

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURERaumluftechnik
Geräuscherzeugung und Lärminderung
Air-conditioning
Noise generation and noise reductionVDI 2081
Blatt 1 / Part 1Ausg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this standard shall be taken as authoritative. No guarantee can be given with respect to the English translation.*

Inhalt	Seite	Contents	Page
Vorbemerkung	3	Preliminary note.....	3
Einleitung.....	3	Introduction.....	3
1 Anwendungsbereich.....	4	1 Scope.....	4
2 Normative Verweise.....	5	2 Normative references.....	5
3 Begriffe.....	5	3 Terms and definitions.....	5
4 Formelzeichen.....	6	4 Symbols.....	6
5 Akustische Grundlagen.....	10	5 Basic acoustic principles.....	10
5.1 Allgemeines.....	10	5.1 General.....	10
5.2 Schalldruckpegel.....	12	5.2 Sound pressure level.....	12
5.3 Schallschnelle und Schallintensität.....	12	5.3 Sound particle velocity and sound intensity.....	12
5.4 Schalleistungspegel.....	13	5.4 Sound power level.....	13
5.5 Frequenzbänder.....	13	5.5 Frequency bands.....	13
5.6 Pegeladdition.....	14	5.6 Level summation.....	14
5.7 Pegelsubtraktion.....	15	5.7 Level subtraction.....	15
5.8 Schalldruckpegelmittelung.....	16	5.8 Sound pressure level averaging.....	16
5.9 Geräuschbewertung.....	16	5.9 Noise rating.....	16
6 Allgemeines.....	20	6 General.....	20
7 Richtwerte für den maximalen Schalldruckpegel.....	20	7 Standard values for the maximum sound pressure level.....	20
7.1 Schalldruckpegel in belüfteten Räumen.....	20	7.1 Sound pressure level in ventilated rooms.....	20
7.2 Schalldruckpegel außerhalb des Gebäudes.....	21	7.2 Sound pressure level outside the building.....	21
8 Ermittlung des Ventilatorgeräuschs.....	25	8 Determination of fan noise.....	25
8.1 Ursachen des Ventilatorgeräuschs.....	25	8.1 Causes of fan noise.....	25
8.2 Messung des Ventilatorgeräuschs.....	26	8.2 Measurement of fan noise.....	26
8.3 Prognose des Ventilatorgeräuschs.....	26	8.3 Prediction of fan noise.....	26
9 Ermittlung der Geräusche von raumluftechnischen Geräten.....	29	9 Determination of noise from air-handling units.....	29
9.1 Ursachen des Geräuschs von RLT-Geräten.....	29	9.1 Causes of noise from air-handling units.....	29
9.2 Messung des Geräuschs von RLT-Geräten.....	30	9.2 Measurement of noise from air-handling units.....	30
9.3 Prognose des Geräuschs von RLT-Geräten.....	31	9.3 Prediction of noise from air-handling units.....	31

VDI-Gesellschaft Bauen und Gebäudetechnik (GBG)

Fachbereich Technische Gebäudeausrüstung

VDI-Handbuch Raumluftechnik
VDI-Handbuch Lärminderung
VDI-Handbuch Ressourcenmanagement in der Umwelttechnik

Inhalt	Seite
10 Ermittlung der Schalleistung von Leitungsnetzen	35
10.1 Allgemeines	35
10.2 Bestimmung der Schalleistung von Bauelementen.....	36
10.3 Abschätzung der Schalleistung von Bauelementen.....	36
11 Abschätzung der in der Anlage zu erwartenden Schallpegelsenkung	44
11.1 Gerade Strecke der Luftleitung	44
11.2 Umlenkungen.....	46
11.3 Querschnittssprung	47
11.4 Verzweigungen	48
11.5 Pegelsenkung durch weitere raumlufttechnische Anlagenelemente.....	49
11.6 Mündungsreflexion	49
12 Schallausbreitung	50
12.1 Schallfelder in Räumen.....	50
12.2 Schallausbreitung im Freien.....	57
13 Ermittlung der erforderlichen Schallschutzmaßnahmen	60
13.1 Schallabstrahlung in Räume.....	60
13.2 Schalldämpfer	60
13.3 Luftschalldämmung eines Bauteils	68
13.4 Schalldämmung von Luftleitungen	69
13.5 Schalldämmende Kapsel.....	86
13.6 Schwingungsisolierung und Körperschalldämmung	86
Schrifttum	98

Contents	Page
10 Determination of the sound power of duct systems	35
10.1 General	35
10.2 Determination of the sound power of components.....	36
10.3 Estimation of the sound power of components.....	36
11 Estimation of the sound level reduction to be expected in the system	44
11.1 Straight air duct	44
11.2 Bends	46
11.3 Step change in cross-section	47
11.4 Branches	48
11.5 Level reduction afforded by further components of ventilation and air-conditioning systems	49
11.6 Outlet reflection.....	49
12 Sound propagation	50
12.1 Sound fields in rooms.....	50
12.2 Outdoor sound propagation	57
13 Determination of the required noise control measures	60
13.1 Sound radiation into rooms.....	60
13.2 Silencers.....	60
13.3 Airborne sound insulation of a building component	68
13.4 Sound insulation provided by air ducts....	69
13.5 Acoustic enclosure.....	86
13.6 Vibration and structure-borne sound isolation	86
Bibliography	98

Vorbemerkung

Der Inhalt dieser Richtlinie ist entstanden unter Beachtung der Vorgaben und Empfehlungen der Richtlinie VDI 1000.

Alle Rechte, insbesondere die des Nachdrucks, der Fotokopie, der elektronischen Verwendung und der Übersetzung, jeweils auszugsweise oder vollständig, sind vorbehalten.

Die Nutzung dieser Richtlinie ist unter Wahrung des Urheberrechts und unter Beachtung der Lizenzbedingungen (www.vdi.de/richtlinien), die in den VDI-Merkblättern geregelt sind, möglich.

Allen, die ehrenamtlich an der Erarbeitung dieser Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2081.

Einleitung

Die Richtlinienreihe VDI 2081 vermittelt die gesammelten Erfahrungen für den Schallschutz bei raumluftechnischen Anlagen (RLT-Anlagen) und führt als Regel der Technik zu praxisgerechten Problemlösungen.

Zielgruppen sind vor allem Planer, Komponentenhersteller, Anlagengerichter, bauausführende Unternehmen, Eigentümer und Betreiber.

Die in RLT-Anlagen auftretenden Geräusche sind vielschichtig und können zu Belästigungen führen. Diese Geräusche entstehen

- in den Geräten (z.B. Ventilator),
- im Leitungsnetz durch die strömende Luft sowie
- in Anlagenkomponenten (z.B. Klappen, Luftdurchlässe).

Die Geräuschübertragung erfolgt als Fluid- und Körperschall sowie als Luftschall.

Der Ventilator ist die wichtigste Schallquelle im Lüftungssystem. In einigen Fällen können auch der Motor und die Kraftübertragung ebenso wie vorhandene Kühlkompressoren Körperschall emittieren. Die Schallstärke wird durch den charakteristischen Körperschalleistungspegel angegeben, der aus den an den Kontaktpunkten zur Gebäudekonstruktion (Ständer oder Fundament des RLT-Geräts) gemessenen Daten eines äquivalenten Kraftpegels oder eines äquivalenten Schnellepegels bestimmt wird.

Im Rahmen des Schallschutzes in schutzbedürftigen Räumen der Nachbarschaft (u.a. DIN 4109-1 und VDI 4100) und am Arbeitsplatz (z.B. Arbeitsstättenverordnung (ArbStättV), anerkannte technische Regeln) sind entsprechende Maßnahmen zur

Preliminary note

The content of this standard has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the standard VDI 1000.

All rights are reserved, including those of reprinting, reproduction (photocopying, micro copying), storage in data processing systems and translation, either of the full text or of extracts.

The use of this standard without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions (www.vdi.de/richtlinien) specified in the VDI Notices.

We wish to express our gratitude to all honorary contributors to this standard.

A catalogue of all available parts of this series of standards can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2081.

Introduction

The VDI 2081 Series of Standards is a compilation of expert knowledge for noise control in ventilation and air-conditioning systems. Being a rule of technology, it leads to practical solutions.

The key target groups are planners, component manufacturers, system installers, building contractors, owners, and operators.

The noise generated in ventilation and air-conditioning systems is complex and can lead to annoyance. Noise is generated

- in the equipment (e.g. fan),
- in the duct system, due to the air flow, and
- in system components (e.g. dampers, air terminal devices).

Noise is transmitted as fluid- and structure-borne noise and as airborne noise.

The fan is the primary sound source in the ventilation system. In some cases, the motor and the power transmission as well as any existing chillers can also emit structure-borne noise. The acoustic power is given in terms of the characteristic structure-borne sound power level which is determined from the data of equivalent force level or equivalent particle velocity level measured at the contact points with the building structure (rack or foundation of air-handling unit).

In the context of noise control in rooms requiring noise protection, both in the neighbourhood (e.g. DIN 4109-1 and VDI 4100) and at the workplace (e.g. German Workplaces Ordinance (ArbStättV), acknowledged rules of technology), appropriate

Geräuschminderung gefordert, die in dieser Richtlinie vorgeschlagen werden.

Die nach den anerkannten Regeln der Technik errichtete RLT-Anlage trägt selbst zur Geräuschminderung bei, die jedoch in der Regel durch Sekundärmaßnahmen (Schalldämpfer oder schalldämmende Ummantelung) verbessert werden muss. Die Schallminderung im schutzbedürftigen Raum oder dessen akustische Eigenschaft wird durch die Bauweise des Raums in Verbindung mit der ausgeführten RLT-Anlage bestimmt.

Schallschutzmaßnahmen müssen bereits bei der Planung des Gebäudes berücksichtigt werden, da sie nachträglich kaum oder nur mit großem Aufwand realisiert werden können.

Schutzbedürftige Räume sollen nicht unmittelbar an Aufstellräume für Lüftungszentralgeräte grenzen. Es ist insbesondere auf den baulichen Schallschutz zu achten.

In dieser Richtlinie werden die Geräuschquellen sowie die Geräuschminderung in RLT-Anlagen behandelt, um Anleitungen für die schalltechnische Planung und Gestaltung zu geben. Zusätzlich zeigt ein Näherungsverfahren, wie der durch die RLT-Anlage im schutzbedürftigen Raum erzeugte Schalldruckpegel ermittelt werden kann.

Die Berechnung der akustischen Eigenschaften von Gebäuden erfolgt nach DIN EN 12354-5 und beschreibt Berechnungsmodelle für die durch gebäudetechnische Anlagen erzeugten Schalldruckpegel. Die Berechnung basiert vorrangig auf Messdaten, die sowohl die Schallquellen als auch die Gebäudekonstruktionen kennzeichnen.

Die Schallübertragung vom Lüftungssystem zum Gebäude erfolgt über die Luft und als Körperschall. Die Übertragung durch die Luftleitung ist auch relevant für die zwischen Räumen auftretende indirekte Schallübertragung.

Beispiele zur Anwendung der Richtlinie werden in VDI 2081 Blatt 2 behandelt.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für alle RLT-Anlagen, die der Lüftung oder Klimatisierung von Aufenthalts- und Arbeitsräumen dienen. Sie bezieht sich auf die im Zusammenhang mit der Errichtung solcher Anlagen zu stellenden schallschutztechnischen Anforderungen und die dafür zu treffenden Maßnahmen. Sie bezieht sich nicht auf Maßnahmen an der Baukonstruktion, in denen die RLT-Anlagen installiert sind.

measures for noise reduction are stipulated. Such measures are proposed in this standard.

The ventilation and air-conditioning system installed in accordance with the acknowledged rules of technology contributes by itself to noise reduction, but this noise reduction normally has to be enhanced by secondary measures (silencers or sound insulation jacket). Noise reduction in the room requiring noise protection or the acoustic properties of the room are determined by the construction of the room in combination with the installed ventilation and air-conditioning system.

Noise control measures shall be considered as early as the building is planned, given that retrofitting is hardly practicable or can only be achieved through considerable effort.

Rooms requiring noise protection shall not be directly adjacent to central ventilation equipment rooms. Structural noise control shall be given particular consideration.

This standard describes the noise sources and the noise reduction in ventilation and air-conditioning systems in order to give guidance in acoustic planning and design. Additionally, an approximation method shows how to determine the sound pressure level generated by the ventilation and air-conditioning system in the room requiring noise protection.

The calculation of the acoustic properties of buildings complies with DIN EN 12354-5 and describes calculation models for the sound pressure levels generated by building services systems. The calculation is based mainly on measured data characterising both the noise sources and the building structures.

Noise is transmitted from the ventilation system to the building through air and through structures. Transmission through the air duct is also relevant for the indirect noise transmission between rooms.

Examples of application of the standard are described in VDI 2081 Part 2.

1 Scope

This standard is applicable to all ventilation and air-conditioning systems used for the ventilation or air conditioning of occupied areas and workrooms. It pertains to the acoustic requirements to be specified in connection with the installation of such systems and the relevant measures to be taken. It does not pertain to measures on the building structure in which the ventilation and air-conditioning systems are installed.

2 Normative Verweise / Normative references

Die folgenden zitierten Dokumente sind für die Anwendung dieser Richtlinie erforderlich: /

The following referenced documents are indispensable for the application of this standard:

Verordnung über Arbeitsstätten (Arbeitsstättenverordnung – ArbStättV) vom 12. August 2004 (BGBl I, 2004, Nr. 44, S. 2179–2189)

Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge (Bundes-Immissionsschutzgesetz – BImSchG) vom 17. Mai 2013 (BGBl I, 2013, Nr. 25, S. 1274–1311)

Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm) vom 26. August 1998 (GMBI, 1998, Nr. 26, S. 503–515)

DIN 4109-1:2018-01 Schallschutz im Hochbau; Teil 1: Mindestanforderungen (Sound insulation in buildings; Part 1: Minimum requirements)

DIN ISO 9613-2:1999-10 Akustik; Dämpfung des Schalls bei der Ausbreitung im Freien; Teil 2: Allgemeines Berechnungsverfahren (ISO 9613-2:1996) (Acoustics; Attenuation of sound during propagation outdoors; Part 2: General method of calculation (ISO 9613-2:1996))

VDI 3760:1996-02 Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen (Computation and measurement of sound propagation in workrooms)

VDI 4100:2012-10 Schallschutz im Hochbau; Wohnungen; Beurteilung und Vorschläge für erhöhten Schallschutz (Sound insulation between rooms in buildings; Dwellings; Assessment and proposals for enhanced sound insulation between rooms)

VDI 4700 Blatt 1:2015-10 Begriffe der Bau- und Gebäudetechnik (Terminology of civil engineering and building services)
