

# Übung 02

## Fließbandproduktion & Leistungsanalysen

### Aufgabe 1 - Warteschlangenanalyse in der Automobilproduktion

Ein Automobilzulieferer betreibt eine Fertigungslinie mit 4 Bearbeitungsstationen für Getriebekomponenten. Die Stationen haben folgende Bearbeitungsraten (in Stück pro Stunde):

- Station 1 (Drehen):  $\mu_1 = 3$
- Station 2 (Fräsen):  $\mu_2 = 3$
- Station 3 (Schleifen):  $\mu_3 = 4$
- Station 4 (Qualitätskontrolle):  $\mu_4 = 3$

Zwischen den Stationen sind unbeschränkte Puffer vorhanden. Die Zwischenankunfts- und Bearbeitungszeiten sind exponentialverteilt.

- a) Bestimmen Sie für die Ankunftsraten  $\lambda_1 = 2$  und  $\lambda_1 = 3$  Stück/h vor der ersten Station:
  - Die Produktionsrate des Systems
  - Die Ankunftsraten an den einzelnen Stationen
- b) Berechnen Sie für beide Szenarien aus a):
  - Die Auslastung jeder Station und die durchschnittliche Systemauslastung
  - Den mittleren Bestand an jeder Station und im Gesamtsystem
  - Die mittlere Durchlaufzeit pro Station und die Gesamtdurchlaufzeit
- c) Für  $\lambda_1 = 2$ : Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, dass sich an Station 1:
  - Genau 5 Werkstücke befinden?
  - Höchstens 5 Werkstücke befinden?
  - Die Station leer ist?
- d) Eine zusätzliche Vorbearbeitungsstation hat  $\lambda = 5$  und  $\mu = 7$ . Analysieren Sie diese Station bezüglich Auslastung, Bestand und Durchlaufzeit.

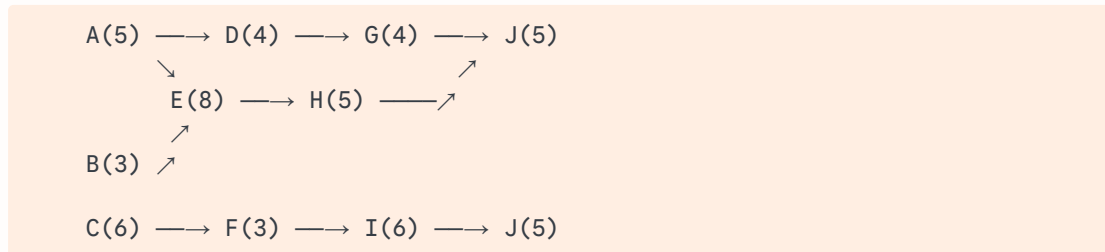
### Aufgabe 2 - Fließbandabstimmung bei der Smartphone-Montage

Ein Elektronikhersteller plant eine neue Montagelinie für Smartphones. Pro 8-Stunden-Schicht sollen 48 Geräte montiert werden. Die Montage besteht aus 10 Arbeitselementen mit folgenden Beziehungen:

Arbeitselemente und Elementzeiten:

| Element    | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
|------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeit [min] | 5 | 3 | 6 | 4 | 8 | 3 | 4 | 5 | 6 | 5 |

Vorranggraph:



- Bestimmen Sie die Taktzeit für die geforderte Produktionsrate.
- Berechnen Sie die theoretisch minimale Anzahl an Stationen. Wie viele Stationen werden maximal benötigt?
- Führen Sie eine Fließbandabstimmung mit der Heuristik "Längste Elementzeit zuerst" durch.
- Berechnen Sie den Bandwirkungsgrad Ihrer Lösung.

### Aufgabe 3 - Leistungsanalyse eines Fließproduktionssystems

Eine Elektronikfertigung für Leiterplatten besteht aus 5 aufeinanderfolgenden Bearbeitungsstationen. Die erste Station erhält Werkstücke mit einer Rate von  $\lambda = 0,08$  Leiterplatten pro Minute. Alle Stationen haben eine mittlere Bearbeitungszeit von  $b = 11$  Minuten pro Leiterplatte. Die Bearbeitungszeiten sind exponentialverteilt, und zwischen den Stationen befinden sich unbeschränkte Puffer.

- Berechnen Sie für jede Station:
  - Die Bearbeitungsrate  $\mu$
  - Die Auslastung  $\rho$
  - Den mittleren Bestand  $L$
  - Die mittlere Durchlaufzeit  $W$
- Bestimmen Sie für das Gesamtsystem:
  - Die Produktionsrate
  - Den Gesamtbestand
  - Die Gesamtdurchlaufzeit
- Für Station 3: Mit welcher Wahrscheinlichkeit
  - Ist die Station leer?
  - Befinden sich genau 3 Leiterplatten an der Station?
  - Befinden sich 3 oder weniger Leiterplatten an der Station?
  - Befinden sich mehr als 10 Leiterplatten an der Station?

### Aufgabe 4 - Starving und Blocking

Ein Produktionssystem besteht aus drei Stationen mit beschränkten Puffern:

[Lager] → Station 1 → [Puffer 1: 3 Plätze] → Station 2 → [Puffer 2: 2 Plätze] → Station 3 → [Fertigwarenlager]

Die Bearbeitungszeiten sind deterministisch:  $b_1 = 4 \text{ min}$ ,  $b_2 = 5 \text{ min}$ ,  $b_3 = 3 \text{ min}$ .

- a) Erklären Sie die Begriffe “Starving” und “Blocking” im Kontext dieses Systems.
- b) Identifizieren Sie mögliche Starving- und Blocking-Situationen in diesem System.
- c) Welche Station ist der Engpass? Wie wirkt sich das auf die anderen Stationen aus?
- d) Schlagen Sie zwei Maßnahmen zur Verbesserung der Systemleistung vor.