

---

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	1
<b>1 Optimierungssysteme als Bestandteil von OR/MS</b> .....	5
1.1 Operations Research, Management Science und Decision Support ..	5
1.2 Modellbildung im Operations Research .....	6
1.3 Methoden des Operations Research .....	8
1.3.1 Lineare Optimierung .....	8
1.3.2 Gemischt-ganzzahlige Optimierung .....	9
1.3.3 Netzwerkoptimierung .....	10
1.3.4 Nichtlineare Programmierung .....	12
1.3.5 Heuristiken und Metaheuristiken .....	13
1.3.6 Simulation .....	13
1.3.7 Entscheidungstheorie .....	15
1.3.8 Prognoseverfahren .....	15
1.3.9 Weitere datenbasierte Verfahren .....	16
1.3.10 Weitere Techniken des Operations Research .....	17
1.4 Optimierungssysteme .....	17
1.5 Mathematische Programmierung .....	19
1.6 Anwendungen in der Betriebswirtschaft .....	20
1.7 Praxisbeispiele .....	25
1.7.1 Monte-Carlo-Simulation bei Multiprofil .....	25
1.7.2 Call-Center-Simulation bei einer Direktbank .....	25
1.7.3 SCM-Planungstechniken bei Fischer-Ski .....	26
1.7.4 Zeitschriften-Allokation bei Time Inc. ....	28
1.7.5 Weitere Praxisbeispiele .....	29
1.8 Was sollte ich gelernt haben? .....	29

<b>2</b>	<b>Lineare Optimierungsmodelle</b>	31
2.1	Aufbau von linearen Modellen	31
2.2	Grafische Lösung eines 2-dimensionalen LP-Modells	33
2.3	Eigenschaften des zulässigen Bereichs	36
2.4	LP-Modelle mit spezieller Struktur	38
2.5	Lösungsverfahren für lineare Optimierungsmodelle	42
2.6	Das Simplex-Verfahren zur Lösung von LP-Modellen	44
2.6.1	Grundidee und Standardformat	44
2.6.2	Schritte des Simplex-Verfahrens	47
2.6.3	Bestimmung einer zulässigen Anfangslösung	52
2.7	Grafische Veranschaulichung – Vertiefung	57
2.7.1	Grafische Veranschaulichung der Grundidee des Simplex-Verfahrens	57
2.7.2	Basis vs. Ecke	59
2.7.3	Was ist ein „Simplex“?	59
2.8	Ökonomische Interpretation und Auswertung einer LP-Lösung	61
2.8.1	Interpretation der reduzierten Kosten und der Schattenpreise	64
2.8.2	Duales Modell und seine Interpretation	67
2.9	Praxisbeispiele	70
2.9.1	Produktionsplanung bei Bottle Caps	70
2.9.2	Optimierung der Südzucker Rübenlogistik	71
2.10	Übungsaufgaben	72
2.11	Was sollte ich gelernt haben?	74
<b>3</b>	<b>Software zur Lösung und Modellierung</b>	77
3.1	Merkmale von LP-Optimierungssoftware	77
3.2	Spezielle Implementierungstechniken – Vertiefung	80
3.3	Rechenaufwand bei der Lösung von LP-Modellen	81
3.4	Ein- und Ausgabe von linearen Optimierungsmodellen	82
3.4.1	Interaktive Ein- und Ausgabe	83
3.4.2	Ein- und Ausgabe im MPS-Format	83
3.4.3	Ein- und Ausgabe in internen Datenstrukturen	85
3.4.4	Ein- und Ausgabe über eine DLL-Schnittstelle	86
3.4.5	Spezielle Modellierungssprachen	86
3.5	Einbettung von Optimierungssoftware in Decision-Support-Systeme	89
3.6	Übungsaufgaben	91
3.7	Was sollte ich gelernt haben?	93

<b>4</b>	<b>Modellierungstechniken für Optimierungsaufgaben</b>	<b>95</b>
4.1	Bedeutung der richtigen Modellierung	95
4.2	Fixkostenprobleme	98
4.3	Schwellenwerte	100
4.4	Darstellung alternativer Restriktionsgruppen	102
4.5	Weitere spezielle Modellierungstechniken	103
4.6	Stückweise lineare Funktionen	107
4.7	Darstellung logischer Aussagen als Restriktionen	110
4.8	Optimierung bei mehrfacher Zielsetzung	115
4.8.1	Gewichtungen und Mindestanteile von Zielen	116
4.8.2	Goal Programming	118
4.9	Fundierung von Modellierungstechniken – Vertiefung	119
4.10	Praxisbeispiele	121
4.10.1	Sortimentsoptimierung von Büro- und Papierwaren	121
4.10.2	Verschnittoptimierung von Rollenstahl	122
4.11	Übungsaufgaben	124
4.12	Was sollte ich gelernt haben?	128
<b>5</b>	<b>Lösung gemischt-ganzzahliger Optimierungsmodelle</b>	<b>131</b>
5.1	Schwierigkeitsgrad von Optimierungsmodellen	131
5.2	Algorithmen und allgemeine Lösungsprinzipien	133
5.2.1	Greedy-Methode	134
5.2.2	Divide-and-Conquer	135
5.2.3	Eröffnungs- und Verbesserungsverfahren	135
5.2.4	Lokale Suche	136
5.2.5	Metaheuristiken und naturanaloge Verfahren	137
5.2.6	Backtracking und Branch&Bound	138
5.3	Backtracking und Branch&Bound-Verfahren	139
5.3.1	Backtracking-Verfahren und Hamilton-Kreise	139
5.3.2	Das Rucksackproblem und Job Sequencing	142
5.3.3	Anwendung von Backtracking mit Bounding	143
5.3.4	Branch&Bound-Verfahren für allgemeine MIP-Modelle	146
5.3.5	Beispiel zu Branch&Bound	149
5.4	Bemerkungen zu MIP-Modellen und deren Formulierung	152
5.4.1	Duality Gap	153
5.4.2	(Um-)Formulierung ganzzahliger Modelle – total unimodulare Matrizen	155
5.5	Spezielle Techniken und Software	156
5.6	Was sollte ich gelernt haben?	160

<b>6</b>	<b>Netzwerkorientierte Optimierungsmodelle</b>	163
6.1	Typische Optimierungsmodelle in Netzwerken	163
6.2	Grundbegriffe der Graphentheorie	167
6.3	Minimale Spannbäume	170
6.4	Kürzeste-Wege Probleme und Algorithmen	173
6.4.1	Der Dijkstra-Algorithmus	174
6.4.2	LC-Verfahren für kürzeste Wege	178
6.4.3	Kürzeste Wege zwischen allen Paaren von Knoten	181
6.4.4	Ermittlung längster Wege	183
6.5	Das Transportproblem	184
6.5.1	Das einstufige Transportproblem	184
6.5.2	Das mehrstufige Transportproblem	185
6.6	Das Transshipment-Modell	185
6.6.1	Das allgemeine Basismodell	185
6.6.2	Spezialfälle des Transshipment-Modells	188
6.7	Umformung des Transshipment-Modells	192
6.7.1	Transformation der unteren Schranken	192
6.7.2	Transformation in ein s-t-Flussproblem	193
6.7.3	Bestimmung von Zirkulationsflüssen	194
6.7.4	Kapazitätsrestriktionen auf Knoten	194
6.7.5	Ungerichtete und symmetrische Kanten	195
6.7.6	Netzwerke mit negativen Kantenbewertungen	196
6.8	Lösung des Min-Cost-Flow-Modells	197
6.8.1	Standardformat des Min-Cost-Flow-Modells	197
6.8.2	Bestimmung maximaler Flüsse	199
6.8.3	Bestimmung kostenminimaler Flüsse	203
6.8.4	Lösung mit Hilfe von Standard-Optimierungssoftware	206
6.9	Praxisbeispiele	208
6.9.1	Netzwerkflussmodell für Helsinki Wasserwerke	208
6.9.2	Netzausbauplanung im Gasnetz	209
6.9.3	Flugnetzoptimierung bei UPS	209
6.10	Übungsaufgaben	211
6.11	Was sollte ich gelernt haben?	212
<b>7</b>	<b>Fallstudie Transportlogistik im ÖPV: Netzwerkbasierende Modellierung und Optimierung</b>	215
7.1	Motivation	215
7.2	Produktionsplanung und -steuerung (PPS)	216
7.2.1	Hauptschritte eines PPS-Prozesses	217
7.2.2	Produktionsplanung und dispositive Kontrolle im öffentlichen Verkehr	217

7.3	Das Umlaufplanungsproblem . . . . .	220
7.4	Netzwerkbasierte Modellierung des Umlaufplanungsproblems . . . . .	222
7.5	Standard-Flussproblem und Netzwerktransformationen . . . . .	225
7.6	Praxisanwendung – Probleme klassischer Modellierungsansätze . . . .	227
7.7	Aggregiertes Netzwerkflussmodell . . . . .	229
7.7.1	Netzwerkflussmodell mit Anschlusslinien . . . . .	229
7.7.2	Neue Aggregationsmethode für potentielle Leerfahrten . . . . .	231
7.8	Umsetzung mit Optimierungssoftware in der Praxis . . . . .	233
7.8.1	Realisierung und Rechenergebnisse . . . . .	233
7.8.2	Kombination Heuristik/mathematische Optimierung . . . . .	235
7.9	Was sollte ich gelernt haben? . . . . .	235
<b>8</b>	<b>Touren- und Standortplanung . . . . .</b>	<b>237</b>
8.1	Motivation – Transportlogistik im Güterverkehr . . . . .	237
8.2	Basisprobleme der Tourenplanung . . . . .	238
8.3	Mathematische Modellierung und exakte Verfahren . . . . .	243
8.4	Heuristische Verfahren für Tourenplanung . . . . .	246
8.4.1	Das Savings-Verfahren . . . . .	247
8.4.2	Das Sweep-Verfahren . . . . .	250
8.4.3	Verbesserungsverfahren . . . . .	251
8.5	Dynamische Tourenplanung . . . . .	254
8.6	Warehouse-Location-Probleme . . . . .	255
8.6.1	Unkapazitiertes (einstufiges) WLP . . . . .	256
8.6.2	Kapazitiertes (einstufiges) WLP . . . . .	257
8.6.3	Mehrstufige Warehouse Location Probleme . . . . .	258
8.7	Heuristische Verfahren zur Lösung von Warehouse-Location-Problemen . . . . .	258
8.7.1	Eröffnungsverfahren für Warehouse Location-Probleme . . . . .	259
8.7.2	Verbesserungsverfahren für Warehouse Location-Probleme . . . .	261
8.8	Zentrenprobleme . . . . .	261
8.9	Praxisbeispiele . . . . .	262
8.9.1	Tourenplanung für den technischen Kundendienst . . . . .	262
8.9.2	Standortplanung bei der Stahlindustrie . . . . .	262
8.10	Übungsaufgaben . . . . .	264
8.11	Was sollte ich gelernt haben? . . . . .	266

<b>9</b>	<b>Simulation</b> .....	269
9.1	Motivation und Fallstudien .....	269
9.2	Kontinuierliche Modelle .....	272
9.3	Diskrete Modelle: Techniken .....	274
9.3.1	Konzepte in diskreten Simulationsmodellen .....	274
9.3.2	Modellierung der Inputdaten .....	276
9.3.3	Generierung von zufallsbehafteten Inputdaten .....	280
9.3.4	Gestaltung und Auswertung von Simulationsexperimenten ..	282
9.4	Diskrete Modelle: Fallstudien und Software .....	286
9.4.1	Fallstudie „universitärer Druckerpool“ .....	286
9.4.2	Simulationssoftware Arena .....	289
9.5	Simulation und Optimierung .....	291
9.6	Was sollte ich gelernt haben? .....	294
	<b>Literaturverzeichnis</b> .....	297
	<b>Sachverzeichnis</b> .....	303

Optimierungssysteme

Modelle, Verfahren, Software, Anwendungen

Suhl, L.; Mellouli, T.

2013, XVIII, 306 S. 15 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-642-38936-8