

[OPR]

BW-5



STAATLICH ANERKANNTE  
FACHHOCHSCHULE

Studiengang	Betriebswirtschaft
Fach	Operations Research
Art der Leistung	Prüfungsleistung
Klausur-Knz.	BW-OPR-P11-000318
Datum	18.03.2000

Die Klausur enthält 3 Aufgaben, von denen nur zwei zu lösen sind. Zur Lösung der beiden Aufgaben stehen Ihnen 90 Minuten zur Verfügung. Die maximal erreichbare Punktzahl beträgt 100 Punkte. Zum Bestehen der Klausur müssen mindestens 50 % der Gesamtpunktzahl erzielt werden. Sie sollten sich als grobe Einteilung der 90 Minuten für jede Aufgabe eine 1/3 Stunde einplanen. Lassen Sie 1/3 Rand für die Korrekturen und schreiben Sie leserlich. Denken Sie an Ihren Namen, Unterschrift und Matrikelnummer.

**Bearbeitungszeit:** 90 Minuten      **Hilfsmittel:** -Taschenrechner-  
**Anzahl der Aufgaben:** -2 von 3-      -Studienbriefe-  
**Höchstpunktzahl:** -100-

**Bewertungsschlüssel**

Aufgabe	W 1	W 2	W 3	Σ
max. erreichbare Punkte	50	50	50	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
bei Punkten	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

Lösen Sie nur zwei der drei Aufgaben.

## Wahl-Aufgabe 1

50 Punkte

a)

40 Punkte

Lösen Sie die nachstehende Aufgabe zur Linearen Optimierung mit der Zweiphasenmethode

$$\begin{array}{l}
 \text{I} \quad Z = 6x_1 - 3x_2 + 5x_3 \rightarrow \max \\
 \text{II} \quad \begin{array}{r}
 x_1 - x_2 + 2x_3 \leq 2 \\
 -2x_1 + x_2 \geq 1 \\
 x_1 + \quad \quad \quad x_3 \leq 1
 \end{array} \\
 \text{III} \quad x_1, x_2, x_3 \geq 0
 \end{array}$$

b)

10 Punkte

Nennen Sie ohne neue Rechnung die Optimallösung und den optimalen Zielwert der zur Aufgabe a) gehörigen dualen Aufgabe.

## Wahl-Aufgabe 2

50 Punkte

Gegeben sei die nachstehende Vorgangsliste, die nur Minimalabstände aufweist.

UV (Diff)	Typ	Vorgang	Dauer (Tage)
D(2)	EA	A	3
G(3)	AA	B	4
I(4)	EE	C	3
-		D	2
B(0), H(0)	EA	E	3
A(-3), G(0)	EA	F	2
D(0), I(0)	EA	G	1
C(2)	EE	H	1
-		I	4
C(0)	EA	J	4

Nachstehend ist das Ergebnis der Strukturanalyse gegeben.

Rg	UV	Vorgang	UN
0	-	Anfang	D,I
2	D	A	F
3	G	B	E
2	I	C	H,J
1	Anfang	D	A,G
4	B,H	E	Ende
3	A,G	F	Ende
2	D,I	G	B,F
3	G	H	E

SCHLECHT

1	Anfang	I	C,G
3	G	J	Ende
5	E,F,J	Ende	-

- a) Führen Sie anhand einer geeigneten Tabelle die Zeitanalyse durch, indem Sie für jeden Vorgang die vier Vorgangszeitpunkte FAZ, SAZ, FEZ und SEZ bestimmen und für jeden echten Vorgang die gesamte Pufferzeit berechnen. **32 Punkte**
- b) Nennen Sie die Projektdauer. **6 Punkte**
- c) Erstellen Sie für das Projekt einen Betriebskalender, wenn der Projektendtermin der 27.07.2000 (Donnerstag) vorgegeben ist, die Arbeitstage in der Woche Montag bis einschließlich Freitag lauten und am 21.07.2000 ein Nichtarbeitstag ist. Ordnen Sie nur den frühesten Zeitpunkten FAZ und FEZ Kalenderdaten zu. Es sei Ihnen der folgende Kalenderausschnitt bekannt. **12 Punkte**

Mo	Di	Mi	Do	Fr	Sa	So
03.07.00	04.07.00	05.07.00	06.07.00	07.07.00	08.07.00	09.07.00
10.07.00	11.07.00	12.07.00	13.07.00	14.07.00	15.07.00	16.07.00
17.07.00	18.07.00	19.07.00	20.07.00	<del>21.07.00</del>	22.07.00	23.07.00
24.07.00	25.07.00	26.07.00	27.07.00	28.07.00	29.07.00	30.07.00

**Wahl-Aufgabe 3** **50 Punkte**

Ein Spediteur soll von einem Ort 1 aus die Kunden in den Orten 2, 3, 4 und 5 aufsuchen und abschließend zum Ort 1 zurückkehren. Die nachstehende Tabelle gibt die Distanzen der Orte untereinander in einer Längeneinheit an.

von \ nach	1	2	3	4	5
1	0	12	14	16	16
2	12	0	18	19	21
3	15	21	0	16	20
4	16	18	17	0	19
5	21	23	21	20	0

In welcher Reihenfolge sollte der Spediteur die Orte aufsuchen, um die Rundreiselänge zu minimieren? Lösen Sie die Aufgabe unter Verwendung von Reduktionstabellen und einer nach dem Verfahren der sukzessiven Einbeziehung von Stationen gewonnenen Vergleichsreise mit dem Verfahren der begrenzten Enumeration. Nennen Sie alle optimalen Hamiltonschen Zyklen und die zugehörige Länge.



STAATLICH ANERKANNTE  
FACHHOCHSCHULE

Studiengang	<b>Betriebswirtschaft</b>
Fach	<b>Operations Research</b>
Art der Leistung	<b>Prüfungsleistung</b>
Klausur-Knz.	<b>BW-OPR-P11-000318</b>
Datum	<b>18.03.2000</b>

Um größtmögliche Gerechtigkeit zu erreichen, ist nachfolgend zu jeder Aufgabe eine Musterlösung inklusive der Verteilung der Punkte auf Teilaufgaben zu finden. Natürlich ist es unmöglich, jede denkbare Lösung anzugeben. Stoßen Sie bei der Korrektur auf eine andere als die angegebene Lösung, die richtig ist, ist eine entsprechende Punktzahl zu vergeben. Sind in der Musterlösung die Punkte für eine Teilaufgabe summarisch angegeben, so ist die Verteilung dieser Punkte auf Teillösungen dem Korrektor überlassen: Rechenfehler sollten nur zur Abwertung des betreffenden Teilschrittes führen. Wird mit einem falschen Zwischenergebnis richtig weiter gerechnet, so sind die hierfür vorgesehenen Punkte zu erteilen.

Sollte ein Prüfling doch alle drei der zur Wahl stehenden zwei Aufgaben gelöst haben, so sind die ersten beiden zu bewerten.

50% der insgesamt zu erreichenden Punktzahl (hier also 50 Punkte von 100 möglichen) reichen aus, um die Klausur erfolgreich zu bestehen.

Die differenzierte Bewertung in Noten nehmen Sie bitte nach folgendem Bewertungsschema vor.

#### NOTENSPIEGEL

Note	1,0	1,3	1,7	2,0	2,3	2,7	3,0	3,3	3,7	4,0	5,0
notw. 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

# Lösung Wahl-Aufgabe 1

50 Punkte

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	$k_1$	r.S.
0	0	0	0	0	0	-1	0
-2	1	0	0	-1	0	0	1
1	-1	2	1	0	0	0	2
-2	1	0	0	-1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1
0	0	0	0	0	0	-1	0
-1	0	2	1	-1	0	1	3
-2	1	0	0	-1	0	1	1
1	0	1	0	0	1	0	1

Quot.

2 Punkt  
 -  
 1 8 Punkte  
 -  
 8 Punkte

$x_1$	$x_2$	$x_3$	$s_1$	$s_2$	$s_3$	r.S.
6	-3	5	0	0	0	0
0	0	5	0	-3	0	3
-1	0	2	1	-1	0	3
-2	1	0	0	-1	0	1
1	0	1	0	0	1	1
-5	0	0	0	-3	-5	-2
-3	0	0	1	-1	-2	1
-2	1	0	0	-1	0	1
1	0	1	0	0	1	1

Quot.

1,5  
 -  
 1

Nebenrechnung  
 $6 \quad -3 \quad 0 \quad 0 \quad 3 \quad 0 \quad | -3$   
 Oberer Tabellenteil: 8 Punkte,  
 (davon 2 für die Nebenrechnung,  
 falls notwendig)

7 Punkte

~~$Z_{max} = 4; x_1 = 0; x_2 = 8; x_3 = 4; s_1 = 0; s_2 = 0; s_3 = 2$~~

7 Punkte

$Z_{max} = 2 \quad x_1 = 0 \quad x_2 = 1 \quad x_3 = 1 \quad s_1 = 1 \quad s_2 = 0 \quad s_3 = 0$

b)

Die duale Aufgabe hat die Lösung:

$Z_{min} = 2; s_1 = 0, s_2 = 3, s_3 = 5, x_1 = 5, x_2 = 0, x_3 = 0$

10 Punkte

# Lösung Wahl-Aufgabe 2

50 Punkte

a)

32 Punkte

UV (Diff)	Typ	V	D	FAZ	SAZ	FEZ	SEZ	GP
-		Anfang	0	0	0	0	0,2	-
Anfang(0)	EA	D	2	0	2	2	4,9	2
Anfang(0)	EA	I	4	0	0	4	4,5	0
D(2)	EA	A	3	4	11	7	15,14	7
I(4)	EE	C	3	5	6	8	10,9	1
D(0), I(0)	EA	G	1	2,4	4	5	5,12	0
G(3)	AA	B	4	7	7	11	11	0
A(-3),G(0)	EA	F	2	4,5	12	7	14	7
C(2)	EE	H	1	9	10	10	11	1
C(0)	EA	J	4	8	10	12	14	2
B(0), H(0)	EA	E	3	11,10	11	14	14	0
E(0), F(0), J(0)	EA	Ende	0	14,7,12	14	14	14	-

J

1 Punkt      7 Punkte      7 Punkte      7 Punkte      7 Punkte      3 Punkte

b)

6 Punkte

Die Projektdauer beträgt 14 Tage.

c)

12 Punkte

Der Betriebskalender lautet:

lfd. Nr.	1	2	3	4	5	6
Datum	07.07.00	10.07.00	11.07.00	12.07.00	13.07.00	14.07.00
lfd. Nr.	7	8	9	10	11	12
Datum	17.07.00	18.07.00	19.07.00	20.07.00	24.07.00	25.07.00
lfd. Nr.	13	14				
Datum	26.07.00	27.07.00				

Damit ergibt sich folgende Kalenderzuordnung:

Vorgang	FAT	FET
D	07.07.2000	10.07.2000
I	07.07.2000	12.07.2000
A	13.07.2000	17.07.2000
C	14.07.2000	18.07.2000
G	13.07.2000	13.07.2000
B	18.07.2000	24.07.2000
F	14.07.2000	17.07.2000
H	20.07.2000	20.07.2000
J	19.07.2000	25.07.2000
E	25.07.2000	27.07.2000

6 Punkte

6 Punkte

<b>Lösung Aufgabe 3</b>	<b>50 Punkte</b>
-------------------------	------------------

	1	2	3	4	5	Min
1	$\infty$	12	14	16	16	12
2	12	$\infty$	18	19	21	12
3	15	21	$\infty$	16	20	15
4	16	18	17	$\infty$	19	16
5	21	23	21	20	$\infty$	20
						<b>75</b>

3 Punkte

	1	2	3	4	5	Min
1	$\infty$	0	2	4	4	
2	0	$\infty$	6	7	9	
3	0	6	$\infty$	1	5	
4	0	2	1	$\infty$	3	
5	1	3	1	0	$\infty$	
						<b>4</b>

1. Reduktionstabelle

3 Punkte

	1	2	3	4	5
1	$\infty$	0	1	4	1
2	0	$\infty$	5	7	6
3	0	6	$\infty$	1	2
4	0	2	0	$\infty$	0
5	1	3	0	0	$\infty$

2. Reduktionstabelle

3 Punkte

Reduktionskonstante =  $\rho = 75 + 4 = 79$       2 Punkte

Verfahren der sukzessiven Einbeziehung von Stationen:

1-2-1	3	1-3-2-1	$1+6+0 = 7$		
		1-2-3-1	$0+5+0 = 5$	*	1 Punkt
1-2-3-1	4	1-4-2-3-1	$4+2+5+0 = 11$		
		1-2-4-3-1	$0+7+0+0 = 7$		2 Punkte
		1-2-3-4-1	$0+5+1+0 = 6$	*	
1-2-3-4-1	5	1-5-2-3-4-1	$1+3+5+1+0 = 10$		
		1-2-5-3-4-1	$0+6+0+1+0 = 7$	*	2 Punkte
		1-2-3-5-4-1	$0+5+2+0+0 = 7$		
		1-2-3-4-5-1	$0+5+1+0+1 = 7$		

1. Vergleichsrundreise ist 1-2-5-3-4-1 mit der reduzierten Länge 7. 2 Punkte

1-2	0
1-2-3	$0+5=5$
1-2-3-4	$5+1=6$
1-2-3-4-5	$6+0=6$
1-2-3-4-5-1	$6+1=7$
	<b>Vergleichsrundreise</b>
1-2-3-5	$5+2=7$
1-2-3-5-4	$7+0=7$
1-2-3-5-4-1	$7+0=7$
	<b>Vergleichsrundreise</b>
1-2-4	$0+7=7$
1-2-4-3	$7+0=7$
1-2-4-3-5	$7+2=9 > 7$
1-2-4-5	$7+0=7$
1-2-4-5-3	$7+0=7$
1-2-4-5-3-1	$7+0=7$
	<b>Vergleichsrundreise</b>
1-2-5	$0+6=6$
1-2-5-3	$6+0=6$
1-2-5-3-4	$6+1=7$
1-2-5-3-4-1	$7+0=7$
	<b>Vergleichsrundreise</b>
1-2-5-4	$6+0=6$
1-2-5-4-3	$6+0=6$
1-2-5-4-3-1	$6+0=6$

**Für alle 57 Teilrouten 28 Punkte. Je Fehler bzw. je fehlende Folge 0,5 P Abzug (max. 28 Punkte Abzug)**

neue Vergleichs-  
reise

1-3	1
1-3-2 •	$1+6=7 > 6$
1-3-4	$1+1=2$
1-3-4-2	$2+2=4$
1-3-4-2-5 • •	$4+6=10 > 6$
1-3-4-5	$2+0=2$
1-3-4-5-2	$2+3=5$
1-3-4-5-2-1 • • • •	$5+0=5$

neue Vergleichs-  
reise

1-3-5	$1+2=3$
1-3-5-2 •	$3+3=6 > 5$
1-3-5-4	$3+0=3$
1-3-5-4-2	$3+2=5$
1-3-5-4-2-1 • • • •	$5+0=5$

Vergleichs-  
rundreise

1-4	4
1-4-2 •	$4+2=6 > 5$
1-4-3	$4+0=4$
1-4-3-2 •	$4+6=10 > 5$
1-4-3-5 • •	$4+2=6 > 5$
1-4-5	$4+0=4$
1-4-5-2 •	$4+3=7 > 5$
1-4-5-3	$4+0=4$
1-4-5-3-2 • • • •	$4+6=10 > 5$
1-5	1
1-5-2	$1+3=4$
1-5-2-3 •	$4+5=9 > 5$
1-5-2-4 • •	$4+7=11 > 5$
1-5-3	$1+0=1$
1-5-3-2 •	$1+6=7 > 5$
1-5-3-4	$1+1=2$
1-5-3-4-2	$2+2=4$
1-5-3-4-2-1 • • • •	$4+0=4$

neue Vergleichs-  
reise

$1-5-4$	$1+0=1$
$1-5-4-2$	$1+2=3$
$1-5-4-2-3$ •   •	$3+5=8 > 4$
$1-5-4-3$	$1+0=1$
$1-5-4-3-2$ •   •   •   •   •	$1+6=7 > 4$

Der kürzeste Hamiltonsche Zyklus lautet 1-5-3-4-2-1. Er besitzt die wahre Länge  $4+79=83$ . **4 Punkte**