

810 020 572

Logistische Tourenplanung auf der Basis hierarchischer Kunden-Clusterungen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines
Doktors der Wirtschaftswissenschaften

Eingereicht an der
Wirtschaftswissenschaftlichen Fakultät
der Universität Regensburg

vorgelegt von
Frank Riebeling

Berichterstatter: Prof. Dr. Helmut Steckhan
Prof. Dr. Alfred Hamerle

Tag der Disputation: 31. Juli 2006

Inhaltsverzeichnis

<i>Inhaltsverzeichnis</i>	<i>v</i>
<i>Abbildungsverzeichnis</i>	<i>x</i>
<i>Tabellenverzeichnis</i>	<i>xvii</i>
<i>Abkürzungsverzeichnis</i>	<i>xviii</i>
1. Einleitung	1
1.1. Gegenstand der Arbeit.....	1
1.2. Ziele der Untersuchung.....	3
1.3. Gang der Ausführungen.....	4
2. Das Vehicle Routing Problem	7
2.1. Grundform des Tourenplanungsproblems.....	7
2.2. Historische Entwicklung der Lösungsansätze.....	9
2.3. Gängige Erweiterungen.....	11
2.4. Formulierung der zu untersuchenden Problemstellung.....	19
2.4.1. Die Kunden als Nachfrager oder Anbieter.....	19
2.4.2. Die Depots als Nachfrager oder Anbieter.....	20
2.4.3. Die Transportfahrzeuge.....	22
2.4.4. Das Transportnetz und seine Distanzen.....	24
3. Einordnung des Problems	25
3.1. Charakteristische Merkmale.....	25
3.2. Komplexitätsbeurteilung und Einsatz heuristischer Lösungsverfahren.....	26

3.3.	Die Verwendung von Benchmarkproblemen	29
3.3.1.	Das Vehicle Routing Problem mit mehreren Depots	31
3.3.2.	Das Vehicle Routing Problem mit unterschiedlichen Fahrzeugtypen	47
3.4.	Bewertung der Lösungsqualität	50
4.	<i>Problemspezifische Heuristiken für das Vehicle Routing Problem</i>	51
4.1.	Der Savings-Algorithmus als Prototyp der Konstruktionsverfahren	53
4.2.	Der Sweep-Algorithmus als Prototyp der Cluster first, route second-Verfahren	55
4.3.	Der Giant tour-Algorithmus als Prototyp der route first, cluster second-Verfahren	57
4.4.	Weitere problemspezifische Lösungsverfahren	58
5.	<i>Metaheuristiken für die Lösung des Vehicle Routing Problems</i>	61
5.1.	Künstliche Neuronale Netze	62
5.2.	Genetische Algorithmen	64
5.3.	Ameisen-Algorithmen	67
5.4.	Simulated Annealing	70
5.5.	Tabu-Suche	72
5.6.	Weitere Metaheuristiken	78
6.	<i>Das neue Lösungsverfahren für das Vehicle Routing Problem: Hierarchische Clusterbildung mit anschließender Tourenkonstruktion innerhalb der Cluster</i>	82
6.1.	Das neue Lösungsprinzip und seine Begründung	82
6.1.1.	Erzielung von strukturierten kleinen Clustern zwecks präziser Tourenkonstruktion innerhalb der Cluster	83
6.1.2.	Bildung von kreisförmigen Clustern im Gegensatz zu bislang üblichen wurmförmigen Clustern	85

6.1.3.	Simultane Clusterung und laufende Revision der Clusterbildung mit wandernden Cluster-Zentren	88
6.1.3.1.	Bildung einer Ausgangslösung (Einsatz einer problemspezifischen Heuristik)	89
6.1.3.2.	Bildung von Clustern bei mehrfacher Gruppenzugehörigkeit (exakt optimierende, einphasige Clusterung)	91
6.1.3.3.	Erzielung einer eindeutigen Clusterzugehörigkeit (Einsatz der Metaheuristik Tabu-Suche)	94
6.1.3.4.	Verbesserung der Gruppenzugehörigkeit (Einsatz einer problemspezifischen Heuristik)	96
6.1.4.	Konstruktion der Touren als Lösung des Travelling-Salesman Problems.....	98
6.2.	Die hierarchische Clusterung der Kunden	99
6.2.1.	Überführung von Mehrdepotproblemen in Eindepotprobleme (erste Clusterung mit den Depots als Clusterzentren).....	100
6.2.1.1.	Allgemeine Darstellung des Verfahrensschrittes	100
6.2.1.2.	Veranschaulichung und erste qualitative Evaluierung durch zwei Benchmarkprobleme	101
6.2.2.	Simultane Bildung der Fahrzeugeinsatzbereiche innerhalb der Eindepotprobleme (Iterative dreiphasige Clusterung mit wandernden Clusterzentren)	104
6.2.2.1.	Allgemeine Darstellung des Verfahrensschrittes	105
6.2.2.2.	Veranschaulichung und erste qualitative Evaluierung durch ein Benchmarkproblem	105
6.3.	Die Tourenkonstruktion innerhalb der Fahrzeugeinsatzcluster als Lösung des Travelling Salesman Problems	110
6.3.1.	Das Travelling Salesman Problem: Problembeschreibung und historische Entwicklung.....	110
6.3.2.	Klassifizierung der Lösungsansätze	112
6.3.3.	Allgemeine Darstellung der gewählten Vorgehensweise.....	115
6.3.4.	Veranschaulichung und erste Evaluierung durch ein Benchmarkproblem	117

7. Evaluierung der hierarchischen Clusterbildung	120
7.1. Festlegung der Evaluierungskriterien.....	120
7.1.1. Clusterkompaktheit bei ungewichteten Distanzen	121
7.1.2. Clusterkompaktheit bei gewichteten Distanzen	122
7.2. Evaluierung der Überführung von Mehrdepotproblemen in Eindepotprobleme anhand der Benchmarkprobleme zum Multi Depot Vehicle Routing Problem von Cordeau	122
7.2.1. Evaluierung mit ungewichteten Distanzen	123
7.2.2. Evaluierung mit gewichteten Distanzen	138
7.3. Evaluierung der simultanen Bildung der Fahrzeugeinsatzcluster anhand der Benchmarkprobleme zum Site Dependent Vehicle Routing Problem von Cordeau	151
7.3.1. Evaluierung mit ungewichteten Distanzen	152
7.3.2. Evaluierung mit gewichteten Distanzen	173
7.4. Tabellarische Zusammenfassungen.....	211
7.5. Einflussgrößen und Modifikationen.....	215
8. Evaluierung der Tourenbildungen innerhalb der zuvor konstruierten Fahrzeugeinsatzcluster	219
8.1. Festlegung der Evaluierungskriterien.....	219
8.1.1. Tourenlänge bei ungewichteten Distanzen (üblicher theoretischer Ansatz)	220
8.1.2. Tourenlänge bei gewichteten Distanzen (praxisnaher Ansatz)	220
8.2. Evaluierung der Tourenbildung innerhalb der zuvor konstruierten Fahrzeugeinsatzcluster mit dem Travelling Salesman Algorithmus Concorde	221
8.2.1. Evaluierung mit ungewichteten Distanzen	222
8.2.2. Evaluierung mit gewichteten Distanzen	231
8.3. Tabellarische Zusammenfassungen.....	247

9. Zusammenfassung und Ausblick	248
9.1. Motivation	248
9.2. Modellierung und Tourenkonstruktion	249
9.3. Ergebnisse	251
9.4. Ausblick	252
 Literaturverzeichnis	 254