

# VERKEHRSWISSENSCHAFTLICHE STUDIEN 43

Aus dem Institut für Verkehrswissenschaft der Universität Hamburg · Herausgegeben von Harald Jürgensen, Helmut Diederich und Horst Seelbach

---

JOACHIM PAUTSCH

## Subtour-Eliminations-Verfahren zur Lösung asymmetrischer Routing-Probleme

TECHNISCHE HOCHSCHULE DARMSTADT	
Fachbereich 1	
Gesamtbibliothek	
Betriebswirtschaftslehre	
Inventar-Nr. :	46.865
Abstell-Nr. :	A 14 / 1555
Sachgebiete:	

VANDENHOECK & RUPRECHT IN GÖTTINGEN

# Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Grundlagen	5
2.1	Grundbegriffe der Graphentheorie	5
2.2	Die Branch-and-Bound-Methode	7
2.2.1	Konzept des Branch-and-Bound	7
2.2.2	Komponenten des Branch-and-Bound	10
2.2.2.1	Überlegungen zu den Bounding-Regeln	11
2.2.2.2	Überlegungen zu den Branching-Regeln	11
2.2.2.3	Die Auswahlregeln	12
2.2.3	Überlegungen für eine rechnergestützte Datenorganisation	19
2.2.3.1	Regeln zur Informationsspeicherung	20
2.2.3.2	Die Eliminierungsregeln	23
2.3	Das Zuordnungsproblem	25
2.3.1	Darstellung und Modellformulierung	25
2.3.2	Lösungsverfahren	26
2.3.2.1	Die ungarische Methode	28
2.3.2.2	Spezielle EDV-technische Realisierungen der ungarischen Methode	34
2.3.2.3	Ein Kürzeste-Wege-Algorithmus	37
2.3.2.4	Beurteilung der Verfahren	43
2.4	Anmerkungen zum Vergleich und zur EDV-technischen Realisierung von Algorithmen	47
2.4.1	Vergleich von Algorithmen	47
2.4.2	EDV-technische Realisierung von Algorithmen	50

3	Das Traveling-Salesman-Problem	56
3.1	Darstellung und Modellformulierung	56
3.2	Lösungsverfahren	60
3.2.1	Das Verfahren von BEUTEL	63
3.2.2	Das Verfahren von CARPANETO und TOTH	70
3.2.3	Das Verfahren von BALAS und CHRISTOFIDES	78
3.2.3.1	Die Bounding-Regeln	78
3.2.3.2	Die Branching-Regeln	90
3.2.3.3	Weitere Algorithmus-Komponenten	99
3.3	Numerische Erfahrungen	101
3.3.1	Versuchsaufbau	101
3.3.2	Die Regel zur Informationsspeicherung	106
3.3.3	Vergleich der Branching-Regeln	108
3.3.4	Vergleich der Bounding-Regeln	112
3.3.5	Vergleich der Auswahlregeln	119
3.3.6	Zusammenfassung der Ergebnisse	122
3.3.7	Auswirkungen unterschiedlicher Datenstrukturen	123
4	Das M-Traveling-Salesman-Problem	127
4.1	Darstellung und Modellformulierung	127
4.2	Das Verfahren von SVESTKA und HUCKFELDT	130
4.3	Ein modifizierter Algorithmus	133
4.4	Numerische Erfahrungen	135
5	Das Tourenplanungsproblem	141
5.1	Darstellung und Modellformulierung	141
5.2	Das Verfahren von LAPORTE, MERCURE und NOBERT	146
5.3	Numerische Erfahrungen	154

## Anhang

- A1 Statistische Maßzahlen der Simulationsrechnungen für das Traveling-Salesman-Problem
- A2 Statistische Maßzahlen der Simulationsrechnungen für das M-Traveling-Salesman-Problem
- A3 Statistische Maßzahlen der Simulationsrechnungen für das Tourenplanungsproblem

## Abkürzungsverzeichnis

## Symbolverzeichnis

## Literaturverzeichnis