

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>9</b>
<b>1 Einführung</b>	<b>11</b>
Übersicht	11
1.1 Fragestellungen des Operations Research	11
1.1.1 Modellierung	12
1.1.2 Algorithmen	14
1.2 Optima	21
1.2.1 Diskrete Optimierungsprobleme	22
1.2.2 Lineare Optimierungsprobleme	24
1.2.3 Ganzzahlige Optimierungsprobleme	26
1.2.4 Nichtlineare Optimierung	27
1.2.5 Multikriterielle Optimierung	28
1.3 Gleichgewichte	29
1.4 Stochastische Probleme des Operations Research	34
1.4.1 Risikomodelle	34
1.4.2 Warteschlangenmodelle	35
1.4.3 MARKOV-Entscheidungs-Modelle	36
Zusammenfassung	38
Kontrollfragen	38
Literatur	39
<b>2 Optimierung in Graphen</b>	<b>41</b>
Übersicht	41
2.1 Relationen, Graphen, Bäume	41
2.1.1 Relationen	41
2.1.2 Graphen	44
2.1.3 Digraphen	47
2.1.4 Netzwerke	51
2.1.5 Teilbedarfsrechnung – Gozintographen	51
2.1.6 Bäume	54
2.2 Kürzeste Wege in Netzwerken	56
2.2.1 DIJKSTRA-Algorithmus für Digraphen	57

2.2.2	Minimal aufspannende Bäume . . . . .	60
2.3	Netzplantechnik . . . . .	64
2.3.1	Vorgangsliste . . . . .	64
2.3.2	CPM-Netzpläne . . . . .	65
2.3.3	CPM-Zeitplanung . . . . .	70
2.4	Dynamische Optimierung . . . . .	76
2.4.1	Problemstellung . . . . .	76
2.4.2	Lösungsansatz . . . . .	78
2.4.3	Erweiterungen . . . . .	80
	Zusammenfassung . . . . .	82
	Kontrollfragen . . . . .	82
	Literatur . . . . .	82
<b>3</b>	<b>Lineare Optimierung</b>	<b>83</b>
	Übersicht . . . . .	83
3.1	Lineare Optimierungsprobleme . . . . .	83
3.1.1	Struktur eines linearen Optimierungsproblems . . . . .	84
3.1.2	Zeilenstufenform und Basisformen . . . . .	86
3.1.3	Lösbarkeit eines linearen Optimierungsproblems . . . . .	89
3.2	Simplex-Algorithmus . . . . .	91
3.3	Zweiphasenmethode . . . . .	101
3.4	Sensitivität und Dualität . . . . .	108
3.4.1	Dualität . . . . .	110
3.4.2	Complementary Slackness . . . . .	111
3.4.3	Die duale Simplex-Methode . . . . .	116
	Zusammenfassung . . . . .	120
	Kontrollfragen . . . . .	120
	Literatur . . . . .	120
<b>4</b>	<b>Ganzzahlige Optimierungsprobleme</b>	<b>121</b>
	Übersicht . . . . .	121
4.1	Lineare Probleme mit Ganzzahligkeitsforderungen . . . . .	121
4.2	Transportprobleme . . . . .	124
4.2.1	Anfangslösungen . . . . .	128
4.2.2	Die Zyklenmethode . . . . .	130
4.3	Zuordnungsprobleme . . . . .	141
4.4	Lösungsverfahren für ganzzahlige Optimierungsprobleme . . . . .	148
4.4.1	Lösung durch Runden . . . . .	148
4.4.2	Schnittebenen-Verfahren . . . . .	148
4.4.3	Branch-and-Bound-Verfahren . . . . .	152
4.4.4	Der DAKIN-Algorithmus . . . . .	154

---

Zusammenfassung . . . . .	159
Kontrollfragen . . . . .	159
Literatur . . . . .	160
<b>5 Nichtlineare Optimierung</b>	<b>161</b>
Übersicht . . . . .	161
5.1 Methoden der Analysis . . . . .	161
5.1.1 Optimierungsprobleme ohne Restriktionen . . . . .	162
5.1.2 Optimierungsprobleme mit Restriktionen . . . . .	164
5.2 Deterministische Suchverfahren . . . . .	170
5.2.1 Intervallschachtelung . . . . .	170
5.2.2 Intervallhalbierung . . . . .	171
5.2.3 NEWTON-Verfahren . . . . .	172
5.2.4 Gradientenabstiegsverfahren . . . . .	173
5.2.5 Verfahren des steilsten Abstiegs . . . . .	174
5.2.6 Das NEWTON-Verfahren als Abstiegsverfahren . . . . .	175
5.3 Simulated Annealing . . . . .	176
5.3.1 Lokale Suche . . . . .	177
5.3.2 Schritte des Simulated Annealing . . . . .	179
5.3.3 Konvergenzverhalten . . . . .	181
Zusammenfassung . . . . .	183
Kontrollfragen . . . . .	183
Literatur . . . . .	183
<b>6 Elemente der Spieltheorie</b>	<b>185</b>
Übersicht . . . . .	185
6.1 Strategische Spiele . . . . .	185
6.1.1 NASH-Gleichgewichte . . . . .	185
6.1.2 Zwei-Personen-Nullsummenspiele . . . . .	193
6.1.3 Symmetrische binäre Zwei-Personen-Spiele . . . . .	195
6.2 Kooperative Spiele . . . . .	200
6.2.1 Fragestellung und Formalisierung . . . . .	200
6.2.2 Die NASH-Lösung . . . . .	204
6.2.3 Kritik an der NASH-Lösung . . . . .	206
6.2.4 Die monotone Verhandlungslösung . . . . .	207
6.3 Koalitionsspiele . . . . .	209
Zusammenfassung . . . . .	214
Kontrollfragen . . . . .	214
Literatur . . . . .	214

<b>Klausuren</b>	<b>215</b>
Klausur 1 . . . . .	215
Klausur 2 . . . . .	219
Klausur 3 . . . . .	222
<b>Lösungen</b>	<b>225</b>
Klausur 1 . . . . .	225
Klausur 2 . . . . .	231
Klausur 3 . . . . .	236
<b>Glossar</b>	<b>241</b>
<b>Abbildungen</b>	<b>246</b>
<b>Symbole und Abkürzungen</b>	<b>249</b>
<b>Literatur</b>	<b>251</b>
<b>Index</b>	<b>253</b>