

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>1</b>
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

<b>2 Lineare diskrete Modelle</b>	<b>58</b>
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
<b>3 Lineare kontinuierliche Modelle</b>	<b>97</b>
3.1 Modellbildung . . . . .	97
3.1.1 Kontinuierliche Schwingen . . . . .	97
3.1.2 Einfache Beispiele kontinuierlicher Schwingen . . . . .	98
3.2 Approximation kontinuierlicher Schwingungs- Systeme – die Verfahren 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

<b>4 Methoden zur nichtlinearen Mechanik</b>	<b>132</b>
4.1 Allgemeine Anmerkungen . . . . .	132
4.2 Nichtlinearer Schwinger mit einem Freiheitsgrad . . . . .	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
<b>5 Phänomene der Schwingungsentstehung</b>	<b>159</b>
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
<b>6 Literatur</b>	<b>211</b>
<b>7 Sachwortverzeichnis</b>	<b>215</b>