

Klausur zur Veranstaltung
“Gestaltung industrieller Produktionsprozesse”
im WS 2019/2020

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus **13** Seiten (inkl. Deckblatt). Bitte überprüfen Sie, ob Ihr Exemplar vollständig ist und lassen Sie sich ansonsten ein anderes geben.
- Die Klausur besteht aus **5** Aufgaben, die alle zu bearbeiten sind. Die erreichbare Punktzahl ist bei jeder Aufgabe angegeben. Insgesamt sind bei einer Klausurdauer von **60 Minuten** maximal **60 Punkte** zu erreichen.
- **Bitte antworten Sie kurz und präzise! Stichpunktartige Antworten genügen!**
- Erlaubte Hilfsmittel sind ein nicht-programmierbarer Taschenrechner sowie ein zweiseitig handschriftlich beschriebenes Hilfsblatt im Format DIN A4 mit Formeln etc. nach Ihrer Wahl.
- Zur Beantwortung der Fragen finden Sie genügend Platz in der Klausur. Bitte reißen Sie die Klausur nicht auseinander und verwenden Sie kein eigenes Papier.
- Tragen Sie bitte zuerst Ihre persönlichen Daten ein.

Persönliche Daten:

Nachname	Vorname	Matrikelnr.	Studienfach	Abschluss	Semester

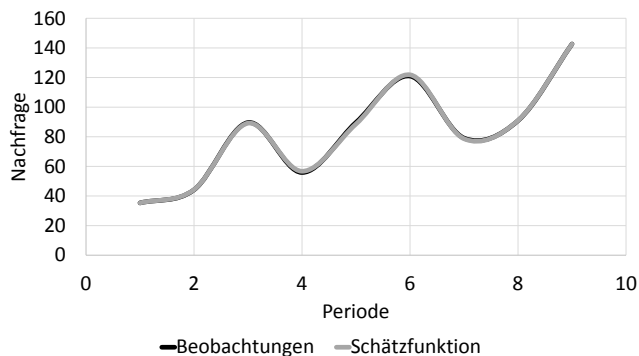
Bewertung:

Aufg.	1	2	3	4	5	Summe
Punkte						

1. Prognoseverfahren (8 P.)

Für eine unbekannte Zeitreihe wurden in neun Perioden Realisationen beobachtet. Sie wollen nun eine Prognose für die kommende Periode 10 vornehmen. Dafür haben Sie mit vier verschiedenen Verfahren eine Schätzfunktion ermittelt. Für jedes Verfahren haben Sie die Ex-Post-Prognosen für die Perioden 1 bis 9 graphisch zusammen mit dem Verlauf der Realisationen aufgetragen. Außerdem haben Sie die mittlere absolute Abweichung MAD sowie das Abweichungssignal SIG ermittelt. Die Informationen finden Sie hier zusammengefasst:

Vorschlag 1

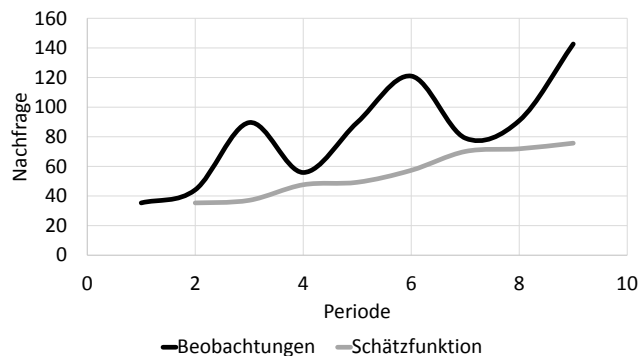


$$\hat{y}_t = -0,122t^7 + 4,32t^6 - 62,1t^5 + 465t^4 - 194t^3 + 4436t^2 - 5023t + 2156$$

$$MAD_9 = 0,42883$$

$$SIG_9 = 0,00013$$

Vorschlag 2

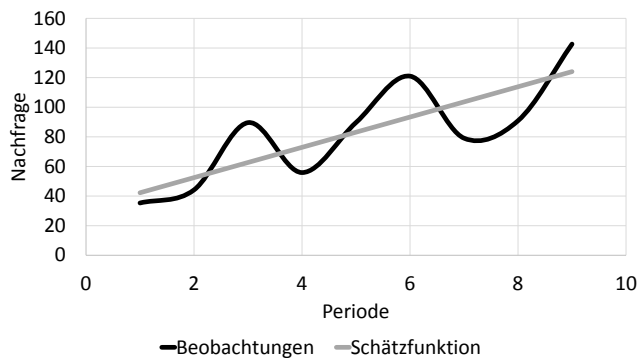


$$\hat{y}_t = 0,8y_{t-1} + 0,2y_{t-1}$$

$$MAD_9 = 33,78561$$

$$SIG_9 = -1$$

Vorschlag 3

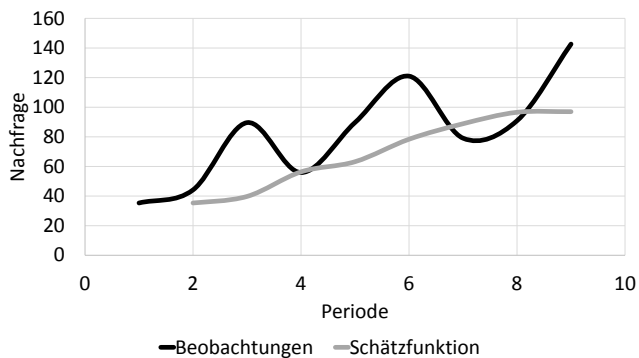


$$\hat{y} = 32 + 10,228t$$

$$MAD_9 = 17,70673$$

$$SIG_9 = 0$$

Vorschlag 4



$$\hat{y} = \frac{y_{t-3} + y_{t-2} + y_{t-1}}{3}$$

$$MAD_9 = 24,96625$$

$$SIG_9 = -0,85817$$

- (a) Benennen Sie die Verfahren, die bei den verschiedenen Vorschlägen zur Bestimmung der Schätzfunktionen verwendet wurden. (4 P.)

Vorschlag 1:

Vorschlag 2:

Vorschlag 3:

Vorschlag 4:

(b) Erläutern Sie kurz die Bedeutung (keine Angabe der Berechnungsvorschriften notwendig!) des Abweichungssignals SIG. (2 P.)

(c) Begründen Sie, welches der vorgestellten Verfahren Sie für eine Prognose für Periode 10 verwenden würden. (2 P.)

2. Hauptproduktionsprogrammplanung (14 P.)

Im Folgenden wird auszugsweise das Modell HPPLAN zur Hauptproduktionsprogrammplanung dargestellt.

Indizes:

$j = 1, \dots, J$	Produktionssegmente
$k = 1, \dots, K$	Endprodukte
$p = 0, 1, 2, \dots$	Vorlaufperioden
$t = 1, \dots, T$	Perioden

Parameter:

d_{kt}	Bedarf von Endprodukt k in Periode t
hc_k	Kosten der Lagerung einer Einheit von Endprodukt k über eine Periode
N_{jt}^{\max}	Normalarbeitszeit in Segment j und Periode t
oc_t	Kosten einer Überstunde in Periode t
vp_k	Anzahl der Vorlaufperioden von Endprodukt k
tb_{jkp}	Belastung von Segment j je Einheit von Endprodukt k in Vorlaufperiode p
U_{jt}^{\max}	maximale personelle Zusatzkapazität (Überstunden) in Segment j und Periode t
Y_{k0}	Lageranfangsbestand von Endprodukt k

Entscheidungsvariablen:

Q_{kt}	Produktionsmenge von Endprodukt k in Periode t
U_{jt}	Überstunden in Segment j in Periode t
Y_{kt}	Lagerbestand von Endprodukt k am Ende von Periode t

Entscheidungsmodell **HPPLAN**:

$$\text{Min}Z = \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T hc_k \cdot Y_{kt} + \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T oc_{jt} \cdot U_{jt} \quad (1)$$

unter Beachtung der Restriktionen:

$$Y_{k,t-1} + Q_{kt} - Y_{kt} = d_{kt} \quad k = 1, \dots, K; t = 1, \dots, T \quad (2)$$

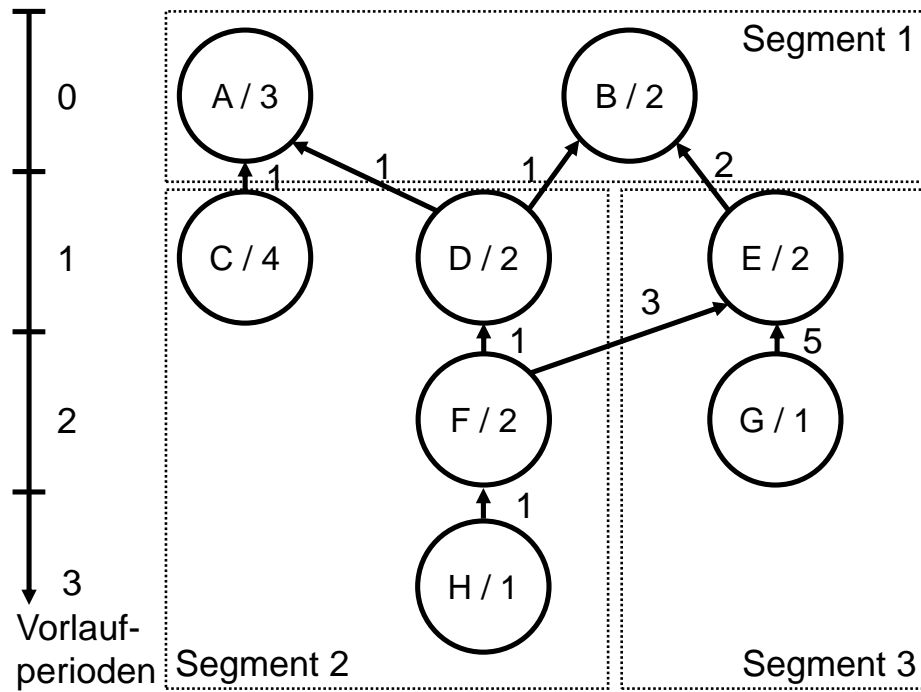
$$\sum_{k=1}^K \sum_{p=0}^{vp_k} tb_{jkp} \cdot Q_{k,t+p} - U_{jt} \leq N_{jt}^{\max} \quad j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (3)$$

$$U_{jt} \leq U_{jt}^{\max} \quad j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (4)$$

(a) Nennen Sie kurz die Bedeutung der Zielfunktion (1). (2 P.)

(b) In der Hauptproduktionsprogrammplanung erfolgt die Planung auf Grundlage der Endprodukte. Erklären Sie, wie innerhalb der Kapazitätsrestriktion (3) die Produktion von Vorprodukten dennoch berücksichtigt wird. (3 P.)

- (c) Im Folgenden finden Sie ein Schaubild einer Erzeugnisstruktur für die Produktion von zwei Endprodukten. Bestimmen Sie für diese Erzeugnisstruktur die Kapazitätsbelastungsfaktoren tb_{jkp} . (6 P.)



		$p = 3$	$p = 2$	$p = 1$	$p = 0$
Endprodukt A	Produktionssegment 1				
	Produktionssegment 2				
	Produktionssegment 3				
Endprodukt B	Produktionssegment 1				
	Produktionssegment 2				
	Produktionssegment 3				

- (d) Gehen Sie nun davon aus, dass bei Beanspruchung von Zusatzkapazität innerhalb eines Segmentes j in einer Periode t stets die Kosten für mindestens U_{jt}^{min} vergütet werden müssen, auch wenn tatsächlich weniger Zusatzkapazität beansprucht wird. Erweitern Sie den folgenden Modellausschnitt zur Abbildung dieses Sachverhalts. (3 P.)

$$\text{Min}Z = \sum_{k=1}^K \sum_{t=1}^T hc_k \cdot Y_{kt} + \sum_{j=1}^J \sum_{t=1}^T oc_{jt} \cdot U_{jt} \quad (5)$$

unter Beachtung der Restriktionen:

$$Y_{k,t-1} + Q_{kt} - Y_{kt} = d_{kt} \quad k = 1, \dots, K; t = 1, \dots, T \quad (6)$$

$$\sum_{k=1}^K \sum_{p=0}^{vp_k} tb_{jkp} \cdot Q_{k,t+p} - U_{jt} \leq N_{jt}^{\max} \quad j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (7)$$

$$U_{jt} \leq U_{jt}^{\max} \quad j = 1, \dots, J; t = 1, \dots, T \quad (8)$$

3. Losgrößenplanung (15 P.)

(a) Skizzieren Sie kurz verbal die Problemstellung des Capacitated Lot Sizing Problems (CLSP). (4 P.)

(b) Beim CLSP werden keine Produktionskosten berücksichtigt. Begründen Sie kurz, wie sich die Lösung verändern würde, wenn unter Berücksichtigung des Ausgangsmodells zum CLSP zusätzlich periodenunabhängige Produktionskosten in der Zielfunktion berücksichtigt werden würden. (2 P.)

(c) Nennen Sie den zentralen Unterschied zwischen dem CLSP und dem SCLSP. (2 P.)

(d) Im SCLSP werden Fehlmengen und Fehlbestände akzeptiert und durch Restriktionen beschränkt. Nennen Sie den Unterschied zwischen Fehlmengen und Fehlbeständen. (2 P.)

(e) Begründen Sie die Notwendigkeit der Betrachtung von deterministischen Approximationsmodellen zur Lösung des SCLSPs. (2 P.)

(f) Nennen Sie ein beliebiges deterministisches Ersatzmodell zum SCLSP und stellen Sie die zugrundeliegende Grundidee dar. (3 P.)

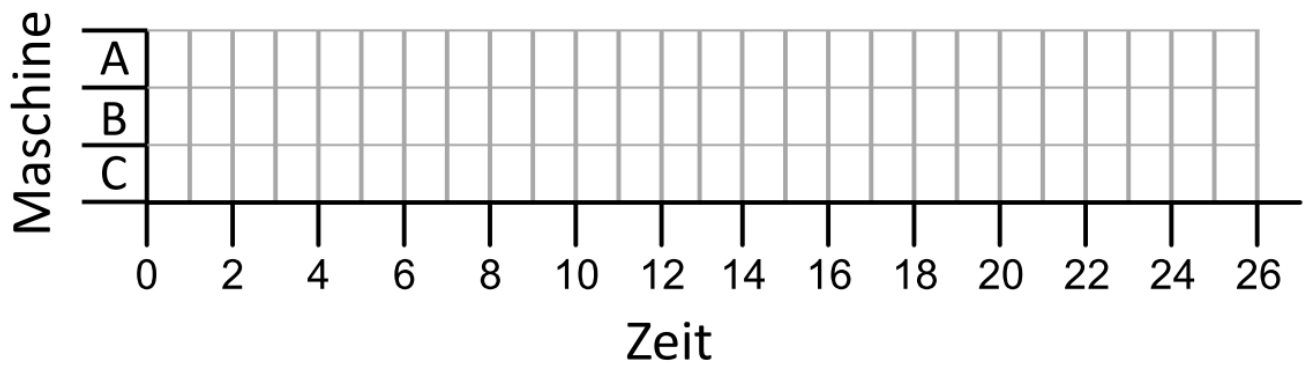
4. Reihenfolgeplanung (10 P.)

Vier Aufträge sollen mit minimaler Zykluszeit auf drei Maschinen ausgeführt werden. Die Bearbeitungszeiten t_{jm} von Auftrag j auf Maschine m sind in unten stehender Tabelle gegeben.

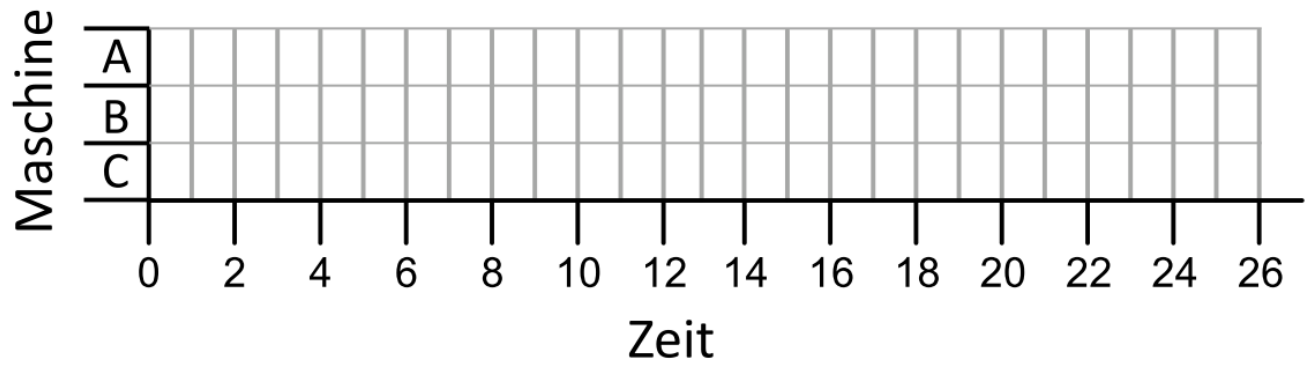
j	t_{jA}	t_{jB}	t_{jC}
1	3	2	6
2	6	1	4
3	4	4	6
4	3	5	2

- (a) Ermitteln Sie eine Auftragsreihenfolge mit Hilfe des Verfahrens von Johnson. Fassen Sie dabei die Maschinen A und B zu einer virtuellen Maschine zusammen. (4 P.)

- (b) Ergänzen Sie die folgende Graphik zur Darstellung der resultierenden Maschinenbelegungspläne für jede einzelne Maschine. (3 P.)



Backup, falls Sie Ihre Antwort korrigieren möchten:



(c) Geben Sie die resultierende Zykluszeit an. (1 P.)

(d) Begründen Sie, ob es sich bei der gefundenen Lösung um eine optimale Lösung handeln kann. (2 P.)

5. Planung flexibler Projekte (13 P.)

(a) Motivieren Sie kurz die betriebswirtschaftliche Relevanz der Erforschung flexibler Projektplanungsprobleme. (3 P.)

(b) Eine Möglichkeit zur Lösung von Projektplanungsproblemen mit flexiblen Projektstrukturen ist die Anwendung genetischer Algorithmen.

i. Begründen Sie kurz die Sinnhaftigkeit der Lösung von Projektplanungsproblemen mit flexiblen Projektstrukturen mittels genetischer Algorithmen. (2 P.)

ii. Beschreiben Sie die Grundidee genetischer Algorithmen. (3 P.)

(c) Als weitere Möglichkeit könnten Sie ein Projektplanungsproblem mit flexibler Projektstruktur auch durch Lösung mehrerer Projektplanungsprobleme mit starrer Projektstruktur mittels Standardsolvern wie CPLEX lösen.

i. Beschreiben Sie, wie Sie auf diesem Weg eine möglichst gute Lösung ermitteln können. (3 P.)

ii. Begründen Sie, ob es sich bei diesem Verfahren um ein exaktes Verfahren oder eine Heuristik handelt. (2 P.)