

Wiederholungsklausur zur Veranstaltung  
“**Industrielle Produktionssysteme**”  
im Sommersemester 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	4	Summe
Punkte					

**1. Einstufige stochastische Produktionssysteme (14 P.)**

- (a) Geben Sie die Approximationsgleichungen für die mittlere Wartezeit eines G/G/c-Systems nach Kingman sowie für den quadrierten Variationskoeffizienten der Zwischenabgangszeiten an und erläutern Sie diese. (8 P.)

- (b) 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 vieler langsamer wenige schnelle Server (mit identischen Variationskoeffizienten der Bearbeitungszeiten) einsetzt? Welchen Einfluss hat die Höhe der Auslastung auf den Effekt ?(6 P.)

**2. Entstehung und Auswirkung von Variabilität an einer einzelnen Arbeitsstation**  
(16 P.)

- (a) Unterstellen Sie, dass an einer Produktionsstufe eines Fließproduktionssystems 11 Werkstücke je Stunde ankommen, mit identischen deterministischen Zwischenankunftszeiten. Die deterministische reine Bearbeitungszeit je Werkstück an der Station beträgt 4 Minuten. Unterstellen Sie zunächst, die an der Station eingesetzte Anlage fehle nie aus. Ermitteln Sie für diese Annahme den Erwartungswert der Wartezeit und den Erwartungswert des Bestandes wartender Werkstücke vor der Station und begründen Sie Ihre Antwort! (6 P.)

- (b) Sie schätzen nun, dass die an der Station eingesetzte Anlage exponentialverteilte störungsfreie Laufzeiten aufweist und im Mittel alle 800 Minuten ausfällt bei einer deterministischen Reparaturdauer von 200 Minuten. Berechnen Sie
- den Erwartungswert und den quadrierten Variationskoeffizienten der effektiven Prozesszeit,
  - den Erwartungswert der Wartezeit vor der Station und
  - den Erwartungswert des Bestandes vor der Station.

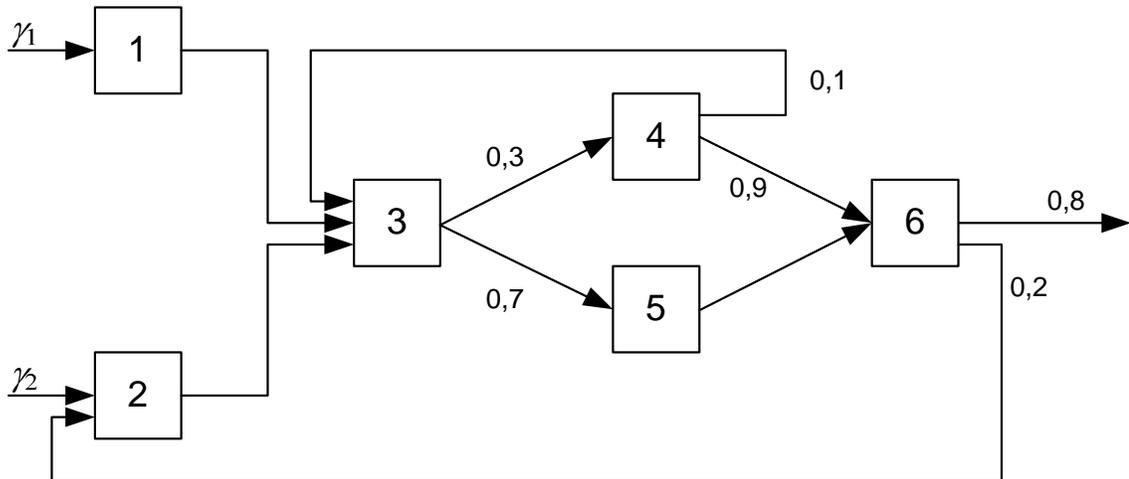
(10 P.)



3. Leistungsanalyse von offenen mehrstufigen Ein-Produkt-Produktionssystemen mit unbegrenzten Puffern (25 P.)

- (a) **Aufspaltung (“Random Splitting”) im Materialfluss.** Betrachten Sie den Fall, dass nach der Bearbeitung der Werkstücke an einer Station eine zufällige Aufspaltung im Materialfluss erfolgt und jedes Werkstück zufällig mit Wahrscheinlichkeit  $p$  zu einer von mehreren nachfolgenden (Ziel-)Bearbeitungsstationen gesendet wird (“Bernoulli-Routing”). Geben Sie allgemeine Formeln zur Berechnung der Ankunftsrate und des quadrierten Variationskoeffizienten der Zwischenankunftszeiten an dieser Ziel-Bearbeitungsstation  $i$  an und erklären Sie diese! Erläutern Sie, ob bzw. wann die Formeln exakt sind! (8 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  $\gamma_1 = 7/h$  und  $\gamma_2 = 6/h$ . 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	1/30
4	1/20
5	1/22
6	1/21

- i. Berechnen Sie (ggf. unter Verwendung eines geeigneten Scilab-Programms) für jede Station die Ankunftsrate  $\lambda_i$ , 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.)

**4. Analyse von Fließproduktionssystemen mit begrenzter Pufferkapazität. (5 P.)**

Erläutern Sie die zentralen Elemente des in der Vorlesung behandelten Dekompositionsansatzes zur Analyse von Fließproduktionssystemen mit begrenzter Pufferkapazität!