## *Aufgabe 6: Optimale Strategien*

Zum Zeitpunkt t=0 befinden sich 5 Aufträge im System. Das System ist nur im Abstand von $\Delta t = 1$ Zeiteinheiten (ZE) beobachtbar. Die Bearbeitungszeiten der Aufträge sind wie folgt gegeben:

| Auftragsnummer | Bearbeitungszeit in Zeiteinheiten |
|---|---|
| 1 | 2 |
| 2 | 11 |
| 3 | 7 |
| 4 | 3 |
| 5 | 2 |

Im System sind folgende Abarbeitungsstrategien möglich:

- FCFS — First come First Served
- SJF — Shortest Job First
- RR mit Q = 2 ZE — Round Robin
- MLFB mit $Q_i$ = (i+1) ZE — Multilevel Feedback

Es wird angenommen, daß die Aufträge in der Reihenfolge ihrer Auftragsnummer eintreffen. Falls bei der Abarbeitungsstrategie nicht eindeutig ein Auftrag ermittelt werden kann, wird der Auftrag aus den gleichberechtigten ausgewählt, der die kleinste Auftragsnummer hat. Z.B. wird bei SJF und gleicher Bearbeitungszeit der Auftrag mit der kleineren Auftragsnummer ausgewählt.

Betrachten Sie das System zum Zeitpunkt

t = T = 25

Berechnen Sie für jede der angegeben Abarbeitungsstrategien die mittlere Verweilzeit und geben Sie den letzten Fertigstellungszeitpunkt an für

a) eine Monoprozessoranlage und
b) eine Zweiprozessoranlage.

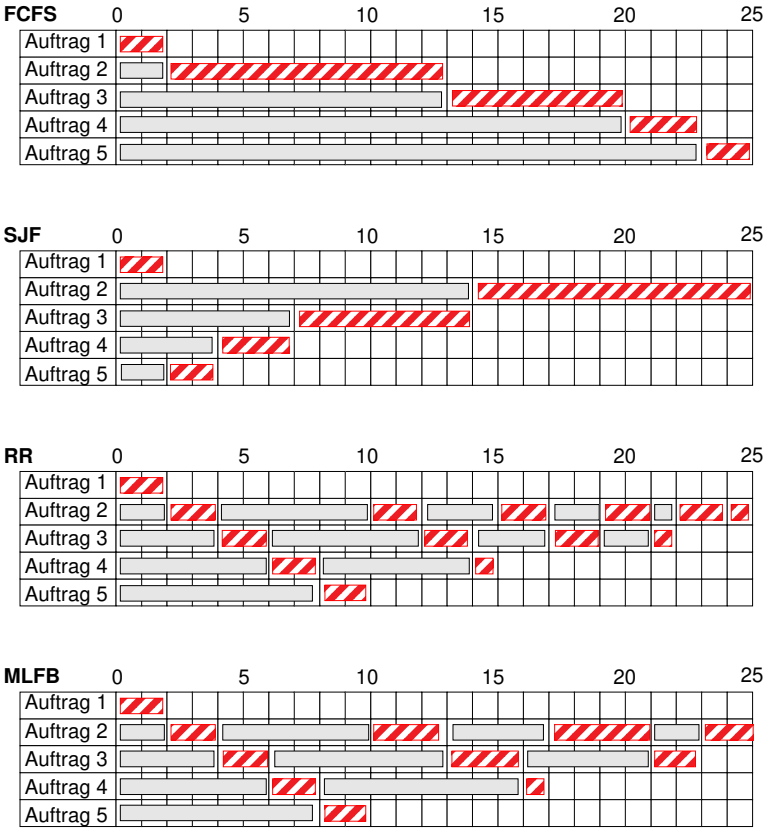
© 1996, Universität Erlangen Nürnberg, IMMD IV 5.6.1996 18:58
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig



## *Lösungsvorschlag Aufgabe 6: Optimale Strategien*

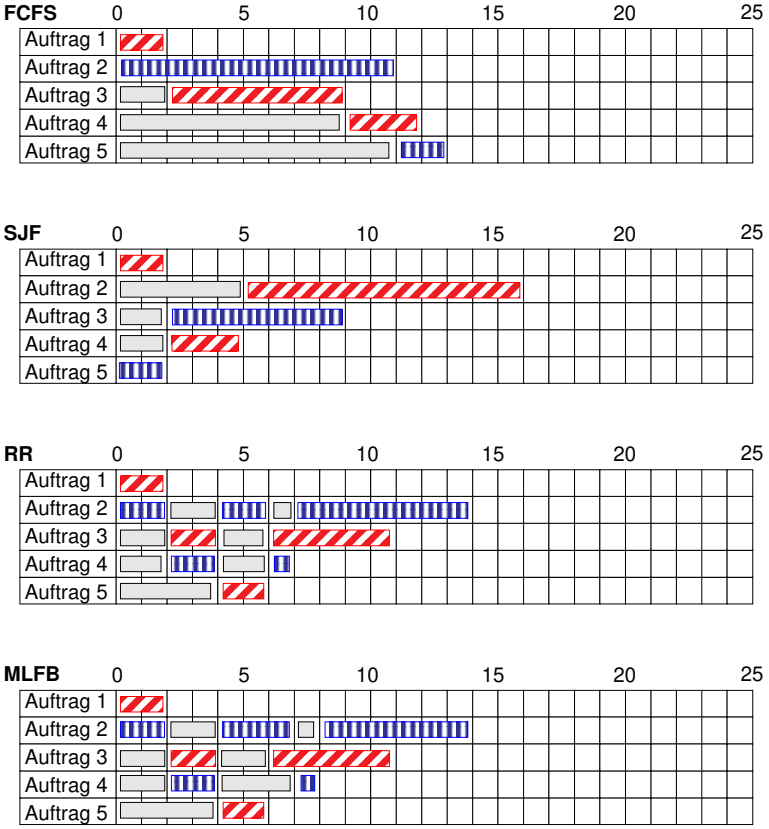
Bedienzeit auf Prozessor 1
Bedienzeit auf Prozessor 2
Wartezeit

a) Monoprozessoranlage




© 1996, Universität Erlangen Nürnberg, IMMD IV 5.6.1996 18:58
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig

b) Zweiprozessoranlage




© 1996, Universität Erlangen Nürnberg, IMMD IV 
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig



**Numerischer Vergleich**

Monoprozessoranlage

| Abarbeitungs-strategie | | E[U] | Letzter Fertig-stellungszeitpunkt |
|---|---|---|---|
| FCFS | (2+13+20+23+25)/5 | 16.6 | 25 |
| SJF | (2+25+14+7+4)/5 | 10.4 | 25 |
| RR | (2+25+22+15+10)/5 | 14.8 | 25 |
| MLFB | (2+25+23+17+10)/5 | 15.4 | 25 |

Zweiprozessoranlage

| Abarbeitungs-strategie | | E[U] | Letzter Fertig-stellungszeitpunkt |
|---|---|---|---|
| FCFS | (2+11+9+12+13)/5 | 9.4 | 13 |
| SJF | (2+16+9+5+2)/5 | 6.8 | 16 |
| RR | (2+14+11+7+6)/5 | 8.0 | 14 |
| MLFB | (2+14+11+8+6)/5 | 8.2 | 14 |

Es ist sehr leicht zu sehen, daß bei SJF die mittlere Verweilzeit minimal ist. Sowohl bei einem als auch bei zwei Prozessoren. Man beachte, daß SJF nicht den letzten Fertigstellungszeitpunkt sondern nur die mittlere Verweilzeit minimiert.

In diesem Beispiel spiegelt sich direkt die Aussage von Satz 3.4 wider.

> F. Hofmann:
> Betriebssysteme: Grundkonzepte und Modellvorstellungen, 1991: S. 114

Wenn man von der Forderung abweicht, daß bereits zum Zeitpunkt t=0 alle Aufträge im System sein müssen, muß man zu einer verdrängenden Strategie übergehen, um die mittlere Verweilzeit zu minimieren (Satz 3.5).

© 1996, Universität Erlangen Nürnberg, IMMD IV 
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig

## *Veranschaulichung der Planung nach Zielzeitpunkten:*

In Echtzeitsystemen haben Aufträge häufig einen Zielzeitpunkt $z_i$, bis zu dem sie spätestens fertiggestellt werden müssen.
Die zum Zeitpunkt t=0 im System befindlichen Aufträge sind wie folgt definiert:

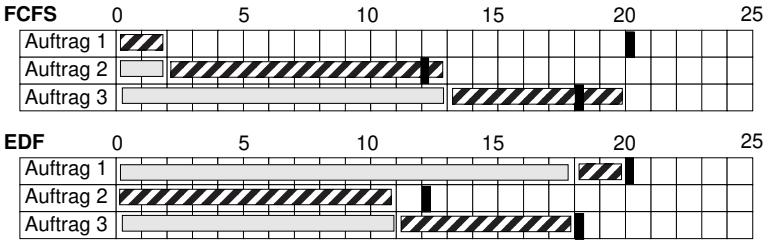
| Auftragsnummer | Bedienzeit in Zeiteinheiten | Zielzeitpunkt Fall a) | Zielzeitpunkt Fall b) |
|---|---|---|---|
| 1 | 2 | 20 | 20 |
| 2 | 11 | 12 | 17 |
| 3 | 7 | 18 | 7 |

Untersuchen Sie das Verhalten für die Abarbeitungsstrategien

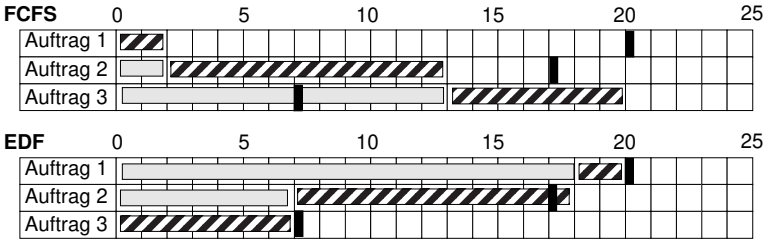
- FCFS First Come First Served
- EDF Earliest Deadline First, Fristenplanung, Planung nach Zielzeiten

Geben Sie jeweils die maximale Verspätung für ein Monoprozessorsystem an.

a) Eine fristgerechte Planung ist möglich, EDF leistet das, FCFS nicht.




b) Eine fristgerechte Planung ist nicht möglich, aber die Verspätung ist minimal bei EDF.




In diesem Beispiel veranschaulicht der numerische Vergleich die Aussagen von Satz 3.6 und Satz 3.7, daß die Verspätung bei Planung nach aufsteigenden Zielzeiten bei einer Monoprozessoranlage minimiert wird. Die Aussagen gelten nicht für Multiprozessoren.

© 1996, Universität Erlangen Nürnberg, IMMD IV *5.6.1996 18:58*
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig



© 1996, Universität Erlangen Nürnberg, IMMD IV *5.6.1996 18:58*
Reproduktion jeder Art oder Verwendung dieser Unterlage zu Lehrzwecken außerhalb der Univ. Erlangen ist ohne Genehmigung der Autoren unzulässig