ISNM
Internationale Schriftenreihe zur
Numerischen Mathematik
Lehrbuch

Herausgegeben von
K.-H. Hoffmann, München
H. D. Mittelmann, Tempe
J. Todd, Pasadena

Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung

P. Spellucci

Birkhäuser Verlag
Basel · Boston · Berlin

Autor

Prof. Dr. Peter Spellucci
Fachbereich Mathematik
AG Numerische Mathematik
T.H. Darmstadt
Schlossgartenstrasse 7
D-W-6100 Darmstadt

Die Deutsche Bibliothek – CIP-Einheitsaufnahme

Spellucci, Peter:
Numerische Verfahren der nichtlinearen Optimierung / P. Spellucci. – Basel ; Boston ; Berlin : Birkhäuser, 1993
(Internationale Schriftenreihe zur numerischen Mathematik : Lehrbuch)
ISBN-13: 978-3-0348-7215-7 e-ISBN-13: 978-3-0348-7214-0
DOI: 10.1007/978-3-0348-7214-0

Camera-ready Vorlage erstellt vom Autor
Gedruckt auf säurefreiem Papier, hergestellt aus chlorfrei gebleichtem Zellstoff

ISBN-13: 978-3-0348-7215-7

9 8 7 6 5 4 3 2 1

Vorwort

Dieses Buch ist aus Vorlesungen entstanden, die der Verfasser in den letzten 15 Jahren an verschiedenen Hochschulen und vor verschiedenen Hörerkreisen gehalten hat.

Es wendet sich sowohl an den angewandten Mathematiker als auch an den mathematisch interessierten Anwender. Deshalb wurde der Text so gestaltet, daß er mit den Vorkenntnissen aus einem mathematischen Grundstudium zugänglich ist. Aus der Analysis werden nur die Differentialrechnung mehrerer Veränderlicher, insbesondere die Kettenregel, die TAYLOR–Formel mit Integralrestglied für Vektorfunktionen und der Hauptsatz über implizite Funktionen, sowie das Arbeiten mit den LANDAU–Symbolen $\mathcal{O}$ und o vorausgesetzt. Aus der linearen Algebra benötigen wir Vertrautheit mit der Matrizenalgebra und aus der Matrizennumerik die Kenntnis der LR–Zerlegung, der QR–Zerlegung nach GRAM–SCHMIDT und HOUSEHOLDER, der CHOLESKY–Zerlegung positiv definiter Matrizen, der Singulärwert–Zerlegung und den Normbegriff (auf $\mathbb{R}^n$). Leser, die mit diesen Begriffen nicht vertraut sind, finden eine leicht verständliche Einführung dazu etwa in [222]. Ziel der Darstellung ist es, den Leser mit den heute praxisrelevanten numerischen Optimierungsverfahren vertraut zu machen. Je nach Intention des Lesers kann dabei die detaillierte Beschäftigung mit den Konvergenzeigenschaften der Verfahren im Vordergrund stehen oder auch übergangen werden. Ich bin jedoch der Meinung, daß aus der Kenntnis der Konvergenzbeweise auch ein vertieftes Verständnis für die praktischen Grenzen der Verfahren erwächst. Leider ist unser gegenwärtiger Kenntnisstand nicht ausreichend, um dem Anwender einen Optimierungscode als niemals versagendes Werkzeug zur Verfügung stellen zu können.

Um dem Leser die Möglichkeit zu geben, sich zunächst einen Gesamtüberblick zu verschaffen und danach je nach seinen Bedürfnissen praktische oder theoretische Details zu erarbeiten, wurde der Text wie folgt strukturiert: mit "(∗)" gekennzeichnete Abschnitte können ausgelassen weren, ohne den Gesamtüberblick zu gefährden. Mit ≪ ≫ eingeschlossene Textabschnitte enthalten Detailanalysen, die zur Motivation eines Beweises oder zur Herleitung eines Verfahrens dienen. Der Inhalt dieser Passagen wird jeweils gesondert zusammengefaßt dargestellt. Der an den Details der Herleitung weniger Interessierte kann sie deshalb ohne weiteres übergehen. Für einen ersten Überblick bieten sich also Kapitel 1, Kapitel 2 und die Hauptteile von Kapitel 3 an, ohne die mit "(∗)" oder "≪ ≫" gekennzeichneten Teile und ohne die Lektüre der Beweise.

Um einem nicht vorinformierten Leser einen in sich geschlossenen Text anbieten zu können, habe ich die Grundtatsachen aus der Optimierungstheorie in $\mathbb{R}^n$ in Kapitel 2 dargestellt, wobei ich mich auf das Notwendigste beschränkt habe. Insbesondere wurde auf eine Vertiefung der Darstellung konvexer Optimierungsaufgaben verzichtet, zumal dafür bereits mehrere schöne Lehrbücher existieren.

Bei der Darstellung der Verfahren wurde als Schwerpunkt die Herausarbeitung der Eigenschaften derjenigen Verfahren gewählt, die nach dem heutigen Kenntnisstand als zuverlässig und effizient gelten. Bewußt wurde darauf verzichtet, größtmögliche Allgemeinheit in den Aussagen anzustreben. Stattdessen habe ich da, wo es nach meiner Erfahrung für die praktische Umsetzung wichtig ist, auch Implementierungsfragen diskutiert.

Verfahren, die nur für spezielle Problemstellungen geeignet sind, wie die Schnittebenenverfahren, habe ich bewußt übergangen.

Da die lineare Optimierung meistens nicht Gegenstand des mathematischen Grundstudiums ist, habe ich mich entschlossen, die wichtigsten Verfahren dazu in einem Abschnitt kurz anzudiskutieren, da später an einigen Stellen auf diese Verfahren Bezug genommen wird. Zu diesem für die Anwendung äußerst wichtigen Spezialgebiet gibt es mehrere hervorragende Monographien, auf die im Text hingewiesen ist.

Die numerischen Verfahren der nichtlinearen Optimierung haben seit den Anfängen vor dreißig Jahren eine schnelle und sich immer mehr beschleunigende Entwicklung erfahren. Dies drückt sich auch in der Fülle der damit befaßten Veröffentlichungen aus. Auf eine allgemeine Literaturübersicht habe ich verzichtet und nur solche Arbeiten zitiert, deren Ergebnisse benutzt werden oder die weitergehende und meiner Meinung nach wichtige Ergebnisse enthalten.

Mehr als die Hälfte der zitierten Arbeiten stammt aus den Jahren 1980–1992, und so erscheinen hier viele Ergebnisse zum ersten Mal in Buchform. Die Abschnitte 3.4 und 3.6 enthalten zum Teil bisher nicht veröffentlichte Ergebnisse des Verfassers. Die in diesem Buch wiedergegebenen numerischen Resultate wurden vom Verfasser selbst auf verschiedenen Rechnern erarbeitet. Zur Erzeugung der Graphiken diente CA–DISSPLA auf einer HP 9000–345.

Zahlreiche meiner Studenten haben mir mit kritischen Bemerkungen bei der Verbesserung des Textes geholfen. Ihnen gilt mein Dank ebenso wie vier anonymen Referenten, deren Hinweise und Verbesserungsvorschläge die endgültige Form des Buches beeinflußt haben.

Dieses Buch wäre nicht ohne den unermüdlichen Einsatz und die großen Fertigkeiten von Frau Gudrun Schumm entstanden, die den gesamten Text in Latex geschrieben hat. Ihr gilt mein besonderer Dank.

Mein Dank gilt auch den Herausgebern für die Aufnahme des Werkes in die Serie ISNM und dem Birkhäuser Verlag für die angenehme Zusammenarbeit.

Darmstadt, im Juli 1992

P. Spellucci

Inhaltsverzeichnis