

## Aufgaben zur Vorlesung „Schedulingtheorie“ – Klassische Verfahren

1. Gegeben sei folgende Präzedenzrelation zwischen sechs Jobs A,...,F:

$$\{(A,C); (B,C); (C,D); (E,D); (E,F)\}.$$

Die Jobs erfordern folgende Bedienungszeiten (in einer bestimmten Zeiteinheit):

A	B	C	D	E	F
2	3	3	2	5	4

Zur Bearbeitung stehen zwei gleichartige Prozessoren zur Verfügung. Die Jobs sind nicht unterbrechbar.

a) Zeichnen Sie den Präzedenzgraphen (einschließlich der Bedienungszeiten) als Vorgangspfeilnetz! Beachten Sie dabei die folgenden Regeln, die für Vorgangspfeilnetze gelten:

- Alle Pfeile (alle Kanten des Graphen) müssen von links nach rechts gerichtet sein.
- Es darf nur *einen* Anfangsknoten und *einen* Endknoten geben.
- Zwischen zwei Knoten darf es keine parallelen Kanten (ohne Zwischenknoten) geben.
- Kanten sollten sich nicht kreuzen.
- Es sollten so wenig Scheinvorgänge als möglich verwendet werden.

Überlegen Sie sich auch, welches die Motivationen für diese Regeln sein könnten!

b) Geben Sie die Ablaufpläne (GANTT-Diagramme) gemäß FIFO (dies sei die in der Tabelle stehende Reihenfolge), SPT und LPT an! Berechnen Sie in allen Fällen relevante Bewertungsgrößen, und beurteilen Sie die einzelnen Zuteilungsstrategien! Welcher Ablaufplan ist optimal?

c) Konstruieren Sie einen Ablaufplan, der gleichzeitig zu maximalem Durchsatz und zu minimaler mittlerer Jobverweilzeit führt! Vergleichen Sie die Ergebnisse mit den in b) ermittelten Werten!

d) Unter welchen Modifikationen der Voraussetzungen lassen sich prinzipiell weitere Verbesserungen erreichen? Inwieweit ist dies im konkreten Fall möglich?

e) Inwieweit ändern sich die Ergebnisse, wenn nur ein Prozessor zur Verfügung steht?

1'. Gegeben sei folgende Präzedenzrelation zwischen zwölf Tasks A,...,L:

$$\{(A,D); (A,E); (B,D); (B,E); (C,D); (C,E); (C,J); (D,F); (D,G); (E,I); (F,H); (G,K); (G,L); (H,K); (H,L); (I,K); (I,L); (J,K); (J,L)\}.$$

Die Tasks erfordern folgende Bedienungszeiten (in einer bestimmten Zeiteinheit):

A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
2	3	4	1	2	3	6	1	1	8	4	2

2. In einem interaktiven System sind drei unabhängige Jobs mit Bearbeitungszeiten von  $13s$ ,  $3s$  und  $5s$  einzuplanen. In welcher Reihenfolge sind die Jobs (auf einem Prozessor) auszuführen? Welche Konsequenzen hat es, wenn es sich bei wiederholter Ausführung dieses Jobnetzes zeigt, daß die Bearbeitungszeiten um 20% bzw. um 30% schwanken?

3. In einem Betriebssystem erfolge das Scheduling nach dem Round-Robin-Verfahren mit der Zeitscheibenlänge  $Q$ .  $n$  Jobs, von denen jeder den (einigen) Prozessor für  $T = kQ$  Zeiteinheiten ( $k \in \mathbb{N}^+$ ) beansprucht, werden gleichzeitig in die Warteschlange bereiter Jobs eingereiht. Berechnen Sie die Wartezeit für jeden Job und die mittlere Wartezeit für die Menge der  $n$  Jobs! Was folgt daraus für den Fall des sog. Prozessor-Sharings (Zeitquant der Größe 0)? Welchen Sinn hat dieser Fall?

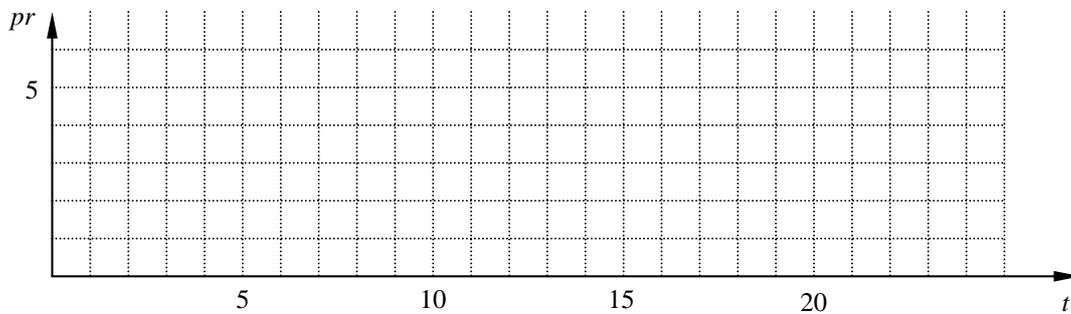
Hinweis: Betrachten Sie zunächst bei  $n = 4$  und  $T = 10$  die drei Fälle  $Q = 10$ ,  $Q = 5$ ,  $Q = 1$ !

4. Die folgende Tabelle enthält die Jobs  $J$ , die durch einen Scheduler während einer Dauer von  $t_{ges} = 25s$  einzuplanen sind. Dabei bedeuten:

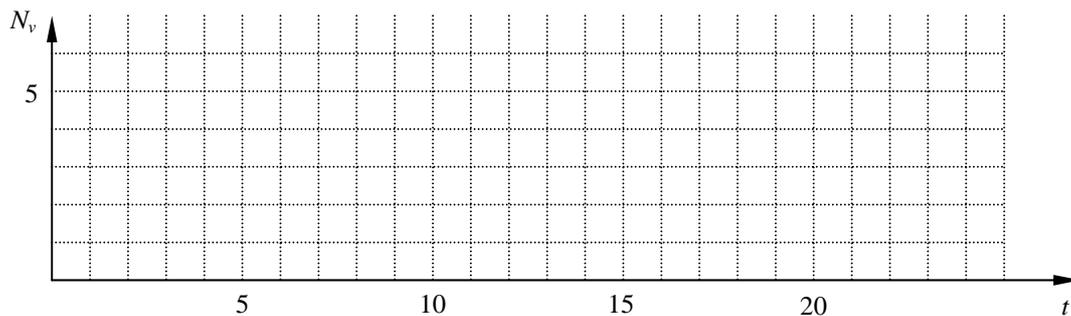
- $t$  Zeitpunkt, zu dem der jeweilige Job erstmals bereit wird;
- $p$  Priorität (1: niedrigste Priorität; bei höherer Priorität wird ein Job unterbrochen, bei gleicher Priorität wird nach der Strategie FIFO verfahren);
- $b$  Bedarf an Prozessorzeit.

$J$	A	B	C	D	E	F	G	H
$t/s$	0	2	3	6	8	17	18	21
$p$	2	6	3	2	5	3	5	2
$b/s$	4	3	4	2	2	4	2	1

- a) Erläutern Sie an dem Beispiel alle wichtigen bedienungstheoretischen Grundbegriffe, soweit möglich (Modellstruktur – Einflußgrößen – Bewertungsgrößen)!
- b) Stellen Sie in nachstehendem Diagramm die Zuteilung des Prozessors an die Jobs durch den Scheduler dar (Abszisse: Zeit, Ordinate: Priorität)!



- c) Stellen Sie die Anzahl  $N_v(t)$  der im System befindlichen Forderungen (Jobs) als Funktion der Zeit  $t$  graphisch dar! Erweitern Sie diese Darstellung so, daß alle wesentlichen Informationen über den aktuellen Systemzustand (welche sind das?) daraus möglichst einfach ablesbar sind!



- d) Berechnen Sie alle Einfluß- und Bewertungsgrößen, erklären Sie diese Größen!
- e) Berechnen Sie den Verweilzeitfaktor! Interpretieren Sie das Ergebnis!

5. Ein M/M/1/∞-Modell habe die Parameter  $\lambda = 40s^{-1}$  und  $\mu = 50s^{-1}$ .
- Was bedeuten diese Größen?
  - Wie groß ist der Anteil der Forderungen, deren Bedienung spätestens nach 20ms bzw. nach 50ms beendet ist?
  - Wie viele Forderungen warten im Mittel, wie viele befinden sich insgesamt im System?
  - Diskutieren Sie die Abhängigkeit der durchschnittlichen Anzahl im System befindlicher Forderungen vom Verkehrswert und von der Eingangsstromintensität!
  - Um wieviel Prozent muß die Bearbeitungsgeschwindigkeit steigen, damit sich die Verweilzeit halbiert?
  - Berechnen Sie für die Bedienungsstrategie FIFO die durchschnittliche Wartezeit und deren Standardabweichung!
  - Wie groß ist der Anteil der Forderungen, die länger als 0,16s warten müssen?  
Hinweis. Es gilt  $P(T_w \leq t) = 1 - \rho \cdot e^{-(\mu - \lambda)t}$ ,  $t \geq 0$ .
6. Leiten Sie für das M/M/1/∞-Modell die Formeln für die Bewertungsgrößen aus dem Verweilzeitfaktor ab!
7. Welche Maßnahme ist – ausgehend von einem M/M/1/∞-Modell – wirkungsvoller: Verdoppeln der Bedienungsgeschwindigkeit oder Verdoppeln der Kanalzahl? Interpretieren Sie das Ergebnis!  
Zahlenbeispiel: 20ms mittlere Bedienungszeit bei durchschnittlich 75 Forderungen pro Sekunde