

Springer-Lehrbuch

Jochen Hülsmann · Wolf Gamerith
Ulrike Leopold-Wildburger · Werner Steindl

Einführung in die Wirtschaftsmathematik

Vierte, überarbeitete und erweiterte Auflage

Mit 55 Abbildungen

 Springer

Professor Dr. Jochen Hülsmann
Dr. Wolf Gamerith
Professor Dr. Ulrike Leopold-Wildburger
Dr. Werner Steindl

Universität Graz
Institut für Statistik
und Operations Research
Universitätsstraße 15/E3
8010 Graz
Österreich

Bibliografische Information Der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

ISBN 3-540-24409-3 Springer Berlin Heidelberg New York
ISBN 3-540-42531-4 3. Auflage Springer Berlin Heidelberg New York

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Die dadurch begründeten Rechte, insbesondere die der Übersetzung, des Nachdrucks, des Vortrags, der Entnahme von Abbildungen und Tabellen, der Funksendung, der Mikroverfilmung oder der Vervielfältigung auf anderen Wegen und der Speicherung in Datenverarbeitungsanlagen, bleiben, auch bei nur auszugsweiser Verwertung, vorbehalten. Eine Vervielfältigung dieses Werkes oder von Teilen dieses Werkes ist auch im Einzelfall nur in den Grenzen der gesetzlichen Bestimmungen des Urheberrechtsgesetzes der Bundesrepublik Deutschland vom 9. September 1965 in der jeweils geltenden Fassung zulässig. Sie ist grundsätzlich vergütungspflichtig. Zuwiderhandlungen unterliegen den Strafbestimmungen des Urheberrechtsgesetzes.

Springer ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media

springer.de

© Springer-Verlag Berlin Heidelberg 1998, 1999, 2002, 2005
Printed in Germany

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Umschlaggestaltung: design & production GmbH, Heidelberg

SPIN 11378891

42/3153-5 4 3 2 1 0 – Gedruckt auf säurefreiem Papier

Vorwort zur vierten Auflage

Die vorliegende, verbesserte und ergänzte Neuauflage unterscheidet sich in zwei wesentlichen Aspekten von den vorhergegangenen Auflagen.

Zum einen haben wir dem von vielen Seiten an uns herangetragenen Wunsch nach einer größeren Anzahl von Übungsbeispielen entsprochen. Wir haben den Kapiteln jeweils einige charakteristische Beispiele angefügt, die die Breite des Stoffes und seine Anwendungsmöglichkeiten deutlich machen. Nach wie vor sind eine Reihe weiterer Beispiele im Internet auf unserer Homepage

<http://www.uni-graz.at/sor/Downloads/BuchBsp.pdf>

an der Karl-Franzens-Universität Graz kostenlos zum herunterladen bereitgestellt, diese Sammlung wird laufend erweitert.

Zum anderen werden nun im neu hinzugekommenen siebenten Kapitel einige der Beispiele aus dem Text mit Hilfe eines mathematischen Softwarepaketes exemplarisch gelöst. Die Wahl fiel auf MAPLE 9.5, da dieses Programm weitgehend verfügbar ist, auf vielen Universitäten zum angebotenen Standard gehört und, auch dank ausführlicher Hilfe- und Tutor-Funktionen, überaus benutzerfreundlich ist.

Dieses Paket kann mit wenigen Hinweisen sofort benützt werden. Das Kapitel 7, Maple*) beschreibt auf klare Weise die notwendigen Schritte, die zur Lösung häufig gestellter Aufgaben notwendig sind; es soll dem Leser und Übenden keinesfalls das Strukturieren der vorliegenden Fragestellungen abnehmen, wohl aber den reinen Rechenaufwand im Grenzwert auf Null verringern.

Insgesamt sollte es mit dieser Auflage noch mehr als bisher gelingen, den angehenden Wirtschaftswissenschaftlern so viel an mathematischen Grundkenntnissen zu vermitteln, dass damit ein Verständnis quantitativer ökonomischer und betriebswirtschaftlicher Zusammenhänge bis hin zur selbständigen Problemformulierung und Problemlösung möglich wird.

Der Erfolg, den dieses Buch schon bisher hatte, lässt uns hoffen, dass es für viele Studierende im deutschen Sprachraum einen positiven Beitrag dazu leisten kann.

*) Die Autoren danken an dieser Stelle Herrn Mag. Martin Nussbaumer für die Berechnungen mit MAPLE und die Erstellung des 7. Kapitels.

Graz, im Jänner 2005

J. Hülsmann
W. Gamerith
U. Leopold-Wildburger
W. Steindl

Vorwort zur ersten Auflage

Es gibt mittlerweile fast kein Teilgebiet der Mathematik, das nicht Eingang in die Wirtschaftswissenschaften gefunden hat, sei es in der Wirtschaftstheorie oder der computerunterstützten Anwendung in der Praxis. Dementsprechend wird den Studierenden einer wirtschaftswissenschaftlichen Studienrichtung bereits am Beginn ihres Studiums eine breit gefächerte Einführung in die benötigten mathematischen Methoden angeboten.

Das vorliegende Buch gibt im Wesentlichen die Inhalte der an der Karl-Franzens-Universität gehaltenen Mathematikvorlesungen für Studierende der Wirtschafts- und Sozialwissenschaften wieder und basiert auf mehrfach überarbeiteten Skripten zu diesen Lehrveranstaltungen. Die Inhalte wurden zunächst von J. Hülsmann abgesteckt, und in den letzten zwei Jahrzehnten von allen Autoren erweitert, ergänzt und an neuere Entwicklungen angepaßt. Bei der Abfassung eines solchen, die entsprechenden Vorlesungen begleitenden Lehrbuches, muß jeder Autor einen Kompromiß zwischen der Darstellung der abstrakten mathematischen Begriffe und Zusammenhänge einerseits, und der Formulierung real interpretierbarer, ökonomischer Anwendungen andererseits, eingehen. Hier wird das Ziel verfolgt, die mathematischen Aussagen zwar exakt zu formulieren, sie aber zugunsten pädagogischer und anwendungsorientierter Überlegungen eher anhand von Beispielen als durch Beweise verständlich zu machen. Der Leser mag entscheiden, wieweit dieser Kompromiß seinen Vorstellungen von Mathematik für Wirtschaftswissenschaften entspricht.

Für wertvolle Hinweise möchten wir insbesondere den Kollegen Prof. Dr. Lutz Beinsen und Doz. Dr. Hans Kellerer danken. Ebenso gilt unser Dank den Mitarbeitern des Institutes für Statistik, Ökonometrie und Operations Research, Frau Hildegunde Grabl sowie den Herren Dr. Ulrich Pferschy, Mag. Jürgen Kornthaler für intensives Korrekturlesen und Mag. Roland Peyrer darüberhinaus für die Erstellung eines Teils der Abbildungen. Nicht zuletzt danken wir Herrn Dr. Werner Müller und dem Springer-Verlag für die angenehme Zusammenarbeit und die schnelle Drucklegung des Buches.

Graz, im August 1997

J. Hülsmann
W. Gamerith
U. Leopold-Wildburger
W. Steindl

Inhaltsverzeichnis

1 Grundlagen	1
1.1 Einführung in die Aussagenlogik	1
1.2 Mengen und Elemente	9
1.3 Relationen, Ordnungen und Äquivalenzrelationen	18
2 Lineare Algebra	27
2.1 Matrizen, Vektoren und Determinanten	27
2.2 Linearkombinationen und Basis	49
2.3 Lineare Gleichungssysteme (LGS)	56
2.4 Lineare Produktionsmodelle	69
2.5 Übungsaufgaben	75
3 Folgen, Reihen und Finanzrechnung	77
3.1 Folgen und Konvergenz	77
3.2 Reihen	87
3.3 Finanzrechnung	94
3.4 Differenzgleichungen	109
3.5 Übungsaufgaben	117
4 Funktionen einer reellen Veränderlichen	119
4.1 Funktionen und deren Eigenschaften	119
4.2 Einige spezielle Funktionen	126
4.3 Differentialrechnung und Kurvendiskussion	131
4.4 Integralrechnung	144
4.5 Ökonomische Anwendungen	158
4.6 Differentialgleichungen	170
4.7 Übungsaufgaben	177
5 Funktionen von mehreren reellen Variablen	181
5.1 Eigenschaften von Funktionen von n Variablen	181
5.2 Partielle Ableitungen und Lokale Extremstellen	189
5.3 Ökonomische Anwendungen	209
5.4 Übungsaufgaben	221

6 Optimierung	223
6.1 Lineare Optimierung	223
6.2 Optimierung von Funktionen von mehreren reellen Variablen mit Nebenbedingungen	237
6.3 Nichtlineare Programme	243
6.4 Übungsaufgaben	250
7 Das Programmpaket Maple 9.5	255
7.1 Grundlegendes über das Programmpaket	255
7.2 Lineare Algebra	256
7.3 Lineare Gleichungssysteme	258
7.4 Lineare Optimierung	259
7.5 Finanzmathematik	261
7.6 Funktionen einer Variablen	262
7.7 Funktionen mehrerer Variablen	269
Mathematische Symbole	273
Literaturverzeichnis	279
Index	281