Springer-Lehrbuch

Kurt Meyberg · Peter Vachenauer

Höhere Mathematik 1

Differential- und Integralrechnung
Vektor- und Matrizenrechnung

Zweite, korrigierte Auflage
Mit 444 Abbildungen

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg New York
London Paris Tokyo
Hong Kong Barcelona
Budapest

Prof. Dr. Kurt Meyberg
Dr. Peter Vachenauer

Mathematisches Institut
der Technischen Universität München
Arcisstraße 21
D-80290 München

Mathematics Subject Classification (1991): 00A05, 00-01, 00A06

ISBN-13: 978-3-540-53190-6 e-ISBN-13: 978-3-642-97286-7
DOI: 10.1007/978-3-642-97286-7

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme
Meyberg, Kurt: Höhere Mathematik/Kurt Meyberg; Peter Vachenauer. – Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo; Hong Kong; Barcelona; Budapest: Springer.
(Springer-Lehrbuch)
NE: Vachenauer, Peter:
1. Differential- und Integralrechnung, Vektor- und Matrizenrechnung. – 2., korrigierte Aufl. – 1993
ISBN-13: 978-3-540-53190-6

Datenkonvertierung: Universitätsdruckerei H. Stürtz AG, Würzburg
44/3140 - 5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort zur zweiten Auflage

Die sehr lebhafte und freundliche Aufnahme unseres Buches hat uns veranlaßt, Darstellung und Stoffauswahl für diese Neuauflage nahezu unverändert zu lassen. Wir haben aber zahlreiche kleinere Textverbesserungen vorgenommen, Beweise geglättet und weitere Druckfehler beseitigt. Dem Trend der Programmierausbildung folgend haben wir in einem Anhang die von Frau cand. ing. R. Knäulein erstellten Pascal-Übersetzungen der im Text eingestreuten Programme angefügt.
Wir bedanken uns herzlich für die zahlreichen Hinweise und freuen uns auch in Zukunft über jeden Verbesserungsvorschlag.

München, im März 1993 *Kurt Meyberg Peter Vachenauer*

Vorwort zur ersten Auflage

Dieses zweibändige Lehrbuch ist aus den Vorlesungen und Übungen der Verfasser zur Höheren Mathematik für Ingenieure der Fachrichtungen Maschinenbau und Elektrotechnik an der Technischen Universität München hervorgegangen. Es ist in erster Linie als kompakter Begleittext zur viersemestrigen Grundvorlesung für die Studenten der Ingenieurwissenschaften und anderer technisch-physikalischer Studienfächer (etwa Physik, Technomathematik und Informatik) konzipiert.
Da die moderne Technik vom Ingenieur immer umfassendere und tiefere mathematische Kentnisse verlangt, gehen wir an einigen Stellen über den üblichen Vorlesungsstoff der Grundkurse hinaus oder stellen einige Themen gründlicher dar, als es in den Vorlesungen möglich ist. Das betrifft im vorliegenden Band insbesondere in Kapitel 6 den Ausflug in die abstrakte Welt der Vektorräume und in allen Kapiteln die stärkere Berücksichtigung der wichtigsten numerischen Aspekte. Damit ist dieses Buch auch für Studenten höherer Semester zur Fortbildung und für den Praktiker als Nachschlagewerk geeignet.
Die in Kapitel 1 dargestellte Vektorrechnung, insbesondere die Behandlung gebundener Vektoren, ist den Bedürfnissen der Technischen Mechanik angepaßt, sie kann für andere Fachrichtungen abgekürzt oder ausgelassen werden. Andererseits besteht die Notwendigkeit, die algebraischen und numerischen Methoden bereits in den Grundkursen stärker zu berücksichtigen. Die Lineare Algebra in Kapitel 6 ist unabhängig vom Vorhergehenden und kann vorgezogen, eventuell parallel mit den Kapiteln 2 – 5 behandelt werden.
Der Praktiker erwartet von der Mathematik nicht nur Erkenntnis, sondern Resultate. Wir berücksichtigen die für ihn besonders wichtige algorithmische Seite der Mathematik durch im Druck hervorgehobene Überblicke mit detaillierten Rechenschemata. Sie enthalten – in Schritten aufgegliedert – die Methoden zum Lösen konkreter Aufgaben und können nicht zuletzt als Repetitorium zur Prüfungsvorbereitung dienen.

Ferner fügen wir eine größere Zahl von Programmen ein, die auf erprobten numerischen Algorithmen fußen. Wir haben uns zur Darstellung dieser Programme für die Programmiersprache GfA-Basic entschieden, da diese einerseits die zugrundeliegenden Algorithmen besonders gut erkennen läßt, andererseits aufgrund ihrer Strukturierung vom etwas geübten Programmierer leicht in jede höhere Sprache übersetzt werden kann. In erster Linie ist aber an den Einsatz der Programme auf studienbegleitenden Taschen- oder Kleinrechnern gedacht.
Für den verständnisvollen Umgang mit den mathematischen Modellen der Physik und der Technik reicht die Fähigkeit im Anwenden fertiger Rezepte natürlich nicht aus. Unerläßlich ist auch die Kenntnis der mathematischen Grundlagen und vielfältigen Methoden, mit denen sie behandelt werden. Wir haben deshalb alle wesentlichen Beweise ausgeführt. Der Studienanfänger kann einen Teil dieser Beweise und die mit * gekennzeichneten Abschnitte beim ersten Durcharbeiten auslassen; er sollte sich dafür verstärkt mit den zahlreichen ausführlich vorgerechneten Beispielen und den einfacheren Übungsaufgaben beschäftigen. Der etwas geübtere Leser wird die straffe Darstellung der anspruchsvolleren Beweise sicher schätzen. Für ihn sollten auch die schwierigeren Aufgaben eine Herausforderung bedeuten..

Die Verfasser sind den Kollegen und Mitarbeitern an der Technischen Universität München sehr dankbar, die durch ihre Hilfe, manch guten Rat und viele Gespräche über Inhalte und Darstellung der „Ingenieurmathematik" zum Entstehen dieses Buches beigetragen haben. Insbesondere danken wir Prof. Dr.CHR. REINSCH, Prof. Dr. H.J. KROLL, Dr. S. WALCHER, Dipl. Math. M. BINDER, Dipl. Math. H. GRADL, Dipl. Math. R. NIEMCZYK, Dipl. Math. ST. SAUTTER und Dipl. Math. A. HUNDEMER, sie haben die Teile des Manuskripts gelesen, zahlreiche Druckfehler entdeckt und wertvolle Verbesserungsvorschläge beigetragen.
Die Druckqualität sollte zur guten Verständlichkeit bestmöglich, der Preis studentenfreundlich sein, daher wurden die Druckvorlagen mit der hochauflösenden TEX-Monotype-Variante der H. STUERTZ AG erzeugt. Daß sich dieser Entschluß trotz der anfangs zusätzlichen Pionierarbeit doch gelohnt hat, ist vor allem das Verdienst von Frau cand. math. I. ABOLD; sie hat den TEX-Quelltext mit Präzision, Geschmack und viel Einfallsreichtum erstellt und dabei nie ihre liebenswürdige Geduld verloren. Ihr gilt unser besonderer Dank.
Ein Teil der Abbildungen konnte von cand. ing. R. MATTUSCHAT auf einem 3D-CAD-Rechensytem am Lehrstuhl für Konstruktion im Maschinenbau erstellt werden. Wir danken Prof. Dr. K. EHRLENSPIEL für das freundliche Entgegenkommen. Ebenso dankend erwähnen wir die Studentinnen und Studenten T. ERIS, K. MATTUSCHAT und Frau cand. inf. A. SCHRAMM, die zusammen mit CHR. VACHENAUER die Skizzen für die übrigen Graphiken hingebungs- und kunstvoll auf den Bildschirm des ATARI-ST umsetzten.
Schließlich gilt unser Dank auch dem Springer-Verlag für die stets vorbildliche Zusammenarbeit, speziell Herrn Dr. J. HEINZE, der die verschiedenen Entstehungsphasen dieses Buches mit lebhaft förderndem Interesse, Geduld und fachmännischem Rat verfolgt hat.

München, im September 1989 *Kurt Meyberg* *Peter Vachenauer*

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Programme

Inhalt von Band 2

Kapitel 13. Variationsrechnung

Bezeichnungen

1. Die griechischen Buchstaben.

Alpha	α	A	Eta	η	H	Ny	ν	N	Tau	τ	T
Beta	β	B	Theta	ϑ	Θ	Xi	ξ	Ξ	Ypsilon	υ	Υ
Gamma	γ	Γ	Iota	ι	I	Omikron	o	O	Phi	φ	Φ
Delta	δ	Δ	Kappa	κ	K	Pi	π	Π	Chi	χ	X
Epsilon	ε	E	Lambda	λ	Λ	Rho	ρ	P	Psi	ψ	Ψ
Zeta	ζ	Z	My	μ	M	Sigma	σ	Σ	Omega	ω	Ω

2. Wichtige Mengen.

$\mathbb{N} = \{1,2,3,4,\ldots\}$	Menge der natürlichen Zahlen (→ S. 3),
$\mathbb{N}_0 = \mathbb{N} \cup \{0\}$,	
$\mathbb{Z} = \{0,1,-1,2,-2,\ldots\}$	Menge der ganzen Zahlen (→ S. 3),
$\mathbb{Q} = \{\frac{m}{n}\ ; m,n \in \mathbb{Z}, n \neq 0\}$	Menge der rationalen Zahlen (→ S. 3),
$\mathbb{R}$	Menge der reellen Zahlen (→ S. 3),
$\mathbb{R}^n$	Menge der reellen Spaltenvektoren mit n Komponenten (→ S. 251),
$\mathbb{R}_n$	Menge der reellen Zeilenvektoren mit n Komponenten (→ S. 251),
$\mathbb{R}^{m\times n}$	Menge der reellen Matrizen mit m Zeilen und n Spalten (→ S. 251),
$\mathbb{C} = \{x+iy\ ; x,y \in \mathbb{R}\}$	Menge der komplexen Zahlen (→ S. 53),
$\mathbb{P}_n$	Menge der reellen Polynome vom Grad $\leq n$ (→ S. 276),
$\mathscr{C}^0(D,\mathbb{R})$	Menge der auf $D \subseteq \mathbb{R}^n$ stetigen reellen Funktionen (→ S. 377),
$\mathscr{C}^k(D,\mathbb{R})$	Menge der auf $D \subseteq \mathbb{R}^n$ k–mal stetig partiell differenzierbaren reellen Funktionen (→ S. 377).