

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURESchwingungsisolierung
Begriffe und Methoden

VDI 2062

Blatt 1 / Part 1

Vibration insulation
Terms and methodsAusg. deutsch/englisch
Issue German/English*Die deutsche Version dieser Richtlinie ist verbindlich.**The German version of this guideline 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 Begriffe	5	2 Terms and definitions	5
3 Formelzeichen	7	3 Symbols.	7
4 Übersicht über Maßnahmen zur Reduzierung von Schwingungen	12	4 Overview of measures for reducing vibrations	12
4.1 Reduzierung der Erregung	12	4.1 Reduction of excitation	12
4.2 Schwingungsisolierung – Quellen- und Empfängerisolierung	12	4.2 Vibration insulation – source and recipient insulation	12
4.3 Schwingungstilgung	12	4.3 Dynamic vibration absorption	12
4.4 Schwingungsdämpfung	13	4.4 Vibration damping	13
4.5 Aktive und semiaktive Schwingungsisolierung	13	4.5 Active and semi-active vibration insulation	13
4.6 Bedeutung von Schwingungsknoten bei der Entstehung von Schwingungen	13	4.6 Importance of nodes in the occurrence of vibrations	13
4.7 Veränderung von Struktureigenschaften	13	4.7 Modification of structure properties	13
5 Übersicht zu Schwingungsisolierungen	14	5 Overview of vibration insulations	14
5.1 Zielsetzungen	14	5.1 Objectives.	14
5.2 Passive und aktive Elemente der Schwingungsisolierung	15	5.2 Passive and active elements of vibration insulation	15
5.3 Kennwerte von Schwingungsisolierelementen.	15	5.3 Characteristic quantities of vibration insulation elements	15
5.4 Beurteilung der Wirkung einer Schwingungsisolierung	16	5.4 Evaluation of the effect of a vibration insulation	16
5.5 Zu berücksichtigende Nebenwirkungen der Schwingungsisolierung	17	5.5 Side effects of vibration insulation to be taken into account.	17

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Schwingungstechnik

VDI-Handbuch Schwingungstechnik
VDI-Handbuch Lärminderung

	Seite		Page
6 Vereinfachte Beschreibung der Schwingungsisolierung durch ein Ersatzsystem mit einem Freiheitsgrad	18	6 Simplified description of vibration insulation by means of an equivalent SDOF system	18
6.1 Übersicht	18	6.1 Overview	18
6.2 Quellenisolierung bei harmonischer Kraft- und Massenkrafterregung	19	6.2 Source insulation with harmonic and inertia force excitation	19
6.3 Empfängerisolierung bei Wegerregung.	25	6.3 Recipient insulation with displacement excitation	25
6.4 Quellen- und Empfängerisolierung bei nichtharmonischer Erregung	29	6.4 Source and recipient insulation with non-harmonic excitation	29
6.5 Einflussgrößen auf die Wirkung einer Schwingungsisolierung	29	6.5 Variables influencing the effect of a vibration insulation.	29
6.6 Einfluss von Nichtlinearitäten	33	6.6 Influence of non-linearities.	33
6.7 Eigenfrequenz der Schwingungsisolierung unabhängig von der Belastung	33	6.7 Natural frequency of vibration insulation independent of load	33
6.8 Auslegung einer Schwingungsisolierung.	34	6.8 Design of a vibration insulation	34
7 Doppelte Schwingungsisolierung.	35	7 Double vibration insulation	35
8 Umfassendere Beschreibung der Schwingungsisolierung durch ein Ersatzsystem mit mehreren Freiheitsgraden.	37	8 More comprehensive description of vibration insulation by means of an equivalent multi-degree-of-freedom system	37
8.1 Übersicht	37	8.1 Overview	37
8.2 Aspekte für die Notwendigkeit eines Ersatzsystems mit mehr als einem Freiheitsgrad für die rechnerische Auslegung einer Schwingungsisolierung.	38	8.2 Aspects of the necessity of an equivalent system with more than a single degree of freedom in the computational design of a vibration insulation	38
8.3 Wahl des Berechnungsmodells	38	8.3 Selection of the calculation model	38
8.4 Bereitstellung der Eingangsgrößen für die Berechnung	39	8.4 Provision of the input quantities for the calculation	39
8.5 Aufstellen der Bewegungsgleichungen.	40	8.5 Setting up the equations of motion.	40
8.6 Lösung der Bewegungsgleichungen – Isolierwirkungsgrad.	41	8.6 Solving the equations of motion – insulation efficiency	41
9 Vereinfachte Beschreibung der Stoßisolierung durch ein Ersatzsystem mit einem Freiheitsgrad	43	9 Simplified description of shock insulation by means of an equivalent SDOF system	43
9.1 Zielsetzung und Überblick	43	9.1 Objectives and overview	43
9.2 Einzelstoß.	43	9.2 Single impact.	43
9.3 Stoßfolgen	49	9.3 Pulse trains	49
10 Umfassendere Beschreibung der Stoßisolierung durch ein Ersatzsystem mit mehreren Freiheitsgraden	49	10 More comprehensive description of shock insulation by means of an equivalent multi-degree-of-freedom system.	49
11 Berücksichtigung der dynamischen Eigenschaften am Aufstellungsort der zu isolierenden Maschine oder Anlage und der Schwingungsisolierelemente	49	11 Taking into consideration dynamic properties at the place of installation of the machine or system to be insulated and of the vibration insulation elements	49
12 Schwingungsisolierung von Drehschwingungen in Antriebssträngen	50	12 Vibration insulation of torsional vibrations in drive trains	50
12.1 Übersicht.	50	12.1 Overview	50
12.2 Schwingungsisolierung	51	12.2 Vibration insulation	51
Anhang Differenzialgleichungen für verschiedene Ersatzsysteme bei Quellenisolierung	53	Annex Differential equations for different equivalent systems in the case of source insulation	53
Schrifttum	60	Bibliography	60

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

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

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2062.

Einleitung

Unerwünschte Schwingungen und Stoßeinwirkungen treten in allen technischen Gebieten, insbesondere der Maschinen- und Elektroindustrie, der Verkehrs-, Bau- und Verfahrenstechnik auf. Wegen der vielfältigen technologischen und konstruktiven Belange des jeweiligen Sachgebiets und der verschiedenen Möglichkeiten zum Schutz vor unerwünschten mechanischen Schwingungen, insbesondere als vom Menschen spürbare Erschütterungen, lassen sich wirksame und gleichzeitig zweckgerechte Schutzmaßnahmen nur in enger Zusammenarbeit zwischen den Herstellern und Verbrauchern von Schwingungsisolier-elementen und den gegebenenfalls hinzugezogenen Fachberatern erzielen (siehe dazu DIN EN 1299). Die vorliegende Richtlinie soll die Zusammenarbeit fördern und die Grundlage für die gegenseitige Verständigung schaffen.

Die Richtlinienreihe besteht aus zwei Teilen:

Blatt 1: Begriffe und Methoden

In Blatt 1 sind die zu bevorzugenden Benennungen und Definitionen zusammengestellt, die Wirkungsweise der verschiedenen Schwingungsisoliermaßnahmen erläutert und abgegrenzt sowie Hinweise zur Bewertung des Schwingungsisoliererfolgs und der zu berücksichtigenden Nebenwirkungen gegeben.

Blatt 2: Schwingungsisolier-elemente

In Blatt 2 sind die physikalischen Eigenschaften der verwendeten Werkstoffe und der daraus hergestellten Schwingungsisolier-elemente als Bauteile zusammengestellt.

Preliminary note

The content of this guideline has been developed in strict accordance with the requirements and recommendations of the guideline 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 guideline without infringement of copyright is permitted subject to the licensing conditions specified in the VDI Notices (www.vdi-richtlinien.de).

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

A catalogue of all available parts of this series of guidelines can be accessed on the internet at www.vdi.de/2062.

Introduction

Unwanted vibrations and shock effects occur in all technical fields, especially in electrical and mechanical engineering, transportation, construction and process engineering. Due to the multifarious technical and design concerns of the technical field in question and the different possible ways of protecting against unwanted mechanical vibrations, especially those shock vibrations which can be perceived by human beings, protective measures which are both effective and appropriate can only be realized in close collaboration between the manufacturers and the users of vibration insulation elements and the specialists in the field who may have been brought in for consultation (in this regard see DIN EN 1299). The present guideline aims at encouraging this collaboration and creating a basis for mutual understanding.

The series of guidelines consists of two parts:

Part 1: Terms and methods

Part 1 brings together the preferred designations and definitions, explains how the various vibration insulation measures work and differentiates them. It also provides information about assessing the success of vibration insulation measures and about side effects which need to be taken into account.

Part 2: Insulation elements

Part 2 deals with the physical properties of the materials used and of the vibration insulation elements made of these materials as components.

Das Schwingungsverhalten eines isolierten Systems hängt von dessen eigenen mechanischen Parametern (Trägheiten, Steifigkeiten, Geometrie), von den Kennwerten der Schwingungsisoliererelemente, den Eigenschaften des Aufstellungsorts und von der Art der Schwingungs- und Stoßeinwirkung ab. Die Kennwerte der Schwingungsisoliererelemente allein ergeben daher keine Aussage über das Systemverhalten und den zu erwartenden Schwingungsisoliererfolg.

1 Anwendungsbereich

Die Schwingungsisolierung und die Körperschallisolierung dienen der Reduzierung von übertragenen mechanischen Schwingungen. Auch bei der Körperschallisolierung sollen übertragene mechanische Schwingungen reduziert werden, jedoch mit dem eigentlichen Ziel der Reduzierung des durch Körperschall entstehenden sekundären Luftschalls. Die Schwingungsisolierung und die Körperschallisolierung unterscheiden sich grundsätzlich nicht, wenngleich für die Schwingungsisolierung im Allgemeinen Abstimmfrequenzen ≤ 25 Hz angestrebt werden. Bei der Körperschallisolierung liegen die Abstimmfrequenzen oft höher.

Die Schwingungs- und Körperschallisolierung wird unterteilt in

- Quellenisolierung (Emissionsschutz) und
- Empfängerisolierung (Immissionsschutz).

Die für die Schwingungs- und Körperschallisolierung erforderlichen Schwingungsisoliererelemente weisen elastische und dämpfende Eigenschaften auf.

Unter Berücksichtigung des Verhältnisses von Abstimmfrequenz und störenden Erregerfrequenzen sowie der Eigenfrequenzen der Schwingungsisoliererelemente selbst (siehe VDI 2062 Blatt 2, Abschnitt 4.1) können Schwingungsisoliererelemente auch für die Körperschallisolierung eingesetzt werden.

Im Zusammenhang mit der Auslegung einer Schwingungsisolierung müssen für die Erfüllung der Anforderungen an diese zunächst eindeutige Beurteilungskenngrößen und Beurteilungskriterien bereitgestellt werden. Dies können z.B. Effektivwerte, Maximalwerte sowie eine Schwingungsreduzierung nur in einem bestimmten erforderlichen Frequenzbereich sein.

Nachfolgend wird die grundsätzliche Wirkung einer Schwingungsisolierung bei einer harmonischen Erregung anhand von Amplitudenfrequenzgängen, also im sogenannten Frequenzbereich, beschrieben. Diese Darstellungsform ist auch sehr gut für alle anderen Zeitverläufe der Schwingungserregung anwendbar. Hingegen ist in einigen Fällen auch die Betrachtung

The vibration behaviour of a vibration-insulated system depends on its own mechanical parameters (inertias, stiffnesses, geometry), on the characteristic values of the vibration insulation elements, the characteristics of the place of installation, and on the nature of the vibration and shock effects. On their own the characteristic values of the vibration insulation elements can thus provide no information about system behaviour or what outcome is to be expected from vibration insulation measures.

1 Scope

Vibration insulation and structure-borne sound insulation are used for reducing transmitted mechanical vibrations. In the case of structure-borne sound insulation, transmitted mechanical vibrations should also be reduced but with the real aim of reducing the secondary airborne sound arising due to structure-borne sound. Basically there is no difference between vibration insulation and structure-borne sound insulation although tuning frequencies ≤ 25 Hz are generally aimed at for vibration insulation. In structure-borne sound insulation the tuning frequencies are often higher.

Vibration insulation and structure-borne sound insulation are divided into

- source insulation (emission protection) and
- recipient insulation (immission protection).

The vibration insulation elements required for vibration and structure-borne sound insulation have resilient and damping properties.

If the ratio between tuning frequency and the disturbing excitation frequencies is taken into consideration and also the natural frequencies of the vibration insulation elements themselves (see VDI 2062 Part 2, Section 4.1), it will also be possible to use vibration insulation elements for structure-borne sound insulation.

In connection with the design of a vibration insulation, well-defined evaluation variables and evaluation criteria first need to be provided with regard to meeting the requirements applicable to the system. These might be, for example, r.m.s. values, maximum values as well as a vibration reduction within one specific required frequency domain only.

The basic effect of a vibration insulation in the case of a harmonic excitation will be described below with the aid of amplitude transfer functions, in other words, within the so-called frequency domain. This mode of presentation is also very suitable for all other time characteristics associated with vibration excitation. In some cases, on the other hand, it will also be