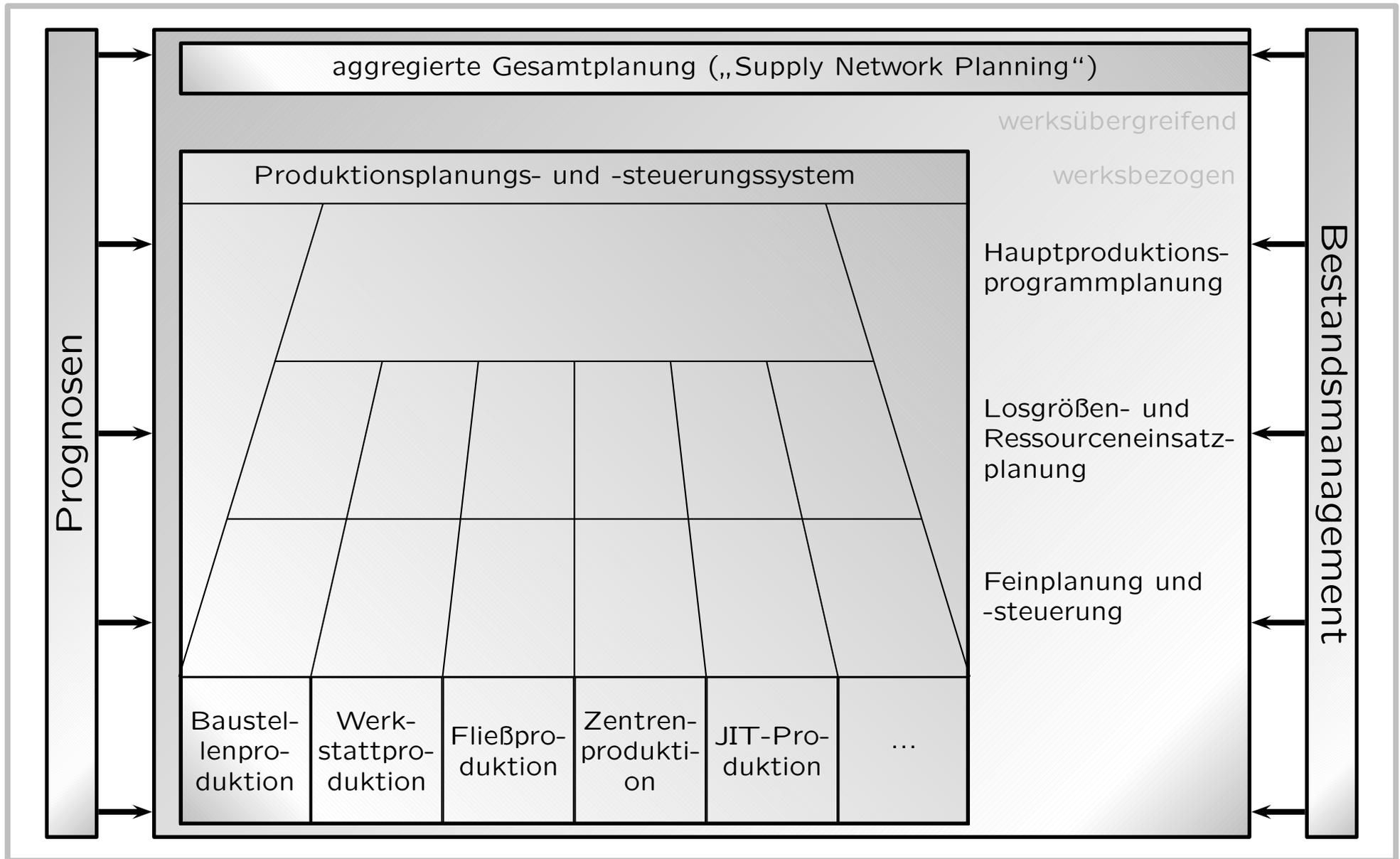
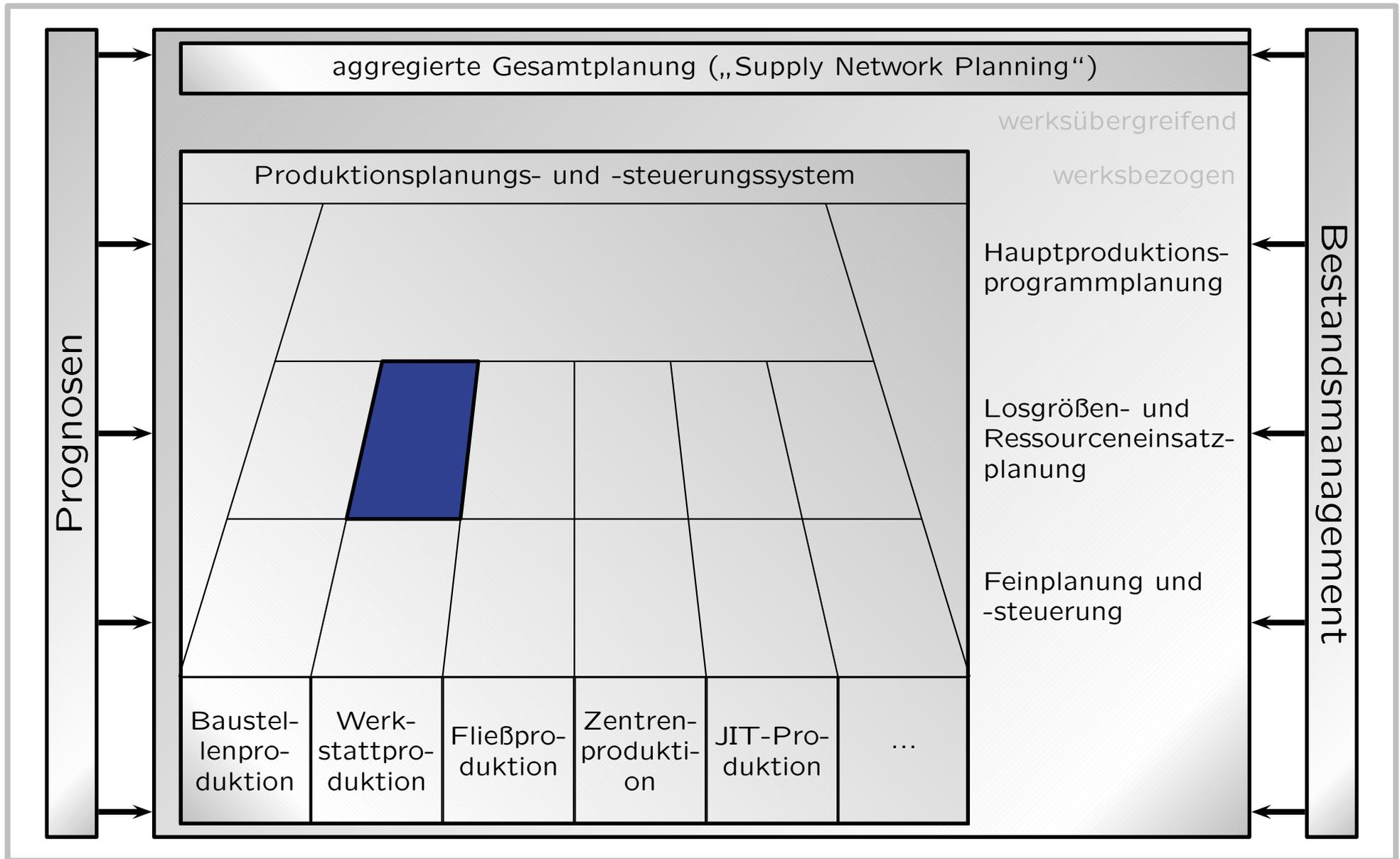


# Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung

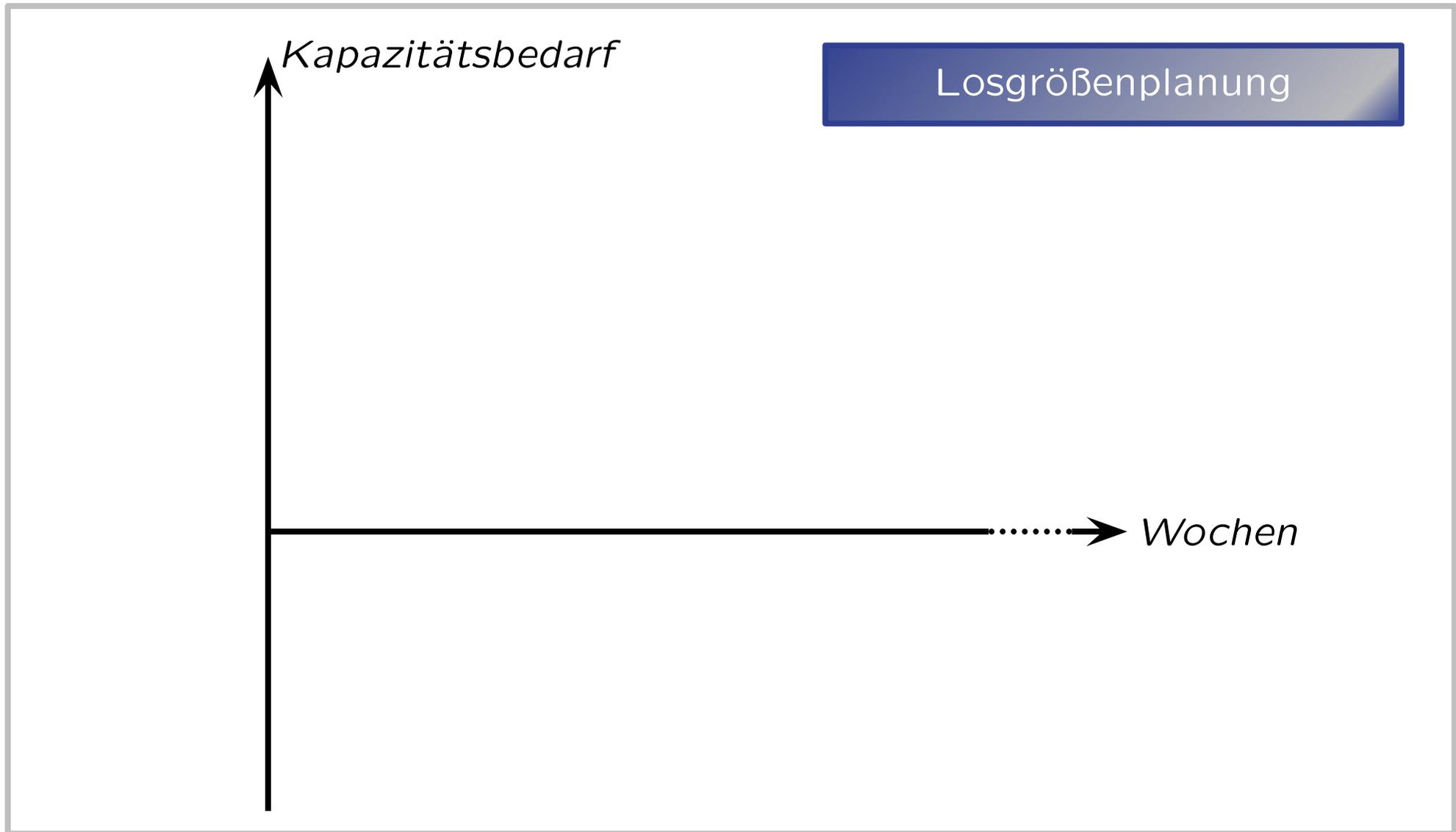


(vgl. Drexl/Fleischmann/Günther/Stadtler/Tempelmeier (1993), Tempelmeier (2008))

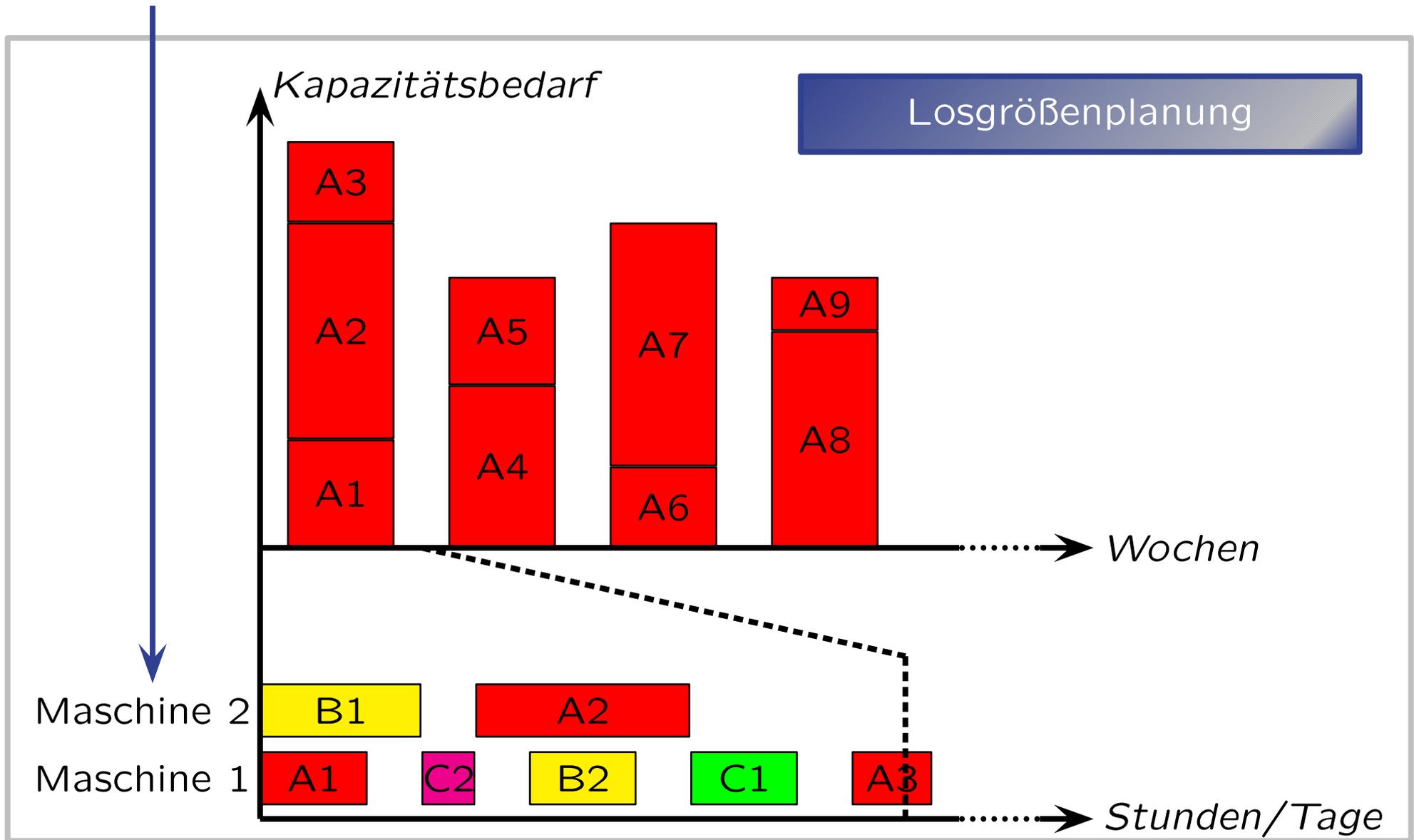


(vgl. Drexl/Fleischmann/Günther/Stadtler/Tempelmeier (1993), Tempelmeier (2008))

# Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Werkstattproduktion



(vgl. Günther/Tempelmeier (2016))

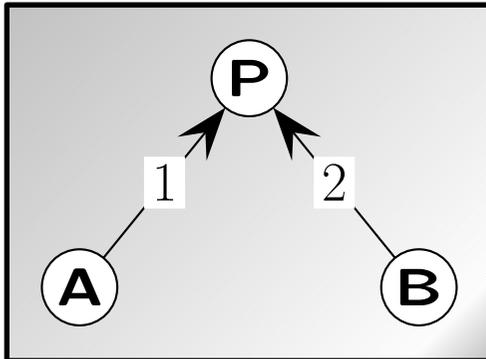


(vgl. Günther/Tempelmeier (2016))

Planungsproblem:

- ▶ Festlegung der Start- und Endtermine für die einzelnen Arbeitsgänge der Produktionsaufträge (Terminplanung)
- ▶ Betrachtung aller zeitverbrauchenden Vorgänge
  - ▷ Produktionsaufträge gemäß Losgrößenplanung, Eilaufträge
  - ▷ Produktionsaufträge für B- und C-Produkte
  - ▷ Produktionsaufträge zur Auffüllung von Sicherheitsbeständen
  - ▷ Transportvorgänge, Rüstzeiten, Mindestabstände
- ▶ Ziel: Erzeugung durchführbarer Produktions- bzw. Ressourcenbelegungspläne
- ▶ Daten:
  - ▷ Auftragsnetze (Projekte)

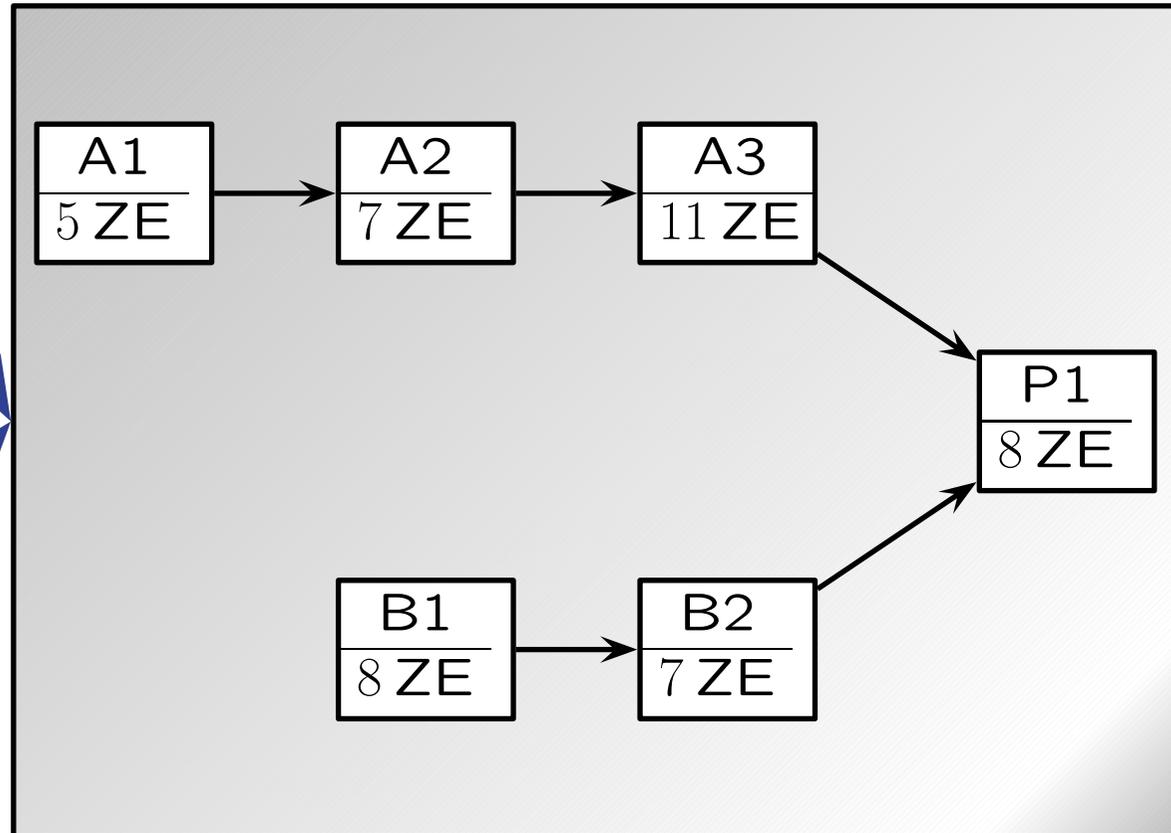
## Gozintograph



## Arbeitspläne

Erzeugnis A	
A1:	Drehen
A2:	Bohren
A3:	Qualitätskontrolle
Erzeugnis B	
B1:	Fräsen
B2:	Bohren
Erzeugnis P	
P1:	Montage

## Auftragsnetz/„Projekt“



(mit Vorgangsdauern in Zeiteinheiten (ZE))

(vgl. Günther/Tempelmeier (2012))

Planungsproblem:

- ▶ Festlegung der Start- und Endtermine für die einzelnen Arbeitsgänge der Produktionsaufträge (Terminplanung)
  - ▶ Betrachtung aller zeitverbrauchenden Vorgänge
    - ▷ Produktionsaufträge gemäß Losgrößenplanung, Eilaufträge
    - ▷ Produktionsaufträge für B- und C-Produkte
    - ▷ Produktionsaufträge zur Auffüllung von Sicherheitsbeständen
    - ▷ Transportvorgänge, Rüstzeiten, Mindestabstände
  - ▶ Ziel: Erzeugung durchführbarer Produktions- bzw. Ressourcenbelegungspläne
  - ▶ Daten:
    - ▷ Auftragsnetze (Projekte)
    - ▷ frühestmögliche und spätestzulässige Produktionstermine
- ⇒ Durchlaufterminierung ⇒ Netzplantechnik

**Ressourceneinsatzplanung unter  
der Annahme unbeschränkter  
Kapazitäten:  
Durchlaufterminierung**

Daten:

- ▶ Projektbeginn/„Heute“  $\implies$  Zeitpunkt 0
- ▶ Projektende/spätestzulässiger Abschluss der letzten Bearbeitungsvorgänge
- ▶ Menge  $\mathcal{J}$  der einzuplanenden Arbeitsgänge,  $\mathcal{J} = \{1, \dots, J\}$
- ▶ Dauer  $d_j$  der einzelnen Arbeitsgänge
- ▶ Menge  $\mathcal{N}_j$  der direkten Nachfolgearbeitsgänge des Arbeitsgangs  $j$
- ▶ Menge  $\mathcal{V}_j$  der direkten Vorgängerarbeitsgänge des Arbeitsgangs  $j$
- ▶ Mindestabstand  $d_{jn}$  zwischen den Arbeitsgängen  $j$  und  $n$ 
  - ▷ positiver Mindestabstand = z. B. Transportzeit, Reinigungszeit, ...
  - ▷ negativer Mindestabstand = „offene Produktweitergabe“

## Vorwärtsrechnung

Bestimmung der frühestmöglichen Start- und Endtermine der einzelnen Arbeitsgänge

- ▶ frühestmöglicher Anfangszeitpunkt des Arbeitsgangs  $j$   
= spätester (größter) — frühestmöglicher — Endzeitpunkt der notwendigen Vorgängerarbeitsgänge + evtl. Mindestabstand

$$FAZ_j = \max_{v \in \mathcal{V}_j} \{ FEZ_v + d_{vj} \}$$

- ▶ frühestmöglicher Endzeitpunkt des Arbeitsgangs  $j$

$$FEZ_j = FAZ_j + d_j$$

## Rückwärtsrechnung

Bestimmung der spätestzulässigen Start- und Endtermine der einzelnen Arbeitsgänge

- ▶ spätestzulässiger Endzeitpunkt des Arbeitsgangs  $j$   
= frühester (kleinster) — spätestzulässiger — Startzeitpunkt der wartenden Nachfolgerarbeitsgänge – evtl. Mindestabstand

$$SEZ_j = \min_{n \in \mathcal{N}_j} \{SAZ_n - d_{jn}\}$$

- ▶ spätestzulässiger Anfangszeitpunkt des Arbeitsgangs  $j$

$$SAZ_j = SEZ_j - d_j$$

## Pufferzeit

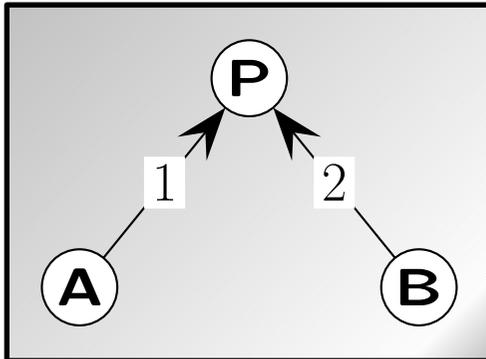
zeitlicher Einplanungsspielraum, ohne dass der spätestzulässige Termin verschoben werden muss

$$GP_j = SAZ_j - FAZ_j = SEZ_j - FEZ_j$$

## kritischer Weg

zeitlich längster Weg durch das Auftragsnetz  
= Pfad ohne Pufferzeiten (wenn  $FEZ_J = SEZ_J$ )

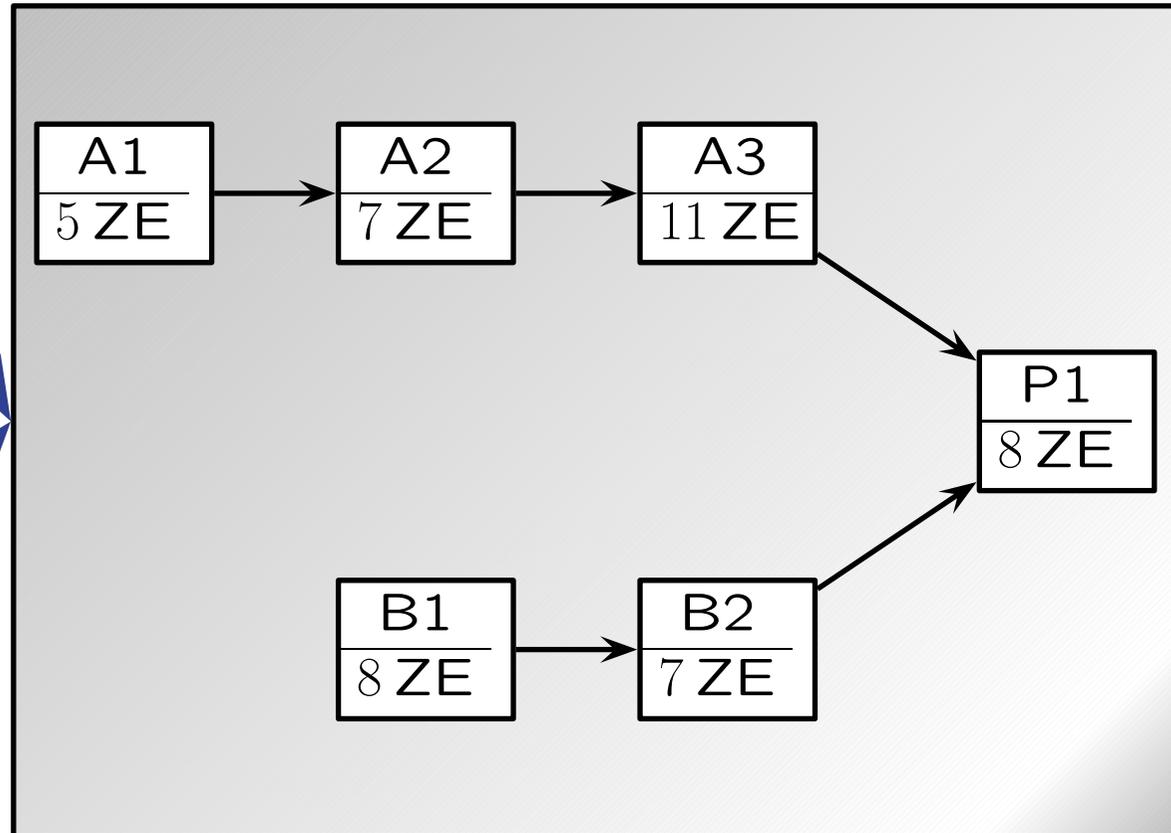
## Gozintograph



## Arbeitspläne

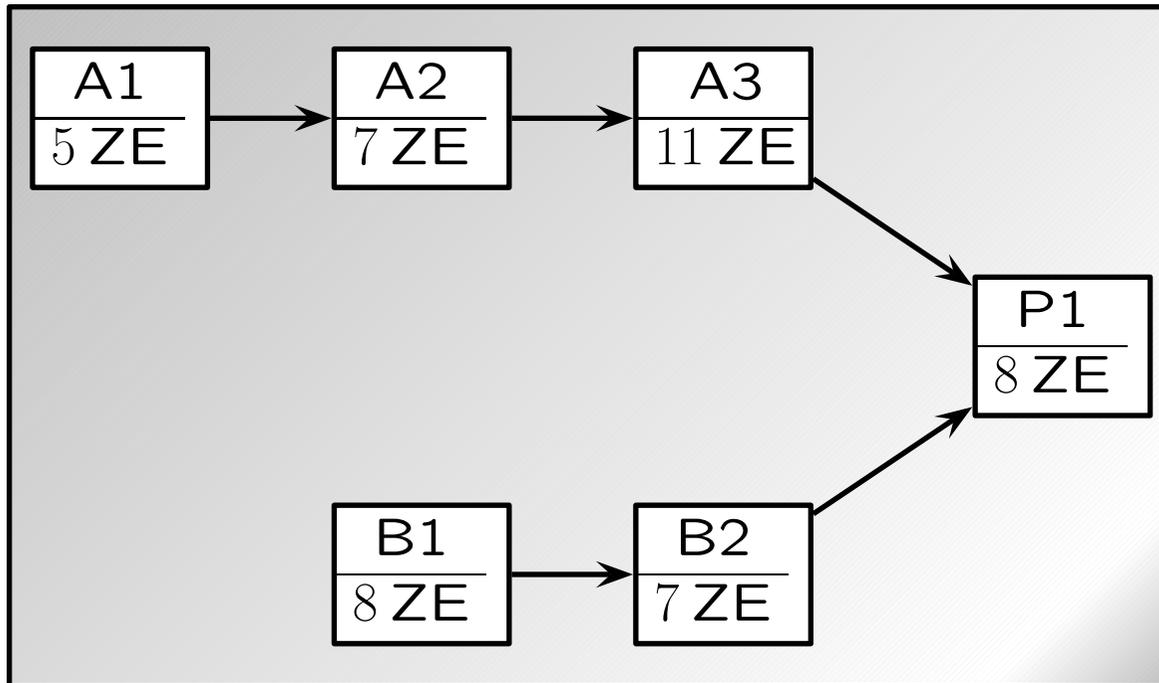
Erzeugnis A
A1: Drehen
A2: Bohren
A3: Qualitätskontrolle
Erzeugnis B
B1: Fräsen
B2: Bohren
Erzeugnis P
P1: Montage

## Auftragsnetz/„Projekt“



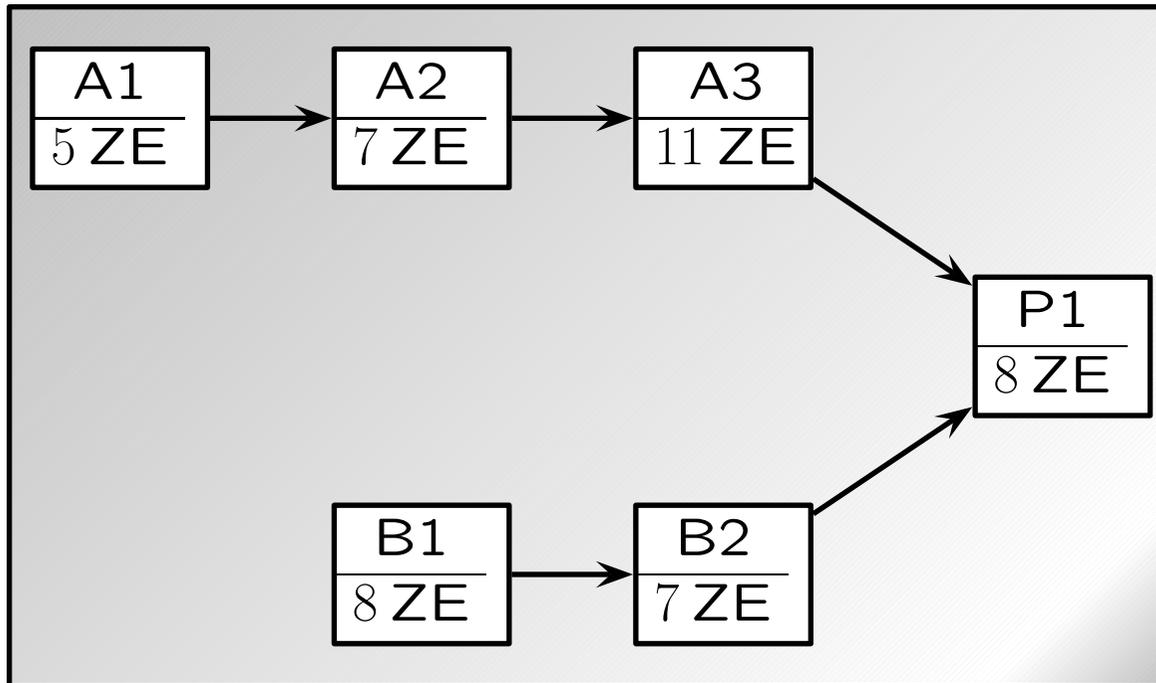
(mit Vorgangsdauern in Zeiteinheiten (ZE))

(vgl. Günther/Tempelmeier (2012))



(vgl. Günther/Tempelmeier (2012))

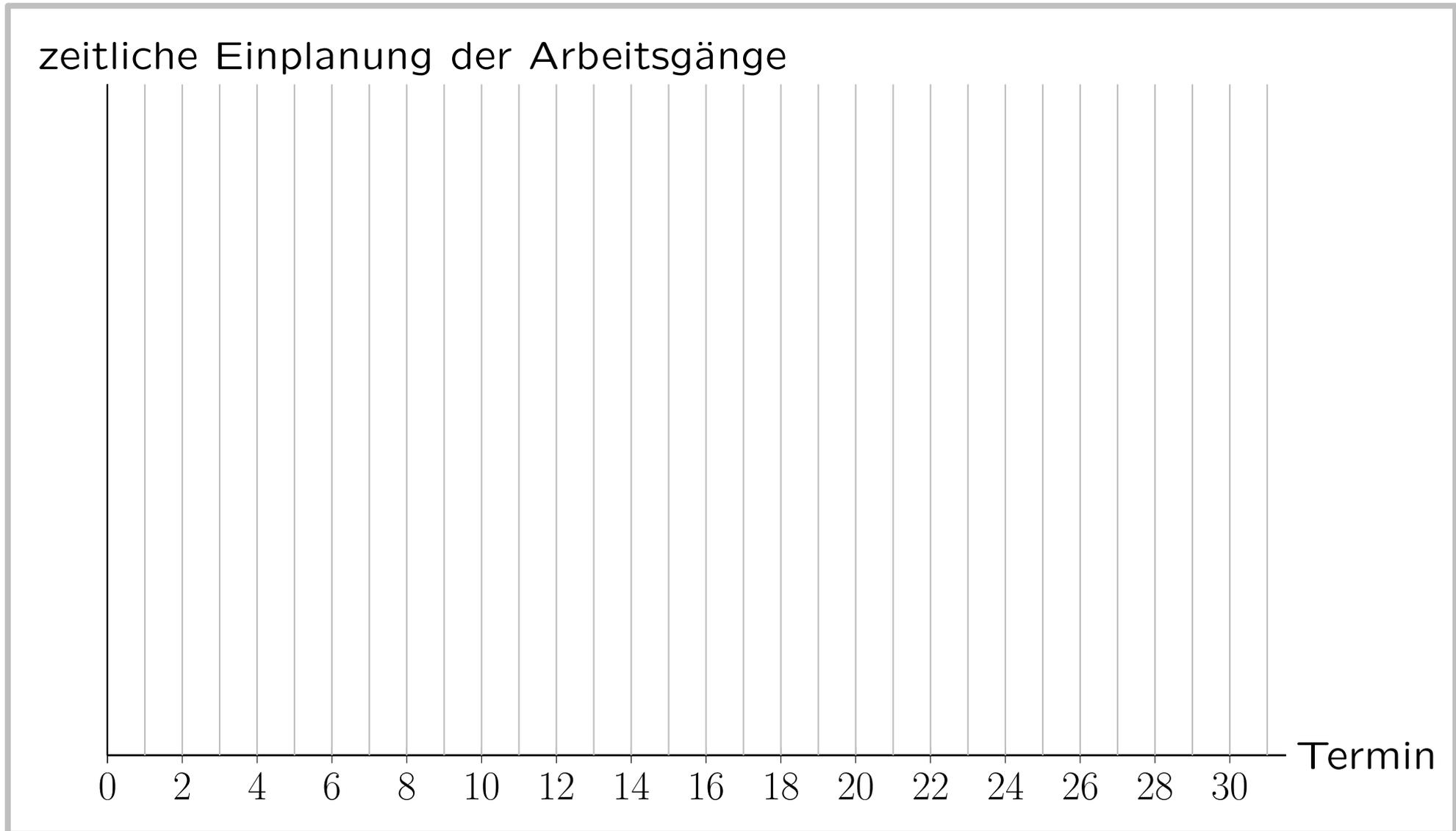
Arbeitsgang $j$	Dauer [ZE]	FAZ $_j$	FEZ $_j$	SAZ $_j$	SEZ $_j$	GP $_j$
A1	5					
A2	7					
A3	11					
B1	8					
B2	7					
P1	8					



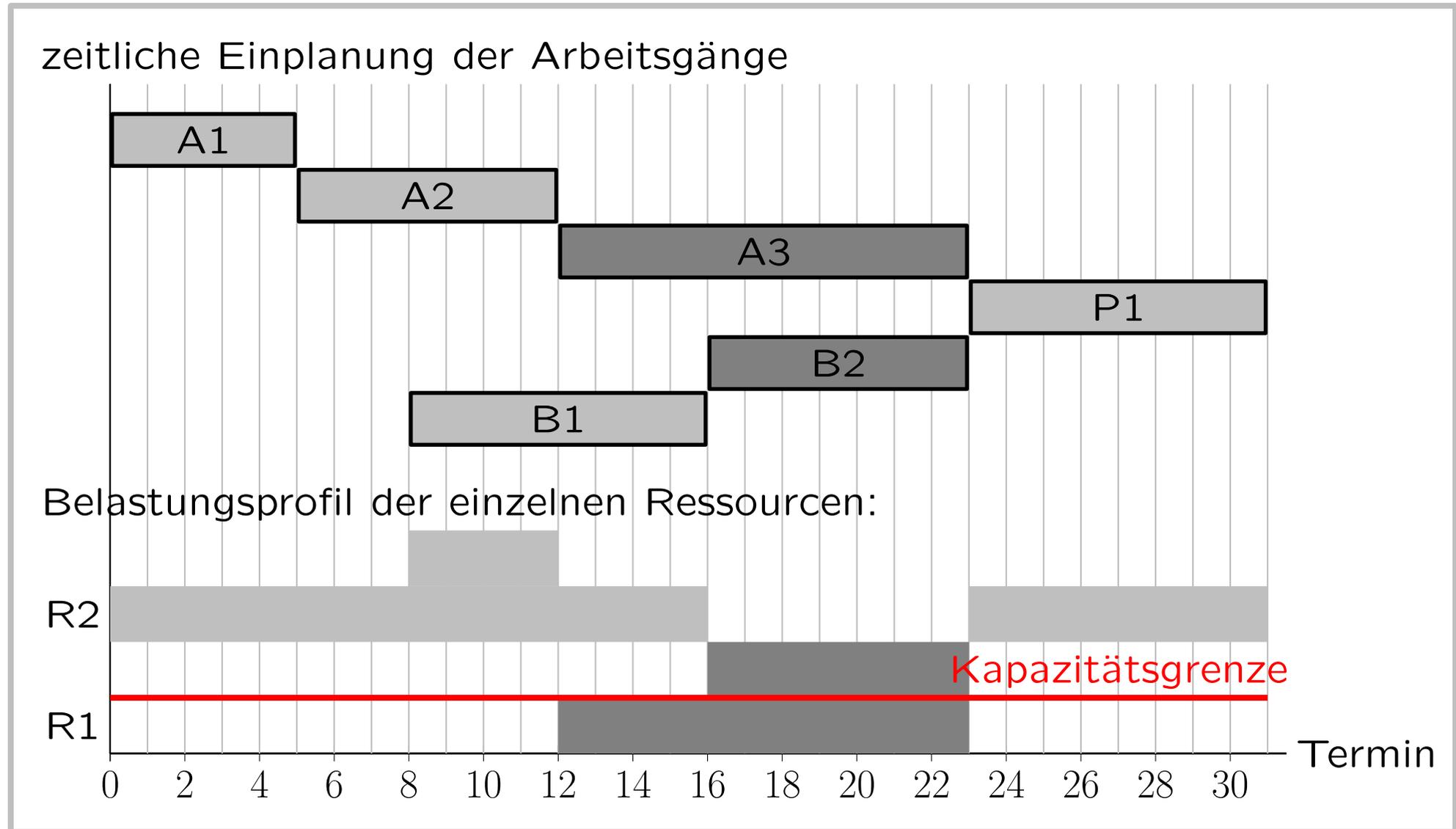
(vgl. Günther/Tempelmeier (2012))

Arbeitsgang $j$	Dauer [ZE]	FAZ $_j$	FEZ $_j$	SAZ $_j$	SEZ $_j$	GP $_j$
A1	5	0	5	0	5	0
A2	7	5	12	5	12	0
A3	11	12	23	12	23	0
B1	8	0	8	8	16	8
B2	7	8	15	16	23	8
P1	8	23	31	23	31	0

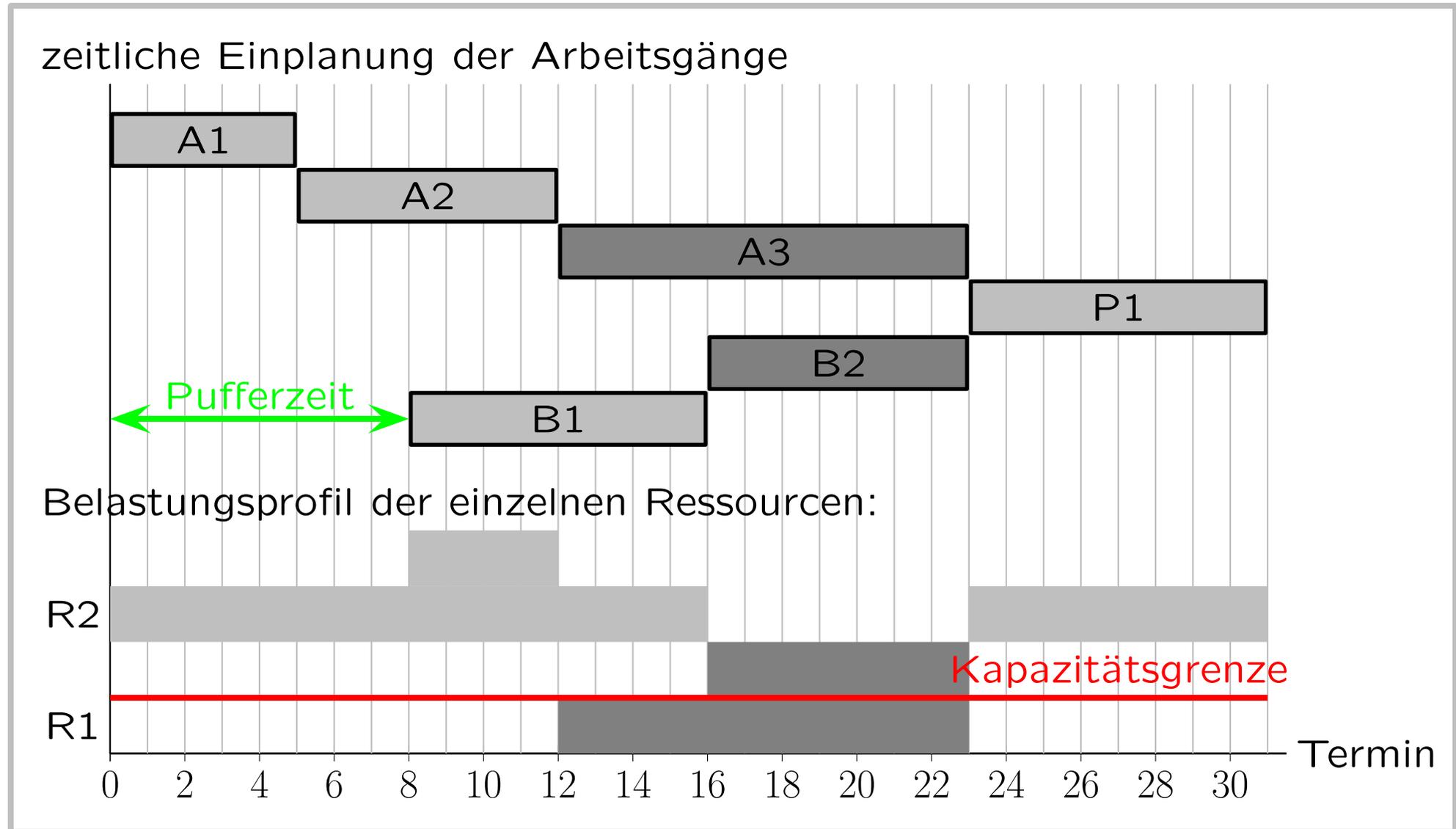
## Ressourcenbelegung bei spätestzulässiger Einplanung



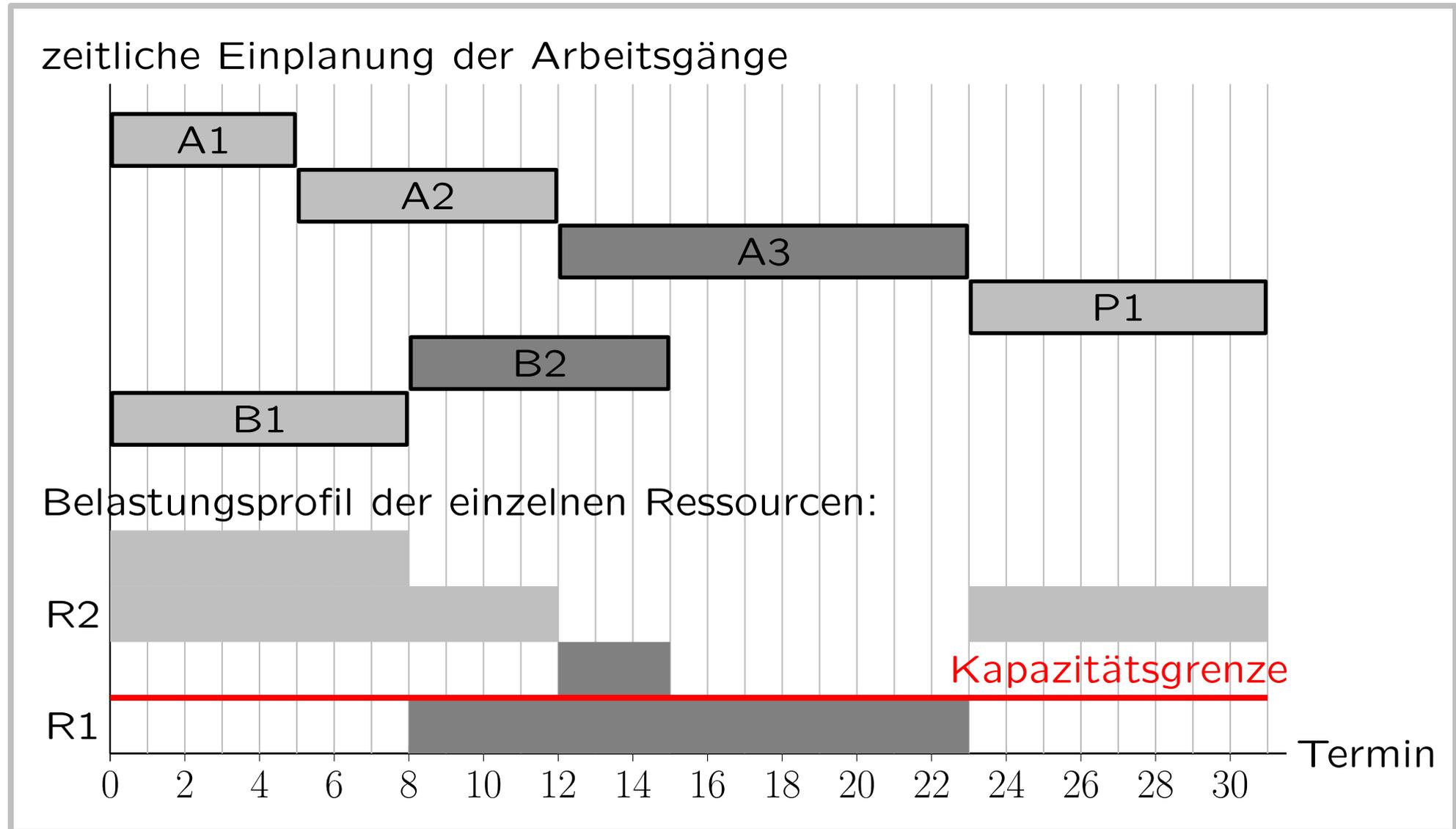
## Ressourcenbelegung bei spätestzulässiger Einplanung



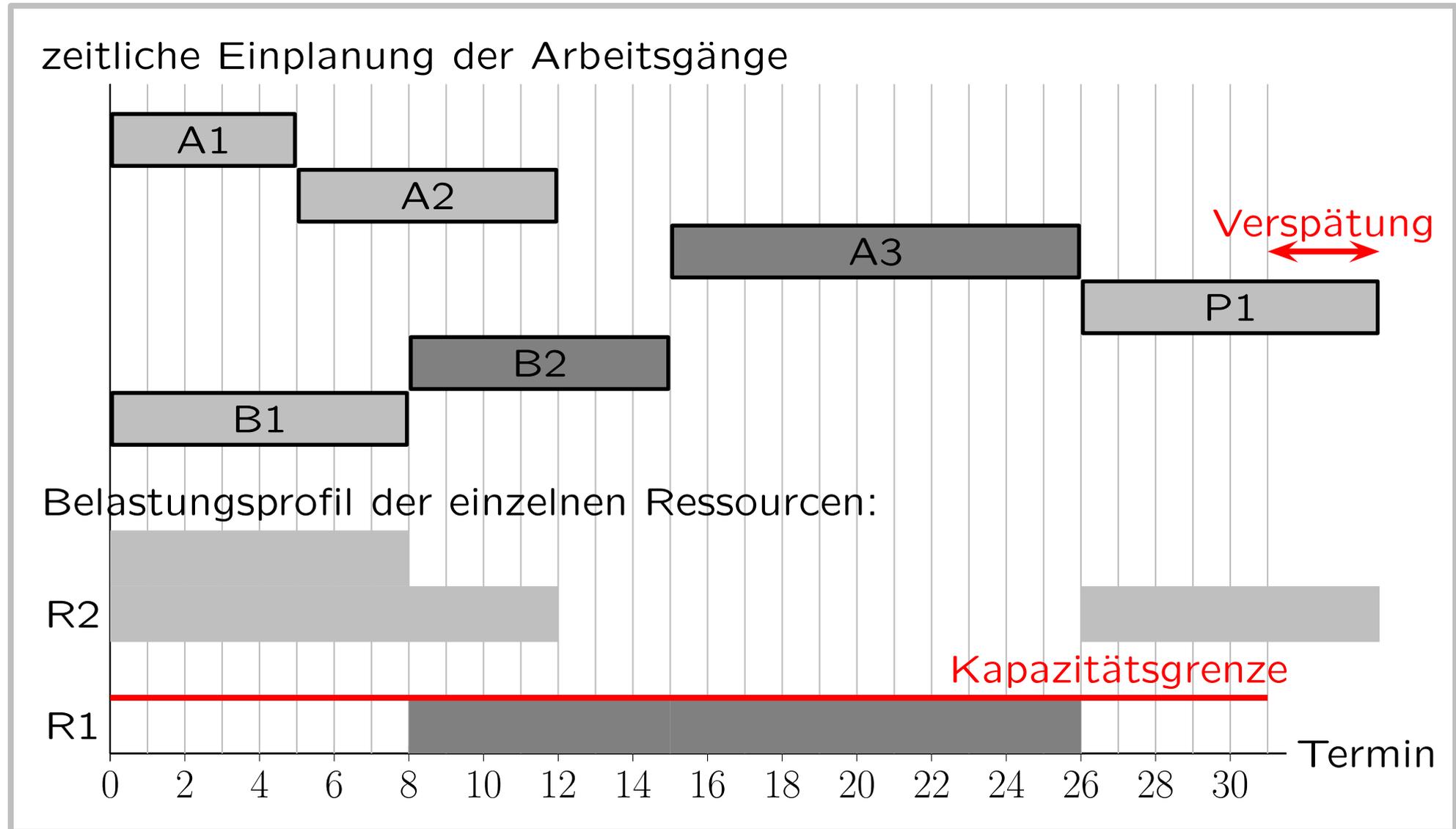
## Ressourcenbelegung bei spätestzulässiger Einplanung

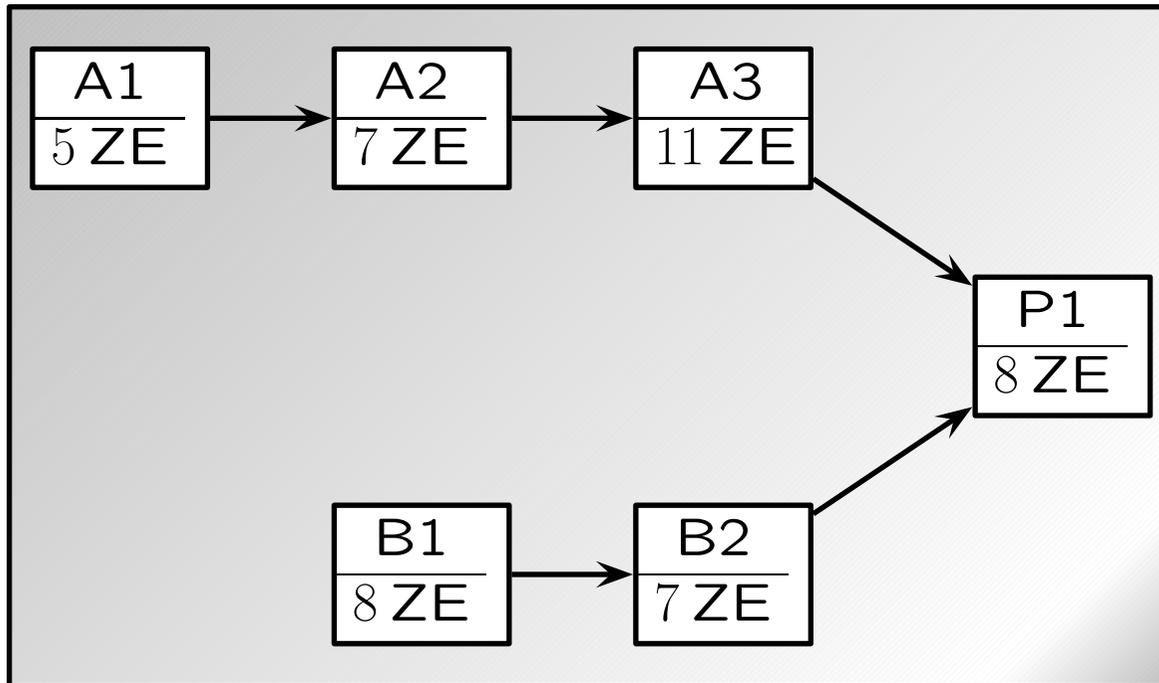


Ressourcenbelegung bei frühestmöglicher Einplanung



## Ressourcenbelegung bei unvermeidlicher Verspätung

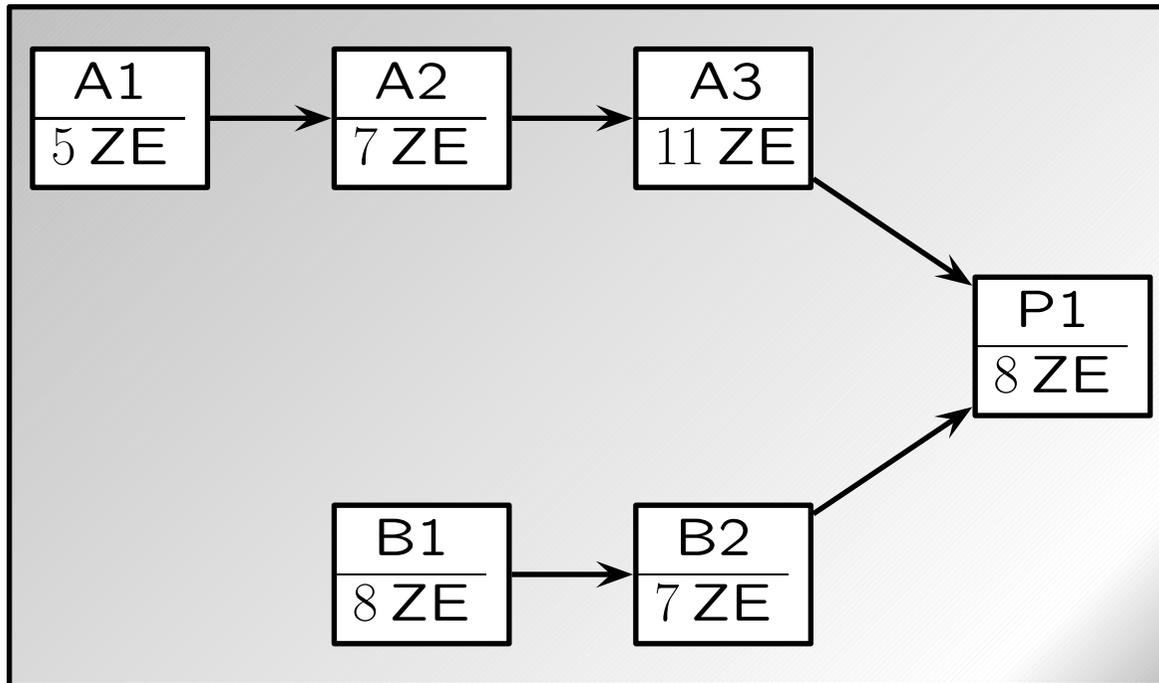




(vgl. Günther/Tempelmeier (2012))

Arbeitsgang $j$	Dauer [ZE]	FAZ $_j$	FEZ $_j$	SAZ $_j$	SEZ $_j$	GP $_j$
A1	5	0	5	0	5	0
A2	7	5	12	5	12	0
A3	11	12	23	12	23	0
B1	8	0	8	8	16	8
B2	7	8	15	16	23	8
P1	8	23	31	23	31	0

überlappte Produktion („offene Produktweitergabe“):  $d_{A3,P1} = -2$

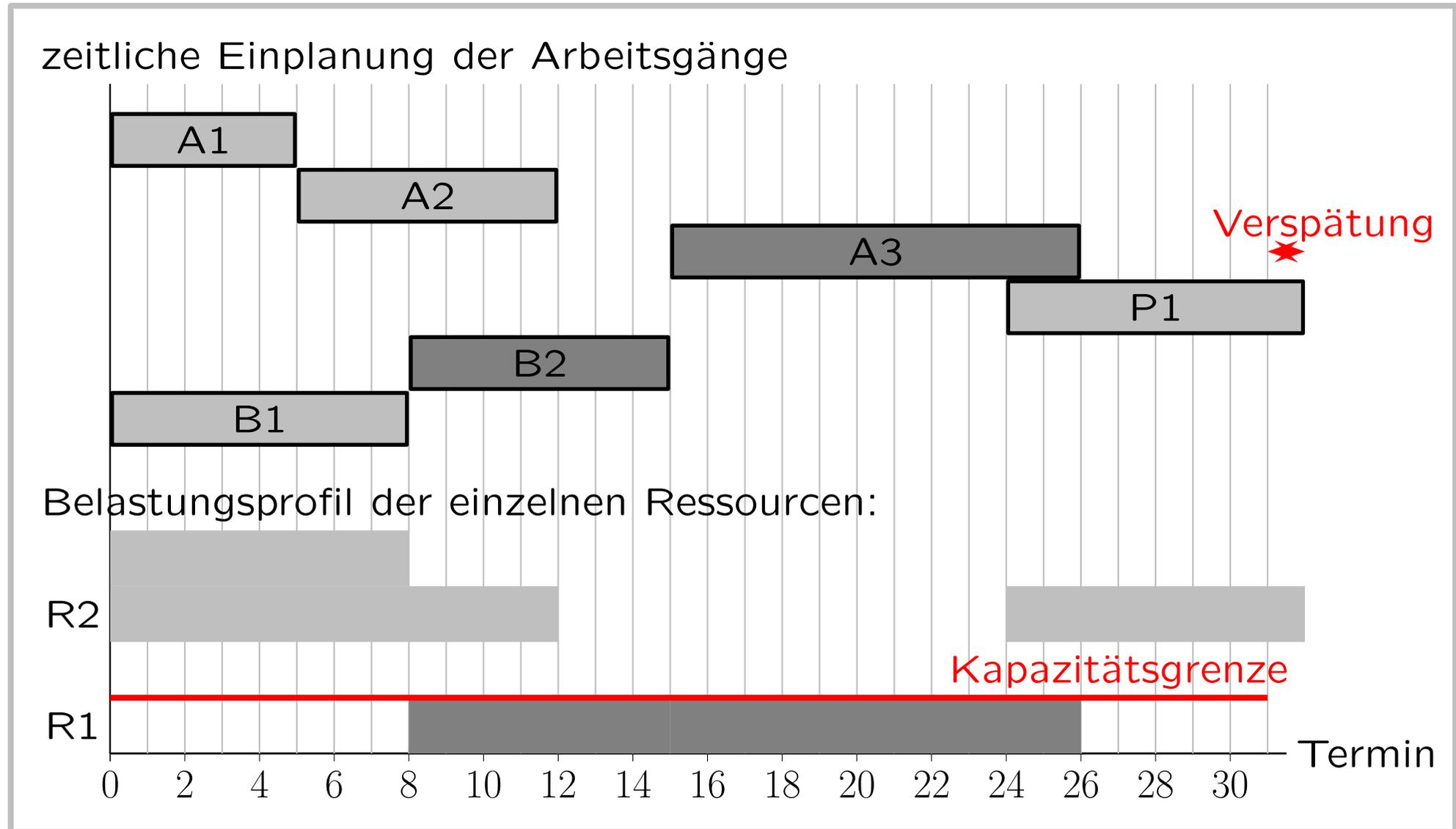


(vgl. Günther/Tempelmeier (2012))

Arbeitsgang $j$	Dauer [ZE]	FAZ <sub><math>j</math></sub>	FEZ <sub><math>j</math></sub>	SAZ <sub><math>j</math></sub>	SEZ <sub><math>j</math></sub>	GP <sub><math>j</math></sub>
A1	5	0	5	0	5	0
A2	7	5	12	5	12	0
A3	11	12	23	12	23	0
B1	8	0	8	6	14	6
B2	7	8	15	14	21	6
P1	8	21	29	21	29	0

überlappte Produktion („offene Produktweitergabe“):  $d_{A3,P1} = -2$

## Ressourcenbelegung bei unvermeidlicher Verspätung



**Ein heuristisches Vorgehen in der  
Praxis zur kapazitätsorientierten  
Ressourceneinsatzplanung —  
„Kapazitätsbelastungsausgleich“**

## Anpassungsmaßnahmen

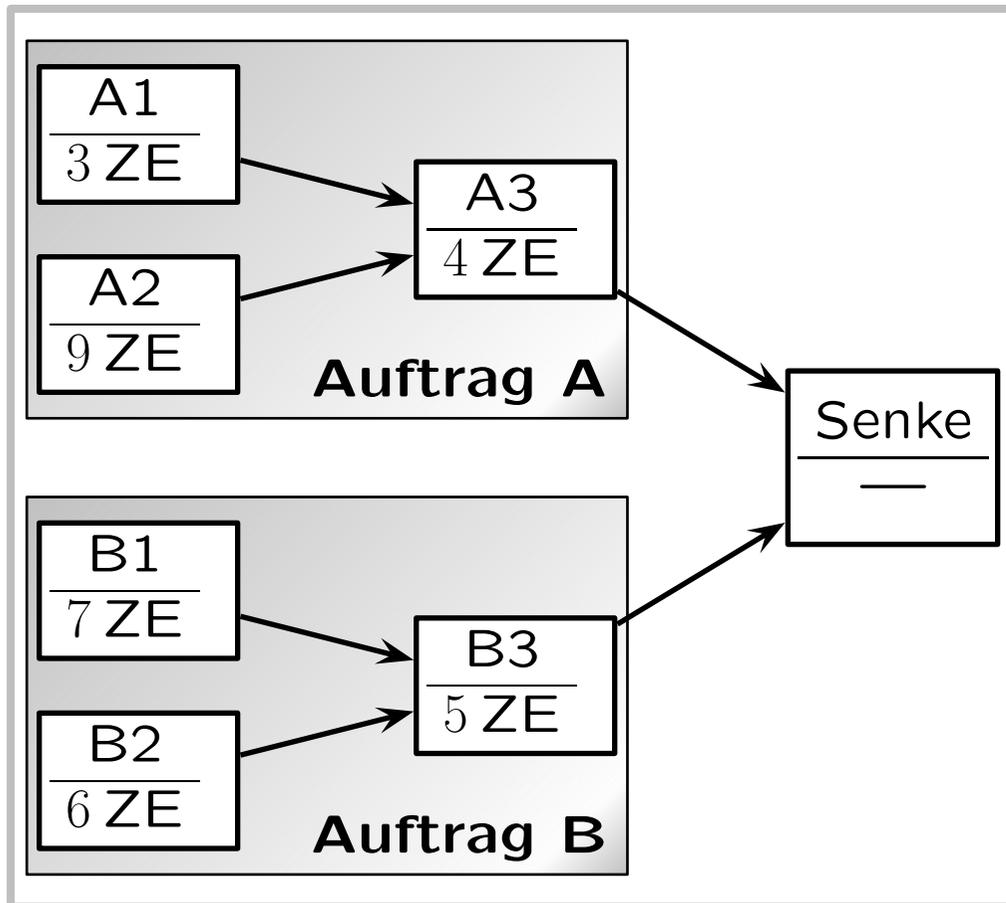
- ▶ Zeitliche Anpassung: Die Arbeitssysteme laufen länger.
- ▶ Intensitätsmäßige Anpassung: Die Arbeitssysteme laufen schneller.
- ▶ Quantitative Anpassung: Es laufen mehr Arbeitssysteme.

... an die vorhandenen Kapazitäten: **Kapazitätsbelastungsausgleich**

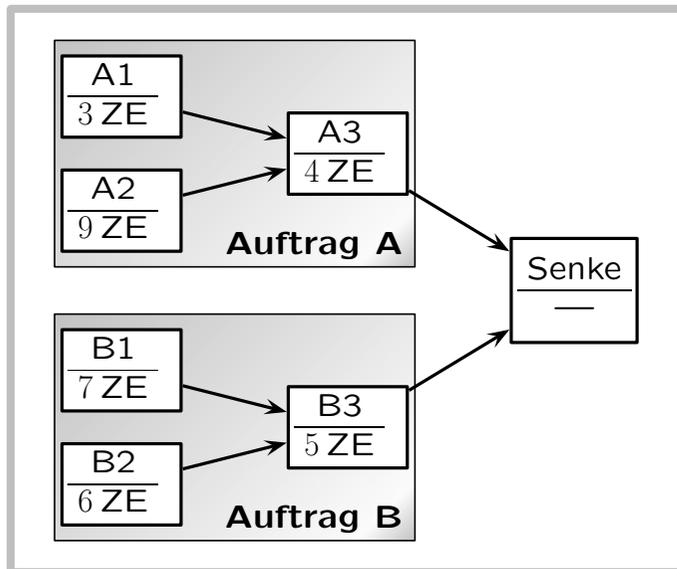
- ▶ frühestmögliche Einplanung der Arbeitsgänge
- ▶ Verschiebung innerhalb der Pufferzeit
- ▶ evtl. gemeinsame Verschiebung mit vorangehenden und nachfolgenden Arbeitsgängen
- ▶ Ausweichmaßnahmen

**Ressourceneinsatzplanung unter  
Beachtung knapper Kapazitäten  
— Resource-Constraint Project  
Scheduling Problem (RCPSP)**

## Beispiel 6 Arbeitsgänge



## Beispiel 6 Arbeitsgänge



Arbeitsgang $j$	Dauer [ZE]	FAZ <sub><math>j</math></sub>	FEZ <sub><math>j</math></sub>	SAZ <sub><math>j</math></sub>	SEZ <sub><math>j</math></sub>	GP <sub><math>j</math></sub>
A1	3	0	3	6	9	6
A2	9	0	9	0	9	0
A3	4	9	13	9	13	0
B1	7	0	7	1	8	1
B2	6	0	6	2	8	2
B3	5	7	12	8	13	1
Senke	0	13	13	13	13	0

## Modell RCPSP

Was ist gegeben — Daten:

$d_j$	...	Dauer des Arbeitsgangs $j$
$\mathcal{V}_j$	...	Menge der Vorgängerarbeitsgänge zu Arbeitsgang $j$ (die Arbeitsgänge, die bei Start des Arbeitsgangs $j$ fertig sein müssen)
$FEZ_j$	...	↓
$SEZ_j$	...	Daten aus der Durchlaufterminierung
$k_{jr}$	...	Kapazitätsbedarf des Arbeitsgangs $j$ bezüglich Ressource $r$
$K_r$	...	Kapazität der Ressource $r$

## Modell RCPSP

Minimiere:

$$Z = \sum_{t=\text{FEZ}_J}^{\text{SEZ}_J} t \cdot x_{Jt}$$

Wähle den Fertigstellungszeitpunkt des Projekts so früh wie möglich!

u. B. d. R.:

$$\sum_{t=\text{FEZ}_j}^{\text{SEZ}_j} x_{jt} = 1$$

Jeder Arbeitsgang  $j = 1, \dots, J$  hat nur einen Endtermin zwischen dem frühestmöglichen ( $\text{FEZ}_j$ ) und dem spätestzulässigen ( $\text{SEZ}_j$ ).

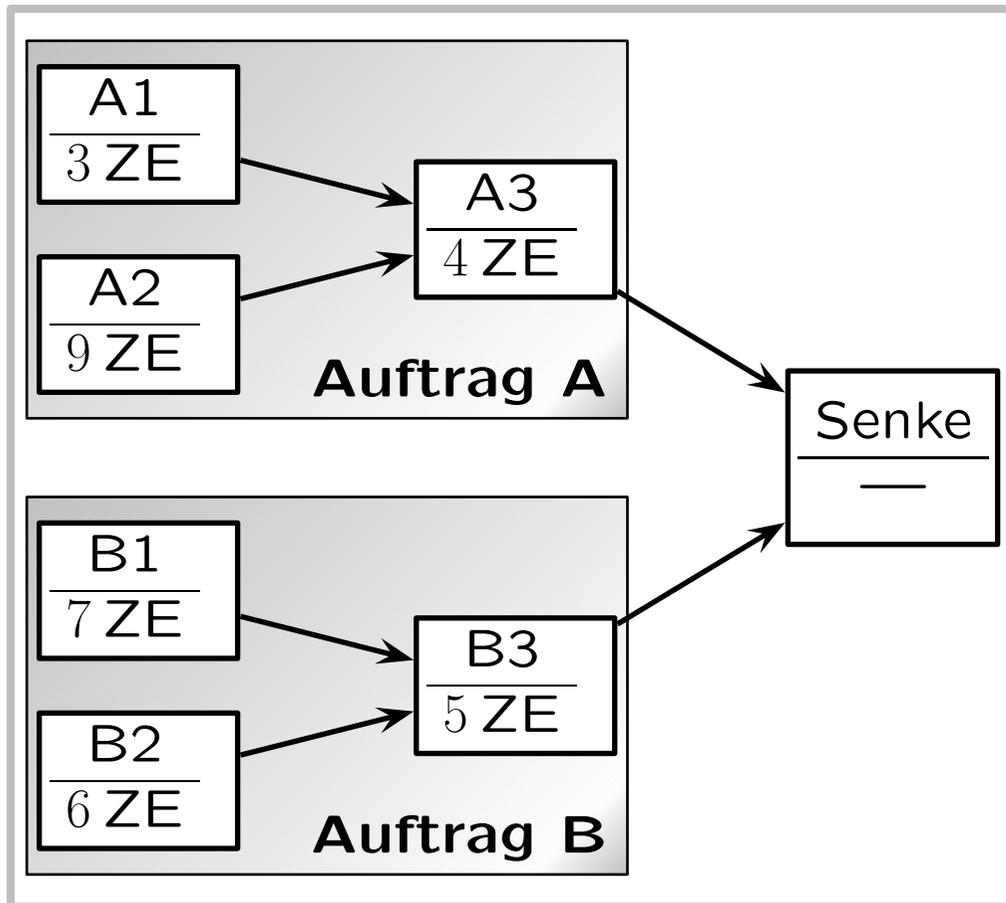
$$\sum_{t=\text{FEZ}_h}^{\text{SEZ}_h} t \cdot x_{ht} \leq \sum_{t=\text{FEZ}_j}^{\text{SEZ}_j} (t - d_j) \cdot x_{jt}$$

Die Vorgängerarbeitsgänge  $h \in \mathcal{V}_j$  der Arbeitsgänge  $j \in \mathcal{J} \setminus \{\text{Quelle}\}$  müssen jeweils erledigt sein.

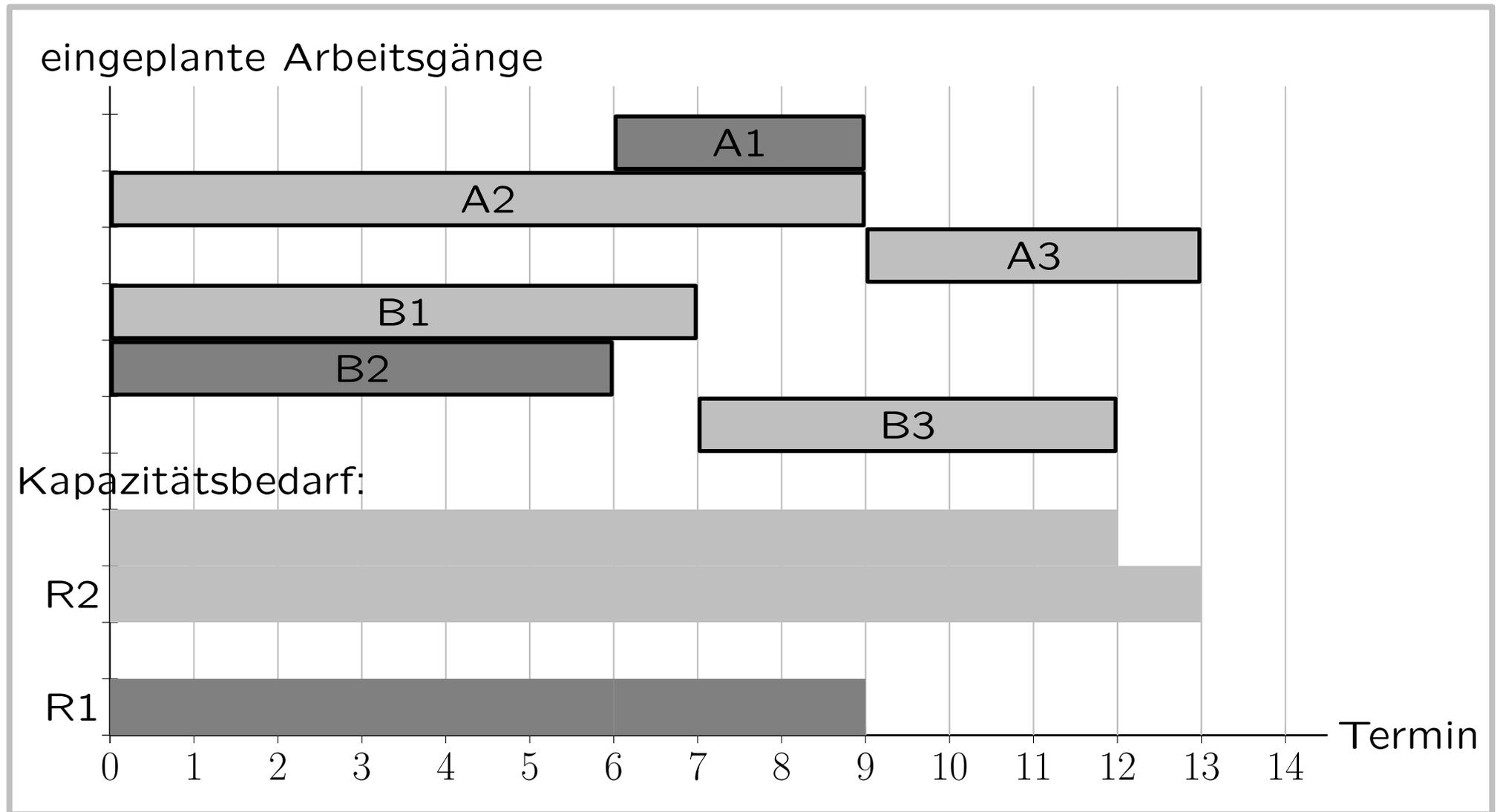
$$\sum_{j=1}^J k_{jr} \cdot \sum_{q=t}^{t+d_j-1} x_{jq} \leq K_r$$

Die Anzahl zeitlich parallel belegter Ressourceneinheiten darf die Anzahl  $K_r$  verfügbarer Einheiten der Ressourcen  $r = 1, \dots, R$  zu keinem Zeitpunkt  $t = 1, \dots, T$  überschreiten.

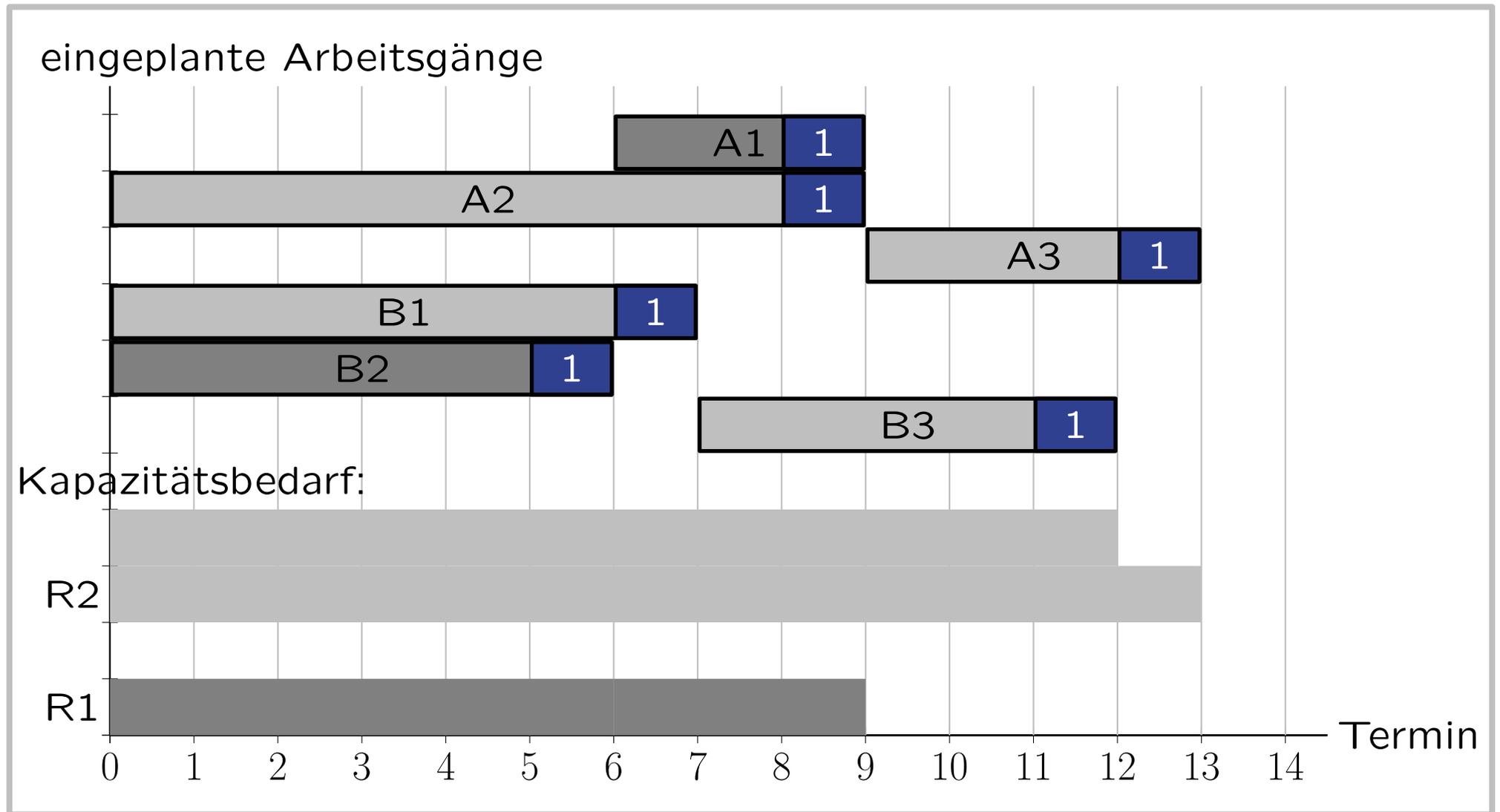
## Beispiel 6 Arbeitsgänge



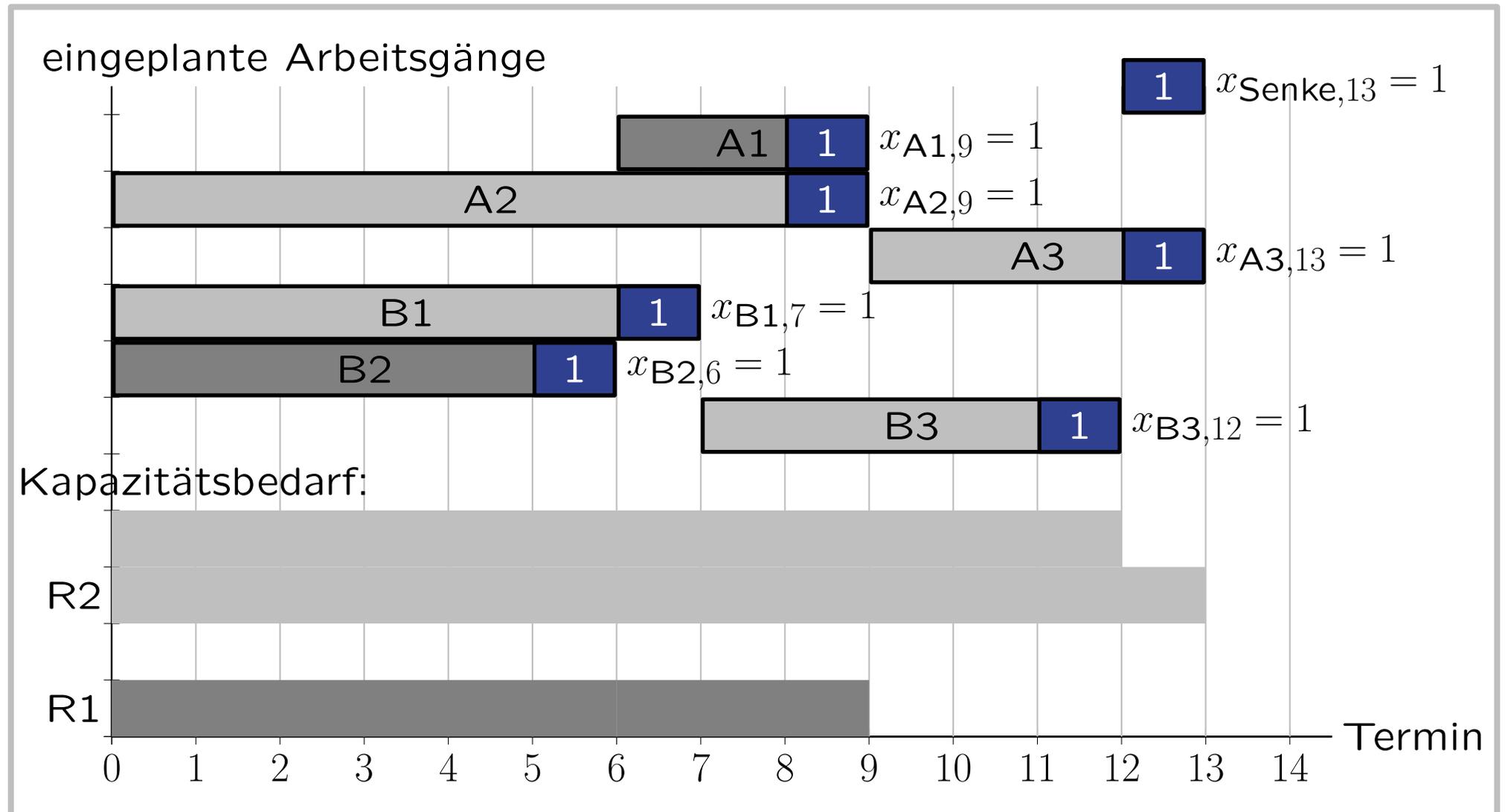
Ressourcenbelegung bei beschränkter Kapazität (optimale Lösung)



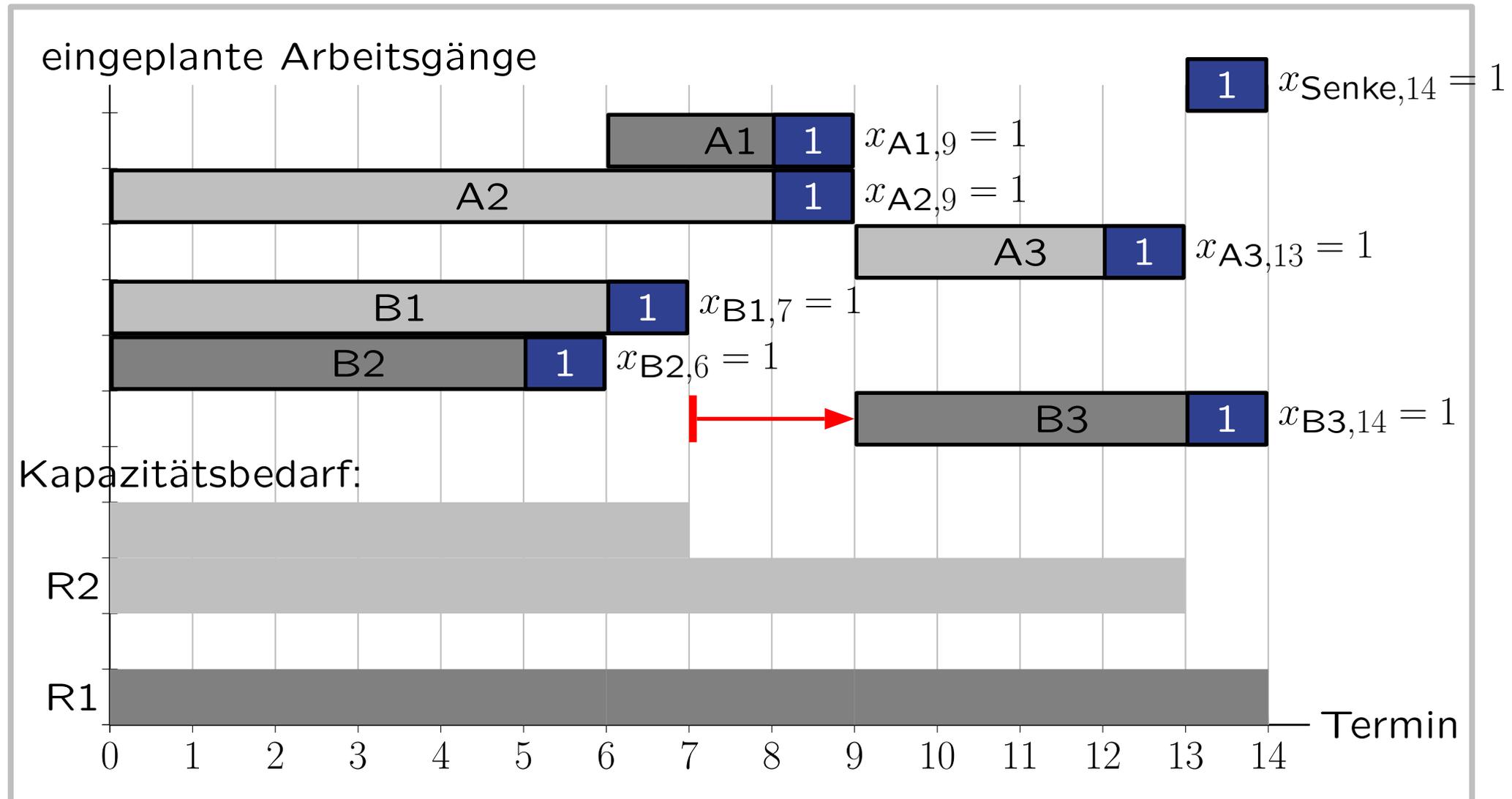
Ressourcenbelegung bei beschränkter Kapazität (optimale Lösung)



Ressourcenbelegung bei beschränkter Kapazität (optimale Lösung)



## Ressourcenbelegung bei beschränkter Kapazität (optimale Lösung)



# RCPSP — Paralleles Prioritätsregelverfahren

## Initialisierung (Zeitpunkt 0)

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := K_r$

- ▶ Menge der später bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \emptyset$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt  $t$ ), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\dots\}$$

- ▶ Prioritätswerte

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs  $j$ :  $AZ_j = t$ ,  $EZ_j = t + d_j$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \mathcal{A} \cup \{j\} \implies \mathcal{D} := \mathcal{D} \setminus \{j\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

## Abbruch des Verfahrens, wenn

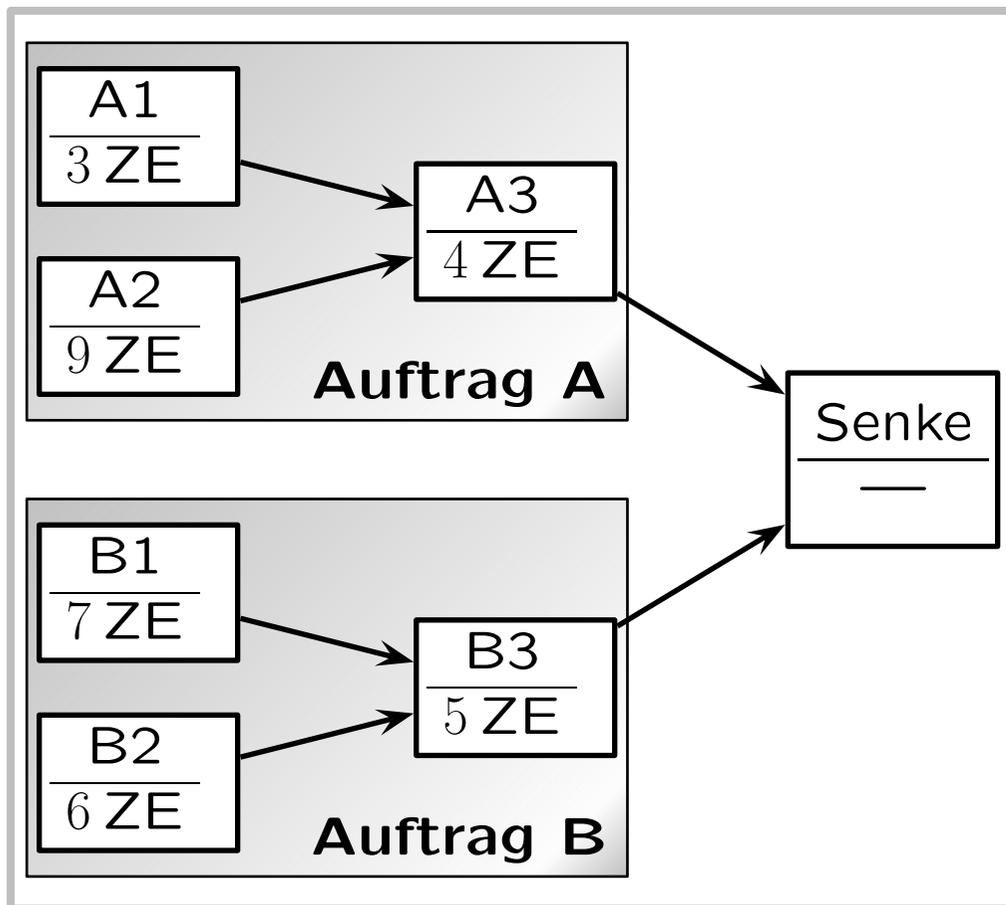
- ▶ alle Arbeitsgänge eingeplant sind

$$\mathcal{A} \cup \mathcal{C} = \{1, \dots, J\}$$

- ▶ kein Arbeitsgang mehr einplanbar ist, aber noch nicht alle eingeplant sind (keine zulässige Lösung)

$$\mathcal{A} = \emptyset, \text{ obwohl } \mathcal{A} \cup \mathcal{C} \neq \{1, \dots, J\}$$

## Beispiel 6 Arbeitsgänge, KOZ-Regel



- ▶ Arbeitsgänge A1 und B2 auf der knappen Ressource 1:  $K_1 = 1$
- ▶ Für alle anderen Arbeitsgänge ist genügend Kapazität vorhanden:  $K_2 = 3$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt  $t$ ), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\dots\}$$

- ▶ Prioritätswerte

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs  $j$ :  $AZ_j = t$ ,  $EZ_j = t + d_j$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \mathcal{A} \cup \{j\} \implies \mathcal{D} := \mathcal{D} \setminus \{j\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\dots\}$$

- ▶ Prioritätswerte

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs  $j$ :  $AZ_j = t$ ,  $EZ_j = t + d_j$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \mathcal{A} \cup \{j\} \implies \mathcal{D} := \mathcal{D} \setminus \{j\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A1, A2, B1, B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs  $j$ :  $AZ_j = t$ ,  $EZ_j = t + d_j$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \mathcal{A} \cup \{j\} \implies \mathcal{D} := \mathcal{D} \setminus \{j\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A1, A2, B1, B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A1} = 3, d_{A2} = 9, d_{B1} = 7, d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs  $j$ :  $AZ_j = t, EZ_j = t + d_j$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \mathcal{A} \cup \{j\} \implies \mathcal{D} := \mathcal{D} \setminus \{j\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}, \ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A1, A2, B1, B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A1} = 3$ ,  $d_{A2} = 9$ ,  $d_{B1} = 7$ ,  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs **A1**:  $AZ_{A1} = 0$ ,  $EZ_{A1} = 0 + 3 = 3$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \mathcal{A} \cup \{j\} \implies \mathcal{D} := \mathcal{D} \setminus \{j\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2, B1, B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A1} = 3, d_{A2} = 9, d_{B1} = 7, d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A1:  $AZ_{A1} = 0, EZ_{A1} = 0 + 3 = 3$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1\} \implies \mathcal{D} := \{A2, B1, B2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressource  $r$ :  $F_r := F_r - k_{jr}$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}, \ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2, B1, B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A1} = 3$ ,  $d_{A2} = 9$ ,  $d_{B1} = 7$ ,  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A1:  $AZ_{A1} = 0$ ,  $EZ_{A1} = 0 + 3 = 3$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1\} \implies \mathcal{D} := \{A2, B1, B2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2, B1\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A1} = 3$ ,  $d_{A2} = 9$ ,  $d_{B1} = 7$ ,  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A1:  $AZ_{A1} = 0$ ,  $EZ_{A1} = 0 + 3 = 3$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1\} \implies \mathcal{D} := \{A2, B1\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2, B1\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9, d_{B1} = 7$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A1:  $AZ_{A1} = 0, EZ_{A1} = 0 + 3 = 3$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1\} \implies \mathcal{D} := \{A2, B1\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0, F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}, \ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2, B1\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9, d_{B1} = 7$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs **B1**:  $AZ_{B1} = 0, EZ_{B1} = 0 + 7 = 7$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1\} \implies \mathcal{D} := \{A2, B1\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0, F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}, \ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$ ,  $d_{B1} = 7$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B1:  $AZ_{B1} = 0$ ,  $EZ_{B1} = 0 + 7 = 7$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$ ,  $d_{B1} = 7$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B1:  $AZ_{B1} = 0$ ,  $EZ_{B1} = 0 + 7 = 7$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B1:  $AZ_{B1} = 0$ ,  $EZ_{B1} = 0 + 7 = 7$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{D} := \{A2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = \arg \min_{i \in \mathcal{A}} \{EZ_i\}$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \mathcal{C} \cup \{\ell\} \implies \mathcal{A} := \mathcal{A} \setminus \{\ell\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 0), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\mathbf{B2}\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A2} = 9$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{\mathbf{B1}, \mathbf{A2}\} \implies \mathcal{D} := \{\mathbf{B2}\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = \mathbf{A1}$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{\mathbf{A1}\} \implies \mathcal{A} := \{\mathbf{B1}, \mathbf{A2}\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A2:  $AZ_{A2} = 0$ ,  $EZ_{A2} = 0 + 9 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \{B2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{B2\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2\} \implies \mathcal{D} := \{B2\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 3$ ,  $\ell = A1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B1, A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 7$ ,  $\ell = B1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1\} \implies \mathcal{A} := \{B1, A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 3), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 7$ ,  $\ell = B1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{A} := \{A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 7), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 7$ ,  $\ell = B1$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{A} := \{A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 7), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 7$ ,  $\ell = B1$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{A} := \{A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 7), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A2, B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1\} \implies \mathcal{A} := \{A2, B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 7), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A3\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B2} = 6$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2\} \implies \mathcal{D} := \{A3\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A3\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B2:  $AZ_{B2} = 3$ ,  $EZ_{B2} = 3 + 6 = 9$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2\} \implies \mathcal{D} := \{A3\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{A3\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2\} \implies \mathcal{D} := \{A3\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2, A3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2, A3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2, A3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = A2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2, A3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B2, A3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 0$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = B2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2\} \implies \mathcal{A} := \{B2, A3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = B2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2\} \implies \mathcal{A} := \{A3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\mathbf{B3}\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{A3} = 4$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{\mathbf{A3}\} \implies \mathcal{D} := \{\mathbf{B3}\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = \mathbf{B2}$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{\mathbf{A1}, \mathbf{B1}, \mathbf{A2}, \mathbf{B2}\} \implies \mathcal{A} := \{\mathbf{A3}\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{B3\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs A3:  $AZ_{A3} = 9$ ,  $EZ_{A3} = 9 + 4 = 13$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A3\} \implies \mathcal{D} := \{B3\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = B2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2\} \implies \mathcal{A} := \{A3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{B3\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A3\} \implies \mathcal{D} := \{B3\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = B2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2\} \implies \mathcal{A} := \{A3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A3, B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = B2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2\} \implies \mathcal{A} := \{A3, B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A3, B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 9$ ,  $\ell = B2$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2\} \implies \mathcal{A} := \{A3, B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{A3, B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 1$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 13$ ,  $\ell = A3$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2\} \implies \mathcal{A} := \{A3, B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 9), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 13$ ,  $\ell = A3$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3\} \implies \mathcal{A} := \{B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 13), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 13$ ,  $\ell = A3$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3\} \implies \mathcal{A} := \{B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 13), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 13$ ,  $\ell = A3$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3\} \implies \mathcal{A} := \{B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 13), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{B3\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 2$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = B3$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3\} \implies \mathcal{A} := \{B3\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 13), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \emptyset \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = B3$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3, B3\} \implies \mathcal{A} := \emptyset$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 14), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \emptyset \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = B3$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3, B3\} \implies \mathcal{A} := \emptyset$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 14), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\text{Senke}\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{B3} = 5$

- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$

- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \emptyset \implies \mathcal{D} := \{\text{Senke}\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = B3$

- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3, B3\} \implies \mathcal{A} := \emptyset$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 14), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\text{Senke}\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{\text{Senke}} = 0$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs B3:  $AZ_{B3} = 9$ ,  $EZ_{B3} = 9 + 5 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \emptyset \implies \mathcal{D} := \{\text{Senke}\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = B3$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{A1, B1, A2, B2, A3, B3\} \implies \mathcal{A} := \emptyset$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 14), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \{\text{Senke}\}$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{\text{Senke}} = 0$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs **Senke**:  $AZ_{\text{Senke}} = 14$ ,  $EZ_{\text{Senke}} = 14 + 0 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \emptyset \implies \mathcal{D} := \{\text{Senke}\}$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = \text{B3}$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{\text{A1, B1, A2, B2, A3, B3}\} \implies \mathcal{A} := \emptyset$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 14), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{\text{Senke}} = 0$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs Senke:  $AZ_{\text{Senke}} = 14$ ,  $EZ_{\text{Senke}} = 14 + 0 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{\text{Senke}\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = \text{B3}$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{\text{A1, B1, A2, B2, A3, B3}\} \implies \mathcal{A} := \{\text{Senke}\}$$

**Auswahl der Arbeitsgänge** (Zeitpunkt 14), solange  $\mathcal{D} \neq \emptyset$

- ▶ Menge der einplanbaren Arbeitsgänge (nach Reihenfolge, Kapazität)

$$\mathcal{D} := \emptyset$$

- ▶ Prioritätswerte:  $d_{\text{Senke}} = 0$
- ▶ Auswahl des Arbeitsgangs Senke:  $AZ_{\text{Senke}} = 14$ ,  $EZ_{\text{Senke}} = 14 + 0 = 14$
- ▶ Menge der zum Zeitpunkt  $t$  bereits begonnenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{A} := \{\text{Senke}\} \implies \mathcal{D} := \emptyset$$

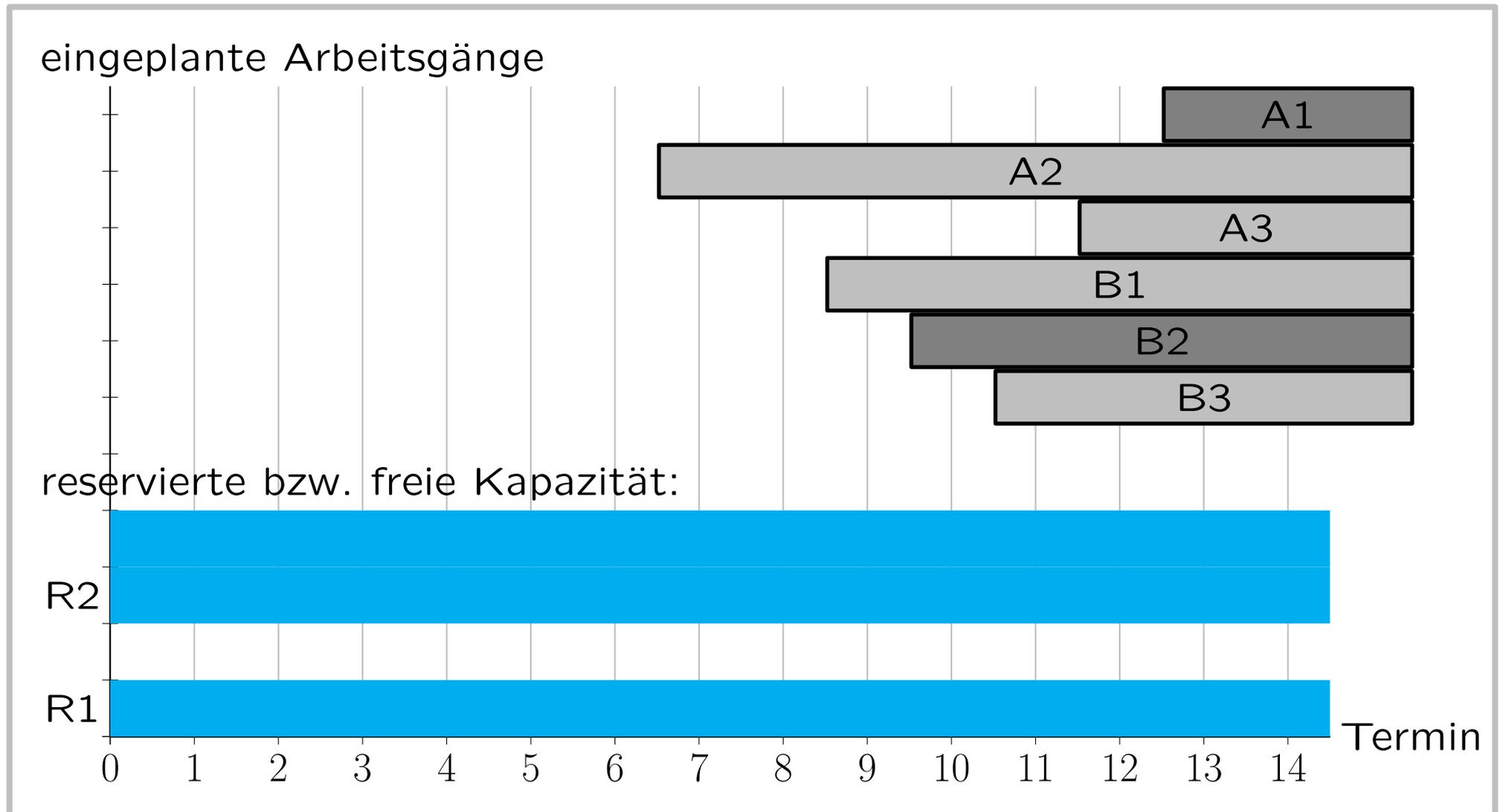
- ▶ freie Kapazität der Ressourcen:  $F_1 := 1$ ,  $F_2 := 3$

**Aktualisierung**, falls  $\mathcal{D} = \emptyset$  (sonst weitere Auswahl)

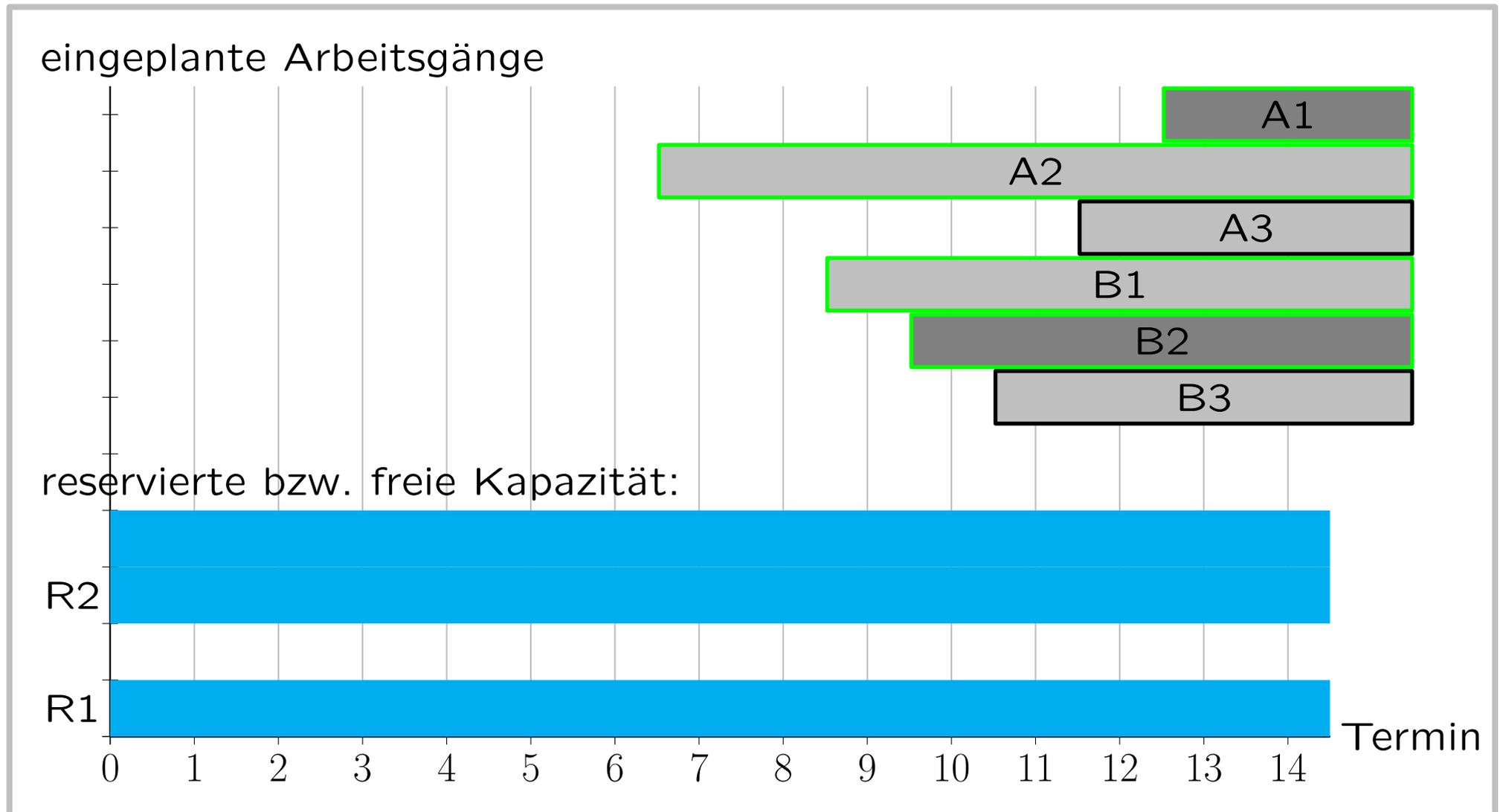
- ▶ nächster Fertigstellungszeitpunkt:  $t = 14$ ,  $\ell = \text{B3}$
- ▶ Menge der dann bereits abgeschlossenen Arbeitsgänge

$$\mathcal{C} := \{\text{A1, B1, A2, B2, A3, B3}\} \implies \mathcal{A} := \{\text{Senke}\}$$

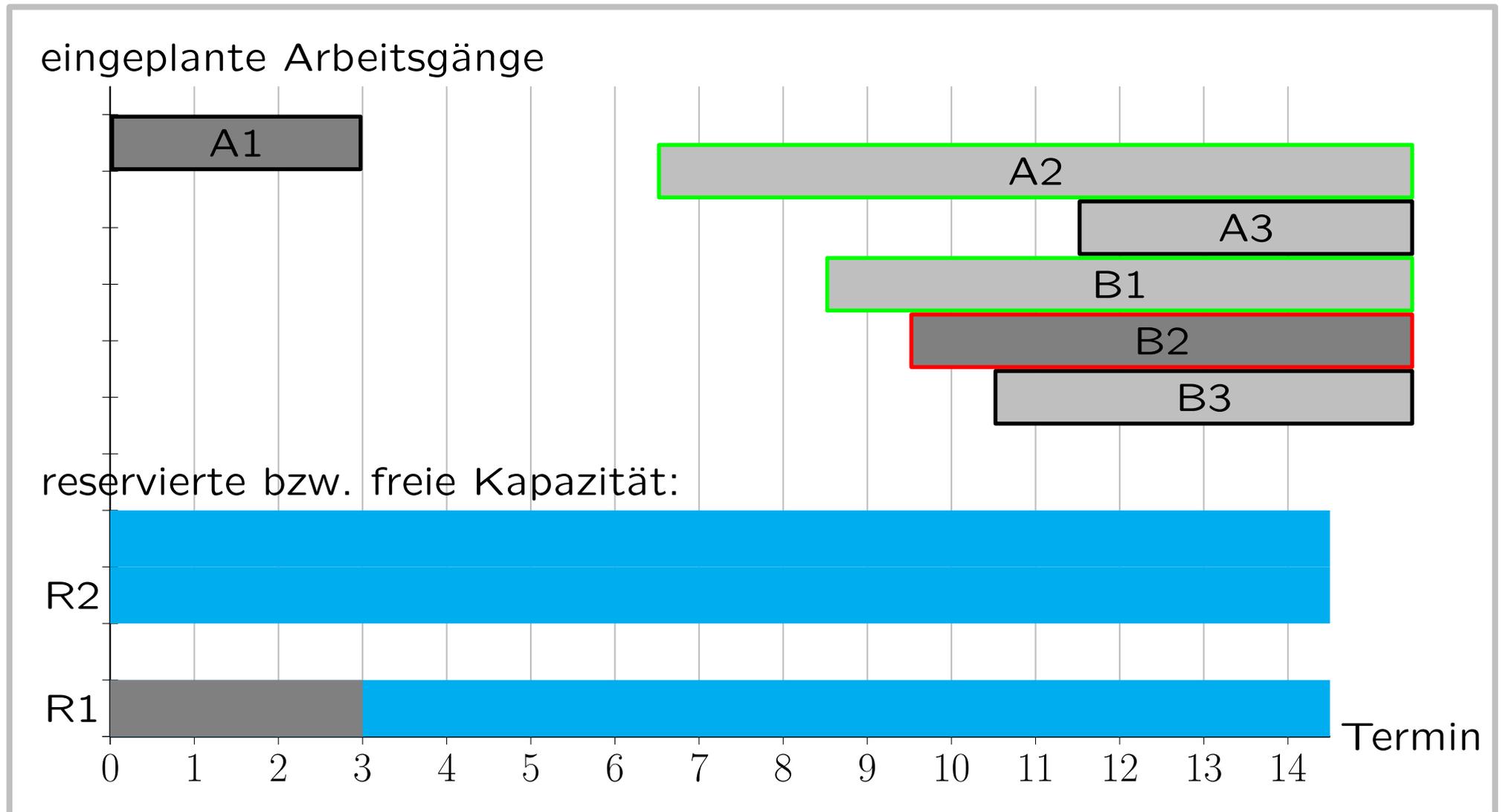
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



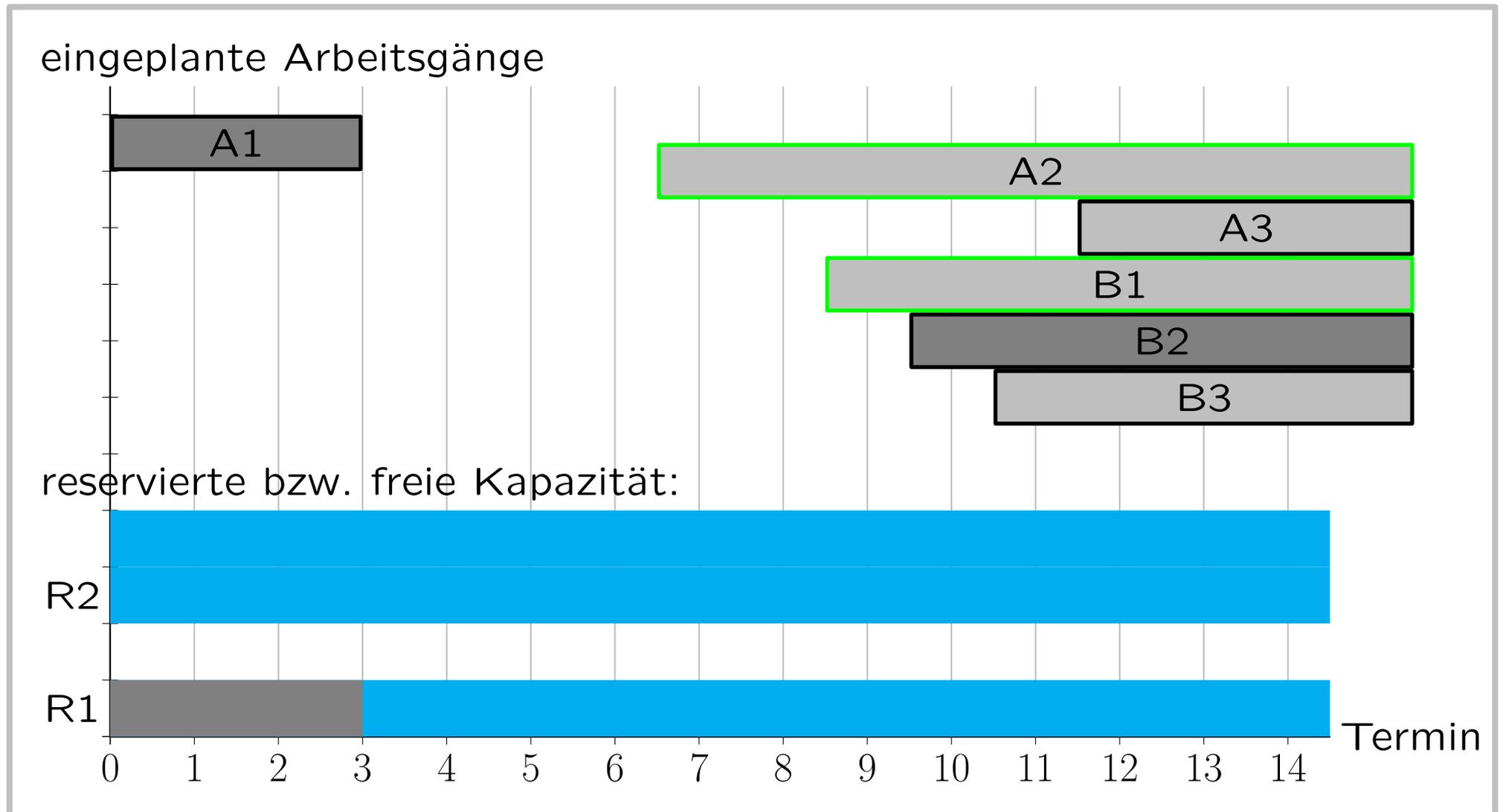
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



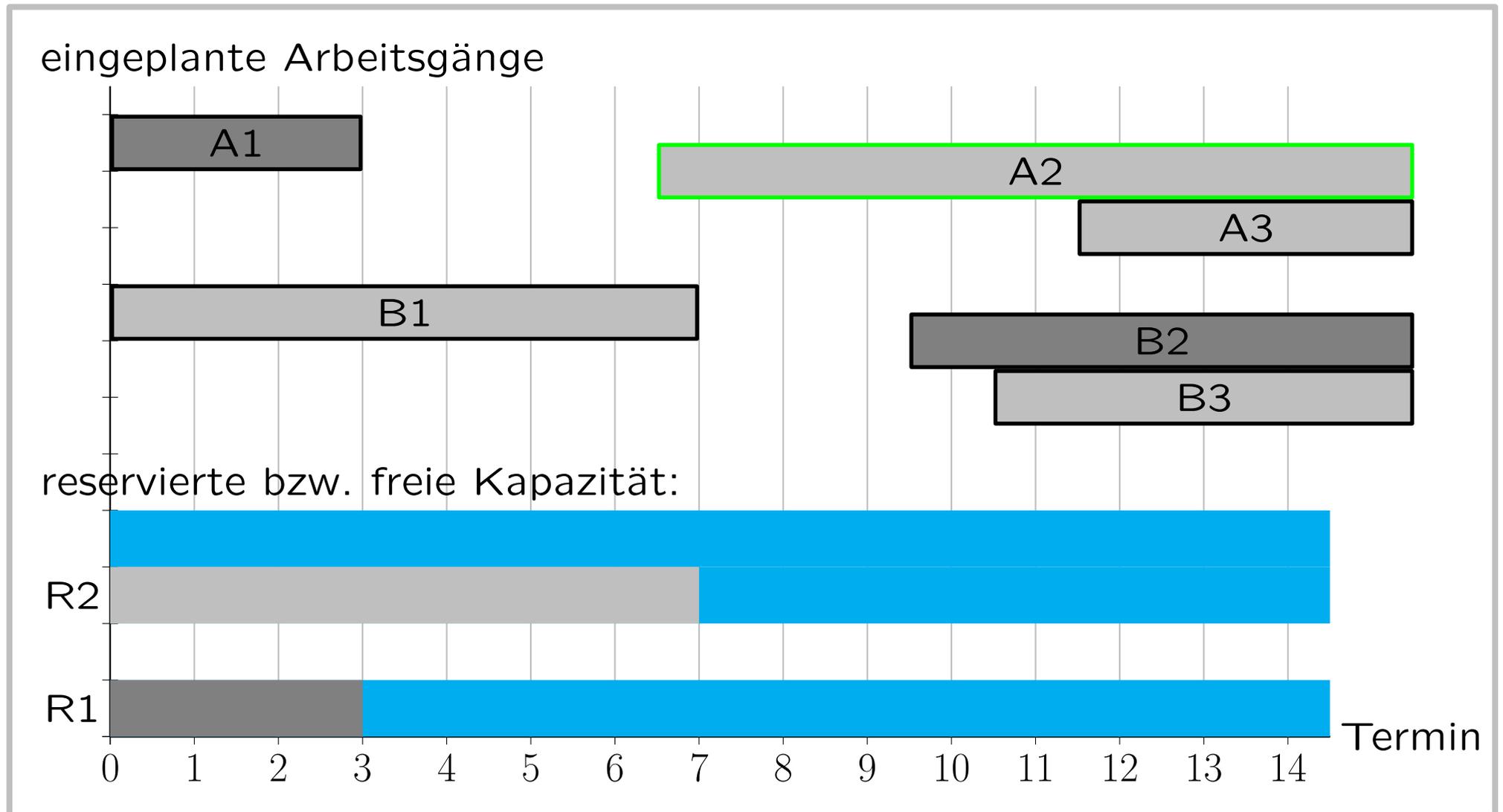
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



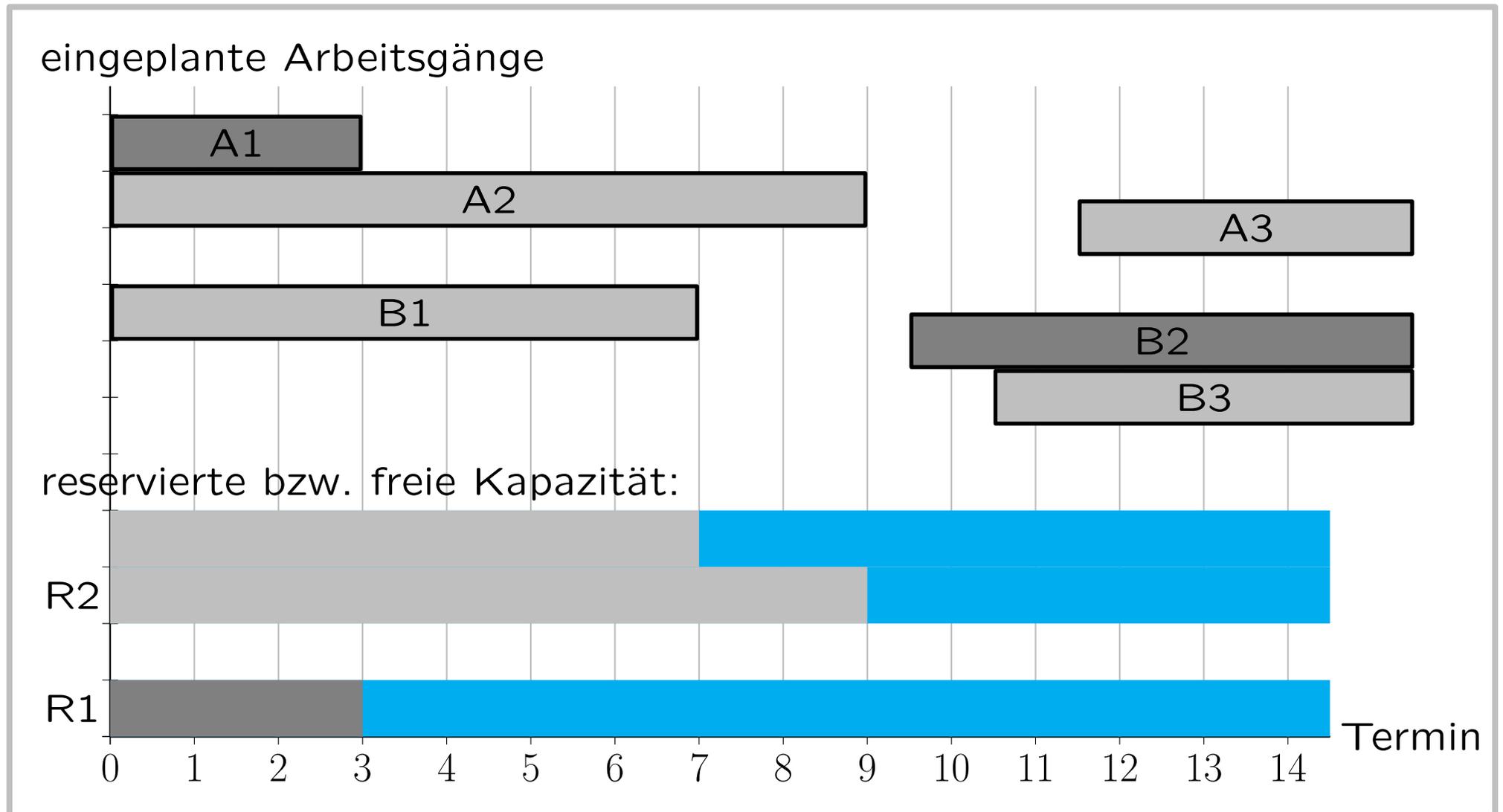
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



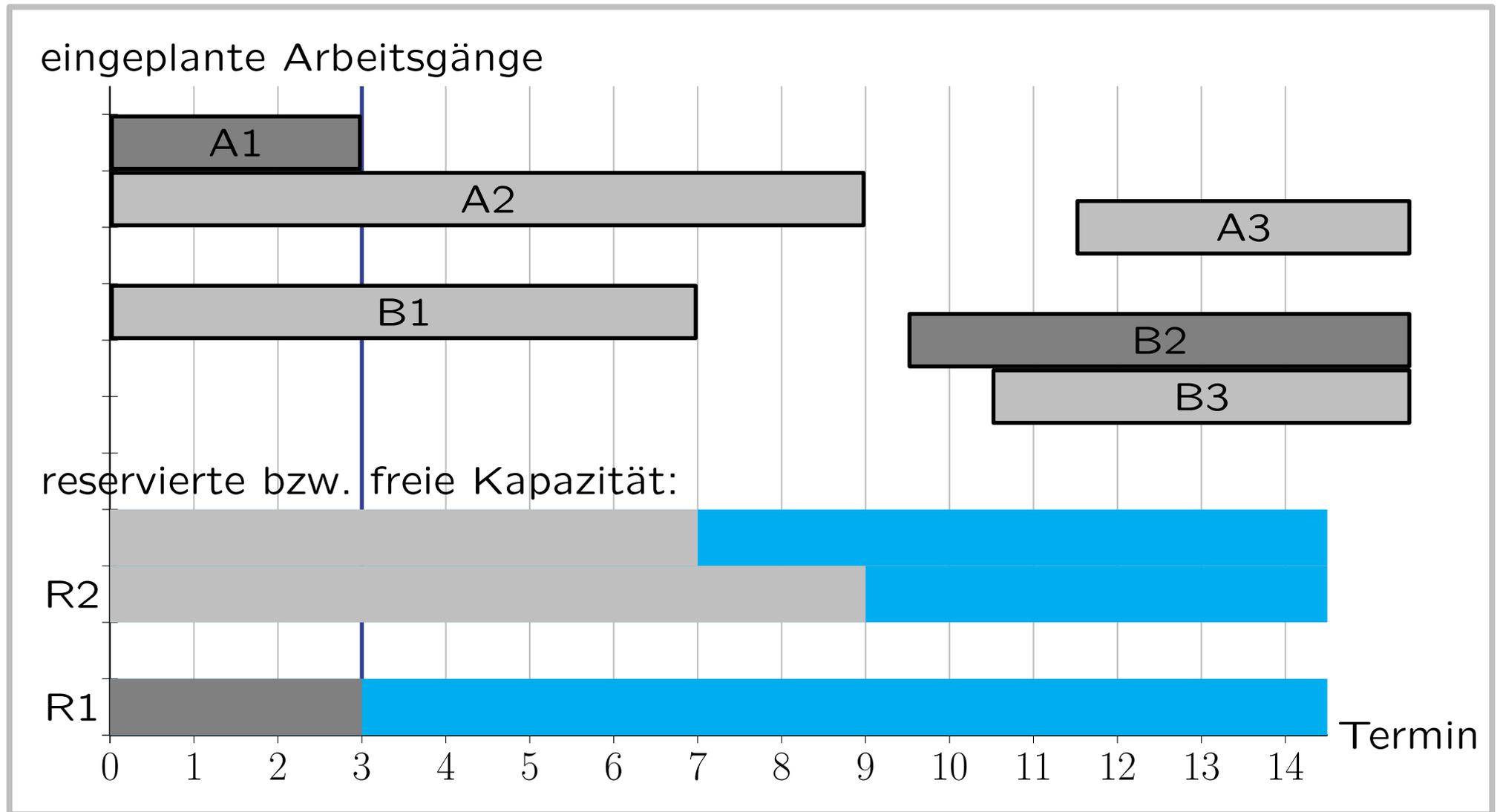
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



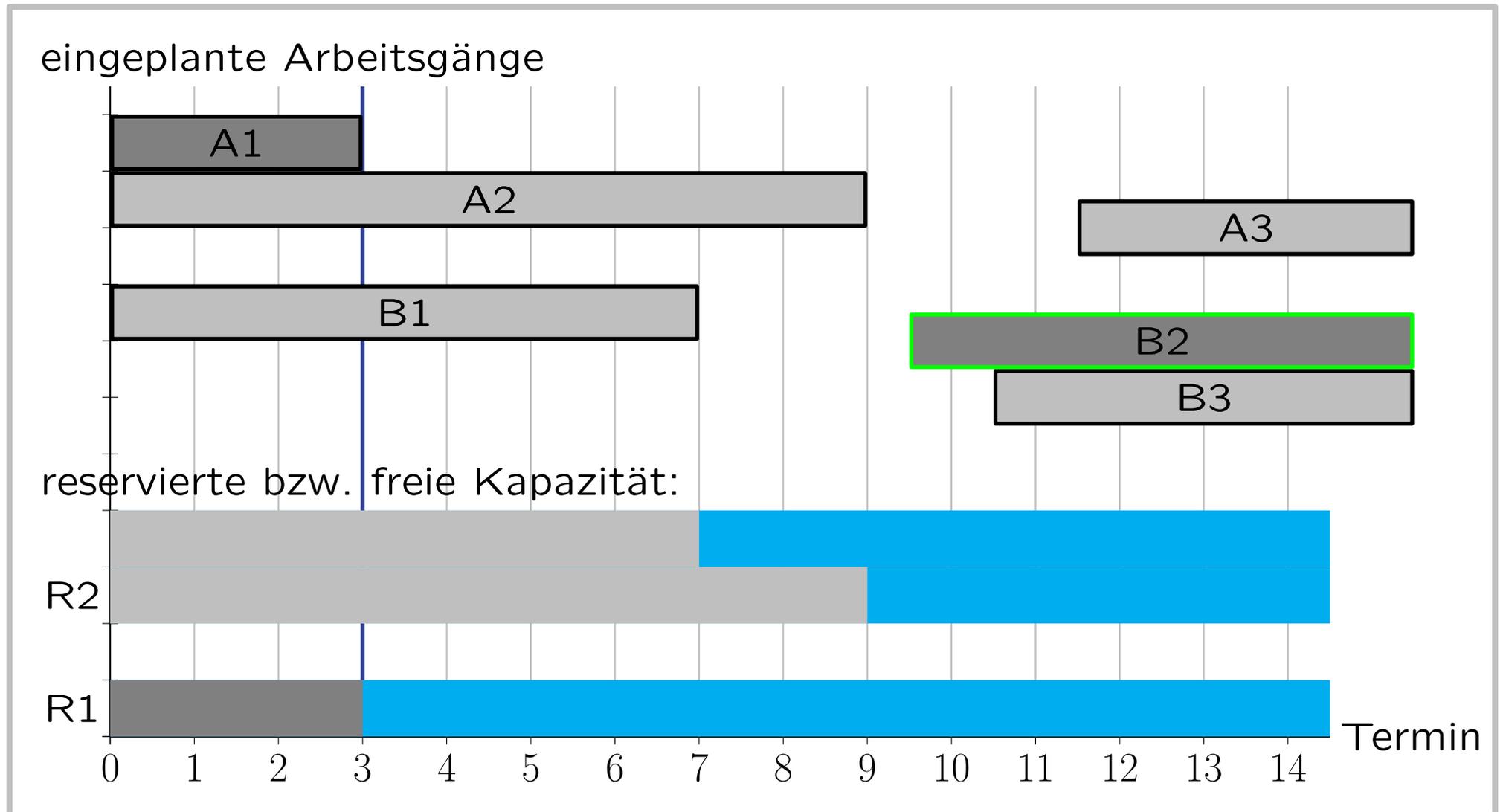
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



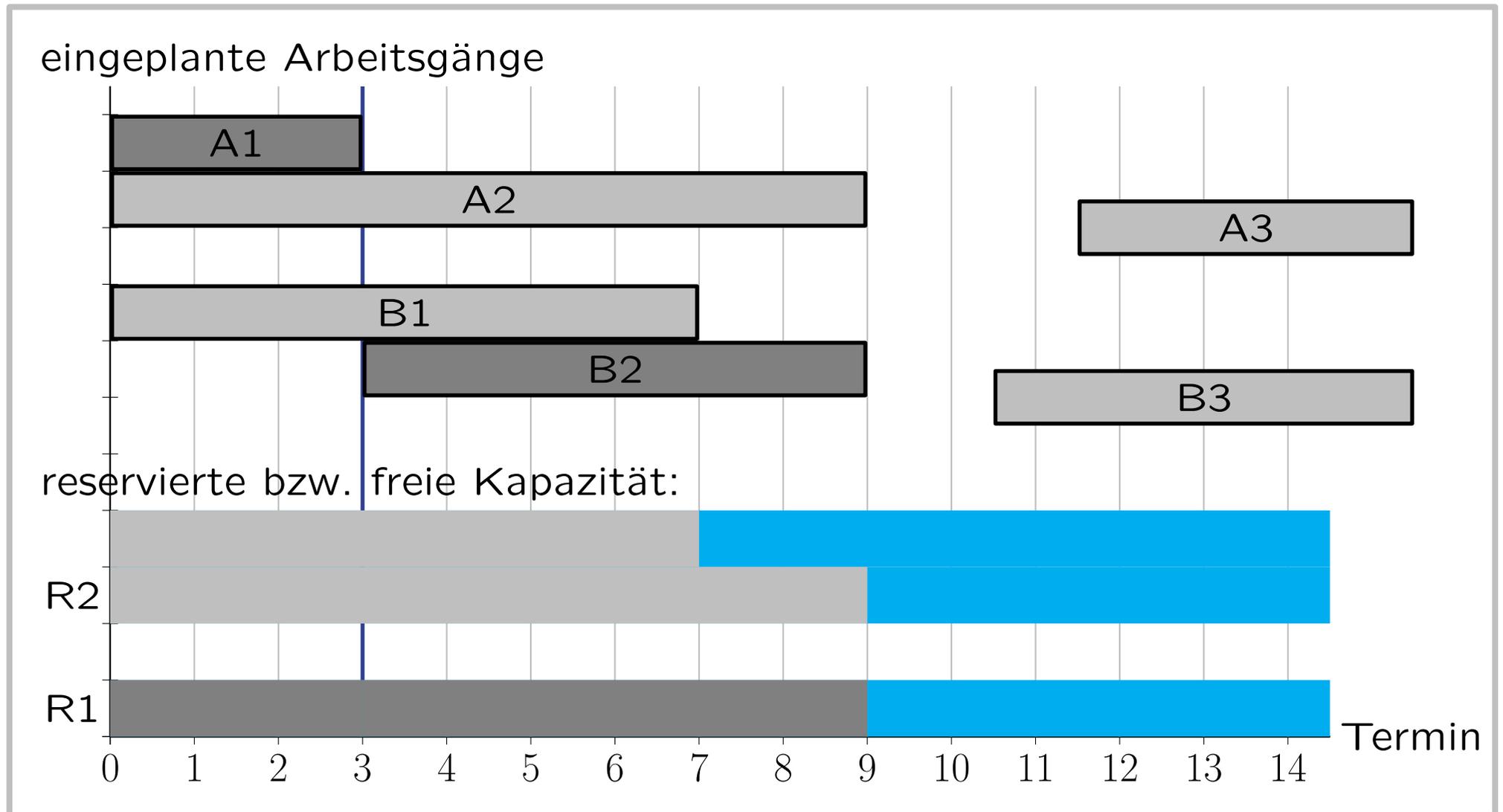
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



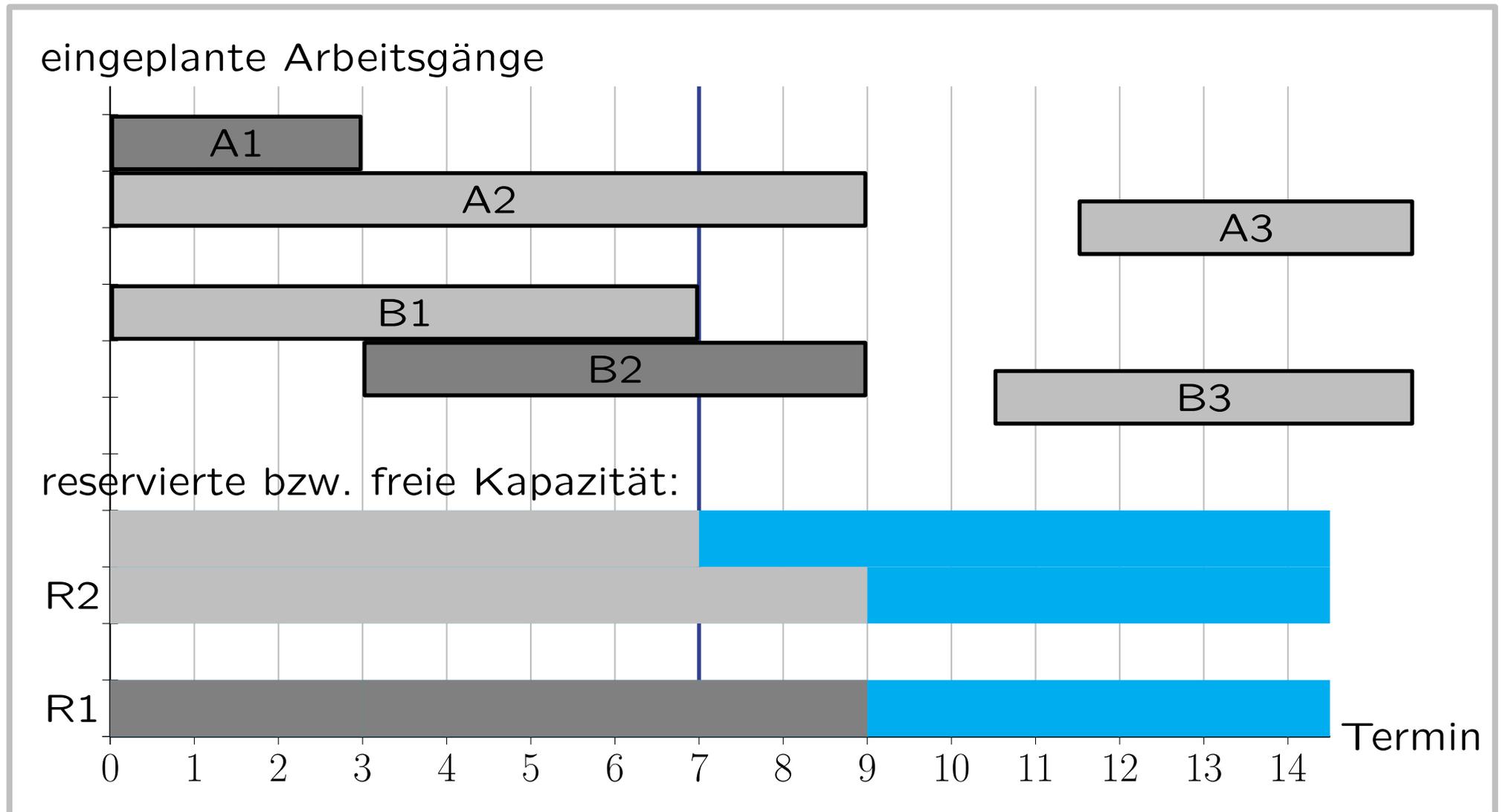
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



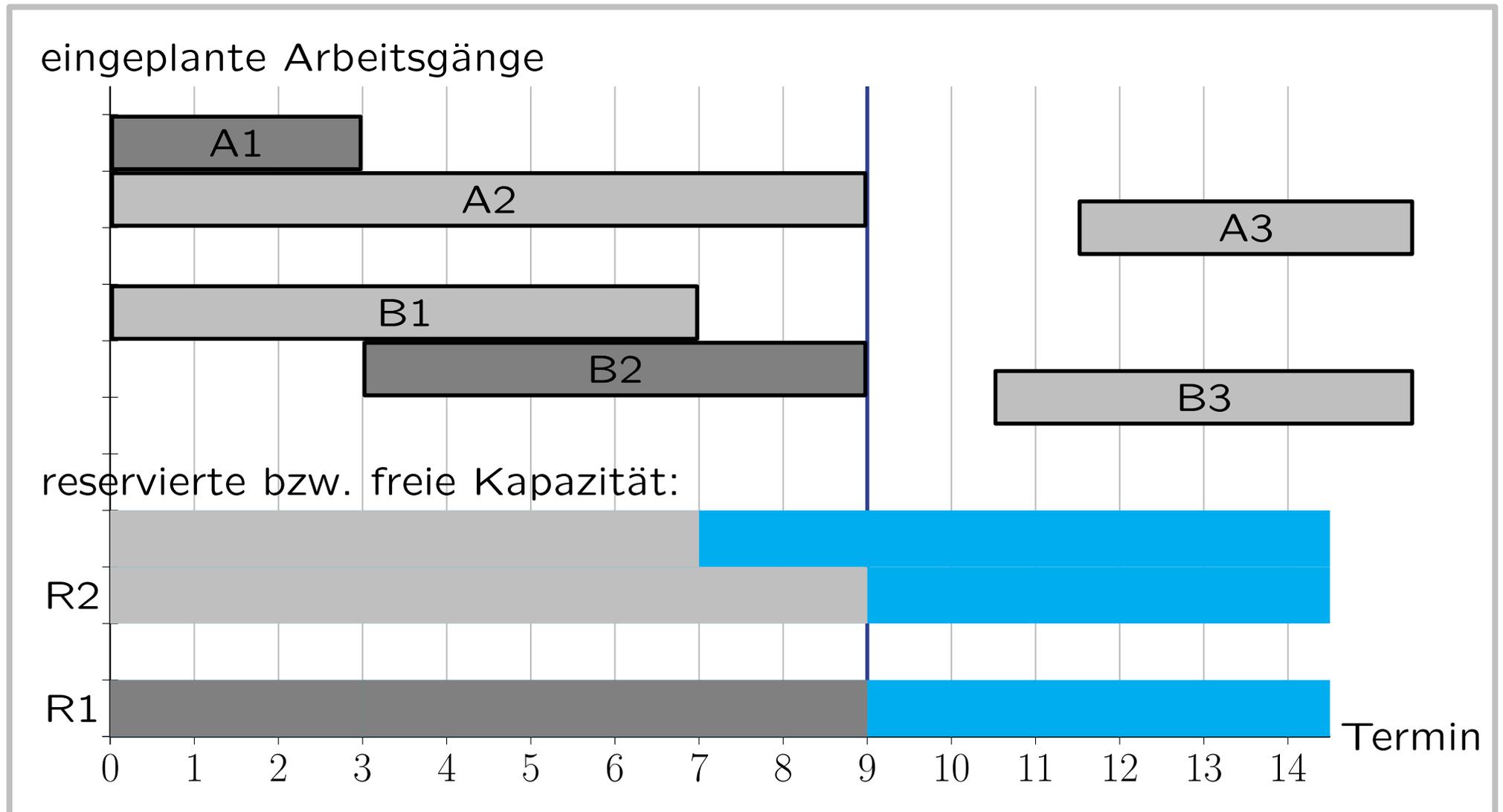
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



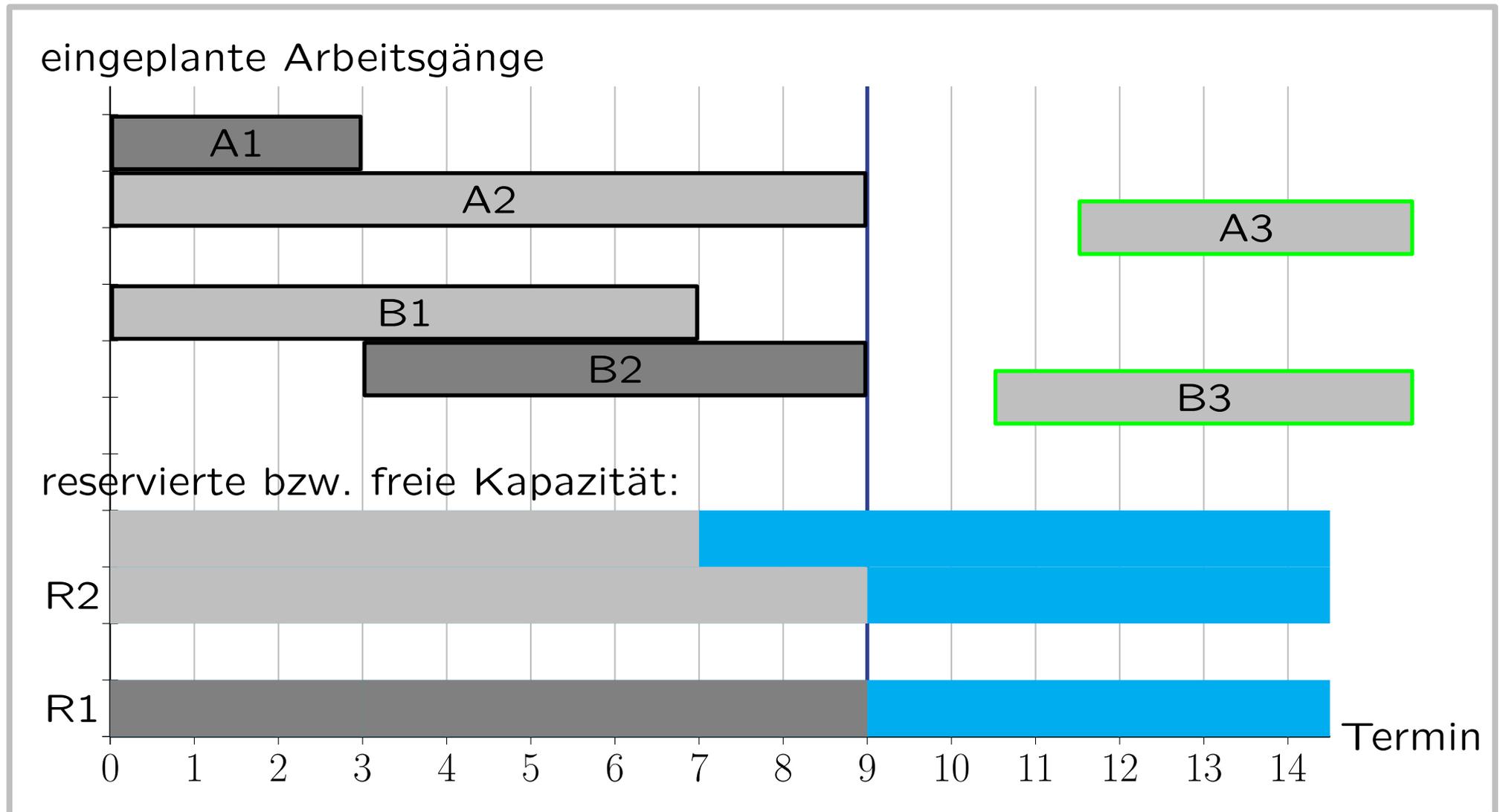
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



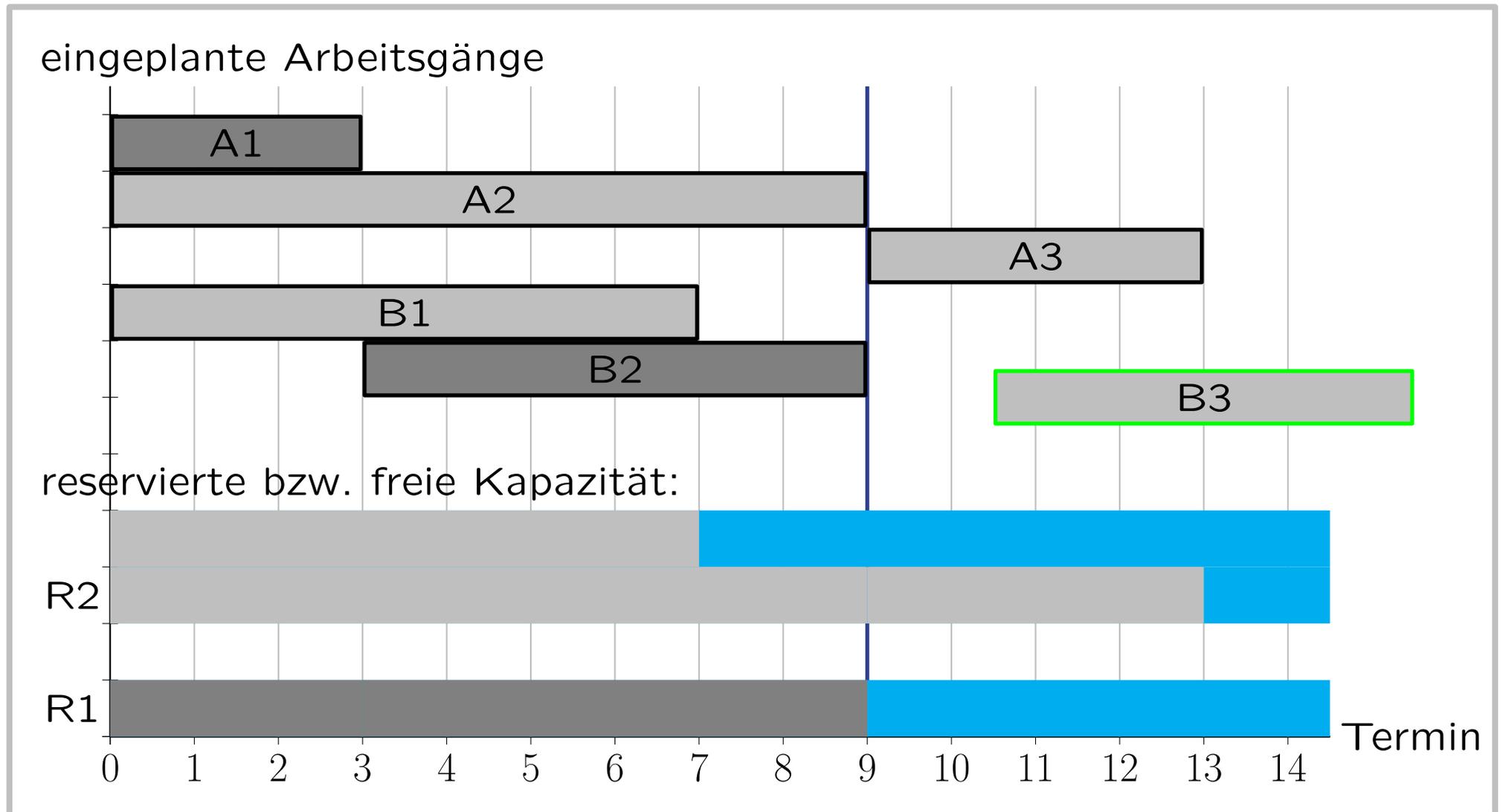
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



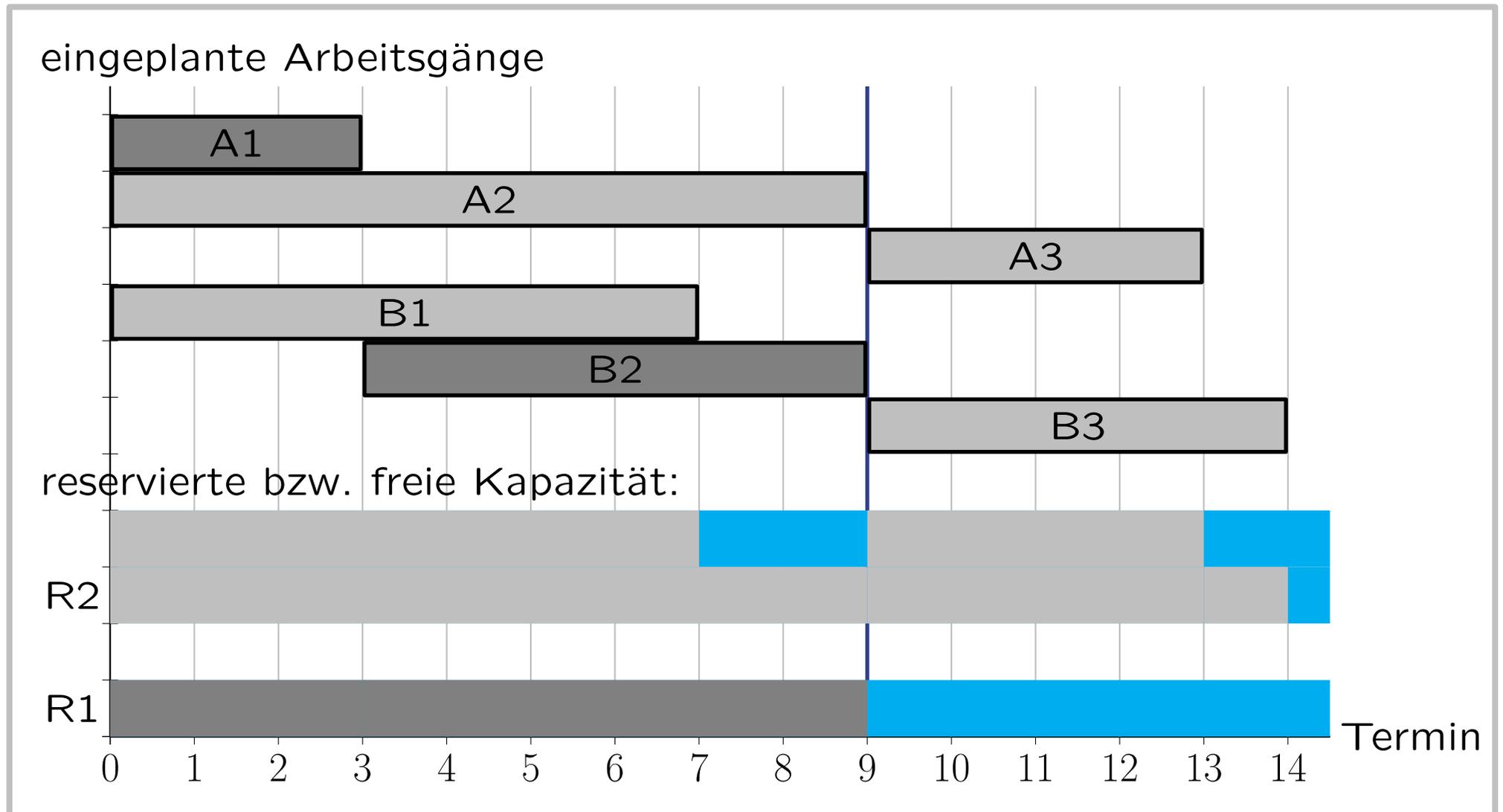
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



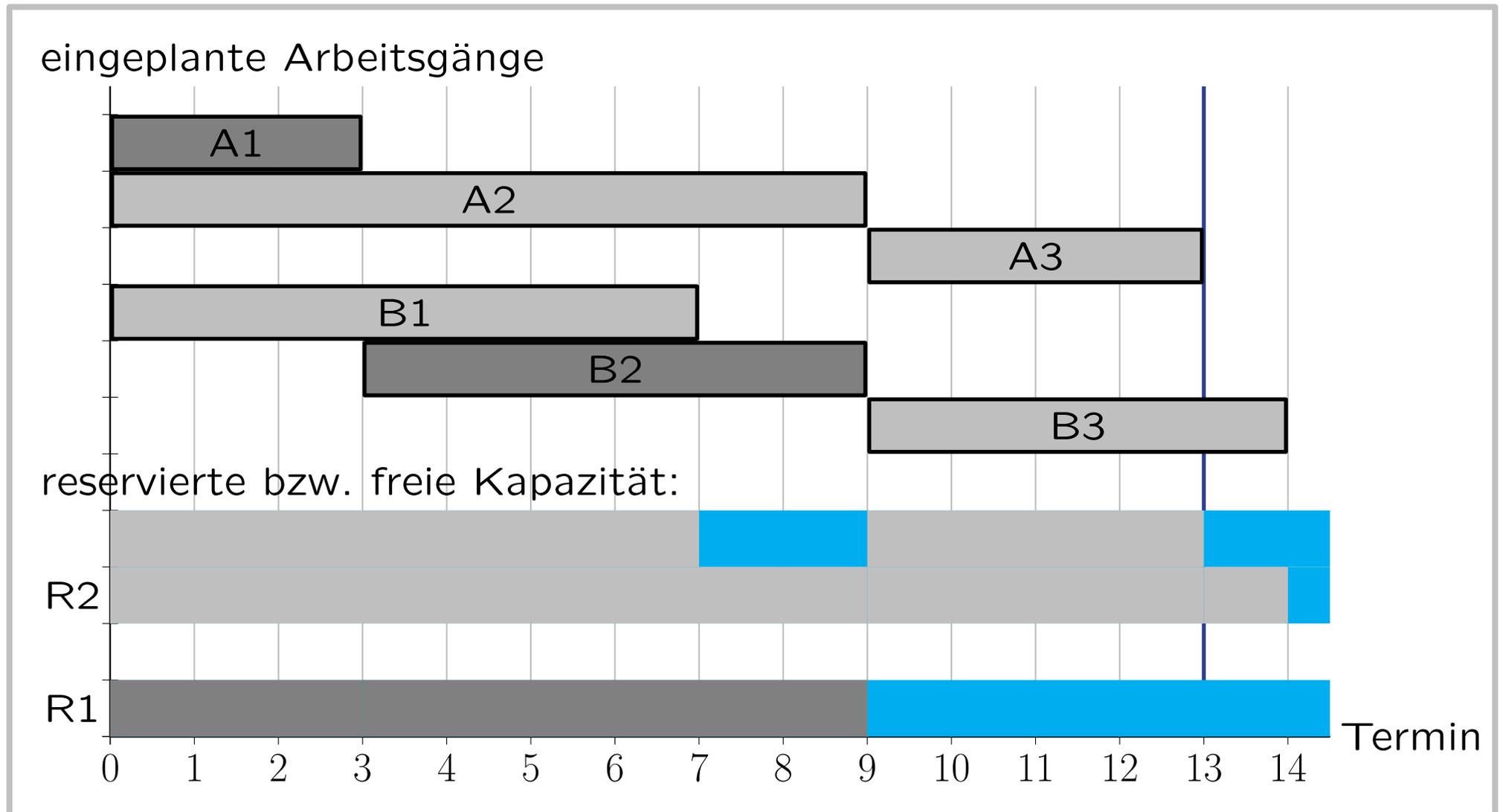
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



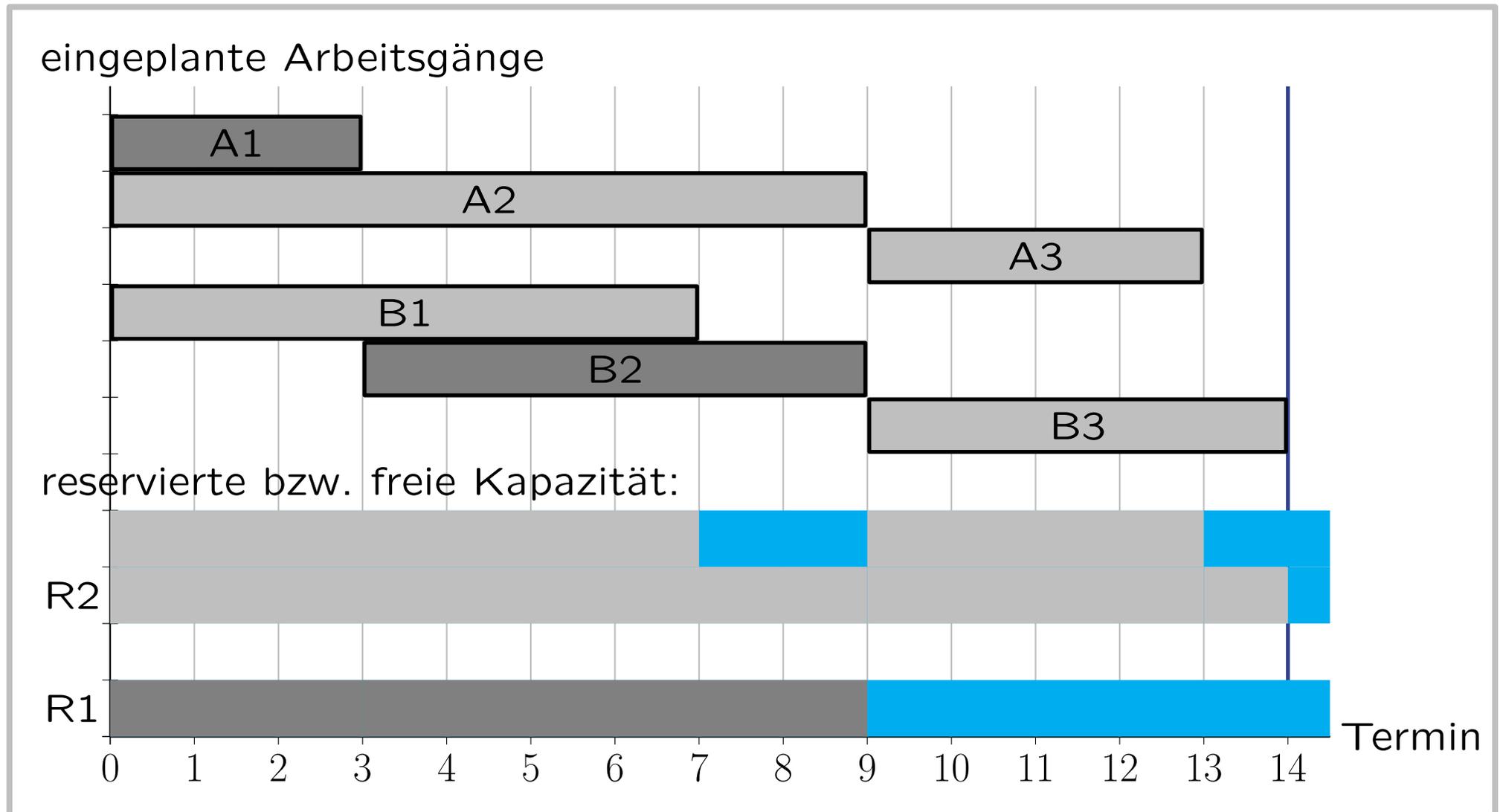
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



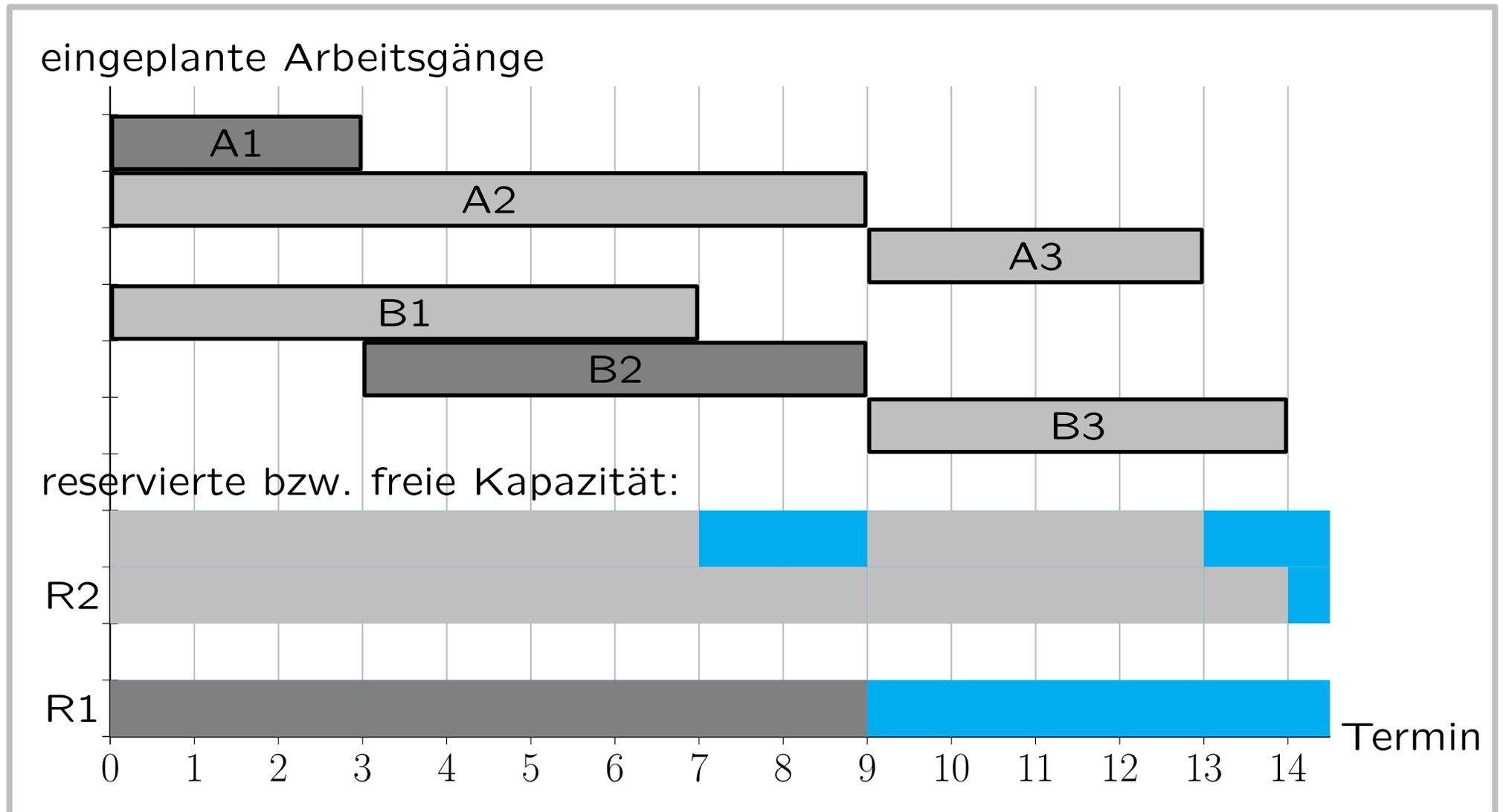
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



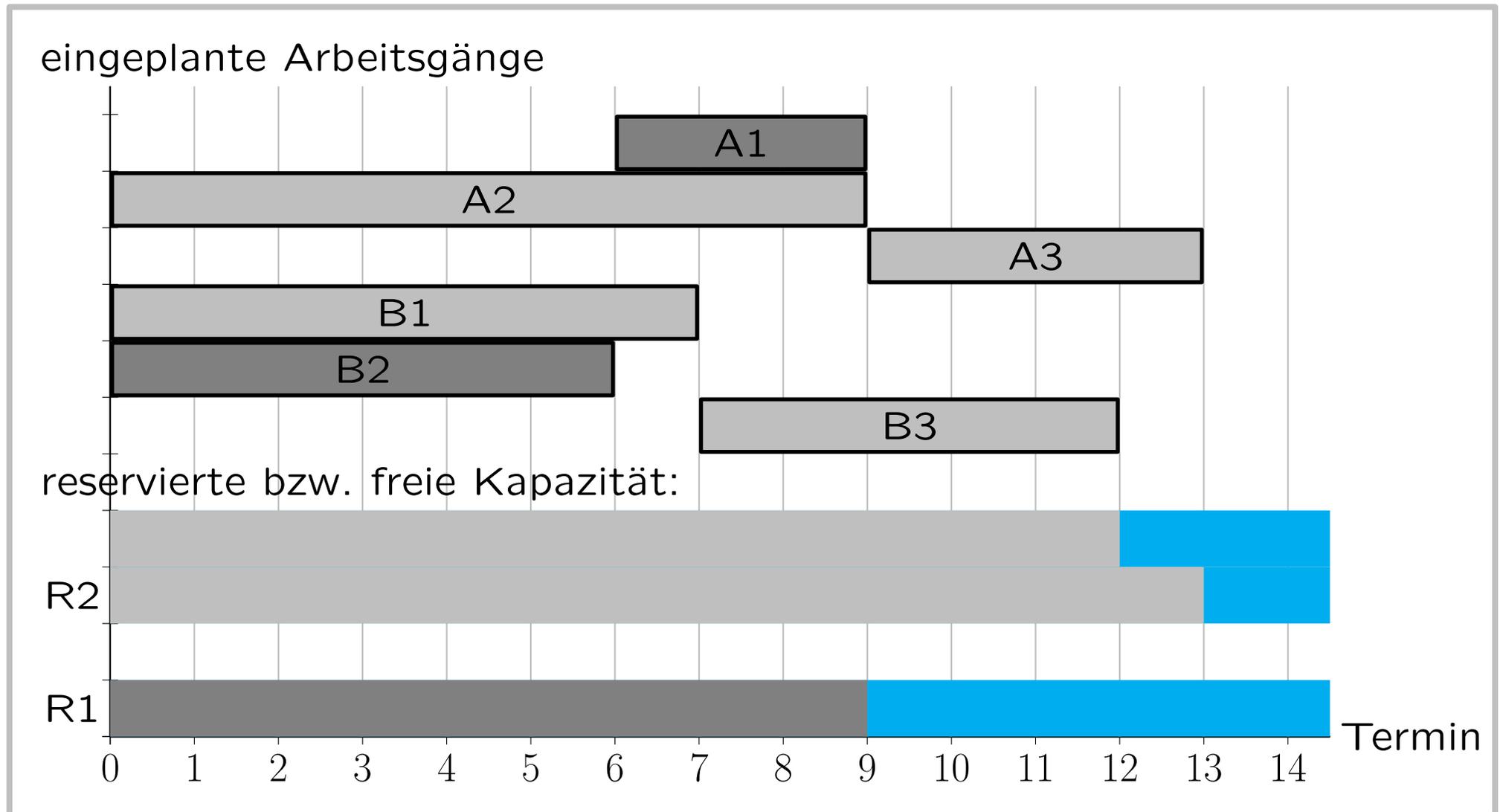
## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)

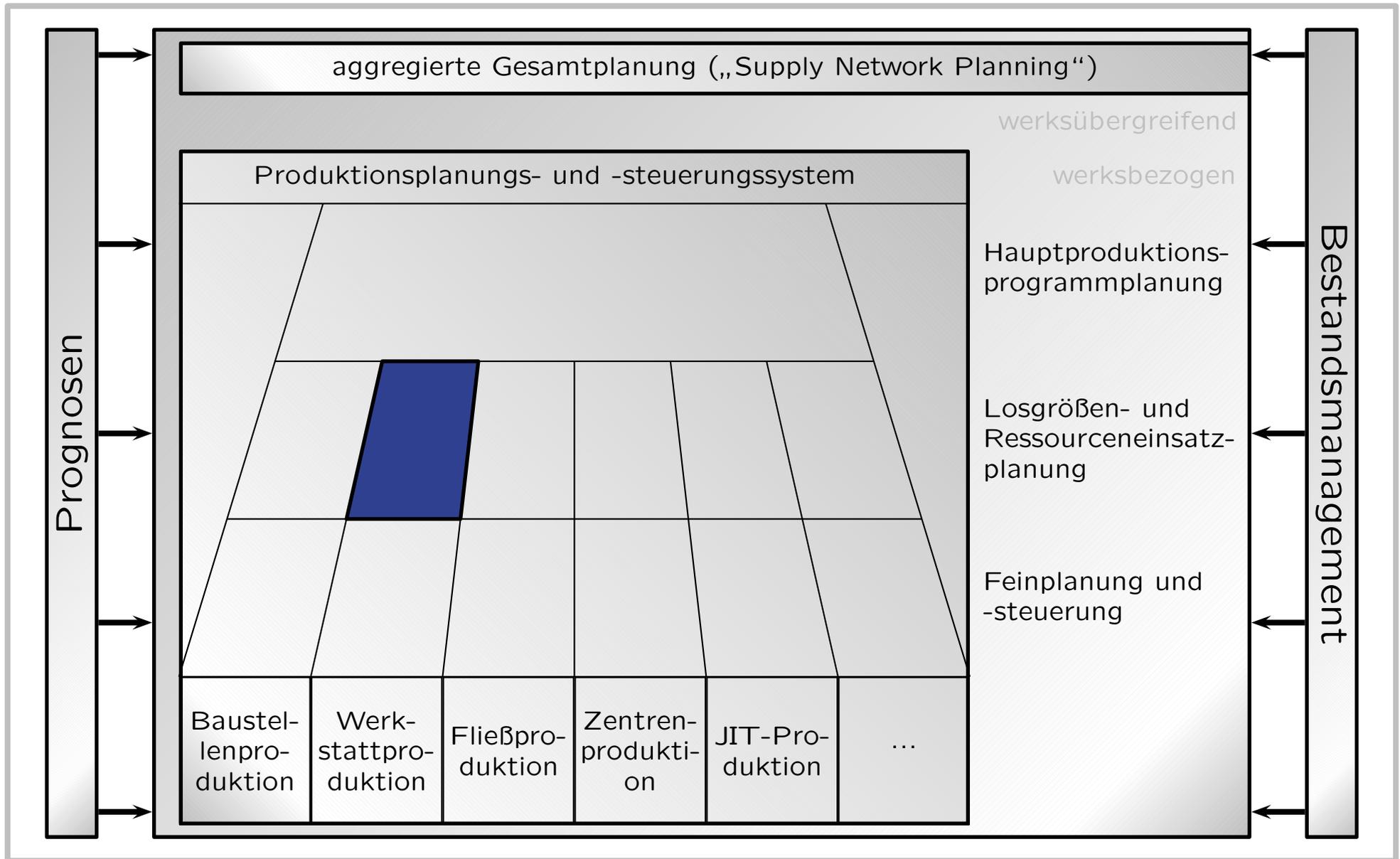


## Ressourcenbelegung (paralleles Prioritätsregelverfahren)



Ressourcenbelegung bei beschränkter Kapazität (optimale Lösung)





(vgl. Drexl/Fleischmann/Günther/Stadtler/Tempelmeier (1993), Tempelmeier (2008))