

S. Dietze / G. Pönisch

Starthilfe
Graphikfähige Taschenrechner
und Numerik

Starthilfe Graphikfähige Taschen- rechner und Numerik

Von Doz. Dr. Siegfried Dietze
und Dr. Gerd Pönisch
Technische Universität Dresden



B.G.Teubner Stuttgart · Leipzig 1998

Doz. Dr. rer. nat. habil. Siegfried Dietze

Geboren 1940 in Söbrißen, Krs. Dresden. Von 1960 bis 1965 Studium der Mathematik, 1972 Promotion, 1982 Habilitation an der Technischen Universität Dresden. Von 1965 bis 1990 wissenschaftlicher Mitarbeiter und seit 1992 Dozent am Institut für Numerische Mathematik der Technischen Universität Dresden.

E-MAIL: dietze@math.tu-dresden.de

Dr. rer. nat. Gerd Pönisch

Geboren 1953 in Roßwein / Sachsen. Von 1972 bis 1976 Studium der Mathematik und 1980 Promotion an der Technischen Universität Dresden. Von 1980 bis 1982 Softwareprojektant bei Robotron in Dresden. Seit 1983 wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Numerische Mathematik der Technischen Universität Dresden.

E-MAIL: poenisch@math.tu-dresden.de

INTERNET: <http://www.math.tu-dresden.de/~poenisch>

Gedruckt auf chlorfrei gebleichtem Papier.

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Dietze, Siegfried:

Starthilfe graphikfähige Taschenrechner und Numerik /

von Siegfried Dietze und Gerd Pönisch. –

Stuttgart ; Leipzig : Teubner, 1998

ISBN 978-3-519-00236-9

ISBN 978-3-322-94871-7 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-322-94871-7

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes ist ohne Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Das gilt besonders für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

© 1998 B. G. Teubner Stuttgart · Leipzig

Vorwort

Graphikfähige Taschenrechner (GTR) werden wegen ihres günstigen Preis-Leistungs-Verhältnisses und ihrer Handlichkeit zunehmend in die Schul- und Hochschulausbildung integriert. Derartige Rechner bieten zur Zeit die Firmen CASIO, Hewlett Packard, Sharp und Texas Instruments an. Gegenüber den seit Jahren in der Schule verwendeten Taschenrechnern verfügt der GTR über ein graphikfähiges Display und Software zur Arbeit mit Graphiken sowie zur Lösung mathematischer und weiterer Aufgaben. Der GTR ist programmierbar, hat einen angemessen großen Hauptspeicher von wenigstens 16 Kilobyte und kann mit einem GTR gleichen Typs oder über ein Interface mit einem Personalcomputer kommunizieren. GTR, die über ein Computeralgebra-System verfügen, können verschiedene analytisch geschlossen lösbare mathematische Aufgaben durch symbolische Rechnung formelmäßig lösen.

Zur qualifizierten Nutzung eines GTR oder eines anderen Computers für wissenschaftliche Rechnungen sind sowohl Kenntnisse über die zu lösende Aufgabe als auch über die entsprechenden Möglichkeiten des verfügbaren Rechners einschließlich der verwendeten Algorithmen erforderlich. Aus der Tatsache, daß auf einem Rechner ohne Computeralgebra-System ausschließlich numerisch gerechnet wird und die numerische Rechnung auch auf einem Rechner mit Computeralgebra-System eine wesentliche Rolle spielt, resultiert die große Bedeutung der Numerischen Mathematik (Numerik) für die sachgerechte Rechnernutzung. Überdies entsteht durch den wachsenden Rechnereinsatz ein zunehmender Bedarf an Kenntnissen der Numerik. Dem trägt die vorliegende Starthilfe Rechnung. Sie ergänzt mit ihrer schwerpunktmäßigen Orientierung auf Numerik die nach wie vor sehr wichtige überwiegend analytisch ausgerichtete Ausbildung an den Gymnasien.

Die Starthilfe behandelt im ersten Kapitel den prinzipiellen Aufbau und die Arbeitsweise eines GTR. Kapitel 2 beschäftigt sich mit Genauigkeitsproblemen beim numerischen Rechnen. Dabei wird thesenartig auf die Rechnung mit Gleitpunktzahlen, auf die numerische Stabilität eines Algorithmus und auf die

Gutartigkeit einer Aufgabe eingegangen. Beispiele verdeutlichen die angesprochenen Probleme und wecken beim Leser Verständnis für die Eigenheiten des numerischen Rechnens. Den Hauptteil des Buches bildet das dritte Kapitel über die Standardmöglichkeiten der GTR zur Bearbeitung von Grundaufgaben der Numerik. Bei der Behandlung der einzelnen Grundaufgaben werden die ggf. erforderlichen theoretischen Grundlagen vermittelt, die auf den GTR zur Bearbeitung verwendeten numerischen Algorithmen sowie deren Möglichkeiten und Grenzen vorgestellt, um unerwartete Ergebnisse interpretieren bzw. vermeiden zu können. Zur Illustration dienen auch hier zahlreiche Beispiele, wobei die Möglichkeiten der GTR von CASIO und Texas Instruments im Mittelpunkt der Ausführungen stehen. Da die Bearbeitung der Grundaufgaben der Numerik auf den GTR weitgehend ähnlich ist, lassen sich diese Beispiele analog auf anderen Rechnern umsetzen.

Die Starthilfe hat einführenden und vorbereitenden Charakter und wendet sich an Studienanfänger, Schüler und Lehrer. Sie erleichtert den Einstieg in die numerische Lösung umfangreicher Aufgaben auf leistungsfähigen Rechnern und dient der Vorbereitung auf das Studium umfassender Lehrbücher.

Die Autoren danken Frau G. Terno, die Teile des Manuskripts sorgfältig geschrieben hat, und Herrn Dr. T. Schütze für die sachkundige Unterstützung bei der Arbeit mit dem Textsatzsystem \TeX . Unser Dank gilt dem Teubner-Verlag und speziell Herrn J. Weiß für die konstruktive und angenehme Zusammenarbeit. Anregungen und Hinweisen stehen die Autoren aufgeschlossen gegenüber.

Dresden, Juni 1998

S. Dietze, G. Pönisch

Inhalt

1	Graphikfähige Taschenrechner	9
1.1	Einordnung und Leistungsfähigkeit	9
1.2	Prinzipieller Aufbau und Arbeitsweise	12
1.3	Display und Graphik	15
2	Genauigkeitsprobleme	17
2.1	Gleitpunktzahlen, Stabilität und Kondition	17
2.2	Beispiel: Berechnung eines Ausdrucks	21
2.3	Beispiel: Ein bestimmtes Integral	24
3	Standardmöglichkeiten der Rechner zur Bearbeitung von Grundaufgaben der Numerik	29
3.1	Bestimmung von Nullstellen	30
3.2	Numerische Differentiation	39
3.3	Numerische Integration	44
3.4	Minima und Maxima einer Funktion auf einem Intervall	48
3.5	Lösung linearer Gleichungssysteme, Inverse und Determinante einer Matrix	54
3.5.1	Algorithmen für exakte Rechnung	56
3.5.2	Algorithmen für Gleitpunktrechnung und Genauigkeitsfragen	72
3.6	Ausgleichsrechnung (Regression), Polynominterpolation	88
	Literatur	99
	Sachwortverzeichnis	101