

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	VII
Symbolverzeichnis	XV
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	7
1.2.3 Bedeutung einer effizienten Modellierung.	7
1.3 Teilgebiete des Operations Research.	8
1.4 Arten der Planung und Anwendungsmöglichkeiten des OR.	10
1.5 Algorithmen und Standardsoftware des OR	14
Kapitel 2: Lineare Optimierung	17
2.1 Definitionen.	17
2.2 Graphische Lösung von linearen Optimierungsproblemen	18
2.3 Formen und Eigenschaften von LPs	21
2.3.1 Optimierungsprobleme mit Ungleichungen als Nebenbedingungen	21
2.3.2 Die Normalform eines linearen Optimierungsproblems	21
2.3.3 Eigenschaften von linearen Optimierungsproblemen	23
2.4 Der Simplex-Algorithmus	26
2.4.1 Der Simplex-Algorithmus bei bekannter zulässiger Basislösung	27
2.4.1.1 Darstellung des Lösungsprinzips anhand eines Beispiels	27
2.4.1.2 Der primale Simplex-Algorithmus.	28
2.4.2 Verfahren zur Bestimmung einer zulässigen Basislösung	30
2.4.2.1 Der duale Simplex-Algorithmus	30
2.4.2.2 Die M-Methode	34
2.5 Dualität und Analyse von LP-Lösungen	37
2.5.1 Dualität.	37
2.5.2 Sonderfälle von LPs und ihre Identifikation	41

2.5.3	Reduzierte Kosten, Schattenpreise, Opportunitätskosten	43
2.5.4	Sensitivitätsanalyse	48
2.5.4.1	Änderung von Zielfunktionskoeffizienten	49
2.5.4.2	Änderung von Ressourcenbeschränkungen	51
2.5.4.3	Zusätzliche Alternativen	52
2.6	Modifikationen des Simplex-Algorithmus	53
2.6.1	Untere und obere Schranken für Variablen	54
2.6.2	Der revidierte Simplex-Algorithmus	57
2.7	Optimierung bei mehrfacher Zielsetzung	60
2.7.1	Grundlagen	60
2.7.2	Vorgehensweisen zur Lösung von Zielkonflikten	62
2.7.2.1	Lexikographische Ordnung von Zielen	62
2.7.2.2	Zieldominanz	62
2.7.2.3	Zielgewichtung	63
2.7.2.4	Berücksichtigung von Abstandsfunktionen	63
2.8	Spieltheorie und lineare Optimierung	65
Kapitel 3: Graphentheorie		71
3.1	Grundlagen	71
3.1.1	Begriffe der Graphentheorie	71
3.1.2	Speicherung von Knotenmengen und Graphen	75
3.2	Kürzeste Wege in Graphen	77
3.2.1	Baumalgorithmen	78
3.2.2	Der Tripel-Algorithmus	82
3.3	Minimale spannende Bäume und minimale 1-Bäume	83
3.3.1	Bestimmung eines minimalen spannenden Baumes	84
3.3.2	Bestimmung eines minimalen 1-Baumes	85
Kapitel 4: Lineare Optimierungsprobleme mit spezieller Struktur		87
4.1	Das klassische Transportproblem	87
4.1.1	Problemstellung und Verfahrensüberblick	87
4.1.2	Eröffnungsverfahren	89
4.1.3	Die MODI-Methode	93
4.1.4	Transportprobleme bei ganzzahligen Angebots- und Nachfragemengen	98
4.2	Das lineare Zuordnungsproblem	99
4.3	Umladeprobleme	100

Kapitel 5: Netzplantechnik und Projektmanagement	103
5.1 Elemente und Methoden der Netzplantechnik	104
5.2 Struktur- und Zeitplanung mit Vorgangsknotennetzplänen	106
5.2.1 Strukturplanung	106
5.2.1.1 Grundregeln	106
5.2.1.2 Transformation von Vorgangsfolgen	107
5.2.1.3 Beispiel	108
5.2.2 Zeitplanung	110
5.2.2.1 Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte	110
5.2.2.2 Pufferzeiten, kritische Vorgänge und Wege	113
5.2.2.3 Zeitplanung mit linearer Optimierung	115
5.2.3 Gantt-Diagramme	116
5.3 Struktur- und Zeitplanung mit Vorgangspfeilnetzplänen	116
5.3.1 Strukturplanung	116
5.3.1.1 Grundregeln	117
5.3.1.2 Ein Beispiel	119
5.3.2 Zeitplanung	119
5.3.2.1 Ermittlung frühester und spätester Zeitpunkte	119
5.3.2.2 Pufferzeiten, kritische Vorgänge und Wege	120
5.4 Kostenplanung	121
5.5 Kapazitätsplanung	123
 Kapitel 6: Ganzzahlige und kombinatorische Optimierung	 127
6.1 Klassifikation und Beispiele	128
6.2 Komplexität und Lösungsprinzipien	132
6.2.1 Komplexität von Algorithmen und Optimierungsproblemen	132
6.2.2 Lösungsprinzipien	134
6.3 Grundprinzipien heuristischer Lösungsverfahren	136
6.4 Branch-and-Bound-Verfahren	140
6.4.1 Das Prinzip	140
6.4.2 Erläuterung anhand eines Beispiels	141
6.4.3 Komponenten von B&B-Verfahren	143
6.5 Knapsack-Probleme	146
6.5.1 Das binäre Knapsack-Problem	146
6.5.1.1 Lösung mittels Branch-and-Bound	146
6.5.1.2 Lösung mittels Branch-and-Cut	148
6.5.2 Das mehrfach restringierte Knapsack-Problem	149

6.6	Traveling Salesman-Probleme	151
6.6.1	Heuristiken	152
6.6.1.1	Deterministische Eröffnungsverfahren	152
6.6.1.2	Deterministische Verbesserungsverfahren	154
6.6.1.3	Ein stochastisches Verfahren.	155
6.6.2	Ein Branch-and-Bound-Verfahren für TSPE in ungerichteten Graphen	157
6.6.2.1	Die Lagrange-Relaxation und Lösungsmöglichkeiten	157
6.6.2.2	Das Branch-and-Bound-Verfahren	162
Kapitel 7:	Dynamische Optimierung.	165
7.1	Mit dynamischer Optimierung lösbare Probleme.	166
7.1.1	Allgemeine Form von dynamischen Optimierungsproblemen	166
7.1.2	Ein Bestellmengenmodell	167
7.1.3	Klassifizierung und graphische Darstellung von DO-Modellen.	169
7.2	Das Lösungsprinzip der dynamischen Optimierung	171
7.2.1	Grundlagen und Lösungsprinzip.	171
7.2.2	Lösung des Bestellmengenmodells.	172
7.3	Weitere deterministische, diskrete Probleme	174
7.3.1	Bestimmung kürzester Wege.	174
7.3.2	Das Knapsack-Problem.	174
7.3.3	Ein Problem mit unendlichen Zustands- und Entscheidungsmengen.	177
7.4	Ein stochastisches, diskretes Problem	179
Kapitel 8:	Nichtlineare Optimierung.	183
8.1	Probleme und Modelle der nichtlinearen Optimierung	184
8.1.1	Allgemeine Form nichtlinearer Optimierungsprobleme.	184
8.1.2	Beispiele für nichtlineare Optimierungsprobleme	185
8.2	Grundlagen und Definitionen.	187
8.3	Optimierungsprobleme ohne Nebenbedingungen	192
8.3.1	Probleme mit einer Variablen	192
8.3.2	Probleme mit mehreren Variablen.	194
8.4	Allgemeine restringierte Optimierungsprobleme.	197
8.4.1	Charakterisierung von Maximalstellen	197
8.4.2	Überblick über Lösungsverfahren.	201

8.5	Quadratische Optimierung	202
8.5.1	Quadratische Form	202
8.5.2	Der Algorithmus von Wolfe	204
8.6	Konvexe Optimierungsprobleme	207
8.6.1	Die Methode der zulässigen Richtungen bzw. des steilsten Anstiegs	207
8.6.2	Hilfsfunktionsverfahren	213
8.7	Optimierung bei zerlegbaren Funktionen	216
Kapitel 9: Warteschlangentheorie		219
9.1	Warteschlangensysteme und -modelle	219
9.2	Binomial-, Poisson- und Exponentialverteilung	220
9.3	Wartemodelle als homogene Markovketten	224
9.3.1	Homogene Markovketten	224
9.3.2	Der Ankunftsprozess	226
9.3.3	Berücksichtigung der Abfertigung	227
9.4	Weitere Wartemodelle	230
Kapitel 10: Simulation		233
10.1	Grundlegende Arten der Simulation	234
10.1.1	Monte Carlo-Simulation	234
10.1.2	Diskrete Simulation	235
10.1.3	Kontinuierliche Simulation	235
10.1.4	Agentenbasierte Simulation	236
10.2	Stochastischer Verlauf von Inputgrößen	236
10.2.1	Kontinuierliche Dichtefunktionen	237
10.2.2	Diskrete Wahrscheinlichkeitsfunktionen	238
10.2.3	Empirische Funktionsverläufe	238
10.2.4	Signifikanztests	238
10.3	Erzeugung von Zufallszahlen	239
10.3.1	Grundsätzliche Möglichkeiten	239
10.3.2	Standardzufallszahlen	239
10.3.3	Diskret verteilte Zufallszahlen	240
10.3.4	Kontinuierlich verteilte Zufallszahlen	241

10.4 Anwendungen der Simulation	244
10.4.1 Numerische Integration	244
10.4.2 Auswertung stochastischer Netzpläne	245
10.4.3 Analyse eines stochastischen Lagerhaltungsproblems	246
10.4.4 Simulation von Warteschlangensystemen	248
Kapitel 11: OR mittels Tabellenkalkulation	249
11.1 (Ganzzahlige) Lineare Optimierung	249
11.2 Kürzeste Wege in Graphen	252
11.3 Simulation eines Warteschlangenproblems	254
Literaturverzeichnis	257
Sachverzeichnis	273