

Klausur zur Veranstaltung  
“Gestaltung industrieller Produktionsprozesse”  
im Wintersemester 2018/19

**Hinweise:**

- Die Klausur besteht aus **12** Seiten (inkl. Deckblatt). Bitte überprüfen Sie, ob Ihr Exemplar vollständig ist und lassen Sie sich ansonsten ein anderes geben.
- Die Klausur besteht aus **6** 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 Inhalten 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	6	Summe
Punkte							

**1. Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme**

**(5 P.)**

Benennen Sie, welchen Kritikpunkten an den klassischen PPS-Systemen die kapazitätsorientierte Produktionsplanung und -steuerung (KPPS-Pyramide) begegnen will.

## 2. Hauptproduktionsprogrammplanung

(17 P.)

Im Folgenden wird die Notation der in der Vorlesung behandelten Modellformulierung für die kapazitätsbeschränkte Hauptproduktionsprogrammplanung (HPPLAN) 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 $t$
$oc_{jt}$	Kosten einer Überstunde in Segment $j$ 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 Überstunden in Segment $j$ und Periode $t$
$Y_{k0}$	Lageranfangsbestand von Endprodukt $k$

(a) Nennen Sie die Bedeutung der reellwertigen Entscheidungsvariablen  $Q_{kt}$ ,  $Y_{kt}$  und  $U_{jt}$ .

(3 P.)

(b) Erläutern Sie die Zielfunktion:

(1 P.)

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

(c) Nennen Sie die Funktion der folgenden Nebenbedingung: **(1 P.)**

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

(d) Erläutern Sie die folgende Nebenbedingung: **(2 P.)**

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

(e) Nennen Sie die Funktion der folgenden Nebenbedingung: **(1 P.)**

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

(f) Nennen Sie die Funktion der folgenden Nebenbedingung: **(1 P.)**

$$Q_{kt} = 0 \quad k = 1, \dots, K; t \leq vp_k$$

- (g) Erläutern Sie, warum in der Zielfunktion im gegebenen Grundmodell keine variablen Produktionskosten berücksichtigt werden. Geben Sie darüber hinaus zwei Anwendungsfälle an, bei denen die variablen Produktionskosten explizit berücksichtigt werden müssen. **(3 P.)**

- (h) Erweitern Sie das obige Modell um die Einhaltung von Mindestproduktionsmengen. Für den Fall, dass in einer Periode  $t$  das Endprodukt  $k$  gefertigt wird, müssen mindestens  $Q_k^{\min}$  ME hergestellt werden. Bei der Herstellung fallen produktionsmengenunabhängige Fixkosten  $pc_k^{fix}$  für Endprodukt  $k$  in jeder Fertigungsperiode an. Definieren Sie ggf. zusätzlich eingeführte Variablen und Parameter. Stellen Sie sicher, dass es sich weiterhin um ein lineares Modell handelt. **(5 P.)**

### 3. Dynamische Losgrößenplanung

(11 P.)

- (a) Kennzeichnen Sie sechs Gemeinsamkeiten der in der Vorlesung behandelten Entscheidungsmodelle für das *Capacitated Lotsizing Problem* (CLSP) und das *Proportional Lot-sizing and Scheduling Problem* (PLSP). Gehen Sie dabei auf die Modellannahmen, auf die Parameter und Indizes sowie die Entscheidungsvariablen ein. (6 P.)

- (b) In den Modellen CLSP und PLSP wird die Zeit auf verschiedene Weisen modelliert. Nennen Sie die unterschiedlichen Ansätze und ordnen Sie sie den Modellen zu. Erläutern Sie drei Unterschiede, die sich dadurch zwischen den Modellen ergeben. **(5 P.)**

4. Lösungsansätze für Losgrößenprobleme

(7 P.)

- (a) Kennzeichnen Sie die Idee und die Vorgehensweise der in der Vorlesung vorgestellten Fix-and-Optimize-Heuristik zur Lösung des *Capacitated Lotsizing Problems (CLSP)*.  
(5 P.)

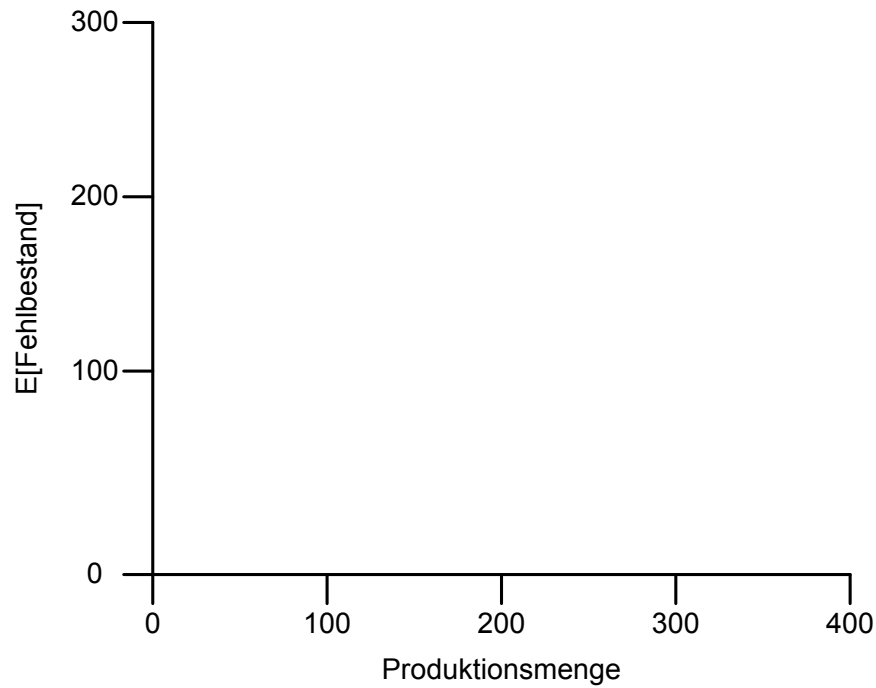
- (b) Begründen Sie, warum es sich bei diesem Verfahren um eine Heuristik handelt. (2 P.)



## 5. Losgrößenplanung bei unsicherer Nachfrage

(8 P.)

- (a) Nehmen Sie an, dass die Nachfrage nach einem Produkt in einer Periode normalverteilt ist mit dem Erwartungswert 200 ME und einer Standardabweichung von 60 ME. Skizzieren Sie im gegebenen Diagramm den erwarteten Fehlbestand in Abhängigkeit der gewählten Produktionsmenge für diese Periode und erläutern Sie den Verlauf. (Hinweis: In der Skizze soll der prinzipielle Verlauf erkennbar sein. Ein exakter Wert ist lediglich für eine Produktionsmenge von 0 Mengeneinheiten gefordert.) (4 P.)



- (b) In Modellen der deterministischen Losgrößenplanung wird eine vollständige Bedarfsbefriedigung gefordert. Erläutern Sie, ggf. beziehend auf den vorherigen Aufgabenteil, warum in Modellen zur Losgrößenplanung mit unsicherer Nachfrage stattdessen Servicegradmaße verwendet werden. Erläutern Sie dabei insbesondere das im *Stochastic Capacitated Lotsizing Problem* (SCLSP) zugrundegelegte  $\delta$ -Servicegradziel und seine formale Abbildung in dem Entscheidungsmodell. Verwenden Sie dafür die folgende Notation. (4 P.)

Indizes

$k = 1, \dots, K$       Endprodukte  
 $t = 1, \dots, T$       Perioden

Parameter

$\delta_k$       geforderter  $\delta$ -Servicegrad für Produkt  $k$

Zufallsvariablen

$BL_{kt}$       Fehlendbestand von Produkt  $k$  in Periode  $t$   
 $D_{kt}$       Nachfrage von Produkt  $k$  in Periode  $t$

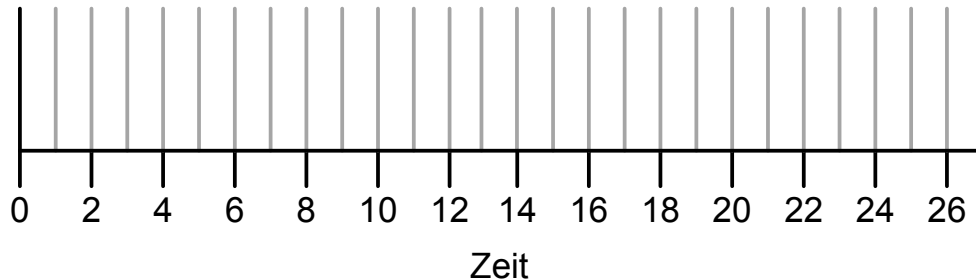
## 6. Reihenfolgeplanung

(12 P.)

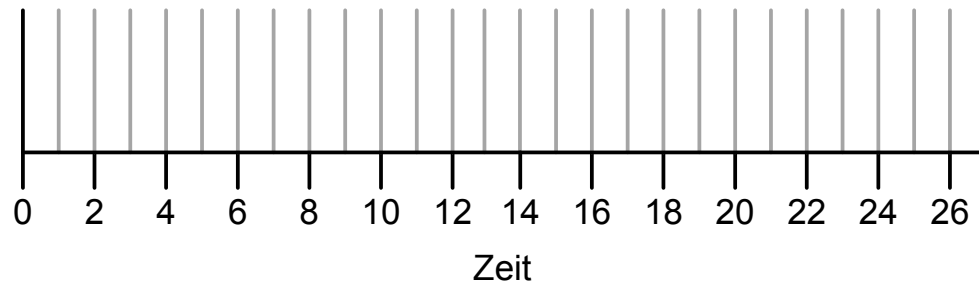
Auf einer Maschine sollen vier Aufträge ( $j = A, B, C, D$ ) bearbeitet werden. Für die Aufträge sind jeweils die Vorlaufzeiten  $a_j$ , die Bearbeitungszeiten  $t_j$  sowie die Nachlaufzeiten  $n_j$  in der nachfolgenden Tabelle gegeben.

$j$	A	B	C	D
$a_j$	8	0	5	0
$t_j$	1	7	2	4
$n_j$	5	2	12	3

- (a) Bestimmen Sie für das obige Ein-Maschinenproblem mit dem *Verfahren von Schrage* einen zulässigen Maschinenbelegungsplan unter der Zielsetzung der Zykluszeitminimierung. Geben Sie im nachfolgenden Koordinatensystem den Maschinenbelegungsplan in Form eines Gantt-Diagramms an. Geben Sie die Zykluszeit und die Zeitpunkte an, zu denen die Aufträge jeweils abgeschlossen sind. (7 P.)



- (b) Bestimmen Sie im nachfolgenden Koordinatensystem für die gegebene Bearbeitungsreihenfolge der Aufträge  $L = \langle D, C, A, B \rangle$  den Maschinenbelegungsplan unter der Zielsetzung der Zykluszeitminimierung in Form eines Gantt-Diagramms. Geben Sie die Zykluszeit an. **(3 P.)**



- (c) Erläutern Sie, ob eine der beiden Bearbeitungsreihenfolgen aus (a) oder (b) optimal ist. Begründen Sie Ihre Antwort. **(2 P.)**