

**Name, Vorname:** \_\_\_\_\_

**Matrikelnummer:** \_\_\_\_\_

**Fakultät:** \_\_\_\_\_

**Prüfung: Operations Management**

**Prüfer: Prof. Dr. Karl Inderfurth**

*Note:* \_\_\_\_\_

*Unterschrift:* \_\_\_\_\_

*Zugelassene Hilfsmittel:* Taschenrechner laut Aushang des Prüfungsausschusses  
alle Sprachwörterbücher für ausländische Studenten

**Klausurhinweise:**

- Verwenden Sie bitte für Ihre Antworten bzw. Eintragungen zu Ergebnissen diesen Prüfungsbogen. Geben Sie bei den einzelnen Aufgaben auch Ihre Zwischenrechnungen an. Sollte der für Neben- und Zwischenrechnungen vorgesehene Platz nicht ausreichen, nutzen Sie die leere Seite (S. 17) am Ende des Prüfungsbogens und geben Sie unbedingt an, welcher Aufgabe Ihre Ausführungen bzw. Berechnungen zuzuordnen sind. Benutzen Sie für Ihre Eintragungen keinen Bleistift!
- Die Klausur besteht aus 5 Wahlaufgaben, von denen 3 zu bearbeiten sind. Werden mehr als 3 Aufgaben (in Form von Eintragungen im Lösungsteil) bearbeitet, so werden nur die 3 ersten Aufgabenlösungen (in der Reihenfolge der Aufgabennummerierung) gewertet. Auf alle Aufgaben entfällt die gleiche Anzahl an Lösungspunkten.
- In der Multiple-Choice Aufgabe 5 werden nur für richtige Antworten Lösungspunkte vergeben. Ein Punktabzug für falsche Antworten findet nicht statt.

<b>Nur für den Prüfer</b>						
<b>Aufgabe</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Summe</b>
<b>Punkte</b>						

### Aufgabe 1 (Nachfrageprognose)

Gegeben ist die folgende Tabelle 2.17 für Nachfragewerte ( $y_t$ ) des Mixers G6 und Einschrittprognosen  $\hat{y}_{t-1,t}$  nach dem Verfahren der Einfachen (SES) bzw. Doppelten (DES) Exponentiellen Glättung. Die Prognosen erfolgen bei SES mit einem Glättungsfaktor von  $\alpha = 0,10$  und bei DES mit den Faktoren  $\alpha = 0,12$  und  $\beta = 0,10$ .

Tabelle 2.17

Prognose des Absatzes von Mixer G6 mit Exponentieller Glättung										
t	$y_t$	Einfache Exp. Glättung			Doppelte Exp. Glättung					
		$\hat{y}_{t-1,t}^{SES}$	$e_t^{SES}$	$ e_t^{SES} $	$a_t$	$b_t$	$\hat{y}_{t-1,t}^{DES}$	$e_t^{DES}$	$ e_t^{DES} $	
8	4615	4600	-15	15	4967	195	5015	400	400	
9	5464	4602	-862	862	5198	199	5162	-302	302	
10	9802	4688	-5114	5114	5926	252	5397	-4405	4405	
11	6498	5199	-1299	1299	6216	256	6178	-320	320	
12	6920	5329	-1591	1591	6526	261	6472	-448	448	
13	5481	5488	7	7	6630	245	6787	-1306	1306	
14	10714	5487	-5227	5227	7336	291	6875	-3839	3839	
15	7522	6010	-1512	1512	7614	290	7627	105	105	
16	7212	6161	-1051	1051	7821	282	7904	692	692	
17	7912	6266	-1646	1646	8080	280	8103	191	191	
18	8293	6431	-1862	1862	8352	279	8360	67	67	
19	13509	6617	-6892	6892	9216	338	8631	-4878	4878	
20	8760	7306	-1454	1454	9459	329	9554	794	794	
				<b>28532</b>					<b>17747</b>	

- (a) In Woche  $t=20$  wurde als letzte Nachfrage der Wert  $y_{20} = 8760$  beobachtet. Ermitteln Sie auf dieser Grundlage die neuen Prognosewerte für die Wochen  $t=21$  und  $t=22$  nach der SES- und DES-Methode ( $\hat{y}_{20,21}^{SES}$  bzw.  $\hat{y}_{20,21}^{DES}$ ) und tragen Sie die Ergebnisse in die folgenden Tabellen ein.

$\hat{y}_{20,21}^{SES} =$
$\hat{y}_{20,22}^{SES} =$

$\hat{y}_{20,21}^{DES} =$
$\hat{y}_{20,22}^{DES} =$



- (b) In Woche  $t = 21$  wird eine Nachfrage von  $y_{21} = 7000$  beobachtet. Ermitteln Sie auf dieser Grundlage eine Prognose für die Woche  $t = 22$  nach der SES- und DES-Methode und tragen Sie die Ergebnisse unten ein.

$$\hat{y}_{21,22}^{SES} =$$

$$\hat{y}_{21,22}^{DES} =$$

- (c) Wie erklären Sie sich die hohen Prognosefehler bei beiden Verfahren, die in den Wochen 10, 14 und 19 auftreten?

## Aufgabe 2 (Bestandsmanagement)

Gegeben ist die folgende Tabelle 5.6, die einen Überblick eines Einzelhändlers EH über die Nachfrage nach der Kaffeemaschine C3 in den letzten 12 Wochen sowie über Nachfrageprognosen der Wochen  $t=6$  bis  $t=13$  gibt, die mit Einfacher Exponentiellen Glättung (mit Glättungsfaktor 0,1) erstellt wurden.

**Tabelle 5.6**

Nachfrageprognose für C3-Kaffeemaschinen				
Woche	Nachfrage Stück	Nachfrage- prognose Stück	Prognose- fehler Stück	Quadrierter Prognosefehler Stück <sup>2</sup>
$t$	$y_t$	$\hat{y}_{t-1,t}$	$y_t - \hat{y}_{t-1,t}$	$(y_t - \hat{y}_{t-1,t})^2$
1	723	-	-	-
2	894	-	-	-
3	1135	-	-	-
4	551	-	-	-
5	798	-	-	-
6	817	820	-3	9
7	746	820	-74	5476
8	622	805	-183	33489
9	885	768	117	13689
10	1022	792	230	52900
11	323	838	-515	265225
12	724	735	-11	121
13		733		
				370909

In einer Voruntersuchung hat sich gezeigt, dass die Prognosefehler näherungsweise normalverteilt und periodenweise voneinander unabhängig sind. Die Kaffeemaschinen werden von einem Großhändler mit einer Lieferzeit von 3 Wochen bezogen. EH hat zu Beginn der Woche  $t=13$  einen physischen Lagerbestand von 1100 Stück. Außerdem sind frühere Bestellungen in Höhe von 1500 Stück noch offen.

EH setzt periodisches Bestandsmanagement ein und will wissen, wie viele Kaffeemaschinen er zu Beginn der Woche  $t=13$  bestellen muss, um einen  $\alpha$ -Servicegrad von 90% einhalten zu können.

- (a) Ermitteln Sie aus den gegebenen Daten den relevanten Ziellagerbestand sowie den zugehörigen Sicherheitsbestand. Nutzen Sie dazu die Informationen über Nachfrageprognose und Prognosefehler aus der obigen Tabelle. Schätzen Sie die Nachfragevarianz (erwartungstreu) aus den Angaben zu den quadrierten Prognosefehlern. Nutzen Sie gegebenenfalls auch die Informationen aus der Normalverteilungstabelle am Ende dieser Aufgabe. Tragen Sie die gefragten Ergebnisse unten ein.

Ziellagerbestand =

Sicherheitsbestand =



- (b) Bestimmen Sie auf Grundlage des Ziellagerbestands in (a) die Bestellmenge für die Woche  $t = 13$ .

Bestellmenge =

- (c) Wie hoch müsste die Bestellmenge in Woche  $t = 13$  sein, wenn EH zu einem anderen Großhändler wechseln würde, der ohne Lieferverzögerung (d.h. Lieferzeit = 0) die Kaffeemaschinen liefern könnte?

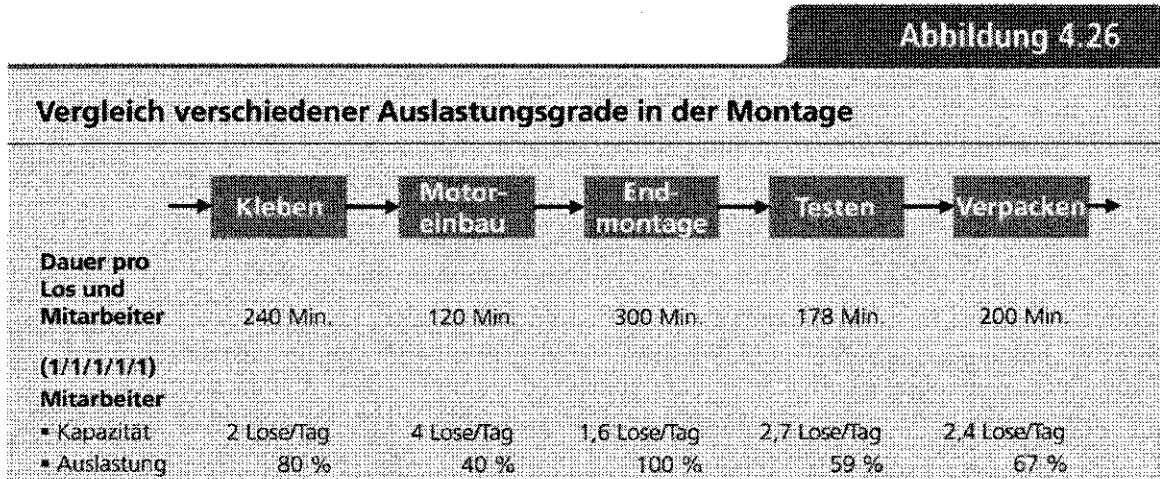
Bestellmenge =

## Tabelle Standardnormalverteilung

z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	L(z)	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	L(z)	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	L(z)	z	$f_{01}(z)$	$F_{01}(z)$	L(z)
-3.50	0.0009	0.0002	3.5001	-1.75	0.0863	0.0401	1.7662	0.00	0.3989	0.5000	0.3989	1.75	0.0863	0.9599	0.0162
-3.45	0.0010	0.0003	3.4501	-1.70	0.0940	0.0446	1.7183	0.05	0.3984	0.5199	0.3744	1.80	0.0790	0.9641	0.0143
-3.40	0.0012	0.0003	3.4001	-1.65	0.1023	0.0495	1.6706	0.10	0.3970	0.5398	0.3509	1.85	0.0721	0.9678	0.0126
-3.35	0.0015	0.0004	3.3501	-1.60	0.1109	0.0548	1.6232	0.15	0.3945	0.5596	0.3284	1.90	0.0656	0.9713	0.0111
-3.30	0.0017	0.0005	3.3001	-1.55	0.1200	0.0606	1.5761	0.20	0.3910	0.5793	0.3069	1.95	0.0596	0.9744	0.0097
-3.25	0.0020	0.0006	3.2502	-1.50	0.1295	0.0668	1.5293	0.25	0.3867	0.5987	0.2863	2.00	0.0540	0.9772	0.0085
-3.20	0.0024	0.0007	3.2002	-1.45	0.1394	0.0735	1.4828	0.30	0.3814	0.6179	0.2668	2.05	0.0488	0.9798	0.0074
-3.15	0.0028	0.0008	3.1502	-1.40	0.1497	0.0808	1.4367	0.35	0.3752	0.6368	0.2481	2.10	0.0440	0.9821	0.0065
-3.10	0.0033	0.0010	3.1003	-1.35	0.1604	0.0885	1.3909	0.40	0.3683	0.6554	0.2304	2.15	0.0396	0.9842	0.0056
-3.05	0.0038	0.0011	3.0503	-1.30	0.1714	0.0968	1.3455	0.45	0.3605	0.6736	0.2137	2.20	0.0355	0.9861	0.0049
-3.00	0.0044	0.0013	3.0004	-1.25	0.1826	0.1056	1.3006	0.50	0.3521	0.6915	0.1978	2.25	0.0317	0.9878	0.0042
-2.95	0.0051	0.0016	2.9505	-1.20	0.1942	0.1151	1.2561	0.55	0.3429	0.7088	0.1828	2.30	0.0283	0.9893	0.0037
-2.90	0.0060	0.0019	2.9005	-1.15	0.2059	0.1251	1.2121	0.60	0.3332	0.7257	0.1687	2.35	0.0252	0.9906	0.0032
-2.85	0.0069	0.0022	2.8506	-1.10	0.2179	0.1357	1.1686	0.65	0.3230	0.7422	0.1554	2.40	0.0224	0.9918	0.0027
-2.80	0.0079	0.0026	2.8008	-1.05	0.2299	0.1469	1.1257	0.70	0.3123	0.7580	0.1429	2.45	0.0198	0.9929	0.0023
-2.75	0.0091	0.0030	2.7509	-1.00	0.2420	0.1587	1.0833	0.75	0.3011	0.7734	0.1312	2.50	0.0175	0.9938	0.0020
-2.70	0.0104	0.0035	2.7011	-0.95	0.2541	0.1711	1.0416	0.80	0.2897	0.7881	0.1202	2.55	0.0154	0.9946	0.0017
-2.65	0.0119	0.0040	2.6512	-0.90	0.2661	0.1841	1.0004	0.85	0.2780	0.8023	0.1100	2.60	0.0136	0.9953	0.0015
-2.60	0.0136	0.0047	2.6015	-0.85	0.2780	0.1977	0.9600	0.90	0.2661	0.8159	0.1004	2.65	0.0119	0.9960	0.0012
-2.55	0.0154	0.0054	2.5517	-0.80	0.2897	0.2119	0.9202	0.95	0.2541	0.8289	0.0916	2.70	0.0104	0.9965	0.0011
-2.50	0.0175	0.0062	2.5020	-0.75	0.3011	0.2266	0.8812	1.00	0.2420	0.8413	0.0833	2.75	0.0091	0.9970	0.0009
-2.45	0.0198	0.0071	2.4523	-0.70	0.3123	0.2420	0.8429	1.05	0.2299	0.8531	0.0757	2.80	0.0079	0.9974	0.0008
-2.40	0.0224	0.0082	2.4027	-0.65	0.3230	0.2578	0.8054	1.10	0.2179	0.8643	0.0686	2.85	0.0069	0.9978	0.0006
-2.35	0.0252	0.0094	2.3532	-0.60	0.3332	0.2743	0.7687	1.15	0.2059	0.8749	0.0621	2.90	0.0060	0.9981	0.0005
-2.30	0.0283	0.0107	2.3037	-0.55	0.3429	0.2912	0.7328	1.20	0.1942	0.8849	0.0561	2.95	0.0051	0.9984	0.0005
-2.25	0.0317	0.0122	2.2542	-0.50	0.3521	0.3085	0.6978	1.25	0.1826	0.8944	0.0506	3.00	0.0044	0.9987	0.0004
-2.20	0.0355	0.0139	2.2049	-0.45	0.3605	0.3264	0.6637	1.30	0.1714	0.9032	0.0455	3.05	0.0038	0.9989	0.0003
-2.15	0.0396	0.0158	2.1556	-0.40	0.3683	0.3446	0.6304	1.35	0.1604	0.9115	0.0409	3.10	0.0033	0.9990	0.0003
-2.10	0.0440	0.0179	2.1065	-0.35	0.3752	0.3632	0.5981	1.40	0.1497	0.9192	0.0367	3.15	0.0028	0.9992	0.0002
-2.05	0.0488	0.0202	2.0574	-0.30	0.3814	0.3821	0.5668	1.45	0.1394	0.9265	0.0328	3.20	0.0024	0.9993	0.0002
-2.00	0.0540	0.0228	2.0085	-0.25	0.3867	0.4013	0.5363	1.50	0.1295	0.9332	0.0293	3.25	0.0020	0.9994	0.0002
-1.95	0.0596	0.0256	1.9597	-0.20	0.3910	0.4207	0.5069	1.55	0.1200	0.9394	0.0261	3.30	0.0017	0.9995	0.0001
-1.90	0.0656	0.0287	1.9111	-0.15	0.3945	0.4404	0.4784	1.60	0.1109	0.9452	0.0232	3.35	0.0015	0.9996	0.0001
-1.85	0.0721	0.0322	1.8626	-0.10	0.3970	0.4602	0.4509	1.65	0.1023	0.9505	0.0206	3.40	0.0012	0.9997	0.0001
-1.80	0.0790	0.0359	1.8143	-0.05	0.3984	0.4801	0.4244	1.70	0.0940	0.9554	0.0183	3.45	0.0010	0.9997	0.0001
												3.50	0.0009	0.9998	0.0001

### Aufgabe 3 (Prozessflussanalyse)

Gegeben ist die in der folgenden Abbildung (Teilausschnitt aus Abb. 4.26) dargestellte Zerlegung des Montageprozesses des Mixers Ademco in fünf Prozessschritten vom Kleben bis zum Verpacken sowie einige Ergebnisse aus einer Prozessflussanalyse, bei der davon ausgegangen wird, dass für jeden Prozessschritt jeweils ein einziger Mitarbeiter (MA) eingesetzt wird. Außerdem wird von einer Losgröße von 200 Stück und einer Arbeitszeit pro MA von 8 Stunden am Tag ausgegangen.



Für einen anderen Mixertyp Bacio mit identischem Montageprozess, aber anderen Prozesszeiten soll die obige Prozessflussanalyse wiederholt werden. Dabei ist ebenfalls von einer Losgröße von 200 Stück und vom Einsatz je eines Mitarbeiters pro Prozessschritt auszugehen. Für die Zeiten der einzelnen Arbeitsgänge gelten die folgenden Angaben.

Die Zeit für den Klebevorgang besteht aus zwei Komponenten: Eine Rüstzeit von 40 Minuten wird benötigt, um die Klebmaschine zu reinigen und mit dem entsprechenden farbigen Kleber zu bestücken. In jeweils 60 Sekunden wird dann der Kunststoff verklebt. Der Motoreinbau dauert 30 Sekunden. Die Endmontage wird in 66 Sekunden vorgenommen. Das Testen des Geräts dauert im Normalfall 36 Sekunden, jedoch treten bei 2 Prozent aller Geräte Fehler auf. Falls das Gerät einen Fehler hat, repariert es der Mitarbeiter am Teststand in durchschnittlich fünf Minuten. Jedes fehlerfreie Gerät wird im letzten Prozessschritt in 30 Sekunden verpackt und jeweils acht Geräte werden versandfertig in einem Karton verpackt, was vier Minuten dauert.

- (a) Tragen Sie die Ergebnisse der Prozessflussanalyse für den Mixer Bacio analog zu obiger Abbildung in die folgende Tabelle ein.

	Kleben	Motor- einbau	End- montage	Testen	Verpacken
Dauer pro Los und MA (in Minuten)					
Kapazität (in Losen pro Tag)					
Auslastung (in %)					





- (b) Wie viele Montagelinien sind nötig, um einen Tagesbedarf von 1600 Geräten des Mixers Bacio herzustellen?

Anzahl der Montagelinien =



- (c) Wie viele Montagelinien wären bei obigem Tagesbedarf notwendig, wenn die Losgröße von 200 Stück auf 80 Stück reduziert würde?

Anzahl der Montagelinien =



### Aufgabe 4 (Tourenplanung)

Gegeben ist der Fall des neuentwickelten Handmixers G7, der vom Produktmanager bei vier Einzelhändlern in der Nähe des Kölner Produktions- und Verwaltungsstandorts präsentiert werden soll. Die Präsentationen sollen in der jeweiligen Zentrale der Einzelhändler stattfinden, der Produktmanager muss deshalb in die Orte Essen, Mönchengladbach, Mülheim und Wuppertal fahren. Mehrere Präsentationen am gleichen Tag haben den Vorteil, dass der Produktmanager direkt von einem Einzelhändler zum nächsten fahren kann und keinen Umweg über Köln nehmen muss. Es liegt also nahe, die Einzelhändler direkt nacheinander anzufahren. Die Präsentationen dauern 120 Minuten und weil der Produktmanager nur ungern zu spät kommen will, kalkuliert er vor einer Präsentation zusätzlich 30 Minuten als Sicherheitspolster ein. Die Fahrzeiten zwischen den Orten sind in Tabelle 7.21 aufgeführt.

Tabelle 7.21

Fahrzeiten in Minuten					
Von \ Nach	Köln (0)	Essen (1)	Mönchengladbach (2)	Mülheim (3)	Wuppertal (4)
Köln (0)	–	53	51	52	43
Essen (1)	53	–	46	19	34
Mönchengladbach (2)	51	46	–	44	50
Mülheim (3)	52	19	44	–	38
Wuppertal (4)	43	34	50	38	–

Der Produktmanager möchte an einem Tag nicht länger als 10 Stunden unterwegs sein, sodass er unmöglich alle vier Präsentationen am gleichen Tag halten kann. Er muss sie also auf verschiedene Tage beziehungsweise Touren verteilen. Insgesamt möchte er möglichst kurze Zeit unterwegs sein. Der Produktmanager muss also ein Tourenplanungsproblem mit zeitlicher Beschränkung lösen. Dieses Problem ist unter Verwendung des Savingsverfahrens zu lösen, wobei von folgenden Kostenänderungen (Savingswerten) bei der Verknüpfung von je zwei zu besuchenden Orten (nummeriert wie in Tabelle 7.21) auszugehen ist:

$$\Delta_{12} = -58, \Delta_{13} = -86, \Delta_{14} = -62, \Delta_{23} = -59, \Delta_{24} = -44, \Delta_{34} = -57.$$

- (a) Beschreiben Sie am Beispiel des Savingswertes  $\Delta_{12}$ , wie sich dieser Wert von  $\Delta_{12} = -58$  errechnet.

- (b) Geben Sie die Anfangslösung des Savingsverfahrens in Form der einzelnen Rundreisen (nach dem Schema: 0 – Ortsnummer(n) – 0) sowie deren Zeitdauern an, wobei neben den Fahrtzeiten auch die Zeiten für Präsentationen und Sicherheitspolster mit einzurechnen sind.

Anfangslösung:	Nr.	Rundreise	Dauer (in Minuten)
		Summe:	

- (c) Führen Sie Schritt für Schritt die Planung der Touren nach dem Savingsverfahren durch und tragen Sie die abschließende Lösung in die folgende Tabelle ein.

Schlusslösung:	Nr.	Rundreise	Dauer (in Minuten)
		Summe:	



- (d) Würde sich die Lösung ändern, wenn die Präsentationsdauer jeweils 150 Minuten anstelle von 120 Minuten betragen würde? Wenn ja, warum? Wenn nein, warum nicht?



### Aufgabe 5 (Multiple-Choice-Fragen)

Kreuzen Sie jeweils die Ihrer Meinung nach korrekten Antworten an. Das jeweilige Kreuz muss eindeutig erkennbar und zuordenbar sein!

#### (a) Nachfrageprognose

Bei der Prognose mit Gleitenden Durchschnitten summieren sich die Gewichte aller berücksichtigten Nachfragewerte genau zu Eins.

wahr falsch

Die Doppelte Exponentielle Glättung erfordert zwingend die Wahl unterschiedlicher Werte für die beiden Glättungsfaktoren.

Ein sog. Tracking-Signal dient zur Erkennung von Saisonalität einer Zeitreihe.

Die Delphi-Methode gehört zu den Verfahren der Kausalprognosen.

#### (b) Bestandsmanagement

Die optimale Bestellmenge bei Mengenrabatt kann mit einer der Grenzen der Rabattintervalle übereinstimmen.

wahr falsch

Der disponible Lagerbestand kann nicht größer sein als der physische Lagerbestand.

Bei periodischem Bestandsmanagement und stochastischer Nachfrage steigt der Sicherheitsbestand überproportional mit zunehmender Lieferzeit.

Bei kontinuierlichem Bestandsmanagement nach der  $(r, x)$ -Regel haben die fixen Bestellkosten Einfluss auf die optimale Wahl beider Parameter  $r$  (Bestellpunkt) und  $x$  (Bestellmenge).

#### (c) Prozessdesign

Postponement ist eine Maßnahme zur Verbesserung der Prozessqualität.

wahr falsch

Die Prozessflussanalyse basiert auf der Annahme konstanter deterministischer Prozessparameter.

Ein M/M/1 Wartesystem zeichnet sich durch konstante Abfertigungszeiten aus.

Die mittlere Auslastung in einem M/M/1 Wartesystem ist unabhängig von der mittleren Ankunftsrate.

**(d) Produktionsplanung****wahr falsch**

Ein aggregierter Produktionsplan kommt bei Kapazitätsfixierung immer ohne die Bildung von Lagerbeständen aus.

Die Losgrößenplanung nach dem Silver-Meal-Verfahren garantiert optimale Lösungen.

Der Order-Penetration-Point (OPP) bildet die Schnittstelle zwischen Push- und Pull-gesteuerten Produktionsprozessen.

Die Anwendung eines Kanban-Systems schließt den Einsatz von Sicherheitsbeständen aus.

 **(e) Ablaufplanung****wahr falsch**

Das Handlungsreisendenproblem ohne Kapazitätsbeschränkung lässt sich als gemischt-ganzzahliges Lineares Optimierungsproblem formulieren.

Die FCFS-Regel minimiert die mittlere Fertigstellungszeit von Aufträgen vor einer einzigen Station.

Die Auftragsreihenfolge nach dem Moore-Algorithmus minimiert die Anzahl der Verspätungen in einem System mit 1 Station.

Der Johnson-Algorithmus lässt sich zur Einsatzplanung bei zyklischen Mitarbeiter-Einsätzen anwenden.

**Für Nebenrechnungen:**