

Inhaltsverzeichnis

Vorwort zur vierten amerikanischen Auflage	XI
Dank	XV
Kapitel 1: Was ist Operations Research?	1
1.1 Die Anfänge des Operations Research	1
1.2 Was ist Operations Research?	2
1.3 Welche Bedeutung hat Operations Research?	4
1.4 Wie plant man eine Laufbahn in Operations Research?	7
1.5 Überblick über den Inhalt des Buches	9
Kapitel 2: Überblick über die Modellierungsgrundsätze des Operations Research	14
2.1 Problemformulierung	14
2.2 Konstruktion eines mathematischen Modells	16
2.3 Ableiten einer Lösung	19
2.4 Überprüfen des Modells und der Lösung	20
2.5 Errichtung eines Kontrollmechanismus für die Lösung	22
2.6 Implementierung	22
2.7 Zusammenfassung	23
Kapitel 3: Einführung in die lineare Programmierung	25
3.1 Einführungsbeispiel	25
3.2 Das lineare Programmierungsmodell	30
3.3 Grundlegende Annahmen der linearen Programmierung	33
3.4 Ergänzende Beispiele	35
3.5 Zusammenfassung	41
Kapitel 4: Die Lösung linearer Programmierungsprobleme: Das Simplex- verfahren	46
4.1 Das Grundprinzip des Simplexverfahrens	46
4.2 Ausgangsbedingungen des Simplexverfahrens	49
4.3 Die Rechenschritte des Simplexverfahrens	51
4.4 Das Simplexverfahren in tabellarischer Darstellung	58
4.5 Mehrdeutigkeiten beim Simplexverfahren	64
4.6 Anpassung anderer Modellformulierungen	67
4.7 Postoptimalitätsanalysen	79
4.8 Implementierung am Computer	84
4.9 Zusammenfassung	86

Kapitel 5:

Die Theorie des Simplexverfahrens	93
5.1 Grundlagen des Simplexverfahrens	93
5.2 Das revidierte Simplexverfahren	101
5.3 Ein Schlüsselerlebnis für die Theorie des Simplexverfahrens	112
5.4 Zusammenfassung	116

Kapitel 6:

Dualitätstheorie und Sensitivitätsanalyse	124
6.1 Die Kernaussage der Dualitätstheorie	124
6.2 Ökonomische Interpretation der Dualität	130
6.3 Primal-dual-Beziehungen	133
6.4 Behandlung nichtstandardmäßiger Primalprobleme	139
6.5 Die Rolle der Dualitätstheorie bei der Sensitivitätsanalyse	143
6.6 Das Grundprinzip der Sensitivitätsanalyse	146
6.7 Anwendung der Sensitivitätsanalyse	150
6.8 Zusammenfassung	158

Kapitel 7:

Spezialfälle linearer Programmierungsprobleme	172
7.1 Das Transportproblem	173
7.2 Lösung des Transportproblems mit einem verkürzten Simplexverfahren	183
7.3 Das Umladeproblem	200
7.4 Das Zuordnungsproblem	205
7.5 Multidivisionale Probleme	207
7.6 Zusammenfassung	212

Kapitel 8:

Die Formulierung linearer Programmierungsmodelle und Goal-Programming	225
8.1 Variablen und Funktionen mit sowohl positiven als auch negativen Komponenten	226
8.2 Goal-Programming	229
8.3 Maximierung der minimalen Verbesserung aller Ziele	235
8.4 Weitere Beispiele zu Problemen der Modellformulierung	239
8.5 Eine Fallstudie – Neuplanung von Schuleinzugsgebieten für ein ausgewogenes Verhältnis von schwarzen und weißen Schülern	244
8.6 Zusammenfassung	250

Kapitel 9:

Weitere Algorithmen der linearen Programmierung	260
9.1 Die Upper-Bound-Methode	260
9.2 Das duale Simplexverfahren	263
9.3 Parametrische lineare Programmierung	266
9.4 Zusammenfassung	272

Kapitel 10:	
Netzwerkanalyse einschließlich PERT-CPM	278
10.1 Einführendes Beispiel	278
10.2 Die Terminologie der Netzwerke	279
10.3 Das Problem des kürzesten Weges	281
10.4 Das Problem der minimalen Aufspannung eines Baumes	283
10.5 Das Problem des maximalen Flusses	287
10.6 Planung und Kontrolle von Projekten mit PERT-CPM	293
10.7 Zusammenfassung	306
Kapitel 11:	
Dynamische Optimierung	316
11.1 Typisches Beispiel	316
11.2 Charakteristische Merkmale des dynamischen Optimierungs- problems	320
11.3 Deterministische Dynamische Optimierung	323
11.4 Stochastische Dynamische Optimierung	338
11.5 Zusammenfassung	344
Kapitel 12:	
Spieltheorie	352
12.1 Einführung	352
12.2 Die Lösung einfacher Spiele – Ein typisches Beispiel	354
12.3 Spiele mit gemischten Strategien	359
12.4 Graphisches Lösungsverfahren	361
12.5 Lösung mit Hilfe der linearen Optimierung	364
12.6 Erweiterungen	368
12.7 Zusammenfassung	369
Kapitel 13:	
Ganzzahlige Programmierung	376
13.1 Einführungsbeispiel	377
13.2 Einige andere Modellierungsmöglichkeiten mit binären Variablen	379
13.3 Einige Ausführungen zur Lösung ganzzahliger Programmierungs- probleme	384
13.4 Das Branch-and-Bound-Verfahren	388
13.5 Ein Branch-and-Bound-Algorithmus zur reinen, binären, ganz- zahligen Programmierung	397
13.6 Ein Branch-and-Bound-Algorithmus für die gemischt-ganzzahlige Programmierung	402
13.7 Zusammenfassung	404
Kapitel 14:	
Nichtlineare Programmierung	415
14.1 Anwendungsbeispiele	415
14.2 Graphische Darstellung des nichtlinearen Programmierungs- Problems	419
14.3 Typen nichtlinearer Programmierungsprobleme	423

14.4	Optimierung ohne Nebenbedingungen bei einer Variable	428
14.5	Optimierung ohne Nebenbedingungen bei mehreren Variablen	431
14.6	Die Karush-Kuhn-Tucker (KKT)-Bedingungen für die Optimierung mit Nebenbedingungen	437
14.7	Quadratische Programmierung	440
14.8	Programmierung bei zerlegbaren Funktionen	444
14.9	Konvexe Programmierung	451
14.10	Nichtkonvexe Programmierung	456
14.11	Zusammenfassung	461

Kapitel 15:

Stochastische Prozesse	478	
15.1	Einleitung	478
15.2	Der Stochastische Prozess	478
15.3	Markov-Ketten	479
15.4	Die Chapman-Kolmogorov-Gleichungen	481
15.5	Übergangsdauer	484
15.6	Klassifikation der Zustände von Markov-Ketten	487
15.7	Langfristige Eigenschaften von Markov-Ketten	488
15.8	Absorbierende Zustände	494
15.9	Markov-Ketten mit stetigem Zeitparameter	495

Kapitel 16:

Warteschlangentheorie	502	
16.1	Einführungsbeispiel	502
16.2	Grundstruktur der Warteschlangenmodelle	503
16.3	Beispiele von realen Warteschlangensystemen	509
16.4	Die Rolle der Exponentialverteilung	511
16.5	Der Geburts- und Sterbeprozess	517
16.6	Warteschlangenmodelle, die auf dem Geburts- und Sterbeprozess basieren	521
16.7	Warteschlangenmodelle auf Grundlagen von alternativen Wahrscheinlichkeitsverteilungen	540
16.8	Ein Warteschlangenmodell mit Prioritätsregel	549
16.9	Warteschlangennetzwerke	554
16.10	Zusammenfassung	556

Kapitel 17:

Die Anwendung der Warteschlangentheorie	566	
17.1	Beispiele	566
17.2	Entscheidungsfindung	568
17.3	Formulierung der Wartekostenfunktion	573
17.4	Entscheidungsmodelle	578
17.5	Ermittlung der Fahrzeit	583
17.6	Zusammenfassung	590

Kapitel 18:	
Lagerhaltungstheorie	601
18.1 Einleitung	601
18.2 Bestandteile eines Lagerhaltungsmodells	602
18.3 Deterministische Modelle	606
18.4 Stochastische Modelle	623
18.5 Zusammenfassung	649
Kapitel 19:	
Prognoseverfahren	656
19.1 Einführung	656
19.2 Subjektive Methoden	657
19.3 Zeitreihen	658
19.4 Prognosemethoden	660
19.5 Lineare Regression	666
19.6 Zusammenfassung	673
Kapitel 20:	
Markov-Entscheidungsprozesse	683
20.1 Einleitung	683
20.2 Markov-Entscheidungsmodelle	685
20.3 Lineare Programmierung zur Ermittlung der optimalen Politik	690
20.4 Die Bestimmung einer optimalen Politik mit dem Policy-Improvement-Algorithmus	693
20.5 Das Kriterium der diskontierten Kosten	699
20.6 Ein Wasserversorgungsmodell	707
20.7 Ein Lagerhaltungsmodell	712
20.8 Zusammenfassung	717
Kapitel 21:	
Reliabilität	724
21.1 Einführung	724
21.2 Strukturfunktion eines Systems	724
21.3 Zuverlässigkeit eines Systems	727
21.4 Berechnung der exakten Systemreliabilität	729
21.5 Schranken der Systemreliabilität	733
21.6 Schranken der Systemreliabilität auf der Basis von Ausfallzeiten	734
21.7 Zusammenfassung	738
Kapitel 22:	
Entscheidungstheorie	742
22.1 Einführung	742
22.2 Entscheidungsfindung ohne Experiment	743
22.3 Entscheidungsfindung mit Experiment	747
22.4 Entscheidungsbäume	756
22.5 Nutzenfunktion	760

22.6	Das Karneval-Beispiel	760
22.7	Zusammenfassung	767
Kapitel 23:		
Simulation		773
23.1	Illustrationsbeispiele	774
23.2	Formulierung und Implementierung eines Simulationsmodells	778
23.3	Experimentelle Gestaltung der Simulation	788
23.4	Die regenerative Methode der statistischen Analyse	796
23.5	Zusammenfassung	803
Anhang		812
1	Konvexität	812
2	Klassische Optimierungsverfahren	817
3	Matrizen und Matrixoperationen	821
4	Simultane lineare Gleichungen	828
5	Tabellen	831
Lösungen für ausgewählte Übungsaufgaben		840
Sachverzeichnis		848