1. Deterministische Modelle

1.1. Beschreibung

- **Modellannahmen**

Gegeben:

– $J = \{J_1,...,J_n\}$ Menge von Jobs (i. d. R. nicht unterbrechbar)

– $R \subseteq J \times J$ Präzedenzrelation

– $t: J \rightarrow \mathbb{R}^+$ Abbildung, wobei $t(J_i) =: t_i$

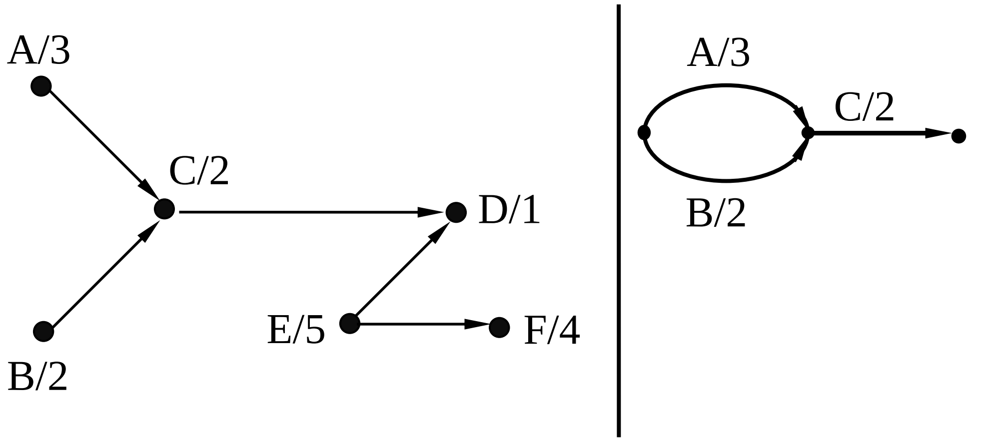
* durch Messung oder Rechnung ermittelte tatsächliche (konstante) Ausführungszeit
* auf Erfahrung beruhende mittlere Zeit
* abgeschätzte maximal mögliche Ausführungszeit (worst case execution time)

Anwendungsbereich: (nahezu) konstantes Aufgabenprofil

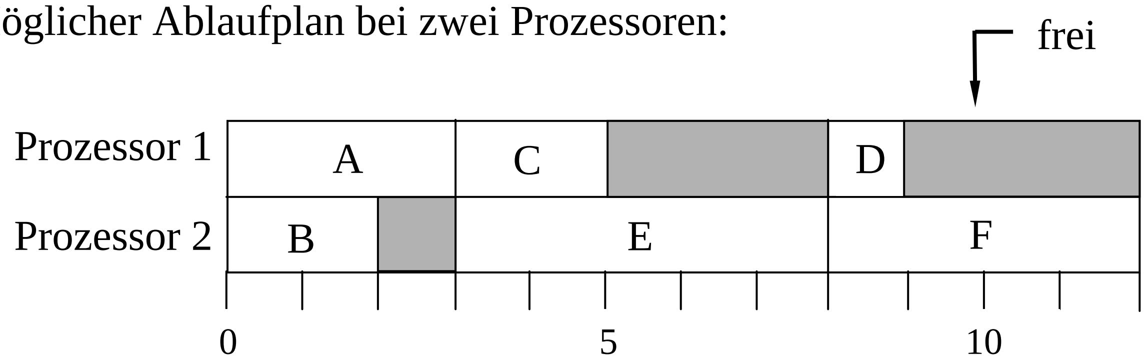
- **Graphische Darstellung**

  häufig als

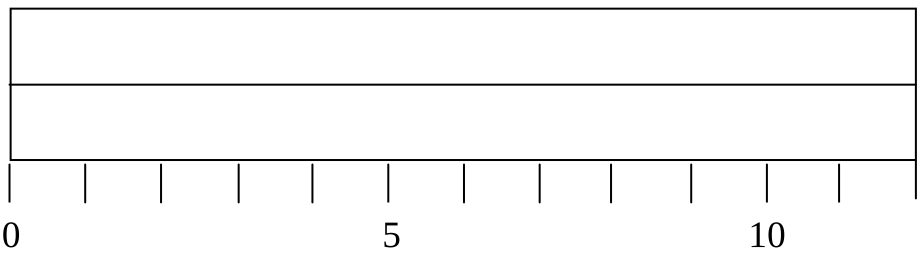
  Vorgangsknotennetz   Vorgangspfeilnetz



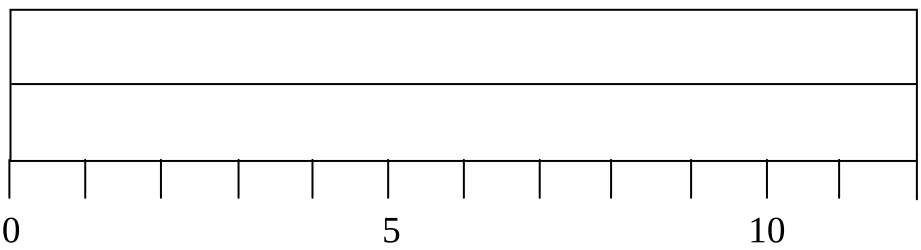
  Möglicher Ablaufplan bei zwei Prozessoren:



  besser:



  noch besser:



- **Suche nach optimalem Ablaufplan mittels Enumeration**

  Aufwand $O(e^{jobanzahl})$

1.2. Scheduling in 1-Prozessor-Systemen

- **Scheduling ohne Prozessorentzug**

– ***FIFO/LIFO***

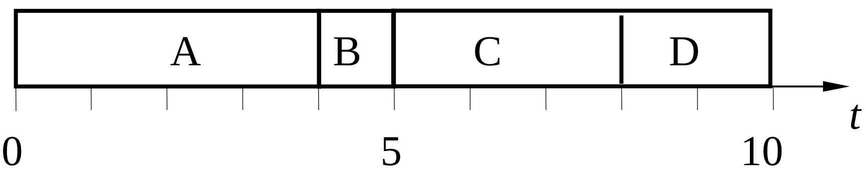
– ***SPT „Shortest Processing Time“***

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

– ***Beispiel.***

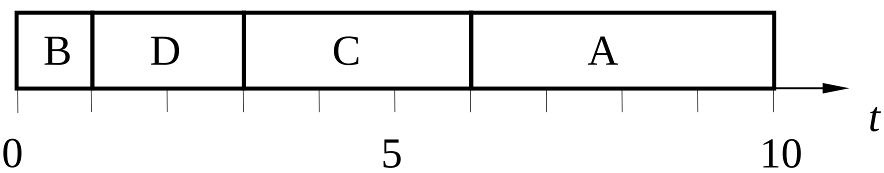
J_i	A	B	C	D
t_i	4	1	3	2

FIFO:



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

SPT:



$$\bar{t}_w =$$

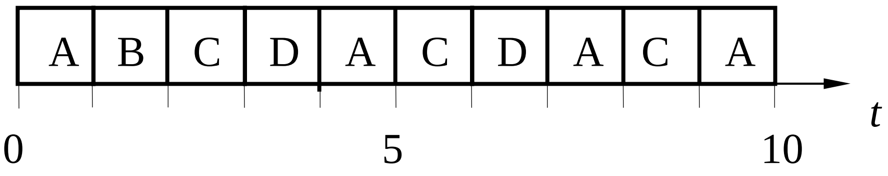
– Bei $R \neq \varnothing$ ist das Problem NP-vollständig!

- **Scheduling mit Prozessorentzug**

– ***RR „Round Robin“***

Prozeßwechsel mit konstantem Zeitquant Q

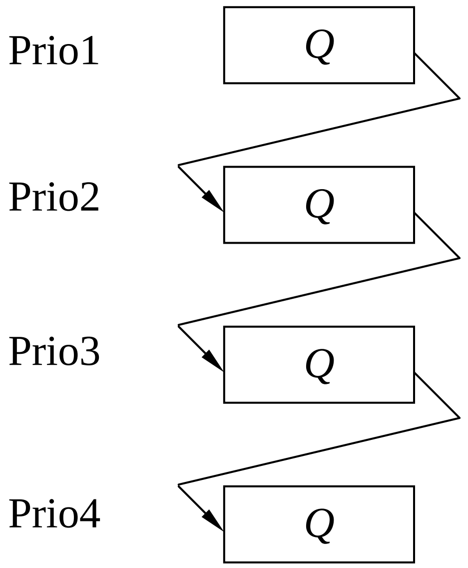
Beispiel. $Q = 1$, FIFO



$\bar{t}_w =$

Problem: Größe von Q

– ***MLF „Multilevel-Feedback“***



1.3. Scheduling in Mehrprozessor-Systemen

Voraussetzung: m identische Prozessoren

- **Optimalitätskriterium** $t_g \to$ **Min!**

– ***R beliebig:***

polynomialer Algorithmus nur für $m = 2$, t_i = const. bekannt

– ***R = ∅,*** 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** $\bar{t}_v \to$ **Min!**

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

- **Scheduling mit Prozessorentzug**

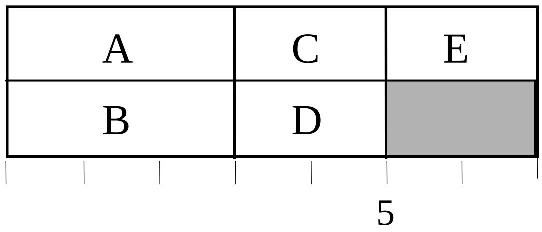
Für $R = \emptyset$ gilt: $$t_{g,OPT} = \max\left(\frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^{n} t_i,\ \max_i(t_i)\right)$$

- **Beispiele.**

$m = 2.$

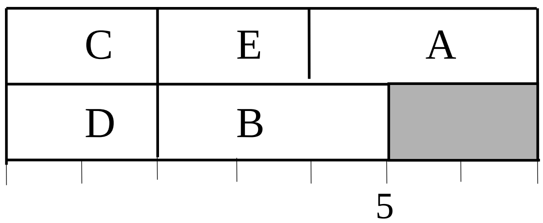
J_i	A	B	C	D	E
t_i	3	3	2	2	2

LPT:



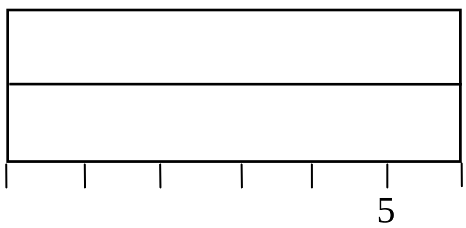
$t_g = 7 \;\Big|\; \bar{t}_w = \frac{11}{5}$

SPT:



$t_g = \qquad \Big|\; \bar{t}_w =$

Opt.:



$t_g = \qquad \Big|\; \bar{t}_w =$

Entzug:

$t_g = \qquad \Big|\; \bar{t}_w =$

- **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:

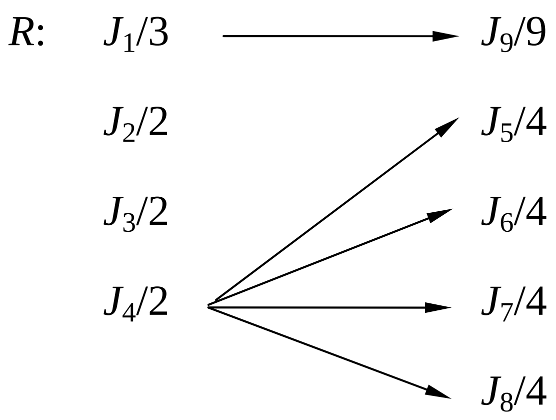
  – Erhöhung der Prozessoranzahl

  – Verringerung der Bearbeitungszeiten

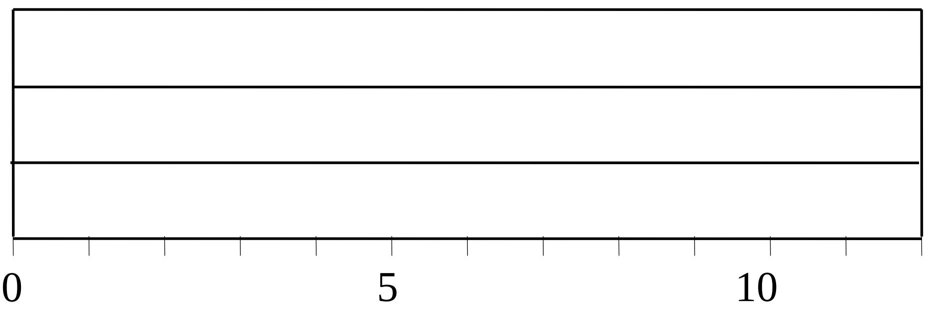
  – Abschwächung der Präzedenzrelation

  – Veränderung der Prioritäten.

  Beispiel. $m = 3$;

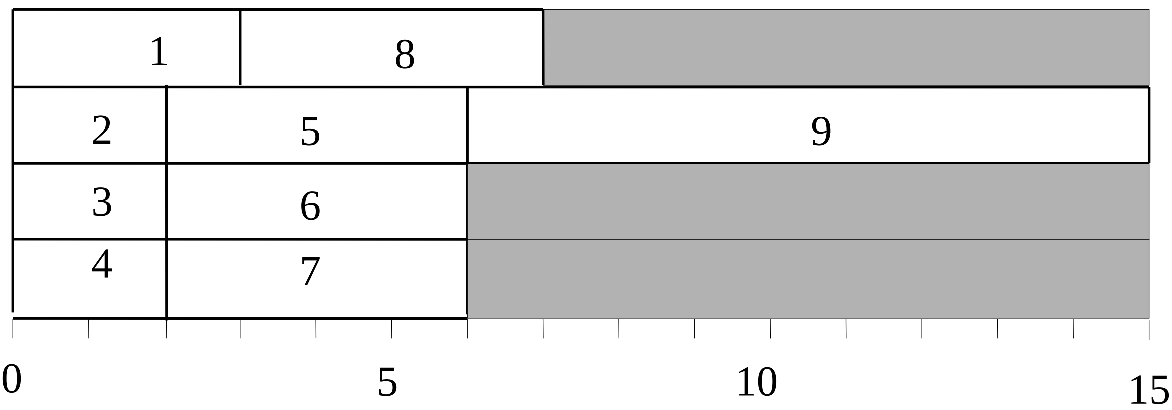


$\mathrm{pr}(J_i) \succ \mathrm{pr}(J_j)$ für $i < j$



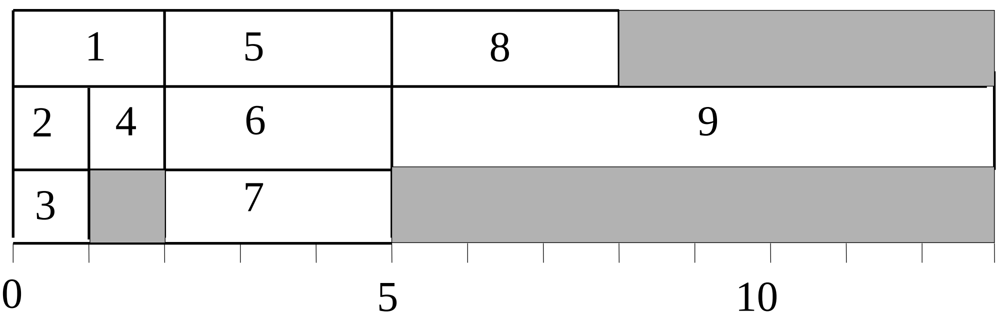
$t_g = 12$

$m = 4$:



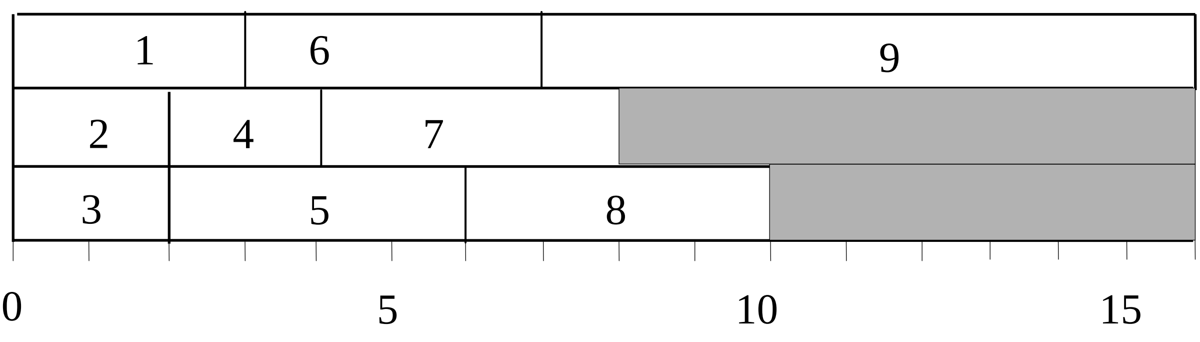
$t_g = 15$

Verkürzen aller Bearbeitungszeiten um 1 Einheit:



$t_g = 13$

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



$t_g = 16$

Umordnen der Prioritäten:

$J_1 \; J_2 \; J_4 \; J_5 \; J_6 \; J_3 \; J_9 \; J_7 \; J_8 \;\; \to$ $\qquad t_g = 14$