

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bewegungsgesetze für Kurvengetriebe
und Motion-Control-Systeme
Theoretische Grundlagen

Motion rules for cam mechanisms and
motion control systems
Theoretical fundamentals

VDI 2143

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
1 Anwendungsbereich.....	2	1 Scope.....	2
2 Begriffe	3	2 Terms and definitions	3
3 Formelzeichen und Abkürzungen	4	3 Symbols and abbreviations	4
4 Grundlagen.....	8	4 Basics	8
5 Definition der normierten Bewegungsgesetze.....	12	5 Definition of normalised motion rules	12
6 Kriterien für die Auswahl von Bewegungsgesetzen	14	6 Criteria for the selection of motion rules.....	14
7 Zusammenstellung normierter Bewegungsgesetze.....	21	7 Compilation of normalised motion rules	21
7.1 Überblick	21	7.1 Overview	21
7.2 Rast-in-Rast (RR).....	24	7.2 Dwell-to-dwell (RR).....	24
7.3 Geschwindigkeit-in-Geschwindigkeit (GG).....	44	7.3 Velocity-to-velocity (GG).....	44
7.4 Umkehr-in-Umkehr (UU)	53	7.4 Reversal-to-reversal (UU).....	53
7.5 Bewegung-in-Bewegung (BB).....	56	7.5 Motion-to-motion (BB)	56
7.6 Rast-in-Geschwindigkeit (RG) und Geschwindigkeit-in-Rast (GR)	62	7.6 Dwell-to-velocity (RG) and velocity-to-dwell (GR)	62
7.7 Rast-in-Umkehr (RU) und Umkehr-in-Rast (UR)	62	7.7 Dwell-to-reversal (RU) and reversal-to-dwell (UR).....	62
7.8 Rast-in-Bewegung (RB) und Bewegung-in-Rast (BR).....	70	7.8 Dwell-to-motion (RB) and motion-to-dwell (BR)	70
7.9 Geschwindigkeit-in-Umkehr (GU) und Umkehr-in-Geschwindigkeit (UG)	70	7.9 Velocity-to-reversal (GU) and reversal-to-velocity (UG).....	70
7.10 Geschwindigkeit-in-Bewegung (GB) und Bewegung-in-Geschwindigkeit (BG).....	74	7.10 Velocity-to-motion (GB) and motion- to-velocity (BG).....	74
7.11 Umkehr-in-Bewegung (UB) und Bewegung-in-Umkehr (BU)	74	7.11 Reversal-to-motion (UB) and motion- to-reversal (BU)	74
Schrifttum	75	Bibliography	75

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Getriebetechnik I – Ungleichförmig übersetzende Getriebe

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 und in Bearbeitung befindlichen Blätter dieser Richtlinienreihe sowie gegebenenfalls zusätzliche Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2143.

Einleitung

Die Gestaltung anspruchsvoller Bewegungsaufgaben ist eine branchenübergreifende Thematik. Die im Jahr 1980 unter dem Titel „Bewegungsgesetze für Kurvengetriebe“ erstmals erschienene und nun überarbeitete und erweiterte Richtlinie eröffnet Ingenieuren und Softwareentwicklern einen ersten und strukturierten Zugang zur mathematischen Formulierung von Bewegungsaufgaben für Kurvengetriebe und Motion-Control-Systeme. Zunächst stehen die abschnittsbezogene Betrachtung komplexer Bewegungsabläufe, deren normierte Darstellung und die Anwendung optimaler Bewegungsgesetze für frei gestaltbare Übergänge zwischen vorgegebenen Punkten oder Abschnitten eines Bewegungsablaufs im Mittelpunkt. Davon ausgehend, erhält der Leser einen umfassenden theoretischen Überblick, um – darauf aufbauend – auch weiterführende Aufgabenstellungen, die gern mit dem Begriff „Bewegungsdesign“ umrissen werden, optimal unter Zuhilfenahme verschiedener Softwareprogramme zu lösen.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie gilt für die abschnittsbezogene Betrachtung komplexer Bewegungsabläufe, die für Kurvengetriebe und Motion-Control-Systeme als Bewegungs- oder Übertragungsfunktionen formuliert werden. Der Anwender kann aus unterschiedlichen Bewegungsgesetzen, die für ihren Einsatz als Teilübertragungsfunktionen mathematisch beschrieben werden, abschnittsweise eine Gesamtbewegung gestalten und deren Kennwerte als Bewertungs- und Vergleichskriterium nutzen.

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 and those in preparation as well as further information, if applicable, can be accessed on the Internet at www.vdi.de/2143.

Introduction

The design of demanding motion tasks is a cross-industry topic. First published in 1980 under the title “Motion rules for cam gears” and now revised and expanded, this standard provides engineers and software developers with initial and structured access to the mathematical formulation of motion rules for cam gears and motion control systems. As a start, the focus is on the section-related consideration of complex motion sequences, their normalised representation and the application of optimal motion rules for freely configurable transitions between given points or sections of a motion sequence. Based on this, the reader receives a comprehensive theoretical overview in order to be able to optimally solve further tasks, which are often summarised with the term “motion design”, with the help of various software programmes.

1 Scope

This standard applies to the section-based consideration of complex motion sequences that are formulated as motion or transfer functions for cam gears and motion control systems. The user can design an overall motion section by section from different motion rules, which are mathematically described for their use as partial transfer functions and use their characteristic values as evaluation and comparison criteria.

Die umfassende Beschreibung des Bewegungsdesignprozesses als softwarebasierte, grafisch-interaktiv geprägte Arbeitsweise zur Gestaltung und Optimierung von Sollbewegungsabläufen, z.B. durch rein punktuelle Bewegungsdefinitionen oder die Ausnutzung zusätzlicher Toleranzbänder in Rastabschnitten, ist nicht Gegenstand dieser Richtlinie.

Für Motion-Control-Anwendungen können die Ergebnisse des Bewegungsdesigns in die Prozesse gemäß Bild 1, wie in Richtlinie VDI 2742 ausführlich beschrieben, einfließen.

The comprehensive description of the motion design process as a software-based, graphically interactive method for designing and optimising target motion sequences, e.g., through purely point-based motion definitions or the use of additional tolerance bands in dwell time sections, is not the subject of this standard.

For motion control applications, the results of the motion design can be integrated into the processes shown in Figure 1 as described in detail in standard VDI 2742.