

VEREIN  
DEUTSCHER  
INGENIEURE

Modellbildung schwingungsfähiger Systeme  
Modelling of vibrating systems

VDI 3843

Blatt 1 / Part 1

Ausg. 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 .....	2	Preliminary note.....	2
Einleitung.....	2	Introduction.....	2
<b>1 Anwendungsbereich.....</b>	<b>2</b>	<b>1 Scope.....</b>	<b>2</b>
<b>2 Normative Verweise.....</b>	<b>3</b>	<b>2 Normative references.....</b>	<b>3</b>
<b>3 Grundlegende Vorgehensweise bei der Modellbildung.....</b>	<b>3</b>	<b>3 Basic procedure in modelling.....</b>	<b>3</b>
<b>4 Komponenten eines Berechnungsmodells ....</b>	<b>5</b>	<b>4 Components of a calculation model .....</b>	<b>5</b>
4.1 Übersicht.....	5	4.1 Overview .....	5
4.2 Erregung und Anfangsbedingungen.....	7	4.2 Excitation and initial conditions .....	7
4.3 Schwingungsfähiges System, Strukturelemente.....	8	4.3 Vibratory system, structural elements.....	8
<b>5 Modellbildung für ein geplantes schwingungsfähiges System.....</b>	<b>14</b>	<b>5 Modelling for a planned vibratory system .....</b>	<b>14</b>
5.1 Übersicht.....	14	5.1 Overview .....	14
5.2 Systemdefinition .....	14	5.2 System definition.....	14
5.3 Modellbildung.....	22	5.3 Modelling.....	22
<b>6 Modellbildung für ein existierendes schwingungsfähiges System.....</b>	<b>24</b>	<b>6 Modelling for an existing vibratory system .....</b>	<b>24</b>
6.1 Aufgabenstellung .....	24	6.1 Task .....	24
6.2 Festlegung des Frequenzbereichs.....	25	6.2 Setting the frequency range .....	25
6.3 Festlegung der Berechnungsmethode, Auswahl der relevanten Freiheitsgrade sowie Analyse der Kinematik .....	25	6.3 Establishment of the calculation method, selection of relevant degrees of freedom, and analysis of kinematics....	25
6.4 Modellierung der Systemgrenzen, Aufbau der Modellstruktur, Bestimmung der Modellkennwerte und Kennfunktionen.....	26	6.4 Modelling the system boundaries, constructing the model structure, determining model characteristic variables and characteristic functions .....	26
<b>7 Herleitung des mathematischen Modells und Lösung der Modellgleichungen .....</b>	<b>26</b>	<b>7 Derivation of the mathematical model and solution of the model equations .....</b>	<b>26</b>
7.1 Übersicht.....	26	7.1 Overview .....	26
7.2 Herleitung .....	26	7.2 Derivation.....	26
7.3 Lösung .....	28	7.3 Solution.....	28
<b>8 Beurteilung der Modellgüte.....</b>	<b>30</b>	<b>8 Assessment of the model quality.....</b>	<b>30</b>
8.1 Übersicht.....	30	8.1 Overview .....	30
8.2 Test auf Plausibilität .....	30	8.2 Plausibility test .....	30
8.3 Beurteilung anhand von Messwerten .....	32	8.3 Assessment on the basis of measured values.....	32
<b>Anhang Anwendungsbeispiele.....</b>	<b>36</b>	<b>Annex Examples of application.....</b>	<b>36</b>
Schrifttum .....	56	Bibliography .....	56

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Schwingungstechnik

VDI-Handbuch Schwingungstechnik

## 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](http://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/3843](http://www.vdi.de/3843).

## Einleitung

Die Bildung eines Berechnungsmodells – die Modellbildung – ist ein wichtiger Schritt zur Beantwortung technischer Fragestellungen im Rahmen der Entwicklung und Untersuchung von technischen Systemen. Ausgehend von einem geplanten oder bereits existierenden Objekt, z.B. einer technischen Anlage, einem Fahrzeug, einer Maschine oder einer Baugruppe, ist auf der Basis der zu beantwortenden technischen Fragestellung das zu untersuchende schwingungsfähige (Teil-)System festzulegen. Mögliche Vorgehensweisen bei der Bildung des geeigneten Berechnungsmodells sind Inhalt dieser Richtlinie. Die Vorgehensweisen werden exemplarisch erläutert und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit.

Ist das Berechnungsmodell erstellt, erfolgen die Herleitung und die Lösung der das Modell beschreibenden mathematischen Gleichungen. In einfachen Fällen kann dies „von Hand“ und analytisch gelingen. Meistens erfolgen diese Schritte heute jedoch rechnergestützt unter Verwendung verschiedener Softwarepakete. Mögliche Vorgehensweisen bei diesen Schritten sind in Lehrbüchern und in der Fachliteratur beschrieben und werden in dieser Richtlinie nur kurz angerissen. Anhand der Ergebnisse können eine Beurteilung der Modellgüte und gegebenenfalls Änderungen am Berechnungsmodell erfolgen [1].

## 1 Anwendungsbereich

Ziel der Modellbildung ist die Erstellung eines Berechnungsmodells mit einer der Aufgabenstellung angemessenen Anzahl von Freiheitsgraden, dessen Ergebnisse für die Lösung der Aufgaben-

## 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](http://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/3843](http://www.vdi.de/3843).

## Introduction

The formation of a calculation model – modelling – is an important step in answering technical questions in the context of the development and study of technical systems. Starting with a planned or existing object, e.g. a technical installation, a vehicle, a machine, or an assembly, the vibratory (sub)system to be investigated should be defined on the basis of the technical question which is to be answered. Possible approaches in the formation of the appropriate calculation model are the content of this standard. The procedures are explained in the form of examples and make no claim as to completeness.

Once the calculation model has been created, the derivation and the solution of the mathematical equations describing the model are carried out. In simple cases, this can be done “by hand” and analytically. Nowadays, however, these steps are normally computer-assisted, using various software packages. Possible procedures for these steps are described in textbooks as well as in the technical literature and are touched on only briefly in this standard. An assessment of the model quality of the model can be made on the basis of the results and, if necessary, modifications to the calculation model [1].

## 1 Scope

The aim of modelling is the creation of a calculation model with a number of degrees of freedom commensurate with the task, and which yields useful results for solving the task. A calculation

stellung nützliche Resultate liefern. Ein Berechnungsmodell ist stets die Grundlage für alle darauf folgenden Schritte der Simulation eines technischen Systems.

Berechnungsmodelle werden u.a. für folgende Zwecke benutzt:

- Berechnung der Kraft- und Bewegungsgrößen für definierte Betriebsbedingungen
- Verkürzung der Entwicklungszeit eines Objekts durch Variantenberechnungen
- Reduzierung der Entwicklungskosten gegenüber dem Bau eines Versuchsstands
- Verbesserung des Schwingungsverhaltens nach Analyse der Kenngrößeneinflüsse
- Optimierung des Systemverhaltens bezüglich vorgegebener Kriterien (Materialaufwand, Energiebedarf, dynamische Steifigkeit, resonanzfreier Betriebsbereich usw.)

Diese Richtlinie konzentriert sich auf die Modellbildung von ausschließlich mechanischen Systemen. Die Modellbildung mechatronischer Systeme wird hier nicht betrachtet und soll der Beschreibung in einer künftigen, eigenständigen Richtlinie vorbehalten sein.

## 2 Normative Verweise

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

- DIN 1311-1:2000-02 Schwingungen und schwingungsfähige Systeme; Teil 1: Grundbegriffe, Einteilung
- VDI 3833 Blatt 1:2014-09 Schwingungsdämpfer und Schwingungstilger; Schwingungsdämpfer; Grundlagen, Kenngrößen, Realisierung, Anwendung

model always forms the basis for all subsequent steps in the simulation of a technical system.

Computation models are used among other things for the following purposes:

- calculation of force and motion quantities for defined operating conditions
- shortening the duration of development of an object by means of variant calculations
- reducing development costs in comparison with building a test rig
- improving vibratory behaviour after an analysis of the impact of characteristic variables
- optimization of system performance with respect to specified criteria (cost of materials, energy consumption, dynamic stiffness, resonance-free operating range, etc.).

The present standard focuses exclusively on the modelling of mechanical systems. The modelling of mechatronic systems is excluded from consideration here and should be reserved for a future independent standard.

## 2 Normative references

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

- DIN 1311-1:2000-02 Mechanical vibrations, oscillation and vibration systems; Part 1: Basic concepts, survey
- VDI 3833 Part 1:2014-09 Dynamic damper and dynamic vibration absorber; Dynamic damper; Fundamentals, characteristics, implementation, application