Heidelberger Taschenbücher Band 105

Josef Stoer

Einführung in die Numerische Mathematik I

unter Berücksichtigung von Vorlesungen von
F. L. Bauer

Zweite, neubearbeitete und erweiterte Auflage

Springer-Verlag
Berlin Heidelberg GmbH 1976

Prof. Dr. Josef Stoer
Institut für Angewandte Mathematik der Universität Würzburg

AMS Subject Classifications (1970)
65–01, 65–02, 65 B05, 65 B15, 65 D05, 65 D30, 65 F05, 65 F20, 65 F25, 65 F35, 65 G05, 65 H05, 65 H10

ISBN 978-3-540-07831-9 ISBN 978-3-662-06864-9 (eBook)
DOI 10.1007/978-3-662-06864-9

Library of Congress Cataloging in Publication Data. Stoer, Josef. Einführung in die Numerische Mathematik. (Heidelberger Taschenbücher; Bd. 105) Includes bibliographies and index. 1. Numerical analysis. I. Bauer, Friedrich Ludwig, 1924- II. Title. QA297.S82 1976 511'.7 76–22599

Satz: Keter Publishing House, Jerusalem und Brühlsche Universitätsdruckerei

Vorwort zur zweiten Auflage

Bei Gelegenheit der zweiten Auflage wurde der Text an verschiedenen Stellen berichtigt und um einige neue Abschnitte erweitert. So wurden in das Kapitel 4, „lineare Gleichungssysteme", neue Abschnitte über Pseudoinverse (4.8.5), Techniken zur Modifikation von Dreieckszerlegungen und unitären Zerlegungen von Matrizen (4.9), sowie als Anwendung davon, zwei Abschnitte (4.10, 4.11) über die Simplexmethode aufgenommen.

In Kapitel 5 wurde der Abschnitt 5.4 um einen Unterabschnitt (5.4.3) mit Hinweisen zur praktischen Realisierung des modifizierten Newton-Verfahrens und um eine Darstellung eines einschlägigen Rang-1-Verfahrens von Broyden erweitert. Schließlich werden in dem neuen Abschnitt 5.11 wichtige Methoden zur Lösung von Minimierungsprot lemen ohne Nebenbedingungen beschrieben.

Schwerpunkt der Ergänzungen ist ohne Frage die Darstellung einiger für die Praxis besonders wichtiger Minimierungsverfahren, soweit sie sich zwanglos in eine Einführung in die numerische Mathematik einfügen. Leider haben diese Verfahren noch nicht in dem Umfang Eingang in die Lehrbücher für numerische Mathematik gefunden, wie es nicht nur nach Meinung des Verfassers wünschenswert und sachlich geboten wäre. Es war ein Ziel, diesen Mangel, auch der ersten Auflage dieser Einführung, zu beheben.

Herrn Professor Dr. R. Bulirsch und Herrn Professor Dr. F. Lempio möchte ich herzlich für die sorgfältige Durchsicht der Ergänzungen und vielen Verbesserungsvorschläge danken.

Schließlich gilt mein Dank Frau I. Brugger für das Schreiben des Manuskripts und dem Springer-Verlag für sein verständnisvolles Eingehen auf alle Ergänzungswünsche.

Würzburg, im März 1976 J. Stoer

Vorwort zur ersten Auflage

Dieses Buch gibt den Stoff des ersten Teils einer zweisemestrigen Einführungsvorlesung in die Numerische Mathematik wieder, die der Verfasser in den letzten Jahren an mehreren Hochschulen halten konnte. Neben der Beschreibung der theoretischen Grundlagen der Probleme und Methoden der numerischen Mathematik waren folgende Ziele für die Auswahl des Stoffes und seine Darstellung maßgeblich: Von den vielen Methoden der numerischen Mathematik sollten hauptsächlich diejenigen behandelt werden, die sich auch leicht auf Digitalrechnern realisieren lassen. Dementsprechend wird auf die algorithmische Beschreibung der Verfahren großer Wert gelegt — kritische Teile von Algorithmen werden häufig in Algol 60 beschrieben. Wenn mehrere Methoden zur Lösung eines Problems vorgestellt werden, wird gleichzeitig nach Möglichkeit versucht, diese Methoden bezüglich ihrer praktischen Brauchbarkeit zu vergleichen und die Grenzen ihrer Anwendbarkeit anzugeben. Bei diesen Vergleichen sollten nicht nur die Anzahl der Operationen, Konvergenzeigenschaften usw. eine Rolle spielen, wichtiger ist es, die numerische Stabilität der Algorithmen zu vergleichen, um einen Einblick in die Gründe für die Zuverlässigkeit oder Unzuverlässigkeit von Verfahren zu geben. Das Einleitungskapitel über Fehleranalyse spielt dabei eine besondere Rolle: In ihm werden die Begriffe der numerischen Stabilität und Gutartigkeit von Algorithmen, die nach Meinung des Verfassers im Zentrum der numerischen Mathematik stehen, präzisiert und ihre Wichtigkeit genauer, als dies vielfach noch üblich ist, begründet und dargestellt. Nicht zuletzt dienen zahlreiche Beispiele und Übungsaufgaben dazu, die numerischen und theoretischen Eigenschaften von Verfahren zu illustrieren.

Da eine auch nur annähernd vollständige Aufzählung und Beschreibung brauchbarer Methoden weder möglich noch beabsichtigt war, sei der interessierte Leser auf folgende Zeitschriften hingewiesen, in denen er zahlreiche weitere Algorithmen teilweise sogar in der Form von Algol- oder Fortran-Programmen beschrieben findet:

Numerische Mathematik, Communications of the ACM, Journal of the ACM, The Computer Journal, Computing, Mathematics of Computation, BIT, SIAM Journal on Numerical Analysis, Zeitschrift für Angewandte Mathematik und Mechanik.
Wegen ihrer Zuverlässigkeit werden insbesondere die Algol-Programme empfohlen, die in der Zeitschrift „Numerische Mathematik“ im Rahmen der sog. „Handbook Series“ erscheinen.

An Inhalt und Aufbau der diesem Buch zugrunde liegenden Vorlesung haben viele mitgewirkt. Insbesondere möchte ich dankbar den Einfluß von Professor Dr. F. L. Bauer und Professor Dr. R. Baumann anerkennen, auf deren Vorlesungsausarbeitungen ich mich stützen konnte. Darüber hinaus haben sie zusammen mit den Herren Professor Dr. R. Bulirsch und Dr. Chr. Reinsch mit wertvollen Verbesserungsvorschlägen zur Klärung einer Reihe von kritischen Punkten beigetragen.

Eine vorläufige Fassung des Buches entstand 1970 in Form eines Skriptums der Universität Würzburg unter der maßgeblichen Mitwirkung meiner Mitarbeiter Dipl.-Math. K. Butendeich, Dipl.-Phys. G. Schuller und Dipl.-Math. Dr. J. Zowe. Für ihre Einsatzbereitschaft, mit der sie bei der Redaktion der verschiedenen Fassungen des Manuskripts mithalfen, möchte ich Ihnen besonders herzlich danken. Nicht zuletzt gilt mein besonderer Dank Frau I. Brugger, die mit großer Gewissenhaftigkeit und Geduld die umfangreichen Schreibarbeiten ausführte.

Würzburg, im November 1971 J. Stoer

Inhaltsverzeichnis