### 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 Zwischenankunftsund 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:

Vorranggraph:

$$A(5) \longrightarrow D(4) \longrightarrow G(4) \longrightarrow J(5)$$

$$E(8) \longrightarrow H(5) \longrightarrow \nearrow$$

$$B(3) \nearrow$$

$$C(6) \longrightarrow F(3) \longrightarrow I(6) \longrightarrow J(5)$$

- a) Bestimmen Sie die Taktzeit für die geforderte Produktionsrate.
- b) Berechnen Sie die theoretisch minimale Anzahl an Stationen. Wie viele Stationen werden maximal benötigt?
- c) Führen Sie eine Fließbandabstimmung mit der Heuristik "Längste Elementzeit zuerst" durch.
- d) 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.

- a) Berechnen Sie für jede Station:
  - ullet Die Bearbeitungsrate  $\mu$
  - Die Auslastung ρ
  - $\bullet$  Den mittleren Bestand L
  - Die mittlere Durchlaufzeit W
- b) Bestimmen Sie für das Gesamtsystem:
  - Die Produktionsrate
  - Den Gesamtbestand
  - Die Gesamtdurchlaufzeit
- c) 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:  $b_1=4\,\mathrm{min},\,b_2=5\,\mathrm{min},\,b_3=3\,\mathrm{min}.$ 

- 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.