

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Auslegung ebener Kurvengetriebe
Praxisbeispiele
Construction of planar cam mechanisms
Practical examples

VDI 2142
Blatt 3 / Part 3

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
1 Anwendungsbereich	2	1 Scope	2
2 Formelzeichen und Abkürzungen	4	2 Symbols and abbreviations	4
3 Grundlagen zur Beschreibung und Berechnung von Kurven- und Gelenkgetrieben	6	3 Basic principles of describing and calculating cam and linkage mechanisms	6
3.1 Allgemeine Vorgehensweise.....	6	3.1 General procedure.....	6
3.2 Beispiel – Schneidgetriebe.....	8	3.2 Example – Cutting mechanism.....	8
4 Beispiel – Räderkurvenschrittgetriebe	16	4 Example – Gear-and-cam indexing mechanism	16
5 Beispiel – Glasflaschenhandhabung	24	5 Example – Glass bottle handling device	24
6 Beispiel – Bogenstanze mit höherer Gliedergruppe	32	6 Example – Die cutter with higher kinematic group	32
7 Beispiel eines Transportgetriebes für eine Synchronphase mit Servoantrieb	42	7 Example of a transport mechanism for a synchronous phase with servo drive	42
7.1 Funktionsbeschreibung	42	7.1 Function description	42
7.2 Lösungsschritte	44	7.2 Steps to the solution.....	44
7.3 Lösung mit Einbezug einer höheren Gliedergruppe	53	7.3 Solution with inclusion of a higher kinematic group	53
7.4 Ermittlung des Winkels der Gestellgeraden mit Bestimmung einer vorgegebenen Koppelkurvenlage.....	56	7.4 Determination of the angle of the frame line with definition of a specified coupler curve position	56
Anhang Ergänzungen zur Modulbibliothek der VDI 2142 Blatt 2 zum Berechnen von Getriebestrukturen mit höheren Gliedergruppen (HG)	58	Annex Additions to the module library in VDI 2142 Part 2 for calculating mechanism structures with higher kinematic groups (HG)	58
A1 Erläuterungen zum Modulpaket RG_ZD	61	A1 Commentary on module package RG_ZD	61
A2 HG_DD – Höhere Gliedergruppe mit zwei Drehgelenken am Schließglied	63	A2 HG_DD – Higher kinematic group with two revolute joints on the closing link	63
A3 HG_DS – Höhere Gliedergruppe mit Drehgelenk im RG und Schubgelenk im GG	68	A3 HG_DS – Higher kinematic group with revolute joint in RG and prismatic joint in GG	68
Schrifttum	71	Bibliography	71

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)
Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Getriebetechnik I: Ungleichförmig übersetzte 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 VDI-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 VDI-Richtlinie mitgewirkt haben, sei gedankt.

Eine Liste der aktuell verfügbaren Blätter dieser Richtlinienreihe ist im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2142.

1 Anwendungsbereich

Für die interaktive Optimierung eines Mechanismus am Bildschirm ist eine schnelle Analyse des Gesamtgetriebes durch den Einsatz effizienter Algorithmen erforderlich. Die Berechnungsmodule in VDI 2142 Blatt 2 wurden speziell für die kinematische Analyse beliebiger Übertragungskurvengetriebe **und** Führungskurvengetriebe entwickelt. Im Gegensatz zur VDI 2729 wird dabei die Methode der komplexen Zahlen verwendet, die eine sehr kompakte und übersichtliche Darstellung sowie eine sichere und schnelle rechnerische Auswertung ermöglicht. So lassen sich die kinematischen Größen der Übertragungskurvengetriebe mit Rollenhebel, Rollenstößel, Flachhebel und Flachstößel bestimmen und ihre Kurvenscheibenprofile berechnen. Ferner ist die kinematische Analyse beliebiger Führungskurvengetriebe möglich, die in der Regel Elemente von Gelenkgetrieben und gegebenenfalls Rädergetrieben enthalten.

Mit ausgewählten Praxisbeispielen werden dem Anwender in dieser Richtlinie Hilfen für die zielgerichtete Benutzung der in VDI 2142 Blatt 2 vorgestellten Modulmethode gegeben. Neue Themenfelder sind dabei die Zulassung „höherer Gliedergruppen“ in der Getriebestruktur – die bisher von der Modulmethode nicht ermöglicht wurden (VDI 2729) – sowie die Berücksichtigung des Themas „elektronische Kurvenscheibe“ bei der Auslegung von Servoantrieben. Die Praxisbeispiele wurden so ausgewählt, dass zum einen möglichst viele der in VDI 2142 Blatt 2 aufgeführten Module auftreten und zum anderen das vorgestellte Getriebe anwendungstechnisch von Interesse ist. Da sich in der Richtlinie VDI 2729 bereits zahlreiche Beispiele für das Auftreten von Zweischlägen

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/2142.

1 Scope

The interactive optimization of a mechanism on the screen calls for a rapid analysis of the complete mechanism using efficient algorithms. The calculation modules in VDI 2142 Part 2 were developed especially for the kinematic analysis of any transmission cam mechanism **and** guide cam mechanism. In contrast to VDI 2729 the complex number method is used here, which makes a very compact and clear representation possible and also permits a reliable and fast computational assessment. In this way the kinematic variables of transmission cam mechanisms with roller lever, roller follower, flat lever and flat follower can be determined and their cam disk profiles calculated. Furthermore, any guide cam mechanism can be kinematically analyzed which normally contains elements of linkage mechanisms and, where applicable, of gear mechanisms.

By means of selected practical examples, the present standard provides the user with assistance in the correct use of the module methods introduced in VDI 2142 Part 2. New subject areas here include the admission of “higher kinematic groups” in the mechanism structure – which previously could not be covered by the module method (VDI 2729) – as well as including the topic of the “electronic cam disk” in the design of servo drives. The practical examples have been selected such that on the one hand as many as possible of the modules listed in VDI 2142 Part 2 appear and on the other hand the mechanism presented will be of interest from the point of view of technical application. Since standard VDI 2729 already gives numerous examples of the occurrence of two-bar linkages with prismatic

mit Schubgliedern befinden, wurde hier auf Beispiele mit solchen Zweischlägen verzichtet. Für die eigene Vorgehensweise wird dem Nutzer der Richtlinie in jedem Beispiel eine Kontrollmöglichkeit für das Überprüfen der Zahlenwerte und Funktionenverläufe ermöglicht.

In Abschnitt 3 wird zunächst grundlegend dargestellt, wie ein Getriebe systematisch beschrieben werden sollte, damit alle notwendigen Daten für die Anwendung der Berechnungsmodule bereitgestellt werden. An dem einfachen Beispiel eines Schneidmechanismus wird die Nutzung dieser Vorgehensweise ausführlich demonstriert. In den weiteren Beispielen in Abschnitt 4 bis Abschnitt 7 findet sie dann ebenfalls – allerdings in kompakterer Form – Anwendung.

Das Beispiel „Räderkurvenschrittgetriebe“ in Abschnitt 4 beschreibt eine Kombination aus einem Räder- und einem Kurvengetriebe, wie man sie beispielsweise in einer Kettentransporteinrichtung findet. In diesem Beispiel wird insbesondere gezeigt, wie man mit den Modulen Grenzkurven für Übertragungswinkel berechnen und damit Rollenmittelpunkte bzw. Hebellängen interaktiv geeignet wählen kann.

Das Beispiel „Glasflaschenhandhabung“ in Abschnitt 5 beschreibt ein Flachstößelgetriebe mit feststehender Kurvenscheibe sowie eine Zahnstangen-Zahnrad-Kombination. Die Bewegung findet in zwei orthogonalen Ebenen statt, wobei man aber für die Berechnung ein ebenes Ersatzgetriebe nutzen kann. Anwendung finden solche Mechanismen, wenn einer Hauptbewegung eine Relativbewegung überlagert wird.

Das Beispiel „Bogenstanze“ in Abschnitt 6 beschreibt ein Gelenkgetriebe mit einer höheren Gliedergruppe. Dieses Beispiel soll zeigen, wie mithilfe der in dieser Richtlinie zusätzlich spezifizierten Module auch Getriebe berechnet werden können, die sich nicht in elementare Zweischläge zerlegen lassen. Durch diese Erweiterung wird eine Vielzahl weiterer Getriebe erfasst, die ursprünglich für die Modulmethode nicht zugänglich waren.

Abschnitt 7 beschreibt ein „Transportgetriebe für eine Synchronphase mit Servoantrieb“, dessen Hauptbaugruppe ein Gelenkgetriebe ist. Hier wird die Modulmethode zunächst genutzt, um auf Basis der technologischen Vorgaben (Synchronbewegung, Übernahmeposition des Transportguts) einen Gelenkmechanismus zu entwerfen, der eine geeignete Bewegungsbahn bietet. Zur Sicherstellung des Synchronlaufs muss dann eine Antriebsfunktion („elektronische Kurvenscheibe“) gefunden werden.

links, examples of such two-bar linkages will be dispensed with here. In each example the user of the standard is provided with a way of checking the numerical values and function sequences.

First of all, Section 3 gives a basic description of how a mechanism should be systematically described such that all of the data required for using the calculation modules are made available. Taking the straightforward example of a cutting mechanism, the application of this procedure is demonstrated in detail. In the examples which follow in Section 4 to Section 7 this procedure will also be used – but in a more compact form.

The “Gear-and-cam indexing mechanism” example in Section 4 describes a combination of a gear mechanism and a cam mechanism such as is found in, for example, a chain conveyor. In this example particular emphasis is placed on showing how limit curves for transmission angles can be calculated with the modules and thus suitable roller centres or lever lengths can be selected interactively.

The “Glass bottle handling” example in Section 5 describes a flat-follower mechanism with a fixed cam disk and also a rack-and-gearwheel combination. Movement takes place on two orthogonal planes although a planar equivalent mechanism can be used for the calculation. Mechanisms of this kind are used when a relative motion is superimposed on a primary motion.

The “Die cutter” example in Section 6 describes a linkage mechanism with a higher kinematic group. This example should demonstrate how with the aid of the modules additionally specified in this standard it is even possible to calculate mechanisms which cannot be resolved into elementary two-bar linkages. This addition means that a large number of other mechanisms which were not originally accessible to the module method can now be covered.

Section 7 describes a “Transport mechanism for a synchronous phase with servo drive”, whose main assembly is a linkage mechanism. Here the module method is used first of all to design, on the basis of technical inputs (synchronous movement, transfer position of the transported material), a linkage mechanism which would offer a suitable path of movement. To ensure synchronous operation, a drive function (“electronic cam disk”) then needs to be found. Two different ways of performing this