

# Inhalt

<b>Vorwort</b>	<b>v</b>
<b>Bezeichnungen</b>	<b>xiii</b>
<b>Problemtypen</b>	<b>xvii</b>
<b>I Lineare Optimierung</b>	<b>1</b>
<b>1 Problemstellung und Zweck</b>	<b>7</b>
1.1 Modellierung . . . . .	7
1.2 Aufgaben zur Modellierung . . . . .	8
1.3 Lösungen zur Modellierung . . . . .	12
1.4 Aufgaben zum spielerischen Lösen . . . . .	17
1.5 Lösungen zu den spielerischen Aufgaben . . . . .	19
<b>2 Darstellungsformen und Alternativsätze für lineare Optimierungsprobleme</b>	<b>29</b>
2.1 Lineare Ungleichungssysteme . . . . .	29
2.2 Aufgaben zu linearen Ungleichungssystemen . . . . .	34
2.3 Lösungen zu linearen Ungleichungssystemen . . . . .	37
<b>3 Polyedertheorie</b>	<b>45</b>
3.1 Konvexität von Mengen . . . . .	45
3.2 Aufgaben zur Konvexität von Mengen . . . . .	48
3.3 Lösungen zur Konvexität von Mengen . . . . .	51
3.4 Polyeder und polyedrische Kegel . . . . .	59
3.5 Aufgaben zu Polyeder und polyedrische Kegel . . . . .	61
3.6 Lösungen zu Polyeder und polyedrische Kegel . . . . .	62
3.7 Ecken und Seitenflächen . . . . .	66
3.8 Aufgaben zu Ecken und Seitenflächen . . . . .	69
3.9 Lösungen zu Ecken und Seitenflächen . . . . .	70
<b>4 Polyederstruktur</b>	<b>81</b>
4.1 Endliche Erzeugung . . . . .	81

4.2	Aufgaben zur endlichen Erzeugung . . . . .	83
4.3	Lösungen zur endlichen Erzeugung . . . . .	84
4.4	Zerlegungssatz . . . . .	91
4.5	Aufgaben zum Zerlegungssatz . . . . .	94
4.6	Lösungen zum Zerlegungssatz . . . . .	97
<b>5</b>	<b>Dualität</b>	<b>107</b>
5.1	Duale Probleme und Dualitätssatz . . . . .	107
5.2	Aufgaben zu dualen Problemen und zum Dualitätssatz . . . . .	111
5.3	Lösungen zu dualen Problemen und zum Dualitätssatz . . . . .	112
5.4	Sätze vom komplementären Schlupf . . . . .	117
5.5	Aufgaben zu den Sätzen vom komplementären Schlupf . . . . .	118
5.6	Lösungen zu den Sätzen vom komplementären Schlupf . . . . .	120
<b>6</b>	<b>Simplex-Algorithmus</b>	<b>127</b>
6.1	Restriktionsorientierter Simplex-Algorithmus . . . . .	127
6.2	Aufgaben zum restriktionsorientierten Simplex-Algorithmus . . . . .	142
6.3	Lösungen zum restriktionsorientierten Simplex-Algorithmus . . . . .	145
6.4	Variablenorientierter Simplex-Algorithmus . . . . .	157
6.5	Aufgaben zum variablenorientierten Simplex-Algorithmus . . . . .	162
6.6	Lösungen zum variablenorientierten Simplex-Algorithmus . . . . .	164
6.7	Postoptimierung . . . . .	179
6.8	Aufgaben zur Postoptimierung . . . . .	185
6.9	Lösungen zur Postoptimierung . . . . .	187
<b>II</b>	<b>Ganzzahlige lineare Optimierung</b>	<b>195</b>
<b>7</b>	<b>Problemstellung und Zweck</b>	<b>199</b>
7.1	Modellierung . . . . .	200
7.2	Aufgaben zur Modellierung . . . . .	204
7.3	Lösungen zur Modellierung . . . . .	207
7.4	Unimodulare Probleme . . . . .	215
7.5	Aufgaben zu unimodularen Problemen . . . . .	216
7.6	Lösungen zu unimodularen Problemen . . . . .	218
<b>8</b>	<b>Polyedertheorie bei Ganzzahligkeit</b>	<b>223</b>
8.1	Theorie der Ganzzahligen Optimierung . . . . .	223
8.2	Aufgaben zur Theorie der Ganzzahligen Optimierung . . . . .	226
8.3	Lösungen zur Theorie der Ganzzahligen Optimierung . . . . .	228
<b>9</b>	<b>Algorithmen der Ganzzahligen Optimierung</b>	<b>233</b>
9.1	Dakins Branch-and-Bound-Algorithmus . . . . .	233
9.2	Aufgaben zu Dakins Branch-and-Bound-Algorithmus . . . . .	236
9.3	Lösungen zu Dakins Branch-and-Bound-Algorithmus . . . . .	238
9.4	Gomorys Schnittebenenverfahren . . . . .	247

9.5	Aufgaben zu Gomorys Schnittebenenverfahren . . . . .	252
9.6	Lösungen zu Gomorys Schnittebenenverfahren . . . . .	254

### **III Nichtlineare Optimierung** **261**

#### **10 Problemstellung und Zweck der nichtlinearen Optimierung** **265**

10.1	Modellierung von nichtlinearen Optimierungsproblemen . . . . .	265
10.2	Aufgaben zur Modellierung von nichtlinearen Optimierungsproblemen . . . . .	267
10.3	Lösungen zur Modellierung von nichtlinearen Optimierungsproblemen . . . . .	272

#### **11 Konvexität in nichtlinearen Optimierungsproblemen** **281**

11.1	Konvexe Mengen . . . . .	282
11.2	Aufgaben zu konvexen Mengen . . . . .	285
11.3	Lösungen zu konvexen Mengen . . . . .	285
11.4	Konvexität und Differenzierbarkeit . . . . .	290
11.5	Aufgaben zur Konvexität und Differenzierbarkeit . . . . .	298
11.6	Lösungen zur Konvexität und Differenzierbarkeit . . . . .	300
11.7	Optimierungseigenschaften bei Konvexität . . . . .	305
11.8	Aufgaben zu Optimierungseigenschaften bei Konvexität . . . . .	308
11.9	Lösungen zu Optimierungseigenschaften bei Konvexität . . . . .	313

#### **12 Optimalitätskriterien** **323**

12.1	Karush-Kuhn-Tucker-Theorie . . . . .	324
12.2	Aufgaben zu Karush-Kuhn-Tucker . . . . .	329
12.3	Lösungen zu Karush-Kuhn-Tucker . . . . .	331
12.4	Theorie der Constraint-Qualifications . . . . .	339
12.5	Aufgaben zu Constraint-Qualifications . . . . .	341
12.6	Lösungen zu Constraint-Qualifications . . . . .	344

#### **13 Dualität in der nichtlinearen Optimierung** **351**

13.1	Lagrange-Dualität . . . . .	351
13.2	Aufgaben zur Lagrange-Dualität . . . . .	352
13.3	Lösungen zur Lagrange-Dualität . . . . .	353
13.4	Dualitätssätze . . . . .	358
13.5	Aufgaben zu den Dualitätssätzen . . . . .	360
13.6	Lösungen zu den Dualitätssätzen . . . . .	361
13.7	Sattelpunkte . . . . .	368
13.8	Aufgaben zu Sattelpunkten . . . . .	370
13.9	Lösungen zu Sattelpunkten . . . . .	372

### **IV Elementare kombinatorische Optimierung** **375**

#### **14 Bäume und Wälder** **381**

14.1	Minimale aufspannende Bäume . . . . .	381
------	---------------------------------------	-----

---

14.2	Aufgaben zu minimalen aufspannenden Bäumen . . . . .	385
14.3	Lösungen zu minimalen aufspannenden Bäumen . . . . .	388
<b>15</b>	<b>Kürzeste Wege und Routenplanung</b>	<b>399</b>
15.1	Modellierung als Kürzeste-Wege-Problem . . . . .	399
15.2	Aufgaben zur Modellierung als Kürzeste-Wege-Problem . . . . .	399
15.3	Lösungen zur Modellierung als Kürzeste-Wege-Problem . . . . .	401
15.4	Algorithmen zur Bestimmung kürzester Wege . . . . .	404
15.5	Aufgaben zu den Algorithmen zur Bestimmung kürzester Wege . . . . .	409
15.6	Lösungen zu den Algorithmen zur Bestimmung kürzester Wege . . . . .	411
	<b>Literaturhinweise</b>	<b>419</b>
	<b>Index</b>	<b>421</b>