

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	X
Abbildungsverzeichnis	XVI
Tabellenverzeichnis	XIX
1 Einführende Fallstudie	1
Erster Teil: Konzeption quantitativer Planung	
2 Begriffliche Grundlagen	9
2.1 Zum Begriff der Planung	9
2.2 Quantitative und qualitative Planung	12
2.3 Zur Problemorientierung der Planung	13
2.3.1 Zum Problembegriff	14
2.3.2 Planung in unterschiedlichen Problemkontexten	16
2.4 Die Kontroverse um den Modellbegriff	21
2.4.1 Der abbildungsorientierte Modellbegriff	22
2.4.2 Der konstruktionsorientierte Modellbegriff	24
2.5 Modelltypen	25
Literaturhinweise	26
3 Grundfragen quantitativer Modellierung	28
3.1 Modellanalyse im Prozeß quantitativer Planung	28
3.2 Phasen des Problemlösungsprozesses	28
3.3 Der Prozeß der Modellbildung	30
3.3.1 Überblick	30
3.3.2 Problemformulierung	31
3.3.2.1 Anregungsinformation	32
3.3.2.2 Problemidentifikation	34
3.3.2.3 Problemstrukturierung	34
3.3.2.4 Problemdefinition	40
3.3.3 Mathematische Repräsentation und Lösung	41
3.3.3.1 Definition des A- und K-Modells	41
3.3.3.2 Ergebnis der Modellrechnung	43
3.3.4 Interpretation der Modellergebnisse	44
3.4 Beitrag von Modellen zur Lösung praktischer Probleme	46
Literaturhinweise	47
4 Rationale Kriterienwahl: Grundlagen der Entscheidungstheorie	49
4.1 Erkenntnisziele der Entscheidungstheorie	49
4.1.1 Deskriptive Entscheidungstheorie	49
4.1.2 Präskriptive Entscheidungstheorie	49

5	Rationale Methodenwahl: Problemstruktur und Planungsmethodik	102
5.1	Methoden	103
5.2	Systematisierung der Methodiken quantitativer Planung	103
5.3	Optimalplanungsmethodik	104
5.3.1	Anwendungskontext	104
5.3.2	Ein Grundmodell der Optimalplanungsmethodik	105
5.3.3	Algorithmen der Optimalplanungsmethodik	107
5.3.3.1	Optimalitätskriterien als Grundlage effizienter Suche im Alternativenraum	107
5.3.3.2	Näherungsverfahren (Numerische Suche)	111
5.3.4	Vorteile der Optimierung	112
5.3.5	Grenzen	112
5.3.5.1	Entwicklungsaufwand	113
5.3.5.2	Punktuelle Betrachtung des Alternativenraums	113
5.3.5.3	Zeitaufwand	114
5.3.5.4	Komplexitätsreduktion	116
5.4	Methodik der Heuristischen Programmierung	118
5.4.1	Begriffsabgrenzung	118
5.4.1.1	Konstitutive Methodenmerkmale	118
5.4.1.2	Akzessorische Methodenmerkmale	119
5.4.2	Anwendungskontexte	120
5.4.3	Gefahren bei der Anwendung Heuristischer Programme	122
5.4.4	Verfahrensgruppen der Heuristischen Programmierung	124
5.4.4.1	Eröffnungsverfahren	124
5.4.4.2	Verbesserungsverfahren	125
5.4.5	Beurteilung Heuristischer Programme	125
5.4.5.1	Mächtigkeit und Allgemeinheit	125
5.4.5.2	Heuristische Kraft	127
5.4.5.3	Qualitätscharakteristik	128
5.5	Simulationsmethodik	130
5.5.1	Begriffsabgrenzung	130
5.5.2	Anwendungskontexte	131
5.5.2.1	Simulation versus Experiment am realen System	132
5.5.2.2	Simulation versus Optimierungsmethodik/Heuristische Programmierung	133
5.5.3	Grenzen der Simulationsmethodik	135
5.5.4	Phasen der Computersimulation	135
5.5.4.1	Modellierung	136
5.5.4.2	Programmierung	139
5.5.4.3	Validierung/Verifikation eines Simulationsmodells	141
5.5.4.4	Durchführung der Experimente	143
	Literaturhinweise	144

Zweiter Teil: Methoden und Anwendungen

6	Differentialrechnung mit Nebenbedingungen	149
6.1	Grundlagen zur Methode der Lagrange-Multiplikatoren	149
6.2	Produktionsprogrammplanung	153
	Aufgaben	157
7	Lineare Programmierung	158
7.1	Das Maximierungsproblem	158
7.1.1	Ein Beispiel zur Produktionsprogrammplanung	158
7.1.2	Graphische Lösung	161
7.1.3	Erkenntnisse aus der graphischen Lösung	166
7.1.4	Das Simplexverfahren	166
7.1.5	Formale Vereinfachungen und Ablaufdiagramm	174
7.1.6	Ökonomische Interpretation	178
7.2	Das Minimierungsproblem	184
7.2.1	Ein Beispiel zur Rezepturplanung	184
7.2.2	Verfahren zur Lösung von Minimierungsproblemen	187
7.3	Zusammenfassung und Ausblick	192
7.3.1	Zusammenfassung unter Berücksichtigung von Sonderfällen	192
7.3.2	Ausblick	194
	Aufgaben	196
	Literaturhinweise	201
8	Anwendungen der Linearen Programmierung	202
8.1	Anwendungen im Produktions-Controlling	202
8.1.1	Produktionsprogrammplanung	202
8.1.2	Produktionsplanung	204
8.1.3	Verschnittproblem	208
8.1.4	Kombinierte Rezeptur- und Programmplanung	214
8.2	Anwendungen im Marketing- und Finanz-Controlling	217
8.2.1	Marketing-Mix	217
8.2.2	Simultane Investitions- und Finanzplanung	220
8.3	Weitere Anwendungen	231
8.3.1	Ein Bericht vom Erfinder der Linearen Programmierung	231
8.3.2	Das Rucksackproblem	233
8.3.3	Abituraufgabe	234
	Literaturhinweise	235
9	Sensitivitätsanalyse und Parametrische Programmierung	236
9.1	Grundlagen	236
9.2	Die Beziehungen zwischen Ausgangs- und Endtableau	237
9.2.1	Die Matrixrechnung als Grundlage	237
9.2.2	Ausgangs- und Endtableau eines linearen Programms	239
9.3	Die Fragestellungen der Sensitivitätsanalyse	244
9.3.1	Grundlagen	244

4.2	Grundmodell der Entscheidungstheorie	50
4.2.1	Aktionen und Umweltzustände	52
4.2.1.1	Der Aktionsraum	52
4.2.1.2	Der Zustandsraum	53
4.2.2	Ziele und Zielsysteme	53
4.2.3	Die Ergebnisfunktion	54
4.2.4	Ergebnismatrix und Entscheidungsmatrix	55
4.2.5	Präferenzen	57
4.2.5.1	Die Höhenpräferenz	58
4.2.5.2	Die Artenpräferenz	58
4.2.5.3	Die Sicherheitspräferenz	58
4.2.5.4	Die Zeitpräferenz	58
4.3	Entscheidung bei Sicherheit	59
4.3.1	Entscheidung bei einer Zielsetzung	59
4.3.2	Entscheidung bei mehrfacher Zielsetzung	60
4.3.2.1	Zielgewichtung	62
4.3.2.2	Lexikographische Ordnung	63
4.3.2.3	Der Goal-Programming-Ansatz	64
4.3.2.4	Maximierung des minimalen relativen Zielerreichungsgrades	65
4.3.3	Ein-Perioden- und Mehr-Perioden-Betrachtung	66
4.4	Entscheidung bei Unsicherheit	66
4.4.1	Die Maximin-Regel (Wald-Regel)	67
4.4.2	Die Maximax-Regel	68
4.4.3	Die Hurwicz-Regel (Pessimismus-Optimismus-Regel)	68
4.4.4	Die Laplace-Regel	69
4.4.5	Die Savage-Niehans-Regel (Regel des geringsten Bedauerns)	70
4.5	Entscheidung bei Risiko	72
4.5.1	Zusammenhänge zwischen Unsicherheits- und Risikosituationen	72
4.5.2	Eigenschaften von Wahrscheinlichkeiten	73
4.5.3	Das Erwartungswert-Prinzip (Bayes-Prinzip, μ -Prinzip)	74
4.5.4	(μ, σ)-Prinzip	74
4.5.5	Das Bernoulli-Prinzip	76
4.5.5.1	Grundlagen	76
4.5.5.2	Axiome der Bernoulli-Nutzen-Theorie	77
4.5.5.3	Konstruktion der Risiko-Nutzenfunktion	78
4.5.5.4	Kritische Würdigung des Bernoulli-Prinzips	82
4.6	Entscheidungen in Spielsituationen	83
4.6.1	Spielsituation - Definition und Klassifikation	84
4.6.2	Grundtypen strategischer Spiele	86
4.6.3	Zweipersonen-Nullsummenspiele	87
4.6.4	Zweipersonen-Nichtnullsummenspiele	92
	Aufgaben	94
	Literaturhinweise	100

9.3.2	Variation eines Wertes der rechten Seite	245
9.3.3	Variation eines Wertes der Zielfunktionszeile	247
9.3.4	Variation eines einzelnen Produktionskoeffizienten	250
9.3.5	Berücksichtigung einer neuen Strukturvariablen	251
9.3.6	Berücksichtigung einer weiteren Restriktion	252
Aufgabe	.....	254
9.4	Parametrische Programmierung	255
9.4.1	Grundlagen	255
9.4.2	Beispiel für die Parametrische Programmierung	256
9.4.3	Anwendung in der Produktions- und Kostentheorie	262
Aufgabe	.....	264
Literaturhinweise	.....	266
10	Dualität	267
10.1	Grundlagen	267
10.2	Einführendes Beispiel: Semesterticket	268
10.3	Beziehungen zwischen Primal- und Dualproblem	278
10.4	Die Optimaltableaus eines Primal- und Dualproblems	282
10.5	Der duale Simplex-Algorithmus	286
10.6	Anwendungen in der Produktionsprogrammplanung	289
Aufgabe	.....	293
Literaturhinweise	.....	293
11	Das Transport- und das Zuordnungsproblem	294
11.1	Das Transportproblem	294
11.1.1	Grundlagen	294
11.1.2	Beispiel	294
11.1.3	Bestimmung einer Ausgangslösung	295
11.1.4	Optimierung mit der Stepping-Stone-Methode	299
11.1.5	Optimierung mit dem Modi-Verfahren	302
11.1.6	Das Transportproblem als LP-Problem	306
11.1.7	Sonderfälle des Transportproblems	309
11.1.8	Erweiterungen des klassischen Transportproblems	311
11.2	Anwendungen des Transportproblems	313
11.2.1	Die Studienplatzbörse	313
11.2.2	Das Betontransportproblem	316
Aufgaben	.....	317
11.3	Das Zuordnungsproblem	320
11.3.1	Einführungsbeispiel	320
11.3.2	Formulierung des Zuordnungsproblems	321
11.3.3	Ungarisches Lösungsverfahren	322
11.3.4	Gewinnmaximierung im Zuordnungsproblem	327
11.4	Anwendungen des Zuordnungsproblems	330
11.4.1	Der Kauf von Flugtickets als Zuordnungsproblem	330
11.4.2	Personalzuordnung in Radiologien	333
Aufgabe	.....	339
Literaturhinweise	.....	340

12	Dynamische Programmierung	341
12.1	Beispiel und Grundlagen	341
12.2	Anwendungen der Dynamischen Programmierung	349
	12.2.1 Produktionsaufteilungsplanung	349
	12.2.2 Bestimmung des kürzesten Weges	352
	12.2.3 Prüfplanung	355
	12.2.4 Der Wagner-Whitin-Algorithmus	365
	Aufgaben	372
	Literaturhinweise	373
13	Anwendungen der Heuristischen Programmierung	374
13.1	Überblick	374
13.2	Problemstellungen in der Logistik	374
	13.2.1 Grundlagen	374
	13.2.2 Das Traveling Salesman-Problem	375
	13.2.3 Tourenplanungsproblem	376
13.3	Anwendungen in der Logistik	377
	13.3.1 Überblick	377
	13.3.2 Die Savingsheuristik	378
	13.3.3 Die Sweepheuristik	380
	13.3.4 Bester Nachfolger-Heuristik und Einfügungsheuristiken	381
	13.3.5 Heuristik, die auf flächendeckenden Kurven basiert	383
	13.3.6 Austausch- und Umsetzverfahren	386
	13.3.7 Anwendungsbeispiel zur Tourenplanung	386
13.4	Anwendungen in der Bestellmengenpolitik	388
	13.4.1 Grundlagen	388
	13.4.2 Das Cost-Balancing-Verfahren	389
	13.4.3 Das Stückkostenverfahren	391
	13.4.4 Die Silver-Meal-Heuristik	392
	13.4.5 Vergleich der drei Heuristiken	393
	Aufgabe	393
	Literaturhinweise	394
14	Anwendungen der Simulationsmethodik	396
14.1	Grundlagen	396
14.2	Simulation eines Roulette-Systems	397
14.3	Simulation eines Verkehrsproblems	407
14.4	Simulation der Patientensteuerung	414
14.5	Simulation von Prüfstrategien	420
	Aufgabe	428
	Literaturhinweise	431
	Sachverzeichnis	432

Abbildungsverzeichnis

1.1	Lagerbestandsentwicklung	3
2.1	Die Lösung von Problemen durch die Anwendung von Mathematik	12
2.2	Grundmodell eines Problems	14
2.3	Elemente des klassischen Planungsschemas	17
2.4	Strukturstufen von Planungsproblemen	19
2.5	Problemtypen der Planung	20
2.6	Modellbildung nach dem abbildungsorientierten Modellansatz	22
2.7	Systematisierung von Modelltypen	25
3.1	Prozeß der Problemlösung	28
3.2	Prozeß der Modellbildung nach dem konstruktionsorientierten Modellverständnis	30
3.3	Phasen der Problemformulierung	32
3.4	Elemente des klassischen Planungsschemas	35
3.5	Ergebnis der Entscheidungsfeldbildung	37
3.6	Aufbau schlechtstrukturierter Probleme	39
3.7	Bildung von Teilproblemen	39
3.8	Zusammenhang zwischen quantitativer Problemlösungsmethodik i.w.S. und der formalen Problemstruktur des Modells	43
3.9	Deutung eines Modells vor dem Hintergrund des subjektiven Problemverständnisses	44
4.1	Elemente des Grundmodells der Entscheidungstheorie	51
4.2	Graph einer Risiko-Nutzenfunktion, Beispiel für $p_{krit} = 0,6$	79
4.3	Lineare Nutzenfunktion	80
4.4	Konkave Nutzenfunktion	81
4.5	Konvexe Nutzenfunktion	81
4.6	Nutzenfunktion vom Savage-Friedman-Typ	82
4.7	Spielbaum	86
4.8	Bestimmung gemischter Strategien	91
5.1	Prozeß quantitativer Planung	102
5.2	Zielfunktionsgebirge über einem zulässigen Alternativenraum	108
5.3	Konkave Zielfunktion über einem konvexen Raum	108
5.4	Konvexe Zielfunktion über einem konvexen Raum	109
5.5	Konvexe und nichtkonvexe Räume	109
5.6	Konvexe, konkave und andere Funktionen	109
5.7	Nichtkonvexe und nichtkonkave Funktion über einem konvexen Alternativenraum	110
5.8	Konkave Funktion über einem nichtkonvexen Alternativenraum	111
5.9	Zielfunktionsgebirge mit schwacher Abhängigkeit von x_1	117
5.10	Entscheidungsbaum	121

5.11	Zusammenhang zwischen Allgemeinheit und Mächtigkeit	126
5.12	Das Kriterium der heuristischen Kraft	127
5.13	Dichtefunktion der Lösungsqualität eines heuristischen Programms	128
5.14	Verteilungsfunktion $F(r)$ bzw. gespiegelte Verteilungsfunktion $Q = 1 - F(r)$ der Lösungsqualität eines heuristischen Programms.....	129
5.15	Dominanzbeziehungen zwischen zwei heuristischen Programmen: II dominiert I.	130
6.1	Dreidimensionale Darstellung der Zielfunktion	152
6.2	Vogelperspektive der Zielfunktion	152
6.3	Grenzgewinne als Funktionen der Produktionszeit t	156
6.4	Addierte Grenzgewinnfunktion als Funktion der Produktionszeit	156
7.1	Zweidimensionale Darstellung des Lösungsraumes	161
7.2	Abbildung der Restriktionen im Lösungsraum	162
7.3	Lösungsraum mit einer gestrichelten Isogewinngeraden	163
7.4	Lösungsraum mit zwei (gestrichelten) Isogewinngeraden	164
7.5	Dreidimensionaler Fall	165
7.6	Lösungsraum mit Eckpunkt $y_3 = 0$ und $x_2 = 0$	170
7.7	Lösungsraum mit Eckpunkt $y_2 = 0$ und $y_3 = 0$	174
7.8	Ablaufdiagramm für den Simplex-Algorithmus	177
7.9	Veränderung von y_2 um eine Einheit	180
7.10	Lösungsraum des Rezepturplanungsproblems	185
7.11	Spiegelung	188
7.12	Fehlende Nebenbedingung	193
7.13	Lösungsraum mit Ganzzahligkeitsbedingung	194
8.1	Solver-Parameter in Excel für eine Verschnittplanung	213
8.2	Ergebnis in Excel für eine Verschnittplanung	213
9.1	Veranschaulichung der Lösung des Gleichungssystems (I) $6 \cdot x_1 + 2 \cdot x_2 = 27$, (II) $3 \cdot x_1 + 4 \cdot x_2 = 18$	239
9.2	Variation des Wertes b_1 der rechten Seite	246
9.3	Variation des Zielfunktionskoeffizienten c_1	250
9.4	Berücksichtigung einer weiteren Restriktion	254
9.5	Lokalisierung der Basisvariablen	262
10.1	Graphisches Lösungsverfahren	272
11.1	Ablaufdiagramm zum Ungarischen Lösungsverfahren	326
12.1	Gewinnfunktionen der Investitionsalternativen	342
12.2	Orts- und Entfernungsnetz	353
12.3	Ermittlung des kürzesten Weges im gerichteten Graphen	353
12.4	Gerichteter Graph $G(5)$ für $i_n = 3$ Produktionsstufen	360
12.5	Mögliche Bestellpolitiken in einem gerichteten Graphen $G(5)$	368

13.1	Zusammenfassung von Pendeltouren	378
13.2	Verdeutlichung der sukzessiven Entstehung einer einzelnen Tour	379
13.3	Darstellung der Bildung von vorläufigen Touren bei der Sweepheuristik	381
13.4	Rekursive Herleitung einer flächendeckenden Kurve	384
13.5	Veranschaulichung einer Heuristik	385
14.1	Spielfeld des französischen Roulettes („Tableau“)	398
14.2	Flußdiagramm zur Roulettesimulation	400
14.3	Häufigkeitsverteilung der Kassenbestandsveränderungen an den 30.000 Spielabenden des Simulationsexperimentes	405
14.4	Entwicklung des laufenden Mittelwertes der Kassenbestandsveränderungen über sämtliche 30.000 Spielabende	406
14.5	Ortsverhältnisse des Verkehrsproblems	408
14.6	Flußdiagramm für die Simulation des Verkehrsproblems	410
14.7	Netzpläne zum organisatorischen Ablauf der CT-Untersuchung	416
14.8	Simulation der Patientensteuerung	419
14.9	Stiftqualität	422
14.10	Schachtel- und Isolationsqualität	423
14.11	Steckerqualität	424
14.12	Komplettes Flußdiagramm zur Simulation der versuchten Verschraubung genau eines Steckers	425
14.13	Doppel-Stichprobenprüfung	426
14.14	Mögliche Folgen von Kartenzügen bei der Erzeugung der Nachfrage einer Runde	430

Tabellenverzeichnis

4.1	Symbolverzeichnis zur Entscheidungstheorie	52
4.2	Ergebnismatrix	55
4.3	Ergebnismatrix bei mehrfacher Zielsetzung und mehreren Ergebniszeitpunkten	55
4.4	Ergebnismatrix (Beispiel)	57
4.5	Nutzenmatrix (Beispiel)	57
4.6	Ergebnismatrix bei einfacher Zielsetzung und Sicherheit	59
4.7	Ergebnismatrix bei mehrfacher Zielsetzung und Sicherheit	61
4.8	Nutzenmatrix bei mehrfacher Zielsetzung und Sicherheit	61
4.9	Ergebnismatrix bei mehrfacher Zielsetzung (Beispiel)	62
4.10	Beispiel zur Lösung durch Zielgewichtung	63
4.11	Beispiel zur Anwendung der lexikographischen Ordnung	64
4.12	Beispiel zur Anwendung des Standardansatzes des Goal-Programming	65
4.13	Beispiel zur Maximierung des minimalen Zielerreichungsgrades	66
4.14	Beispiel zur Anwendung der Maximin-Regel	67
4.15	Beispiel zur Anwendung der Maximax-Regel	68
4.16	Nutzenmatrix (Beispiel) zur Anwendung der Hurwicz-Regel	69
4.17	Entscheidungsmatrix (Beispiel) zur Anwendung der Hurwicz-Regel für $\lambda = 0,6$	69
4.18	Beispiel zur Anwendung der Laplace-Regel	70
4.19	Nutzenmatrix (Beispiel) zur Anwendung der Savage-Niehans-Regel	71
4.20	Opportunitätsmatrix (Beispiel) zur Anwendung der Savage-Niehans-Regel	71
4.21	Beispiel zur Anwendung des μ -Prinzips	74
4.22	Beispiel zur Anwendung des (μ, σ) -Prinzips	75
4.23	Ergebnismatrix (Beispiel) zur Anwendung des Bernoulli-Prinzips	78
4.24	Beispiel zur Konstruktion der Risiko-Nutzenfunktion	78
4.25	Nutzenmatrix (Beispiel) zur Anwendung des Bernoulli-Prinzips	79
4.26	Spielmatrix (Auszahlungsmatrix)	85
4.27	Zweipersonen-Nullsummenspiel mit Sattelpunkt	88
4.28	Zweipersonen-Nullsummenspiel mit Sattelpunkt in vereinfachter Schreibweise	89
4.29	Zweipersonen-Nullsummenspiel ohne Sattelpunkt	89
4.30	„Papier-Stein-Schere“-Spiel	91
4.31	Konstantsummenspiel	92
4.32	Gefangenendilemma	93
5.1	Methodiken zur Analyse quantitativer Modelle	104
5.2	Rechenzeitbedarf in Abhängigkeit von Problemdimension und Zeitkomplexitätsfunktion der Algorithmen	114
5.3	Effekt erhöhter Rechengeschwindigkeit auf die innerhalb einer fixen Dauer lösbaren Problemdimensionen durch Algorithmen mit polynomialer bzw. exponentieller Zeitkomplexitätsfunktion	115

6.1	Erzeugnisse mit relevanten Informationen	153
6.2	Bestimmung der Cournot-Mengen	154
7.1	Bearbeitungszeiten (Produktionskoeffizienten) je Einheit der Sitzmöbel in den verschiedenen Werkstätten in [Std./ME]	158
7.2	Maximale zeitliche Fertigungskapazität der drei Werkstätten in [Std.]	158
7.3	Marktpreise, variable Stückkosten und Deckungsspannen für die Sitzmöbel in [GE/ME]	158
7.4	Inhalt und Preise der verschiedenen Rohstoffe	184
7.5	Zusammenfassung zur Linearen Programmierung	192
7.6	Garnarten, Knäuelpreise, -gewichte und -längen	197
7.7	Verspinnungsgeschwindigkeit der Spinnmaschine in Abhängigkeit von der Garnfeinheit	197
7.8	Daten der Garnfärbung	198
8.1	Zahlungsreihen	222
8.2	Zahlungsreihen	226
8.3	Ausgangstableau für die simultane Investitions- und Finanzplanung	227
8.4	Zweigeteiltes Optimaltableau für die simultane Investitions- und Finanzplanung	228
9.1	Ausgangsdaten	239
9.2	Ausgangstableau	240
9.3	Das Ausgangstableau in Matrixschreibweise (allgemeine Fassung)	240
9.4	Das Ausgangstableau des Beispiels in Matrixschreibweise	241
9.5	Endtableau (allgemeine Fassung)	241
9.6	Das Endtableau in Matrixschreibweise	241
9.7	Das Endtableau des Beispiels in Matrixschreibweise	242
9.8	Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse	248
9.9	Die Umwandlung einer neuen Zeile des Ausgangstableaus zur entsprechenden Zeile des Endtableaus	253
9.10	Ausgangstableau mit drei Parametern	256
9.11	Erstes Tableau mit drei freien Parametern; optimal für $-9 \leq \alpha \leq 18$, $-3 \leq \beta \leq 3/2$ und $0 \leq \gamma \leq 2$	258
9.12	Zweites Tableau mit drei freien Parametern; optimal für $\alpha \leq 18$, $\beta \geq 3/2$ und $\gamma \leq 4$	260
9.13	Drittes Tableau mit drei freien Parametern; optimal für $18 \leq \alpha \leq 27$, $\beta \geq -3$	261
10.1	Gewinnmatrix aus Sicht des Spielers A	268
10.2	Gewinnmatrix mit Sattelpunkt aus Sicht des Spielers A	269
10.3	Gewinnmatrix bei Formal- und Sachzielorientierung	270
10.4	Gewinnmatrix bei Formal- und Sachzielorientierung aus Sicht des Spielers A	270
10.5	Reduzierte Gewinnmatrix bei Formal- und Sachzielorientierung	271
10.6	Erwarteter Gewinn des Spielers A für jede reine Strategie des Spielers B	272

10.7	Gewinnerwartungswerte	273
10.8	Ausgangstableau des Primalproblems	274
10.9	Optimaltableau des Primalproblems	275
10.10	Verlusterwartungswerte	275
10.11	Ausgangstableau des Dualproblems	277
10.12	Optimaltableau des Dualproblems	277
10.13	Vergleich von primalem und dualem Simplex-Algorithmus	288
10.14	Optimaltableau im Primalproblem	291
10.15	Optimaltableau im Dualproblem	291
11.1	Vergleich von Modi-Verfahren und Simplex-Algorithmus	309
11.2	Matrix der Flugkosten	331
11.3	Die um Spaltenminima reduzierte Matrix	333
11.4	Optimale Lösung für den Kauf von Flugtickets	333
11.5	Arbeitsgeschwindigkeit der Konditoren	340
12.1	Bestimmung des kürzesten Weges	354
12.2	Formale Bezeichnung und Bedeutung der Pfeile des Graphen aus Abb. 12.4	360
12.3	Ermittlung der optimalen Bestellmengenpolitik	370
12.4	Kosten pro Anlage als Funktion der Intensität	372
12.5	Bedarf und Marktpreis von LIPLA99	372
13.1	Ermittlung einer Bestellmengenpolitik mit dem Cost-Balancing-Verfahren	390
13.2	Ermittlung einer Bestellmengenpolitik mit dem Stückkostenverfahren	391
13.3	Ermittlung einer Bestellmengenpolitik mit der Silver-Meal-Heuristik	392
13.4	X- und Y-Koordinaten der Städte Nr. 1-15	394
14.1	BASIC-Code zum Flußdiagramm in Abbildung 14.2	403
14.2	Bezeichnung der im Netzplan dargestellten Aktivitäten	417
14.3	Erläuterungen zu dem Flußdiagramm zur Patientensteuerung	420
14.4	Verzeichnis der Symbole in der Reihenfolge ihres Auftretens	421
14.5	Spielbogen und Beispiel für das Planspiel zur Lagerdisposition	429
14.6	Zusammensetzung des Kartenspiels und Nachfragewerte der Karten	429