Springer-Lehrbuch

Springer-Verlag Berlin Heidelberg GmbH

Jens Wittenburg

Schwingungslehre

Lineare Schwingungen, Theorie und Anwendungen

Mit 102 Abbildungen

Springer

Prof. Dr.-Ing. Jens Wittenburg
Institut für Technische Mechanik
Universität Karlsruhe
Kaiserstraße 12
76128 Karlsruhe

ISBN 978-3-540-61004-5

Die Deutsche Bibliothek – Cip-Einheitsaufnahme
Wittenburg, Jens: Schwingungslehre : lineare Schwingungen, Theorie und Anwendungen / Jens Wittenburg. - Berlin ; Heidelberg ; New York ; Barcelona ; Budapest ; Hongkong ; London ; Mailand ; Paris ; Santa Clara ; Singapur ; Tokio : Springer, 1996
(Springer-Lehrbuch)
ISBN 978-3-540-61004-5 ISBN 978-3-642-58286-8 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-642-58286-8

Satz: Datenkonvertierung durch H. Schlegel, Berlin
SPIN: 10125234 60/3020 - 5 4 3 2 1 0 - Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort

Dieses Buch ist aus Vorlesungen des Verfassers für Studierende des Maschinenbaus, des Bauingenieurwesens und der Technomathematik an den Universitäten Hannover und Karlsruhe entstanden. In 4 Kapiteln wird die mathematische Theorie linearer Schwingungen entwickelt. Im Vordergrund der Betrachtung stehen mechanische Systeme. Lineare Systeme allgemeinerer Struktur aus anderen Wissenschaftsgebieten werden aber ausdrücklich genannt und einbezogen.

Das 1. Kapitel behandelt Schwinger mit einem Freiheitsgrad. Es enthält Abschnitte über erzwungene Schwingungen bei linear von der Zeit abhängiger Erregerkreisfrequenz und über stationäre Schwingungen infolge periodischer Stöße. Auch das nichtlineare Problem der geschwindigkeitsquadratproportionalen Dämpfung wird behandelt.

Das 2. Kapitel behandelt mechanische Systeme mit endlich vielen Freiheitsgraden und allgemeine – auch nichtmechanische – lineare Systeme. Das Kapitel unterscheidet sich von vielen anderen Lehrbüchern in den folgenden Abschnitten: Anwendung von graphentheoretischen Methoden bei der Formulierung von Bewegungsgleichungen, Verallgemeinerung des Begriffs reduzierte Masse, mehrfache Eigenwerte bei ungedämpften und bei gedämpften Eigenschwingungen, Rayleighquotienten für Biegestäbe, Berechnung von stationären erzwungenen Schwingungen mit Hilfe rekursiver Gleichungen, modale Entkopplung gedämpfter Systeme und Entkopplung beliebiger inhomogener Gleichungssysteme im Reellen. Viele Abschnitte betonen durch Verweise auf Kap. 1 die engen mathematischen Beziehungen zwischen Systemen mit $n > 1$ Freiheitsgraden und Systemen mit einem Freiheitsgrad.

Das 3. Kapitel über parametererregte Schwingungen enthält die Floquettheorie sowohl für Systeme mit einem als auch für solche mit endlich vielen Freiheitsgraden. Es behandelt auch die Kombination von parametererregten und erzwungenen Schwingungen. Die Stabilität von Lösungen wird numerisch und mit Methoden der Störungsrechnung untersucht. Als Beispiel nichtperiodischer Parametererregung werden Schwingungen des Pendels mit linear von t abhängiger Pendellänge betrachtet.

Das 4. Kapitel behandelt die eindimensionale Wellengleichung für schwingende Stäbe und Saiten und die Euler-Bernoulli-Theorie des schwingenden Biegestabes. An die kontinuierlichen Systeme dürfen diskrete Systeme mit endlich vielen Freiheitsgraden angekoppelt sein. Im Zusammenhang mit der

Wellengleichung werden die d'Alembertsche und die Bernoullische Lösungsmethode dargestellt. Alle Systeme werden bei freien und bei erzwungenen Schwingungen untersucht. Für Eigenschwingungen werden Rayleighquotienten und das Ritzsche Verfahren formuliert.

Alle Kapitel enthalten zahlreiche ausführlich durchgerechnete Beispiele, die Kapitel 1 und 2 außerdem Aufgaben mit Lösungen. Bei Zahlenrechnungen haben die Systeme ganzzahlige Parameterwerte, mit denen auch alle Zwischen- und Endergebnisse ganzzahlig ausfallen.

Der geringe Umfang des Buches war vorgegeben. Das schloß ausführliche Darstellungen technisch interessanter Detailprobleme aus. Es beschränkte auch die Anzahl praktischer Beispiele zur Illustration theoretischer Zusammenhänge. Ganz unerwähnt bleiben die wichtigen Kapitel Zufallsschwingungen und Parameteridentifikation mittels meßtechnischer Verfahren. Sie hätten den Rahmen gesprengt.

Ich danke meinem Kollegen Prof. L. Lilov aus Sofia für anregende Diskussionen während der Abfassung des Buches. Sie brachten ihn zur Formulierung der Entkopplungsbedingung Gl. (2.89). Meine Mitarbeiter Frau Dipl.-Math. techn. B. Dittmar und Herr Dipl.-Ing. T. Reif haben das Manuskript kritisch gelesen und wertvolle Anregungen gegeben. Herr cand. mach. F. Blaszyk hat aus meinen FORTRAN-Programmen die zahlreichen Diagramme erzeugt. Ihnen allen wird herzlich gedankt. Schließlich danke ich den Damen und Herren des Springer-Verlages für die erfreuliche Zusammenarbeit und für die Umsetzung des TEX-Manuskripts und der Handzeichnungen in ein ansprechendes Buch.

Karlsruhe, 1. Mai 1996 J. Wittenburg

Inhaltsverzeichnis