



P. Lohse

# Getriebe- synthese

Bewegungsabläufe  
ebener Koppelmechanismen

Dritte, neubearbeitete und erweiterte Auflage

Mit 506 Abbildungen

Springer-Verlag  
Berlin Heidelberg GmbH 1983

Dr.-Ing. Paul Lohse

Professor an der Fachhochschule München

CIP-Kurztitelaufnahme der Deutschen Bibliothek.

Lohse, Paul:

Getriebesynthese: Bewegungsabläufe ebener Koppelmechanismen/  
Paul Lohse. – 3. neubearbeitete und erweiterte Auflage

ISBN 978-3-540-12240-1

ISBN 978-3-662-07487-9 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-662-07487-9

Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, der Entnahme von Abbildungen, der Funksendung, der Wiedergabe auf photomechanischem oder ähnlichem Wege und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen bleiben auch bei nur auszugsweiser Verwertung vorbehalten.

Bei Vervielfältigungen für gewerbliche Zwecke ist gemäß § 54 UrhG eine Vergütung an den Verlag zu zahlen, deren Höhe mit dem Verlag zu vereinbaren ist.

© by Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1975, 1980 and 1983.

Ursprünglich erschienen bei Springer-Verlag Berlin Heidelberg New York 1983

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Buche berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zur Annahme, daß solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

2362/3020-543210

# Vorwort zur dritten Auflage

Der zügige Absatz der vorangegangenen Auflagen beweist die stete Aufgeschlossenheit vor allem der Praxis, bisher anderweitig nicht übliche wissenschaftliche Betrachtungen und deren synthetische Auswertung aufzugreifen.

Es zeigte sich weiterhin, daß die anfängliche Absicht des Autors, mit einem begrenzten Maß an Theorie die weitverzweigten Anwendungsgebiete zu erfassen, auf einen Interessentenkreis traf, der den Inhalt auf breitere Basis gestellt haben wollte. So wurde für die vorliegende dritte Auflage fast jedes Kapitel zunächst hinsichtlich alter (klassischer), aber auch neuester Begründungen ausgebaut. Als Beispiele seien die Struktursynthese und das Arbeiten mit Polgebieten genannt. Aufgenommen wurden ferner zusätzliche einfache ebenso wie anspruchsvolle Anwendungen, letztere vornehmlich im Rahmen höhergliedriger Getriebe.

Der Einsatz der EDV auf unserem Fachgebiet, also die rechnergestützte Synthese, bestätigt, daß die ursprüngliche Grundkonzeption - das geometrische konstruktive Durchdringen der Problemstellungen - nach wie vor richtig bleibt, wie es im Vorwort zur ersten Auflage ausführlich beschrieben worden ist.

Eschenlohe b. Garmisch-Partenkirchen, Februar 1983

Paul Lohse

## Aus dem Vorwort zur ersten Auflage

Die Bewegungslehre ist ein Teilgebiet der Physik. Sich bewegende Objekte werden in ihren Laufbahnen betrachtet und gemessen, d.h. es handelt sich um eine experimentelle, rechnerische und analytische Vorgehensweise. Für den Ingenieur besteht die Aufgabe vornehmlich darin, das physikalische Ereignis - die Bewegung - möglichst rationell zu verwirklichen. Es wird somit der Kreis aller angesprochen, die sich mit Bewegungsproblemen irgendwelcher Art zu befassen haben.

Nach einer Einführung über den Aufbau der Getriebe folgen die Grundlagen der Bewegungslehre, die durch die Polortkurventheorie vervollkommen werden. Auf den Grundlagen baut sich das Rüstzeug für diejenigen Leser auf, die schöpferisch gestaltend Gelenk- bzw. Koppelgetriebe zu planen und zu konstruieren, d.h., Synthese zu betreiben haben, und zwar in all den unterschiedlichen Gebieten der Technik, wo ungleichförmige Bewegungen ablaufen sollen. - Eine Brücke von der Theorie zur praktischen Ausführung zu bauen, ist eine weitere Zielsetzung dieses Buches. Das Rüstzeug ist deshalb auf die Anwendbarkeit hin bemessen, die durch eingehende Behandlung der Hauptaufgaben der Synthese unterstützt wird, begleitet von vielen Beispielen.

Der Werdegang, an dessen Ende brauchbare Getriebe stehen sollen, teilt sich im allgemeinen in zwei Problembereiche auf. Den ersten Bereich füllt die qualitative Synthese. Man trifft zunächst die Auswahl des Getriebetyps oder der Getriebeart, wobei die Frage zu beantworten ist, ob nur mechanische Bauteile verwendet werden, die zu reinen Gelenk- oder Kurvengetrieben bzw. zu deren Kombinationen führen oder ob auch hydraulische, pneumatische und andere Elemente dienlich sein können. Derartige Entscheidungen werden meist erfahrungsgemäß getroffen. - Der Wahl des Getriebetyps folgen Entwürfe über strukturelle Aufbaumöglichkeiten, d.h. das Suchen nach geeigneten Bauformen. Die Methoden hierfür sind exakt fundiert, weshalb es gelingt, die Anzahl sowie die einfachste Gestalt der Getriebeglieder und deren Verbindungskombinationen theoretisch voll zu erfassen. - Der zweite Bereich beinhaltet die Maßsynthese bzw. quantitative Synthese. Hier sind Wege zu beschreiten, die Hauptabmessungen der Getriebe zu ermitteln.

Zum Inhalt gehören die Grundlagen für beide Bereiche. Der eigentliche Schwerpunkt ist jedoch den Methoden der Maßbestimmung gewidmet. Die im Vordergrund stehende Aufgabe lautet: "Es soll eine Bewegung eines Bauteiles oder eine Kopplung zwischen bewegten Einzelteilen erfaßt werden. Jede Bewegung ist durch eine bestimmte oder auch beliebig hohe Anzahl von Lagen des Bauteiles gegeben. Geeignete Getriebebauformen und deren Abmessungen sind derart zu ermitteln, daß sich je nach Forderung geeignete Lösungen ergeben und zwar mit einem anzustrebenden Minimum an Aufwand durch Einsatz einer zweckmäßigen Konstruktionsmethode". Die Aufgabenformulierung weist darauf hin, daß die geometrische Synthese oder auch Lagensynthese behandelt wird, wobei ein Übergang auf die kinematische Synthese, z.B. die Erfassung von Geschwindigkeiten, möglich ist. Die sich ergebenden geometrischen Zusammenhänge weisen unmittelbar die konstruktiven Wege, jedoch auch bei der Entwicklung von Rechenverfahren bis zur Datenverarbeitung müssen die geometrischen Bindungen bekannt sein.

Neben dem Ziel, Studierende auf neuester Basis einzuführen, sollen Kenntnis und Handhabung der Konstruktionsmethoden den Ingenieur unterstützen, Getriebe leistungsfähiger und wirtschaftlicher zu bauen. Die Auswahl der Methode steht am Anfang des Gestaltungswerdeganges, der dann in einzelnen Schritten an Hand von Konstruktionsprogrammen abgewickelt werden kann, denn methodisch vorgehen heißt, ein Ziel schrittweise zu erarbeiten. Auch sind Bewertungskriterien notwendig, um die Sicherheit zu steigern, eine brauchbare, im Grenzfall optimale Lösung gefunden zu haben.

Einer der Anlässe zu diesem Buch war die Erkenntnis, daß die Verwendbarkeit von Koppelgetrieben in vielen Bereichen noch nicht voll bekannt ist. Diese Feststellung entstand im Laufe zweier Jahrzehnte industrieller Tätigkeit, in der durch Einsatz richtig ausgewählter Koppelgetriebe und mit Hilfe der Synthesemethoden beachtliche und überraschende Erfolge erzielt werden konnten.

Kissing b. Augsburg, Januar 1975

Paul Lohse

# Inhaltsverzeichnis

<u>1. Grundlagen über Aufbau und Funktion der Getriebe</u> . . . . .	1
1.1. Kette und Zwanglauf . . . . .	1
1.2. Getriebe der 4gliedrigen Kette . . . . .	2
1.2.1. Kette und Getriebe . . . . .	3
1.2.2. Eigenschaften der Getriebe . . . . .	3
1.2.3. Bauformen mit 4 Drehgelenken . . . . .	4
1.2.4. Bauformen mit 3 Drehgelenken und 1 Schubgelenk . . . . .	6
1.2.5. Bauformen mit 2 Dreh- und 2 Schubgelenken . . . . .	9
1.3. Getriebe der 6gliedrigen Ketten . . . . .	9
1.4. Höhergliedrige Ketten . . . . .	11
1.5. Ketten mit dem Freiheitsgrad 2 . . . . .	11
1.6. Einiges über Koppelkurven . . . . .	12
1.6.1. Zeichnerische Darstellung . . . . .	12
1.6.2. Formelmäßige Erfassung . . . . .	13
1.6.3. Mehrfache Erzeugung der Koppelkurven . . . . .	14
1.6.3.1. 4gliedrige Getriebe mit 4 Drehgelenken . . . . .	15
1.6.3.2. 4gliedrige Getriebe mit Schubgelenken . . . . .	16
1.6.3.3. 5gliedrige Getriebe mit Drehgelenken . . . . .	16
1.6.4. Einige Eigenschaften der Koppelkurven. . . . .	17
1.6.4.1. 2teilige Koppelkurven . . . . .	17
1.6.4.2. 1teilige Koppelkurven . . . . .	18
1.6.4.3. Getriebe mit Schubgelenken . . . . .	18
1.6.4.4. Schnittpunkte der Koppelkurven . . . . .	18
1.6.4.5. Koppelkurven mit Spitzen . . . . .	18
1.6.4.6. Symmetrische Koppelkurven . . . . .	18
1.7. Höhere Koppelkurven . . . . .	19
1.8. Ersatzgetriebe . . . . .	20
1.9. Bewertung der Getriebe . . . . .	21
1.9.1. Wertigkeitsbilanz . . . . .	21
1.9.2. Güte der Bewegungsübertragung . . . . .	23
1.9.3. Optimierungsbetrachtungen . . . . .	24

1.10.	Vertiefende Betrachtungen und Beispiele . . . . .	25
1.10.1.	Formschlüssige Elementenpaare und Zwanglauf . . . . .	25
1.10.2.	Zur Struktursynthese . . . . .	29
1.10.3.	Formenreichtum der Koppelkurven 2. Stufe . . . . .	34
1.10.4.	2stand-/Ersatzgetriebe . . . . .	36
1.10.5.	Spezielle Ersatzgetriebe und Reibung . . . . .	37
<u>2.</u>	<u>Konstruktive Geometrie der Bewegung . . . . .</u>	<u>39</u>
2.1.	Grundsätzliches über die Bewegung . . . . .	39
2.1.1.	Abbildung der Bewegung . . . . .	39
2.1.2.	Darstellung der Ebene . . . . .	40
2.1.3.	Stellung und Lage der Ebene . . . . .	41
2.1.4.	Bewegung einer Ebene als Lagenschar . . . . .	42
2.1.4.1.	Erzeugende der Lagenschar . . . . .	42
2.1.4.2.	Definition der Bewegung . . . . .	43
2.1.4.3.	Scharen allgemein und in Sonderfällen . . . . .	43
2.1.4.4.	Lagenschar-Zuordnung . . . . .	44
2.1.4.5.	Bedeutung der Lagenschar . . . . .	45
2.1.5.	Punktlagenschar . . . . .	46
2.1.6.	Beobachterwechsel . . . . .	46
2.2.	Drehpol . . . . .	47
2.2.1.	2 Lagen, endlich benachbart . . . . .	48
2.3.	Momentanpol . . . . .	49
2.3.1.	2 Lagen, beliebig eng benachbart . . . . .	50
2.3.2.	Polfigur . . . . .	50
2.4.	Polortkurve . . . . .	52
2.4.1.	Polortkurve der Umkehrbewegung . . . . .	53
2.5.	Momentanpolkurve . . . . .	54
2.5.1.	Momentanpolkurve der Umkehrbewegung . . . . .	56
2.6.	Polortkurvenschar, Gebiet und Rand . . . . .	57
2.7.	Formelmäßige Erfassung der Polortkurven . . . . .	58
2.8.	Polortkurven der 4gliedrigen Ketten und Getriebe . . . . .	60
2.8.1.	Merkmale zwischen Polortkurven und Getrieben . . . . .	63
2.8.2.	Zur zeichnerischen Ermittlung der Polortkurven . . . . .	64
2.9.	Polortkurven anderer Getriebetypen. . . . .	66
2.9.1.	Abrollendes Rad . . . . .	66
2.9.2.	2kurbelgetriebe . . . . .	67
2.9.3.	Getriebe-Polortkurven-Verwandtschaft . . . . .	68



2.10. Polortkurven der Koppellebene 2. Stufe . . . . . 69

2.11. Rechnergestützte Erfassung von Polgebieten 1. Stufe . . . . . 70

    2.11.1. Berechnung einer Polortkurve . . . . . 70

    2.11.2. Strukturen von Polgebieten . . . . . 71

3. Zur Einzellagen-Synthese . . . . . 73

    3.1. 2 Lagen, endlich benachbart . . . . . 73

        3.1.1. Sonderfälle der Anordnung von 2 Lagen . . . . . 74

    3.2. 3 Lagen, endlich benachbart . . . . . 74

        3.2.1. Ermittlung ohne Verwendung von Polen . . . . . 74

        3.2.2. Poldreieck . . . . . 75

        3.2.3. Mittel-, Grund- und Kreispunkte . . . . . 76

        3.2.4. Kreispunkte auf einer Geraden . . . . . 76

        3.2.5. Gegebene Kurbellänge . . . . . 77

    3.3. Beliebig eng benachbarte Lagen . . . . . 79

        3.3.1. 2 Lagen . . . . . 79

        3.3.2. 3 Lagen . . . . . 79

        3.3.3. Konstruktion des Krümmungsmittelpunktes . . . . . 80

    3.4. 4 Lagen, endlich benachbart . . . . . 80

        3.4.1. Mittelpunktkurve . . . . . 81

            3.4.1.1. Konstruktion der Mittelpunktkurve . . . . . 82

            3.4.1.2. Polort- und Mittelpunktkurven . . . . . 84

        3.4.2. Kreispunktkurven . . . . . 84

        3.4.3. Mittelpunkt- und Kreispunktkurven . . . . . 85

        3.4.4. Sonderlagen, endlich benachbart . . . . . 85

    3.5. 4 Lagen, unterschiedlich benachbart . . . . . 87

        3.5.1. Je 2 Lagen beliebig eng benachbart . . . . . 87

        3.5.2. 4 Lagen, beliebig eng benachbart . . . . . 87

        3.5.3. Konstruktion der Angelpunktkurve . . . . . 88

    3.6. 5 Lagen, endlich benachbart . . . . . 89

    3.7. Gelenklagen-Pol-Identität . . . . . 89

        3.7.1. Koppelgelenke in Drehpolen . . . . . 89

        3.7.2. Steggelenke in Drehpolen . . . . . 90

    3.8. Polort-Fokalkurven-Identität der Brennpunktmechanismen . . . . . 91

        3.8.1. p-Kurven der übergeschlossenen Getriebe im Falle  $F = 1$  . . . . . 91

        3.8.2. Konstruktive Auswertung . . . . . 93

    3.9. Vertiefende Betrachtungen und Beispiele . . . . . 95

3.9.1.	3 endlich benachbarte Lagen . . . . .	95
3.9.2.	3 Lagen - 2 beliebig eng benachbart . . . . .	97
3.9.3.	Zur Konstruktion der Mittelpunktkurve $m$ . . . . .	98
3.9.4.	Zur rechnerischen Erfassung der Mittelpunktkurve $m$ . . . . .	99
3.9.5.	Grenzlagenkonstruktion . . . . .	101
3.9.6.	Höherpunktige Berührungen . . . . .	101
3.9.6.1.	4punktige Geradföhrungen . . . . .	104
3.9.6.2.	5- und 6punktige Geradföhrung . . . . .	105
<u>4.</u>	<u>Zur Lagenschar-Synthese</u> . . . . .	107
4.1.	Übergang zur Synthese nach der $p$ -Methode . . . . .	107
4.1.1.	Kreise durch Punktfolgen . . . . .	108
4.2.	Verfahren der $p$ -Methode . . . . .	109
4.3.	Konstruktionsprogramme . . . . .	110
4.3.1.	Programm des Simplex- $p$ -Verfahrens . . . . .	110
4.3.2.	Programm des Multi- $p$ -Verfahrens . . . . .	112
4.3.3.	Programm des Iterativ- $p$ -Verfahrens . . . . .	112
4.4.	Synthesemethoden und Wertigkeitsbilanz . . . . .	112
<u>5.</u>	<u>Konstruktion von Getrieben für gegebene Kurven</u> . . . . .	114
5.1.	Mögliche Lösungsmethoden . . . . .	114
5.1.1.	$p$ -Methode . . . . .	114
5.1.2.	$m$ - $k$ -Methode . . . . .	116
5.1.3.	Punktlagen-Reduktions-Methode . . . . .	116
5.1.4.	Methodenwechsel . . . . .	118
5.2.	Relativbetrachtungen . . . . .	118
5.2.1.	Relativbindungen am 4gelenkgetriebe . . . . .	118
5.3.	Getriebe für Geradföhrungen . . . . .	120
5.3.1.	Genaue Geradföhrungen . . . . .	120
5.3.2.	Einige historische Bauformen angenäherter Geradföhrungen . . . . .	122
5.3.3.	Konstruktionen nach der $m$ -Methode . . . . .	123
5.3.4.	Konstruktionen nach der $p$ -Methode . . . . .	125
5.4.	Getriebe für formelmäÙig gegebene Kurven . . . . .	131
5.4.1.	Konstruktionen nach der $p$ -Methode . . . . .	132
5.5.	Getriebe für empirische Kurven . . . . .	135

- 5.5.1. Konstruktion nach der m-Methode . . . . . 135
- 5.5.2. Konstruktionen nach dem Methodenwechsel . . . . . 136
- 5.5.3. Konstruktionen nach der p-Methode . . . . . 139
- 5.6. Getriebe für ein Punktlagengebiet . . . . . 142
  - 5.6.1. Systematik für Ladegeräte mit Freiheitsgrad 2 . . . . . 142
  - 5.6.2. Konstruktion eines Ladegerätes . . . . . 144
  - 5.6.3. Punktlagengebiete bei Handhabungsgeräten . . . . . 144
- 5.7. Rechnergestützte Synthese mit Polortkurven . . . . . 147
  - 5.7.1. Vergleich zw. Einzellagen- und Lagenscharsynthese . . . . . 147
  - 5.7.2. Verwertung der Polgebiete 1. Stufe. . . . . 149
- 6. Konstruktion von Getrieben für gegebene Bewegungen . . . . . 156
  - 6.1. Schiebung einer Ebene . . . . . 157
    - 6.1.1. Genaue Parallelschiebung . . . . . 157
    - 6.1.2. Angenäherte Parallelschiebung . . . . . 158
    - 6.1.3. Genaue allgemeine Schiebung . . . . . 159
      - 6.1.3.1. Bauformen mit mehr als 7 Gelenken. . . . . 160
      - 6.1.3.2. Bauformen mit 7 Gelenken . . . . . 160
    - 6.1.4. Angenäherte allgemeine Schiebung . . . . . 163
  - 6.2. Kreuzschubbewegung . . . . . 164
  - 6.3. Bewegung höherer Ordnung . . . . . 164
  - 6.4. Empirische Bewegungen . . . . . 165
  - 6.5. Koppellebene 2. Stufe und ihre Polortkurven . . . . . 170
  - 6.6. Mehrfache Erzeugung von Bewegungen . . . . . 176
    - 6.6.1. Speziell übergeschlossene Mechanismen als Basis . . . . . 176
      - 6.6.1.1. Parallelführungen . . . . . 176
      - 6.6.1.2. Allgemeine Koppelbewegungen. . . . . 179
    - 6.6.2. Allgemeine übergeschlossene Mechanismen als Basis. . . . . 181
  - 6.7. Polgebiete der Koppellebene 2. Stufe. . . . . 183
- 7. Konstruktion von Getrieben für zugeordnete Bewegungen . . . . . 185
  - 7.1. Relativbetrachtungen . . . . . 185
    - 7.1.1. Beobachtete Ebenenlagen (Relativlagen) . . . . . 185
    - 7.1.2. Beobachtete Pole (Relativpole) - relative Polortkurve . . . . . 187
    - 7.1.3. Spezielle Lagenzuordnungen . . . . . 187
      - 7.1.3.1. Drehwinkel-Zuordnungen. . . . . 187
      - 7.1.3.2. Drehwinkel-Schublagen-Zuordnungen . . . . . 188

7.2. Getriebe für Übertragungsfunktionen . . . . .	189
7.2.1. 2 und 3 Einzellagen-Zuordnungen . . . . .	189
7.2.1.1. 2 Zuordnungen: Zahn muffenschaltung . . . . .	189
7.2.1.2. Getriebe mit großem Schwingwinkel . . . . .	189
7.2.1.3. 3 Zuordnungen: 3stellungsschaltung . . . . .	191
7.2.2. 4 Einzellagen-Zuordnungen. . . . .	191
7.2.2.1. Identische Lagen . . . . .	192
7.2.2.2. Totlagen-Konstruktion für Gelenkvierecke . . . . .	194
7.2.2.3. Getriebe für extreme Werte von Hin- und Rückgang . . . . .	196
7.2.3. Übersetzungsverhältnis . . . . .	197
7.2.3.1. Konstruktion nach der m-Methode . . . . .	198
7.2.3.2. Konstruktion nach der p-Methode . . . . .	199
7.2.4. Lineare Funktionen . . . . .	200
7.2.4.1. 2 Drehbewegungen . . . . .	200
7.2.4.2. Dreh- und Schubbewegung . . . . .	201
7.2.5. Höhere Funktionen . . . . .	201
7.2.5.1. sin-Funktion . . . . .	203
7.2.5.2. Funktion eines Hubgetriebes für Ladefahrzeuge . . . . .	205
7.2.5.3. Funktion einer Fahrzeuglenkung . . . . .	208
7.2.5.4. Überlagerungsfunktionen für lineare Hin- und Herbewegung . . . . .	211
7.2.6. Rastgetriebe . . . . .	212
7.2.6.1. Kniehebelgetriebe . . . . .	213
7.2.6.2. Koppelrastgetriebe . . . . .	217
7.2.6.3. Getriebe für Schritt- bzw. Schaltbewegungen . . . . .	221
7.2.7. Räderkoppelgetriebe . . . . .	222
7.3. Allgemeine Bewegungszuordnungen . . . . .	225
7.4. Drehwinkel-Punktlagen-Zuordnungen . . . . .	227
7.4.1. Genaue Erfassung einzelner Zuordnungen . . . . .	228
7.4.2. Näherungen über Lagenscharen . . . . .	228
7.4.2.1. Geradföhrung und lineare Punkt-Winkel-Zuordnung . . . . .	228
7.4.2.2. Übertragungsfunktion mit Zwischenrast . . . . .	230
7.4.2.3. 2kurbelgetriebe . . . . .	230
7.5. Anwendungen, lagengeometrisch variabel . . . . .	232
7.6. Vertiefende Beispiele . . . . .	233
7.6.1. 4 Genaupunkte einer linearen Funktion . . . . .	234
7.6.2. Kniehebelgetriebe und ihre Kraftverstärkung . . . . .	236
7.6.3. Schwenkung von Körpern - Scharnierbewegungen . . . . .	237
7.6.4. Bewegung eines Filmgreifers . . . . .	238
7.6.5. Rastgetriebe für hohe Forderungen . . . . .	240

7.6.5.1. Eine Rast von hoher Dauer und großem Hub . . . . .	240
7.6.5.2. 2 Rasten von hoher Güte und großem Hub . . . . .	245
7.6.5.3. Konstruktive Lösungen von Hebelanordnungen . . . . .	248
7.6.6. Zum Problem der Schiebungen . . . . .	249
<u>8. Konstruktion von Verstellgetrieben</u> . . . . .	252
8.1. Aufgabenstellungen . . . . .	252
8.2. Art der Verstellung . . . . .	253
8.3. Freiheitsgrad und Bauformensuche . . . . .	253
8.4. Getriebe für veränderliche Kurven der Koppelebene 1. Stufe . . . . .	255
8.4.1. Gelenkverlagerung in bewegten Ebenen . . . . .	255
8.4.2. Gelenkverlagerung in Gestellebenen . . . . .	255
8.4.2.1. Koppelkurvenscharen . . . . .	255
8.4.2.2. Koppelkurvenbüschel . . . . .	256
8.4.3. Synthetische Betrachtungen . . . . .	257
8.5. Getriebe für veränderliche Übertragungsfunktionen . . . . .	258
8.5.1. Gelenkverlagerung in bewegter Ebene . . . . .	258
8.5.2. Gelenkverlagerung in der Gestellebene . . . . .	259
8.5.2.1. Hubänderung und konstante Totlage . . . . .	259
8.5.2.2. Hubänderung mit 2 Festpunkten . . . . .	262
8.5.2.3. Hubänderung mit 3 Festpunkten . . . . .	263
8.5.2.4. Variables Verhältnis von Hin- und Rückgang . . . . .	264
8.5.2.5. Bereich konstanter Geschwindigkeiten . . . . .	264
8.5.2.6. Veränderbare fortschreitende Bewegungen . . . . .	265
8.5.2.7. Hubänderung mit Gelenk-Kurvenscheiben-Getriebe . . . . .	265
8.5.2.8. Verstellbarer Doppelkurbelantrieb . . . . .	267
8.5.2.9. Variation der Rastdauer bei hoher Güte . . . . .	269
8.5.3. Verstellbare Räderkoppelgetriebe . . . . .	272
8.6. Getriebe für veränderliche Kurven der Koppelebene 2. Stufe . . . . .	276
8.6.1. Koppelkurven bei jeweils fester Lage des Verstellgelenkes . . . . .	276
8.6.2. Koppelkurven bei stufenloser Lageänderung eines Verstellgelenkes . . . . .	278
8.6.3. Zur Güte der Bewegungsübertragung . . . . .	278
<u>Literaturverzeichnis</u> . . . . .	280
<u>Sachverzeichnis</u> . . . . .	291