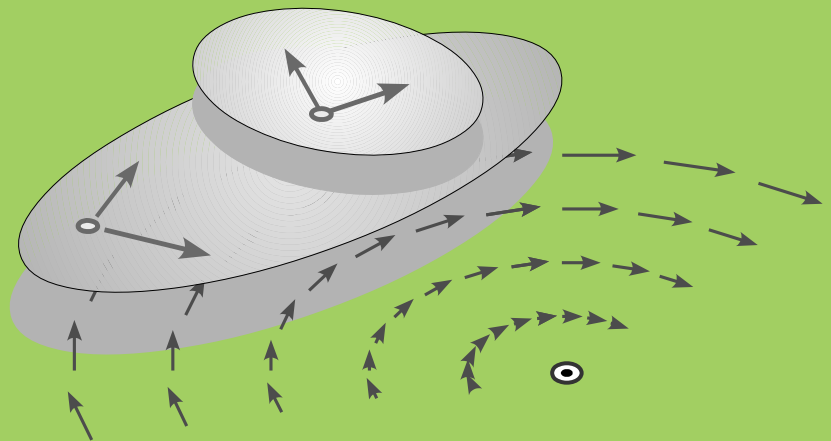


Stefan Gössner

MECHANISMEN-TECHNIK

Vektorielle Analyse ebener Mechanismen



λογος

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Stark erweiterte Auflage des Buchs *Getriebelehre. Vektorielle Analyse ebener Mechanismen* (ISBN: 978-3-8325-3082-2)

©Copyright Logos Verlag Berlin GmbH 2016

3., korrigierte Auflage, 2017

Alle Rechte vorbehalten.

ISBN 978-3-8325-4362-4

Logos Verlag Berlin GmbH
Comeniushof, Gubener Str. 47,
10243 Berlin
Tel.: +49 (0)30 42 85 10 90
Fax: +49 (0)30 42 85 10 92
INTERNET: <http://www.logos-verlag.de>

Vorwort

Ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal zwischen den Gewerken von Maschinenbauern und Bauingenieuren ist, dass Ersterer sich tunlichst bewegen mögen. Die Gewährleistung einer gewünschten Bewegung ist zweifellos Hauptanliegen der *Mechanismentechnik*. Und damit sei auch schon hinreichend auf die Bedeutung dieses Lehrgebiets für den Maschinenbau und verwandte Fachrichtungen hingewiesen.

Mit *Getriebe* werden häufig primär *Rädergetriebe* assoziiert. Diese in der Praxis zweifellos bedeutsame Getriebeform ist aus Sicht der Bewegungsanalyse allerdings weniger interessant; besteht die Bewegung doch aus einer einfachen Drehbewegung um eine meist raumfeste Achse. Die grundlegenden Prinzipien dieser gleichförmig übersetzenden Getriebe werden üblicherweise im Themenbereich der *Maschinenelemente* behandelt und hier somit ausklammert.

Der Schwerpunkt des Lehrbuchs liegt auf der Betrachtung ebener, ungleichmäßig übersetzender Mechanismen. Seine Themenbereiche behandeln die wichtigen Grundlagen gestrafft und hoffentlich dennoch in hinreichendem Umfang. Bei deren Zusammenstellung wurde besonderes Augenmerk gelegt auf eine Anknüpfung an die *Kinematik* und *Kinetik*, wie sie in der technischen Mechanik üblicherweise an Hochschulen gelehrt wird.

Gegenüber der ersten Auflage wurde der Titel von *Getriebelehre* in *Mechanismentechnik* gewandelt, um mit dieser moderneren Begriff der Lehrveranstaltungsbezeichnung des Verfassers zu entsprechen. Es bleibt nach wie vor Hauptanliegen des Lehrbuchs, die ebene Vektorrechnung konsequent zur Problemlösung getriebetechnischer Aufgabenstellungen einzusetzen. Diese Vorgehensweise wird dem intensiven Umgang von Studierenden und Ingenieuren in der Praxis mit aktuellen geometrieverarbeitenden Systemen und der dadurch gegebenen vertrauten Nähe zu Koordinaten und Vektoren gerecht. Allerdings werden weiterhin grafischen Verfahren auch dort verwendet, wo sie besonders anschaulich sind und übersichtlich zum Ziel führen.

Es wurden einige notwendige Anpassungen an allgemein übliche Formelzeichen vorgenommen. Neu hinzugekommen sind die beiden Kapitel *Geometrische Kinematik* und *Seilmechanismen*. Besonders Letzteren hat sich der Verfasser über einen längeren Zeitraum im Rahmen angewandter Forschungstätigkeit gewidmet.

Die Übungsbeispiele wurden zahlenmäßig erhöht und ihren jeweiligen Hauptkapiteln zugeordnet. Im letzten Abschnitt sind nun Ergebnisse oder vollständige Lösungswege aller Übungsaufgaben zu finden.

Dank gebührt Mitarbeitern und Kollegen auch an anderen Hochschulen für wertvolle Hinweise und Diskussionen sowie meinen Studierenden für hilfreiche Rückmeldungen hinsichtlich Stoffauswahl und -darstellung.

Dortmund, Dezember 2017

Stefan Gössner

Inhalt

Vorwort.....	3
1 Einleitung.....	7
2 Kinematische Kette.....	11
2.1 Glieder.....	11
2.2 Gelenke.....	11
2.3 Kinematische Ketten.....	13
2.4 Freiheitsgrad.....	13
2.7 Bilden beliebiger kinematischer Ketten.....	20
2.8 Gelenkwechsel.....	20
2.9 Vom Mechanismus zur kinematischen Kette.....	22
2.10 Besonderheiten in Mechanismen.....	24
2.11 Zusammenfassung.....	26
2.12 Aufgaben.....	26
3 Viergelenkkette.....	31
3.1 Viergelenkgetriebe.....	31
3.2 Umkehrlagen der Kurbelschwinge.....	34
3.3 Die zentrische Kurbelschwinge.....	39
3.4 Steglagen der Kurbelschwinge.....	40
3.5 Die Doppelschwinge.....	42
3.6 Mechanismen der Schubkurbelkette.....	43
3.7 Mechanismen der Kreuzschleifenkette.....	48
3.8 Mechanismen der Schubschleifenkette.....	49
3.9 Zusammenfassung.....	50
3.10 Aufgaben.....	50
4 Vektoren.....	57
4.1 Kartesische und polare Vektoren.....	57
4.2 2x2 Matrizen.....	59
4.3 Orthogonaloperator und Vektorprodukt.....	60
4.4 Vektorgleichungen.....	62
4.5 Geometrie und Kinematik.....	64
4.6 Rechenregeln mit dem Drehoperator.....	66
4.7 Zusammenfassung.....	66
4.8 Aufgaben.....	67
5 Ebene Starrkörperkinematik.....	69
5.1 Position.....	69
5.2 Drehpol.....	71
5.3 Geschwindigkeit.....	72
5.4 Beschleunigung.....	75
5.5 Ruck.....	77
5.6 Graphische Geschwindigkeitsermittlung.....	78
5.7 Graphische Beschleunigungsermittlung.....	80
5.8 Relative Bewegung dreier Ebenen.....	81
5.9 Relative Bewegung eines Gliedpunkts.....	82
5.10 Zusammenfassung.....	84
5.11 Aufgaben.....	85
6 Getriebekinematik.....	89
6.1 Schleifengleichung.....	89
6.2 Lagenanalyse.....	90

6.3 Mechanismen mit mehreren Schleifen.....	100
6.4 Übertragungsgleichung und Übertragungsfunktion.....	100
6.5 Koppelkurven.....	105
6.9 Relativbewegung.....	107
6.10 Zusammenfassung.....	111
6.11 Aufgaben.....	111
7 Pole der ebenen Bewegung.....	115
7.1 Der Geschwindigkeitspol.....	115
7.2 Die Polbeschleunigung.....	120
7.3 Die Polwechselgeschwindigkeit.....	120
7.4 Beschleunigungspol.....	122
7.5 Ruckpol.....	123
7.6 Relativpole.....	127
7.7 Übersetzung.....	130
7.8 Polbahnen.....	133
7.9 Zusammenfassung.....	136
7.10 Aufgaben.....	136
8 Krümmungsverhältnisse.....	143
8.1 Krümmungsmittelpunkt.....	143
8.2 Wendepunkte und Wendepol.....	146
8.3 Bressesche Kreise.....	148
8.4 Die Bresseschen Kreise 2. Ordnung.....	152
8.5 Kreispunktkurve.....	154
8.6 Zusammenfassung.....	155
8.7 Aufgaben.....	156
9 Geometrische Kinematik.....	159
9.1 Voraussetzungen.....	159
9.2 Momentanpol.....	160
9.3 Die Gleichung von Euler-Savary.....	161
9.4 Wendepol.....	163
9.5 Ermittlung des Krümmungsmittelpunkts.....	165
9.6 Tangentialpol.....	166
9.7 Beschleunigungspol.....	167
9.8 Polruck.....	168
9.9 Wendepol 2. Ordnung.....	170
9.10 Tangentialpol 2. Ordnung.....	170
9.11 Ruckpol.....	171
9.12 Ball'scher Punkt.....	171
9.13 Punkte gleicher Bahnkrümmung.....	173
9.14 Kreispunktkurve.....	175
9.15 Ball'scher Punkt und Kreispunktkurve.....	178
9.16 Zusammenfassung.....	178
9.17 Aufgaben.....	179
10 Kraftanalyse.....	181
10.1 Schnittprinzip.....	181
10.2 Leistungsprinzip.....	184
10.3 Ausgleich statischer Antriebskräfte oder -momente.....	185
10.4 Stabilität von Gleichgewichtslagen.....	188
10.5 Trägheitskräfte.....	189
10.6 Zusammenfassung.....	193

10.7 Aufgaben.....	193
11 Maßsynthese.....	199
11.1 Zweilagensynthese.....	200
11.2 Dreilagensynthese.....	204
11.3 Zweiwinkelzuordnung des Viergelenks.....	206
11.4 Dreiwinkelzuordnung – Freudenstein Gleichung.....	207
11.5 Vorgabe einer Umkehrlage der Kurbelschwinge.....	209
11.6 Vorgabe beider Umkehrlagen der Kurbelschwinge.....	209
11.7 Satz von Roberts.....	215
11.8 Anwendungen des Satzes von Roberts.....	219
11.9 Exakte Geradföhrungen.....	220
11.10 Angenäherte Geradföhrungen.....	221
11.11 Koppelrastgetriebe.....	226
11.12 Zusammenfassung.....	228
11.13 Aufgaben.....	229
12 Seilmechanismen.....	233
12.1 Freiheitsgrade.....	233
12.2 Erhaltung der Seillänge.....	235
12.3 Übersetzung.....	239
12.4 Abwicklung vom stationären Kreis.....	242
12.5 Seilbindung Rolle / Punkt.....	244
12.6 Seilbindung Rolle / Rolle.....	249
12.7 Zusammenfassung.....	253
12.8 Aufgaben.....	254
13 Numerische Mechanismenanalyse.....	257
13.1 Generalisierte Koordinaten.....	257
13.2 Bindungsgleichung.....	258
13.3 Dynamik ebener starrer Körper.....	262
13.4 Impulsbasierter Lösungsansatz.....	265
13.5 Zusammenfassung.....	266
14 Ergebnisse und Lösungen zu den Aufgaben.....	267
Anhang.....	296
Literatur.....	298
Index.....	302