



Studiengang	Betriebswirtschaft
Fach	Operations Research
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	BW-OPR-P11-040306
Datum	06.03.2004

Bezüglich der Anfertigung Ihrer Arbeit sind folgende Hinweise verbindlich:

- Verwenden Sie ausschließlich das vom Aufsichtführenden **zur Verfügung gestellte Papier sowie die vorbereiteten Vorlagen** und geben Sie sämtliches Papier (Lösungen, Schmierzettel und nicht gebrauchte Blätter) zum Schluss der Klausur wieder bei Ihrem Aufsichtführenden ab. Eine nicht vollständig abgegebene Klausur gilt als nicht bestanden.
- Beschriften Sie jeden Bogen mit Ihrem **Namen und Ihrer Immatrikulationsnummer**. Lassen Sie bitte auf jeder Seite 1/3 ihrer Breite als Rand für Korrekturen frei und nummerieren Sie die Seiten fortlaufend. Notieren Sie bei jeder Ihrer Antworten, auf welche Aufgabe bzw. Teilaufgabe sich diese bezieht.
- Die Lösungen und Lösungswege sind in einer für den Korrektor **zweifelsfrei lesbaren Schrift** abzufassen. Korrekturen und Streichungen sind eindeutig vorzunehmen. Unleserliches wird nicht bewertet.
- Bei numerisch zu lösenden Aufgaben ist außer der Lösung stets der **Lösungsweg anzugeben**, aus dem eindeutig hervorzugehen hat, wie die Lösung zustande gekommen ist.
- Zur Prüfung sind bis auf Schreib- und Zeichenutensilien ausschließlich die nachstehend genannten Hilfsmittel zugelassen. Werden **andere als die hier angegebenen Hilfsmittel verwendet oder Täuschungsversuche** festgestellt, gilt die Prüfung als nicht bestanden und wird mit der Note 5 bewertet.

Bearbeitungszeit:	90 Minuten
Aufgaben:	3
Höchstpunktzahl:	-100-

Hilfsmittel:
Studienbriefe
HFH-Taschenrechner

Bewertungsschlüssel

Aufgabe	1	2	3	Σ
max. erreichbare Punkte	33	34	33	100

Notenspiegel

Note	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	5,0
Punkte	100 - 95	94,5 - 90	89,5 - 85	84,5 - 80	79,5 - 75	74,5 - 70	69,5 - 65	64,5 - 60	59,5 - 55	54,5 - 50	49,5 - 0

Aufgabe 1**33 Punkte**

Lösen Sie die nachstehende LO-Aufgabe mit der Zweiphasenmethode ohne zu dualisieren

$$\begin{array}{ll} \text{I} & Z = 3x_1 + x_2 + 2x_3 \rightarrow \min \\ \text{II} & x_1 - x_2 + 2x_3 \leq 22 \\ & x_1 + x_2 + x_3 \geq 16 \\ & x_1 + x_3 \geq 12 \\ \text{III} & x_1, x_2, x_3 \geq 0 \end{array}$$

Aufgabe 2**34 Punkte**

Stellen Sie sich vor, dass Sie für die Abwicklung der Bestellungen eines Gutes in Ihrer Firma zuständig sind. Diese Firma besitzt an vier verschiedenen Orten die vier Lager L_1, \dots, L_4 , in denen das nachgefragte Gut in den Mengen $l_1=30$ Mengeneinheiten (ME) in L_1 , $l_2=40$ ME in L_2 , $l_3=25$ ME in L_3 und $l_4=40$ ME in L_4 am heutigen Tage verfügbar ist. Ebenfalls heute gehen bei Ihnen die folgenden Bestellungen ein. Der Kunde K_1 fordert $k_1=28$ ME des Gutes, der Kunde K_2 fordert $k_2=33$ ME, der Kunde K_3 fordert $k_3=44$ ME und der Kunde K_4 fordert $k_4=35$ ME des Gutes an. Die Kosten für den Transport einer Mengeneinheit des Gutes vom Lager L_i zum Kunden K_j ($i, j = 1, \dots, 4$) seien durch die Bewertungszahlen c_{ij} in einer Geldeinheit gegeben.

$$(c_{ij}) = \begin{pmatrix} 5 & 5 & 6 & 6 \\ 8 & 8 & 8 & 7 \\ 9 & 8 & 11 & 10 \\ 13 & 10 & 13 & 14 \end{pmatrix}$$

Wie sind die Lieferungen durchzuführen, damit die Gesamttransportkosten minimal werden? Zum Gewinnen einer ersten zulässigen Basislösung ist das modifizierte Matrixminimumverfahren anzuwenden. Nennen Sie Ihr Z_{\min} und halten Sie Ihre Lösung in einem Diagramm übersichtlich fest.

Aufgabe 3**33 Punkte**

Mit einem Lieferwagen sollen an einem Tag vom Lager im Ausgangsort 1 aus die drei Kunden in den Orten 2, 3, 4 und 5 aufgesucht und mit je einem Kühlschrank beliefert werden. Am Ende soll der Lieferwagen wieder zu seinem Ausgangsort 1 zurückkehren. Nachstehend ist Ihnen für die betrachteten Orte die Distanzmatrix D genannt.

$$D = \begin{pmatrix} 0 & 15 & 14 & 18 & 15 \\ 15 & 0 & 15 & 18 & 19 \\ 16 & 15 & 0 & 17 & 16 \\ 17 & 22 & 17 & 0 & 20 \\ 18 & 19 & 20 & 19 & 0 \end{pmatrix}$$

In welcher Reihenfolge sollte der Lieferwagen die Kunden anfahren und wieder zum Ausgangsort 1 zurückkehren, um den kürzesten Gesamtreiseweg zu erzielen? Lösen Sie die Aufgabe mit dem Verfahren der begrenzten Enumeration unter Verwendung reduzierter Tabellen und einer aus dem Kurzzyklus 1–2–1 nach dem Verfahren der sukzessiven Einbeziehung von Stationen gewonnenen ersten Vergleichslösung. Nennen Sie Ihre Lösung und die zugehörige Weglänge.



Studiengang	Betriebswirtschaft
Fach	Operations Research
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	BW-OPR-P11-040306
Datum	06.03.2004

Für die Bewertung und Abgabe der Prüfungsleistung sind folgende Hinweise verbindlich vorgeschrieben:

- Die Vergabe der Punkte nehmen Sie bitte so vor wie in der Korrekturrichtlinie ausgewiesen. Eine summarische Angabe von Punkten für Aufgaben, die in der Korrekturrichtlinie detailliert bewertet worden sind, ist nicht gestattet.
- Nur dann, wenn die Punkte für eine Aufgabe nicht differenziert vorgegeben sind, ist ihre Aufschlüsselung auf die einzelnen Lösungsschritte Ihnen überlassen.
- Stoßen Sie bei Ihrer Korrektur auf einen anderen richtigen Lösungsweg, dann nehmen Sie bitte die Verteilung der Punkte sinngemäß zur Korrekturrichtlinie vor.
- Rechenfehler sollten grundsätzlich nur zu Abwertung eines Teilschritts führen. Wurde mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weiter gerechnet, so erteilen Sie die hierfür vorgesehenen Punkte ohne weiteren Abzug.
- Ihre Korrekturhinweise und Punktbewertung nehmen Sie bitte in einer zweifelsfrei lesbaren Schrift vor: Erstkorrektur in **rot**, evtl. Zweitkorrektur in **grün**.
- Die von Ihnen vergebenen Punkte und die daraus sich gemäß dem nachstehenden Notenschema ergebene Bewertung tragen Sie in den Klausur-Mantelbogen sowie in die Ergebnisliste ein.
- Gemäß der Diplomprüfungsordnung ist Ihrer Bewertung folgendes Notenschema zu Grunde zu legen:

Notenspiegel

Note	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	5,0
Punkte	100 - 95	94,5 - 90	89,5 - 85	84,5 - 80	79,5 - 75	74,5 - 70	69,5 - 65	64,5 - 60	59,5 - 55	54,5 - 50	49,5 - 0

- Die korrigierten Arbeiten reichen Sie bitte spätestens bis zum

24. März 2004

in Ihr Studienzentrum ein. Dies muss persönlich oder per Einschreiben erfolgen. Der angegebene Termin ist unbedingt einzuhalten. Sollte sich aus vorher nicht absehbaren Gründen eine Terminüberschreitung abzeichnen, so bitten wir Sie, dies unverzüglich Ihrem Studienzentrumsleiter anzuzeigen.

BEWERTUNGSSCHLÜSSEL

Aufgabe	1	2	3	Σ
max. erreichbare Punkte	33	34	33	100

Lösung Aufgabe 1	33 Punkte
-------------------------	------------------

x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	k_1	k_2	r.S.
0	0	0	0	0	0	-1	-1	0
2	1	2	0	-1	-1	0	0	28
1	-1	2	1	0	0	0	0	22
1	1	1	0	-1	0	1	0	16
①	0	1	0	0	-1	0	1	12
0	1	0	0	-1	1	0	-2	4
0	-1	1	1	0	1	0	-1	10
0	①	0	0	-1	1	1	-1	4
1	0	1	0	0	-1	0	1	12
0	0	0	0	0	0	-1	-1	0
0	0	1	1	-1	2	1	-2	14
0	1	0	0	-1	1	1	-1	4
1	0	1	0	0	-1	0	1	12

6 P

5 P

5 P

x_1	x_2	x_3	s_1	s_2	s_3	r.S.
-3	-1	-2	0	0	0	0
0	0	1	0	-1	-2	40
0	0	1	1	-1	2	14
0	1	0	0	-1	1	4
1	0	①	0	0	-1	12
-1	0	0	0	-1	-1	28
-1	0	0	1	-1	3	2
0	1	0	0	-1	1	4
1	0	1	0	0	-1	12

-3	0	-3	0	0	3	-36
0	-1	0	0	1	-1	-4
-3	-1	-3	0	1	2	-40

Nebenrechnung:

2 P

5 P

5 P

Die Optimallösung der LO-Aufgabe lautet: $x_1=0$, $x_2=4$, $x_3=12$, $s_1=2$, $s_2=0$, $s_3=0$.

3 P

$Z_{\min}=28$.

2 P

Lösung Aufgabe 2	34 Punkte
-------------------------	------------------

Gesamtaufkommen / Angebot = $30 + 40 + 25 + 40 = 135$

Gesamtbedarf / Nachfrage = $28 + 33 + 44 + 35 = 140$

Damit ist ein fiktiver Aufkommensort S mit dem Aufkommen $140 - 135 = 5$ einzuführen. 1 P
 Alle dem fiktiven Aufkommensort entsprechenden Bewertungszahlen sind Null.

	0	0	3	-1	
5	5 28	5 2	6 2	6 -	30 <u>2</u>
8	8 0	8 $5-\Delta$	8 3	7 35	40 <u>4</u>
8	9 -	8 25	11 0	10 -	25 <u>5</u>
10	13 -	10 $1+\Delta$	13 $39-\Delta$	14 -	40 <u>7</u>
-3	0 -	0 -	0 5	0 -	5 <u>8</u>
	28 1	33 6	44 8	35 3	8 P $\Delta=5$

	0	0	3	2	
5	5 28	5 $2-\Delta$	6 Δ	6 1	
5	8 -	8 -	8 5	7 35	
8	9 -	8 25	11 0	10 0	6 P
10	13 -	10 $6+\Delta$	13 $34-\Delta$	14 -	
-3	0 -	0 -	0 5	0 -	$\Delta=2$

	0	-2	1	0	
5	5 28-Δ	5 -	6 2+Δ	6 -	
7	8 -	8 -	8	7	35
10	9 Δ	8 25-Δ	11 0	10	0
12	13 -	10 8+Δ	13 32-Δ	14 -	
-1	0 -	0 -	0	0 -	

6 P

Δ=25

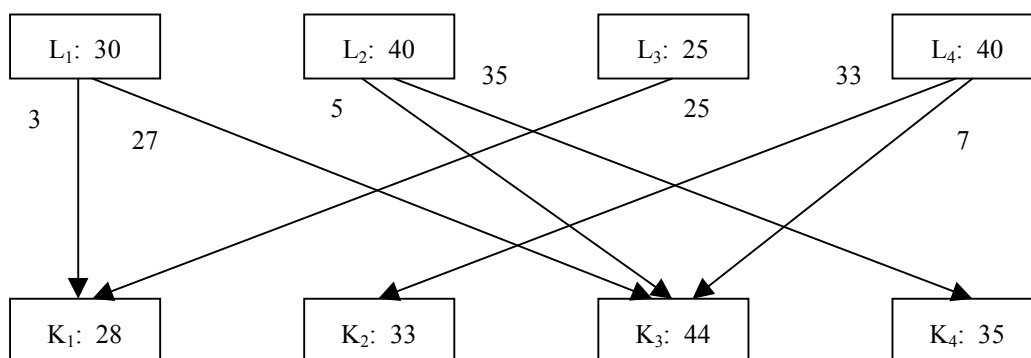
	0	-2	1	0	
5	5 3	5 -	6 27	6 -	
7	8 -	8 -	8	7	35
9	9 25	8 -	11 -	10 -	
12	13 -	10 33	13 7	14 -	
-1	0 -	0 -	0	0 -	

6 P

optimale zulässige Basislösung

$$Z_{\min} = 5 \cdot 3 + 6 \cdot 27 + 7 \cdot 35 + 9 \cdot 25 + 10 \cdot 33 + 13 \cdot 7 = 1108$$

3 P



4 P

Lösung Aufgabe 3 **33 Punkte**

	1	2	3	4	5	Min
1	∞	15	14	18	15	14
2	15	∞	15	18	19	15
3	16	15	∞	17	16	15
4	17	22	17	∞	20	17
5	18	19	20	19	∞	18
						79

2 P

	1	2	3	4	5	Min
1	∞	1	0	4	1	1
2	0	∞	0	3	4	0
3	1	0	∞	2	1	0
4	0	5	0	∞	3	0
5	0	1	2	1	∞	0
						2

2 P

Damit beträgt die Reduktionskonstante: $s(M) = \rho = 79 + 2 = 81$

1 P

	1	2	3	4	5
1	∞	1	0	3	0
2	0	∞	0	2	3
3	1	0	∞	1	0
4	0	5	0	∞	2
5	0	1	2	0	∞

2 P

Verfahren der sukzessiven Einbeziehung von Stationen:

1-2-1	3	1-3-2-1	0+0+0=0 *	1 P
		1-2-3-1	1+0+1=2	
1-3-2-1	4	1-4-3-2-1	3+0+0+0=3	
		1-3-4-2-1	0+1+5+0=6	1,5 P
		1-3-2-4-1	0+0+2+0=2 *	
1-3-2-4-1	5	1-5-3-2-4-1	0+2+0+2+0=4	
		1-3-5-2-4-1	0+0+1+2+0=3 *	2 P
		1-3-2-5-4-1	0+0+3+0+0=3	
		1-3-2-4-5-1	0+0+2+2+0=4	

Die 1. Vergleichsrundreise besitzt die reduzierte Länge 3.

1 P

1-2	1	Für die 33 Folgen gibt es 16,5 Punkte. Jeder Fehler bzw. jede fehlende Folge führt zu 0,5 P Abzug.	1-3-5-2	1
1-2-3	1		1-3-5-2-4	3 > 1
1-2-3-4	2		1-3-5-4	0
1-2-3-4-5	4 > 3		1-3-5-4-2	5 > 1
1-2-3-5	1		1-4	3 > 1
1-2-3-5-4	1		1-5	0
1-2-3-5-4-1	1 > 0 neue Vergleichs- runde-reise		1-5-2	1
1-2-4	3 > 1		1-5-2-3	1
1-2-5	4 > 1		1-5-2-3-4	2 > 1
1-3	0		1-5-2-4	3 > 1
1-3-2	0		1-5-3	2 > 1
1-3-2-4	2 > 1		1-5-4	0
1-3-2-5	3 > 1		1-5-4-2	5 > 1
1-3-4	1		1-5-4-3	0
1-3-4-2	6 > 1		1-5-4-3-2	0
1-3-4-5	3 > 1		1-5-4-3-2-1	0 *
1-3-5	0			

Der kürzeste Hamiltonsche Zyklus lautet: **1-5-4-3-2-1**. Seine wahre Gesamtlänge beträgt $l = 0 + 81 = 81$.

4 P