



Technische
Universität
Braunschweig

Institut für Betriebssysteme
und Rechnerverbund



Betriebssysteme – Übung

4T: Prozesse und Scheduling

Signe Rüscher, Wintersemester 2019/2020

Übersicht

- **4.1 Notation von Vergabeplänen**
- **4.2 Gütekriterien für Vergabepläne**
- **4.3 Anomalien von Scheduling-Verfahren**

4.1 a) Round Robin

Zeichnen Sie für die gegebenen Prozesse einen Round Robin (RR) Vergabeplan mit einer Zeitscheibe von 2 Zeitintervallen.

- Prozesse:





Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4


- RR arbeitet **präemptiv**
 - Prozesse werden vom Betriebssystem **verdrängt**
- Neue und unterbrochene Prozesse werden hinten an Bereitliste angehängt
- Nächster Prozess wird gemäß FCFS aus Bereitliste entnommen

4.1 a) Round Robin - Bereitliste

- Notation für Bereitliste:
 - Bsp. (p1, p2 | p3, p4)
 - p1 und p2 wurden gleichzeitig an Bereitliste angehängt
 - p3 und p4 wurden nach p1 und p2 angehängt
- Kriterien für Einlagerung von Prozessen:
 1. Position in der Bereitliste
 2. Minimierung von Kernwechseln eines Prozesses
 3. Prozess-ID





4.1 a) Round Robin

Prozess:	 p ₁	 p ₂	 p ₃	 p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	4	5	6	1	6	3	3	1

Zeit:	 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :												
Kern ₂ :												
Kern ₃ :												
Kern ₄ :												

Bereitliste: (p₁, p₂, p₃, p₄)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	 p ₁	 p ₂	 p ₃	 p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	2	3	4	0	6	3	3	1

Zeit:	 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1										
Kern ₂ :	2	2										
Kern ₃ :	3	3										
Kern ₄ :	4	-										

Bereitliste: ()





4.1 a) Round Robin


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	2	3	4	0	6	3	3	1

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1										
Kern ₂ :	2	2										
Kern ₃ :	3	3										
Kern ₄ :	4	-										

Bereitliste: (p₅, p₆ | p₁, p₂, p₃)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	 p ₁	p ₂	 p ₃	p ₄	 p ₅	 p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	3	2	0	4	1	3	1

Zeit:	1	2	 3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5								
Kern ₂ :	2	2	6	6								
Kern ₃ :	3	3	3	3								
Kern ₄ :	4	-	1	1								

Bereitliste: (p2)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	3	2	0	4	1	3	1

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5								
Kern ₂ :	2	2	6	6								
Kern ₃ :	3	3	3	3								
Kern ₄ :	4	-	1	1								

Bereitliste: (p₂ | p₇, p₈ | p₃, p₅, p₆)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	1	0	0	4	1	1	0

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5	2	2						
Kern ₂ :	2	2	6	6	7	7						
Kern ₃ :	3	3	3	3	8	-						
Kern ₄ :	4	-	1	1	3	3						

Bereitliste: (p₅, p₆)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	1	0	0	4	1	1	0

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5	2	2						
Kern ₂ :	2	2	6	6	7	7						
Kern ₃ :	3	3	3	3	8	-						
Kern ₄ :	4	-	1	1	3	3						

Bereitliste: (p₅, p₆ | p₂, p₇)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	0	0	0	2	0	0	0

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5	2	2	5	5				
Kern ₂ :	2	2	6	6	7	7	6	-				
Kern ₃ :	3	3	3	3	8	-	2	-				
Kern ₄ :	4	-	1	1	3	3	7	-				

Bereitliste: ()

4.1 a) Round Robin

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	0	0	0	2	0	0	0

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5	2	2	5	5				
Kern ₂ :	2	2	6	6	7	7	6	-				
Kern ₃ :	3	3	3	3	8	-	2	-				
Kern ₄ :	4	-	1	1	3	3	7	-				

Bereitliste: (p₅)

4.1 a) Round Robin

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4
Bedienzeit verbleibend:	0	0	0	0	0	0	0	0

RR Vergabeplan (Lösung):

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	5	5	2	2	5	5	5	5	-	-
Kern ₂ :	2	2	6	6	7	7	6	-	-	-	-	-
Kern ₃ :	3	3	3	3	8	-	2	-	-	-	-	-
Kern ₄ :	4	-	1	1	3	3	7	-	-	-	-	-

4.1 b) SPN





b) Zeichnen Sie für die gegebenen Prozesse einen Shortest Process Next (SPN) Vergabeplan.


- Prozesse:

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

- SPN arbeitet **nicht präemptiv**
→ Prozesse werden vom Betriebssystem **nicht verdrängt**

4.1 b) SPN

Prozess:	 p ₁	 p ₂	 p ₃	 p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :												
Kern ₂ :												
Kern ₃ :												
Kern ₄ :												

4.1 b) SPN

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	4											
Kern ₂ :	1	1	1	1								
Kern ₃ :	2	2	2	2	2							
Kern ₄ :	3	3	3	3	3	3						

4.1 b) SPN

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	4	6	6	6								
Kern ₂ :	1	1	1	1								
Kern ₃ :	2	2	2	2	2							
Kern ₄ :	3	3	3	3	3	3						

4.1 b) SPN

↓

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	4	6	6	6	8							
Kern ₂ :	1	1	1	1	7	7	7					
Kern ₃ :	2	2	2	2	2							
Kern ₄ :	3	3	3	3	3	3						

4.1 b) SPN

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Bedienzeit:	4	5	6	1	6	3	3	1
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

SPN Vergabeplan (Lösung):

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	4	6	6	6	8	5	5	5	5	5	5	-
Kern ₂ :	1	1	1	1	7	7	7	-	-	-	-	-
Kern ₃ :	2	2	2	2	2	-	-	-	-	-	-	-
Kern ₄ :	3	3	3	3	3	3	-	-	-	-	-	-

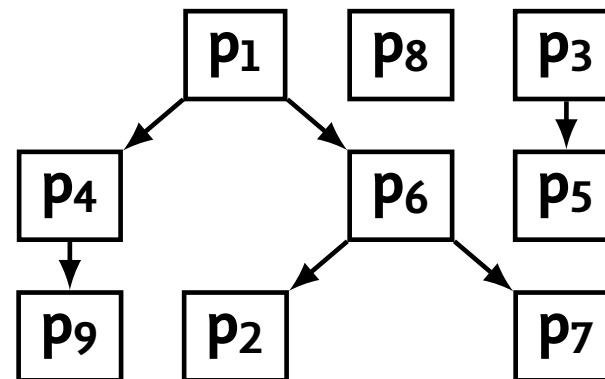
c) SRTF

c) Zeichnen Sie einen SRTF-Vergabeplan, der die Bedingungen des angegebenen Präzedenzgraphs erfüllt.

- Prozesse:

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	2	3	4	4	2	2

- Präzedenzgraph:

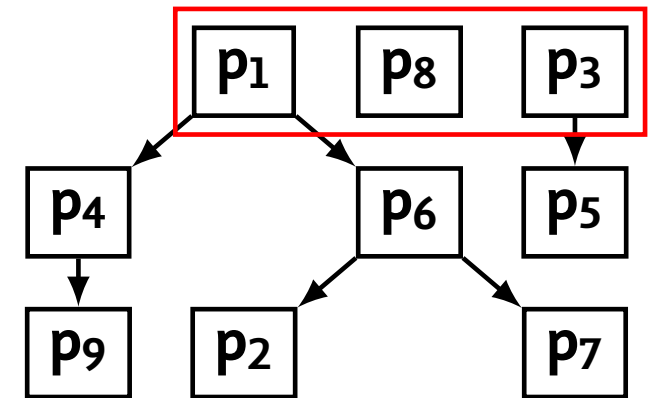


- SRTF arbeitet **präemptiv**

→ Prozesse werden vom Betriebssystem **verdrängt**

4.1 c) SRTF

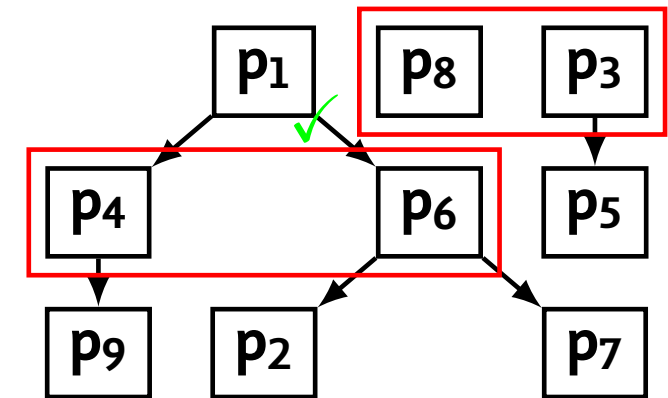
Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1



Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :												
Kern ₂ :												
Kern ₃ :												

4.1 c) SRTF

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	2	4	3	4	3	3	2	1

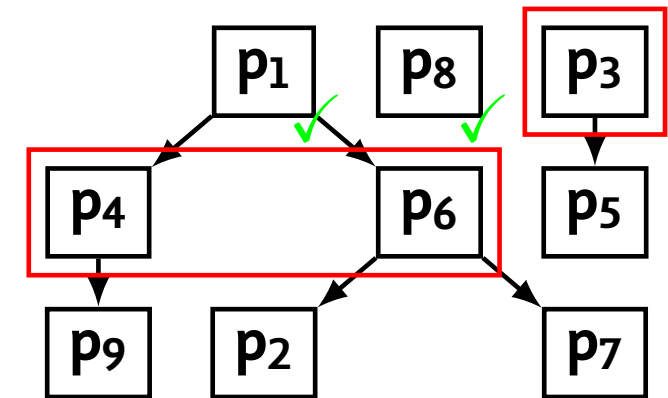


↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1										
Kern ₂ :	8	8										
Kern ₃ :	3	3										

4.1 c) SRTF

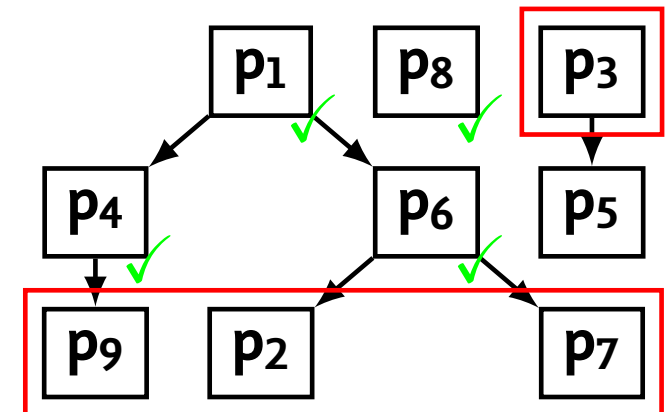
Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	2	4	1	4	1	3	0	1



Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	8	8								
Kern ₂ :	8	8	4	4								
Kern ₃ :	3	3	6	6								

4.1 c) SRTF

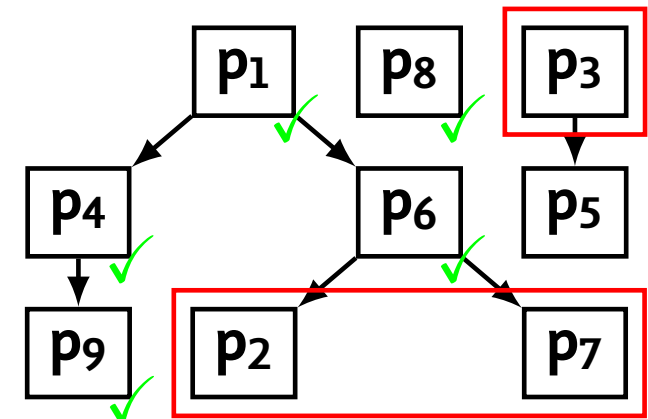
Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	2	3	0	4	0	3	0	1



Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	8	8	4							
Kern ₂ :	8	8	4	4	6							
Kern ₃ :	3	3	6	6	3							

4.1 c) SRTF

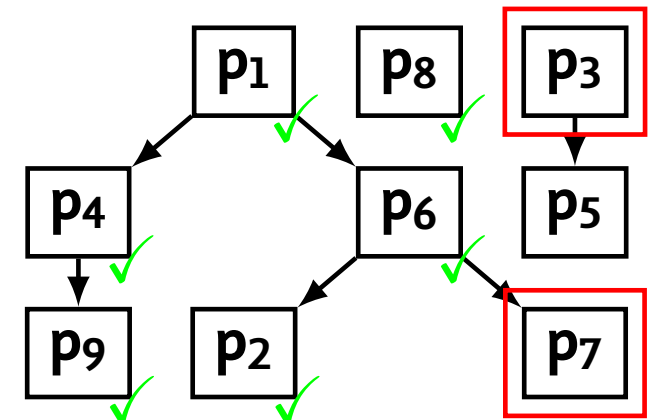
Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	1	2	0	4	0	3	0	0



Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	8	8	4	9						
Kern ₂ :	8	8	4	4	6	2						
Kern ₃ :	3	3	6	6	3	3						

4.1 c) SRTF

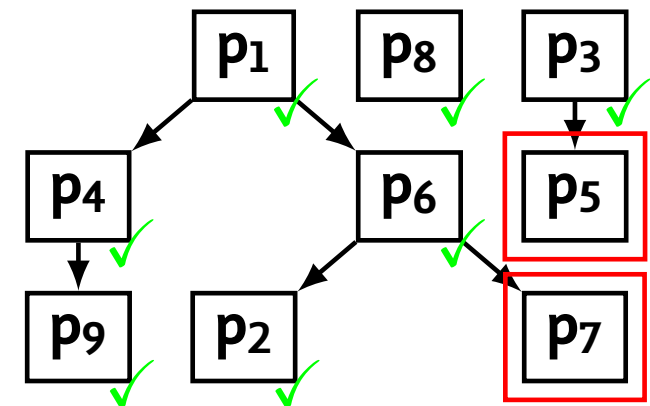
Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	0	1	0	4	0	2	0	0



Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	8	8	4	9	2					
Kern ₂ :	8	8	4	4	6	2	3					
Kern ₃ :	3	3	6	6	3	3	7					

4.1 c) SRTF

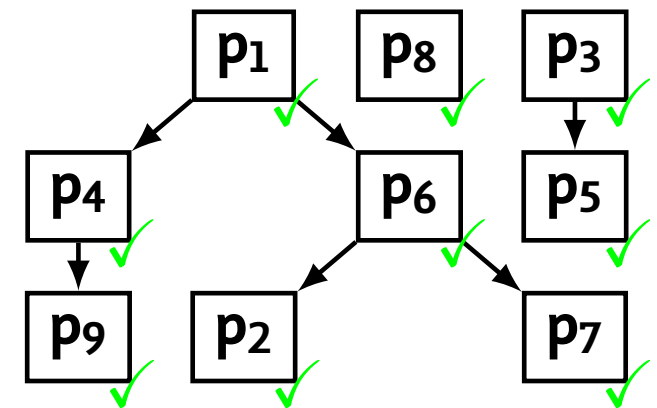
Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	0	0	0	4	0	1	0	0



Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	8	8	4	9	2	3				
Kern ₂ :	8	8	4	4	6	2	3	7				
Kern ₃ :	3	3	6	6	3	3	7	-				

4.1 c) SRTF

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	2	6	3	4	3	3	4	1
verbleibende Bedienzeit:	0	0	0	0	0	0	0	0	0



SRTF Vergabeplan (Lösung):

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Kern ₁ :	1	1	8	8	4	9	2	3	7	5	5	5
Kern ₂ :	8	8	4	4	6	2	3	7	5	-	-	-
Kern ₃ :	3	3	6	6	3	3	7	-	-	-	-	-

Übersicht

- 4.1 Notation von Vergabeplänen
- **4.2 Gütekriterien für Vergabepläne**
- 4.3 Anomalien von Scheduling-Verfahren

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne

Gütekriterien

- Mittlere Verweilzeit:

$$\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (b_i - a_i)$$

Anzahl der Prozesse $\rightarrow n$

Prozesse $\rightarrow n$

Beendigungszeiten $\rightarrow b_i$

Ankunftszeiten $\rightarrow a_i$

- Gesamtdurchlaufzeit $t(S) = \max_{1 \leq i \leq n} \{b_i\}$

- Mittlere Anzahl unbeendeter Prozesse im System:

$$\bar{n} = \frac{1}{t(S)} \sum_{t=1}^{t(S)} n(t)$$

Gesamtdurchlaufzeit $\rightarrow t(S)$

Zeitschritte $\rightarrow t$

aktive/wartende Prozesse $\rightarrow n(t)$

Frage a)

a) Berechnen Sie die

- mittlere Verweilzeit,
- die Gesamtdurchlaufzeit sowie
- die mittlere Anzahl unbeendeter Prozesse im System

für die Vergabepläne **FCFS** und **SPN** aus Aufgabe 4.1

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne a)

Gütekriterien für FCFS Vergabeplan aus Aufgabe 4.1

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8
Kern ₁ :	1	1	1	<u>1</u>	6	6	<u>6</u>	-
Kern ₂ :	2	2	2	2	<u>2</u>	7	7	<u>7</u>
Kern ₃ :	3	3	3	3	3	<u>3</u>	<u>8</u>	-
Kern ₄ :	<u>4</u>	5	5	5	5	5	<u>5</u>	-
n(t)	4	5	5	7	6	5	4	1

$$\begin{aligned}
 \bar{e} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (b_i - a_i) \\
 &= \frac{1}{8} ((4 - 1) + (5 - 1) + (6 - 1) + (1 - 1) + (7 - 2) + (7 - 2) + (8 - 4) + (7 - 4)) \\
 &= \frac{1}{8} (3 + 4 + 5 + 0 + 5 + 5 + 4 + 3) = \frac{29}{8} = \mathbf{3,625}
 \end{aligned}$$

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne a)

Gütekriterien für FCFS Vergabeplan aus Aufgabe 4.1

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8
Kern ₁ :	1	1	1	<u>1</u>	6	6	<u>6</u>	-
Kern ₂ :	2	2	2	2	<u>2</u>	7	7	<u>7</u>
Kern ₃ :	3	3	3	3	3	<u>3</u>	<u>8</u>	-
Kern ₄ :	<u>4</u>	5	5	5	5	5	<u>5</u>	-
n(t)	4	5	5	7	6	5	4	1

$$t(S) = \max_{1 \leq i \leq n} \{b_i\} = 8$$

$$\bar{n} = \frac{1}{t(S)} \sum_{t=1}^{t(S)} n(t) = \frac{1}{8} (4 + 5 + 5 + 7 + 6 + 5 + 4 + 1) = \frac{37}{8} = 4,625$$

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne a)

Gütekriterien für SPN Vergabeplan aus Aufgabe 4.1

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kern ₁ :	<u>4</u>	6	6	<u>6</u>	<u>8</u>	5	5	5	5	5	<u>5</u>
Kern ₂ :	1	1	1	<u>1</u>	7	7	<u>7</u>	-	-	-	-
Kern ₃ :	2	2	2	2	<u>2</u>	-	-	-	-	-	-
Kern ₄ :	3	3	3	3	3	<u>3</u>	-	-	-	-	-
n(t)	4	5	5	7	5	3	2	1	1	1	1

$$\begin{aligned}
 \bar{e} &= \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (b_i - a_i) \\
 &= \frac{1}{8} ((4 - 1) + (5 - 1) + (6 - 1) + (1 - 1) + (11 - 2) + (4 - 2) + (7 - 4) + (5 - 4)) \\
 &= \frac{1}{8} (3 + 4 + 5 + 0 + 9 + 2 + 3 + 1) = \frac{27}{8} = \mathbf{3,375}
 \end{aligned}$$

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne a)

Gütekriterien für SPN Vergabeplan aus Aufgabe 4.1

Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈
Ankunftszeit:	1	1	1	1	2	2	4	4

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Kern ₁ :	<u>4</u>	6	6	<u>6</u>	<u>8</u>	5	5	5	5	5	<u>5</u>
Kern ₂ :	1	1	1	<u>1</u>	7	7	<u>7</u>	-	-	-	-
Kern ₃ :	2	2	2	2	<u>2</u>	-	-	-	-	-	-
Kern ₄ :	3	3	3	3	3	<u>3</u>	-	-	-	-	-
n(t)	4	5	5	7	5	3	2	1	1	1	1

$$t(S) = \max_{1 \leq i \leq n} \{b_i\} = \mathbf{11}$$

$$\bar{n} = \frac{1}{t(S)} \sum_{t=1}^{t(S)} n(t) = \frac{1}{11} (4 + 5 + 5 + 7 + 5 + 3 + 2 + 1 + 1 + 1 + 1) = \frac{35}{11} \approx \mathbf{3,18}$$

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne b)

b) Welche Besonderheiten fallen Ihnen auf, wenn Sie sich das Ergebnis aus Aufgabe 4.2 a) anschauen?

- FCFS-Schedule:

- $\bar{e} = 3,625$
- $\bar{n} = 4,625$
- $t(S) = 8$

- SPN-Schedule:

- $\bar{e} = 3,375$
- $\bar{n} \approx 3,18$
- $t(S) = 11$

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne b)

b) Welche Besonderheiten fallen Ihnen auf, wenn Sie sich das Ergebnis aus Aufgabe 4.2 a) anschauen?

- FCFS-Schedule:
 - $\bar{e} = 3,625$
 - $\bar{n} = 4,625$
 - $t(S) = 8$
- SPN-Schedule:
 - $\bar{e} = 3,375$
 - $\bar{n} \approx 3,18$
 - $t(S) = 11$
- Ergebnis:
 - Das SPN-Scheduling arbeitet effizienter als das FCFS-Scheduling
 - Aber es besteht die Gefahr, dass langlaufende Prozesse „verhungern“

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne c)

c) Welche Scheduling-Verfahren optimieren die mittlere Verweilzeit?

- $\bar{e} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n (b_i - a_i)$
- \bar{e} wird optimiert indem kurze Prozesse bevorzugt werden
 - Shortest Process Next (SPN)
 - Shortest Remaining Time First (SRFT)

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne d)

d) Welche Scheduling-Verfahren optimieren die Gesamtdurchlaufzeit?

- Bei systematischer Vorgehensweise kann dies am ehesten durch ein Verteilen langlaufender Prozesse zu Verarbeitungsbeginn erreicht werden
- Abhängig von Präzedenzgraphen oder Ankunftszeiten
 - Keine allgemeine Aussage möglich
 - Präemptive und prioritätsbasierte Scheduling-Verfahren liefern jedoch oft gute Ergebnisse

4.2 Gütekriterien für Vergabepläne e)

e) Welche Scheduling-Verfahren optimieren die mittlere Anzahl unbeendeter Prozesse im System?

- Je mehr Prozesse früher beenden, desto weniger aktive Prozesse befinden sich im System
- Verfahren die kurze Prozesse bevorzugen sind hier von Vorteil
 - Shortest Process Next (SPN)
 - Shortest Remaining Time First (SRFT)

Übersicht

- 4.1 Notation von Vergabeplänen
- 4.2 Gütekriterien für Vergabepläne
- **4.3 Anomalien von Scheduling-Verfahren**

a) Präzedenzgraph

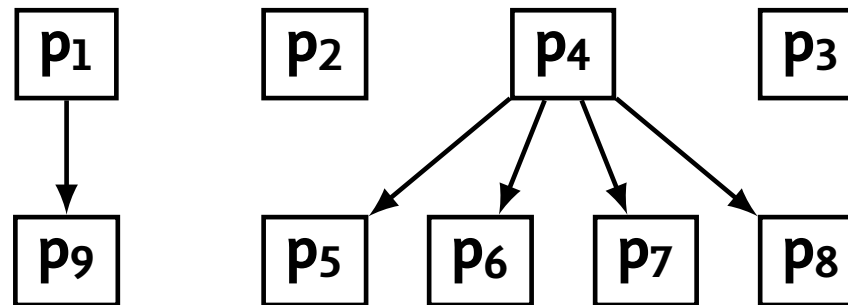
a) Zeichnen Sie den Präzedenzgraphen

- p_9 kann erst nach p_1 gestartet werden und p_5 , p_6 , p_7 und p_8 können erst nach p_4 gestartet werden.

a) Präzedenzgraph

a) Zeichnen Sie den Präzedenzgraphen

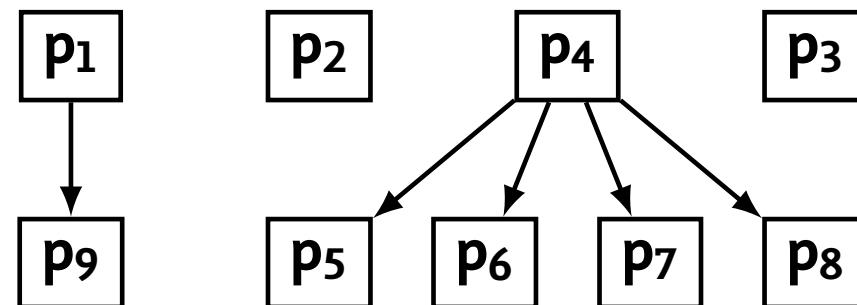
- p_9 kann erst nach p_1 gestartet werden und p_5 , p_6 , p_7 und p_8 können erst nach p_4 gestartet werden.



b) Gantt-Diagramme

b) Zeichnen Sie die Gantt-Diagramme für ein FCFS-Vergabeplan und folgende Fälle

1. $m=3$ Prozessoren
2. $m=4$ Prozessoren
3. $m=3$ Prozessoren, verkürzte Ausführungszeit

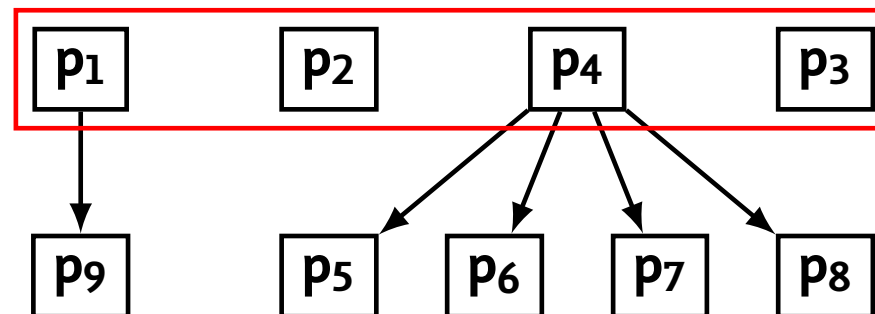


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=3 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :															
Kern ₂ :															
Kern ₃ :															

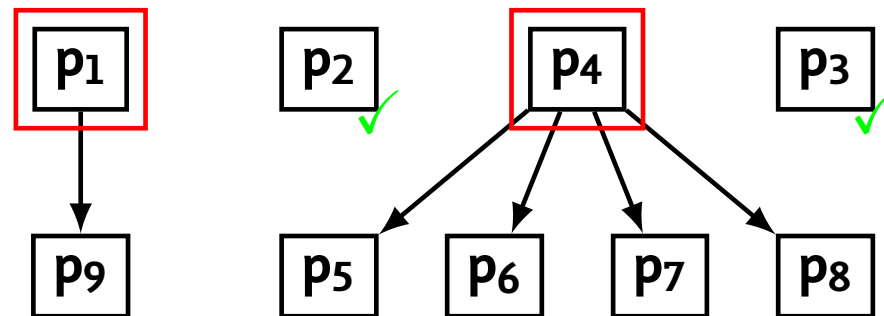


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=3 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	1												
Kern ₂ :	2	2													
Kern ₃ :	3	3													

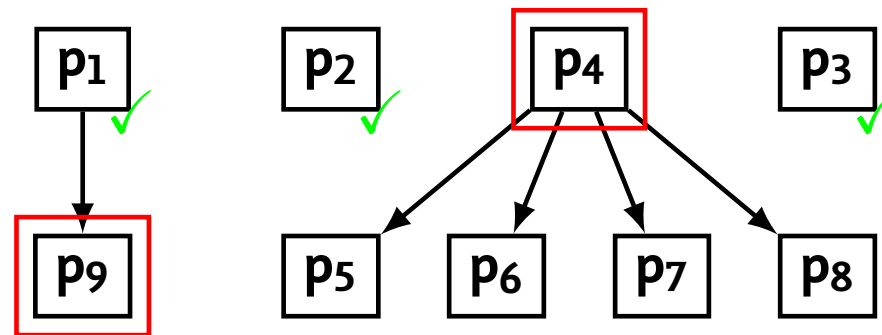


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=3 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	1												
Kern ₂ :	2	2	4	4											
Kern ₃ :	3	3	-												

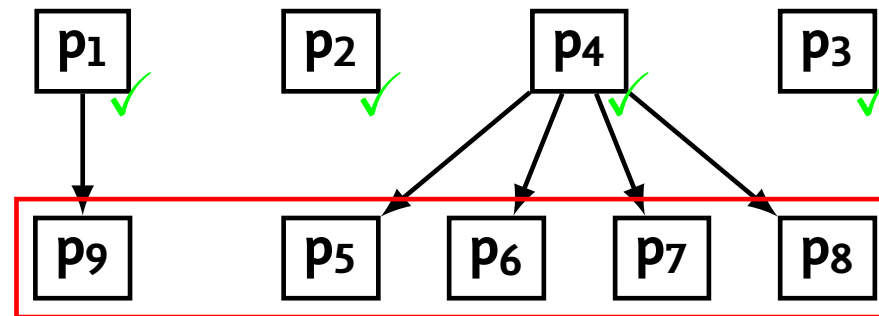


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=3 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
Kern ₂ :	2	2	4	4											
Kern ₃ :	3	3	-	-											

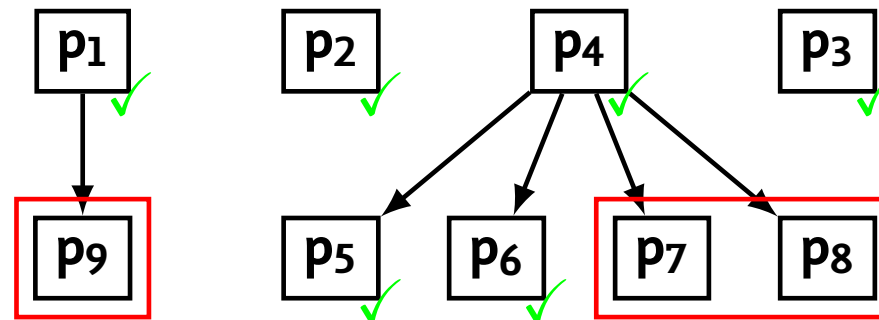


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=3 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9		
Kern ₂ :	2	2	4	4	5	5	5	5							
Kern ₃ :	3	3	-	-	6	6	6	6							

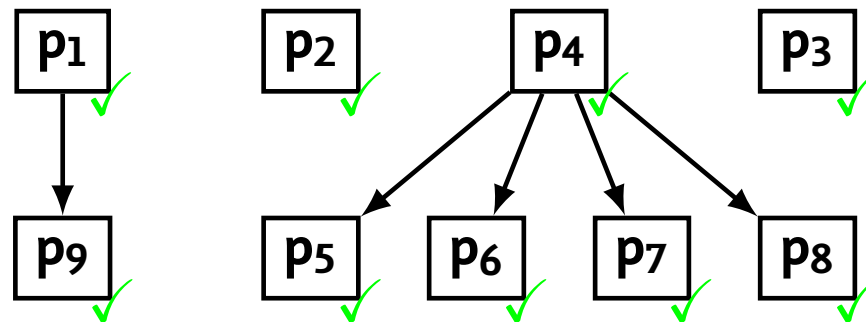


Prozess:	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7	p8	p9
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=3 Prozessoren

Gesamtdurchlaufzeit: $t(S) = 13$

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	1	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-	-
Kern ₂ :	2	2	4	4	5	5	5	5	7	7	7	7	-	-	-
Kern ₃ :	3	3	-	-	6	6	6	6	8	8	8	8	-	-	-

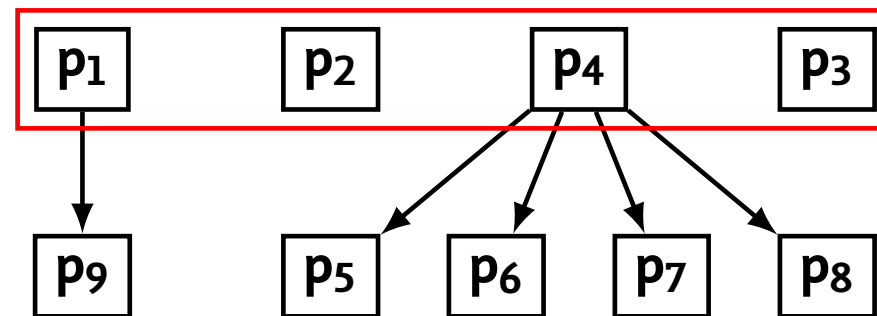


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=4 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kern ₁ :																
Kern ₂ :																
Kern ₃ :																
Kern ₄ :																

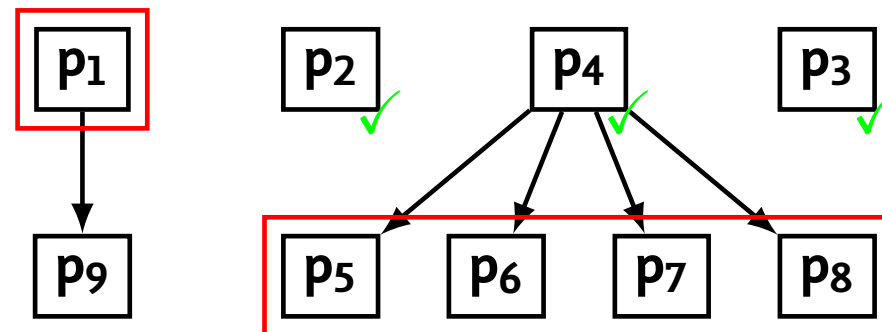


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=4 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kern ₁ :	1	1	1													
Kern ₂ :	2	2														
Kern ₃ :	3	3														
Kern ₄ :	4	4														

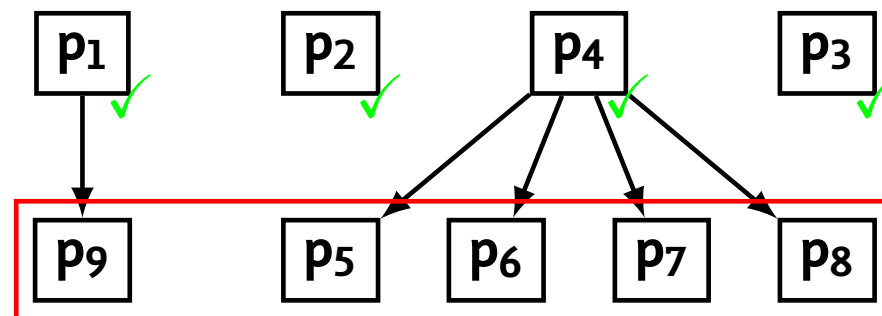


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=4 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kern ₁ :	1	1	1													
Kern ₂ :	2	2	5	5	5	5										
Kern ₃ :	3	3	6	6	6	6										
Kern ₄ :	4	4	7	7	7	7										

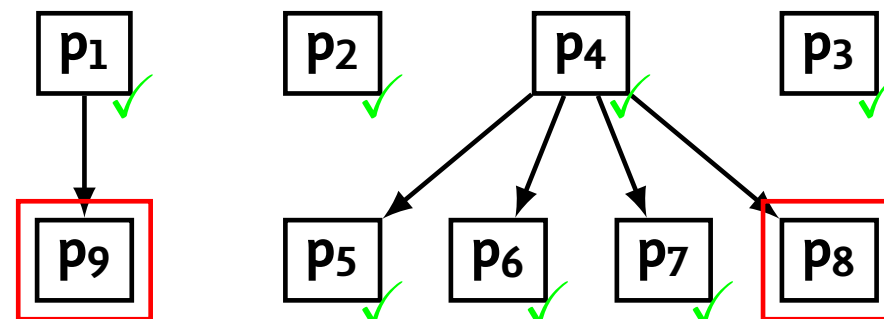


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=4 Prozessoren

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kern ₁ :	1	1	1	8	8	8	8									
Kern ₂ :	2	2	5	5	5	5										
Kern ₃ :	3	3	6	6	6	6										
Kern ₄ :	4	4	7	7	7	7										

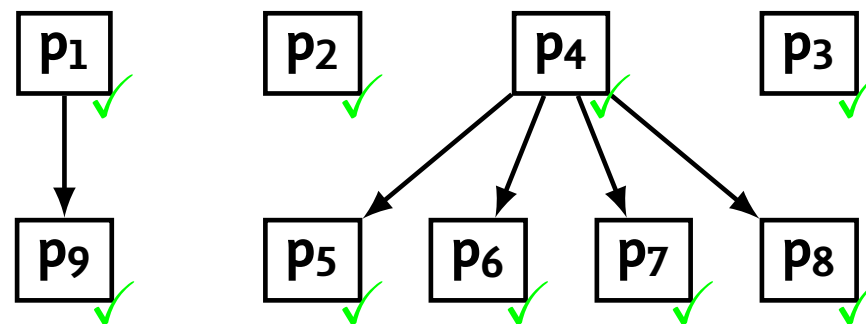


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

b) m=4 Prozessoren

Gesamtdurchlaufzeit: $t(S) = 16$

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Kern ₁ :	1	1	1	8	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kern ₂ :	2	2	5	5	5	5	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Kern ₃ :	3	3	6	6	6	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Kern ₄ :	4	4	7	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

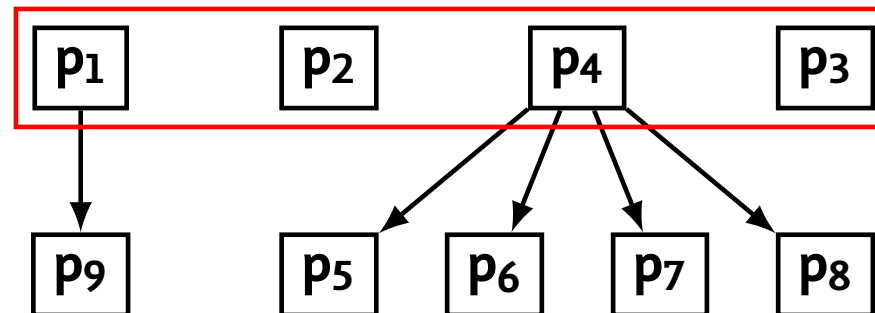


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	3	2	2	2	4	4	4	4	10

4.3 b) $m=3$ Prozessoren, verkürzte Ausführungszeiten

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :															
Kern ₂ :															
Kern ₃ :															

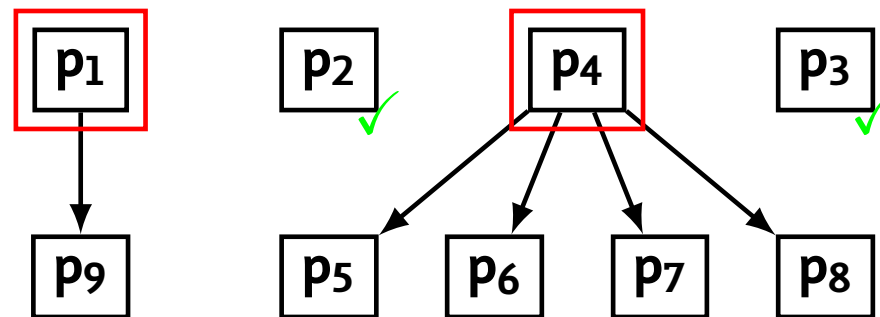


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	1	1	1	3	3	3	3	9

4.3 b) m=3 Prozessoren, verkürzte Ausführungszeiten

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1													
Kern ₂ :	2														
Kern ₃ :	3														

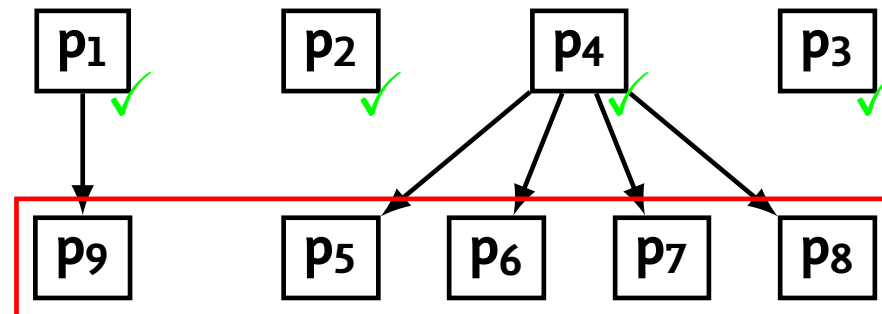


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	1	1	1	3	3	3	3	9

4.3 b) m=3 Prozessoren, verkürzte Ausführungszeiten

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1													
Kern ₂ :	2	4													
Kern ₃ :	3	-													

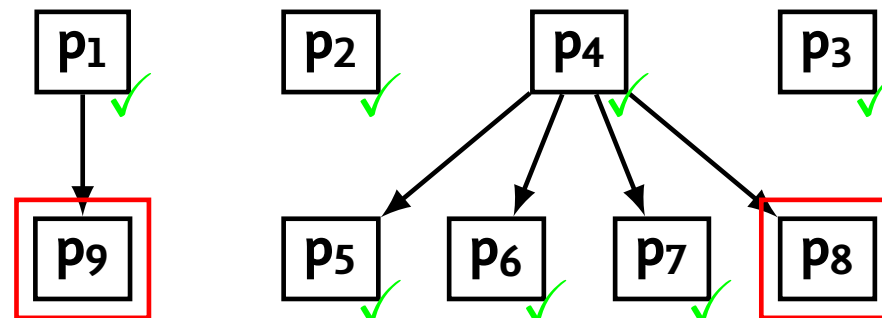


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	1	1	1	3	3	3	3	9

4.3 b) m=3 Prozessoren, verkürzte Ausführungszeiten

↓

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	5	5	5										
Kern ₂ :	2	4	6	6	6										
Kern ₃ :	3	-	7	7	7										

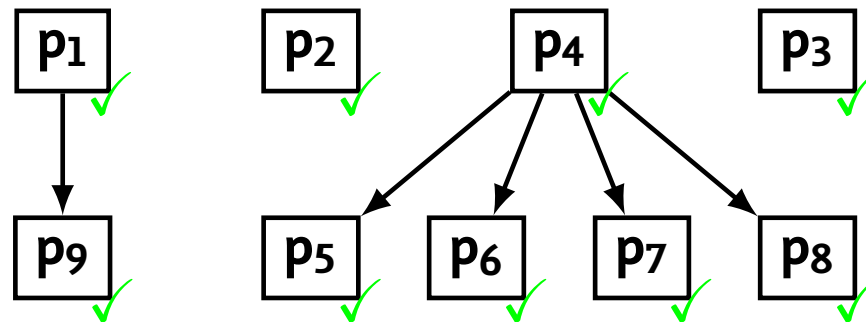


Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	1	1	1	3	3	3	3	9

4.3 b) m=3 Prozessoren, verkürzte Ausführungszeiten

Gesamtdurchlaufzeit: $t(S) = 14$

Zeit:	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Kern ₁ :	1	1	5	5	5	8	8	8	-	-	-	-	-	-	-
Kern ₂ :	2	4	6	6	6	9	9	9	9	9	9	9	9	9	-
Kern ₃ :	3	-	7	7	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-



Prozess:	p ₁	p ₂	p ₃	p ₄	p ₅	p ₆	p ₇	p ₈	p ₉
Bedienzeit:	2	1	1	1	3	3	3	3	9

Anomalien von Scheduling-Verfahren c)

c) Wenn Sie die Fälle 2 und 3 mit 1 vergleichen, was fällt auf?

- Gesamtdurchlaufzeiten

1. 3 Kerne: $t(S) = 13$

2. 4 Kerne: $t(S) = 16 \leftarrow \text{Anomalie}$

3. Verkürzt: $t(S) = 14 \leftarrow \text{Anomalie}$

Anomalien:

Obwohl mehr Rechenkapazität zur Verfügung steht oder weniger Last zu bewältigen ist, kann die Gesamtlaufzeit steigen!

→ Scheduler arbeiten nicht intuitiv

→ Kritisch, wenn Deadlines einzuhalten sind → Echtzeitsysteme

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!
Fragen?

