

DIN ISO 15665

ICS 17.140.20; 91.120.20

**Akustik –
Schalldämmung von Rohren, Ventilen und Flanschen
(ISO 15665:2003 + Cor. 1:2004)**

Acoustics –
Acoustic insulation for pipes, valves and flanges
(ISO 15665:2003 + Cor. 1:2004)

Acoustique –
Isolation acoustique des tuyaux, clapets et brides
(ISO 15665:2003 + Cor. 1:2004)

Gesamtumfang 40 Seiten

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

Inhalt

Seite

Nationales Vorwort	3
Nationaler Anhang NA (informativ) Literaturhinweise.....	3
1 Anwendungsbereich	4
2 Normative Verweisungen	4
3 Begriffe	4
4 Klassen der Schalldämmung.....	5
5 Anleitung zur Minderung des Rohrgeräusches.....	8
5.1 Das erforderliche Einfügungsdämpfungsmaß – Schritte in der Entwurfsphase	8
5.2 Das erforderliche Einfügungsdämpfungsmaß – in bereits laufenden Anlagen	10
5.3 Länge der ausgeführten Schalldämmung	11
5.4 Folgerungen für die Auslegung des Rohrnetzes	12
5.5 Ableitung der Geräuschminderung insgesamt	13
5.6 Typische Werte der Geräuschminderung	14
6 Auslegung typischer Schalldämmsysteme	15
6.1 Allgemeines	15
6.2 Verkleidung	15
6.3 Poröser Absorber	17
6.4 Halterung der Verkleidung	17
7 Einbau	18
7.1 Allgemeines	18
7.2 Ausmaß der Schalldämmung	18
7.3 Abschlusskappen	18
7.4 Schallhauben.....	19
7.5 Verhütung mechanischer Beschädigung.....	19
8 Kombinierte Wärme- und Schalldämmung	19
8.1 Allgemeines	19
8.2 Hitzebetrieb	20
8.3 Kältebetrieb	20
9 Schalldämmsysteme, die die Anforderungen der Klassen der Schalldämmung erfüllen	20
9.1 Allgemeines	20
9.2 Werkstoffe	21
9.3 Werkstoffe zur Schwingungsisolierung an Rohrstützen.....	22
10 Messungen an Schalldämmsystemen	22
10.1 Allgemeines	22
10.2 Messverfahren – Hallraum	22
10.3 Messeinrichtung	23
10.4 Messgegenstand	25
10.5 Messungen	25
10.6 Ergebnisse.....	26
10.7 Ergebnisbericht.....	26
Anhang A (informativ) Gleichungen zur Berechnung des erforderlichen Mindest- Einfügungsdämpfungsmaßes $D_{W, \min}$ entsprechend der Schalldämm-Klasse	28
Anhang B (informativ) Allgemeiner Aufbau der Schalldämmung	29
Anhang C (informativ) Beispiele für typische Konstruktionsdetails	30
Literaturhinweise	40

Nationales Vorwort

Die Internationale Norm ISO 15665 wurde von ISO/TC 43 „Acoustics“ erarbeitet, dessen Sekretariat von DS (Dänemark) gehalten wird.

Von deutscher Seite wurde die Erarbeitung durch das Spiegelgremium NA 001-02-03 AA „Schallausbreitung und Lärminderung in Gebäuden, in Arbeitsstätten und im Freien“ begleitet.

Nach eingehender Prüfung durch das Spiegelgremium wurde entschieden, diese Internationale Norm nachträglich als Deutsche Norm zu veröffentlichen. Die nationale Umsetzung schließt dabei neben der ISO 15665:2003 auch das mit Ausgabedatum 2004-03 veröffentlichte ISO 15665 Technical Corrigendum 1 mit ein. Mittels nationaler Fußnoten wird auf Fehler in ISO 15665 hingewiesen, die aus deutscher Sicht trotz der Berichtigung mittels ISO 15665 Technical Corrigendum 1 noch Bestand haben.

Für die im Abschnitt 2 in Bezug genommenen Internationalen Normen wird im Folgenden auf die entsprechenden Deutschen Normen hingewiesen:

ISO 354	DIN EN ISO 354
ISO 3741	DIN EN ISO 3741
ISO 3744	DIN EN ISO 3744

Nationaler Anhang NA (informativ)

Literaturhinweise

DIN EN ISO 354, *Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen*

DIN EN ISO 3741, *Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen aus Schalldruckmessungen — Hallraumverfahren der Genauigkeitsklasse 1*

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*

Akustik— Schalldämmung von Rohren, Ventilen und Flanschen

1 Anwendungsbereich

Diese Internationale Norm bestimmt die akustische Wirksamkeit von drei Klassen (Klassen A, B und C) der Rohrschalldämmung. Sie legt auch drei Konstruktionsarten fest, mit denen diese Klassen akustischer Wirksamkeit erreicht werden. Außerdem legt diese Internationale Norm ein genormtes Prüfverfahren zur Messung der akustischen Wirksamkeit jeglicher Art von Konstruktion fest, und ermöglicht damit existierende und neue Konstruktionen von Dämmungen gegenüber den drei Klassen zu beurteilen.

Diese Internationale Norm ist anwendbar auf die Schalldämmung zylindrischer Stahlrohre und auf die Bestandteile des Rohrnetzes. Sie ist gültig für Rohre bis zu einem Meter Durchmesser und einer Mindestwanddicke von 4,2 mm für Durchmesser unter 300 mm und 6,3 mm für Durchmesser von 300 mm und darüber. Die Norm ist nicht anwendbar auf die Schalldämmung von Rechteckkanälen und von Kesseln oder Maschinen.

Diese Internationale Norm behandelt sowohl Gesichtspunkte des Entwurfes als auch der Ausführung der Schalldämmung und bietet Anleitung, um Lärminderungsingenieure bei der Entscheidung über die erforderliche Klasse und das Ausmaß der Dämmung für eine einzelne Anwendung zu unterstützen. Sie gibt typische Beispiele der Auslegungsverfahren, die Beispiele dienen aber nur der Information und sind nicht als Vorschrift zu betrachten.

Die Internationale Norm hebt die Gesichtspunkte der Schalldämmung hervor, die sich von jenen der Wärmedämmung unterscheiden, und dient als Anleitung sowohl für den Rohrleitungsbauer als auch für den Lärminderungs-Ingenieur. Details der Wärmedämmung liegen außerhalb des Anwendungsbereiches dieser Internationalen Norm.

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 354, *Acoustics — Measurement of sound absorption in a reverberation room*

ISO 3741:1999, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Precision methods for reverberation rooms*

ISO 3744, *Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound pressure — Engineering method in an essentially free field over a reflecting plane*

3 Begriffe

Für die Anwendung dieses Dokuments gelten die folgenden Begriffe

3.1

Rohrnetz

Verrohrung

zylindrische Rohre und Verbindungselemente wie Ventile, Flansche, Wellrohrkompensatoren und Stützen

3.2

Schalldämmung

Schallschutz-Ummantelung

äußere Hülle angewandt mit dem Ziel, den vom Rohr abgestrahlten Lärm zu vermindern

ANMERKUNG Schalldämmung besteht typischerweise aus schallabsorbierendem und/oder elastischem Werkstoff (der 'poröse Absorber') auf dem Rohrnetz und einer undurchlässigen äußeren Abdeckung (die 'Verkleidung').

3.3

Strömungsresistenz

Druckabfall je Dickenheit eines porösen Werkstoffes der bei einem stetigen Luftstrom der Geschwindigkeitseinheit durch den Werkstoff auftritt

ANMERKUNG 1 Strömungsresistenz kann ausgedrückt werden als Druckabfall / (Strömungsgeschwindigkeit × Probendicke).

ANMERKUNG 2 Die Einheit der Strömungsresistenz ist $\text{Ns/m}^4 = \text{Pa} \times \text{s/m}^2$.

ANMERKUNG 3 Verfahren zur Bestimmung der Strömungsresistenz sind in ISO 9053 beschrieben.

3.4

Einfügungsdämpfungsmaß

Einfügungs-Schalleistungspegeldifferenz

D_W

für jedes Oktav- oder Terzband, die Differenz der von der Geräuschquelle vor und nach Anwendung der Schalldämmung abgestrahlten Schalleistungspegel, angegeben in Dezibel (dB)

ANMERKUNG Siehe Anmerkung zu 3.5.

3.5

Einfügungs-Schalldruckpegeldifferenz

D_p

für jedes Oktav- oder Terzband, die Differenz der Schalldruckpegel, an einer festgelegten Position in Bezug auf die Geräuschquelle, vor und nach Anwendung der Schalldämmung, angegeben in Dezibel (dB)

ANMERKUNG Bei in Räumen angeordneten Geräuschquellen, besonders bei Labormessungen, ist die Bestimmung des Einfügungsdämpfungsmaßes D_W am besten geeignet. D_W kann in einem Hallraum oder durch Messungen der Schallintensität bestimmt werden. Für Rohrnetze im Freien ist die Bestimmung der Einfügungs-Schalldruckpegeldifferenz D_p eine weniger genaue aber praktischere Vorgehensweise. Die Positionen für die Schalldruckmessungen sollten in Bezug auf das Entwurfsziel der Schalldämmung ausgewählt werden, was im allgemeinen heißt, dass sie in einem Kreisbogen um das Rohrnetz angeordnet werden. Es wird vorzugsweise ein Messabstand von 1 m von der Rohroberfläche benutzt oder das 2,5fache des Rohrdurchmessers für Rohre mit weniger als 0,33 m Durchmesser, um Nahfeldeffekte bei der Messung zu minimieren. Die Messposition sollte dieselbe mit und ohne Schalldämmung sein. Wenn die Abstrahlcharakteristik sowohl des blanken als auch des schallgedämmt ausgeführten Rohrnetzes "zylindrisch ungerichtet" ist, liefern die beiden Maße (D_W und D_p) dasselbe Ergebnis.

4 Klassen der Schalldämmung

Dieser Abschnitt legt drei Klassen der Schalldämmung, bezeichnet A, B und C, abhängig von den Anforderungen für das Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß, fest. Das Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß wird in Tabelle 1 angegeben und in Bild 1 veranschaulicht. Gleichungen für die näherungsweise Berechnung des erforderlichen Einfügungsdämpfungsmaßes (bis auf 0,5 dB genau) werden in Anhang A angegeben.

Das Einfügungsdämpfungsmaß der Schalldämmung wird auf den Durchmesser des Rohres bezogen auf das sie angebracht wird. Die Rohrdurchmesser werden in drei Größengruppen eingeteilt und die Schalldämmklasse besteht aus einer Buchstaben-Zahlen-Kombination die den Durchmesser anzeigt, auf den die Dämmung angebracht wird.

Die benutzten Rohrgrößen sind:

- Außendurchmesser weniger als 300 mm;
- Durchmesser gleich oder größer als 300 mm, aber weniger als 650 mm;
- Durchmesser gleich oder größer als 650 mm, aber weniger als 1 000 mm.

Tabelle 1 — Für jede einzelne Klasse erforderliches Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß

Klasse	Nenndurchmesser-Bereich D mm	Oktavband-Mittenfrequenz, Hz						
		125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
		Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß, dB						
A1	$D < 300$	−4	−4	2	9	16	22	29
A2	$300 \leq D < 650$	−4	−4	2	9	16	22	29
A3	$650 \leq D < 1\,000$	−4	2	7	13	19	24	30
B1	$D < 300$	−9	−3	3	11	19	27	35
B2	$300 \leq D < 650$	−9	−3	6	15	24	33	42
B3	$650 \leq D < 1\,000$	−7	2	11	20	29	36	42
C1	$D < 300$	−5	−1	11	23	34	38	42
C2	$300 \leq D < 650$	−7	4	14	24	34	38	42
C3	$650 \leq D < 1\,000$	1	9	17	26	34	38	42

Um die Übereinstimmung mit einer gegebenen Klasse zu erzielen, muss das Einfügungsdämpfungsmaß aller sieben Oktavbänder die angegebenen Pegel erreichen oder sie überschreiten. Eine Schalldämmung, die die obige Anforderung nicht vollständig erfüllt, muss als „nicht klassifiziert“ gekennzeichnet werden.

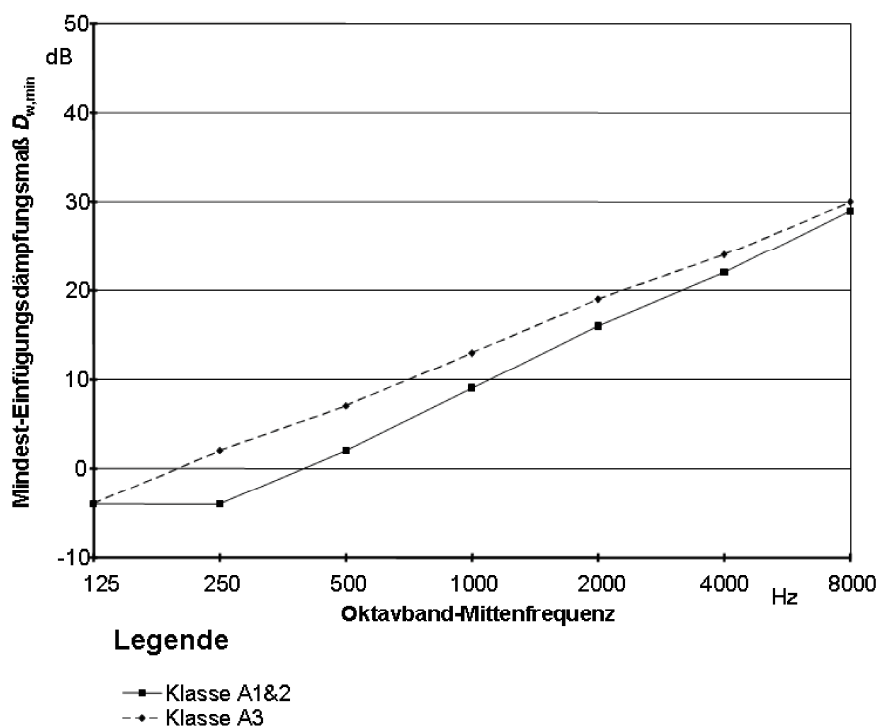


Bild 1 — Für die Klasse A erforderliches Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß

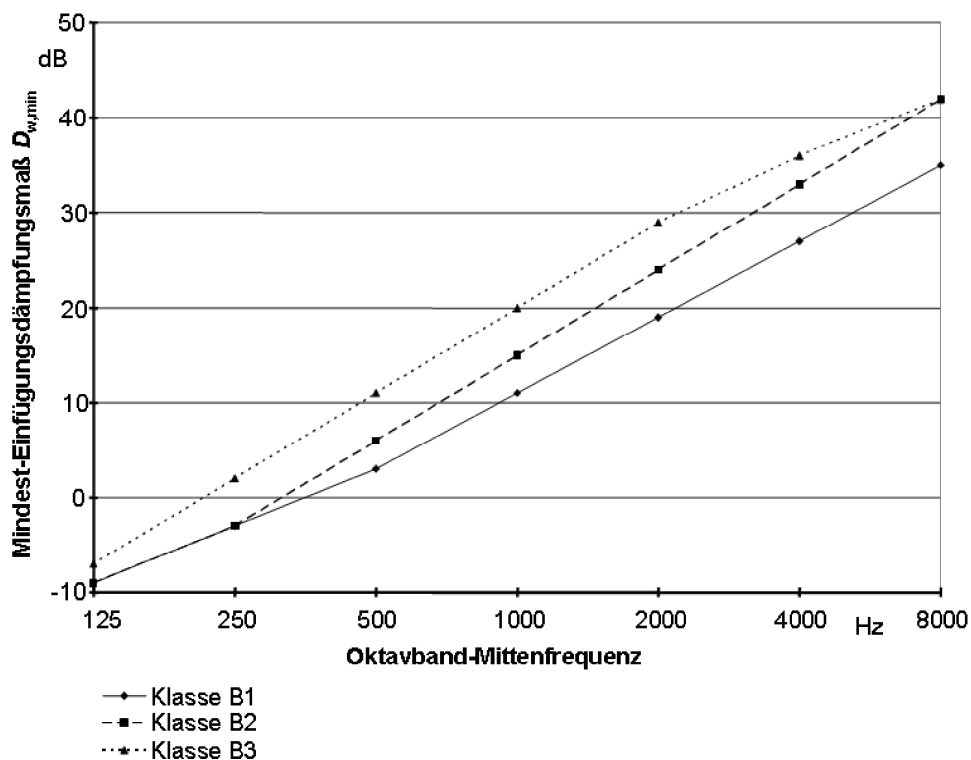


Bild 2 — Für die Klasse B erforderliches Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß

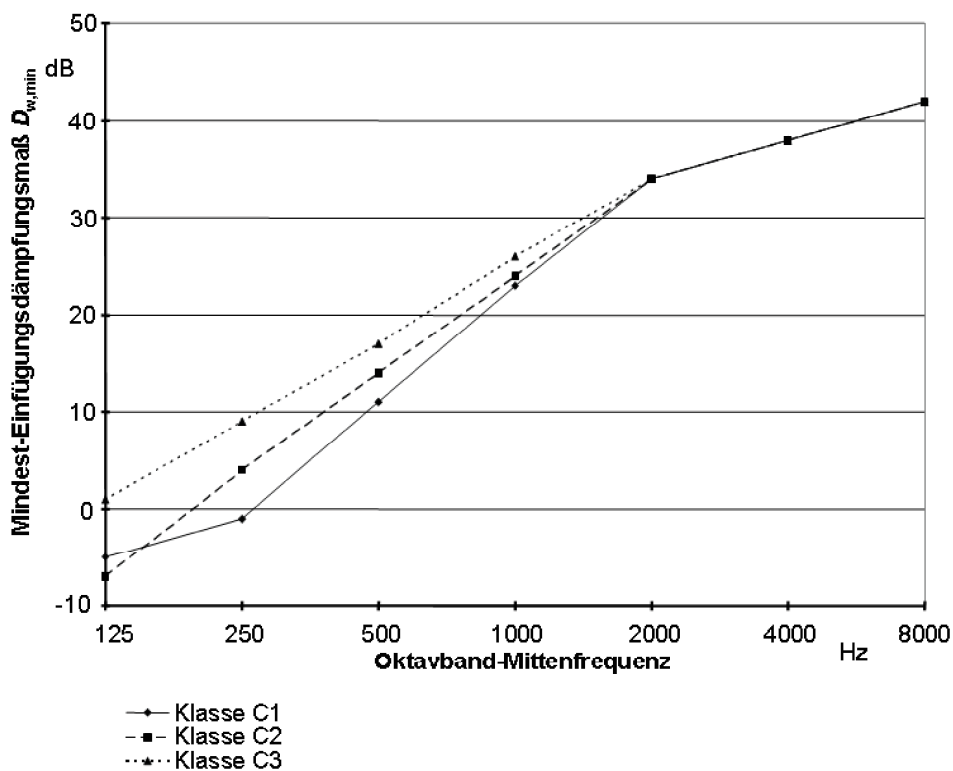


Bild 3 — Für die Klasse C erforderliches Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß

ANMERKUNG 1 Die Minderung des A-bewerteten Gesamt-Schalldruckpegels hängt vom Frequenzspektrum der Quelle ab. Einige typische Beispiele werden in 5.5 und 5.6 gegeben.

ANMERKUNG 2 Eine Schalldämmung vermindert das direkt vom Rohr abgestrahlte Geräusch, aber es gibt einen entgegenwirkenden Effekt: für die Abstrahlung jeglicher Restschwingungen besitzt die Verkleidung der Dämmung eine größere Fläche als das blanke^{N1)} Rohr. Außerdem kann die Verkleidung bei niedrigen Frequenzen einen höheren Abstrahlgrad als das Rohr aufweisen. Diese Effekte sind bei Rohren mit kleinen Durchmessern relativ bedeutender und stellen eine Grenze für die Anwendbarkeit der verschiedenen Isolationsklassen dar.

Eine Schalldämmung zeigt wegen der Masse der Verkleidung und der Federwirkung der eingeschlossenen Luft und des porösen Absorbers bei niedriger Frequenz eine Resonanz. Wenn der Beitrag des porösen Werkstoffes zur mechanischen Steifigkeit niedrig ist, wird die Resonanzfrequenz in Hertz angenähert gegeben durch die Gleichung:

$$f_0 = 60 / \sqrt{m'' d}$$

Dabei ist

m'' der Zahlenwert der Flächenmasse der Verkleidung, ausgedrückt in kg/m^2 ,

d ist der Zahlenwert des Abstandes zwischen Rohrwand und Verkleidung, ausgedrückt in Metern.

Das Einfügungsdämpfungsmaß der Schalldämmung kann für Frequenzen unter $1,4 f_0$ als negativ erwartet werden.

ANMERKUNG 3 Die in Tabelle 1 angegebenen Werte des erforderlichen Mindest-Einfügungsdämpfungsmaßes wurden aus Ergebnissen von Labormessungen an rund 60 verschiedenen (Standard-) Schalldämmsystemen abgeleitet und durch statistische Bewertung der Messergebnisse für jede Schalldämmklasse gewonnen. Das erforderliche Mindest-Einfügungsdämpfungsmaß wurde für jedes Oktavband und jede Schalldämmklasse als arithmetischer Mittelwert der entsprechenden Messergebnisse abzüglich ihrer Standardabweichung berechnet (Standardabweichungen waren typischerweise 3 dB in den Oktavbändern 125 Hz bis 1 000 Hz und 9 dB von 2 000 Hz bis 8 000 Hz). Geringfügige Vereinfachungen führten zu den angenähert geraden Linien wie in Bild 1 bis Bild 3 dargestellt.

5 Anleitung zur Minderung des Rohrgeräusches

5.1 Das erforderliche Einfügungsdämpfungsmaß – Schritte in der Entwurfsphase

5.1.1 Bestimmung der Schalldruckpegel

Bestimme den Schalldruckpegel $L_p(1,r)$, im Abstand von 1 m von der blanken Rohrwand. Wo das nicht bekannt ist, kann die Information vom Zulieferer der stromaufwärts gelegenen Ausrüstung oder aus Hinweisen in der Dokumentation ermittelt werden. Das Rohrsystem muss stromauf und stromab getrennt betrachtet werden. Es sollten sowohl die Oktavband-Schalldruckpegel als auch die A-bewerteten Gesamt-Schalldruckpegel bestimmt werden. Das anzuwendende Verfahren hängt von der zu berücksichtigenden Quelle des Rohrgeräusches ab.

ANMERKUNG 1 Tabelle 2 gibt typische Verläufe von Oktavspektren für die am meisten üblichen Quellen des Rohrgeräusches.

ANMERKUNG 2 Daten oder Verfahren zur Vorhersage des Rohrleitungsgeräusches von mit der Leitung verbundenen rotierenden Ausrüstungen sind oft schwierig zu erlangen. Wenn verlässliche Daten nicht verfügbar sind, wird vorgeschlagen, Messungen an Rohrleitungen ähnlicher Größe und Wanddicke auszuführen, die mit ähnlicher Ausrüstung verbunden sind.

N1) Nationale Fußnote: „blank“ ist in diesem Dokument im Sinne von „nackt“ zu verstehen.

5.1.2 Bewertung der Schalldruckpegel anhand von Grenzwerten

Wenn das Rohr die einzige Quelle des Geräusches im Bereich ist und unter Freifeldbedingungen abstrahlt, kann der für den entsprechenden Ort bestimmte Schalldruckpegel direkt mit dem Geräuschgrenzwert des Arbeitsbereiches verglichen werden. Die notwendige Einfügungs-Schalldruckpegeldifferenz wird durch Subtraktion ermittelt.

Wenn noch andere Geräuschquellen vorhanden sind, sollte vor dem Vergleich mit dem Geräuschgrenzwert des Arbeitsbereiches der Gesamt-Geräuschpegel bestimmt werden. Siehe auch 5.1.4.

5.1.3 Bestimmung von Schallleistungspegeln

Der vom ganzen Rohr abgestrahlte Schallleistungspegel L_W wird von den im Freifeld gemessenen Schalldruckpegeln abgeleitet (siehe ISO 3744):

$$L_W(s) = \bar{L}_p(x, r) + 10 \lg(2\pi r s / S_0) \text{ dB} \quad (1)$$

Dabei ist

- s die Länge des Rohrs ($s \gg r$), in Meter;
- $S_0 = 1 \text{ m}^2$;
- D der Außendurchmesser des Rohrs, in Meter;
- r der Abstand von der Rohrachse, in Meter, (vorzugsweise $r = (1 + \frac{1}{2} D)$, das ist 1 m von der Rohrwand);
- $\bar{L}_p(x, r)$ der Messflächenschalldruckpegel, in Dezibel, erlangt durch Mittelung über der festgelegten Messfläche im Abstand r von der Rohrachse, im Abstand x von der Geräuschquelle, gemessen entlang des Rohres unter Freifeldbedingungen.

ANMERKUNG Der bevorzugte Wert für x ist 1 m; wenn die Pegelabnahme entlang des Rohres vernachlässigbar ist, dürfen auch größere Werte für x benutzt werden.

Wenn das Rohr lang ist und nicht über seine ganze Länge gemessen werden kann, kann es sinnvoll sein, den Schalldruckpegel aus der Messung nahe der Quelle und unter Berücksichtigung der Schallpegelabnahme entlang des Rohres zu schätzen.

Dies wird durch die folgende Gleichung ausgedrückt (siehe [8]):

$$L_p(x, r) = L_p(1, r) - \beta x / D \text{ dB} \quad (2)$$

Dabei ist

- $L_p(1, r)$ der Schalldruckpegel im Abstand von 1 m von der Geräuschquelle, im selben Abstand r von der Rohrachse wie in $L_p(x, r)$;
- β der Faktor der Schallpegelabnahme, in Dezibel.

Der Wert von β kann entsprechend praktischer Erfahrung 0,06 dB für Gas- oder Dampfleitungen (Schallpegelabnahme von 3 dB für je 50 Rohrdurchmesser) und 0,017 dB für Flüssigkeitsleitungen betragen (Schallpegelabnahme von 3 dB für je 175 Rohrdurchmesser). Wenn sich für eine Anwendung im Einzelfall zeigt, dass der Wert für β offensichtlich abweicht, muss dieser Wert benutzt werden. Die Rohrleitungslänge sollte zumindest $(3 D / \beta)$ überschreiten, bevor die Schallpegelabnahme Berücksichtigung findet.

Auf der Grundlage von Gleichung (2) kann gezeigt werden, dass der Schallleistungspegel L_W einer größeren Länge des Rohrs beträgt:

$$L_W(s \rightarrow \infty) = L_p(1, r) + 10 \lg \frac{r D}{S_0 \beta'} \text{ dB} + 14,4 \text{ dB} \quad (3)$$

Dabei ist

β' der Zahlenwert des Faktors der Schallpegelabnahme.

ANMERKUNG 1 Die vollständige Gleichung für die Beziehung zwischen $L_W(s)$ und $L_p(1, r)$ ist:

$$L_W(s) = L_p(1, r) + 10 \lg \left(\frac{2\pi r D}{0,1 S_0 \beta' \ln 10} \right) \text{ dB} + 10 \lg \left(1 - 10^{0,1 \beta' s / D} \right) \text{ dB} \quad (4)$$

Es kann gezeigt werden, dass Gleichung (4) für kleine Werte von $(\beta' s / D)$ in Gleichung (1) und für sehr lange Rohrleitungen in Gleichung (3) übergeht.

ANMERKUNG 2 Die Fehler, die mit der Anwendung der Gleichung (1) für Rohre länger als $(3D / \beta)$ und die mit der Anwendung der Gleichung (3) für kürzere Rohre verbunden sind, sind geringer als 3 dB.

ANMERKUNG 3 Vom Rohrnetz werden Geräusche durch das Fluid oder durch die Rohrwand oder durch beide übertragen. Das System der Schalldämmung ist für beide wirksam. Die Schallausbreitung über die Rohrwand ist schwer vorzusagen.

5.1.4 Geräuschbeitrag in halligen Räumen oder zum Umgebungsgeräusch

Der Beitrag der Rohrleitung zum Geräusch in einem halligen Raum wird aus dem Schallleistungspegel berechnet und sollte den Beiträgen anderer Quellen hinzugefügt werden. Für das Umgebungsgeräusch sollte der Beitrag der Rohrleitung zum Gesamt-Schallleistungspegel der Anlage, oder zum Schalldruckpegel am Messpunkt in der Nachbarschaft, berechnet werden.

5.2 Das erforderliche Einfügungsdämpfungsmaß – in bereits laufenden Anlagen

In laufenden Anlagen kann sich die Bewertung des Rohrgeräusches auf Messungen stützen. Wenn das Rohrgeräusch deutlich höher als das Fremdgeräusch ist, kann es direkt als Schalldruckpegel gemessen werden. Wiederum muss das Rohrnetz stromaufwärts und stromabwärts von der Quelle getrennt betrachtet werden.

Wenn das Fremdgeräusch bedeutsam ist, kann das Rohrgeräusch oft mit Messungen der Schallintensität bestimmt werden. *In situ* - Messungen der Schallintensität können jedoch schwierig durchzuführen sein und erfordern besondere Ausrüstung und Fachkenntnis.

Eine dritte Möglichkeit ist es, das Rohrgeräusch durch Messungen des Schwinggeschwindigkeitspegels auf der Rohroberfläche unter Anwendung des Abstrahlmaßes zu bewerten [8]:

$$L_p(x, r) = L_v + 10 \lg \sigma \text{ dB} + 10 \lg (D / 2r) \text{ dB} \quad (5)$$

Dabei ist

L_v der Schwinggeschwindigkeitspegel der Rohrwand $[= 10 \lg (v/v_0)^2 \text{ dB}]$; ^{N2)}
 $v_0 = 5 \times 10^{-8} \text{ m/s};$

N2) Nationale Fußnote: Statt des Ausdruckes „ $= 10 \lg (v/v_0)^2$ “ in ISO 15665 erfolgte hier die Korrektur unter Berücksichtigung von ISO 15665:2003 Technical Corrigendum 1 wie folgt: „ $= 10 \lg (v/v_0)^2$ “

$10 \lg \sigma$ das Abstrahlmaß ($10 \lg \sigma$ ist negativ, wenn $0 < \sigma < 1$).

Für praktische Zwecke kann der Wert von σ aus [8] abgeleitet werden:

$$\sigma = \frac{1}{1 + \left(\frac{c}{4Df} \right)^3} \quad (6)$$

Dabei ist

c die Schallgeschwindigkeit in Luft, in Meter je Sekunde;

f die Oktavband-Mittenfrequenz, in Hertz.

ANMERKUNG Dieses Verfahren ist weniger zu bevorzugen, da die Schätzwerte des Abstrahlmaßes ungenau sind. Es erfordert außerdem eine besondere Ausrüstung und Fachkenntnis. Dies kann jedoch das einzig verfügbare Verfahren in Situationen mit hohen Fremdgeräuschpegeln sein oder wo die räumlichen Verhältnisse keine genauen Schallintensitätsmessungen erlauben.

5.3 Länge der ausgeführten Schalldämmung

Das von der Rohrwand abgestrahlte Geräusch wird gewöhnlich von Einrichtungen erzeugt, die mit dem Rohr verbunden sind, wie Verdichter, Pumpen, Ventile oder Strahlpumpen. Diese Geräuschquellen können lange Rohrabschnitte veranlassen Geräusch abzustrahlen, weil sich Schall im Rohr mit geringer Pegelabnahme ausbreitet.

Wenn die Bewertung verschiedener Gesichtspunkte der Lärminderung ergibt, dass die Schalldämmung einer Rohrleitung erforderlich ist, sollte die notwendige Verminderung des Rohrgeräusches in Oktavbändern aufgelistet werden. Bezugnahme auf Abschnitt 4 wird dann ergeben, welche Klasse der Dämmung erforderlich ist.

Üblicherweise müssen Rohrleitungen von der Geräuschquelle (und manchmal einschließlich) des nächsten Schalldämpfers, Behälters, Wärmetauschers, Filters usw. isoliert werden, es sei denn es kann gezeigt werden, dass die Pegelabnahme entlang der Rohrleitung das Geräusch an einigen Punkten stromab und stromauf von der Quelle ausreichend gemindert hat, um weitere Schalldämmung überflüssig zu machen. Das kann der Punkt sein wo der Beitrag der Rohrleitung zum Geräuschpegel unter einem Vorgabewert gemäß Gleichung (2) liegt.

Wenn der Schalleistungspegel einer Rohrleitung vermindert werden muss, kann die Länge der Rohrleitung l , die schallgedämmt werden muss, wie folgt abgeleitet werden:

$$l = \frac{10D}{\beta_0} \times \lg \left(\frac{1-a}{R-a} \right) \quad (7)$$

Dabei ist

D der Durchmesser des Rohres, in Meter;

$R = 10^{(\Delta L_W / 10 \text{ dB})}$;

$\Delta L_W = L_{W,\text{with}} - L_{W,\text{without}}$ ^{N3)} (gewünschte Minderung des Schalleistungspegels), in Dezibel;

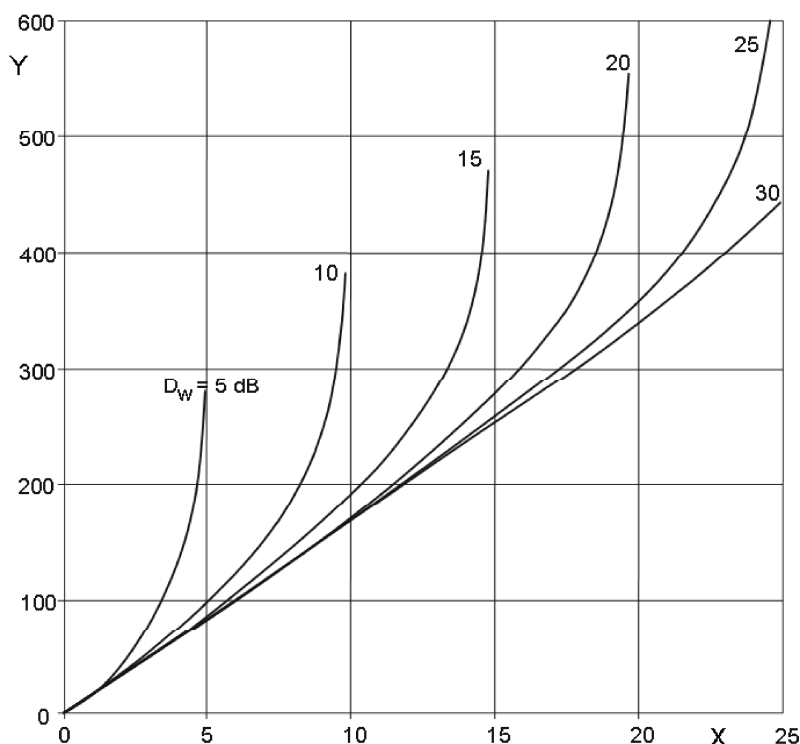
$a = 10^{(-D_W / 10 \text{ dB})}$

D_W das Einfügungsdämpfungsmaß der Dämmung (siehe Abschnitt 4), in Dezibel.

N3) Nationale Fußnote: $L_{W,\text{with}}$ ist der Schalleistungspegel mit ausgeführter Schalldämmung; $L_{W,\text{without}}$ ist der Schalleistungspegel ohne ausgeführter Schalldämmung.

Die Beziehung zwischen den Variablen in Gleichung (7) ist in Bild 4, mit dem Minderungsfaktor β als 0,06 angenommen, dargestellt. Dieses Diagramm veranschaulicht, dass Minderungen der Schallleistung durch die Wirksamkeit (Einfügungsdämpfungsmaß) der Schalldämmung begrenzt werden, d. h., R muss größer sein als a . Es zeigt auch, dass es im Hinblick auf die abgestrahlte Schallleistung wirtschaftlicher sein kann, eine Schalldämmklasse mit höherem Einfügungsdämpfungsmaß zu wählen, weil die erforderliche Länge geringer ist.

ANMERKUNG Sowohl Gleichung (7) als auch Bild 4 können entweder für Werte in Oktavbändern oder als Gesamt-Schallleistung benutzt werden.



Legende

- X ΔL_w gewünschte Minderung des Schallleistungspegels, in Dezibel
 Y l/D schallgedämmt auszuführende Rohrlänge (nach Zahl der Durchmesser)

Bild 4 — Verhältnis der schallgedämmt auszuführenden Länge eines Rohres zum Durchmesser für eine vorgegebene Minderung des Schallleistungspegels als Funktion des Einfügungsdämpfungsmaßes der Schalldämmung ($\beta = 0,06$)

5.4 Folgerungen für die Auslegung des Rohrnetzes

Es ist wichtig in einem frühen Entwurfsstadium sicherzustellen, dass die Rohranordnung Platz lässt für Menge und Masse der Schalldämmung. Die Anbringung der Schalldämmung im Rohrnetz als nachträgliche Maßnahme ist gewöhnlich schwierig wegen des Platzmangels zwischen benachbarten Rohren und weil das Rohrnetz in der falschen Höhe liegt, um angemessene Rohrhalter und Schwingungsisolierung anzuwenden.

Der Ingenieur für Lärminderung sollte deshalb die Geräuschpegel der Hauptteile des Rohrnetzes in einer frühen Entwurfsphase abschätzen, wenn nötig auch von nur geschätzten Geräuschwerten ausgehend, und in den Rohrnetz- und Geräteplänen, Flussdiagrammen des Prozesses oder anderen geeigneten Unterlagen jene Rohrabschnitte kennzeichnen, die schallgedämmt ausgeführt werden müssen. Zur gleichen Zeit sollte er erwägen, ob die Anwendung lärmgeminderter Quellen oder von Schalldämpfern eher geeignet sein könnte.