

Klausur zur Veranstaltung
“**Industrielle Produktionssysteme**”
im Wintersemester 2014/2015

Hinweise:

- Die Klausur besteht aus **11** 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	Summe
Punkte				

1. **Einstufige stochastische Produktionssysteme** (25 P.)

- (a) Geben Sie die Approximationsgleichungen für die mittlere Wartezeit eines G/G/1-Systems nach Kingman sowie für den quadrierten Variationskoeffizienten der Zwischenabgangszeiten an und erläutern Sie diese. Unter welchen Bedingungen sind diese Gleichungen exakt? (10 P.)

- (b) Welche Auswirkung auf Auslastung, Durchlaufzeit und Bestände hat es, wenn bei einer Bearbeitungsstation mit exponentialverteilten Zwischenausfallzeiten und Reparaturdauern *bei gleicher Verfügbarkeit* die mittlere Reparaturdauer reduziert wird? Begründen Sie Ihre Antwort formal! (6 P.)

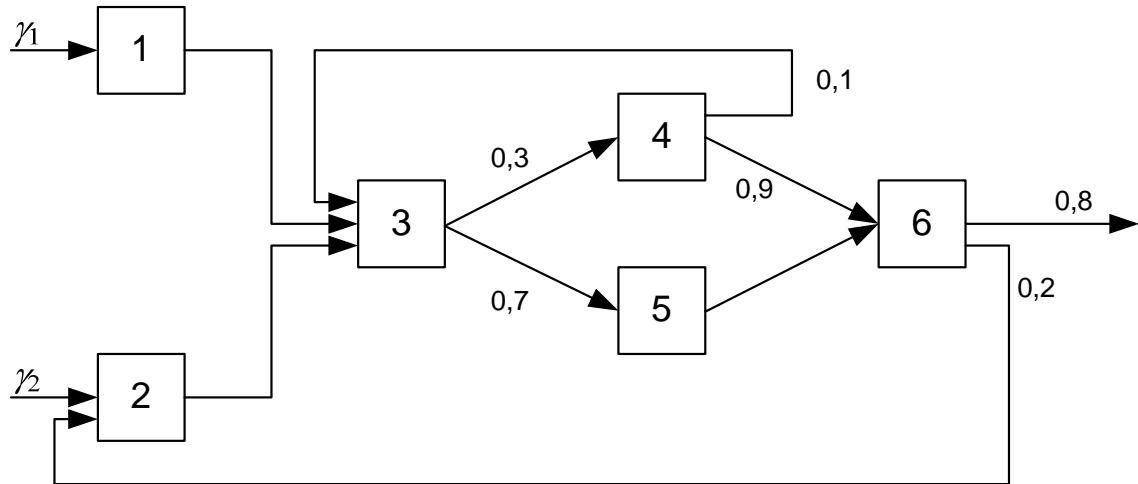
- (c) Unterstellen Sie, dass an einer Bearbeitungstation sowohl die Zwischenankunftszeiten als auch die Bedienzeiten exponentialverteilt sind. Welche Auswirkung auf Wartezeiten und Bedienzeiten hat es, wenn man *bei gleicher Auslastung* an dieser Bearbeitungstation anstatt weniger schneller Server viele langsame Server (mit identischen Variationskoeffizienten der Bearbeitungszeiten) einsetzt? (4 P.)

- (d) Unterstellen Sie, dass ein G/G/1-Bediensystem zu 85% ausgelastet ist. Unterstellen Sie nun, dass die Ankunftsrate λ *ceteris paribus* um 10% erhöht wird. Geben Sie den prozentualen Anstieg der Wartezeit an! Welchen Schluss ziehen Sie aus dem Ergebnis Ihrer Betrachtung für das Management von stochastischen Bediensystemen? (5 P.)

2. Leistungsanalyse von offenen mehrstufigen Ein-Produkt-Produktionssystemen mit unbegrenzten Puffern (30 P.)

- (a) **Zusammenführung (“Merging Inflow”) im Materialfluss.** Betrachten Sie den Fall, dass eine Station i von mehreren vorgelagerten Stationen mit gleichartigen Werkstücken gespeist wird. Geben Sie allgemeine Formeln zur Berechnung der Ankunftsrate und des quadrierten Variationskoeffizienten der Zwischenankunftszeiten der Station i an und **begründen Sie diese eingehend!** Erläutern Sie, ob bzw. wann die Formeln exakt sind! (10 P.)

- (b) **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 $\gamma_1 = 8/h$ und $\gamma_2 = 7/h$. Bei den externen Ankünften handelt es sich um Poisson-Prozesse. Die Bearbeitungsdauern an allen Stationen sind exponentialverteilt. Die Erwartungswerte der Bearbeitungszeiten an den einzelnen Stationen entnehmen Sie der folgenden Tabelle:

Station i	$E[T_s(i)]$ [h]
1	1/10
2	1/12
3	1/25
4	1/20
5	1/22
6	1/21

- i. 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 ist der Durchsatz des Systems? Begründen Sie, ob diese Ergebnisse exakt sind! (15 P.)

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

iii. Was würde passieren, wenn die externe Ankunftsrate $\gamma_2 = 8/h$ betragen würde? Was müsste man dann machen unter der Annahme, dass alle Verteilungsparameter der Zwischenankunfts- und Bedienzeiten unverändert bleiben? Wie groß wäre dann der Bestand im Gesamtsystem? (3 P.)

3. Auswirkung der Produktionslosgröße auf die Durchlaufzeit bei serieller Produktion. (5 P.)

Erläutern Sie anhand einer Formel sowie eines Graphen die Auswirkung der Produktionslosgröße auf die mittlere Durchlaufzeit bei serieller Produktion mit Rüstzeiten.