

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	XV
Tabellenverzeichnis	XXI
Tafelverzeichnis	XXIII
Symbolverzeichnis	XXV
Abkürzungsverzeichnis	XXIX
Einleitung	1
TEIL I: Grundlagen	7
1. Grundlegende Begriffe	7
1.1. Grundlagen der Graphentheorie	7
1.2. Das MPWG-Problem	17
1.2.1. Definition des MPWG-Problems	17
1.2.2. Relaxationen des MPWG-Problems	20
1.3. Probleme und Lösungsverfahren	25
2. Einordnung und Abgrenzung des MPWG-Problems	35
2.1. Layoutplanung und das MPWG-Problem	35
2.1.1. Anwendungsvoraussetzungen	35
2.1.2. Vorgehensweise zur Lösung des Nachbarschaftsproblems	36
2.1.3. Anwendungsbeispiel	42
2.2. Verwandte Probleme	44
2.2.1. Verwandte Probleme aus der Layoutplanung	44
2.2.1.1. Das Quadratische Zuordnungsproblem	44
2.2.1.2. Ein graphentheoretischer Ansatz mit dem Ziel der Transportkostenminimierung	47
2.2.2. Einfache Varianten des MPWG-Problems	50
2.2.3. Verwandte Probleme aus der Graphentheorie	51

TEIL II: Eröffnungsverfahren	53
3. In der Literatur beschriebene Eröffnungsverfahren	53
3.1. Verfahrensüberblick	53
3.2. Deltaeder-Erweiterungsverfahren	55
3.2.1. Das Deltaeder-Verfahren	55
3.2.1.1. Grundsätzliche Vorgehensweise	55
3.2.1.2. Erste Variante von Foulds und Robinson	56
3.2.1.3. Zweite Variante von Foulds und Robinson	58
3.2.1.4. Variante von Green und Al-Hakim	60
3.2.2. Die Wheel-Expansion	62
3.2.3. Das Verfahren von Leung	67
3.2.4. Das Verfahren Tessa	70
3.3. Kanteneinfügeverfahren	76
3.3.1. Das Greedy-Verfahren	76
3.3.2. String-Processing	78
3.3.2.1. Grundsätzliche Vorgehensweise	78
3.3.2.2. Varianten des String-Processing	79
4. Entwicklung neuer Verfahren	87
4.1. Klassifizierung der Eröffnungsverfahren	87
4.2. Darstellung der Verfahrensbausteine	88
4.2.1. Bausteine der Deltaeder-Erweiterungsverfahren	88
4.2.2. Bausteine der Kanteneinfügeverfahren	91
4.3. Neue Verfahrensvarianten	92
4.3.1. Alternative Zusammensetzung der Bausteine	92
4.3.2. Neue Verfahrensbausteine	94
4.3.2.1. Verwendung von fünf Knoten im Ausgangsdeltaeder	94
4.3.2.2. Modifikation der Einfügeoperation beim Verfahren von Leung	94
4.3.2.3. Das Hybridverfahren - eine Modifikation der Einfügeoperation bei der Wheel-Expansion	97
4.3.3. Zusammenfassung der betrachteten Varianten der Eröffnungsverfahren	100

TEIL III: Verbesserungsverfahren	105
5. In der Literatur beschriebene Verbesserungsverfahren	105
5.1. Klassische Verbesserungsverfahren	106
5.1.1. Austausch von Knoten	106
5.1.1.1. Einfacher Knotentauschalgorithmus	106
5.1.1.2. Mehrstufiger Knotentauschalgorithmus	109
5.1.2. Austausch von Kanten	113
5.1.2.1. Einfacher Kantentauschalgorithmus	113
5.1.2.2. Partner-Rotation	116
5.1.2.3. Γ -Operation	118
5.1.3. Verknüpfung von Knoten- und Kantentauschschritten	120
5.1.4. Austauschketten	121
5.2. Moderne Verbesserungsverfahren	124
5.2.1. Simulated Annealing-Verfahren	125
5.2.2. Tabu Search-Verfahren	131
6. Neue Verfahrensvarianten	137
6.1. Varianten klassischer Verbesserungsverfahren	137
6.1.1. Komplexer Knotentauschalgorithmus	137
6.1.2. Komplexer Kantentauschalgorithmus	142
6.1.3. Alternative Verknüpfung von Knoten- und Kantentauschschritten	145
6.2. Varianten moderner Verbesserungsverfahren	146
6.2.1. Neue Simulated Annealing-Verfahren	146
6.2.2. Threshold Accepting-Verfahren	150
6.2.3. Neue Tabu Search-Verfahren	153
6.2.4. Weitere Verfahren zur Vermeidung lokaler Maxima	156

TEIL IV: Vergleich der Verfahren	159
7. Begründung des Tests, Vorgehensweise und Testaufbau	159
7.1. Überblick über exakte Verfahren	160
7.2. In der Literatur beschriebene Tests	162
7.3. Generierung von Testproblemen	175
7.3.1. Anforderungen an den Problemgenerator	175
7.3.2. Testfelder	177
7.3.3. Generierung von Zufallszahlen	177
7.4. Implementierung der Verfahren und Testumgebung	179
7.5. Vergleichskriterien	181
7.5.1. Auswahl verwendeter Vergleichskriterien	181
7.5.1.1. Beurteilung der Lösungsqualität	182
7.5.1.2. Beurteilung der Rechenzeit	186
7.5.1.3. Beurteilung der Robustheit	186
7.5.2. Ermittlung des verwendeten Upper Bounds	187
7.5.2.1. Darstellung der Upper Bounds	187
7.5.2.2. Vergleich der Upper Bounds	193
8. Vergleich der Eröffnungsverfahren	199
8.1. Bezeichnung der Verfahren	199
8.2. Einteilung in Testphasen	201
8.3. Testphase 1: Ermittlung des Ausgangsdeltaeders	203
8.3.1. Betrachtung des Deltaeder-Verfahrens	204
8.3.2. Betrachtung der Wheel-Expansion	213
8.3.3. Betrachtung des Verfahrens von Leung und des Hybridverfahrens	218
8.3.4. Zusammenfassung der ersten Testphase	222
8.4. Testphase 2: Evaluierung der Varianten in der Iterationsphase	224
8.5. Testphase 3: Evaluierung der Deltaeder-Erweiterungsverfahren	234
8.6. Testphase 4: Abschlußtest zur Evaluierung der Eröffnungsverfahren	238
8.7. Zusammenfassung und Diskussion	241

9. Vergleich der Verbesserungsverfahren	247
9.1. Vergleich der klassischen Verfahren	247
9.1.1. Bezeichnung der Verfahren	247
9.1.2. Testaufbau	250
9.1.3. Darstellung der Testergebnisse	251
9.1.3.1. Verwendung des Deltaeder-Verfahrens als Ausgangslösung	251
9.1.3.1.1. Testreihe 1: Vergleich der Verfahren ohne Verknüpfungen	251
9.1.3.1.2. Testreihe 2: Vergleich der Verknüpfungen von einfachen Verbesserungsverfahren	254
9.1.3.1.3. Testreihe 3: Vergleich der Verknüpfungen von komplexen Verbesserungsverfahren	256
9.1.3.1.4. Testreihe 4: Vergleich der Verknüpfungen mit der Γ -Operation	259
9.1.3.2. Verwendung des Hybridverfahrens als Ausgangslösung	261
9.1.3.2.1. Testreihe 5: Vergleich der einfachen Verbesserungsverfahren	262
9.1.3.2.2. Testreihe 6: Vergleich der komplexen Verbesserungsverfahren	264
9.1.4. Zusammenfassung des Vergleichs klassischer Verbesserungsverfahren	266
9.2. Vergleich der modernen Verbesserungsverfahren	268
9.2.1. Einstellung der Parameter	268
9.2.1.1. Parametereinstellung für das Simulated Annealing-Verfahren	268
9.2.1.2. Parametereinstellung für das Threshold Accepting-Verfahren	272
9.2.1.3. Parametereinstellung für das Tabu Search-Verfahren	273
9.2.2. Darstellung der Testergebnisse	275
9.2.2.1. Ergebnisse für die Simulated Annealing- und Threshold Accepting-Verfahren	275
9.2.2.1.1. Vergleich der Simulated Annealing- und Threshold Accepting-Verfahren untereinander	275
9.2.2.1.2. Vergleich von Simulated Annealing und Threshold Accepting mit anderen Verfahren	278
9.2.2.2. Ergebnisse für die Tabu Search-Verfahren	281
9.3. Zusammenfassung und Diskussion	286

Zusammenfassung und Ausblick	293
Literatur	297
Stichwortverzeichnis	313
Anhang	317
A. Rechenzeiten der Verfahren	317
B. Mittlere Abweichungen der Verfahren	322
C. Programmübersicht	355