

Thomas Bousonville

Tourenplanung für die Siedlungsabfa entsorgung

**Modelle, Methoden und Lösungen zur
Optimierung**

Mit einem Geleitwort
von Prof. Dr.-Ing. Herbert Kopfer

Deutscher Universitäts-Verlag

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung.....	1
1.1	Gegenstand und Zielsetzung.....	1
1.2	Struktur der Arbeit.....	2
2	Das Anwendungsfeld.....	5
2.1	Die Entsorgungswirtschaft.....	5
2.1.1	<i>Historische Entwicklung</i>	5
2.1.2	<i>Aktuelle Herausforderungen</i>	6
2.1.3	<i>Ökonomische Relevanz</i>	7
2.2	Die Objekte der Entsorgung.....	9
2.2.1	<i>Behälter, Behältertypen und Fraktionen</i>	9
2.2.2	<i>Fahrzeuge und Fahrzeugtypen</i>	10
2.2.3	<i>Fuhrparks und Entsorgungsanlagen</i>	11
2.2.4	<i>Entsorgungsgebiet, Siedlungsstrukturen und Sammelstrecken</i>	12
2.3	Die Planung der Entsorgung.....	14
2.3.1	<i>Der Entsorgungsprozess</i>	14
2.3.2	<i>Planungssituationen</i>	16
2.3.3	<i>Kosten</i>	19
3	Mathematische Modellierung.....	23
3.1	Ein Kalkulationsmodell.....	23
3.2	Klassifizierung von Tourenplanungsproblemen.....	27
3.2.1	<i>Kantenorientierte Tourenplanungsprobleme</i>	28
3.2.2	<i>Komplexitätstheorie</i>	30
3.2.3	<i>Erweiterte kantenorientierte Tourenplanungsprobleme</i>	32
3.3	Ansätze für die Modellierung der Hausmüllentsorgung.....	34
3.3.1	<i>Der Ansatz von Bodin und Kursh</i>	35
3.3.2	<i>Der Ansatz von Male, Liebman und Geppert</i>	37

3.3.3	<i>Der Ansatz von Otten</i>	38
3.4	Konsequenzen aus den bekannten Modellen.....	39
4	Ein Evolutionärer Algorithmus zur Routenplanung	41
4.1	Das Modell.....	41
4.2	Evolutionäre Algorithmen.....	43
4.2.1	<i>Evolutionstrategien, Genetische und Evolutionäre Algorithmen</i>	43
4.2.2	<i>Vor- und Nachteile von Evolutionären Algorithmen</i>	46
4.2.3	<i>Evolutionäre Algorithmen für das Travelling Salesman Problem</i>	50
4.2.4	<i>Evolutionäre Algorithmen und lokale Suche</i>	54
4.3	Ein Evolutionärer Algorithmus für das Gemischte Rural Postman Problem mit Abbiegevorschriften.....	57
4.3.1	<i>Repräsentation</i>	57
4.3.2	<i>Kürzeste Wege mit Abbiegevorschriften</i>	58
4.3.3	<i>Operatoren und Populationsmanagement</i>	62
4.3.4	<i>Konfiguration und Parametrisierung</i>	68
4.4	Evaluierung des Verfahrens.....	71
4.4.1	<i>Benchmarkprobleme</i>	71
4.4.2	<i>Referenzverfahren</i>	72
4.4.3	<i>Ergebnisvergleich und Bewertung</i>	75
5	Ein Lösungsverfahren zur Distriktplanung	79
5.1	Zielkonflikte.....	79
5.2	Distriktplanung in ungerichteten Graphen.....	81
5.2.1	<i>Kompakte Subdistrikte</i>	81
5.2.2	<i>Distriktbildung</i>	82
5.2.3	<i>Validierung</i>	82
5.3	Konzeptionelle Erweiterungen.....	85
5.3.1	<i>Anwendung auf generalisierte Graphen</i>	85
5.3.2	<i>Ein Multi-Agenten-System zur flexiblen Distriktplanung</i>	87

6	Umsetzung und praktische Anwendung.....	93
6.1	Geographische Informationssysteme.....	93
6.1.1	<i>Funktionalitäten eines Geographischen Informationssystems.....</i>	<i>94</i>
6.1.2	<i>Objekte eines Geographischen Informationssystems.....</i>	<i>94</i>
6.2	Praktische Grundlagen und Datenbeschaffung.....	95
6.2.1	<i>Digitale Straßenkarten.....</i>	<i>95</i>
6.2.2	<i>Abfallaufkommen und Georeferenzierung.....</i>	<i>100</i>
6.2.3	<i>Schätzung der Behälterverteilung.....</i>	<i>103</i>
6.3	Anwendung der Routenoptimierung.....	104
6.4	Prototypische Implementierung.....	109
7	Zusammenfassung und Ausblick.....	113
7.1	Zusammenfassung.....	113
7.2	Ausblick.....	114
	Anhang.....	117
A	Die Unified Modelling Language.....	117
B	Benchmark-Ergebnisse für die Routenplanung.....	118
	Literaturverzeichnis.....	123