

DAA-Wirtschaftslexikon

Produktionssteuerung: Terminplanung

1. Aufgabe und Vorgehensweise der Terminrechnung

Aufgabe der Terminfeinplanung ist es, auf der Grundlage der Kenntnis von *Durchlaufzeiten* die *frühesten* und *spätesten Anfangs- und Endtermine* für die Realisierung einzelner Aufträge bzw. einzelner Arbeitsgänge (Teilaufgaben) zu ermitteln.

Dies erfolgt im ersten Schritt *auftragsorientiert* (ohne Berücksichtigung von Kapazitätsgrenzen) und im zweiten Schritte *kapazitätsorientiert* (unter Berücksichtigung der verfügbaren Kapazitäten, was Terminverschiebungen zur Folge haben kann).

Die Terminbestimmung kann a) als *Vorwärtsterminierung* oder b) als *Rückwärtsterminierung* oder c) in einer *Kombination* von Vorwärts- und Rückwärtsterminierung erfolgen.

■ Vorwärtsterminierung

Ausgangspunkt der Vorwärtsterminierung ist der *Starttermin* für den Beginn der Arbeiten am betreffenden Auftrag.

Danach erfolgt – in Kenntnis der Durchlaufzeiten sowie der technologisch bestimmten Reihenfolge der Teilarbeiten (Arbeitsgänge) - die Festlegung der weiteren Beginn- und Endtermine:

Vorwärtsterminierung							
Vorgang	geplanter Beginn	geplante Dauer	geplantes Ende	Zeitabschnitt 1	Zeitabschnitt 2	Zeitabschnitt 3	Zeitabschnitt 4
110	0	2	2				
120	1	1	2				
130	1	3	4				

Vorteile:

Einfache Methode, schafft Terminalsicherheit.

Nachteile: keine Möglichkeit der Verkürzung von Durchlaufzeiten, Kapazitätsengpässe zwingen zur Verschiebung von Endterminen, ggf. höhere Lagerkosten.

■ Rückwärtsterminierung

Ausgangspunkt der Rückwärtsterminierung ist der späteste *Endtermin* für den Abschluss der Arbeiten am betreffenden Auftrag.

Danach erfolgt – wiederum in Kenntnis der Durchlaufzeiten sowie der technologisch bestimmten Reihenfolge der Teilarbeiten (Arbeitsgänge) – rückschreitend die Festlegung der weiteren End- und Beginntermine:

Rückwärtsterminierung							
Vorgang	geplanter Beginn	geplante Dauer	geplantes Ende	Zeitabschnitt 1	Zeitabschnitt 2	Zeitabschnitt 3	Zeitabschnitt 4
110	1	2	3		◆	◆	◆
120	1	1	2		◆	◆	
130	0	3	3	◆			◆

Vorteile:

Einfache Methode, schafft gleichfalls Terminalsicherheit.

Nachteile: Zwingt zur Verkürzung von Durchlaufzeiten, wenn der ermittelte Starttermin in der Vergangenheit liegt, d. h. die Arbeiten hätten schon längst beginnen müssen.

■ Kombinierte Terminierung, Anwendung der Netzplantechnik

Bei diesem Vorgehen werden zunächst über die Vorwärtsterminierung die *frühesten* Anfangs- und Endtermine für die einzelnen Vorgänge bzw. Teilarbeiten zur Erledigung eines Auftrages ermittelt.

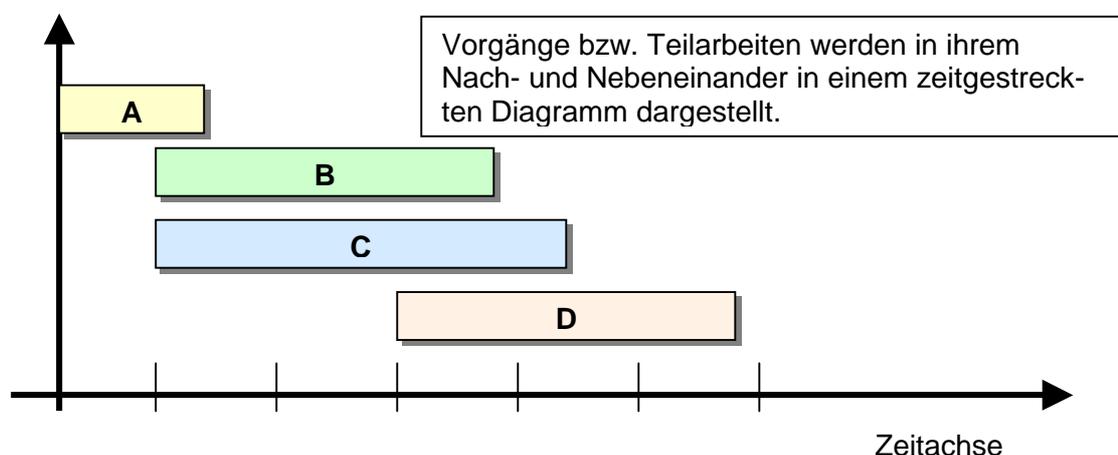
Der früheste Termin für den Abschluss des technologisch bedingten letzten Vorgangs wird dann als spätester Endtermin fixiert.

Von diesem Termin ausgehend werden dann über die Rückwärtsterminierung die spätesten End- bzw. Anfangstermine der Vorgänge bzw. Teilarbeiten ermittelt.

Dieses Vorgehens liegt der Anwendung der Netzplantechnik zugrunde.

2. Darstellungstechniken bei der Terminplanung

2.1 Balkendiagramm (GANTT-Diagramm)

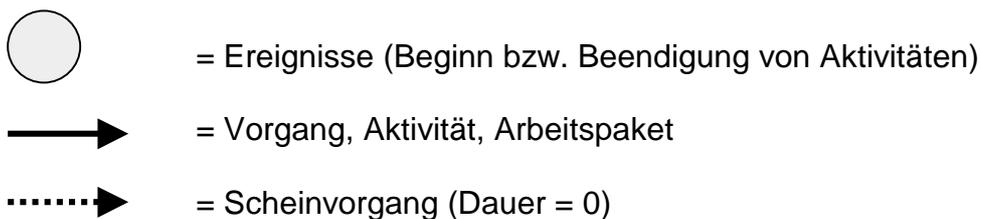
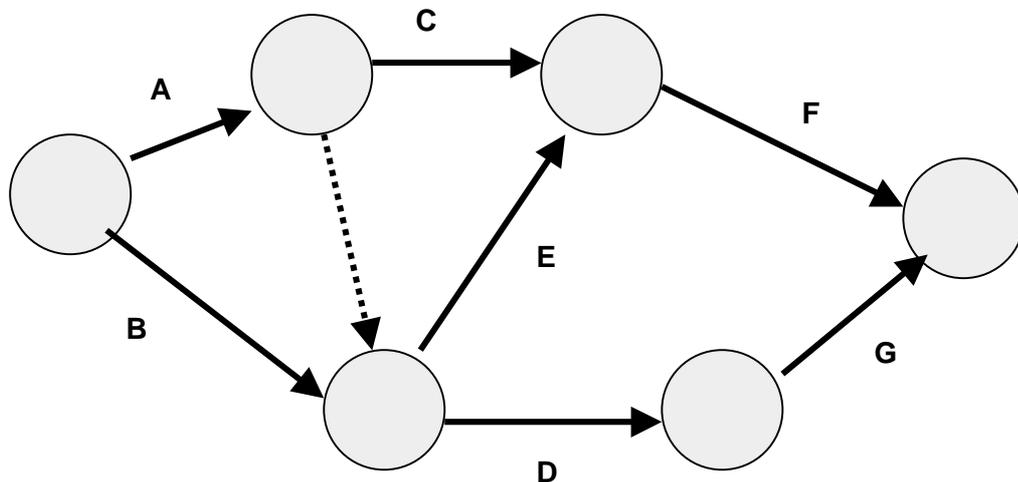


Vorteil: Einfache Handhabung.

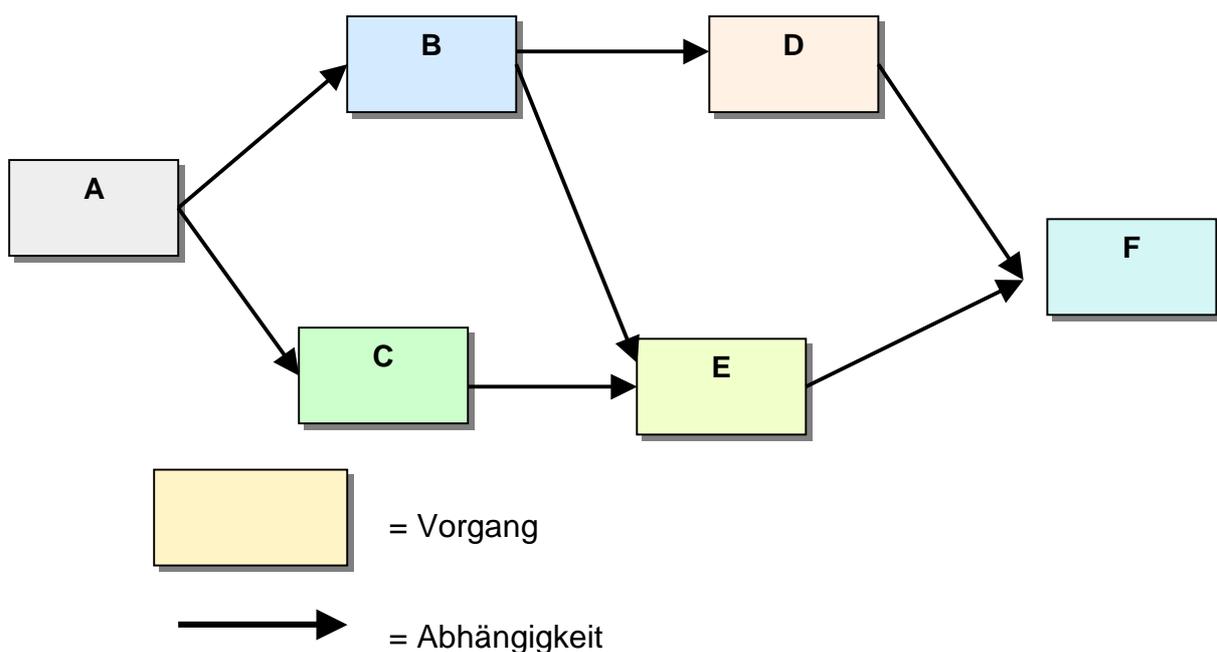
Nachteil: Nur für grobe Darstellung von Prozessabläufen geeignet, die technologische und/oder organisatorische Abhängigkeit der Arbeiten untereinander ist nicht erkennbar.

Hier hilft nur die Anwendung der **Netzplantechnik** weiter!

2.2 Netzplantechnik: Vorgangspfeilnetz (VPN)



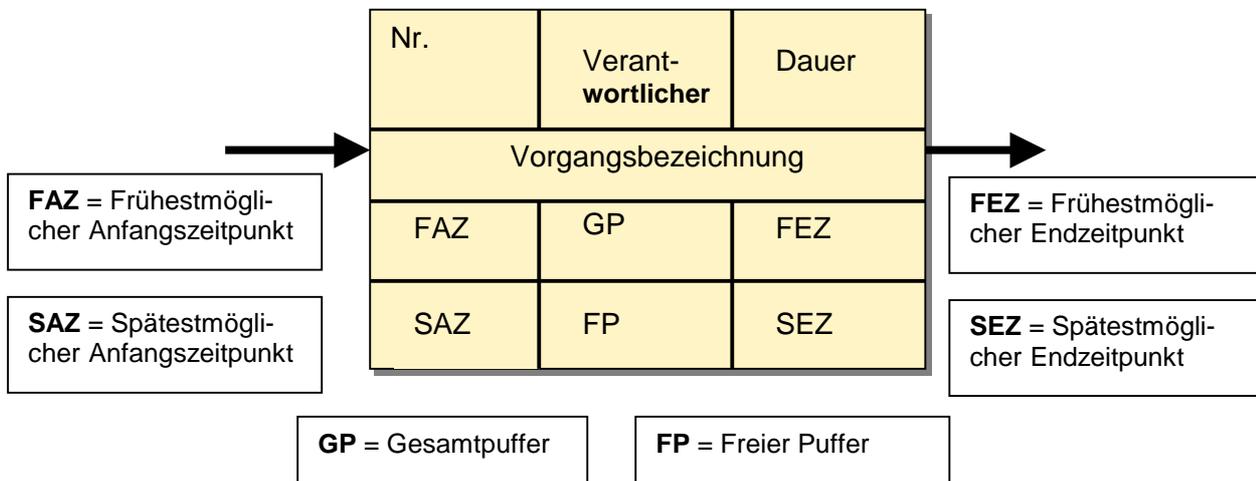
2.3 Netzplantechnik: Vorgangsknotennetz (VKN)



Laut Graphentheorie genügen folgende Angaben, um ein Netz eineindeutig zeichnen zu können:

Vorgangsbezeichnung	Voraussetzungen
A	-
B	-
C	A
D	A, B
E	C
F	D
usw.	

VKN:



3. Ziele und Ergebnisse der Ablauf- und Terminplanung

Die Aufstellung eines Ablauf- und Terminplanes bedingt bei Anwendung der Netzplantechnik folgende Klärungen:

- Welche *Teilarbeiten* (Vorgänge) sind im gegebenen Auftrag zu realisieren?
- Welche *Voraussetzungen* müssen erfüllt werden, bevor die jeweilige Teilarbeit beginnen kann?
- Welchen *Arbeitszeitaufwand* erfordert die Erfüllung der Teilarbeit?
- Mit welchem *Kapazitätseinsatz* kann bzw. soll die Teilarbeit erledigt werden?

Aus der Beantwortung der Fragen c) und d) kann dann die Dauer **d** der Teilarbeit bestimmt werden:

$$d = \frac{\text{Arbeitszeitaufwand}}{\text{Kapazitätseinsatz}} \quad [\text{ZE}]$$

Da der Arbeitszeitaufwand (Vorgabezeit, Belegungszeit nach durchgeführter Zeitplanung) in der Regel sachlich definiert ist und nur bei Qualitätseinbußen verringert werden kann, ist eine Veränderung der Dauer d faktisch nur über die *Steuerung des Kapazitätseinsatzes* möglich. Dies wird im Rahmen des *Kapazitätsausgleichs* ausgenutzt, indem Vorgänge durch Erhöhung des Kapazitätseinsatz "gestaucht" (z. B. Losteilung) oder durch Verringerung des Kapazitätseinsatzes "gestreckt" werden

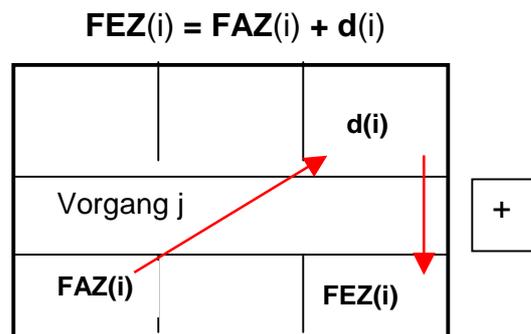
Steht die *Dauer $d(i)$* für die einzelnen Teilarbeiten i ($i = 1, 2, \dots, n$) fest und liegt auch der *Ablaufplan* zum Auftrag mit dem logisch begründeten Nach- und Nebeneinander der Teilarbeiten vor, dann kann die eigentliche Terminplanung gestartet und die Dauer D für das Gesamtprojekt ermittelt werden.

Dabei ist – wie weiter oben angegeben - zwischen einer *Vorwärts-* und einer *Rückwärtsterminierung* zu unterscheiden, die jeweils zunächst *ohne Bezug zu einem Fabrikkalender* durchgeführt wird.

a) Vorwärtsrechnung (Methode des kritischen Weges, Vorgangsknotennetz)

Bei der Vorwärtsrechnung wird der frühestmögliche Anfangszeitpunkt (FAZ) für den oder die Startvorgänge auf **FAZ = 0** gesetzt.

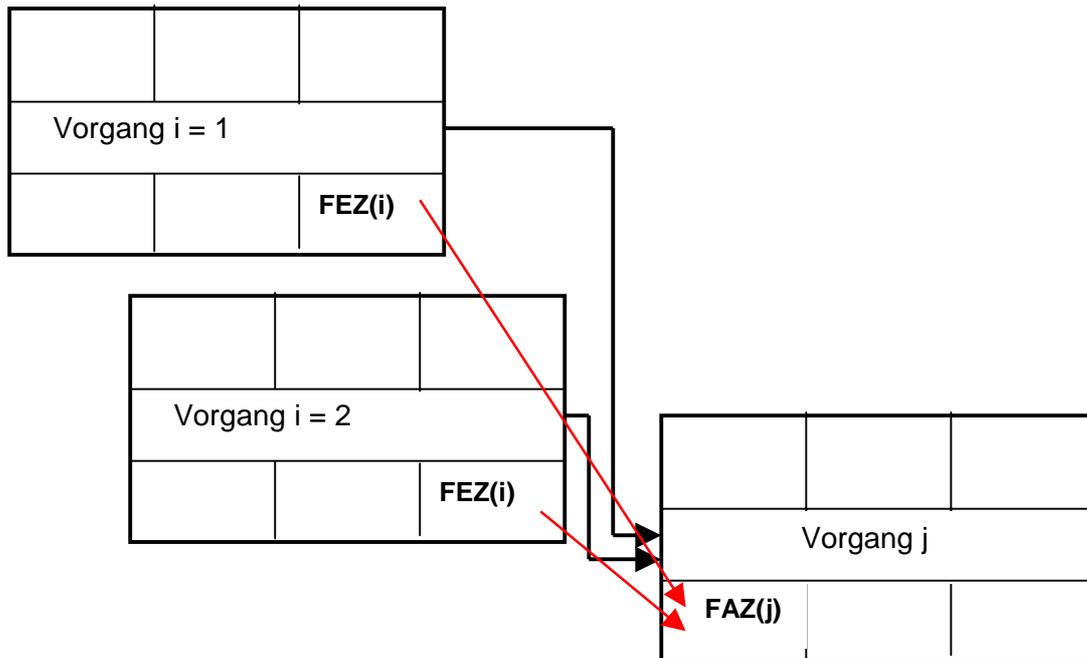
Der frühestmögliche Endzeitpunkt **FEZ(i)** für einen nachfolgenden Vorgang i wird wie folgt bestimmt:



Der frühestmögliche Anfangszeitpunkt **FAZ(j)** eines nachfolgenden Vorgangs j (mit $j > i$) wird wie folgt ermittelt:

$$\mathbf{FAZ(j) = \max_i (FEZ(i))}$$

Es ist somit der größte Wert des frühestmöglichen Endzeitpunktes aller Vorgänger i ($i < j$) für die Bestimmung des Wertes **FAZ(j)** zu wählen!



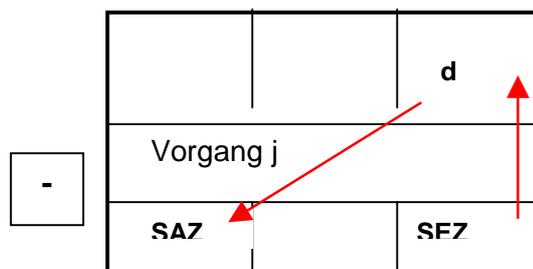
b) Rückwärtsrechnung (Methode des kritischen Weges, Vorgangsknotennetz)

Für die Rückwärtsrechnung gilt folgender Ansatz:

Der frühestmögliche Endzeitpunkt des Zielvorgangs **FEZ(Ziel)** ist zugleich der spätestmögliche Endzeitpunkt des Zielvorgangs **SEZ(Ziel)**.

Der spätestmögliche Anfangszeitpunkt **SAZ(Ziel)** ist dann wie folgt zu bestimmen:

$$\mathbf{SAZ(Ziel) = SEZ(Ziel) - d(Ziel)}$$

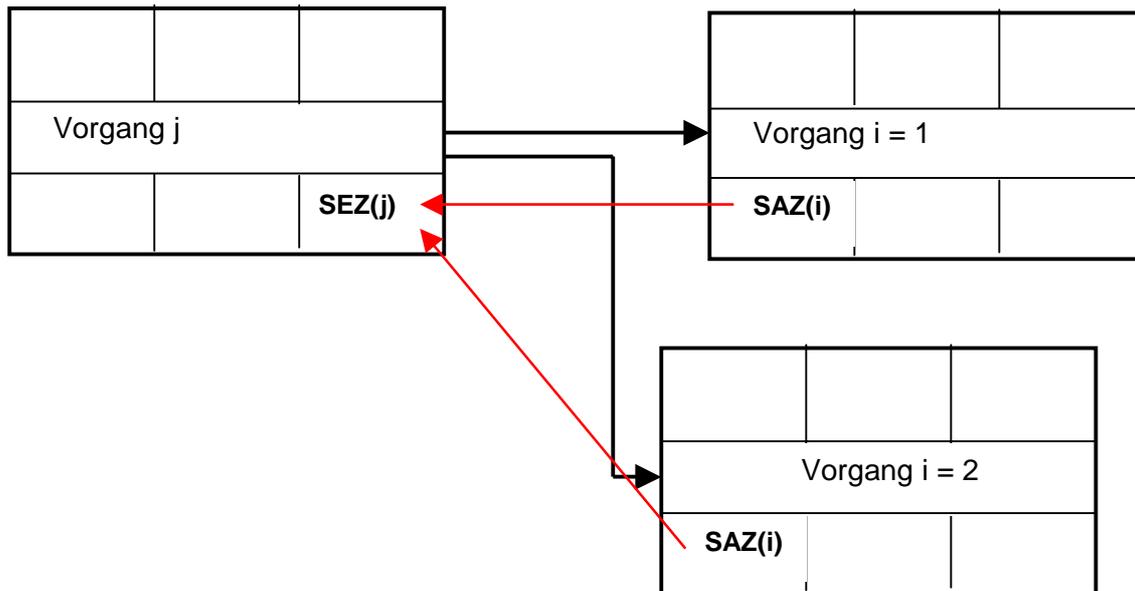


Nach dieser Beziehung ist dann der spätestmögliche Anfangszeitpunkt **SAZ** auch für alle anderen Vorgänge zu bestimmen.

Der spätestmögliche Endzeitpunkt **SEZ(j)** eines vorgelagerten Vorgangs **j** (mit $j < i$) wird wie folgt ermittelt:

$$\mathbf{SEZ(j) = \min_i (SAZ(i))}$$

Es ist somit der kleinste Wert des spätestmöglichen Endzeitpunktes aller Vorgänger **j** ($j < i$) für die Bestimmung des Wertes **SAZ(i)** zu wählen!



Danach ist dann wieder – wie weiter oben angegeben – der spätestmögliche Anfangszeitpunkt **SAZ(j)** zu ermitteln.

c) Ermittlung des Gesamtpuffers GP im Netz

Für den Fall, dass der spätestmögliche Anfangszeitpunkt **SAZ(i)** gleich dem frühestmöglichen Anfangszeitpunkt **FAZ(i)** – und demzufolge auch **FEZ(i) = SEZ(i)** gilt – gibt es bei diesem Vorgang keinen zeitlichen Puffer.

Liegt jedoch der Fall vor, dass der spätestmögliche Anfangszeitpunkt **SAZ(i)** *größer* als der frühestmöglichen Anfangszeitpunkt **FAZ(i)** ist, dann besteht bei diesem Vorgang ein zeitlicher Puffer. Dieser wird als Gesamtpuffer **GP** ausgewiesen und ermittelt sich wie folgt:

$$\mathbf{GP(i) = SAZ(i) - FAZ(i) = SEZ(i) - FEZ(i)}.$$

Wichtig:

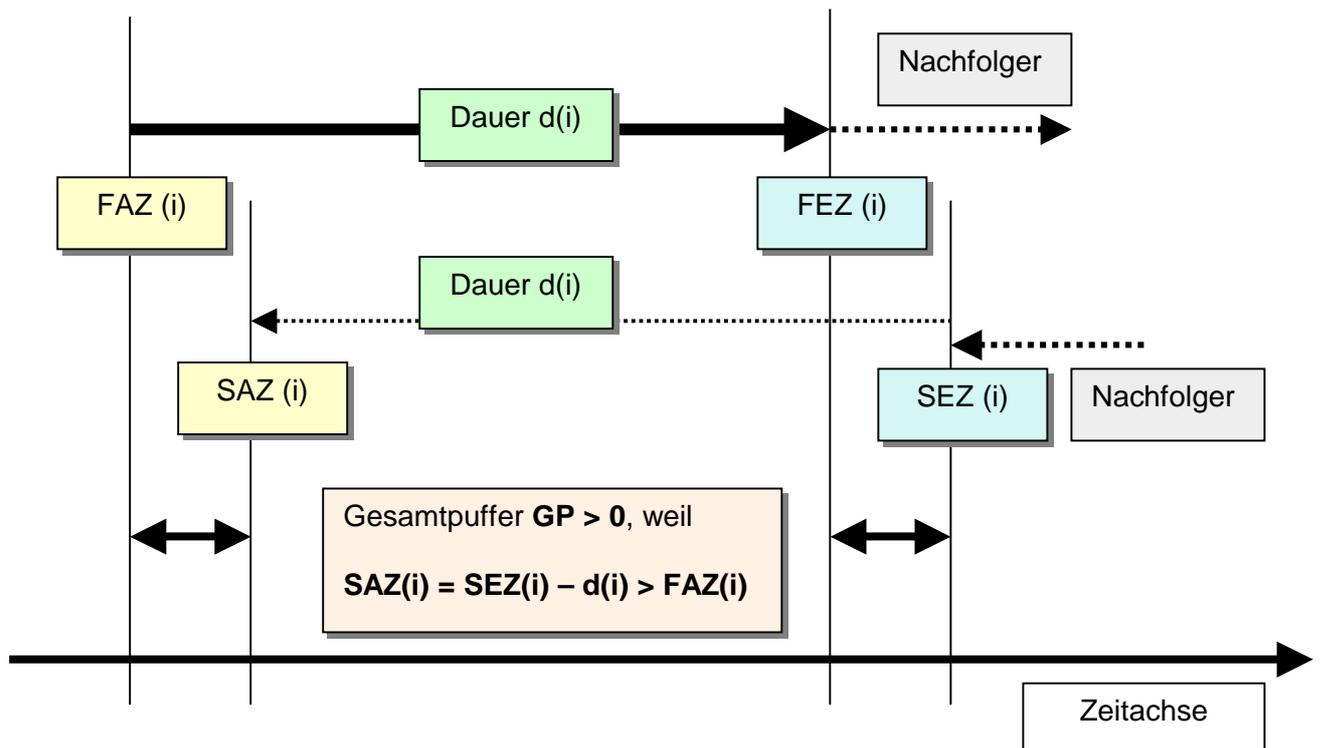
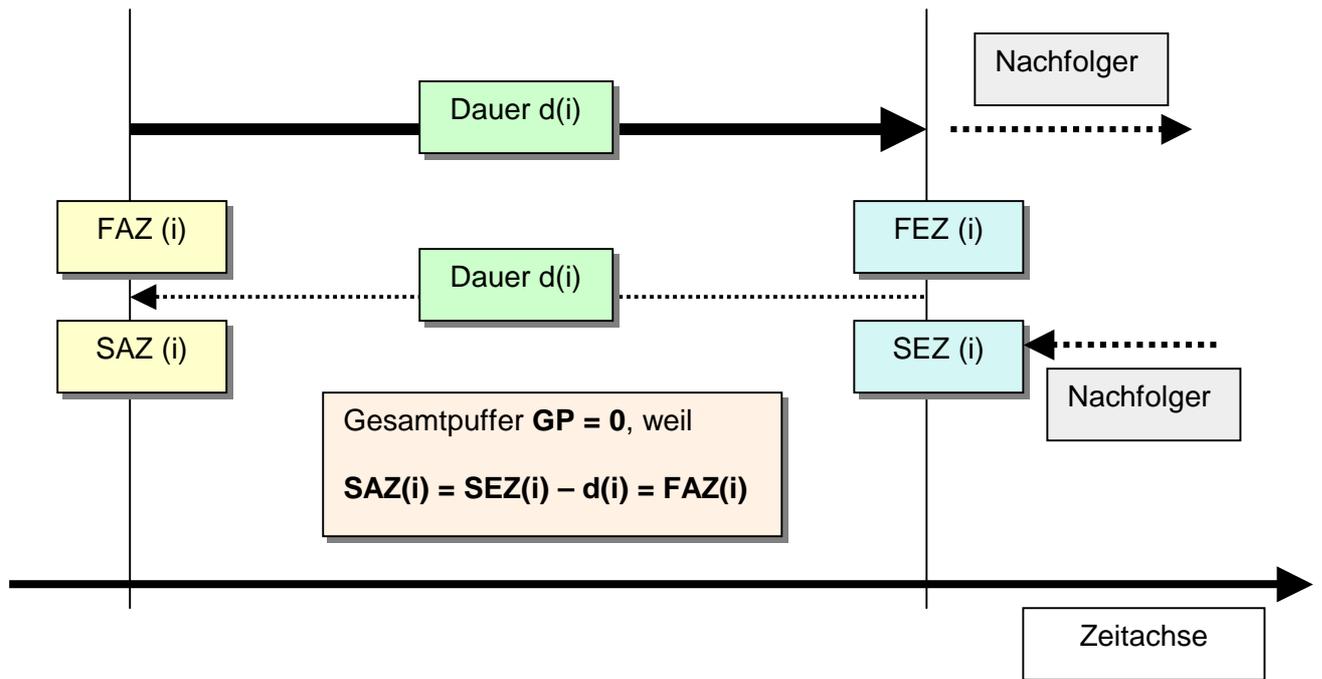
Alle Vorgänge mit $\mathbf{GP = 0}$ liegen auf dem sog. **kritischen Weg**. Die Addition der Dauer $d(i)$ dieser Vorgänge ergibt die Dauer **D** zur Erledigung des Auftrages.

Daraus folgt:

Jede Verzögerung bei einem der kritischen Vorgänge führt betragsgleich zur Verlängerung der Dauer D!

Umgekehrt gilt dies nicht automatisch, denn durch die Verkürzung der Dauer $d(i)$ eines kritischen Vorgangs kann sich bei der Rückwärtsrechnung ein anderer kritischer Weg auf tun, der vorher als subkritisch galt!

Folgende Darstellungen sollen das Entstehen eines Gesamtpuffers **GP** verdeutlichen:



Liegen für alle Vorgänge die kalenderzeitlosen Termine vor, dann kann mit der Einordnung dieser Termine in einen „Fabrikkalender“ (des Unternehmens) unter Beachtung des Arbeitszeitregimes und anderer Aspekte vorgenommen werden.

Wird mit D die ermittelte Dauer der Auftragsrealisierung (als Summe der Dauer $d(i)$ aller kritischen Vorgänge) bezeichnet, dann können folgende Berechnungen angestellt werden:

Ermittlung des *frühestmöglichen Ende* des Auftrages durch Vorwärtsrechnung:

$$\text{FEZ (Ziel)} = \text{FAZ(Start)} + \text{D.}$$

Ermittlung des *spätestmöglichen Starts* des Auftrages durch Rückwärtsrechnung:

$$\text{SAZ (Start)} = \text{SEZ(Start)} - \text{D.}$$

Im Wissenstest zum Kapitel 3 kann die Anwendung der hier in knapper Form vermittelten Grundlagen der Netzplantechnik (Methode des kritischen Weges, Vorgangsknotennetz) trainiert werden.

4. Fallbeispiel

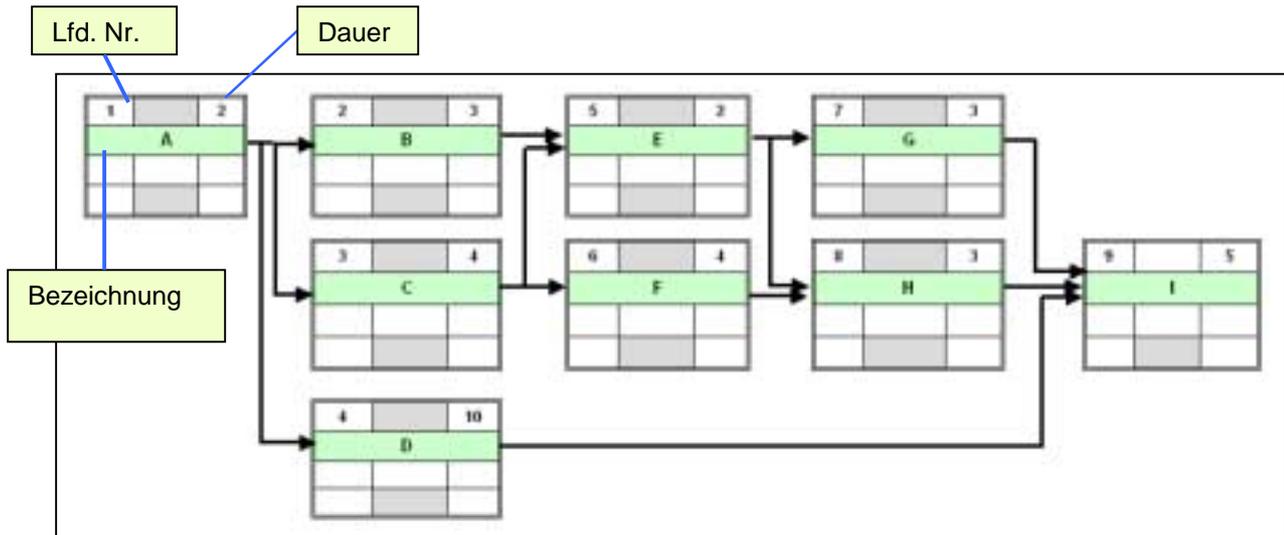
■ Ausgangsdaten

Für einen Fertigungsauftrag zur Herstellung einer Spezial-Werkzeugmaschine liegen von der Arbeitsvorbereitung (Ablauf- und Zeitplanung) folgende Daten vor:

Vorgang	Voraussetzungen	Dauer [ZE]
A	-	2
B	A	3
C	A	4
D	A	10
E	B, C	2
F	C	4
G	E	3
H	E, F	3
I	D, G, H	5

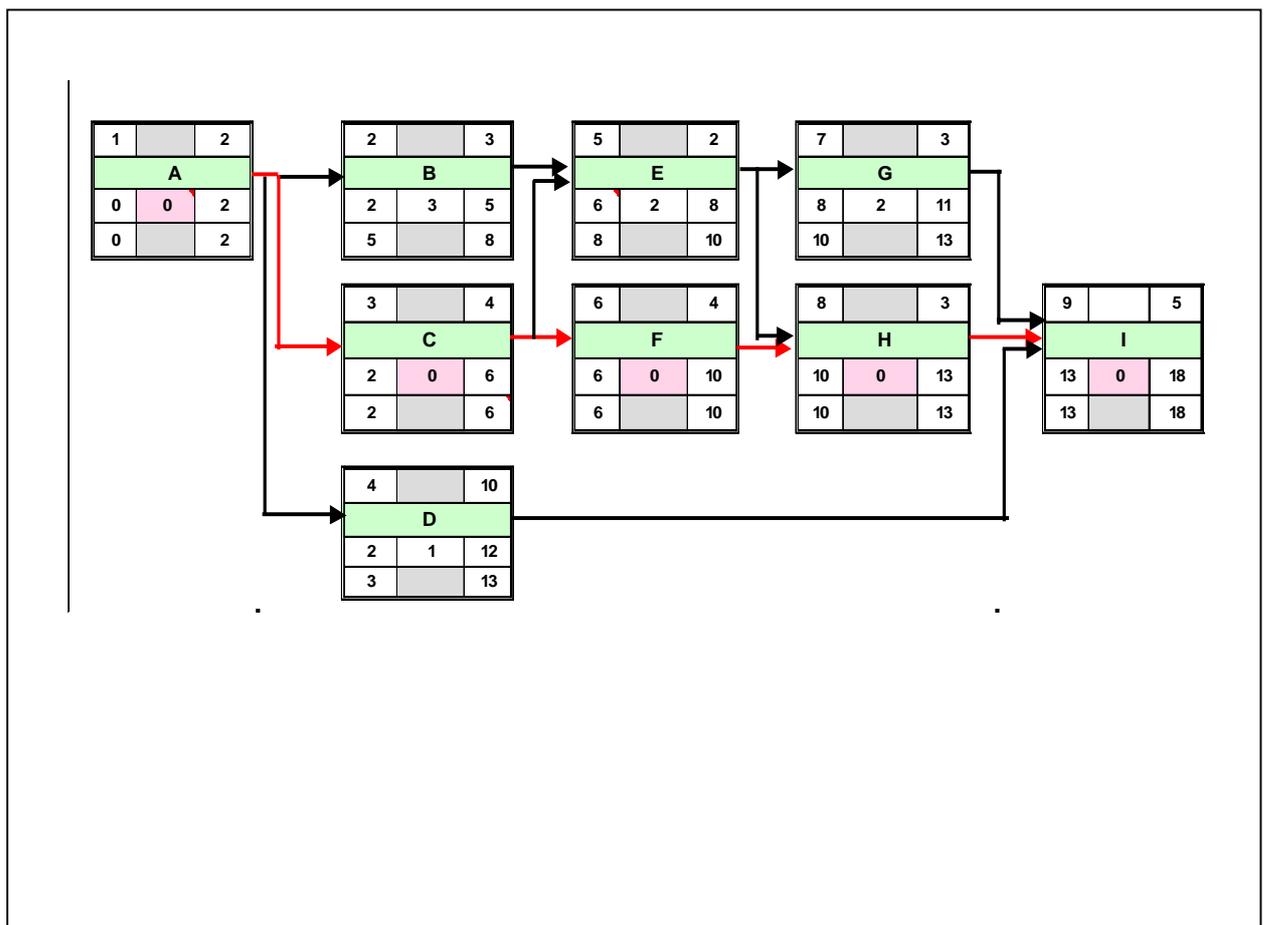
■ Netzplan (Ablaufstruktur)

Aufgrund der angegebenen Voraussetzungen (Vorgängern) der Vorgänge A bis I ergibt sich folgende Ablaufstruktur des Fertigungsprozesses (als Vorgangsknotennetz):



■ **Terminplanung: Ermittlung der frühesten und spätesten Termine, des Gesamtpuffers und des kritischen Weges**

Die Anwendung der skizzierten Vorgehensweise bei der Terminplanung in einem Vorgangsknotennetz liefert im Fallbeispiel folgendes Ergebnis:



Die Gesamtdauer der Erledigung des Auftrages beträgt **D = 18 ZE**.

Sie wird durch den zeitlängsten Weg im Netz über die Vorgänge **A, C, F, H** und **I** bestimmt.

Dieser Weg heißt kritischer Weg, weil eine Verlängerung der Dauer in einem dieser Vorgänge betragsgleich zur Verlängerung der Gesamtdauer **D** führt!

Würde sich die Dauer des Vorgangs „D“ von 10 auf 12 ZE verlängern, würde der kritische Weg über die Vorgänge **A, D** und **I** führen, mit einer Gesamtdauer von **19 ZE**!