

1. Deterministische Modelle

1.1. Beschreibung

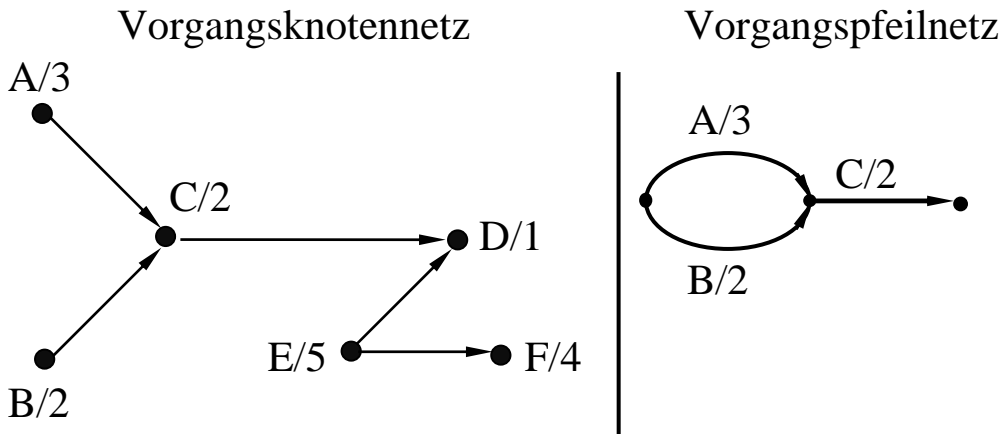
- **Modellannahmen**

Gegeben:

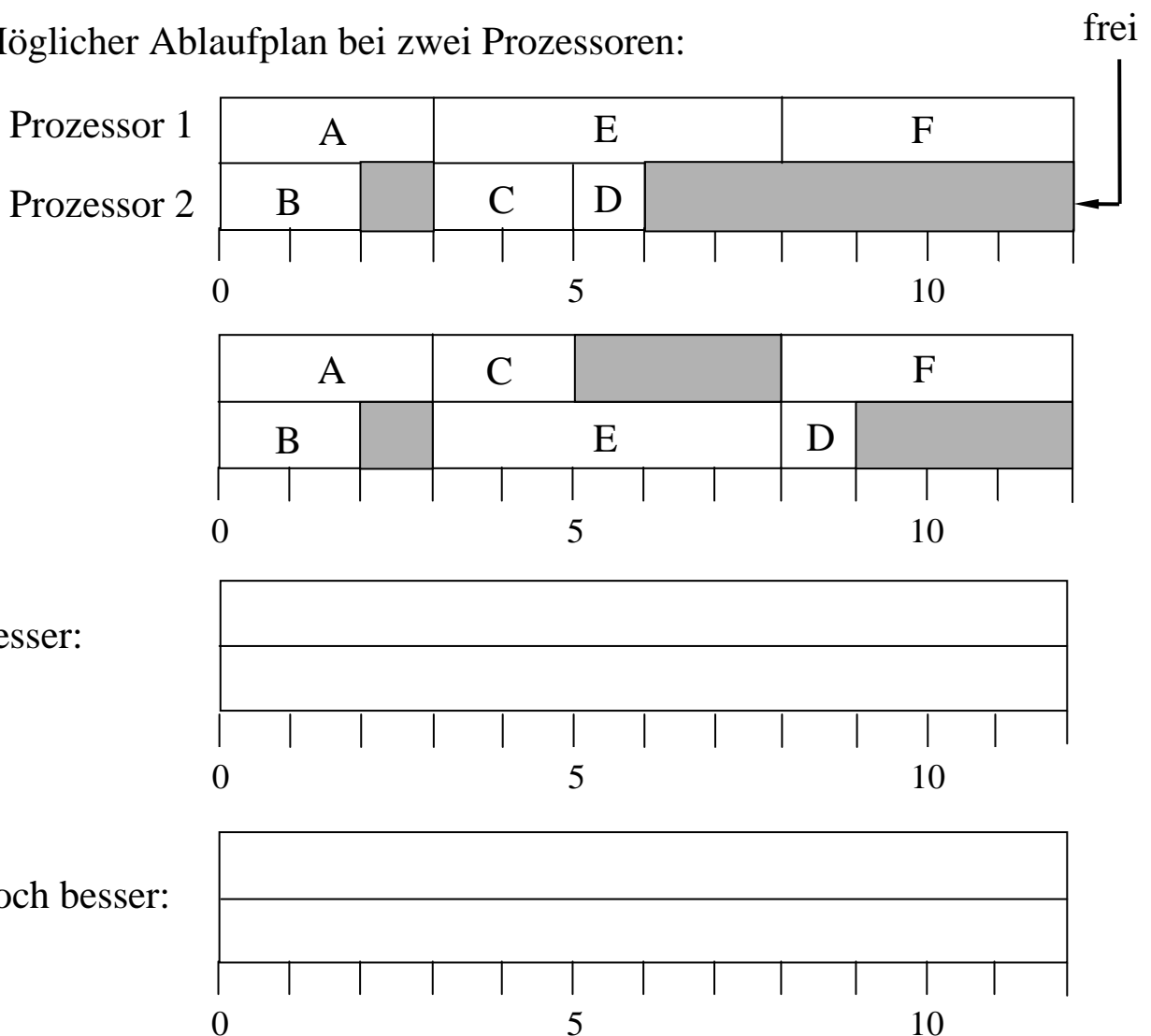
- $J = \{J_1, \dots, J_n\}$ Menge von Jobs (i. d. R. nicht unterbrechbar)
- $R \subseteq J \times J$ Präzedenzrelation
- $t: J \rightarrow \mathbb{R}^+$ Abbildung, wobei $t(J_i) =: t_i$
 - * durch Messung oder Rechnung ermittelte tatsächliche (konstante) Ausführungszeit
 - * auf Erfahrung beruhende mittlere Zeit
 - * abgeschätzte maximal mögliche Ausführungszeit (worst case execution time)

Anwendungsbereich: (nahezu) konstantes Aufgabenprofil

- **Graphische Darstellung**



Möglicher Ablaufplan bei zwei Prozessoren:



- **Suche nach optimalem Ablaufplan mittels Enumeration**

Aufwand $O(e^{\text{jobanzahl}})$

1.2. Scheduling in 1-Prozessor-Systemen

- Scheduling ohne Prozessorentzug

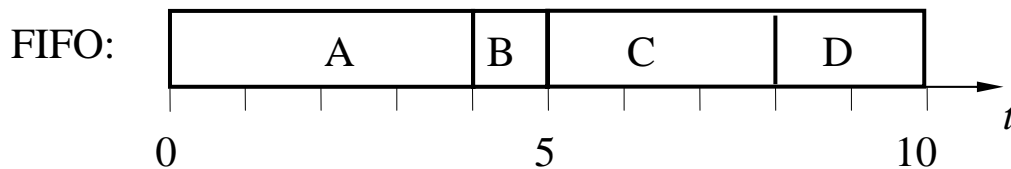
- *FIFO/LIFO*

- *SPT* „Shortest Processing Time“

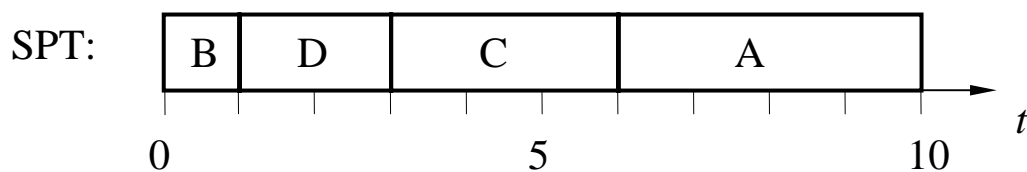
ist bei $R = \emptyset$ optimal bzgl. $\bar{t}_v \rightarrow \text{Min!}$

- *Beispiel.*

J_i	A	B	C	D
t_i	4	1	3	2



$$\bar{t}_w = \frac{1}{4}(0 + 4 + 5 + 8) = \frac{17}{4}, \quad \bar{t}_v = \bar{t}_w + \bar{t}_b =$$



$$\bar{t}_w =$$

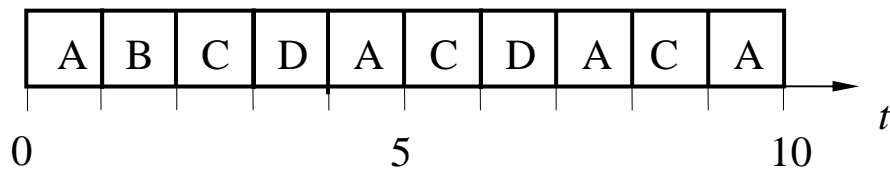
- Bei $R \neq \emptyset$ ist das Problem NP-vollständig!

- **Scheduling mit Prozessorentzug**

- **RR** „*Round Robin*“

Prozeßwechsel mit konstantem Zeitquant Q

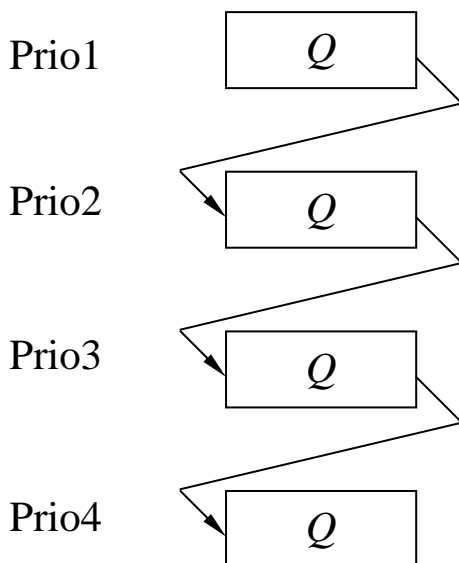
Beispiel. $Q = 1$, FIFO (!!!)



$$\bar{t}_w =$$

Problem: Größe von Q

- **MLF** „*Multilevel-Feedback*“



1.3. Scheduling in Mehrprozessor-Systemen

Voraussetzung: m identische Prozessoren

- **Optimalitätskriterium** $t_g \rightarrow \text{Min!}$

- **R beliebig:**

polynomialer Algorithmus nur für $m = 2$, $t_i = \text{const.}$ bekannt

- **$R = \emptyset$, t_i beliebig:**

$m = 1$ trivial.

$m > 1$: Approximation ***LPT*** „*Largest Processing Time*“

Es gilt:
$$\frac{t_{g,LPT}}{t_{g,OPT}} \leq \frac{4}{3} - \frac{1}{3m}$$

- **Optimalitätskriterium** $\bar{t}_v \rightarrow \text{Min!}$

Für $R = \emptyset$ ist SPT optimal (sonst NP-vollständig).

- **Scheduling mit Prozessorentzug**

Für $R = \emptyset$ gilt:
$$t_{g,OPT} = \max\left(\frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^n t_i, \max_i(t_i)\right)$$

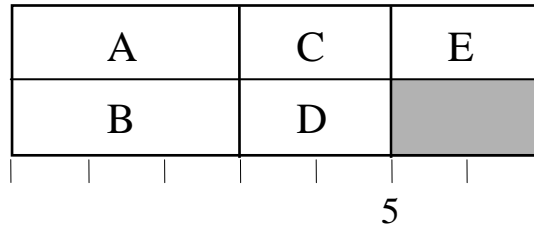
• **Beispiele.**

$m = 2$

$R = \emptyset$

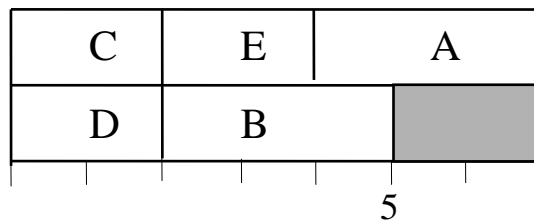
J_i	A	B	C	D	E
t_i	3	3	2	2	2

LPT:



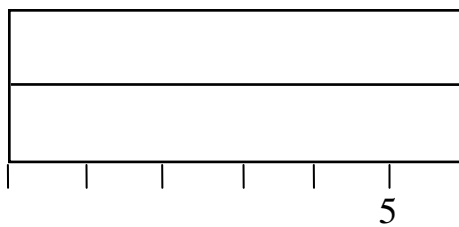
$t_g = 7 \mid \bar{t}_w = \frac{11}{5}$

SPT:



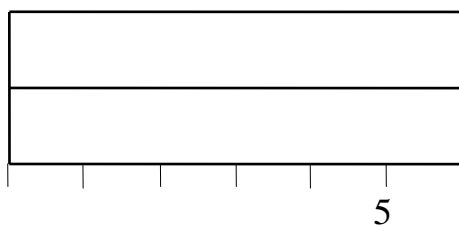
$t_g = \mid \bar{t}_w =$

Opt.:



$t_g = \mid \bar{t}_w =$

Entzug:



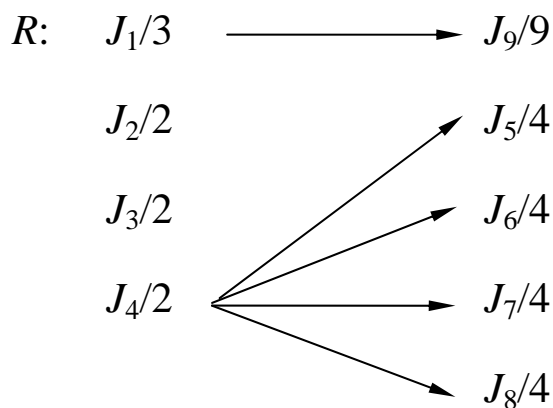
$t_g = \mid \bar{t}_w =$

• Mehrprozessor-Anomalien

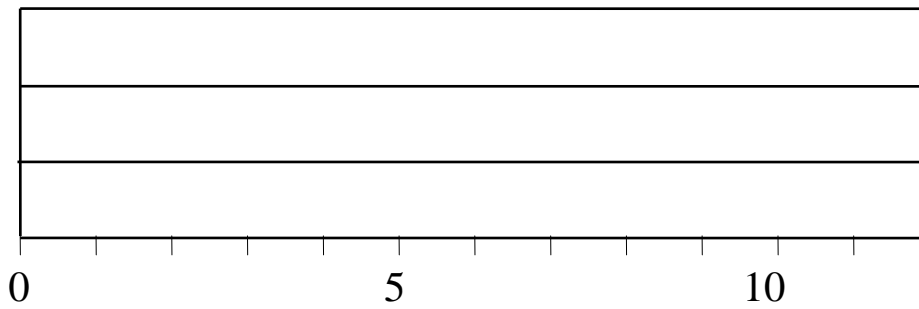
Für eine Menge von Jobs sei bei gegebenen Bearbeitungszeiten, Prioritätszuordnungen, Prozessoranzahl und Präzedenzrelation ein Ablaufplan gefunden worden. Dann kann eine der folgenden Aktionen zu einer **Verlängerung** der Gesamtbearbeitungszeit t_g führen:

- Erhöhung der Prozessoranzahl
- Verringerung der Bearbeitungszeiten
- Abschwächung der Präzedenzrelation
- Veränderung der Prioritäten.

Beispiel. $m = 3$;

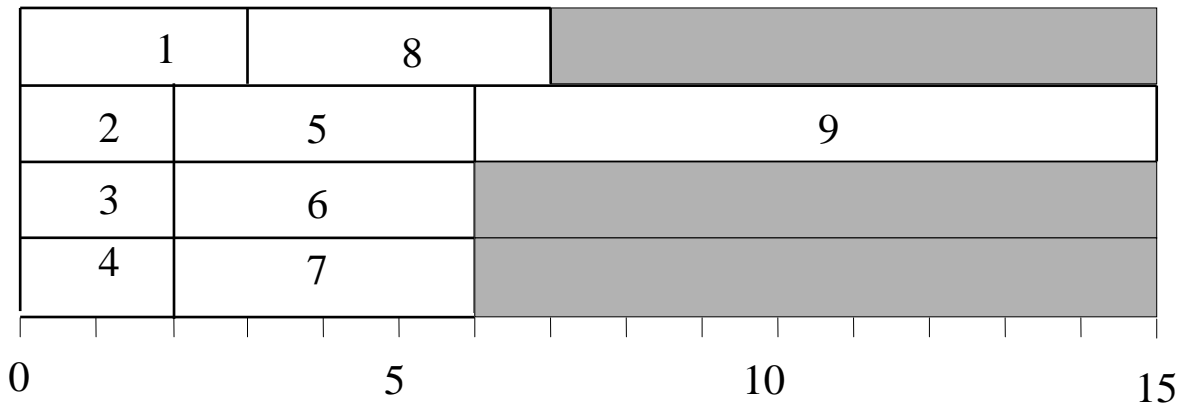


$\text{pr}(J_i) \succ \text{pr}(J_j)$ für $i < j$



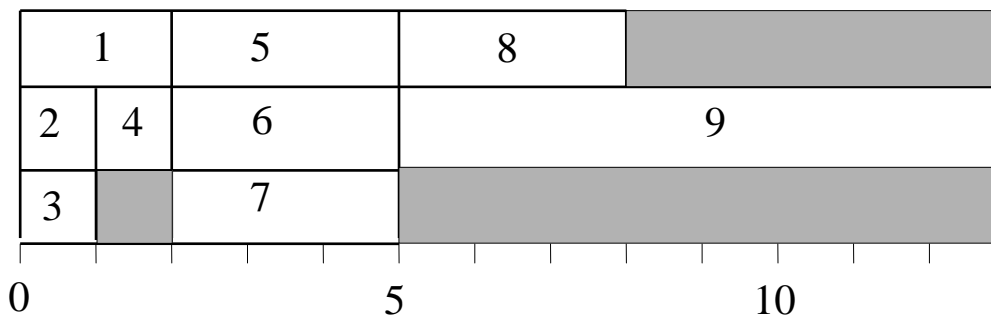
$t_g = 12$

$m = 4$:



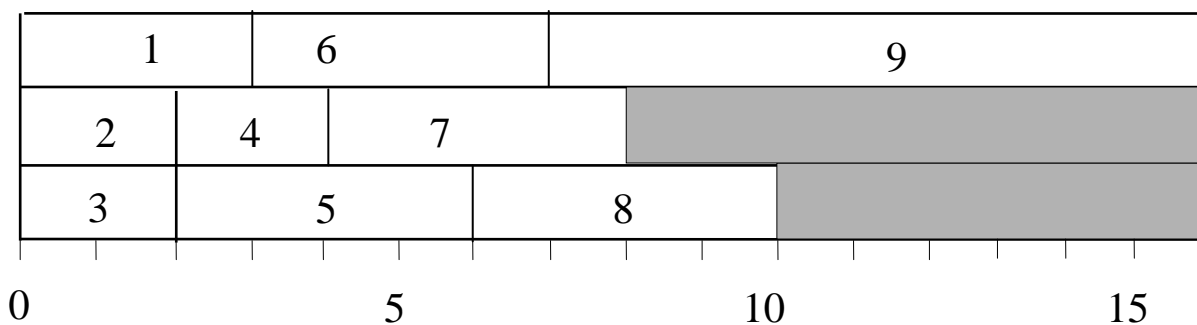
$t_g = 15$

Verkürzen aller Bearbeitungszeiten um 1 Einheit:



$t_g = 13$

Aufheben der Abhängigkeiten $J_4 \rightarrow J_5$, $J_4 \rightarrow J_6$:



$t_g = 16$

Umordnen der Prioritäten:

$J_1 J_2 J_4 J_5 J_6 J_3 J_9 J_7 J_8 \rightarrow$

$t_g = 14$