

## Einführung in Operations Research

Bearbeitet von

Wolfgang Domschke, Andreas Drexl, Robert Klein, Armin Scholl

9., überarbeitete Auflage 2015. Buch. XVI, 276 S. Kartoniert

ISBN 978 3 662 48215 5

Format (B x L): 15,5 x 24,1 cm

Gewicht: 488 g

Wirtschaft > Betriebswirtschaft: Theorie & Allgemeines > Unternehmensforschung, Operational Research (OR)

Zu Leseprobe

schnell und portofrei erhältlich bei

**beck-shop.de**  
DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort .....</b>	<b>V</b>
<b>Symbolverzeichnis .....</b>	<b>XIII</b>
<b>Kapitel 1: Einführung .....</b>	<b>1</b>
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
<b>Kapitel 2: Lineare Optimierung .....</b>	<b>17</b>
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
<b>Kapitel 3: Graphentheorie . . . . .</b>	<b>71</b>
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
<b>Kapitel 4: Lineare Optimierungsprobleme mit spezieller Struktur . . . . .</b>	<b>87</b>
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

<b>Kapitel 5: Netzplantechnik und Projektmanagement</b> .....	<b>103</b>
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
<b>Kapitel 6: Ganzzahlige und kombinatorische Optimierung</b> .....	<b>127</b>
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
<b>Kapitel 7: Dynamische Optimierung. . . . .</b>		<b>165</b>
7.1	Mit dynamischer Optimierung lösbarer 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
<b>Kapitel 8: Nichtlineare Optimierung. . . . .</b>		<b>183</b>
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 restriktive 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
<b>Kapitel 9: Warteschlangentheorie . . . . .</b>		<b>219</b>
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
<b>Kapitel 10: Simulation . . . . .</b>		<b>233</b>
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
<b>Kapitel 11: OR mittels Tabellenkalkulation . . . . .</b>	<b>249</b>
11.1 (Ganzzahlige) Lineare Optimierung . . . . .	249
11.2 Kürzeste Wege in Graphen . . . . .	252
11.3 Simulation eines Warteschlangenproblems . . . . .	254
<b>Literaturverzeichnis . . . . .</b>	<b>257</b>
<b>Sachverzeichnis . . . . .</b>	<b>273</b>



<http://www.springer.com/978-3-662-48215-5>

Einführung in Operations Research  
Domschke, W.; Drexel, A.; Klein, R.; Scholl, A.  
2015, XIV, 276 S., Softcover  
ISBN: 978-3-662-48215-5