

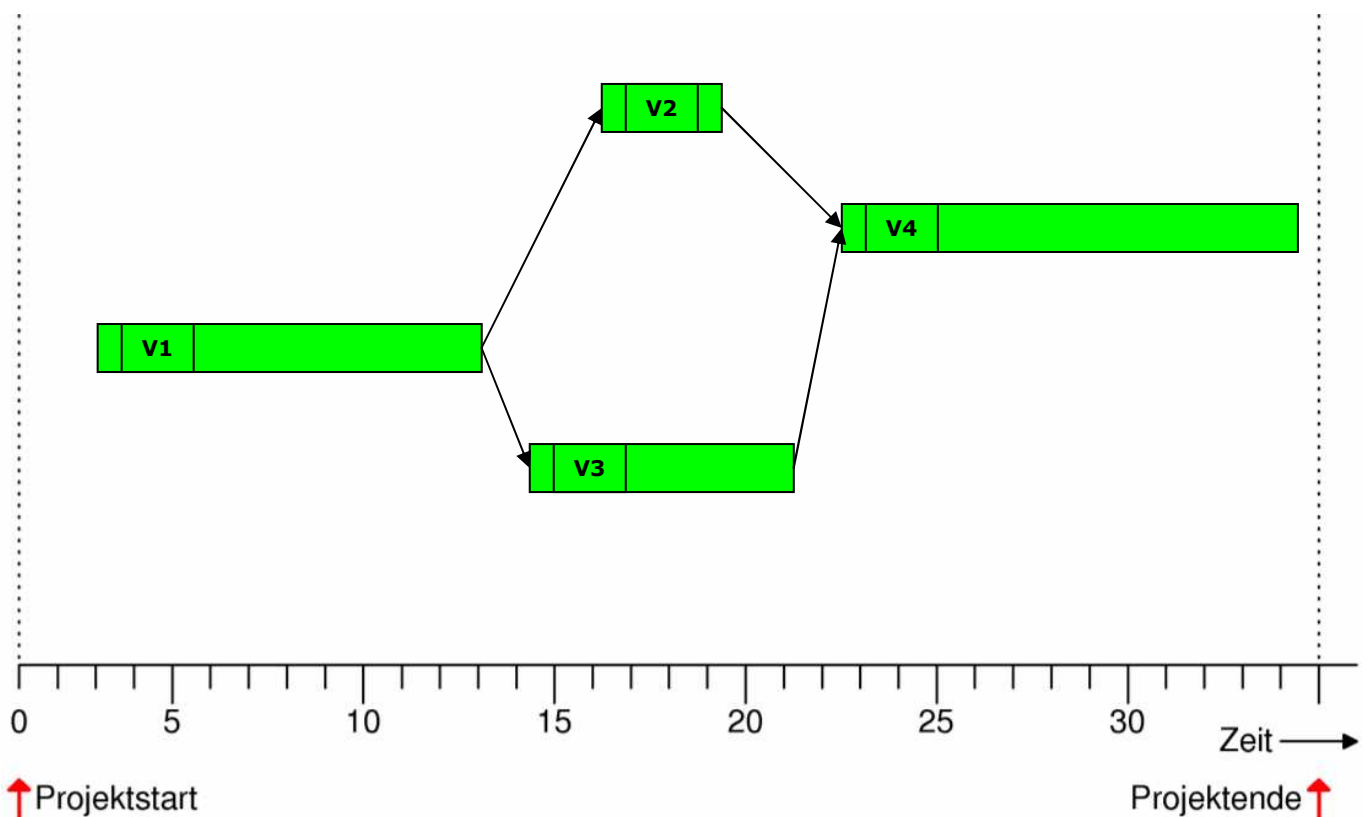
# Projektmanagement

## - Beispiel zur Terminierung -

Im Rahmen eines Projektes sind vier Vorgänge  $V1$  bis  $V4$  abzuarbeiten, über die folgende Details bekannt sind:

- $V1$ :
  - Vorgänger: keine
  - Nachfolger:  $V2$  und  $V3$
  - Dauer:  $T_{V1} = 11$  Tage
- $V2$ :
  - Vorgänger:  $V1$
  - Nachfolger:  $V4$
  - Dauer:  $T_{V2} = 3$  Tage
- $V3$ :
  - Vorgänger:  $V1$
  - Nachfolger:  $V4$
  - Dauer:  $T_{V3} = 7$  Tage
- $V4$ :
  - Vorgänger:  $V2$  und  $V3$
  - Nachfolger: keine
  - Dauer:  $T_{V4} = 13$  Tage

Eine erste Einordnung der Vorgänge und ihrer logischen Abhängigkeiten in ein Balkendiagramm ergibt folgendes Bild:



Aufgabe: Führen Sie eine Terminierung durch! Ermitteln Sie Pufferzeiten und den kritischen Pfad!

### **Lösung:**

Im ersten Schritt wird die Vorwärtsterminierung durchgeführt. Die  $FAT$  der Vorgänge  $V1$  bis  $V4$  ergeben sich entsprechend der in der Vorlesung auf Folie 152 vorgestellten Formel.

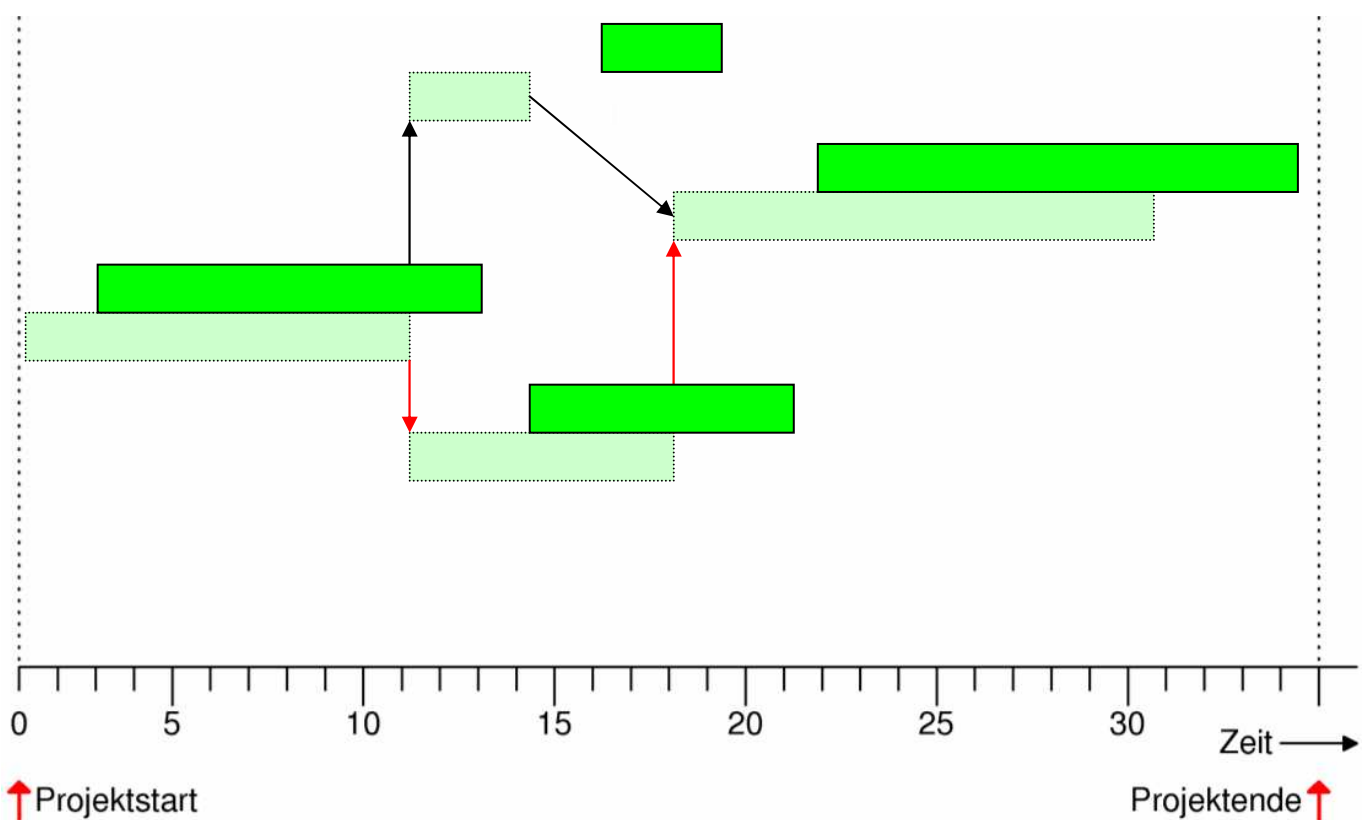
$$FAT_i = \left\{ \begin{array}{l} \text{Startzeitpunkt des Projektes ; wenn } i \text{ erster Vorgang} \\ \max \{ FET_j : \text{Vorgang } j \text{ ist direkter Vorgänger von Vorgang } i \} ; \text{sonst} \end{array} \right\}$$

Dementsprechend ergibt sich als  $FAT_{V1}$  ein Startzeitpunkt von 0, da es sich hierbei um den ersten Vorgang handelt. Für die Vorgänge  $V2$  und  $V3$  ergibt sich der (identische)  $FAT$  als  $FET_{V1}$ , da  $V1$  den einzigen direkten Vorgänger darstellt. Der  $FET_{V1}$  ergibt sich als Summe aus  $FAT_{V1}$  und der Bearbeitungsdauer  $T_{V1}$  und beträgt 11.

Der  $FAT$  von Vorgang  $V4$  wird nun als Maximum aus den  $FET_{V2}$  und  $FET_{V3}$  ermittelt, da es sich bei beiden Vorgängen um direkte Vorgänger von  $V4$  handelt. Ausgehend von der Tatsache, dass  $V2$  und  $V3$  einen identischen  $FAT$  haben, ergibt sich der  $FAT_{V4}$  als der  $FET$  des Vorganges aus  $V2$  und  $V3$ , der die längere Bearbeitungsdauer aufweist, ergo der  $FET_{V3}$ , da  $V3$  mit einer Dauer  $T_{V3}$  von 7 und einem  $FAT_{V3}$  von 11 einen  $FET_{V3}$  von 18 hat, während der  $FET_{V2}$  mit einer Dauer  $T_{V2}$  von 3 nur bei einem  $FET_{V2}$  von 14 liegt.

Der  $FET_{V4}$  ergibt sich plausiblerweise aus  $FAT_{V4} + T_{V4}$  und beläuft sich auf 31.

Das Ergebnis der Vorwärtsterminierung lässt sich grafisch folgendermaßen verdeutlichen (in hellgrün; rote Pfeile kennzeichnen den kritischen Pfad):



Im zweiten Schritt wird die Rückwärtsterminierung durchgeführt. Die  $SET$  der Vorgänge  $V1$  bis  $V4$  ergeben sich entsprechend der in der Vorlesung auf Folie 156 vorgestellten Formel.

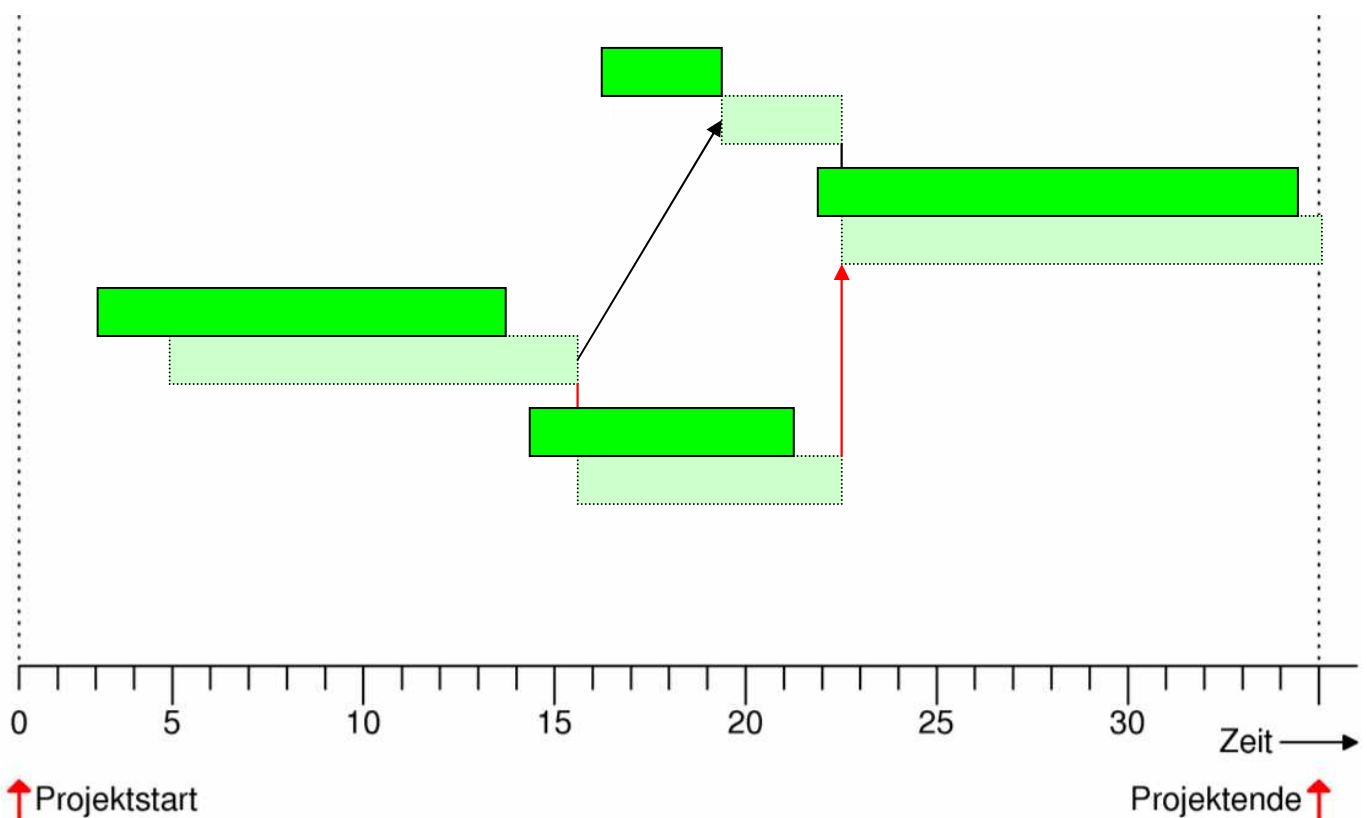
$$SET_i = \left\{ \begin{array}{l} \text{Endzeitpunkt des Projektes ; wenn } i \text{ letzter Vorgang} \\ \min \{ SAT_j : \text{Vorgang } j \text{ ist direkter Nachfolger von Vorgang } i \} ; \text{sonst} \end{array} \right\}$$

Dementsprechend ergibt sich als  $SET_{V4}$  ein Zeitpunkt von 35, da es sich hierbei um den letzten Vorgang handelt, dessen Abschluss mit dem unverrückbaren Projektende zusammenfallen muss. Für die Vorgänge  $V2$  und  $V3$  ergibt sich der (identische)  $SET$  als  $SAT_{V4}$ , da  $V4$  den einzigen direkten Nachfolger darstellt. Der  $SAT_{V4}$  ergibt sich als Differenz aus  $SET_{V4}$  und der Bearbeitungsdauer  $T_{V4}$  und beträgt 22.

Der  $SET$  von Vorgang  $V1$  wird nun als Minimum aus den  $SAT_{V2}$  und  $SAT_{V3}$  ermittelt, da es sich bei beiden Vorgängen um direkte Nachfolger von  $V1$  handelt. Ausgehend von der Tatsache, dass  $V2$  und  $V3$  einen identischen  $SET$  haben, ergibt sich der  $SET_{V1}$  als der  $SAT$  des Vorganges aus  $V2$  und  $V3$ , der die längere Bearbeitungsdauer aufweist, ergo der  $SAT_{V3}$ , da  $V3$  mit einer Dauer  $T_{V3}$  von 7 und einem  $SET_{V3}$  von 22 einen  $SAT_{V3}$  von 15 hat, während der  $SAT_{V2}$  mit einer Dauer  $T_{V2}$  von 3 nur bei einem  $SAT_{V2}$  von 19 liegt.

Der  $SAT_{V1}$  ergibt sich plausiblerweise aus  $SET_{V1} - T_{V1}$  und beläuft sich auf 4.

Das Ergebnis der Rückwärtsterminierung lässt sich grafisch folgendermaßen verdeutlichen (in hellgrün; rote Pfeile kennzeichnen den kritischen Pfad):



Die Ergebnisse der Terminierungsverfahren im Überblick:

$$FAT_{V1} = 0 \quad FET_{V1} = 11 \quad SAT_{V1} = 4 \quad SET_{V1} = 15$$

$$FAT_{V2} = 11 \quad FET_{V2} = 14 \quad SAT_{V2} = 19 \quad SET_{V2} = 22$$

$$FAT_{V3} = 11 \quad FET_{V3} = 18 \quad SAT_{V3} = 15 \quad SET_{V3} = 22$$

$$FAT_{V4} = 18 \quad FET_{V4} = 31 \quad SAT_{V4} = 22 \quad SET_{V4} = 35$$

Auf Basis der Terminierungsergebnisse lassen sich nun die Pufferzeiten berechnen (siehe Folie 159).

Für die Gesamtpufferzeit  $GP$  gilt:

$$GP_i = SAT_i - FAT_i = SET_i - FET_i$$

Damit ergeben sich für die einzelnen Vorgänge folgende Gesamtpufferzeiten:  $GP_{V1} = 4$ ;  $GP_{V2} = 8$ ;  $GP_{V3} = 4$ ;  $GP_{V4} = 4$ .

Für die freie Pufferzeit  $FP$  gilt:

$$FP_i = \min \{ FAT_j : \text{Vorgang } j \text{ ist direkter Nachfolger von Vorgang } i \} - FET_i$$

Damit ergeben sich für die einzelnen Vorgänge folgende freie Pufferzeiten:  $FP_{V1} = 0$ ;  $FP_{V2} = 4$ ;  $FP_{V3} = 0$ .  $V4$  hat keinen Nachfolger.

Für die freie Rückwärtspufferzeit  $FRP$  gilt:

$$FRP_i = SAT_i - \max \{ SET_j : \text{Vorgang } j \text{ ist direkter Vorgänger von Vorgang } i \}$$

Damit ergeben sich für die einzelnen Vorgänge folgende freie Rückwärtspufferzeiten:  $V1$  hat keinen Vorgänger.  $FRP_{V2} = 4$ ;  $FRP_{V3} = 0$ ;  $FRP_{V4} = 0$ .

Wird bei der Abarbeitung eines Vorgangs, der die geringste Gesamtpufferzeit im Projekt hat (im vorliegenden Beispiel identisch  $V1$ ,  $V3$  und  $V4$ ), ein Teil dieser Gesamtpufferzeit mit dem Wert  $x$  verbraucht, so reduziert sich die Gesamtpufferzeit aller anderen Vorgänge im Projekt ebenfalls um diesen Wert  $x$ .

Vorgänge, die über keine freien Pufferzeiten und keine freien Rückwärtspufferzeiten verfügen, bilden den kritischen Pfad, d.h. im Beispiel stellen die Vorgänge  $V1$ ,  $V3$  und die kritischen Vorgänge dar. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass dessen ungeachtet das Projekt laut seinem ursprünglichen Terminrahmen noch über 4 Tage Gesamtpufferzeit verfügt.

Die entsprechende Darstellung von Gesamtpufferzeiten und kritischem Pfad findet sich in der folgenden Grafik.<sup>1</sup>

---

<sup>1</sup> Die teilweise nicht ganz synchrone Darstellung der Vorgangsbalken und der Tagesrasterungen im Diagramm ergibt sich durch die automatische Rasterung der Objekte und ist für die Aufgabe ohne Belang.

