

**Hanfried Kerle, Reinhard Pittschellis,  
Burkhard Corves**

# **Einführung in die Getriebelehre**

## **Analyse und Synthese ungleich- mäßig übersetzender Getriebe**

3., bearbeitete und ergänzte Auflage

Mit 190 Abbildungen und 23 Tafeln  
sowie 29 Aufgaben mit Lösungen



**Teubner**

# Inhalt

<b>1 Einführung</b> .....	<b>1</b>
1.1 Aufgaben und Inhalt der Getriebelehre.....	1
1.2 Anwendungsgebiete der Getriebelehre.....	3
1.3 Beispiel einer getriebetechnischen Aufgabe.....	10
1.4 Hilfsmittel.....	11
1.4.1 VDI-Richtlinien.....	11
1.4.2 Arbeitsblätter (Kurzrichtlinien).....	13
1.4.3 Getriebetechniksoftware.....	13
<b>2 Getriebesystematik</b> .....	<b>14</b>
2.1 Grundbegriffe.....	14
2.1.1 Übertragungsgetriebe.....	15
2.1.2 Führungsgetriebe.....	17
2.1.3 Lage der Drehachsen.....	17
2.2 Aufbau der Getriebe.....	20
2.2.1 Getriebeglieder.....	20
2.2.2 Gelenke.....	22
2.3 Getriebefreiheitsgrad (Laufgrad).....	25
2.4 Struktursystematik.....	31
2.4.1 Kinematische Ketten.....	32
2.4.2 Ebene Getriebe.....	37
2.4.2.1 Getriebe der Viergelenkkette.....	37
2.4.2.2 Kurvengetriebe.....	46
2.4.2.3 Räumliche Getriebe.....	49
2.5 Übungsaufgaben.....	52

<b>3 Geometrisch-kinematische Analyse ebener Getriebe.....</b>	<b>57</b>
3.1 Grundlagen der Kinematik.....	58
3.1.1 Bewegung eines Punktes.....	58
3.1.2 Bewegung einer Ebene.....	60
3.1.2.1 Geschwindigkeitszustand.....	61
3.1.2.2 Momentan- oder Geschwindigkeitspol.....	63
3.1.2.3 Beschleunigungszustand.....	64
3.1.2.4 Beschleunigungspol.....	66
3.1.3 Graphische Getriebeanalyse.....	68
3.1.3.1 Maßstäbe.....	68
3.1.3.2 Geschwindigkeitsermittlung.....	70
3.1.3.3 Beschleunigungsermittlung.....	73
3.1.3.4 Rastpolbahn und Gangpolbahn.....	74
3.2 Relativkinematik.....	76
3.2.1 Geschwindigkeitszustand.....	77
3.2.2 Beschleunigungszustand.....	80
3.3 Krümmung von Bahnkurven.....	84
3.3.1 Grundlagen.....	84
3.3.2 Polbahntangente und Polbahnnormale.....	86
3.3.3 Gleichung von EULER-SAVARY.....	87
3.3.4 Satz von BOBILLIER.....	88
3.3.5 Polwechselgeschwindigkeit und HARTMANNsche Konstruktion.....	89
3.3.6 Wendepunkt und Wendekreis.....	92
3.4 Übungsaufgaben.....	96
<b>4 Numerische Getriebeanalyse.....</b>	<b>100</b>
4.1 Analytisch-vektorielle Methode.....	101
4.1.1 Iterative Lösung der Lagegleichungen.....	103
4.1.2 Erweiterung auf den mehrdimensionalen Fall.....	104
4.1.3 Berechnung der Geschwindigkeiten.....	105
4.1.4 Berechnung der Beschleunigungen.....	107

4.1.5	Berechnung-von Koppel- und Vektorkurven.....	110
4.1.6	Die Bedeutung der IACOBI-Matrix.....	111
4.2	Modulmethode.....	113
4.3	Übungsaufgaben.....	119
<b>5</b>	<b>Kinetostatische Analyse ebener Getriebe.....</b>	<b>122</b>
5.1	Einteilung der Kräfte.....	122
5.1.1	Trägheitskräfte.....	124
5.1.2	Gelenk- und Reibungskräfte.....	125
5.2	Grundlagen der Kinetostatik.....	128
5.2.1	Gelenkkraftverfahren.....	129
5.2.1.1	Kraft- und Seileckverfahren.....	131
5.2.1.2	CULMANN-Verfahren.....	132
5.2.1.3	Kräftegleichgewicht an der Elementargruppe II. Klasse.....	133
5.2.1.4	Kräftegleichgewicht an der Elementargruppe III. Klasse.....	134
5.2.2	Synthetische Methode (Schnittprinzip).....	139
5.2.3	Prinzip der virtuellen Leistungen (Leistungssatz).....	143
5.2.3.1	JOUKOWSKY-Hebel.....	144
5.3	Übungsaufgaben.....	147
<b>6</b>	<b>Grundlagen der Synthese ebener viergliedriger Gelenkgetriebe.....</b>	<b>151</b>
6.1	Totlagenkonstruktion.....	151
6.1.1	Totlagenkonstruktion nach ALT.....	154
6.1.2	Schubkurbel.....	157
6.1.3	Auswahlkriterien.....	159
6.1.3.1	Übertragungswinkel.....	159
6.1.3.2	Beschleunigungsgrad.....	163
6.2	Lagensynthese.....	166
6.2.1	Wertigkeitsbilanz.....	167
6.2.2	Zwei-Lagen-Synthese.....	168
6.2.2.1	Beispiel eines Führungsgetriebes.....	168
6.2.2.2	Beispiel eines Übertragungsgetriebes.....	170

6.2.3	Drei-Lagen-Synthese.....	171
6.2.3.1	Getriebeentwurf für drei allgemeine Gliedlagen.....	171
6.2.3.2	Getriebeentwurf für drei Punkte einer Koppelkurve.....	173
6.2.3.3	Getriebeentwurf für drei Punkte einer Übertragungsfunktion.....	174
6.2.3.4	Beispiel eines Drehgelenkgetriebes als Übertragungsgetriebe.....	176
6.2.3.5	Beispiel eines Schubkurbelgetriebes als Übertragungsgetriebe.....	177
6.2.4	Mehrlagen-Synthese.....	178
6.2.4.1	Getriebeentwurf für vier allgemeine Gliedlagen (Kreis- und Mittelpunktkurve).....	178
6.2.4.2	Getriebeentwurf für fünf allgemeine Gliedlagen (BÜRMESTERsche Kreis- und Mittelpunkte).....	181
6.3	Mehrfache Erzeugung von Koppelkurven.....	184
6.3.1	Ermittlung der ROBERTSSchen Ersatzgetriebe.....	185
6.3.2	Ermittlung fünfgliedriger Ersatzgetriebe mit zwei synchron laufenden Kurbeln.....	189
6.3.3	Parallelführung eines Gliedes entlang einer Koppelkurve.....	191
6.4	Übungsaufgaben.....	194
<b>7</b>	<b>Ebene Kurvengetriebe.....</b>	<b>198</b>
7.1	Vom Bewegungsplan zum Bewegungsdiagramm.....	199
7.1.1	Kennwerte der normierten Bewegungsgesetze.....	201
7.1.2	Anpassung der Randwerte.....	202
7.2	Bestimmung der Hauptabmessungen.....	204
7.2.1	Hodographenverfahren.....	205
7.2.2	Näherungsverfahren von FLOCKE.....	209
7.3	Ermittlung der Führungs- und Arbeitskurve der Kurvenscheibe.....	210
7.3.1	Graphische Ermittlung der Führungs- und Arbeitskurve.....	212
7.3.2	Rechnerische Ermittlung der Führungs- und Arbeitskurve.....	213
7.4	Übungsaufgaben.....	221
<b>8</b>	<b>Räumliche Getriebe.....</b>	<b>223</b>
8.1	Der räumliche Geschwindigkeitszustand eines starren Körpers.....	224
8.2	Der relative Geschwindigkeitszustand dreier starrer Körper.....	227

8.3 Vektorielle Iterationsmethode.....;....."	230
8.4 Koordinatentransformationen.....	235
8.4.1 Elementardrehungen.....	235
8.4.2 Verschiebungen.....	239
8.4.3 Kombination mehrerer Drehungen.....	239
8.4.4 Homogene Koordinaten.....	244
8.4.5 HARTENBERG-DENAVIT-Formalismus (HD-Notation).....	245
<b>Anhang.....</b>	<b>252</b>
Lösungen zu den Übungsaufgaben.....	252
Lösungen zu Kapitel 2.....	253
Lösungen zu Kapitel 3.....	260
Lösungen zu Kapitel 4.....	273
Lösungen zu Kapitel 5.....	277
Lösungen zu Kapitel 6.....	286
Lösungen zu Kapitel 7.....	293
<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>297</b>
<b>Sachverzeichnis.....</b>	<b>301</b>