrücke stromauf und stromab vom Messgegenstand

ANMERKUNG Der Gesamtdruckverlust wird in Pascal (Pa) angegeben.

### 3.5

#### **Gesamtdruckverlustkoeffizient**

$\zeta$

Gesamtdruckverlust, geteilt durch den dynamischen Druck aufgrund der Anströmgeschwindigkeit stromauf vom Messgegenstand, gegeben durch die Gleichung

$$\zeta = \frac{\Delta p_t}{\frac{1}{2} \rho_1 v_f^2} \quad (3)$$

Dabei ist

$\Delta p_t$  der Gesamtdruckverlust, in Pascal (Pa);

$\rho_1$  die Dichte der Luft stromauf vom Schalldämpfer, in Kilogramm je Kubikmeter (kg/m<sup>3</sup>);

$v_f$  die Anströmgeschwindigkeit in Meter je Sekunde (m/s) (siehe 3.3).

### 3.6

#### **vor**

Anordnung in Bezug auf die Ausbreitungsrichtung des zu messenden Schallsignals, entsprechend der „Quellseite“

### 3.7

#### **hinter**

Anordnung in Bezug auf die Ausbreitungsrichtung des zu messenden Schallsignals, entsprechend der „Empfangsseite“

### 3.8

#### **Messkanal**

gerader, fester Kanal mit konstantem Querschnitt vor und hinter dem Messgegenstand

### 3.9

#### **Übergang(stück)**

Kanalelement, das zwei Kanalabschnitte mit unterschiedlichen Querschnitten verbindet

ANMERKUNG Übergänge, die als Teil des Schalldämpfers vom Hersteller/Lieferanten mitgeliefert werden, werden als Teil des Messgegenstandes betrachtet.

### 3.10

#### **reflexionsarmer Abschluss**

Vorrichtung zur Minderung von Schallreflexionen am empfangsseitigen Messkanalende

### 3.11

#### **Übertragungselement**

Verbindung zwischen dem Messkanal hinter dem Schalldämpfer und dem Hallraum, deren Zweck es ist, einen bestimmten Anteil der Schallenergie aus dem Messkanal in den Raum zu übertragen

### 3.12

#### **Substitutionskanal**

festes, nicht absorbierendes Kanalstück, dessen Länge und Verbindungsquerschnitt mit der des Messgegenstandes übereinstimmen

### 3.13

#### **Hallraum**

Messraum, der die Anforderungen in ISO 3741 erfüllt

[ISO 3741 : 1999]

### 3.14

#### **Strömungsgeräusch**

Geräusch, das durch die Strömungsbedingungen im Messgegenstand verursacht wird

ANMERKUNG Angepasst aus ISO 14163:1998.

### 3.15

#### **Fremdgeräuschpegel**

vom Messgerät angezeigter Schalldruckpegel, wenn bei abgeschaltetem Lautsprecher Messungen mit dem Substitutionskanal durchgeführt werden

ANMERKUNG 1 Der Fremdgeräuschpegel wird in Dezibel (dB) angegeben.

ANMERKUNG 2 Angepasst aus ISO 11200:1995.

ANMERKUNG 3 Die Hauptanteile des Fremdgeräusches sind:

- Strömungsgeräusch vom Ventilator,
- am Mikrofon erzeugtes Strömungsgeräusch,
- in den Kanälen erzeugtes Strömungsgeräusch,
- Körperschall, der vom Ventilator erzeugt wird und sich entlang der Kanalwände zum Messpunkt hin ausbreitet,
- vom Ventilator oder Lautsprecher in den Messraum abgestrahlter Luftschall, der durch die Kanalwände bis hin zum Mikrofon übertragen wird, und
- elektrisches Rauschen in der Messeinrichtung.

ANMERKUNG 4 Nebenwegsübertragung von Lautsprecherschall oder Strömungsgeräuschen des Messgegenstandes gehört nicht zum Fremdgeräusch, beeinflusst jedoch das Grenzdämpfungsmaß.

### 3.16

#### **Reflexionsfaktor**

$r$

Verhältnis der Schalldruckamplituden von reflektierter Schallwelle und auf einen reflektierenden Gegenstand auftreffender Schallwelle

ANMERKUNG Angepasst aus ISO 5136:1990.

### 3.17

#### **interessierender Frequenzbereich**

Terzbänder mit Mittenfrequenzen von 50 Hz bis 10 000 Hz

ANMERKUNG Für bestimmte Zwecke kann eine Messung zwischen 100 Hz und 5 000 Hz ausreichen.

### 3.18

#### **Grenzdämpfungsmaß**

das größte Einfügungsdämpfungsmaß, das ohne Strömung in einem gegebenen Messaufbau gemessen werden kann

ANMERKUNG 1 Das Grenzdämpfungsmaß wird in Dezibel (dB) angegeben.

ANMERKUNG 2 Das Grenzdämpfungsmaß wird im Allgemeinen durch Nebenwegsübertragung über die Kanalwände bestimmt.

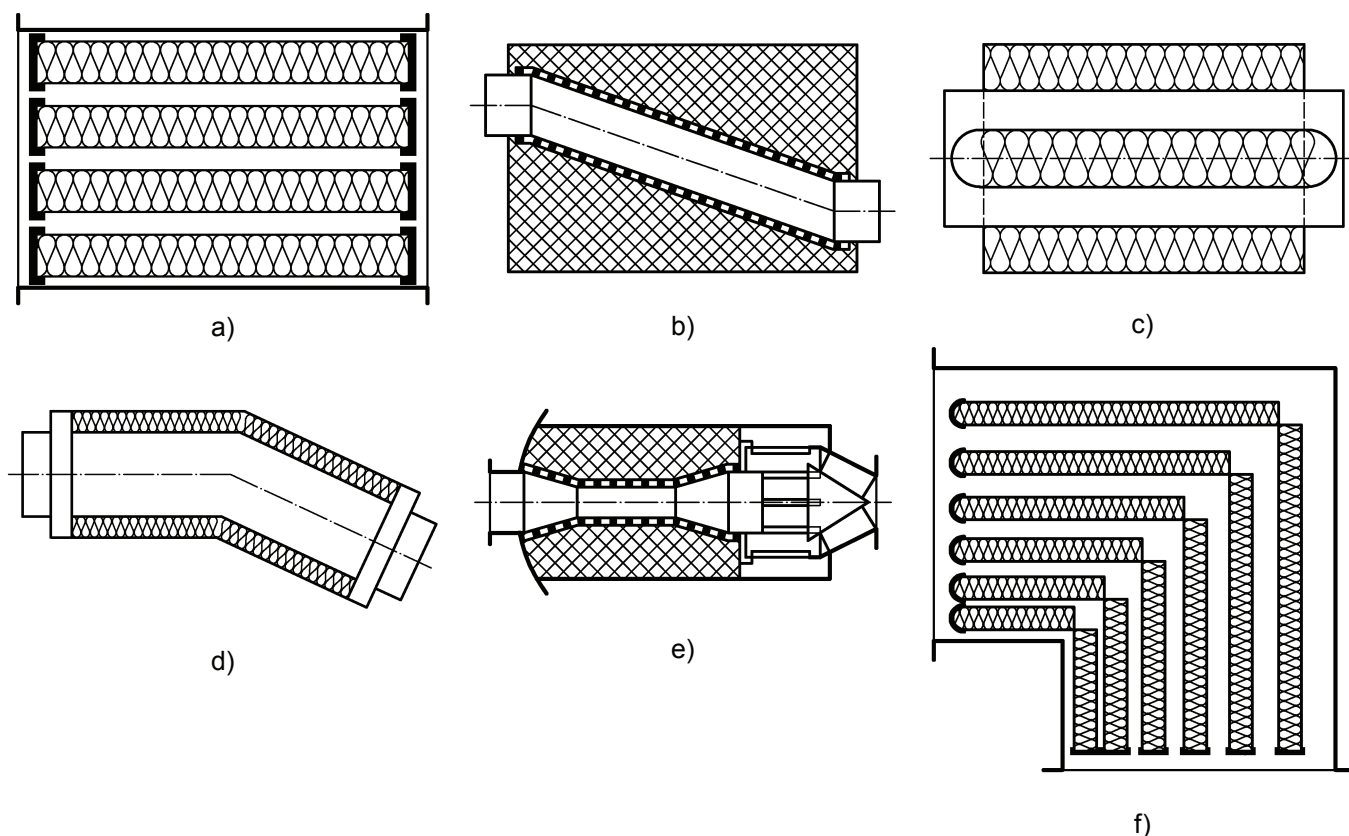
### 3.19

#### Messgegenstand

vollständiger Schalldämpfer, wie vom Hersteller/Lieferanten geliefert, oder eine oder mehrere Schalldämpferkulissen, eingebaut in einen Substitutionskanal, oder ein Luftdurchlass, jeweils bereit zum Einbau in den Prüfstand, wobei Gehäuse sowie an Kanäle anzuschließende Ein- und Austrittsöffnungen eingeschlossen sind

ANMERKUNG 1 Beispiele für Schalldämpfer werden in Bild 1 und Anhang E dargestellt. Weitere Komponenten, auf die das Messverfahren nach dieser Internationalen Norm anwendbar ist, werden in Abschnitt 1 aufgelistet.

ANMERKUNG 2 Im Englischen ist für den Begriff „parallel baffles“ auch der Begriff „splitters“ gebräuchlich.



- a) Kulissenschalldämpfer ohne Übergangsstücke
- b) Schalldämpfer mit versetztem Ein- und Auslass
- c) Schalldämpfer mit rundem Querschnitt und Zentralkörper
- d) flexibler Schalldämpfer
- e) Schalldämpfer mit Funkenfänger
- f) abgewinkelter Schalldämpfer

ANMERKUNG Eine Mittellinie ist nur bei Messgegenständen mit rotationssymmetrischem Luftdurchlass eingezeichnet.

**Bild 1 — Beispiele für Schalldämpfer**

## 4 Symbole

Die Symbole sind in Tabelle 1 aufgelistet. Die Bedeutungen der in dieser Internationalen Norm verwendeten Indizes sind in Tabelle 2 erklärt.

**Tabelle 1 — Symbole**

| Symbol    | Bedeutung                                                                                                                         | Einheit   | Abschnitt                                                               |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|-------------------------------------------------------------------------|
| $C$       | Pegeldifferenz zwischen dem Pegel der in den Hallraum abgestrahlten Schallleistung und dem mittleren Schalldruckpegel im Hallraum | dB        | 6.4                                                                     |
| $c$       | Schallgeschwindigkeit                                                                                                             | m/s       | 5.2.2.3, B.3                                                            |
| $D_a$     | Ausbreitungsdämpfungsmaß                                                                                                          | dB/m      | Anhang F                                                                |
| $D_i$     | Einfügungsdämpfungsmaß                                                                                                            | dB        | 3.1, 6.2, 6.3, A.4                                                      |
| $D_t$     | Durchgangsdämpfungsmaß                                                                                                            | dB        | 3.2, 6.3                                                                |
| $D_{td}$  | Durchgangsdämpfungsmaß eines offenen Messkanalendes                                                                               | dB        | 6.3, 6.4, B.3                                                           |
| $d$       | Kanalinnendurchmesser                                                                                                             | m         | 5.2.2.3, G.1.4                                                          |
| $d_e$     | äquivalenter Durchmesser                                                                                                          | m         | 6.5.2.2.1                                                               |
| $f$       | Frequenz                                                                                                                          | Hz        | B.3                                                                     |
| $f_c$     | Grenzfrequenz für Quermode in Kanal                                                                                               | Hz        | B.2.2, G.2.2, G.2.3.7                                                   |
| $f_{cd}$  | Grenzfrequenz für Quermode in einem Kanal mit rundem Querschnitt                                                                  | Hz        | 5.2.2.3                                                                 |
| $f_{ch}$  | Grenzfrequenz für Quermode in einem Kanal mit rechteckigem Querschnitt                                                            | Hz        | 5.2.2.3                                                                 |
| $H$       | Höhe (des Schalldämpfers oder Modells)                                                                                            | m         | 5.2.2.3, Anhang E                                                       |
| $l_{min}$ | kleinste zulässige Länge eines Übergangsstückes                                                                                   | m         | 5.4.2.3, Bild 7                                                         |
| $L_p$     | Schalldruckpegel                                                                                                                  | dB        | 6.2, 6.3, 6.4                                                           |
| $L_w$     | Schallleistungspegel                                                                                                              | dB        | 3.1, 6.4                                                                |
| $p$       | Druck                                                                                                                             | Pa        | Bild 6, Tabelle 4, 6.5.2.1, 6.5.2.2.1, 6.5.2.2.2, Bild 9, 6.5.2.2.3     |
| $q_m$     | Massenstrom                                                                                                                       | kg/s      | 5.4.2.2, 6.5.1                                                          |
| $q_v$     | Volumenstrom                                                                                                                      | m³/s      | 3.3, Tabelle 3, 6.5.1, 6.5.2.1, 6.5.2.2.1, 6.5.2.2.2, Bild 9, 6.5.2.2.3 |
| $R$       | spezifische Gaskonstante für Luft, $R = 287 \text{ Nm}/(\text{kg K})$                                                             | Nm/(kg K) | 6.5.2.1, 6.5.2.2.3                                                      |
| $r$       | Reflexionsfaktor                                                                                                                  | 1         | 3.16, 5.4.2.6, Tabelle 5, B.2.1, B.3, G.2.1, G.2.3.6                    |
| $r_t$     | Kurvenradius                                                                                                                      | m         | 5.2.2.4.3, Bild 4                                                       |
| $S$       | Querschnittsfläche, allgemein                                                                                                     | m²        | 6.5.2.1, B.3, Anhang E                                                  |

Tabelle 1 (fortgesetzt)

| Symbol        | Bedeutung                                                                                      | Einheit           | Abschnitt                                          |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|----------------------------------------------------|
| $S_1$         | Messkanalquerschnittsfläche, einlassseitig                                                     | m <sup>2</sup>    | 3.3, Bild 6, Bild 7, 6.5.2.1, 6.5.2.2.2, 6.5.2.2.3 |
| $S_2$         | Messkanalquerschnittsfläche, auslassseitig                                                     | m <sup>2</sup>    | Bild 7, 6.5.2.1                                    |
| $S_T$         | Querschnittsfläche des Messgegenstandes                                                        | m <sup>2</sup>    | Bild 6                                             |
| $s$           | Spaltweite bei einem Kulissenschalldämpfer                                                     | m                 | Anhang E                                           |
| $t_b$         | Kulissendicke                                                                                  | m                 | Bild 6, Anhang E                                   |
| $v_f$         | Anströmgeschwindigkeit                                                                         | m/s               | 3.3, 3.5                                           |
| $w$           | Breite (des Schalldämpfers oder Modells)                                                       | m                 | Anhang E                                           |
| $\Delta L$    | Differenz zwischen größtem und kleinstem Schalldruckpegel einer stehenden Welle in einem Kanal | dB                | B.2.1, G.2.1, G.2.3.6                              |
| $\Delta p$    | Druckdifferenz                                                                                 | Pa                | 3.4, 3.5, 6.5.2.1, 6.5.2.2.2, Bild 6               |
| $\zeta$       | Gesamtdruckverlustkoeffizient                                                                  | 1                 | 3.5, 6.5.2.1, 6.5.2.2.2, 6.5.2.2.3, 7.8            |
| $\theta_1$    | Temperatur stromauf vom Messgegenstand                                                         | °C                | 6.5.2.1, 6.5.2.2.1, 6.5.2.2.3                      |
| $\rho_1$      | Luftdichte stromauf vom Messgegenstand                                                         | kg/m <sup>3</sup> | 3.5, 6.5.1, 6.5.2.2.3                              |
| $\sigma_{Ri}$ | Vergleichstandardabweichung des Einfügungsdämpfungsmaßes                                       | dB                | 7.9, Tabelle 7                                     |
| $\sigma_{RI}$ | Vergleichstandardabweichung des Schallintensitätspegels                                        | dB                | 7.9, Tabelle 7                                     |
| $\sigma_{Rt}$ | Vergleichstandardabweichung des Durchgangsdämpfungsmaßes                                       | dB                | 7.9, Tabelle 7                                     |
| $\Omega$      | Raumwinkel der Schallabstrahlung am Kanalende                                                  | sr                | B.3                                                |

Tabelle 2 — Indizes

| Index    | Bedeutung                                                         |
|----------|-------------------------------------------------------------------|
| a        | Umgebung                                                          |
| d        | dynamisch                                                         |
| i        | Einfügung                                                         |
| <i>I</i> | Intensität                                                        |
| n        | beim Luftvolumenstrom in der Mitte des interessierenden Bereiches |
| R        | empfangsseitige Geräte                                            |
| <i>R</i> | Vergleich                                                         |
| S        | quellseitige Geräte                                               |
| s        | statisch                                                          |
| t        | Durchgang                                                         |
| T        | Messgegenstand                                                    |
| tot      | Gesamt                                                            |
| I        | mit eingebautem Messgegenstand                                    |
| II       | mit Substitutionskanal anstelle des Messgegenstandes              |

## 5 Messeinrichtungen und Anforderungen an Messgeräte

### 5.1 Zweck und Arten von Messeinrichtungen

Je nach Messaufgabe sind folgende unterschiedliche Messeinrichtungen festgelegt.

- Eine Schallmessung ohne Luftströmung wird durchgeführt, um das Einfügungsdämpfungsmaß eines vollständigen Schalldämpfers, bereit zum Einbau in den Messaufbau, der durch einen Substitutionskanal ersetzt werden kann (oder eines Satzes von Kulissen im Substitutionskanal, die mindestens die Höhe einer Kulissendicke aufweisen müssen), zu bestimmen, wenn der Einfluss der Luftströmung auf das Messergebnis vernachlässigbar ist (z. B. im Fall von Absorptionsschalldämpfern, bei denen die Strömungsgeschwindigkeit im Luftweg weniger als 20 m/s beträgt).
- Eine Schallmessung ohne Luftströmung wird ebenfalls zur Bestimmung des Durchgangsdämpfungsmaßes von Luftdurchlässen durchgeführt, wobei der Messgegenstand innerhalb oder außerhalb des Hallraumes angebracht sein darf und einen Durchflussregler (eine aerodynamisch, elektrisch oder pneumatisch betätigte Drosseleinrichtung) sowie zusätzlich eine Verteilerbox mit Hähnen und Drosseleinrichtung enthalten darf.
- Eine Strömungsmessung wird durchgeführt, um den Gesamtdruckverlust des Messgegenstandes und den Schallleistungspegel des Strömungsgeräusches zu bestimmen.
- Eine dynamische Messung mit Luftströmung wird durchgeführt, um das Einfügungsdämpfungsmaß eines vollständigen Schalldämpfers oder eines Satzes von Kulissen zu bestimmen, wenn der Einfluss der Luftströmung auf das Messergebnis nicht vernachlässigbar ist (z. B. im Fall von bestimmten Bauarten von Reflexionsschalldämpfern und bei hohen Strömungsgeschwindigkeiten).

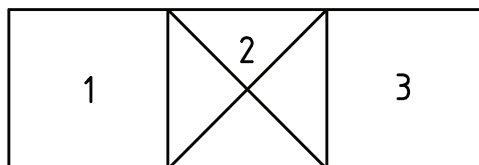
Schallmessungen (im Gegensatz zu dynamischen Messungen) gestatten einen einfacheren Anschluss der Schallquelle an den Messgegenstand. Darüber hinaus sind keine hohen Schallleistungspegel erforderlich, um die hohen Pegel der Strömungsgeräusche zu übertreffen. Die wesentlichen Anforderungen bei Strömungsmessungen und dynamischen Messungen ergeben sich aus der Notwendigkeit einer leisen Strömung am Schalldämpfereinlass.

## 5.2 Geräte für Schallmessungen an Schalldämpfern

### 5.2.1 Erforderliche Geräte

Schallmessungen erfordern (siehe Bild 2):

- Geräte auf der Quellseite (siehe 5.2.2),
- den Messgegenstand und
- Geräte auf der Empfängerseite (siehe 5.2.4).



#### Legende

- 1 Geräte auf der Quellseite
- 2 Messgegenstand
- 3 Geräte auf der Empfängerseite

**Bild 2 — Messaufbau für Schallmessungen (schematisch)**

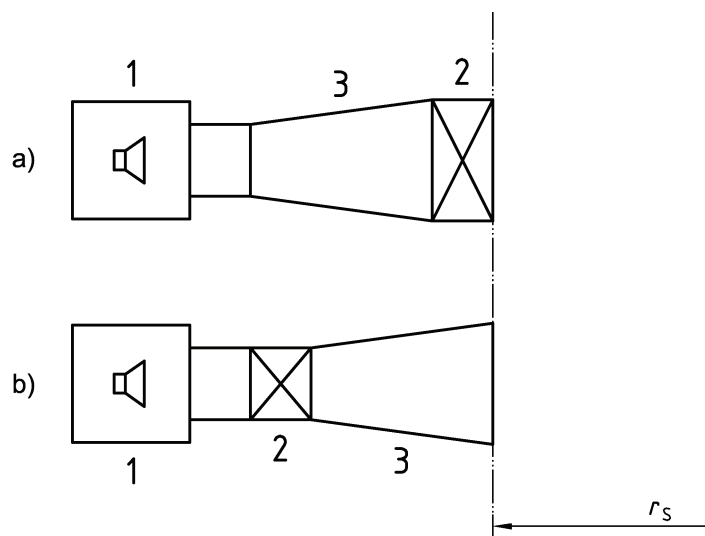
### 5.2.2 Geräte auf der Quellseite

#### 5.2.2.1 Komponenten

Die Geräte auf der Quellseite dienen dazu, vor dem Messgegenstand ein Schallfeld mit vorwiegend ebenen Wellen zu erzeugen. Sie müssen bestehen aus (siehe Bild 3):

- elektronischen Geräten und dem Lautsprecher (siehe 5.2.2.2),
- einem Modenfilter (siehe 5.2.2.3) und
- einem Übergangsstück, das der Anpassung zwischen verschiedenen Kanalquerschnitten dient und zwischen Lautsprecher und Messgegenstand eingebaut ist (siehe 5.2.2.4).

Resonanzen im Kanal vor dem Messgegenstand sind zu vermeiden (siehe 5.2.2.5).



#### Legende

- 1 Lautsprecher
- 2 Modenfilter
- 3 Übergangsstück
- $r_s$  Reflexionsfaktor bezogen auf diese Ebene

**Bild 3 — Beispiele zulässiger Schallquellen (schematisch)**

#### 5.2.2.2 Elektronische Geräte und Lautsprecher

Einer oder mehrere in eine akustisch dichte Box eingebaute Lautsprecher müssen von einem Rauschgenerator und einem Verstärker betrieben werden (siehe Bild A.1). Resonanzen der Box sind durch Auskleidung mit Schallabsorptionsmaterial zu vermeiden. Es ist dafür Sorge zu tragen, dass der Lautsprecher nicht ungewollt Körperschall auf den angeschlossenen Kanal überträgt, und dass die Luftschalldämmung der Boxwände hinreichend hoch ist.

Um Beschädigungen des Lautsprechers bei Strömungsmessungen zu vermeiden, sind Druckausgleichsöffnungen vorzusehen.

Die von diesem Aufbau erzeugte Schallleistung muss hinreichend groß sein, um über den interessierenden Frequenzbereich und an jedem Messpunkt einen Schalldruckpegel von mindestens 6 dB, vorzugsweise jedoch 10 dB, über dem Pegel des Fremdgeräusches zu erreichen.

#### 5.2.2.3 Modenfilter

Das Modenfilter ist ein Kanalstück mit Absorptions- oder Resonatorelementen, das eine geringe Dämpfung der Grundmode und eine starke Dämpfung von höheren Moden der axialen Schallausbreitung liefert. Darüber hinaus wird das Modenfilter benutzt, um die Schallquelle vom Messgegenstand/Substitutionskanal zu entkoppeln. Dazu muss es für die Grundmode eine Längsdämpfung von mindestens 3 dB bei den niedrigsten Frequenzen und von mindestens 5 dB oberhalb der Grenzfrequenz für Quermoden in den angeschlossenen Kanälen aufweisen.

ANMERKUNG 1 Als Modenfilter kann z. B. ein kurzer Schalldämpfer, der dem Messgegenstand entspricht, verwendet werden.

ANMERKUNG 2 In einem Kanal mit rundem Querschnitt ist die Grenzfrequenz für Quermoden

$$f_{Cd} = \frac{0,59c}{d} \quad (4)$$

Dabei ist

- $c$  die Schallgeschwindigkeit;
- $d$  der Kanalinnendurchmesser.