Numerische Mathematik

Von Prof. Dr. sc. math. Hans Rudolf Schwarz
Universität Zürich

Mit einem Beitrag von Prof. Dr. sc. math. Jörg Waldvogel
Eidg. Technische Hochschule Zürich

4., überarbeitete und erweiterte Auflage
Mit 119 Figuren, 158 Beispielen und 118 Aufgaben

B. G. Teubner Stuttgart 1997

Prof. Dr. sc. math. Hans Rudolf Schwarz

Geboren 1930 in Zürich. Von 1949 bis 1953 Studium der Mathematik und Diplom an der ETH Zürich. Von 1953 bis 1957 Mathematiker bei den Flug- und Fahrzeugwerken Altenrhein (Schweiz). 1957 Promotion, ab 1957 wiss. Mitarbeiter an der ETH Zürich. 1962 Visiting Associate Professor an der Brown University in Providence, Rhode Island, USA. 1964 Habilitation an der ETH Zürich, von 1964 bis 1972 Lehrbeauftragter an der ETH Zürich. 1972 Assistenzprofessor, 1974 a. o. Professor, seit 1983 ord. Professor für angewandte Mathematik an der Universität Zürich, Emeritierung 1994.

Titularprof. Dr. sc. math. Jörg Waldvogel

Geboren 1938 in Zürich. Von 1957 bis 1963 Studium der Mathematik und Diplom an der ETH Zürich. Von 1962 bis 1967 Assistent und wiss. Mitarbeiter an der ETH Zürich; 1966 Promotion. Von 1967 bis 1970 Research Scientist bei Lockheed Missiles and Space Company, Huntsville, Alabama und part-time Assistant Professor an der University of Alabama at Huntsville. 1970 bis 1972 Assistant Professor an der University of Texas at Austin. Ab 1972 Leitung der Numerikgruppe am Seminar für Angewandte Mathematik der ETH und Lehrbeauftragter der ETH Zürich auf dem Gebiet der numerischen und angewandten Mathematik. 1980 Gastprofessor an der Université de Paris VI. 1985 Titularprofessor der ETH. 1986 Visiting Professor an der University of South Florida in Tampa.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Schwarz, Hans Rudolf:
Numerische Mathematik : mit 158 Beispielen und 118 Aufgaben / von Hans Rudolf Schwarz. Mit einem Beitr. von Jörg Waldvogel. – 4., überarb. und erw. Aufl. – Stuttgart : Teubner, 1997

ISBN 978-3-519-32960-2 ISBN 978-3-663-01227-6 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-663-01227-6

Satz: Elsner & Behrens GdbR, Oftersheim

Umschlaggestaltung: Peter Pfitz, Stuttgart

Vorwort

Das Buch entstand auf den seinerzeitigen ausdrücklichen Wunsch meines verehrten Lehrers, Herrn Prof. Dr. E. Stiefel, der mich im Sinne eines Vermächtnisses beauftragte, sein während vielen Jahren wegweisendes Standardwerk [Sti76] von Grund auf neu zu schreiben und den modernen Erkenntnissen und Bedürfnissen anzupassen. Klarheit und Ausführlichkeit waren stets die Hauptanliegen von Herrn Professor Stiefel. Ich habe versucht, in diesem einführenden Lehrbuch dieser von ihm geprägten Philosophie zu folgen, und so werden die grundlegenden Methoden der numerischen Mathematik in einer ausführlichen Darstellung behandelt.

Das Buch ist entstanden aus Vorlesungen, die der Unterzeichnete an der Universität Zürich gehalten hat. Der behandelte Stoff umfaßt im wesentlichen das Wissen, das der Verfasser seinen Studenten in einem viersemestrigen Vorlesungszyklus zu je vier Wochenstunden vermittelte. Sie sollen damit in die Lage versetzt werden, Aufgaben der angewandten Mathematik mit numerischen Methoden erfolgreich zu lösen oder zumindest die Grundlagen für das Studium von weiterführender, spezialisierter Literatur zu haben. Das Buch richtet sich an Mathematiker, Physiker, Ingenieure, Informatiker und Absolventen naturwissenschaftlicher Richtungen. Vorausgesetzt wird diejenige mathematische Vorbildung, die in den unteren Semestern eines Hochschulstudiums oder an Ingenieurschulen vermittelt wird.

Die Darstellung des Stoffes ist stark algorithmisch ausgerichtet, um der Tatsache Rechnung zu tragen, daß elektronische Rechengeräte sehr verbreitet und leicht zugänglich sind. Zur Begründung einer numerischen Methode werden zuerst die theoretischen Grundlagen vermittelt, soweit sie erforderlich sind, um anschließend das Verfahren so zu formulieren, daß seine Realisierung als Rechenprogramm einfach ist. Die algorithmische Beschreibung erfolgt in einer Form, die sich mit Leichtigkeit in irgendeine der gängigen Programmiersprachen übersetzten läßt. Dem Leser soll damit die Möglichkeit geboten werden, nach Vervollständigung der Algorithmen durch Ein- und Ausgabe-Anweisungen sowie durch Vereinbarungsteile die Arbeitsweise der Methoden auf dem ihm verfügbaren Rechner kennen zu lernen. Zusätzliche Übungsaufgaben findet man etwa in [CoA72, Hai83].

Um die speziellen Kenntnisse auf dem Gebiet der numerischen Integralberechnung, die Herr Dr. J. Waldvogel an der ETH Zürich erarbeitet hat, in das Buch einfließen zu lassen, hat er die Abschnitte 8.1 und 8.2 sowie die zugehörigen Aufgaben verfaßt. Für diese wertvolle Mitarbeit danke ich ihm hiermit bestens. Meinen beiden Assistenten, den Herren Dipl.-Math. W. Businger und H. P. Märchy verdanke ich viele Anregungen und die kritische Durchsicht des Manuskripts, was dazu beigetragen hat, die Darstellung zu verbessern. Schließlich danke ich dem Verlag B. G. Teubner für die Herausgabe des Buches und für die stets freundliche und entgegenkommende Zusammenarbeit.

Mit der vierten Auflage des Buches wurde versucht, eine Aktualisierung des Stoffumfangs zu erreichen, indem in verschiedener Hinsicht Ergänzungen eingefügt wurden. Um eine oft bemängelte Lücke zu schließen, wurden grundlegende Methoden zur Behandlung von Randwertaufgaben bei gewöhnlichen Differentialgleichungen aufgenommen. Weiter wurde im gleichen Zug die für die Computergraphik zentrale Bézier-Technik zur Darstellung von Kurven und Flächen berücksichtigt. Schließlich fanden die modernen Aspekte der Vektorisierung und Parallelisierung von Algorithmen im Rahmen von zwei Problemstellungen Aufnahme im Buch. Das notwendige Vorgehen zur Vektorisierung wird am Beispiel der effizienten Lösung von linearen Gleichungssystemen mit vollbesetzter und tridiagonaler Matrix dargelegt. Desgleichen werden die wesentliche Idee und Techniken der Parallelisierung einerseits am Beispiel der Lösung von tridiagonalen linearen Gleichungssystemen und anderseits im Fall des Eigenwertproblems für eine symmetrische, tridiagonale Matrix entwickelt und die einschlägigen Algorithmen dargestellt.

Zürich, im Herbst 1996 H. R. Schwarz

Inhalt

9 Gewöhnliche Differentialgleichungen

10 Partielle Differentialgleichungen