Numerische Mathematik

Von Dr. sc. math. Hans Rudolf Schwarz
o. Professor an der Universität Zürich

Mit einem Beitrag von Dr. sc. math. Jörg Waldvogel
Titularprofessor an der Eidg. Technischen Hochschule Zürich

3., überarbeitete und erweiterte Auflage
Mit 99 Figuren, 138 Beispielen und 106 Aufgaben

B. G. Teubner Stuttgart 1993

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.

Prof. 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 138 Beispielen und 106 Aufgaben / von Hans Rudolf Schwarz. Mit einem Beitr. von Jörg Waldvogel. – 3., überarb. und erw. Aufl. – Stuttgart : Teubner, 1993

ISBN 978-3-519-22960-5 ISBN 978-3-322-94127-5 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-322-94127-5

Satz: Elsner & Behrens GmbH, Oftersheim

Umschlaggestaltung: M. Koch, Reutlingen

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 vermittelt. 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 weit 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.

Die Neuauflage des Buches ist zum Anlaß genommen worden, einmal die bekannt gewordenen Druckfehler zu korrigieren, an einigen Stellen die Darstellung sowohl textlich als auch sachlich zu verbessern, aber auch um einige unwichtigere Dinge und Hinweise wegzulassen. Neben diesen mehr untergeordneten Änderungen wurde die Methode von Householder in der Methode der kleinsten Quadrate neu dargestellt, und das Kapitel über die Behandlung von gewöhnlichen Differentialgleichungen ist teilweise überarbeitet und leicht erweitert worden. Schließlich hat das Buch eine wesentliche Erweiterung durch die Aufnahme eines ergänzenden Kapitels über die iterative Lösung von großen linearen Gleichungssystemen erfahren, wie sie bei der Diskretisierung von partiellen Differentialgleichungen auftreten, um auf diese Weise den Stoff abzurunden.

An dieser Stelle sei allen Kollegen, Lesern und aufmerksamen Studierenden bestens gedankt für Hinweise auf Fehler und für kritische Anregungen.

Zürich, im Sommer 1991 H. R. Schwarz

Inhalt

9 Gewöhnliche Differentialgleichungen

10 Partielle Differentialgleichungen

11 Lineare Gleichungssysteme, iterative Verfahren