

Klausur zur Veranstaltung
“**Industrielle Produktionssysteme**”
im Wintersemester 2016/2017

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus **13** Seiten (inkl. Deckblatt). Bitte überprüfen Sie, ob Ihr Exemplar komplett ist und lassen Sie sich ansonsten ein anderes geben.
- Alle Aufgaben in der Klausur sind zu bearbeiten.
- Für jede Aufgabe sind die zu erreichenden Punkte angegeben. Bei einer Klausurdauer von 60 Minuten sind maximal insgesamt 60 Punkte zu erreichen.
- **Der Lösungsweg muss erkennbar sein!** Wenn Sie zur Beantwortung einer Frage eine Formel verwenden, so geben Sie diese zunächst in allgemeiner Form an!
- Als Hilfsmittel sind ein Taschenrechner, ein nicht vernetzter PC mit vorgegebenen Scilab-Programmen und ein beidseitig beschriebenes Hilfsblatt (DIN A4) erlaubt.
- **Wichtig:** Wenn Sie Berechnungen mit Scilab o.ä. durchführen, dann geben Sie bitte auch die **Eingabematrizen und -vektoren** an!!!
- 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:

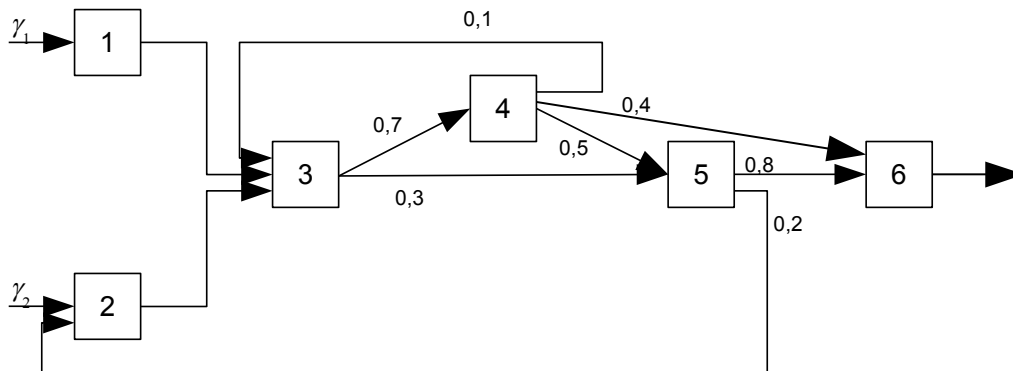
Nachname	Vorname	Matrikelnr.	Studienfach	Semester

Bewertung:

Aufg.	1	2	3	4	5	Summe
Punkte						

1. Leistungsanalyse von offenen mehrstufigen Ein-Produkt-Produktionssystemen mit unbegrenzten Puffern (20 P.)

Analyse eines offenen Ein-Produkt-Netzwerks. Analysieren Sie das in der folgenden Abbildung dargestellte Netzwerk aus Arbeitsstationen mit jeweils einem Server zur Herstellung einer einzigen Produktart.



Die externen Ankunftsraten betragen $\gamma_1 = 5/h$ und $\gamma_2 = 4/h$. Die Zwischenankunftszeiten im Ankunftsstrom 1 sind konstant, jene im Ankunftsstrom 2 weisen einen Variationskoeffizienten von 0 auf. Die Bearbeitungsdauern an allen Stationen haben eine Standardabweichung von 0 Zeiteinheiten. Die Erwartungswerte $E[T_s(i)]$ der Bearbeitungszeiten an den einzelnen Stationen entnehmen Sie der folgenden Tabelle:

Station i	$E[T_s(i)]$ [h]
1	10/60
2	5/60
3	5/60
4	4/60
5	8/60
6	6/60

- (a) Berechnen Sie (ggf. unter Verwendung eines geeigneten Scilab-Programms) für jede Station die Ankunftsrate λ_i , den quadrierten Variationskoeffizienten $c_a^2(i)$ der Zwischenankunftszeit, die Durchlaufzeit $CT(i)$ und den Bestand $WIP_s(i)$. Wie groß sind der Durchsatz und im Zeitablauf der mittlere Gesamtbestand des Systems? (15 P.)

(b) Geben Sie an, welche Station den Engpass des Systems darstellt und wie stark dieser ausgelastet ist. (2 P.)

(c) **Betrachten** Sie, die quadrierten Variationskoeffizienten der Zwischenankunftszeiten an den Stationen. Was fällt Ihnen dabei angesichts der Systemparameter auf und wie können Sie Ihre Beobachtung erklären? (3 P.)

2. **Leistungsanalyse von Fließproduktionssystemen mit begrenzten Pufferkapazitäten** (20 P.)

Betrachten Sie in dieser Aufgabe Fließproduktionssysteme der Art, die in der folgenden Abbildung dargestellt wird:



Die Quadrate stellen Arbeitsstationen mit exponentialverteilten Bearbeitungszeiten dar, die Kreise symbolisieren Puffer von begrenzter Aufnahmekapazität für die Werkstücke, die das System in Richtung der Pfeile durchlaufen. Die erste Maschine hungert nie, die letzte ist nie blockiert.

Zur Analyse derartiger Systeme wurde Ihnen in der Vorlesung ein Dekompositionsansatz vorgestellt.

- (a) Leiten Sie für eine Maschine i des Fließproduktionssystems die “Flow-Rate-Idle-Time“-Gleichung her und begründen Sie, warum es sich um eine Approximation handelt! (6 P.)

- (b) Erläutern Sie, wie diese Gleichung zur Kopplung der virtuellen Zwei-Maschinen-Systeme in einem iterativen Dekompositionsansatz verwendet werden kann! (4 P.)

(c) Im folgenden sind Ihnen einige Systemkonfigurationen derartiger Systeme gegeben, jeweils unter Angabe der (isolierten) Bearbeitungsrate μ_i der Stationen $i = 1, \dots, I$ und der Kapazität des Puffers C_i hinter der Station. Erläutern Sie **anhand prinzipieller Überlegungen** jeweils, aus welchem Grund Sie die jeweilige Pufferallokation für wirtschaftlich sinnvoll halten oder nicht. (Berechnungen mit Scilab sind nicht erforderlich!) (8 P.)

- System A: (2 P.)

Station i	μ_i	C_i
1	10	1
2	10	3
3	10	6
4	10	9
5	10	12
6	10	-

- System B: (2 P.)

Station i	μ_i	C_i
1	10	6
2	10	5
3	10	4
4	10	6
5	10	6
6	10	-

- System C: (2 P.)

Station i	μ_i	C_i
1	10	4
2	11	4
3	12	4
4	12	4
5	11	4
6	10	-

- System D: (2 P.)

Station i	μ_i	C_i
1	8	10
2	10	6
3	10	3
4	10	3
5	10	3
6	10	-

- (d) Stellen Sie sich nun vor, die Stationen würden sich hinsichtlich des Variationskoeffizienten der Bearbeitungszeiten unterscheiden. Welchen Effekt hätte dann *ceteris paribus* ein Anstieg des Variationskoeffizienten der Bearbeitungszeit an einer einzelnen Station i auf die Struktur der optimalen Pufferallokation bei einer gegebenen Anzahl von Pufferplätzen? (2 P.)

3. **Losweise Produktion zur Rüstzeitreduzierung** (10 P.)

Erläutern Sie anhand einer Formel sowie eines Graphen die Auswirkung der Produktionslosgröße k auf die mittlere Durchlaufzeit bei serieller Produktion mit Rüstzeiten. Gehen Sie dabei auf die verschiedenen Auswirkungen einer Losgrößenvariation ein und erläutern Sie, wie sich die minimale Losgröße bestimmt.

4. **Geschlossene Warteschlangennetzwerke.** (4 P.)

Erläutern und begründen Sie anhand einer Formel, wie bei einem geschlossenen Warteschlangennetzwerk auf dem Weg über die *Mean-Value-Analysis* rekursiv die Durchlaufzeit an einer Station k für ein System mit w Werkstücken bestimmt werden kann.

5. **Diskrete ereignisorientierte Simulation mit Simio** (6 P.)

- (a) Erläutern Sie kurz, wie Sie vorgehen müssen, wenn Sie mit einer Software wie Simio für ein M/M/1-System simulativ eine Leistungsanalyse durchführen möchten. (3 P.)

- (b) Erläutern Sie, inwiefern sich der Output eines Simulationsmodells von jenem einer analytischen Berechnung unterscheidet! (3 P.)