

Inhaltsverzeichnis

1	Modellierung	1
1.1	Mengentheoretische Modelle	1
1.2	Repräsentation der Objekte	5
1.3	Repräsentation der Anordnungsvarianten	7
1.4	Approximation und interne Beschreibung der Teile	8
1.5	Nichtlineares Optimierungsmodell, Φ -Funktionen	9
1.6	Ganzzahlige lineare Optimierungsmodelle	12
1.7	Weitere Modellierungsvarianten	14
1.8	Aufgaben	15
1.9	Lösungen	16
2	Das Rucksackproblem	19
2.1	Problemstellung	19
2.2	Der Algorithmus von Gilmore und Gomory	20
2.3	Die Längste-Wege-Methode	23
2.4	Branch-and-Bound-Algorithmen	25
2.5	Periodizität der Lösung, Dominanz	28
2.6	Rucksackprobleme mit oberen Schranken	32
2.7	Rasterpunktmengen	33
2.8	Aufgaben	35
2.9	Lösungen	37
3	Das Cutting Stock- und das Bin Packing-Problem	41
3.1	Problemstellungen	41
3.2	Das Gilmore/Gomory-Modell	42
3.3	Das revidierte Simplex-Verfahren	45
3.4	Die Farley-Schranke	50
3.5	Spaltengenerierung	52
3.6	Das Cutting Stock-Problem mit mehreren Ausgangslängen	56
3.7	Alternative Modelle und angrenzende Problemstellungen	58
3.8	Die Eigenschaften IRUP und MIRUP	61

3.8.1	Definition von IRUP und MIRUP	61
3.8.2	Transformationen	63
3.8.3	Teilprobleme mit MIRUP	64
3.8.4	Weitere Relaxationen	67
3.8.5	Höherdimensionale Cutting Stock-Probleme	69
3.9	Das Bin Packing-Problem	70
3.9.1	Reduktionsmethoden	70
3.9.2	Untere Schranken	71
3.9.3	Heuristiken und exakte Algorithmen	74
3.10	Aufgaben	75
3.11	Lösungen	77
4	Optimaler Guillotine-Zuschnitt	81
4.1	Problemstellung	81
4.2	Guillotine-Zuschnitt	82
4.3	Zweistufiger Guillotine-Zuschnitt	87
4.4	Dreistufiger Guillotine-Zuschnitt	89
4.5	Weitere Schemata	92
4.6	Teilebeschränkungen	94
4.7	Aufgaben	95
4.8	Lösungen	95
5	Optimale Rechteck-Anordnungen	97
5.1	Lineare ganzzahlige Modelle	97
5.1.1	Das Modell vom Beasley-Typ	97
5.1.2	Ein lineares gemischt-ganzzahliges Modell	99
5.2	Obere Schranken	100
5.3	Ein Konturkonzept-Algorithmus	106
5.3.1	Das Konturkonzept	106
5.3.2	Ein Branch-and-Bound-Algorithmus	108
5.3.3	Obere Schranken	108
5.3.4	Äquivalenz und Dominanz	112
5.3.5	Weitere Lösungsansätze	112
5.4	Aufgaben	113
5.5	Lösungen	114

6	Rechteck-Anordnungen im Streifen	115
6.1	Lineare ganzzahlige Modelle	115
6.1.1	Ein Modell vom Beasley-Typ	116
6.1.2	Ein lineares gemischt-ganzzahliges Modell	117
6.2	Untere Schranken	118
6.3	Heuristiken für das Streifen-Packungsproblem	123
6.3.1	Heuristiken für das Offline-Streifen-Packungsproblem	123
6.3.2	Güteaussagen	126
6.3.3	Regal-Algorithmen für Online-Probleme	131
6.3.4	Aussagen zum durchschnittlichen Fall	136
6.4	Lokale Suche und Metaheuristiken	137
6.4.1	Lokale Suche	137
6.4.2	Metaheuristiken	138
6.5	Ein Branch-and-Bound-Algorithmus	141
6.6	Guillotine-Streifenpackungen	145
6.6.1	Qualität von Guillotine-Anordnungen	145
6.6.2	Lineare ganzzahlige Modelle	149
6.7	Aufgaben	152
6.8	Lösungen	153
7	Qualitätsrestriktionen	157
7.1	Zuschnitt variabler Längen	157
7.1.1	Problemstellung	157
7.1.2	Modellierung	159
7.1.3	Optimalwertfunktion	160
7.1.4	Obere Schranken und Lösungsstrategie	162
7.1.5	Anordnung eines Teiles	166
7.1.6	Branch-and-Bound-Algorithmus	170
7.1.7	Forward State-Strategie	172
7.1.8	Beispiel	173
7.2	Unerlaubte Bereiche	177
7.2.1	Problemstellung	177
7.2.2	Basis-Rekursion	179
7.2.3	Effektivierungen	181
7.2.4	Beispiele und Erweiterungen	183
7.3	Aufgaben	186
7.4	Lösungen	186

8	Das Paletten-Beladungsproblem	191
8.1	Das klassische Paletten-Beladungsproblem	191
8.1.1	Problemstellung	191
8.1.2	Äquivalenz von Paletten-Beladungsproblemen	192
8.2	Obere Schranken	194
8.3	Die G4-Heuristik	196
8.3.1	Bezeichnungen, Block-Heuristiken	196
8.3.2	Die G4-Struktur	197
8.3.3	Die G4-Heuristik	199
8.3.4	Aufwandsreduktion	201
8.4	Das Guillotine-Paletten-Beladungsproblem	204
8.4.1	Basismodell und Algorithmus	204
8.4.2	Definition von Teilproblemen	207
8.4.3	Eigenschaften von E_0 und E_1	209
8.4.4	Ein Algorithmus für Teilproblem 1	212
8.5	Das Paletten-Beladungsproblem mit mehreren Teiletypen	215
8.6	Das Multi-Paletten-Beladungsproblem	217
8.6.1	Problemstellung	218
8.6.2	Lösungsstrategie	220
8.6.3	Der MPLP-Algorithmus	220
8.6.4	Die Verteilungsprozedur	222
8.6.5	Die Anordnungsprozedur	223
8.6.6	Eine alternative Anordnungsprozedur	224
8.6.7	Beispiele	225
8.7	Aufgaben	227
8.8	Lösungen	228
9	Containerbeladung	231
9.1	Problemstellungen	231
9.2	Das Container-Beladungsproblem	232
9.2.1	Ganzzahliges lineares Optimierungsmodell	232
9.2.2	Der Basis-Algorithmus	235
9.2.3	Das Konturkonzept	237
9.2.4	Weitere Heuristiken	241
9.3	Das Multi-Container-Beladungsproblem	243
9.4	Dreidimensionale Streifenpackungen	243
9.5	LP-Schranken	244
9.5.1	Die Streifen-Relaxation des Container-Beladungsproblems	244

9.5.2	Die Streifen-Relaxation des Multi-Container-Beladungsproblems	250
9.5.3	Die Schicht-Relaxation des Container-Beladungsproblems . . .	253
9.6	Aufgaben	255
9.7	Lösungen	256
10	Anordnung von Polygonen	259
10.1	Problemstellungen und Modellierung	259
10.1.1	Streifenpackungen	259
10.1.2	Weitere Problemstellungen	260
10.2	Konstruktion von Φ -Funktionen	261
10.2.1	Konvexe Polygone	262
10.2.2	Nichtkonvexe Polygone	269
10.2.3	Drehungen	272
10.2.4	Normalisierte Φ -Funktionen, ρ -dichte Anordnungen	274
10.3	Ermittlung aller Anordnungspunkte	276
10.3.1	Ein 0/1-Modell	276
10.3.2	Der Basis-Algorithmus	277
10.3.3	Der Rechteck-Fall	279
10.3.4	Ein Beispiel	279
10.4	Algorithmen für Streifen-Packungsprobleme	283
10.4.1	Sequentielles Anordnen	284
10.4.2	Verbesserungsmethoden	286
10.4.3	Metaheuristiken	286
10.4.4	Weiteres	287
10.5	Aufgaben	287
10.6	Lösungen	288
11	Kreis- und Kugelpackungen	297
11.1	Problemstellungen	297
11.2	Packung von Kreisen in einem Kreis	298
11.2.1	Modellierung	298
11.2.2	Ermittlung einer lokalen Minimumstelle	301
11.2.3	Überwindung lokaler Minima	302
11.2.4	Weitere Heuristiken	304
11.3	Streifenpackungen	305
11.4	Packung identischer Kreise in einem Kreis	306
11.5	Packung von Kreisen in einem Quadrat	308
11.5.1	Modellierung	308
11.5.2	Untere Schranken	308

11.5.3 Obere Schranken	309
11.5.4 Optimale Anordnungen	310
11.6 Anordnung identischer Kreise in einem Rechteck	311
11.7 Kugelpackungen	312
11.8 Aufgaben	312
11.9 Lösungen	313
Abbildungsverzeichnis	317
Tabellenverzeichnis	320
Literaturverzeichnis	321
Sachverzeichnis	335