

Einführung in die Getriebelehre

Von Akad. Oberrat Dr.-Ing. Hanfried Kerle
Lehrbeauftragter für Getriebelehre an der
Technischen Universität Braunschweig
und Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.
Reinhard Pittschellis
Technische Universität Braunschweig

Mit 180 Bildern und 14 Tafeln



B. G. Teubner Stuttgart 1998

Inhalt

1 Einführung	1
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).....	12
1.4.3 Getriebeprogramme.....	12
2 Getriebesystematik	13
2.1 Grundbegriffe.....	13
2.1.1 Übertragungsgetriebe	14
2.1.2 Führungsgetriebe.....	16
2.1.3 Lage der Drehachsen.....	16
2.2 Aufbau der Getriebe.....	18
2.2.1 Getriebeglieder.....	18
2.2.2 Gelenke	19
2.3 Getriebefreiheitsgrad (Laufgrad).....	23
2.4 Struktursystematik.....	29
2.4.1 Kinematische Ketten	30
2.4.2 Ebene Getriebe.....	35
2.4.2.1 Getriebe der Viergelenkkette	35
2.4.2.2 Kurvengetriebe.....	44
2.4.2.3 Räumliche Getriebe.....	47
2.5 Übungsaufgaben.....	50

3 Geometrisch-kinematische Analyse ebener Getriebe	55
3.1 Grundlagen der Kinematik	56
3.1.1 Bewegung eines Punktes	56
3.1.2 Bewegung einer Ebene.....	58
3.1.2.1 Geschwindigkeitszustand	59
3.1.2.2 Momentan- oder Geschwindigkeitspol.....	61
3.1.2.3 Beschleunigungszustand	62
3.1.2.4 Beschleunigungspol	64
3.1.3 Graphische Getriebeanalyse.....	66
3.1.3.1 Maßstäbe	66
3.1.3.2 Geschwindigkeitsermittlung	68
3.1.3.3 Beschleunigungsermittlung	71
3.1.3.4 Rastpolbahn und Gangpolbahn	72
3.2 Relativkinematik	74
3.2.1 Geschwindigkeitszustand	75
3.2.2 Beschleunigungszustand	78
3.3 Übungsaufgaben.....	82
4 Numerische Getriebeanalyse	85
4.1 Analytisch-vektorielle Methode	86
4.1.1 Iterative Lösung der Lagegleichungen	88
4.1.2 Erweiterung auf den mehrdimensionalen Fall	89
4.1.3 Berechnung der Geschwindigkeiten	90
4.1.4 Berechnung der Beschleunigungen	92
4.1.5 Berechnung von Koppel- und Vektorkurven.....	95
4.1.6 Die Bedeutung der JACOBI-Matrix.....	96
4.2 Modulmethode	98
4.3 Übungsaufgaben.....	106
5 Kinetostatische Analyse ebener Getriebe	110
5.1 Einteilung der Kräfte.....	110
5.1.1 Trägheitskräfte	112

5.1.2 Gelenk- und Reibungskräfte.....	113
5.2 Grundlagen der Kinetostatik	116
5.2.1 Gelenkkraftverfahren	117
5.2.1.1 Kraft- und Seileckverfahren	119
5.2.1.2 CULMANN-Verfahren	120
5.2.1.3 Kräftegleichgewicht an der Elementargruppe II. Klasse	121
5.2.1.4 Kräftegleichgewicht an der Elementargruppe III. Klasse.....	122
5.2.2 Synthetische Methode (Schnittprinzip)	127
5.2.3 Prinzip der virtuellen Leistungen (Leistungssatz)	131
5.2.3.1 JOUKOWSKY-Hebel	132
5.3 Übungsaufgaben.....	135
6 Grundlagen der Synthese ebener viergliedriger Gelenkgetriebe	139
6.1 Totlagenkonstruktion nach ALT	139
6.1.1 Kurbelschwinge.....	142
6.1.2 Schubkurbel	145
6.1.3 Auswahlkriterien	147
6.1.3.1 Übertragungswinkel	147
6.1.3.2 Beschleunigungsgrad	151
6.2 Lagensynthese	154
6.2.1 Wertigkeitsbilanz	154
6.2.2 Zwei-Lagen-Synthese.....	156
6.2.2.1 Beispiel eines Führungsgetriebes	156
6.2.2.2 Beispiel eines Übertragungsgetriebes.....	157
6.2.3 Drei-Lagen-Synthese.....	158
6.2.3.1 Beispiel eines Drehgelenkgetriebes als Übertragungsgetriebe	159
6.2.3.2 Beispiel eines Schubkurbelgetriebes als Übertragungsgetriebe	159
6.3 Übungsaufgaben.....	161
7 Räumliche Getriebe	163
7.1 Der räumliche Geschwindigkeitszustand eines starren Körpers.....	164
7.2 Der relative Geschwindigkeitszustand dreier starrer Körper.....	167

7.3 Vektorielle Iterationsmethode	171
7.4 Koordinatentransformationen	176
7.4.1 Elementardrehungen	176
7.4.2 Verschiebungen	180
7.4.3 Kombination mehrerer Drehungen	180
7.4.4 Homogene Koordinaten	185
7.4.5 HARTENBERG-DENAVIT-Formalismus (HD-Notation)	186
Anhang	193
Lösungen zu den Übungsaufgaben	193
Lösungen zu Kapitel 2	194
Lösungen zu Kapitel 3	201
Lösungen zu Kapitel 4	208
Lösungen zu Kapitel 5	216
Lösungen zu Kapitel 6	226
Literaturverzeichnis	232
Sachverzeichnis	236