

VEREIN
DEUTSCHER
INGENIEURE

Bewegungsübertragung durch viergliedrige
ebene Gelenkgetriebe
Maßsynthese für allgemeine Lagenzuordnungen
Getriebebauformen mit einem Drehgelenk und
einem Schubgelenk am Koppelglied

Motion transmission through four-member
plane articulated gearboxes
Dimensional synthesis for general layer
assignments
Gear unit designs with one swivel joint and one prismatic
joint at the coupling link

VDI 2122

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
Vorbemerkung.....	3
Einleitung.....	3
1 Anwendungsbereich.....	5
2 Normative Verweise.....	5
3 Allgemeine Vorbemerkungen zur Maßsynthese von Lösungen mit einem Schubgelenk am Koppelglied.....	5
4 Behandelte Getriebebauformen und deren Übertragungsfunktion.....	7
4.1 Übersicht.....	7
4.2 Getriebebauform R-RP-R.....	9
4.3 Getriebebauform R-PR-R.....	10
4.4 Getriebebauform R-RP-P.....	12
4.5 Getriebebauform R-PR-P.....	14
4.6 Getriebebauform P-RP-R.....	16
4.7 Getriebebauform P-PR-R.....	18
5 Grafische Maßsynthese für zwei Lagenzuordnungen.....	19
5.1 Übersicht.....	19
5.2 Getriebebauform R-RP-R.....	21
5.3 Getriebebauform R-PR-R.....	22
5.4 Getriebebauform R-RP-P.....	23
5.5 Getriebebauform R-PR-P.....	26
5.6 Getriebebauform P-RP-R.....	27
5.7 Getriebebauform P-PR-R.....	28
6 Rechnerische Maßsynthese für zwei und drei Lagenzuordnungen.....	30
6.1 Bereitstellung der relativen Vorgabelagen von An- und Abtriebsglied.....	30
6.2 Rechnerische Lösung für zwei Lagenzuordnungen.....	33
6.3 Rechnerische Lösung für drei Lagenzuordnungen.....	36

Contents	Page
Preliminary note.....	3
Introduction.....	3
1 Scope.....	5
2 Normative references.....	5
3 General preliminary notes on the dimensional synthesis of solutions with a prismatic joint on the coupling link.....	5
4 Mechanism types covered and their transfer function.....	7
4.1 Overview.....	7
4.2 Mechanism type R-RP-R.....	9
4.3 Mechanism type R-PR-R.....	10
4.4 Mechanism type R-RP-P.....	12
4.5 Mechanism type R-PR-P.....	14
4.6 Mechanism type P-RP-R.....	16
4.7 Mechanism type P-PR-R.....	18
5 Graphical dimensional synthesis for two position assignments.....	19
5.1 Overview.....	19
5.2 Mechanism type R-RP-R.....	21
5.3 Mechanism type R-PR-R.....	22
5.4 Mechanism type R-RP-P.....	23
5.5 Mechanism type R-PR-P.....	26
5.6 Mechanism type P-RP-R.....	27
5.7 Mechanism type P-PR-R.....	28
6 Computational dimension synthesis for two and three position assignments.....	30
6.1 Provision of the relative positions of input and output link.....	30
6.2 Calculated solution for two position assignments.....	33
6.3 Calculated solution for three position assignments.....	36

VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung (GPP)

Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente

VDI-Handbuch Getriebetechnik I: Ungleichförmig übersetzende Getriebe

Inhalt	Seite
Anhang Zahlenbeispiele als Kontrollwerte	39
A1 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-RP-R (zu Abschnitt 4.2; Bild 2).....	39
A2 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-PR-R (zu Abschnitt 4.3, Bild 3).....	40
A3 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-RP-P (zu Abschnitt 4.4; Bild 4).....	40
A4 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-PR-P (zu Abschnitt 4.5; Bild 5).....	41
A5 Kinematische Analyse – Getriebebauform P-RP-R (zu Abschnitt 4.6; Bild 6).....	42
A6 Kinematische Analyse – Getriebebauform P-PR-R (zu Abschnitt 4.7; Bild 7).....	43
A7 Rechnerische Maßsynthese – Bereitstellung von relativen Vorgabelagen (zu Abschnitt 6.1)	44
A8 Rechnerische Maßsynthese – Lösung für zwei Lagenzuordnungen (zu Abschnitt 6.2)	45
A9 Rechnerische Maßsynthese – Lösung für drei Lagenzuordnungen (zu Abschnitt 6.3)	46
Schrifttum.....	49

Contents	Page
Annex Numerical examples as control values.....	49
A1 Kinematic analysis – Mechanism type R-RP-R (to Section 4.2; Figure 2)	49
A2 Kinematic analysis – Mechanism type R-PR-R (to Section 4.3, Figure 3).....	49
A3 Kinematic analysis – Mechanism type R-RP-P (to Section 4.4; Figure 4).....	49
A4 Kinematic analysis – Mechanism type R-PR-P (to Section 4.5; Figure 5).....	49
A5 Kinematic analysis – Mechanism type P-RP-R (to Section 4.6; Figure 6).....	49
A6 Kinematic analysis – Mechanism type P-PR-R (to Section 4.7; Figure 7).....	49
A7 Computational dimension synthesis – Provision of relative position positions (to Section 6.1)	49
A8 Computational dimensional synthesis – Solution for two position assignments (to Section 6.2)	49
A9 Computational dimension synthesis – Solution for three position assignments (to Section 6.3)	49
Bibliography.....	49

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.

Weitere aktuelle Informationen sind im Internet abrufbar unter www.vdi.de/2122.

Einleitung

In vielen Bereichen des Maschinen- und Gerätebaus – insbesondere in Verarbeitungs- und Verpackungsmaschinen sowie Handhabungssystemen – werden nach wie vor zur Erzeugung, Wandlung und Weiterleitung ungleichmäßiger Bewegungsverläufe häufig einfache Mechanismen in Form kinematisch ebener, viergliedriger Gelenkgetriebe mit Dreh- und Schubgelenken (auch als Koppelgetriebe oder Kurbelgetriebe bezeichnet) eingesetzt. Da diese Getriebe in ihren kinematisch relevanten Abmessungen jedem Einsatzfall individuell angepasst werden müssen, besteht breiter Bedarf an praxisgerechten Auslegungshilfen. Während für spezielle Bewegungs- und Eigenschaftsanforderungen bereits verschiedene VDI-Richtlinien vorliegen, z.B. VDI 2123 bis VDI 2126 und VDI 2130, wird hier die sogenannte „Maßsynthese“ für die Erfüllung allgemeiner Bewegungsvorgaben behandelt.

Dabei wird eine bestimmte Anzahl von einander zugeordneten Stellungen des Antriebs- und des Abtriebsglieds vorgegeben und es werden die kinematisch relevanten Abmessungen von Getrieben ermittelt, die diese sogenannten „Lagenzuordnungen“ erfüllen.

Diese Richtlinie erweitert das Lösungsspektrum gegenüber der grundlegenden Richtlinie VDI 2121 zu dieser Aufgabenstellung. Während in VDI 2121 zunächst nur solche Getriebebauformen betrachtet werden, bei denen beide Gelenke am Koppelglied als Drehgelenk ausgeführt sind, wird die Anwendung hier auf diejenigen Getriebebauformen ausgedehnt, bei denen eines der beiden Gelenke am Koppelglied als Schubgelenk gestaltet ist.

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.

Further current information is available on the Internet at www.vdi.de/2122.

Introduction

In many areas of machine and equipment construction – especially in processing and packaging machines as well as handling systems – simple mechanisms in the form of kinematically planar, four-member articulated gearboxes with revolute and prismatic joints (also known as coupling gearbox or crank gearbox) are still frequently used to generate, convert, and transmit nonuniform motion sequences. Since the kinematically relevant dimensions of these mechanisms shall be individually adapted to each application, there is a broad need for practice-oriented design aids. While various VDI Standards already exist for special motion and property requirements, e.g., VDI 2123 to VDI 2126 and VDI 2130, the so-called “dimensional synthesis” for the fulfilment of general motion specifications is dealt with here.

In this process, a certain number of mutually assigned positions of the input and output links is specified and the kinematically relevant dimensions of links are determined that fulfil these so-called “position assignments”.

This standard extends the range of solutions compared to the basic standard VDI 2121 for this task. While VDI 2121 initially only considers mechanism designs in which both joints on the coupling link are designed as a revolute joint, the application is extended here to those mechanism designs in which one of the two joints on the coupling link is designed as a prismatic joint.

Alle grundlegenden Aussagen in VDI 2121 gelten auch für die vorliegende Richtlinie. Insbesondere betrifft dies die allgemeinen Ausführungen zur Maßsynthese, zu deren typischen Lösungsmerkmalen und zu praktischen Anwendungsaspekten in Abschnitt 4 von VDI 2121. Das heißt, dass auch hier im Rahmen der behandelten Syntheseaufgaben Fragen der praktischen Nutzbarkeit der ermittelten Lösungen außer Betracht bleiben. Die Maßsynthese von viergliedrigen Gelenkgetrieben speziell im Hinblick auf die Übertragungsgüte behandelt die Themenreihe VDI 2123 bis VDI 2126.

In der vorliegenden Richtlinie erfolgt in Abschnitt 3 nach allgemeinen Vorbemerkungen zur Maßsynthese von Getrieben mit einem Schubgelenk am Koppelglied zunächst eine generelle Definition der geometrischen Größen zur Beschreibung von Schubgelenken am Koppelglied. In Abschnitt 4 werden die hier behandelten Getriebebauformen mit ihren jeweiligen Abmessungsdaten definiert und die Gleichungen angegeben, die zur (nachträglichen) rechnerischen kinematischen Analyse der jeweiligen Bauform erforderlich sind, wenn ein kompletter Satz von Abmessungsdaten vorliegt oder vorab ermittelt wurde.

Im Hauptteil der Richtlinie behandelt Abschnitt 5 die zeichnerische Maßsynthese der hier betrachteten Getriebebauformen für zwei Lagenzuordnungen oder eine Lagenzuordnung mit einer vorgegebenen Übersetzung zwischen An- und Abtriebsglied. Die gezeigten grafischen Konstruktionen können zum schnellen Durchspielen möglicher Lösungsvarianten auch direkt in verfügbaren Programmen zur rechnerunterstützten Geometrieverarbeitung mit variablen Vorgaben umgesetzt werden.

Grundsätzlich sind mit den hier betrachteten Getriebebauformen auch drei Lagenzuordnungen erfüllbar. Der Lösungsweg für drei Lagenzuordnungen ist zeichnerisch jedoch aufwendig und wird deshalb hier zusammen mit der Lösung für zwei Lagenzuordnungen nur in rechnerischer Weise in Abschnitt 6 behandelt. Die dafür angegebenen, programmierfertig aufbereiteten Syntheseformeln können direkt in eigene Programmentwicklungen oder verfügbare Mathematiksoftware übernommen und dort mit den Analyseformeln aus Abschnitt 4 für eine unmittelbar anschließende vollständige kinematische Analyse jeder durchgespielten Auslegungsvariante kombiniert werden.

Letztlich enthält der Anhang Kontrollzahlenwerte für alle angegebenen Analyse- und Syntheseformeln zur schnellen Überprüfung der korrekten Übernahme in eigene Softwareentwicklungen.

All basic statements of VDI 2121 also apply to the present standard. In particular, this concerns the general statements on dimensional synthesis, its typical solution characteristics and practical application aspects in Section 4 of VDI 2121. This means that questions of the practical usability of the determined solutions are also disregarded here in the context of the synthesis tasks dealt with. The dimensional synthesis of four-member articulated gearboxes, especially with regard to the transmission quality, is dealt with in the series of topics VDI 2123 to VDI 2126.

In this standard, after general preliminary notes on the dimensional synthesis of mechanisms with a prismatic joint at the coupling link, Section 3 first provides a general definition of the geometric quantities for the description of prismatic joints at the coupling link. In Section 4, the mechanism designs dealt with here are defined with their respective dimensional data and the equations are given which are required for the (subsequent) computational kinematic analysis of the respective design if a complete set of dimensional data is available or has been determined in advance.

In the main part of the standard, Section 5 deals with the graphical dimensional synthesis of the mechanism designs considered here for two position assignments or a position assignment with a specified transmission ratio between input and output link. The graphical designs shown can also be implemented directly in available programs for computer-aided geometry processing with variable specifications for a quick run-through of possible solution variants.

In principle, three position assignments can also be fulfilled with the mechanism designs considered here. However, the solution for three position assignments is difficult to draw and is therefore only dealt with mathematically here in Section 6, together with the solution for two position assignments. The ready-to-program synthesis formulas given for this can be transferred directly into your own program developments or available mathematics software and combined there with the analysis formulas from Section 4 for an immediately subsequent complete kinematic analysis of each design variant played through.

Finally, the Annex contains control values for all given analysis and synthesis formulae for a quick check of the correct adoption in own software developments.

1 Anwendungsbereich

Diese Richtlinie kann ergänzend zur Richtlinie VDI 2121 genutzt werden bei der Entwicklung und Auslegung von einfachen viergliedrigen Gelenkgetrieben, die in verschiedenen Bereichen des Maschinen- und Gerätebaus zum Einsatz kommen, beispielsweise in Verarbeitungs- und Verpackungsmaschinen oder bei Handhabungssystemen.

1 Scope

This standard can be used as a supplement to standard VDI 2121 in the development and design of simple four-member articulated gearboxes used in various areas of machine and equipment construction, for example in processing and packaging machines or in handling systems.