

- Vorwort** V

- Symbolverzeichnis** XIII

- Kapitel 1: Einführung** 1
 - 1.1 Begriff des Operations Research** 1
 - 1.2 Modelle im Operations Research** 3
 - 1.2.1 Charakterisierung verschiedener Modelltypen 3
 - 1.2.2 Optimierungsmodelle 3
 - 1.2.2.1 Formulierung eines allgemeinen Optimierungsmodells 3
 - 1.2.2.2 Beispiele für Optimierungsmodelle 4
 - 1.2.2.3 Klassifikation von Optimierungsmodellen 6
 - 1.2.3 Bedeutung einer effizienten Modellierung 6
 - 1.3 Teilgebiete des Operations Research** 7
 - 1.4 Arten der Planung und Anwendungsmöglichkeiten des OR** 9

- Kapitel 2: Lineare Optimierung** 12
 - 2.1 Definitionen** 12
 - 2.2 Graphische Lösung von linearen Optimierungsproblemen** 13
 - 2.3 Formen und Analyse von linearen Optimierungsproblemen** 15
 - 2.3.1 Optimierungsprobleme mit Ungleichungen als Nebenbedingungen 15
 - 2.3.2 Die Normalform eines linearen Optimierungsproblems 15
 - 2.3.3 Analyse von linearen Optimierungsproblemen 17
 - 2.4 Der Simplex-Algorithmus** 20
 - 2.4.1 Der Simplex-Algorithmus bei bekannter zulässiger Basislösung 20
 - 2.4.1.1 Darstellung des Lösungsprinzips anhand eines Beispiels 20
 - 2.4.1.2 Der primale Simplex-Algorithmus 21
 - 2.4.2 Verfahren zur Bestimmung einer zulässigen Basislösung 26
 - 2.4.2.1 Der duale Simplex-Algorithmus 26
 - 2.4.2.2 Die M-Methode 27
 - 2.4.3 Der revidierte Simplex-Algorithmus 30
 - 2.4.4 Sonderfälle 34

2.5	Dualität	35
2.6	Untere und obere Schranken für Variablen.	40
2.7	Sensitivitätsanalyse.	44
2.7.1	Änderung von Zielfunktionskoeffizienten	45
2.7.2	Änderung von Ressourcenbeschränkungen	46
2.7.3	Zusätzliche Alternativen	48
2.8	Optimierung bei mehrfacher Zielsetzung	49
2.8.1	Lexikographische Ordnung von Zielen	50
2.8.2	Zieldominanz	51
2.8.3	Zielgewichtung	51
2.8.4	Berücksichtigung von Abstandsfunktionen	52
2.9	Spieltheorie und lineare Optimierung	54
Kapitel 3: Graphentheorie		59
3.1	Grundlagen	59
3.1.1	Begriffe der Graphentheorie	59
3.1.2	Speicherung von Knotenmengen und Graphen	63
3.2	Kürzeste Wege in Graphen	65
3.2.1	Baumalgorithmen	66
3.2.2	Der Tripel-Algorithmus	70
3.3	Minimale spannende Bäume und minimale 1-Bäume	71
3.3.1	Bestimmung eines minimalen spannenden Baumes	72
3.3.2	Bestimmung eines minimalen 1-Baumes	73
Kapitel 4: LP mit spezieller Struktur		74
4.1	Das klassische Transportproblem	74
4.1.1	Problemstellung und Verfahrensüberblick	74
4.1.2	Eröffnungsverfahren	76
4.1.3	Die MODI-Methode	79
4.2	Das lineare Zuordnungsproblem	83
4.3	Umladeprobleme.	84
Kapitel 5: Netzplantechnik.		87
5.1	Einführung und Definitionen	87
5.2	Struktur- und Zeitplanung mit Vorgangsknotennetzplänen	90
5.2.1	Strukturplanung	90
5.2.1.1	Grundregeln	90
5.2.1.2	Transformation von Vorgangsfolgen	91
5.2.1.3	Beispiel	92

5.2.2	Zeitplanung	93
5.2.2.1	Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte	94
5.2.2.2	Pufferzeiten, kritische Vorgänge und Wege	97
5.2.2.3	Zeitplanung mit linearer Optimierung	98
5.2.3	Gantt-Diagramme	100
5.3	Struktur- und Zeitplanung mit Vorgangspfeilnetzplänen	100
5.3.1	Strukturplanung	100
5.3.1.1	Grundregeln	100
5.3.1.2	Ein Beispiel	102
5.3.2	Zeitplanung	103
5.3.2.1	Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte	103
5.3.2.2	Pufferzeiten, kritische Vorgänge und Wege	104
5.4	Kostenplanung	105
5.5	Kapazitätsplanung	107
Kapitel 6:	Ganzzahlige und kombinatorische Optimierung	110
6.1	Klassifikation und Beispiele	110
6.2	Komplexität und Lösungsprinzipien	114
6.2.1	Komplexität von Algorithmen und Optimierungsproblemen	115
6.2.2	Lösungsprinzipien	116
6.3	Grundprinzipien heuristischer Lösungsverfahren	117
6.4	Branch-and-Bound-Verfahren	121
6.4.1	Das Prinzip	121
6.4.2	Erläuterung anhand eines Beispiels	122
6.4.3	Komponenten von B&B-Verfahren	124
6.5	Traveling Salesman - Probleme	127
6.5.1	Heuristiken	127
6.5.1.1	Deterministische Eröffnungsverfahren	128
6.5.1.2	Deterministische Verbesserungsverfahren	129
6.5.1.3	Ein stochastisches Verfahren	130
6.5.2	Ein Branch-and-Bound-Verfahren für TSPe in ungerichteten Graphen	132
6.5.2.1	Die Lagrange-Relaxation und Lösungsmöglichkeiten	133
6.5.2.2	Das Branch-and-Bound-Verfahren	138
6.6	Das mehrperiodige Knapsack-Problem	140
Kapitel 7:	Dynamische Optimierung	144
7.1	Mit dynamischer Optimierung lösbare Probleme	144
7.1.1	Allgemeine Form von dynamischen Optimierungsproblemen	144
7.1.2	Ein Bestellmengenmodell	146
7.1.3	Klassifizierung und graphische Darstellung von DO-Modellen	147

7.2	Das Lösungsprinzip der dynamischen Optimierung	149
7.2.1	Grundlagen und Lösungsprinzip	149
7.2.2	Ein Beispiel	151
7.3	Weitere deterministische, diskrete Probleme	152
7.3.1	Bestimmung kürzester Wege	152
7.3.2	Das Knapsack-Problem	153
7.3.3	Ein Problem mit unendlichen Zustands- und Entscheidungsmengen	154
7.4	Ein stochastisches, diskretes Problem	156
Kapitel 8: Nichtlineare Optimierung		159
8.1	Einführung	159
8.1.1	Allgemeine Form nichtlinearer Optimierungsprobleme	159
8.1.2	Beispiele für nichtlineare Optimierungsprobleme	160
8.1.3	Typen nichtlinearer Optimierungsprobleme	162
8.2	Grundlagen und Definitionen	163
8.3	Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen	168
8.3.1	Probleme mit einer Variablen	168
8.3.2	Probleme mit mehreren Variablen	170
8.4	Allgemeine restringierte Optimierungsprobleme	173
8.4.1	Charakterisierung von Maximalstellen	173
8.4.2	Überblick über Lösungsverfahren	177
8.5	Quadratische Optimierung	178
8.5.1	Quadratische Form	178
8.5.2	Der Algorithmus von Wolfe	180
8.6	Konvexe Optimierungsprobleme	183
8.6.1	Die Methode der zulässigen Richtungen bzw. des steilsten Anstiegs	183
8.6.2	Hilfsfunktionsverfahren	188
8.7	Optimierung bei zerlegbaren Funktionen	191
Kapitel 9: Warteschlangentheorie		193
9.1	Einführung	193
9.2	Binomial-, Poisson- und Exponentialverteilung	194
9.3	Wartemodelle als homogene Markovketten	198
9.3.1	Homogene Markovketten	198
9.3.2	Der Ankunftsprozess	200
9.3.3	Berücksichtigung der Abfertigung	201
9.4	Weitere Wartemodelle	203

Kapitel 10: Simulation	206
10.1 Grundlegende Arten der Simulation	207
10.1.1 Monte Carlo-Simulation	207
10.1.2 Diskrete Simulation	207
10.1.3 Kontinuierliche Simulation	208
10.2 Stochastischer Verlauf von Inputgrößen	208
10.2.1 Kontinuierliche Dichtefunktionen	209
10.2.2 Diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktionen	210
10.2.3 Empirische Funktionsverläufe	210
10.2.4 Signifikanztests	210
10.3 Erzeugung von Zufallszahlen	211
10.3.1 Grundsätzliche Möglichkeiten	211
10.3.2 Standardzufallszahlen	211
10.3.3 Diskret verteilte Zufallszahlen	213
10.3.4 Kontinuierlich verteilte Zufallszahlen	214
10.4 Anwendungen der Simulation	216
10.4.1 Numerische Integration	216
10.4.2 Auswertung stochastischer Netzpläne	217
10.4.3 Analyse eines stochastischen Lagerhaltungsproblems	218
10.4.4 Simulation von Warteschlangensystemen	220
10.5 Simulationssprachen	220
Kapitel 11: OR und Tabellenkalkulation	223
11.1 (Ganzzahlige) Lineare Optimierung	223
11.2 Kürzeste Wege in Graphen	226
11.3 Simulation eines Warteschlangenproblems	228
Literaturverzeichnis	231
Sachverzeichnis	241