

# INHALTSVERZEICHNIS

1. Einleitung: Das Wesen der Operations Research . . . . .	1
1. 1. Überblick . . . . .	1
1. 2. Die Entwicklung der Operations Research . . . . .	1
1. 3. Bedeutung und Wesen der OR . . . . .	7
1.3.1. Die Systemorientiertheit der OR . . . . .	7
1.3.2. Die interdisziplinäre Gruppe . . . . .	8
1.3.3. Die Methode der OR . . . . .	9
1. 4. Typische Aufgabenstellungen . . . . .	13
1. 5. Gesichtspunkte für Leitung und Kontrolle . . . . .	17
1.5.1. Inhalt . . . . .	18
1.5.2. Struktur . . . . .	20
1.5.3. Kommunikation . . . . .	20
1.5.4. Kontrolle . . . . .	20
1. 6. Diskussionspunkte . . . . .	21
1. 7. Weiterführende Literatur . . . . .	22
1. 8. Literatur . . . . .	22
2. Problemformulierung . . . . .	25
2. 1. Das Wesen eines Problems . . . . .	25
2. 2. Diagnose . . . . .	26
2.2.1. Formulierung der Zielstellungen . . . . .	27
2.2.2. Systemanalyse . . . . .	28
2. 3. Aufgabentypen . . . . .	33
2.3.1. Problemsituationen mit Risiko . . . . .	34
2.3.2. Problemsituationen mit Sicherheit . . . . .	40
2.3.3. Problemsituationen mit Unsicherheit . . . . .	41
2. 4. Messung der Wirksamkeit . . . . .	46
2. 5. Äquivalenzfunktionen . . . . .	48
2.5.1. Objektive Äquivalenzen . . . . .	48
2.5.2. Subjektive Äquivalenzen . . . . .	51
2. 6. Messung des Nutzens . . . . .	52
2. 7. Zusammenfassung . . . . .	59
2. 8. Diskussionspunkte und Aufgaben . . . . .	60
2. 9. Weiterführende Literatur . . . . .	61
2.10. Literatur . . . . .	61

3. Aufstellung des Modells . . . . .	63
3. 1. Einleitung . . . . .	63
3. 2. Modelltypen . . . . .	63
3.2.1. Beschreibende und erklärende Modelle . . . . .	64
3. 3. Gruppierungen bei der Aufstellung von Modellen . . . . .	66
3.3.1. Gruppierung 1 . . . . .	66
3.3.2. Gruppierung 2 . . . . .	68
3.3.3. Gruppierung 3 . . . . .	70
3.3.4. Gruppierung 4 . . . . .	71
3.3.5. Gruppierung 5 . . . . .	75
3. 4. Verfügbarkeit von Daten und Aufbau eines Modells . . . . .	78
3. 5. Modelle als Näherungen . . . . .	84
3.5.1. Weglassen von wesentlichen Variablen . . . . .	84
3.5.2. Veränderungen bei den Variablen . . . . .	86
3.5.3. Veränderungen der Beziehungen zwischen den Variablen . . . . .	87
3.5.4. Modifizierung der Einschränkungen . . . . .	88
3. 6. Modellsysteme . . . . .	89
3. 7. Sequentielle Entscheidungsmodelle . . . . .	90
3. 8. Modelle als heuristische Instrumente . . . . .	93
3.8.1. Fall 1 . . . . .	94
3.8.2. Fall 2 . . . . .	95
3.8.3. Fall 3 . . . . .	95
3.8.4. Fall 4 . . . . .	96
3. 9. Zusammenfassung . . . . .	97
3.10. Diskussionspunkte und Aufgaben . . . . .	98
3.11. Weiterführende Literatur . . . . .	98
3.12. Literatur . . . . .	98
4. Ableitung von Lösungen aus Modellen . . . . .	100
4. 1. Typen von Lösungen . . . . .	100
4.1.1. Iterative Lösungen . . . . .	101
4.1.2. Die Las Vegas-Technik . . . . .	102
4. 2. Simulation . . . . .	103
4.2.1. Zufallszahlen . . . . .	105
4.2.2. Zufallsvariable mit einer bestimmten Wahrscheinlichkeitsverteilung . . . . .	106
4.2.3. Verfahren zur Stichprobenschätzung . . . . .	107
4.2.4. Varianz und Computer bei der Simulation . . . . .	114
4.2.5. Andere Nutzungen der Simulation . . . . .	115
4. 3. Planspiele . . . . .	116
4.3.1. Planspiele: Analogie oder Analogon? . . . . .	118
4.3.2. Benutzung von Planspielen zu Folgerungen . . . . .	120
4. 4. Experimentelle Optimierung . . . . .	121
4. 5. Zusammenfassung . . . . .	125
4. 6. Diskussionspunkte und Aufgaben . . . . .	126

4. 7. Weiterführende Literatur . . . . .	126
4. 8. Literatur . . . . .	127
5. Zuordnungsprobleme: Die Zuordnung und Verteilung von Ein- satzgrößen . . . . .	129
5. 1. Einleitung . . . . .	129
5. 2. Das Transportproblem . . . . .	131
5.2.1. Bestimmung einer ersten zulässigen Lösung . . . . .	133
5.2.2. Bestimmung einer optimalen Lösung . . . . .	136
5. 3. Degeneration . . . . .	142
5. 4. Offene Transportprobleme . . . . .	146
5. 5. Das Ernennungsproblem . . . . .	147
5. 6. Zusammenfassung . . . . .	153
5. 7. Übungsaufgaben . . . . .	154
6. Das allgemeine lineare Zuordnungsproblem . . . . .	157
6. 1. Einleitung . . . . .	157
6. 2. Ein Zahlenbeispiel . . . . .	157
6. 3. Rechnerisches Verfahren: Die Simplexmethode . . . . .	161
6. 4. Dualität . . . . .	164
6.4.1. Beispiel: Ein Warenhausproblem . . . . .	169
6. 5. Parametrische Optimierung . . . . .	172
6. 6. Ausblick . . . . .	175
6. 7. Übungsaufgaben . . . . .	178
6. 8. Weiterführende Literatur . . . . .	182
6. 9. Literatur . . . . .	182
7. Lagerhaltungsprobleme . . . . .	184
7. 1. Das Wesen des Lagerhaltungsproblems . . . . .	184
7. 2. Zusammenhänge für das Auftreten von Lagerhaltungs- problemen . . . . .	188
7. 3. Die Bedeutung der Zeit bei Lagerhaltungsproblemen . . . . .	189
7. 4. Die Struktur von Lagerhaltungssystemen . . . . .	190
7. 5. Allgemeines deterministisches Problem für ein Produkt und ein Produktionsniveau . . . . .	192
7.5.1. Einige spezielle deterministische Fälle . . . . .	196
7.5.2. Variable Einkaufs- oder Produktionskosten . . . . .	197
7. 6. Deterministisches Modell mit mehreren Produkten und einem Produktionsniveau . . . . .	200
7. 7. Wahrscheinlichkeitsprobleme . . . . .	204
7.7.1. Grundsätze für periodische Überprüfung . . . . .	205
7. 8. Einige praktische Lagerhaltungsprobleme – ein Beispiel . . . . .	206
7.8.1. Mindestbestand . . . . .	209
7.8.2. Bestellung für jedes Produkt zu festgesetzten Zeit- punkten . . . . .	209
7.8.3. Gleiche Bestellintervalle für alle Produkte . . . . .	210

7. 9. Zusammenfassung . . . . .	212
7.10. Übungsaufgaben . . . . .	212
7.11. Weiterführende Literatur . . . . .	214
7.12. Literatur . . . . .	215
8. Ersatz-, Instandhaltungs- und Zuverlässigkeitsprobleme . . . . .	216
8. 1. Einleitung . . . . .	216
8. 2. Größere Ausrüstungen . . . . .	216
8. 3. Diskontierte Kosten . . . . .	218
8. 4. Ersatz plötzlich versagender Einheiten . . . . .	221
8. 5. Gruppenersetzung . . . . .	224
8. 6. Vorbeugende Kontrolle . . . . .	227
8. 7. Der allgemeine Erneuerungsprozeß . . . . .	229
8. 8. Zuverlässigkeit . . . . .	231
8. 9. Zusammenfassung . . . . .	237
8.10. Übungsaufgaben . . . . .	238
8.11. Weiterführende Literatur . . . . .	242
8.12. Literatur . . . . .	243
9. Dynamische Optimierung . . . . .	244
9. 1. Einleitung . . . . .	244
9. 2. Die Benutzung von Entscheidungsbäumen . . . . .	244
9.2.1. Erweiterung der Entscheidungsbäume auf eine unendliche Anzahl von Entscheidungen . . . . .	249
9. 3. Ein Instandhaltungsproblem . . . . .	249
9. 4. Deterministische Probleme . . . . .	254
9. 5. Zusammenfassung: Die allgemeine Struktur der dyna- mischen Optimierung . . . . .	258
9. 6. Übungsaufgaben . . . . .	259
9. 7. Weiterführende Literatur . . . . .	263
9. 8. Literatur . . . . .	263
10. Warteschlangenprobleme . . . . .	264
10. 1. Einleitung . . . . .	264
10. 2. Der Zustand des Systems . . . . .	267
10. 3. Zufällige oder Poisson-Ankünfte und exponentielle Be- dienungszeiten . . . . .	269
10.3.1. Ein Kanal mit konstanter Ankunfts- und Be- dienungsrate . . . . .	272
10.3.2. Mehrere Bedienungsstationen (Kanäle) . . . . .	274
10. 4. Wartezeiten im stationären Zustand . . . . .	275
10. 5. Eine Bedienungsstation mit beliebigen Bedienungszeiten . . . . .	276
10. 6. Andere Warteschlangenmodelle . . . . .	278
10. 7. Simulation von Warteschlangen . . . . .	280
10.7.1. Simulation eines Friseurgeschäfts . . . . .	280
10. 8. Übungsaufgaben . . . . .	288

10. 9. Weiterführende Literatur . . . . .	290
10.10. Literatur . . . . .	291
11. Ablaufplanung und Koordinierungsprobleme . . . . .	293
11. 1. Einleitung . . . . .	293
11. 2. Probleme der Ablaufplanung . . . . .	293
11. 3. Koordinierungsprobleme . . . . .	302
11.3.1. PERT . . . . .	306
11.3.2. Methode des kritischen Weges (CPM) . . . . .	309
11. 4. Zusammenfassung . . . . .	316
11. 5. Übungsaufgaben . . . . .	317
11. 6. Weiterführende Literatur . . . . .	318
11. 7. Literatur . . . . .	319
12. Rundfahrtprobleme und kürzeste Wege in Netzwerken . . . . .	321
12. 1. Einleitung . . . . .	321
12. 2. Das Problem des Handelsreisenden (Rundfahrtproblem) . . . . .	322
12.2.1. Das Verfahren von LITTLE u. a. . . . .	323
12.2.2. Der Algorithmus . . . . .	325
12. 3. Kürzeste Wege in Netzwerken . . . . .	333
12.3.1. Graphisches Verfahren . . . . .	334
12.3.2. Ein Matrixverfahren . . . . .	335
12. 4. Zusammenfassung . . . . .	337
12. 5. Übungsaufgaben . . . . .	338
12. 6. Weiterführende Literatur . . . . .	339
12. 7. Literatur . . . . .	339
13. Konkurrenzprobleme . . . . .	341
13. 1. Einleitung . . . . .	341
13. 2. Formale Struktur von Konkurrenzsituationen . . . . .	342
13. 3. Spieltheorie . . . . .	345
13.3.1. Das Zweipersonen-Nullsummenspiel . . . . .	347
13. 4. Nichtnullsummenspiele . . . . .	355
13. 5. Angebotsprobleme . . . . .	359
13.5.1. Geheimes Anbieten bei Vergabe eines Auftrages . . . . .	359
13.5.2. Öffentliche Versteigerung . . . . .	361
13. 6. Eine Verkaufsaufgabe . . . . .	363
13. 7. Zusammenfassung . . . . .	365
13. 8. Übungsaufgaben . . . . .	366
13. 9. Weiterführende Literatur . . . . .	368
13.10. Literatur . . . . .	369
14. Suchprobleme . . . . .	370
14. 1. Einleitung . . . . .	370
14. 2. Typen von Suchsituationen . . . . .	371
14. 3. Kosten des Fehlers . . . . .	372

14. 4. Quellen der Beobachtungsfehler . . . . .	374
14.4.1. Fehler, die auf den Beobachter zurückzuführen sind . . . . .	374
14.4.2. Fehler, die auf Instrumente zurückzuführen sind	377
14.4.3. Fehler, die auf die Umgebung zurückzuführen sind . . . . .	377
14.4.4. Fehler, die auf den Untersuchungsgegenstand zurückzuführen sind . . . . .	378
14. 5. Entwurf von Stichproben . . . . .	378
14.5.1. Die optimale Verteilung der Anstrengungen für die Suche . . . . .	379
14.5.2. Vielstufige Suche . . . . .	379
14. 6. Mathematische Formulierung der Suchaufgaben . . . . .	380
14.6.1. Distributiver Fall . . . . .	380
14.6.2. Kollektiver Fall . . . . .	387
14. 7. Strategien und Suche . . . . .	390
14.7.1. Das Prüfen von Hypothesen mit Hilfe der sta- tistischen Entscheidungstheorie . . . . .	390
14. 8. Invertierte Suche . . . . .	398
14. 9. Zusammenfassung . . . . .	399
14.10. Übungsaufgaben . . . . .	400
14.11. Weiterführende Literatur . . . . .	402
14.12. Literatur . . . . .	402
15. Prüfung des Modells und der Lösung . . . . .	404
15. 1. Einleitung . . . . .	404
15. 2. Wesentliche und unwesentliche Variable . . . . .	404
15. 3. Auswertung der Variablen. . . . .	410
15.3.1. Definition . . . . .	411
15.3.2. Messung . . . . .	412
15.3.3. Stichproben . . . . .	415
15.3.4. Schätzung . . . . .	417
15. 4. Modelle und Funktionsformen . . . . .	422
15. 5. Prüfung der Lösung . . . . .	424
15. 6. Folgerungen . . . . .	427
15. 7. Diskussionspunkte . . . . .	428
15. 8. Weiterführende Literatur . . . . .	429
15. 9. Literatur . . . . .	429
16. Verwirklichung und Kontrolle der Lösung . . . . .	431
16. 1. Einleitung . . . . .	431
16. 2. Planung der Annehmbarkeit und Annahme der Lösung	431
16. 3. Verwirklichung . . . . .	436
16. 4. Kontrolle . . . . .	440
16.4.1. Kontrolle der Lösung als Ganzes . . . . .	442
16.4.2. Kontrolle von Werten der Parameter . . . . .	443
16. 5. Zusammenfassung . . . . .	448

16. 6. Diskussionspunkte . . . . .	449
16. 7. Literatur . . . . .	450
17. Epilog: Grenzen der Operationsforschung . . . . .	452
17. 1. Einleitung . . . . .	452
17. 2. Das Wesen der Planung. . . . .	452
17. 3. Der Inhalt des Plans . . . . .	453
17.3.1. Zielstellungen und Ziele . . . . .	454
17.3.2. Durchführbare Politiken . . . . .	457
17.3.3. Einsatzgrößen: Erfordernisse und Bereitstellung. . . . .	459
17.3.4. Struktur der Organisation . . . . .	461
17.3.5. Kontrollen . . . . .	467
17. 4. Tatsächliche Gruppierungen in der Planung . . . . .	468
17.4.1. Erfüllung bestimmter Forderungen . . . . .	468
17.4.2. Optimierung . . . . .	469
17.4.3. Elemente selbsttätiger Regelung. . . . .	471
17. 5. Schlußfolgerungen . . . . .	473
17. 6. Literatur . . . . .	473
Namenregister . . . . .	475
Sachregister . . . . .	479