

# Inhaltsverzeichnis

<b>Abbildungsverzeichnis.....</b>	<b>XIII</b>
<b>Tabellenverzeichnis .....</b>	<b>XV</b>
<b>Algorithmenverzeichnis.....</b>	<b>XVII</b>
<b>1 Einleitung .....</b>	<b>1</b>
1.1 Problemstellung .....	1
1.2 Zielsetzungen der Arbeit .....	4
1.3 Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit .....	5
<b>2 Grundlagen und Abgrenzungen .....</b>	<b>9</b>
2.1 Tourenplanung unter Berücksichtigung zeitkritischer Restriktionen .....	10
2.1.1 Abgrenzung des Realitätsausschnitts .....	10
2.1.2 Mathematische Modellformulierung und Komplexitätsanalyse .....	14
2.1.3 Zielsetzung der Tourenplanung .....	19
2.1.4 Berücksichtigung von Zeitfenstern .....	24
2.2 Metaheuristiken für kombinatorische Optimierungsprobleme.....	26
2.2.1 Problemlösung mit Metaheuristiken .....	26
2.2.2 Tabu-Search-Verfahren.....	32
2.2.3 Simulated-Annealing-Verfahren.....	38
2.2.4 Evolutionsstrategien.....	43
2.3 Parallele Lösungsansätze.....	48
2.3.1 Architektur verteilt-paralleler Systeme .....	49
2.3.2 Kommunikation in verteilt-parallelen Systemen .....	51
2.3.3 Interaktionsmodelle in verteilt-parallelen Systemen.....	53
2.3.4 Parallele Metaheuristiken .....	57
2.4 Lösungsverfahren in der Literatur .....	62
2.4.1 Exakte Lösungsverfahren für das VRPTW .....	62

2.4.2	Problemspezifische Heuristiken für das VRPTW .....	64
2.4.3	Metaheuristiken für das VRPTW .....	66
<b>3</b>	<b>Sequentielle Metaheuristiken .....</b>	<b>79</b>
3.1	Ein zweiphasiger Lösungsansatz für das VRPTW.....	79
3.2	Problemspezifische Entwurfsentscheidungen.....	82
3.2.1	Lösungsrepräsentation .....	83
3.2.2	Berechnung von Ausgangslösungen.....	86
3.2.3	Nachbarschaftsstrukturen.....	92
3.2.4	Spezifische Heuristiken zur Reduktion der Fahrzeuganzahl .....	100
3.2.5	Bewertung von Tourenplänen .....	103
3.3	Metaheuristiken zur Minimierung der Fahrzeuganzahl – Suchphase 1 .....	113
3.3.1	Eine Evolutionsstrategie .....	113
3.3.2	Ein Tabu-Search-Verfahren .....	119
3.4	Metaheuristiken zur Minimierung der Gesamtentfernung – Suchphase 2 .....	123
3.4.1	Ein Simulated-Annealing-Verfahren .....	124
3.4.2	Ein Tabu-Search-Verfahren .....	128
3.5	Eine hybride Metaheuristik – Suchphase 1 und Suchphase 2 .....	134
<b>4</b>	<b>Eine verteilt-parallele Metaheuristik.....</b>	<b>139</b>
4.1	Architektur der verteilt-parallelen Metaheuristik.....	139
4.1.1	Zuordnungskomponenten .....	139
4.1.2	Steuerungskomponente .....	141
4.1.3	Kooperationskomponente .....	145
4.2	Arbeitsablauf einer verteilt-parallelen Problembearbeitung .....	154
4.2.1	Initialisierungsphase .....	155
4.2.2	Problembearbeitungsphase .....	157
4.2.3	Abschlußphase .....	160
4.3	Möglichkeiten der Verfahrenskonfiguration .....	162

<b>5 Verfahrensevaluation.....</b>	<b>167</b>
5.1 Verwendete Probleminstanzen .....	167
5.1.1 Probleminstanzen aus der Literatur .....	167
5.1.2 Generierung zusätzlicher Probleminstanzen .....	169
5.2 Vorgehen und Kriterien der Verfahrensevaluation.....	182
5.2.1 Evaluationsmethode .....	182
5.2.2 Vergleichskriterien für die Verfahrensevaluation.....	183
5.2.3 Ablauf der Evaluation .....	187
5.2.4 Verwendete Entwicklungs- und Testumgebung .....	188
5.3 Verfahrensauswahl für die hybride Metaheuristik.....	190
5.3.1 Auswahl einer Metaheuristik zur Minimierung der Fahrzeuganzahl.....	190
5.3.2 Auswahl einer Metaheuristik zur Minimierung der Gesamtentfernung	197
5.4 Evaluation der verteilt-parallelen Metaheuristik .....	202
5.4.1 Konfiguration der verteilt-parallelen Metaheuristik .....	203
5.4.2 Testumgebungen der in die Evaluation einbezogenen Verfahren .....	205
5.4.3 Verfahrensevaluation für die SOLOMON-Probleme.....	208
5.4.3.1 Evaluation bei fester Verfahrenskonfiguration.....	208
5.4.3.2 Verfahrensvergleich bei variabler Verfahrenskonfiguration...	216
5.4.3.3 Beste bekannte Lösungen.....	219
5.4.4 Verfahrensevaluation für die RUSSELL-Probleme.....	225
5.4.4.1 Evaluation bei fester Verfahrenskonfiguration.....	225
5.4.4.2 Verfahrensvergleich bei variabler Verfahrenskonfiguration...	229
5.4.4.3 Beste bekannte Lösungen.....	230
5.4.5 Verfahrensevaluation für die generierten Probleme .....	232
5.4.5.1 Evaluation bei fester Verfahrenskonfiguration.....	232
5.4.5.2 Ergebnisse bei variabler Verfahrenskonfiguration .....	246
5.4.5.3 Beste bekannte Lösungen.....	248
<b>6 Zusammenfassung und Ausblick.....</b>	<b>253</b>
<b>Symbolverzeichnis .....</b>	<b>263</b>
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>269</b>

<b>Anhang .....</b>	<b>287</b>
A.1 Spezifikation der Probleminstanzen.....	287
A.2 Zielfunktionswerte der besten berechneten Lösungen .....	323
A.3 Darstellung einiger berechneter Bestlösungen.....	330