

Inhaltsverzeichnis

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	4
1.2.2.1 Formulierung eines allgemeinen Optimierungsmodells	4
1.2.2.2 Beispiele für Optimierungsmodelle	5
1.2.2.3 Klassifikation von Optimierungsmodellen	6
1.2.3 Bedeutung einer effizienten Modellierung	7
1.3 Teilgebiete des Operations Research	7
1.4 Arten der Planung und Anwendungsmöglichkeiten des OR	10
1.5 Anhang	12
Kapitel 2: Lineare Optimierung	13
2.1 Definitionen	13
2.2 Graphische Lösung von linearen Optimierungsproblemen	14
2.3 Formen und Eigenschaften von LPs	16
2.3.1 Optimierungsprobleme mit Ungleichungen als Nebenbedingungen	16
2.3.2 Die Normalform eines linearen Optimierungsproblems	17
2.3.3 Eigenschaften von linearen Optimierungsproblemen	18
2.4 Der Simplex-Algorithmus	21
2.4.1 Der Simplex-Algorithmus bei bekannter zulässiger Basislösung	22
2.4.1.1 Darstellung des Lösungsprinzips anhand eines Beispiels	22
2.4.1.2 Der primale Simplex-Algorithmus	23
2.4.2 Verfahren zur Bestimmung einer zulässigen Basislösung	25
2.4.2.1 Der duale Simplex-Algorithmus	25
2.4.2.2 Die M-Methode	28
2.5 Dualität und Analyse von LP-Lösungen	31
2.5.1 Dualität	31
2.5.2 Sonderfälle von LPs und ihre Identifikation	35
2.5.3 Reduzierte Kosten, Schattenpreise, Opportunitätskosten	37

2.5.4	Sensitivitätsanalyse	42
2.5.4.1	Änderung von Zielfunktionskoeffizienten	43
2.5.4.2	Änderung von Ressourcenbeschränkungen	45
2.5.4.3	Zusätzliche Alternativen	46
2.6	Modifikationen des Simplex-Algorithmus	48
2.6.1	Untere und obere Schranken für Variablen	48
2.6.2	Der revidierte Simplex-Algorithmus	51
2.7	Optimierung bei mehrfacher Zielsetzung	55
2.7.1	Lexikographische Ordnung von Zielen	56
2.7.2	Zieldominanz	56
2.7.3	Zielgewichtung	57
2.7.4	Berücksichtigung von Abstandsfunktionen	57
2.8	Spieltheorie und lineare Optimierung	59
	Softwarehinweise und weiterführende Literatur zu Kapitel 2.	63
Kapitel 3: Graphentheorie		65
3.1	Grundlagen	65
3.1.1	Begriffe der Graphentheorie	65
3.1.2	Speicherung von Knotenmengen und Graphen	69
3.2	Kürzeste Wege in Graphen	71
3.2.1	Baumalgorithmen	72
3.2.2	Der Tripel-Algorithmus	76
3.3	Minimale spannende Bäume und minimale 1-Bäume	77
3.3.1	Bestimmung eines minimalen spannenden Baumes	78
3.3.2	Bestimmung eines minimalen 1-Baumes	79
	Softwarehinweise und weiterführende Literatur zu Kapitel 3.	79
Kapitel 4: LP mit spezieller Struktur.		81
4.1	Das klassische Transportproblem	81
4.1.1	Problemstellung und Verfahrensüberblick	81
4.1.2	Eröffnungsverfahren	83
4.1.3	Die MODI-Methode	87
4.1.4	Transportprobleme bei ganzzahligen Angebots- und Nachfragemengen	91
4.2	Das lineare Zuordnungsproblem	92
4.3	Umladeprobleme	93
	Softwarehinweise und weiterführende Literatur zu Kapitel 4.	94

Kapitel 5: Netzplantechnik	96
5.1 Einführung und Definitionen	96
5.2 Struktur- und Zeitplanung mit Vorgangsknotennetzplänen	99
5.2.1 Strukturplanung	99
5.2.1.1 Grundregeln	99
5.2.1.2 Transformation von Vorgangsfolgen	100
5.2.1.3 Beispiel	101
5.2.2 Zeitplanung	102
5.2.2.1 Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte	103
5.2.2.2 Pufferzeiten, kritische Vorgänge und Wege	106
5.2.2.3 Zeitplanung mit linearer Optimierung	107
5.2.3 Gantt-Diagramme	109
5.3 Struktur- und Zeitplanung mit Vorgangspfeilnetzplänen	109
5.3.1 Strukturplanung	109
5.3.1.1 Grundregeln	109
5.3.1.2 Ein Beispiel	111
5.3.2 Zeitplanung	112
5.3.2.1 Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte	112
5.3.2.2 Pufferzeiten, kritische Vorgänge und Wege	113
5.4 Kostenplanung	114
5.5 Kapazitätsplanung	116
Softwarehinweise und weiterführende Literatur zu Kapitel 5	118
Kapitel 6: Ganzzahlige und kombinatorische Optimierung	120
6.1 Klassifikation und Beispiele	120
6.2 Komplexität und Lösungsprinzipien	125
6.2.1 Komplexität von Algorithmen und Optimierungsproblemen	125
6.2.2 Lösungsprinzipien	126
6.3 Grundprinzipien heuristischer Lösungsverfahren	128
6.4 Branch-and-Bound-Verfahren	132
6.4.1 Das Prinzip	132
6.4.2 Erläuterung anhand eines Beispiels	133
6.4.3 Komponenten von B&B-Verfahren	134
6.5 Knapsack-Probleme	138
6.5.1 Das binäre Knapsack-Problem	138
6.5.1.1 Lösung mittels Branch-and-Bound	138
6.5.1.2 Lösung mittels Branch-and-Cut	139

6.5.2	Das mehrfach restringierte Knapsack-Problem	140
6.6	Traveling Salesman - Probleme	142
6.6.1	Heuristiken	143
6.6.1.1	Deterministische Eröffnungsverfahren	143
6.6.1.2	Deterministische Verbesserungsverfahren	145
6.6.1.3	Ein stochastisches Verfahren	146
6.6.2	Ein Branch-and-Bound-Verfahren für TSPE in ungerichteten Graphen	148
6.6.2.1	Die Lagrange-Relaxation und Lösungsmöglichkeiten	149
6.6.2.2	Das Branch-and-Bound-Verfahren	153
	Softwarehinweise und weiterführende Literatur zu Kapitel 6.	156
Kapitel 7:	Dynamische Optimierung	157
7.1	Mit dynamischer Optimierung lösbare Probleme	157
7.1.1	Allgemeine Form von dynamischen Optimierungsproblemen	157
7.1.2	Ein Bestellmengenmodell	159
7.1.3	Klassifizierung und graphische Darstellung von DO-Modellen	160
7.2	Das Lösungsprinzip der dynamischen Optimierung	162
7.2.1	Grundlagen und Lösungsprinzip	162
7.2.2	Lösung des Bestellmengenmodells	164
7.3	Weitere deterministische, diskrete Probleme	165
7.3.1	Bestimmung kürzester Wege	165
7.3.2	Das Knapsack-Problem	166
7.3.3	Ein Problem mit unendlichen Zustands- und Entscheidungsmengen	169
7.4	Ein stochastisches, diskretes Problem	171
	Weiterführende Literatur zu Kapitel 7.	173
Kapitel 8:	Nichtlineare Optimierung	174
8.1	Probleme und Modelle der nichtlinearen Optimierung	175
8.1.1	Allgemeine Form nichtlinearer Optimierungsprobleme	175
8.1.2	Beispiele für nichtlineare Optimierungsprobleme	176
8.2	Grundlagen und Definitionen	178
8.3	Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen	183
8.3.1	Probleme mit einer Variablen	183
8.3.2	Probleme mit mehreren Variablen	185
8.4	Allgemeine restringierte Optimierungsprobleme	188
8.4.1	Charakterisierung von Maximalstellen	188
8.4.2	Überblick über Lösungsverfahren	192

8.5	Quadratische Optimierung	193
8.5.1	Quadratische Form	193
8.5.2	Der Algorithmus von Wolfe	195
8.6	Konvexe Optimierungsprobleme	198
8.6.1	Die Methode der zulässigen Richtungen bzw. des steilsten Anstiegs	198
8.6.2	Hilfsfunktionsverfahren	203
8.7	Optimierung bei zerlegbaren Funktionen	206
8.8	Anhang	208
Kapitel 9: Warteschlangentheorie		210
9.1	Einführung	210
9.2	Binomial-, Poisson- und Exponentialverteilung	211
9.3	Wartemodelle als homogene Markovketten	215
9.3.1	Homogene Markovketten	215
9.3.2	Der Ankunftsprozess	217
9.3.3	Berücksichtigung der Abfertigung	218
9.4	Weitere Wartemodelle	220
	Softwarehinweis und weiterführende Literatur zu Kapitel 9	222
Kapitel 10: Simulation		223
10.1	Grundlegende Arten der Simulation	224
10.1.1	Monte Carlo-Simulation	224
10.1.2	Diskrete Simulation	224
10.1.3	Kontinuierliche Simulation	225
10.2	Stochastischer Verlauf von Inputgrößen	225
10.2.1	Kontinuierliche Dichtefunktionen	226
10.2.2	Diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktionen	227
10.2.3	Empirische Funktionsverläufe	227
10.2.4	Signifikanztests	227
10.3	Erzeugung von Zufallszahlen	228
10.3.1	Grundsätzliche Möglichkeiten	228
10.3.2	Standardzufallszahlen	228
10.3.3	Diskret verteilte Zufallszahlen	230
10.3.4	Kontinuierlich verteilte Zufallszahlen	231

10.4 Anwendungen der Simulation	233
10.4.1 Numerische Integration	233
10.4.2 Auswertung stochastischer Netzpläne	234
10.4.3 Analyse eines stochastischen Lagerhaltungsproblems	235
10.4.4 Simulation von Warteschlangensystemen	237
10.5 Simulationssprachen	237
Weiterführende Literatur zu Kapitel 10	239
Kapitel 11: OR und Tabellenkalkulation	240
11.1 (Ganzzahlige) Lineare Optimierung	240
11.2 Kürzeste Wege in Graphen	243
11.3 Simulation eines Warteschlangenproblems	245
Weiterführende Literatur zu Kapitel 11	247
Literaturverzeichnis	248
Sachverzeichnis	261