



Klausur zur Lehrveranstaltung
Das Traveling-Salesman-Problem –
Exakte und heuristische Lösungsverfahren
für kombinatorische Optimierungsprobleme (1957)

16. Februar 2008

Name:..... Matrikelnummer:.....

Aufgabe	1	2	3	4	Gesamt	Note
Mögliche Punkte	18	8	14	10	50	
Erreichte Punkte						

Allgemeine Hinweise:

- Schreiben Sie nach Ausfüllen dieses Deckblattes nochmals auf alle Ihnen ausgehändigten Blättern Ihren Namen und Ihre Matrikelnummer!
- Lassen Sie bitte zur Erleichterung der Korrektur einen genügend breiten, unbeschrifteten Rand (mindestens 4 cm)!
- Kontrollieren Sie vor Beginn der Bearbeitung der Klausur die Vollständigkeit des Aufgabentextes! Der Aufgabentext umfasst **4 Aufgaben**, von denen alle zu bearbeiten sind. Das Lösen der Heftklammern ist nicht gestattet und wird als Täuschungsversuch geahndet.
- Schreiben Sie leserlich und nummerieren Sie die verwendeten Seiten! Beginnen Sie jede Aufgabe auf einer neuen Seite! Verwenden Sie nur Schreibgeräte mit dokumentenechter Tinte! Bleistifte sowie die Verwendung von roter Tinte sind nicht zugelassen.
- Geben Sie zu jeder Aufgabe den Lösungsansatz bzw. den Lösungsweg an! Für die isolierte Präsentation richtiger Endergebnisse werden keine Punkte vergeben.
- Erlaubte Hilfsmittel: Schreibgeräte, nicht-programmierbare Taschenrechner ohne Kommunikations- oder Textverarbeitungsfunktion, Wörterbücher.

Aufgabe 1 (18 Punkte)

Ein Traveling Salesman-Problem (TSP) auf einem ungerichteten Graph sei durch folgende (modifizierte) Kostenmatrix $\tilde{C}(G)$ beschrieben:

$\tilde{C}(G)$	1	2	3	4
1	M	6	2	5
2	6	M	8	10
3	2	8	M	6
4	5	10	6	M

- 1.1 Formulieren Sie das zugehörige 2-Matching-Problem explizit! Definieren Sie auch die verwendeten Symbole! (4 Punkte)
- 1.2 Welche Restriktionen müssen Sie mindestens zu dem in 1.1 aufgestellten Problem hinzufügen, um sicher zu sein, keinen Kurzzyklus zu erhalten? Begründen Sie Ihre Antwort! (2 Punkte)
- 1.3 Lösen Sie nun das TSP auf dem ungerichteten Graph mittels eines Branch & Bound-Verfahrens mit Tiefensuche! Bestimmen Sie im Branch & Bound-Verfahren die jeweiligen unteren Schranken mittels des 2-Nachbar-Bound-Verfahrens! Branchen Sie in jedem Schritt mit einer (verfügbaren) Kante, welche die geringsten Kosten aufweist! (12 Punkte)

Aufgabe 2 (8 Punkte)

- 2.1 Die in Aufgabe 1 angegebene Kostenmatrix $\tilde{C}(G)$ beziehe sich nun auf ein TSP auf einem gerichteten Graph. Formulieren Sie nun das entsprechende, zugehörige lineare Zuordnungsproblem! Definieren Sie auch wieder die verwendeten Symbole! (5 Punkte)
- 2.2 Geben Sie – in expliziter Form – Restriktionen an, die Sie zu dem in Aufgabe 2.1 aufgestellten Problem hinzufügen müssen, um Kurzzyklen auszuschließen! (3 Punkte)

Aufgabe 3 (14 Punkte)

Ein Traveling Salesman-Problem auf einem ungerichteten Graph sei durch folgende (modifizierte) Kostenmatrix $\tilde{C}(G)$ gegeben:

$\tilde{C}(G)$	1	2	3	4	5	6
1	M	10	20	15	17	20
2	10	M	13	15	24	19
3	20	13	M	14	15	12
4	15	15	14	M	20	16
5	17	24	15	20	M	5
6	20	19	12	16	5	M

Bestimmen Sie eine zulässige Lösung mittels des Verfahrens von Christofides!

Aufgabe 4 (10 Punkte)

Es sei x eine Lösung eines Traveling Salesman-Problems auf einem ungerichteten Graph. Bestimmen Sie die Kardinalität der 3-Kanten-Nachbarschaft dieser Lösung! Ermitteln Sie dazu, wie viele Kombinationsmöglichkeiten es gibt, drei Kanten zu entfernen, und wie viele Rekombinationsmöglichkeiten jeweils bestehen!