

Hans Benker

**Wirtschaftsmathematik –  
Problemlösungen  
mit EXCEL**

**Grundkurs Wirtschaftsinformatik**

von Dietmar Abts und Wilhelm Müller

**Anwendungsorientierte Wirtschaftsinformatik**

von Paul Albar, Heinz Lothar Grob, Peter Weimann und Robert Winter

**Statistische Datenanalyse**

von Wolf-Michael Kähler

**Einführung in die angewandte Wirtschaftsmathematik**

von Jürgen Tietze

**Übungsbuch zur Finanzmathematik**

von Jürgen Tietze

**Wirtschaftsmathematik –  
Problemlösungen mit EXCEL**

von Hans Benker

Hans Benker

# **Wirtschaftsmathematik – Problemlösungen mit EXCEL**

**Grundlagen, Vorgehensweisen,  
Aufgaben, Beispiele**

Mit 138 Abbildungen



Bibliografische Information Der Deutschen Nationalbibliothek

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

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

Höchste inhaltliche und technische Qualität unserer Produkte ist unser Ziel. Bei der Produktion und Auslieferung unserer Bücher wollen wir die Umwelt schonen: Dieses Buch ist auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier gedruckt. Die Einschweißfolie besteht aus Polyäthylen und damit aus organischen Grundstoffen, die weder bei der Herstellung noch bei der Verbrennung Schadstoffe freisetzen.

1. Auflage Juli 2007

Alle Rechte vorbehalten

© Friedr. Vieweg & Sohn Verlag | GWV Fachverlage GmbH, Wiesbaden 2007

Lektorat: Günter Schulz | Andrea Broßler

Der Vieweg Verlag ist ein Unternehmen von Springer Science+Business Media.

[www.vieweg.de](http://www.vieweg.de)



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

Umschlaggestaltung: Ulrike Weigel, [www.CorporateDesignGroup.de](http://www.CorporateDesignGroup.de)

Druck und buchbinderische Verarbeitung: MercedesDruck, Berlin

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier.

Printed in Germany

ISBN 978-3-8348-0071-8

## Vorwort

Das vorliegende Buch soll kein weiteres Werk über Wirtschaftsmathematik im klassischen Sinne sein, da es hiervon schon eine große Anzahl gibt, wie aus dem Literaturverzeichnis ersichtlich ist:

- Im heutigen Computerzeitalter möchte niemand mehr mathematische Aufgaben per Hand lösen, wie es in vielen Lehrbüchern der Wirtschaftsmathematik praktiziert wird.
- In der Wirtschaftsmathematik werden verstärkt Mathematik- und Tabellenkalkulationsprogramme eingesetzt, um Rechnungen mit einem vertretbaren Aufwand unter Verwendung von Computern bewältigen zu können.
- Im Buch wird dieser Entwicklung Rechnung getragen, indem durchgehend das Tabellenkalkulationsprogramm EXCEL zur Lösung der behandelten Aufgaben mittels Computer herangezogen wird.
- EXCEL wird deshalb bevorzugt, weil es auf den meisten Computern im Rahmen des MICROSOFT-OFFICE-Programmpaketes installiert ist und die wenigsten Nutzer wissen, dass hiermit nicht nur Buchhaltungsaufgaben, Kostenrechnungen und kaufmännische Rechnungen realisierbar sind, sondern auch zahlreiche Aufgaben der *Wirtschaftsmathematik* gelöst werden können:
  - Die *erste Hauptaufgabe* des Buches besteht darin, den Einsatz von EXCEL bei der Lösung von Aufgaben der Wirtschaftsmathematik mittels Computer aufzuzeigen:
    - \* Zu Beginn wird eine Einführung in Aufbau und Arbeitsweise von EXCEL und die integrierte Programmiersprache VBA gegeben, so dass auch Einsteiger in der Lage sind, EXCEL und VBA für die Wirtschaftsmathematik einzusetzen.
    - \* Für im Buch behandelte bzw. vorgestellte Gebiete der Wirtschaftsmathematik werden Einsatzmöglichkeiten von EXCEL aufgezeigt und anhand von Beispielen illustriert.
    - \* Da EXCEL als Tabellenkalkulationsprogramm für Buchhaltung, Kostenrechnungen und kaufmännischen Rechnungen erstellt ist, sind für Anwendungen in der Wirtschaftsmathematik natürliche Grenzen gesetzt. Dies betrifft vor allem hochdimensionale Aufgaben, für die auf spezielle Programmsysteme zurückgegriffen werden muss, wie in den entsprechenden Kapiteln erörtert wird.
  - Da mathematische Aufgaben mittels Computer ohne Mathematikkenntnisse nicht zufriedenstellend lösbar sind, besteht die *zweite Hauptaufgabe* des Buches in einer Einführung in Grundgebiete und Vorstellung wichtiger Spezialgebiete der Wirtschaftsmathematik.

Deshalb kann das vorliegende Buch als Nachschlagewerk bei Fragen mathematischer Art verwendet werden:

    - \* Theorie und numerische Methoden (Näherungsmethoden) der Mathematik werden soweit dargestellt, wie es für Anwendungen erforderlich ist. Dies bedeutet, dass wir auf Beweise und ausführliche theoretische Abhandlungen verzichten, dafür aber notwendige Grundlagen, Formeln und Methoden an Beispielen erläutern, die mittels EXCEL und wenn möglich per Hand gelöst werden.
    - \* Um Lesern die Arbeit zu erleichtern, wird der Text des Buches durchgehend parallel geführt:
      - Auf Seiten mit ungerader Seitenzahl findet man *mathematische Grundlagen* und *Methoden* und auf Seiten mit gerader Seitenzahl *zugehörige Beispiele*.

- Damit kann zum besseren Verständnis der mathematischen Grundlagen und Methoden zuerst auf Beispiele zurückgegriffen werden.

Das vorliegende Buch ist aus Lehrveranstaltungen und Computerpraktika entstanden, die der Autor an der Universität Halle gehalten hat, und wendet sich sowohl an *Studenten* und *Lehrkräfte* der

- Mathematik,
- Wirtschaftsmathematik,
- Wirtschaftswissenschaften

von Fachhochschulen und Universitäten als auch in der *Praxis* tätige

- Mathematiker,
- Wirtschaftswissenschaftler.

Da die behandelten und mit EXCEL gelösten mathematischen Aufgaben nicht nur zu den Grundlagen der Wirtschaftsmathematik gehören, kann das vorliegende Buch auch von Ingenieuren und Naturwissenschaftlern herangezogen werden, um EXCEL erfolgreich zur Lösung mathematischer Aufgaben einsetzen zu können.

Im Folgenden werden einige *Hinweise* zur *Gestaltung* des *Buches* gegeben:

- Im *Fettdruck* werden geschrieben:
  - Überschriften und Bezeichnungen von Sätzen, Definitionen, Beispielen, Abbildungen und Vektoren/Matrizen,
  - Dialogfelder und Menüs von EXCEL,
  - Internetadressen,
  - In EXCEL integrierte (vordefinierte) Funktionen, die als EXCEL-Funktionen bezeichnet werden,
  - Schlüsselwörter der in EXCEL integrierten Programmiersprache VBA.
- In *Großbuchstaben* werden geschrieben:  
Add-In-, Funktions-, Programm-, Operator-, Datei- und Verzeichnisnamen.
- Definitionen, Abbildungen und Beispiele werden in jedem Kapitel mit 1 beginnend durchnummeriert, wobei die Kapitelnummer vorangestellt ist. So bezeichnen z.B. **Def.8.1**, **Abb.4.2** und **Beisp.2.8** die Definition 1 aus Kapitel 8 bzw. die Abbildung 2 aus Kapitel 4 bzw. das Beispiel 8 aus Kapitel 2.
- Wichtige Begriffe sind *kursiv* geschrieben.
- Einzelne *Menüs* einer Menüfolge von EXCEL sind mittels *Pfeil*  $\Rightarrow$  getrennt, der gleichzeitig für einen Mausklick steht.
- Bemerkungen und Hinweise werden mit dem Symbol



eingeleitet und dem Symbol



abgeschlossen.

---

Abschließend möchte ich allen danken, die mich bei der Erstellung des Buches unterstützt haben:

- Herrn Dr. Klockenbusch, Herrn Schulz und Frau Thelen vom Verlag Vieweg für die Aufnahme des Buchtitels in das Verlagsprogramm und die Unterstützung bei der Erstellung des Manuskripts.
- Der Firma ADDITIVE für die kostenlose Bereitstellung des Programms UNISTAT.
- Meiner Gattin Doris, die großes Verständnis für meine Arbeit an den Abenden und Wochenenden aufgebracht hat.
- Meiner Tochter Uta für Hilfe bei Computerfragen.

Über Fragen, Hinweise, Anregungen und Verbesserungsvorschläge würde sich der Autor freuen. Sie können an folgende E-Mail-Adresse gesendet werden:

**[hans.benker@mathematik.uni-halle.de](mailto:hans.benker@mathematik.uni-halle.de)**

Halle, April 2007

Hans Benker

# Inhaltsverzeichnis

## TEIL I: EXCEL

<b>1</b>	<b>EXCEL: Einführung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Grundlagen.....	1
1.1.1	Tabellenkalkulation.....	3
1.1.2	Anwendungsgebiete von EXCEL.....	3
1.2	Benutzeroberfläche von EXCEL.....	5
1.2.1	Aufteilung der Benutzeroberfläche.....	5
1.2.2	Arbeitsmappe.....	7
1.2.3	Tabelle.....	9
1.2.4	Zelle.....	11
1.2.5	Bereich.....	13
1.2.6	Hilfefunktionen.....	15
1.3	Daten in EXCEL.....	15
1.3.1	Ein- und Ausgabe.....	17
1.3.2	Formatierung.....	17
1.3.3	Datentyp Text.....	17
1.3.4	Datentyp Zahlen.....	19
1.3.5	Datentyp Formeln.....	21
<b>2</b>	<b>EXCEL: Rechnen.....</b>	<b>23</b>
2.1	Einführung.....	23
2.2	Funktionen und Funktions-Assistent.....	23
2.3	Formeln.....	25
2.4	Rechnen mit Bezügen.....	25
2.5	Rechnen mit Namen.....	29
2.6	EXCEL als Taschenrechner.....	29
2.7	Kaufmännisches Rechnen-Wirtschaftsrechnen.....	31
2.7.1	Bruchrechnung.....	31
2.7.2	Prozentrechnung.....	31
2.7.3	Proportionen und Verteilungsrechnung.....	33
2.7.4	Dreisatz.....	35
2.7.5	Währungsrechnung.....	37
2.7.6	Folgen, Reihen , Summen und Produkte.....	37
2.7.7	Einsatz von EXCEL.....	41
2.8	Rechenfehler .....	43
<b>3</b>	<b>EXCEL: Mathematik.....</b>	<b>45</b>
3.1	Einführung.....	45
3.2	Wirtschaftsmathematik.....	45
3.3	Einsatz von EXCEL.....	45
3.3.1	Funktionen.....	47
3.3.2	Zielwertsuche.....	49
3.3.3	Anwendung von Add-Ins.....	49
<b>4</b>	<b>EXCEL: Programmierung.....</b>	<b>51</b>
4.1	Einführung.....	51
4.2	VISUAL BASIC FOR APPLICATIONS - VBA.....	51
4.3	Makro-Rekorder.....	53
4.4	VBA-Entwicklungsumgebung.....	55
4.4.1	VISUAL BASIC-EDITOR - VBE.....	55
4.4.2	Projektextplorer.....	55



4.4.3	VBA-Hilfe.....	57
4.5	VBA-Programme.....	57
4.5.1	Einführung.....	57
4.5.2	Deklarationen und Anweisungen.....	59
4.5.3	Prozeduren.....	61
4.5.4	Funktionen.....	63
4.5.5	Programmierfehler.....	65
4.5.6	Programme erstellen und ausführen.....	67
4.5.7	Programme testen.....	69
4.6	Elemente der strukturierten Programmierung.....	69
4.6.1	Zahlen.....	69
4.6.2	Zeichenfolgen.....	69
4.6.3	Konstanten.....	71
4.6.4	Variablen.....	71
4.6.5	Felder.....	73
4.6.6	Operatoren.....	75
4.6.7	Ausdrücke.....	77
4.6.8	Zuweisungen.....	77
4.6.9	Integrierte Funktionen.....	79
4.6.10	Ein- und Ausgaben.....	79
4.6.11	Verzweigungen - Bedingte Anweisungen.....	79
4.6.12	Schleifen.....	81
4.7	Erzeugung von Add-Ins.....	85

## TEIL II: Wirtschaftsmathematik mit EXCEL

<b>5</b>	<b>Matrizenrechnung.....</b>	<b>89</b>
5.1	Einführung.....	89
5.1.1	Matrizen.....	89
5.1.2	Vektoren.....	93
5.1.3	Matrizen in EXCEL.....	93
5.2	Anwendungen in der Wirtschaft.....	95
5.3	Operationen mit Matrizen.....	95
5.4	Transponieren von Matrizen.....	97
5.4.1	Definition.....	97
5.4.2	Einsatz von EXCEL.....	97
5.5	Addition und Subtraktion von Matrizen.....	97
5.5.1	Definition.....	97
5.5.2	Einsatz von EXCEL.....	99
5.6	Multiplikation von Matrizen.....	99
5.6.1	Definition.....	99
5.6.2	Einsatz von EXCEL.....	101
5.7	Inversion von Matrizen.....	101
5.7.1	Definition.....	101

---

5.7.2	Einsatz von EXCEL.....	103
5.8	Skalarprodukt von Vektoren.....	103
5.8.1	Definition.....	103
5.8.2	Einsatz von EXCEL.....	105
5.9	Determinanten.....	105
5.9.1	Definition.....	105
5.9.2	Einsatz von EXCEL.....	109
<b>6</b>	<b>Gleichungen und Ungleichungen.....</b>	<b>111</b>
6.1	Einführung.....	111
6.1.1	Gleichungen.....	111
6.1.2	Gleichungssysteme.....	115
6.1.3	Ungleichungen.....	115
6.2	Anwendungen in der Wirtschaft.....	115
6.3	Einsatz von EXCEL.....	117
6.3.1	Zielwertsuche.....	117
6.3.2	SOLVER.....	119
6.4	Lineare Gleichungssysteme.....	123
6.4.1	Einführung.....	123
6.4.2	Lösungstheorie.....	125
6.4.3	Spezielle Lösungsmethoden.....	129
6.4.4	Gaußscher Algorithmus.....	131
6.4.5	Anwendungen in der Wirtschaft.....	135
6.4.6	Lösung mittels EXCEL.....	135
6.5	Polynomgleichungen.....	135
6.5.1	Grundlagen.....	135
6.5.2	Lösung mittels EXCEL.....	137
6.6	Eigenwertaufgaben für Matrizen.....	139
6.7	Nichtlineare Gleichungen.....	139
6.7.1	Lösungsmethoden.....	139
6.7.2	Anwendungen in der Wirtschaft.....	141
6.7.3	Lösung mittels EXCEL.....	143
6.8	Ungleichungen.....	143
6.8.1	Einführung.....	143
6.8.2	Lineare Ungleichungssysteme.....	145
6.8.3	Anwendungen in der Wirtschaft.....	147
6.8.4	Lösung mittels EXCEL.....	147
<b>7</b>	<b>Funktionen.....</b>	<b>149</b>
7.1	Einführung.....	149
7.2	Mathematische Funktionen.....	149
7.2.1	Grundlagen.....	149
7.2.2	Anwendungen in der Wirtschaft.....	153
7.3	Funktionen in EXCEL.....	157
7.3.1	Allgemeine Funktionen.....	157
7.3.2	Mathematische Funktionen.....	157

7.3.3	Definition von Funktionen.....	159
7.4	Grafische Darstellung mathematischer Funktionen in EXCEL.....	159
7.4.1	Diagramm-Assistent.....	159
7.4.2	Kurven und Flächen.....	161
<b>8</b>	<b>Differentialrechnung.....</b>	<b>169</b>
8.1	Einführung.....	169
8.2	Ableitungen.....	169
8.2.1	Grundlagen.....	169
8.2.2	Ableitungsregeln/Differentiationsregeln.....	171
8.2.3	Kurvendiskussion.....	175
8.2.4	Partielle Ableitungen.....	177
8.2.5	Numerische Berechnung von Ableitungen.....	177
8.3	Anwendungen in der Wirtschaft - Marginalanalyse.....	179
8.3.1	Einführung.....	179
8.3.2	Gradient.....	181
8.3.3	Extremwertaufgaben.....	181
8.3.4	Grenzfunktionen.....	183
8.3.5	Durchschnittsfunktionen.....	183
8.3.6	Wachstum.....	183
8.3.7	Elastizität.....	185
8.4	Einsatz von EXCEL.....	187
<b>9</b>	<b>Integralrechnung.....</b>	<b>189</b>
9.1	Einführung.....	189
9.2	Unbestimmte Integrale.....	189
9.2.1	Grundlagen.....	189
9.2.2	Integrationsregeln.....	193
9.3	Bestimmte Integrale.....	197
9.3.1	Grundlagen.....	197
9.3.2	Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung.....	199
9.3.3	Numerische Berechnung.....	201
9.4	Mehrfache Integrale.....	205
9.5	Anwendungen in der Wirtschaft.....	205
9.6	Einsatz von EXCEL.....	205
<b>10</b>	<b>Differenzgleichungen.....</b>	<b>209</b>
10.1	Einführung.....	209
10.2	Grundlagen.....	211
10.3	Anwendungen in der Wirtschaft.....	213
10.4	Lineare Differenzgleichungen.....	215
10.5	Einsatz von EXCEL.....	219
<b>11</b>	<b>Differentialgleichungen.....</b>	<b>221</b>
11.1	Einführung.....	221
11.2	Grundlagen.....	221
11.3	Anwendungen in der Wirtschaft.....	225
11.4	Differentialgleichungen erster Ordnung.....	227

---

11.4.1 Lösungsmethoden.....	227
11.4.2 Wachstumsdifferentialgleichungen.....	229
11.5 Lineare Differentialgleichungen n-ter Ordnung.....	231
11.5.1 Eigenschaften.....	233
11.5.2 Konstante Koeffizienten.....	233
11.5.3 Spezielle Lösungen.....	237
11.6 Numerische Lösung von Differentialgleichungen.....	239
11.7 Einsatz von EXCEL.....	243
<b>12 Optimierung.....</b>	<b>245</b>
12.1 Einführung.....	245
12.2 Grundlagen.....	245
12.2.1 Minimum und Maximum.....	249
12.2.2 Optimalitätsbedingungen.....	251
12.2.3 Lösungsmethoden.....	251
12.3 Anwendungen in der Wirtschaft.....	255
12.4 Extremwertaufgaben.....	255
12.4.1 Grundlagen.....	255
12.4.2 Ohne Nebenbedingungen.....	257
12.4.3 Mit Gleichungsnebenbedingungen.....	263
12.4.4 Numerische Lösungsmethoden.....	267
12.5 Lineare Optimierungsaufgaben.....	267
12.5.1 Aufgabenstellung.....	269
12.5.2 Eigenschaften.....	271
12.5.3 Grafische Lösung.....	273
12.5.4 Simplexmethode.....	273
12.5.5 Transportoptimierung.....	275
12.6 Nichtlineare Optimierungsaufgaben.....	277
12.6.1 Aufgabenstellung.....	279
12.6.2 Eigenschaften.....	279
12.6.3 Numerische Lösungsmethoden.....	281
12.7 Aufgaben der ganzzahligen Optimierung.....	281
12.8 Aufgaben der Vektoroptimierung.....	285
12.9 Einsatz von EXCEL.....	287
<b>13 Finanzmathematik.....</b>	<b>295</b>
13.1 Einführung.....	295
13.2 Grundbegriffe und Formeln.....	297
13.2.1 Abschreibungsrechnung.....	297
13.2.2 Zinsrechnung.....	301
13.2.3 Rentenrechnung.....	307
13.2.4 Tilgungsrechnung.....	309
13.3 Einsatz von EXCEL.....	313
<b>14 Wahrscheinlichkeitsrechnung und Statistik.....</b>	<b>317</b>
14.1 Einführung.....	317
14.2 Anwendungsmöglichkeiten von EXCEL.....	317

---

14.2.1	Statistikfunktionen.....	317
14.2.2	Add Ins.....	319
14.3	Kombinatorik.....	319
14.3.1	Fakultät und Binomialkoeffizient.....	321
14.3.2	Permutationen, Variationen und Kombinationen.....	321
14.3.3	Einsatz von EXCEL.....	321
14.4	Wahrscheinlichkeitsrechnung.....	323
14.4.1	Wahrscheinlichkeit.....	323
14.4.2	Zufallsgrößen.....	327
14.4.3	Verteilungsfunktionen.....	327
14.4.4	Erwartungswert und Streuung.....	331
14.4.5	Einsatz von EXCEL.....	333
14.5	Statistik.....	335
14.5.1	Grundgesamtheit und Stichproben.....	335
14.5.2	Beschreibende Statistik.....	337
14.5.3	Schließende Statistik.....	339
14.5.4	Einsatz von EXCEL.....	341
14.6	Simulation.....	341
14.6.1	Zufallszahlen.....	341
14.6.2	Monte-Carlo-Simulationen.....	343
14.6.3	Anwendungen in der Wirtschaft.....	345
14.6.4	Einsatz von EXCEL.....	345
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>347</b>
	<b>Sachwortverzeichnis.....</b>	<b>355</b>