Name: __________________________ Vorname: ________________________ Matrikel-Nr.:_____________

BERGISCHE UNIVERSITÄT WUPPERTAL

FB B: SCHUMPETER SCHOOL OF BUSINESS AND ECONOMICS

Master of Science

Sommersemester 2014

Prüfungsgebiet:	MWiWi 4.1 Advanced OR methods in Operations Management
Tag der Prüfung:	23.07.2014
Name des Prüfers:	Prof. Dr. Bock
Erlaubte Hilfsmittel:	Taschenrechner (nicht programmierbar)

Bearbeiten Sie **alle der angegebenen drei Aufgaben** vollständig!

Die Lösungen zu den Aufgaben sollen gegliedert und in vollständigen zusammenhängenden Sätzen dargestellt und Rechnungen mit ihren Zwischenschritten nachvollziehbar sein. **Ein Ergebnis ohne nachvollziehbare Rechnung erhält keine Punkte.**

Die Darstellungsform und die Systematik der Gedankenführung gehen in die Bewertung ebenfalls ein. In Klammern ist für jede Aufgabe die Anzahl der maximal möglichen Punkte angegeben, die bei einer richtigen und vollständigen Bearbeitung erreicht werden können. Sie entspricht in etwa dem erwarteten Zeitbedarf in Minuten.

Insgesamt können **90 Punkte** erreicht werden. Für eine erfolgreiche Bearbeitung müssen wenigstens **45 Punkte** erworben werden.

Aufgabe 1 (Optimierungsprobleme) **[16 Punkte]**

Das Rucksackproblem lässt sich in folgender Weise verbal beschreiben:

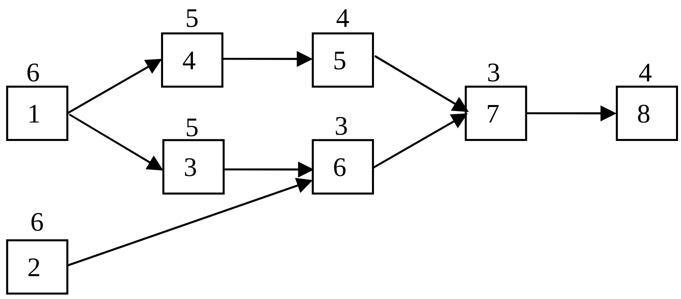
„Aus einer Menge von Objekten, die jeweils ein Gewicht und einen Nutzwert haben, soll eine Teilmenge ausgewählt werden, deren Gesamtgewicht eine vorgegebene Gewichtsschranke nicht überschreitet. Unter dieser Bedingung soll der Nutzwert der ausgewählten Objekte maximiert werden.“

Beschreiben Sie in ähnlicher Weise kurz die folgenden vier Optimierungsprobleme:

- Das Traveling Salesman Problem (TSP)
- Das einfache Assembly Line Balancing Problem mit der ersten Zielfunktion (SALBP-1)
- Eindimensionales Zuschnittproblem (Cutting Stock Problem)
- Lineares Zuordnungsproblem (LAP)

Aufgabe 2 (SALOME) **[15 Punkte]**

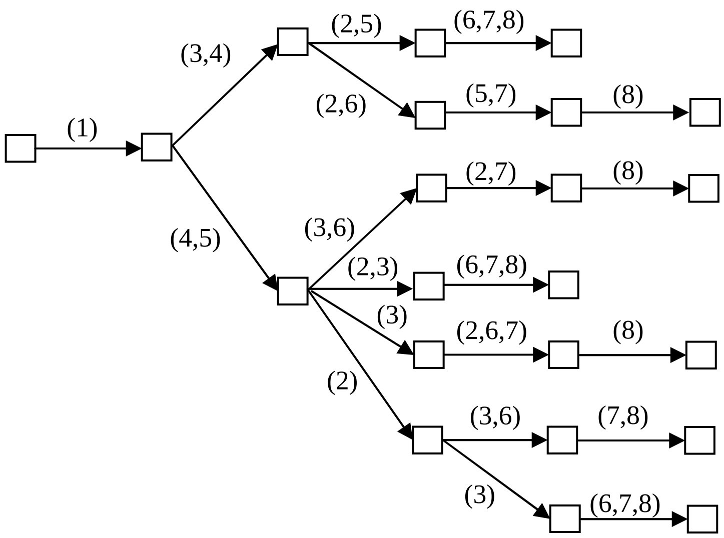
Betrachten Sie die nachfolgende Instanz des SALBP-1 mit $C = 10$.



a) Bestimmen Sie die LB_1 für das Gesamtproblem. (2 Punkte)

b) Beschreiben Sie in 3 bis 4 Sätzen das Branching-Schema von SALOME. (4 Punkte)

c) Finden Sie drei Fehler in dem Branching-Schema des nachfolgenden vorwärtsgerichteten vollständigen Enumerationsbaums für die obige Instanz. Gehen Sie davon aus, dass keine Lokale Lower Bound (LLB) und keine Dominanzregeln eingesetzt wurden. (9 Punkte)



Aufgabe 3 (Knapsack Problem) **[17 Punkte]**

Betrachten Sie das folgende Knapsack Problem mit einer Gesamtkapazität von $C = 9$.

Item	**Nutzen**	**Gewicht**
1	2	3
2	1	2
3	2	4
4	4	6

a) Lösen Sie das Problem mit einem geeigneten exakten Verfahren. Geben Sie sowohl die verwendeten Items als auch den Gesamtnutzen der optimalen Lösung an. (9 Punkte)

b) Erläutern Sie in 3 bis 4 Sätzen, welche spezielle Variante des Knapsack Problems zur Lösung des Cutting Stock Problems herangezogen werden kann und wie das Ergebnis dieser Variante verwendet wird. (4 Punkte)

c) Erläutern Sie in 3 bis 4 Sätzen, wieso es nicht sinnvoll ist, die Lagrange Relaxation des Knapsack Problems als Upper Bound in einem Branch and Bound Ansatz einzusetzen. (4 Punkte)

Aufgabe 4 (Tourenplanung) **[12 Punkte]**

a) Erläutern Sie kurz die Funktionsweise des eingesetzten CROSS-Nachbarschaftsoperators und erklären Sie, warum die Anzahl der notwendigen Lösungsevaluationen die Größenordnung $O(N^2L^2)$ hat. (7 Punkte)

b) Erklären Sie in 3 bis 4 Sätzen, welcher Trade-Off bei der Wahl des Zeitlimits $t\delta$ in dem in der Vorlesung vorgestellten echtzeitfähigen Steuerungsansatz für das CVRPSTW entsteht. (5 Punkte)

Aufgabe 5 (Allgemeine Thesen) **[30 Punkte]**

Nehmen Sie zu den folgenden Thesen kurz begründet Stellung. Eine auf „ja“ oder „nein“ beschränkte Antwort erhält keine Punkte.

These 1: Wir betrachten das Ein-Maschinen-Problem mit der Zielsetzung der Minimierung der Gesamtverspätung („Single stage scheduling problem pursuing the minimization of total tardiness“). Es sei Job i der Job mit der größten Prozesszeit. Dann wissen wir, dass jeder optimale Schedule den Job i nach allen Jobs j einplant, die eine kleinere oder eine identische Terminschranke (due date) d_j als der Job i besitzen. (5 Punkte)

These 2: Wir betrachten das Line-TSP mit harten oberen Zeitschranken (hard due dates) und zu vernachlässigenden Auslieferungszeiten an den Kundenorten (zero processing times). Hierbei gilt, dass es einen optimalen Schedule gibt, der bei Besuch eines Ortes auch direkt die dort benötigten Güter ausliefert. Dies ist auch richtig, falls es an den Orten

1. beliebige (aber vorher bekannte) Auslieferungszeiten (processing times) (4 Punkte)
   oder
2. früheste Auslieferungszeitpunkte (release dates) (3 Punkte)

gibt.

These 3: Wir betrachten den Ansatz der Dynamischen Programmierung von Dumas et al. (1990) zur Lösung des TSPTW. Hierbei gilt in allen Schritten der Berechnung das folgende Dominanzkriterium: Danach dominiert eine Tour s eine andere Tour t dann, wenn s und t dieselben Orte besuchen und bei demselben Ort enden. Zudem verursacht s nicht höhere Kosten als t und hält alle Zeitfenster ein. Sind die Kosten in beiden Touren identisch, besitzt s den kleineren Index (ist also zuerst erzeugt worden). (5 Punkte)

These 4: Die Local Lower Bound Technik (LLB), die im Verfahren SALOME-1 die Enumeration steuert, verhindert eine mehrfache Untersuchung gleicher Teillösungen (Knoten) wie es beispielsweise bei Anwendung des Verfahrens EUREKA (oder anderer IDA* Adaptionen) auftreten kann. (5 Punkte)

These 5: Wir betrachten einen ungerichteten gewichteten Graphen und einen beliebigen Knoten s in diesem Graphen. Wir entfernen den Knoten s und alle zu ihm inzidenten Kanten. Anschließend erzeugen wir einen minimalen Spannbaum S für den Restgraphen. Danach fügen wir den entfernten Knoten und die entfernten Kanten in den Ursprungsgraphen wieder ein und erzeugen einen 1-tree durch Vereinigung von S und den beiden Kanten mit minimalem Gewicht, die s mit S verbinden. Das Gewicht des so konstruierten 1-tree ist immer kleiner oder gleich dem Gewicht der optimalen TSP-Tour im Graphen. Zudem ist das Gewicht des 1-tree identisch mit dem Gewicht der optimalen TSP-Tour, genau dann wenn alle Knoten im 1-tree den Knotengrad 2 haben. (8 Punkte)