

Einführung in die Dynamik

Von Prof. Dr.-Ing. Friedrich Pfeiffer
Technische Universität München

Mit zahlreichen Bildern

R

Technische Hochschule Darmstadt
Fachbereich Mechanik
Bibliothek

Inv.-Nr. BM 32/89



B. G. Teubner Stuttgart 1989

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	1
1.1 Einleitung	1
1.2 Grundbegriffe	2
1.2.1 Masse	2
1.2.2 Schnittprinzip, Kraft	2
1.2.3 Bindungen	4
1.2.4 Virtuelle Verschiebungen	4
1.3 Kinematik	5
1.3.1 Koordinatensysteme und Koordinaten	5
1.3.2 Koordinatentransformationen	8
1.3.3 Relativkinematik	9
1.4 Impuls- und Drallsatz	15
1.4.1 Allgemeine Axiome	15
1.4.2 Impulssatz	16
1.4.3 Drallsatz	17
1.5 Energiesatz	18
1.6 Einschränkungen der Bewegungsfreiheit	20
1.6.1 Zwangsbedingungen	20
1.6.2 Verallgemeinerte Koordinaten	22
1.7 Die Prinzipien von d'ALEMBERT und JOURDAIN	23
1.7.1 Das Prinzip von d'ALEMBERT	23
1.7.2 Das Prinzip von JOURDAIN	27
1.7.3 NEWTON-EULER'sche Gleichungen für Systeme mit Bindungen	28
1.8 LAGRANGE'sche Bewegungsgleichungen zweiter Art	31
1.8.1 Herleitung	31
1.8.2 Zur Auswertung der LAGRANGE'schen Gleichungen	34
1.9 Die Gleichungen von HAMILTON	43
1.9.1 Das Prinzip von HAMILTON	43
1.9.2 Die kanonischen Gleichungen von HAMILTON	45
1.10 Praktische Aspekte	47

2	Lineare diskrete Modelle	58
2.1	Modellbildung und Linearisierung	58
2.1.1	Modellbildung	58
2.1.2	Linearisierung	60
2.2	Einteilung der linearen Systeme	62
2.3	Lösungsverfahren	69
2.3.1	Ziele	69
2.3.2	Lineare Systeme zweiter Ordnung	70
2.3.3	Lineare Systeme erster Ordnung	75
2.4	Stabilität linearer Systeme	91
2.4.1	Allgemeine Aussagen	91
2.4.2	Kriterien aus dem charakteristischen Polynom	93
2.4.3	Stabilität mechanischer Systeme	95
3	Lineare kontinuierliche Modelle	97
3.1	Modellbildung	97
3.1.1	Kontinuierliche Schwinger	97
3.1.2	Einfache Beispiele kontinuierlicher Schwinger	98
3.2	Approximation kontinuierlicher Schwingungs- Systeme – die Ver- fahren von RITZ und GALERKIN	110
3.2.1	Allgemeine Betrachtungen	110
3.2.2	Funktionensysteme und Vollständigkeit	110
3.2.3	Das Verfahren von RITZ	112
3.2.4	Das Verfahren von GALERKIN	117
3.2.5	Randbedingungen beim RITZ- und GALERKIN-Verfahren	119
3.2.6	Zur Wahl der Ansatzfunktionen	124
3.2.7	Anwendungsbeispiele	124
3.3	Hybride mechanische Schwingungssysteme	129
3.3.1	Modellierung	129
3.3.2	Systemgleichungen	130

4 Methoden zur nichtlinearen Mechanik	132
4.1 Allgemeine Anmerkungen	132
4.2 Nichtlinearer Schwinger mit einem Freiheitsrad	133
4.2.1 Strenge Lösung-Anstückelmethode	137
4.2.2 Näherungsverfahren nach GALERKIN	139
4.2.3 Harmonische Balance	141
4.2.4 Methode der kleinsten Fehlerquadrate	142
4.3 Stabilität der Bewegung	144
4.3.1 Begriffe, Definitionen	144
4.3.2 Allgemeine Stabilitätsdefinitionen	144
4.3.3 Stabilität der ersten Näherung	149
4.3.4 Stabilität nichtlinearer Systeme	150
5 Phänomene der Schwingungsentstehung	159
5.1 Einführung	159
5.2 Freie Schwingungen	161
5.3 Erzwungene Schwingungen	164
5.4 Selbsterregte Schwingungen	170
5.4.1 Allgemeine Eigenschaften	170
5.4.2 Beispiele für selbsterregte Schwinger	174
5.5 Parametererregte Schwingungen	191
5.5.1 Übersicht	191
5.5.2 Bewegung und Stabilität parametererregter Schwingungen .	193
5.5.3 Beispiele	200
6 Literatur	211
7 Sachwortverzeichnis	215