

## INHALTSVERZEICHNIS

|  |     |
|--|-----|
| <b>1. Lineare und nichtlineare Schwingungen am Beispiel des mathematischen Pendels; Systeme, die dem einfachen linearen Schwinger ähneln</b> . . . . . | 1   |
| 1.1 Freie ungedämpfte Schwingungen des Pendels . . . . .   | 1   |
| 1.1.1 Lösung mit Hilfe der Störungsrechnung . . . . .  | 4   |
| 1.1.2 Lösung mit Hilfe der Methode der harmonischen Balance . . . . .  | 10  |
| 1.1.3 Lösung mit Hilfe des Verfahrens von RITZ und GALERKIN . . . . .  | 11  |
| 1.1.4 Lösung mit Hilfe der Methode der äquivalenten Linearisierung . . . . .   | 13  |
| 1.1.5 Die exakte Lösung . . . . .  | 16  |
| 1.2 Freie gedämpfte Schwingungen . . . . .   | 21  |
| 1.2.1 Der Einfluß kleiner Dämpfungsglieder . . . . .   | 21  |
| 1.2.2 Die Methode der langsam veränderlichen Phase und Amplitude . . . . .   | 25  |
| 1.3 Erzwungene Schwingungen . . . . .  | 30  |
| 1.3.1 Die Existenz periodischer Lösungen . . . . .   | 30  |
| 1.3.2 Ungedämpfte erzwungene Schwingungen . . . . .  | 37  |
| 1.3.3 Der Einfluß der Dämpfung und das Sprungphänomen . . . . .  | 41  |
| 1.3.4 Subharmonische Schwingungen . . . . .  | 52  |
| 1.3.5 Kombinationsfrequenzen . . . . .   | 55  |
| 1.4 Allgemeine Bemerkungen . . . . .   | 56  |
| Literatur zu Kapitel 1 . . . . .   | 58  |
| Übungsaufgaben zu Kapitel 1 . . . . .  | 59  |
| <br>   |     |
| <b>2. Die Stabilitätstheorie von LJAPUNOW</b> . . . . .  | 64  |
| 2.1 Der LJAPUNOWsche Stabilitätsbegriff . . . . .  | 64  |
| 2.2 Die direkte LJAPUNOWsche Methode . . . . .   | 75  |
| 2.3 Zusätzliche Bemerkungen zur direkten LJAPUNOWschen Methode . . . . .   | 87  |
| 2.4 Stabilität nach der ersten Näherung (autonomer Fall) . . . . .   | 91  |
| 2.5 Stabilität nach der ersten Näherung (periodischer Fall) . . . . .  | 103 |
| 2.6 Stabilität nach der ersten Näherung (aperiodischer Fall) . . . . .   | 115 |
| 2.7 Weitere Bemerkungen zur Stabilität . . . . .   | 119 |
| Literatur zu Kapitel 2 . . . . .   | 120 |
| Übungsaufgaben zu Kapitel 2 . . . . .  | 122 |

|  |     |
|--|-----|
| <b>3. Selbsterregte Schwingungen</b> .....   | 125 |
| 3.1 Grundbegriffe .....  | 125 |
| 3.2 Selbsterregte Schwingungen in mechanischen<br>und elektrischen Systemen .....      | 128 |
| 3.3 Analytische Näherungsverfahren zur Berechnung<br>selbsterregter Schwingungen ..... | 141 |
| 3.3.1 Störungsrechnung .....   | 141 |
| 3.3.2 Langsam veränderliche Phase und Amplitude .....                                  | 145 |
| 3.3.3 Methode der äquivalenten Linearisierung .....                                    | 146 |
| 3.4 Analytische Kriterien für die Existenz von Grenzzyklen .....                       | 149 |
| 3.5 Erzwungene Schwingungen in selbsterregten Systemen .....                           | 154 |
| 3.6 Selbsterregte Schwingungen in Systemen mit<br>mehreren Freiheitsgraden .....       | 156 |
| 3.7 Zusätzliche Bemerkungen zur Theorie selbsterregter Schwingungen ..                 | 162 |
| Literatur zu Kapitel 3 .....   | 163 |
| Übungsaufgaben zu Kapitel 3 .....  | 164 |
| <br>   |     |
| <b>4. HAMILTONsche Systeme</b> .....   | 166 |
| 4.1 HAMILTONsche Differentialgleichungen in der Mechanik .....                         | 166 |
| 4.2 Kanonische Transformationen .....  | 173 |
| 4.3 Die HAMILTON-JACOBISCHE Differentialgleichung .....                                | 180 |
| 4.4 Kanonische Transformationen und die Bewegung .....                                 | 188 |
| 4.5 Kanonische Störungstheorie .....   | 190 |
| 4.6 Allgemeine Bemerkungen zu HAMILTONschen Systemen .....                             | 195 |
| Literatur zu Kapitel 4 .....   | 196 |
| Übungsaufgaben zu Kapitel 4 .....  | 197 |
| <br>   |     |
| <b>5. Einführung in die Theorie der optimalen Steuerung</b> .....                      | 199 |
| 5.1 Steuerungsprobleme, Steuerbarkeit .....  | 199 |
| 5.2 Das Maximumprinzip von PONTRJAGIN .....  | 202 |
| 5.3 Transversalitätsbedingungen und Probleme mit freien Endpunkten ..                  | 214 |
| 5.4 Kanonische Störungstheorie in der optimalen Steuerung .....                        | 219 |
| 5.5 Allgemeine Bemerkungen zur Theorie der optimalen Steuerung .....                   | 223 |
| Literatur zu Kapitel 5 .....   | 224 |
| Übungsaufgaben zu Kapitel 5 .....  | 225 |
| <br>   |     |
| Lösungen der Übungsaufgaben .....  | 229 |
| Sachverzeichnis .....  | 309 |
| Namenverzeichnis .....   | 311 |