

Übung 02

Fließbandproduktion & Leistungsanalysen

Einführung

Diese Übung behandelt zwei zentrale Themen der Kapazitätsplanung in der Produktion: Warteschlangensysteme und Fließbandabstimmung.

Wichtige Formeln:

- Little's Gesetz: $L = \lambda \cdot W$ (Bestand = Ankunftsrate \times Durchlaufzeit)
- Auslastung: $\rho = \frac{\lambda}{\mu}$ (bei einem Server)
- Mittlerer Bestand (M/M/1): $L = \frac{\rho}{1-\rho}$
- Mittlere Durchlaufzeit (M/M/1): $W = \frac{1}{\mu(1-\rho)}$

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.

- Bestimmen Sie für die Ankunftsraten $\lambda_1 = 2$ und $\lambda_2 = 3$ Stück/h vor der ersten Station:
 - Die Produktionsrate des Systems
 - Die Ankunftsraten an den einzelnen Stationen
- 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
- 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?
- Eine zusätzliche Vorbearbeitungsstation hat $\lambda = 5$ und $\mu = 7$. Analysieren Sie diese Station bezüglich Auslastung, Bestand und Durchlaufzeit.

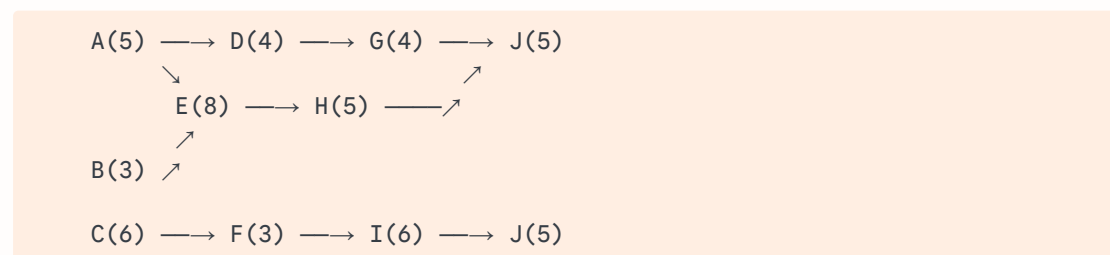
Aufgabe 2 - Fließbandabstimmung bei der Smartphone-Montage

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 μ
 - Die Auslastung ρ
 - 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: $b_1 = 4$ min, $b_2 = 5$ min, $b_3 = 3$ min.

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