ICS 21.200 VDI-RICHTLINIEN April 2021

VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE

Bewegungsübertragung durch viergliedrige ebene Gelenkgetriebe

Maßsynthese für allgemeine Lagenzuordnungen

Getriebebauformen mit einem Drehgelenk und einem Schubgelenk am Koppelglied

VDI 2122

Entwurf

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

Einsprüche bis 2021-06-30

- *vorzugsweise über das VDI-Richtlinien-Einspruchsportal http://www.vdi.de/2122*
- *in Papierform an*
  VDI-Gesellschaft Produkt- und Prozessgestaltung
  Fachbereich Getriebe und Maschinenelemente
  Postfach 10 11 39
  40002 Düsseldorf

Inhalt Seite

Vorbemerkung ... 2
Einleitung ... 2
1 Anwendungsbereich ... 3
2 Normative Verweise ... 3
3 Allgemeine Vorbemerkungen zur Maßsynthese von Lösungen mit einem Schubgelenk am Koppelglied ... 3
4 Behandelte Getriebebauformen und deren Übertragungsfunktion ... 4
4.1 Übersicht ... 4
4.2 Getriebebauform R-RP-R ... 5
4.3 Getriebebauform R-PR-R ... 6
4.4 Getriebebauform R-RP-P ... 7
4.5 Getriebebauform R-PR-P ... 8
4.6 Getriebebauform P-RP-R ... 9
4.7 Getriebebauform P-PR-R ... 10
5 Grafische Maßsynthese für zwei Lagenzuordnungen ... 11
5.1 Übersicht ... 11
5.2 Getriebebauform R-RP-R ... 11
5.3 Getriebebauform R-PR-R ... 12
5.4 Getriebebauform R-RP-P ... 13
5.5 Getriebebauform R-PR-P ... 15
5.6 Getriebebauform P-RP-R ... 17
5.7 Getriebebauform P-PR-R ... 17

Inhalt Seite

6 Rechnerische Maßsynthese für zwei und drei Lagenzuordnungen ... 19
6.1 Bereitstellung der relativen Vorgabelagen von An- und Abtriebsglied ... 19
6.2 Rechnerische Lösung für zwei Lagenzuordnungen ... 20
6.3 Rechnerische Lösung für drei Lagenzuordnungen ... 22
Anhang Zahlenbeispiele als Kontrollwerte ... 25
A1 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-RP-R ... 25
A2 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-PR-R ... 25
A3 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-RP-P ... 26
A4 Kinematische Analyse – Getriebebauform R-PR-P ... 26
A5 Kinematische Analyse – Getriebebauform P-RR-R ... 26
A6 Kinematische Analyse – Getriebebauform P-PR-R ... 27
A7 Rechnerische Maßsynthese – Bereitstellung von relativen Vorgabelagen ... 27
A8 Rechnerische Maßsynthese – Lösung für zwei Lagenzuordnungen ... 28
A9 Rechnerische Maßsynthese – Lösung für drei Lagenzuordnungen ... 28
Schrifttum ... 30

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

VDI-Handbuch Getriebetechnik I: Ungleichförmig übersetzende Getriebe

Zu beziehen durch Beuth Verlag GmbH, 10772 Berlin – Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2021

Vervielfältigung – auch für innerbetriebliche Zwecke – nicht gestattet

 Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2021

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.

An der Erarbeitung dieser Richtlinie waren beteiligt:

Prof. i. R. Dr.-Ing. *Reinhard Braune* VDI, Aachen

Dipl.- Ing. *Gerald Hilpert* VDI, Düsseldorf

Dr.-Ing. *Antonius Klein Breteler* VDI, Delft (NL)

Prof. i. R. Dr.-Ing. *Rainer Lohe* VDI, Siegen

Prof. *Christian Möllenkamp* VDI, Bingen

Dr.-Ing. *Adrian Rankers*, Nuenen (NL)

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.

Alle grundlegenden Aussagen der VDI 2121 gelten auch für die vorliegende Richtlinie VDI 2122. 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 bzw. vorab ermittelt wurde.

Im Hauptteil der Richtlinie behandelt Abschnitt 5 die zeichnerische Maßsynthese der hier betrachteten Getriebebauformen für zwei Lagenzuordnungen bzw. 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

Alle Rechte vorbehalten © Verein Deutscher Ingenieure e.V., Düsseldorf 2021

kinematische Analyse jeder durchgespielten Auslegungsvariante kombiniert werden.

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

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.