

16.4 Terminplanung (Netzplantechnik)

1

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät Informatik
TU Dresden
Version 15-0.2, 08.06.15

1. Projektstruktur
2. Ablaufplanung
3. Aufwandsschätzung
- 4. Terminplanung**
- 5. Ressourcenplanung**
- 6. Kostenplanung**
- 7. Preisbildung**

Referenzierte Literatur

- ▶ [10 Mayr] Mayr, H.: Project Engineering – Ingenieurmäßige Softwareentwicklung in Projektgruppen, Fachbuchverlag Leipzig 2001
- ▶ [12 Zuser] Zuser, W.; Grechenig, T.; Köhle, M.: Software-Engineering mit UML und dem Unified Process (2. Auflage); Pearson Studium 2004



Exkurs: Der 1. Weltkrieg und das Projekt

“Schlieffen-Plan”

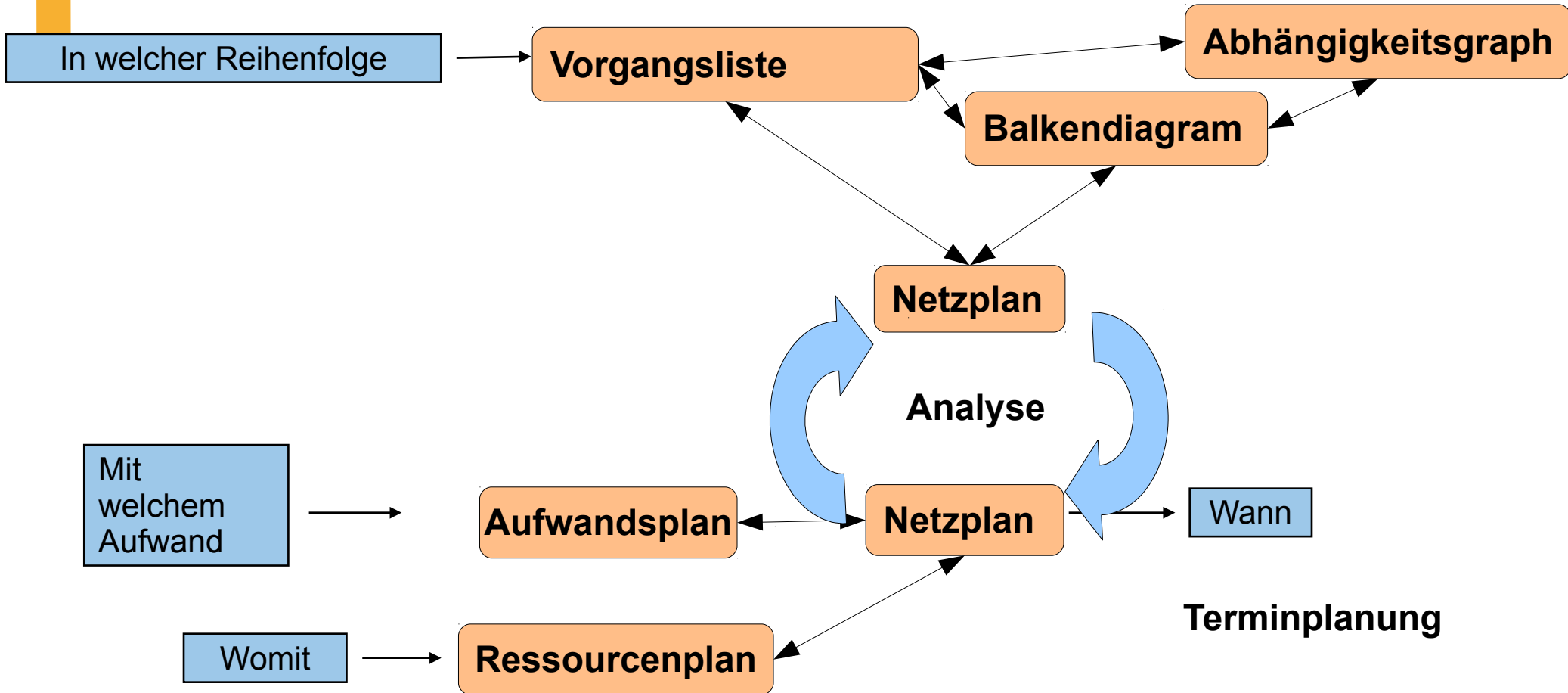
- ▶ <http://de.wikipedia.org/wiki/Schlieffen-Plan>
- ▶ Im August 1914 brach der 1. Weltkrieg aus und die Deutschen versuchten, mit Hilfe des Schlieffen-Plans im Westen die Entscheidung zu erzwingen
 - 1 Mio Soldaten wurden mit Zügen gegen Westen geschickt und mussten sich durch einen Korridor in Belgien von 30km Breite drängen
- ▶ Es gab einen exakten Terminplan! (Netzplan, auf den Tag genau geplant!)
 - sowie einen exakten Eisenbahntransportplan (Ressourcen!)
- ▶ Was war der kritische Pfad dieses „Projekts“?
 - Der Terminplan des Marschs der 1. Armee: sie musste am weitesten nach rechts ausgreifen und 40km/Tag marschieren, und das über Wochen
 - Ende August 14, vor Paris, schlofen die Soldaten der 1. Armee im Stehen ein
- ▶ Nachdem die Marneschlacht Anfang Sept. 14 verlorenging, erlitt Generalstabschef Moltke einen Nervenzusammenbruch “Der Krieg ist verloren”
 - Der kritische Pfad, das Umgreifen von Paris durch die 1. Armee, war gescheitert
- ▶ Kosten hatte keiner gerechnet; nach 6 Monaten gaben Deutschland und alle anderen Kriegsparteien den Goldstandard für das Geld auf
 - <http://de.wikipedia.org/wiki/Goldstandard>
 - Das hat zu vielen Bankenkrisen im 20. Jhdt geführt (inkl. der Inflation von 1922/23)
 - und den Nationalsozialismus in Deutschland entscheidend gefördert

Aussagen der Terminplanung und Netzplantechnik

5

- ▶ CoTiQQ == Cost, Time, Quantity, Quality
- ▶ Zeitdauer
 - des Projektes, zeitliche Ereignisse der Meilensteine
- ▶ Zeitpunkte
 - Beginn und Ende der einzelnen Aktivitäten mit frühesten und spätesten Terminen
- ▶ Spielraum (Puffer)
 - Wieviel darf Aktivität länger dauern als geplant, ohne Endtermin des Projekts zu gefährden?
 - Welche Aktivitäten dürfen auf keinen Fall verlängert werden, ohne Endtermin des Projekts zu gefährden (**kritische Aktivitäten**)

Planungsablauf



Terminplanung



Balkendiagramm

Balkendiagramme (GANTT-Diagramme) basieren auf einem zweidimensionalen anschaulichem Koordinatensystem, bei dem horizontal die Zeitachse und vertikal unterschiedliche Werte, wie Arbeitspakete, Aufgabenträger oder Sachmittel eingetragen werden.

- ▶ Die Länge der Balken gibt Zeit, Ressourceneinsatz, Kosten etc. an
 - Aus der Lage der Balken sieht man die zeitlichen Folgebeziehungen
- ▶ Darstellbar sind folgende Beziehungen:
 - **Tätigkeitsplan** – Aufgaben stehen Zeitachse gegenüber
 - **Einsatzplan** – Mitarbeiter stehen Zeitachse gegenüber
 - **Belegungsplan** – Sachmittel stehen Zeitachse gegenüber
- ▶ Balkendiagramme werden aus der Vorgangsliste und dem Abhängigkeitsgraphen entwickelt

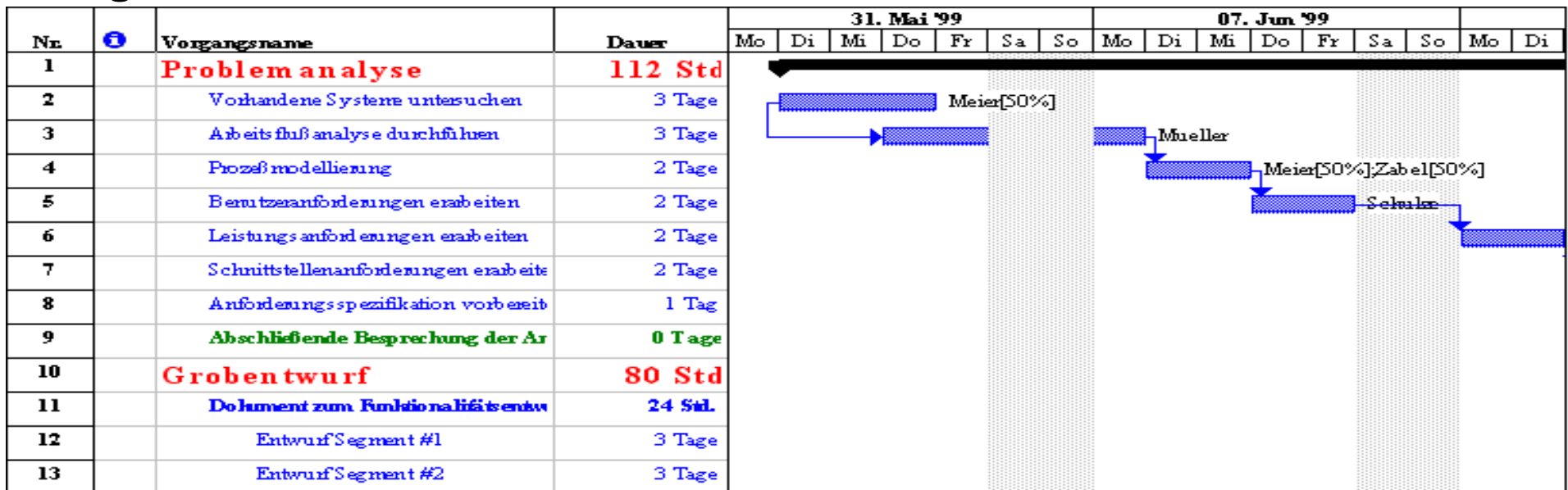
Quelle: [12 Zuser]

Balkendiagramm Bsp.: MS Project

Strukturierte Vorgangsliste:

Nr.	📌	Vorgangname	Dauer	Anfang	Ende	Vorgänger	Ressourcennamen
1		Problem analyse	112 Std	Di 01.06.99	#####		
2		Vorhandene Systeme untersuchen	3 Tage	Di 01.06.99	Do 03.06.99		Meier[50%]
3		Arbeitsflußanalyse durchführen	3 Tage	Do 03.06.99	Mo 07.06.99	2AA+16 Std.	Mueller
4		Prozeßmodellierung	2 Tage	Di 08.06.99	Mi 09.06.99	3	Meier[50%];Zabel[50%]
5		Benutzeranforderungen erarbeiten	2 Tage	Do 10.06.99	Fr 11.06.99	4	Schulze
6		Leistungsanforderungen erarbeiten	2 Tage	Mo 14.06.99	Di 15.06.99	5	
7		Schnittstellenanforderungen erarbeiten	2 Tage	Mi 16.06.99	Do 17.06.99	6	
8		Anforderungsspezifikation vorbereiten	1 Tag	Fr 18.06.99	Fr 18.06.99	7	
9		Abschließende Besprechung der Ar	0 Tage	Fr 18.06.99	Fr 18.06.99	8	
10		Grobenwurf	80 Std	Mo 21.06.99	#####	1	
11		Dokument zum Funktionsentwurf	24 Std.	Mo 21.06.99	Mi 23.06.99		
12		EntwurfSegment #1	3 Tage	Mo 21.06.99	Mi 23.06.99		
13		EntwurfSegment #2	3 Tage	Mo 21.06.99	Mi 23.06.99		

Balken-Diagramm:

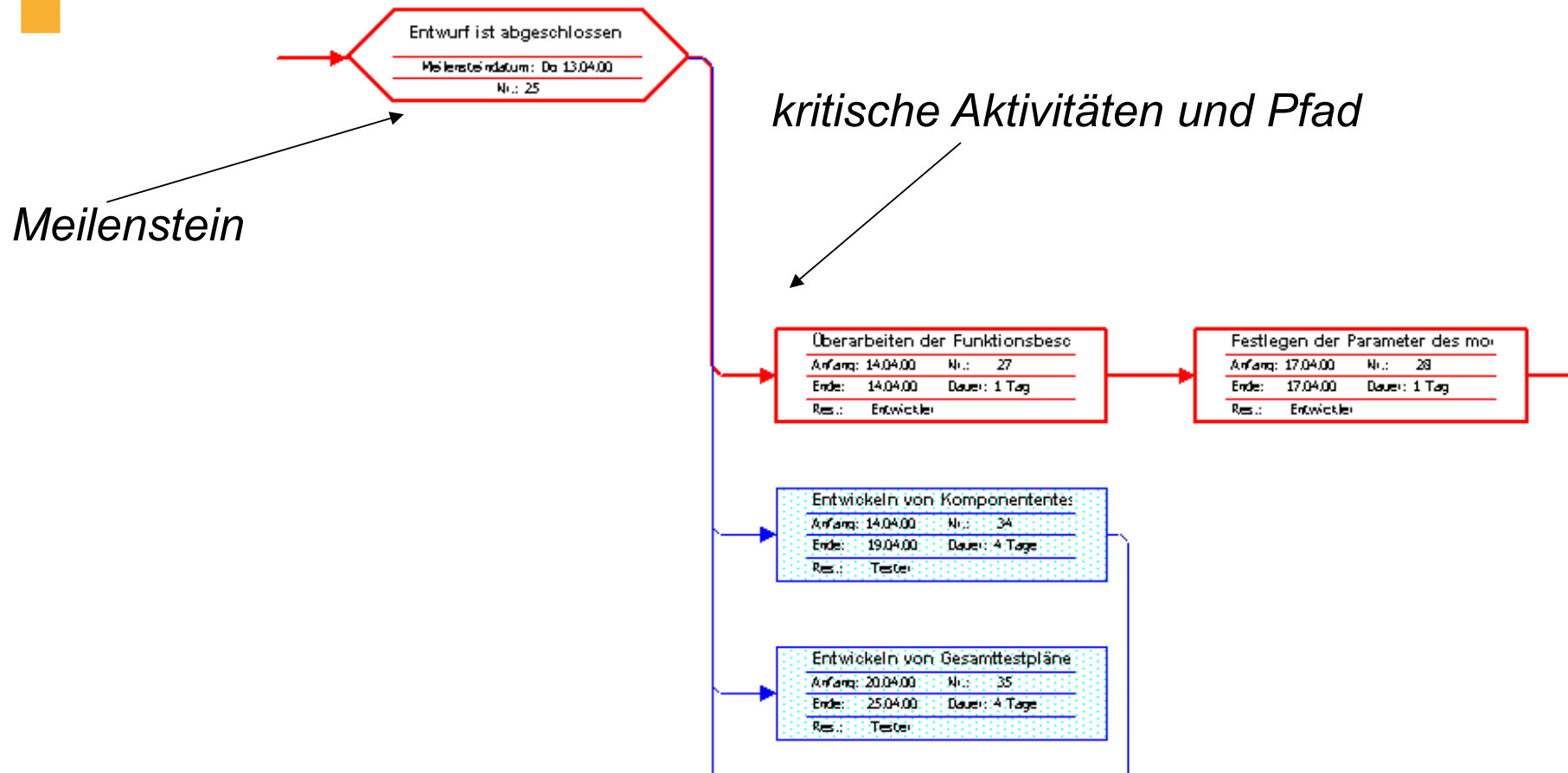


Netzplan

Ein **Netzplan** ist eine graphische oder tabellarische Darstellung einer Ablaufstruktur, die aus Vorgängen bzw. Ereignissen und Anordnungsbeziehungen besteht [DIN 69900].

- ▶ Der Netzplan wird meist als **Vorgangs-Knotennetz** (Aktivitätendiagramm) dargestellt
 - Zentrales Element ist die Aktivität mit Attributen wie
 - definiertem Beginn und Ende
 - Vorgänger und Nachfolger
 - Zeitdauer
 - Ressourcen und Kosten
 - Als **Ereignis** bezeichnet man den Abschluss einer oder mehrerer zusammengehöriger Aktivitäten
 - Ein für die Beurteilung eines Projektstandes besonderes wichtiges Ereignis wird als **Meilenstein** bezeichnet

Beispiel: Excerpt vom Netzplan



Round-Trip von Vorgangsliste, Balkendiagramm und Netzplan

12

- ▶ Balkendiagramme können leicht in Vorgangslisten und Netzpläne überführt bzw. aus ihnen abgeleitet werden (“round-trip”)
 - Ergänzung zu Netzplänen, da mit dem Netzplan Ressourcenplanung nicht so einfach ist
 - Üblicherweise sollte man sich aller Diagrammartens werkzeuggestützt parallel bedienen
- ▶ **Vorteile** von Balkendiagrammen:
 - Balken können kumulativ aufgetragen werden oder einfach zur Gegenüberstellung von Plan- und Istwerten verwendet werden
 - auf der Zeitachse lassen sich gut Meilensteine, die Auslastung der Ressourcen, Kosten auftragen → sehr guter Überblick über zeitliche Verteilung der Aktivitäten
- ▶ **Nachteile:**
 - Ablauflogische Zusammenhänge oder Abhängigkeiten können nicht dargestellt werden
 - Die Übersichtlichkeit nimmt mit zunehmender Projektgröße rasch ab.

Netzplantechnik

Mit der **Netzplantechnik** können folgende Pläne erstellt werden:

- **Zeitplan (Terminplan):** Absolute Termine für frühesten Beginn, spätestes Ende aller Aufgaben
 - das Erkennen zeitintensiver und kritischer Pfade (*Critical Path Method, CPM*)
 - durch Vorwärts- und Rückwärtsanalyse
- **Einsatzmittelplan/Kapazitäten.** Ein Terminplan wird in der Ressourcenplanung mit Einsatzmitteln attribuiert, sodass Gesamt-Ressourcenbedarf ermittelt werden kann, auch akkumuliert über der Zeit
- **Kostenplan.** Ein Einsatzmittelplan kann mit Kosten (und Gesamtpreis) versehen werden

Der Netzplan ist ein sehr gutes Hilfsmittel für das Controlling:

- Überblick über den gesamten Projektablauf
- Vergleich von Konsequenzen bei Termin-, Kosten- und Einsatzmittelabweichungen
- rechtzeitige Entscheidungsfindung durch gut sichtbare Auswirkungen

Quelle: [1 Jenny, S. 336]

Berechnung von Attributen in Netzplänen

Für jede Aktivität eines Netzplans lassen sich folgende Größen berechnen:

D Dauer der Aktivität

$$FA + D = FE$$

$$SA + D = SE$$

FA, FE frühestmöglicher Anfang, Ende

SA, SE spätestmöglicher Anfang, Ende

$$GP = SA - FA = SE - FE$$

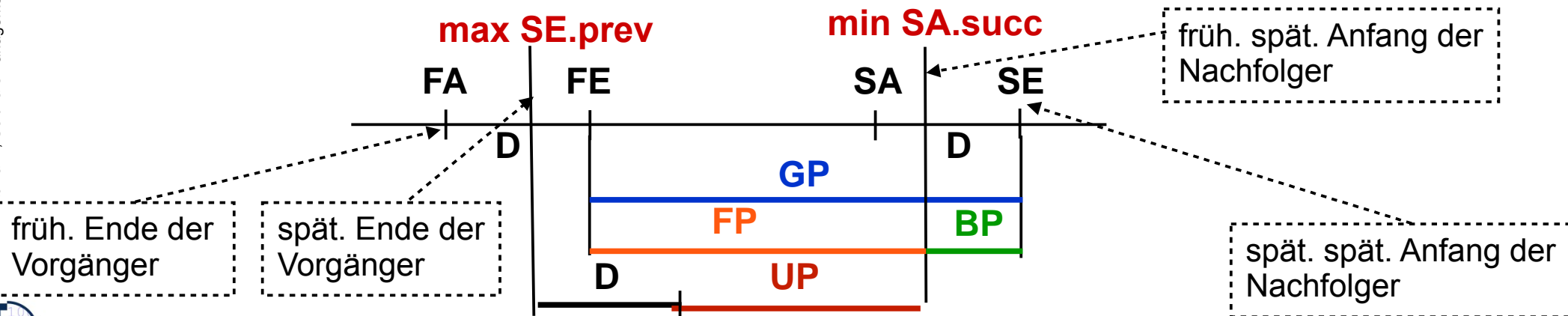
GP gesamter Puffer (maximale Pufferzeit)

FP freie Pufferzeit, Zeitraum, in dem alle Nachf. zum frühestmögl. Anfang starten können

BP bedingte Pufferzeit, nicht alle Nachf. können frühest starten (ggf. Verzögerung!) $BP = GP - FP$

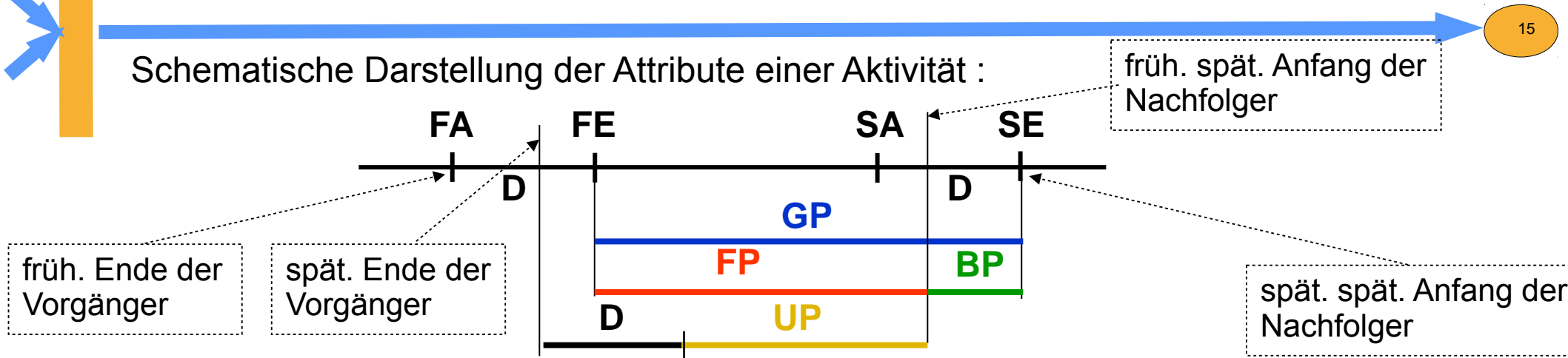
UP unabhängige Pufferzeit, in der Aktivität mit der Dauer **D** verschoben werden kann, ohne andere zu beeinflussen (wichtigst!) $UP = \max FE_{prev} - \min SA_{succ} - D$

Kritische Vorgänge mit $FA=SA$ oder $FE=SE$ verschieben die Projektdauer



Attribut-Schema für Netzpläne

Schematische Darstellung der Attribute einer Aktivität :



Vorgangsknoten: (MS Project)

[Name]	
Anfang:	Nr.:
Ende:	Dauer:
Res.:	

In den einzelnen Feldern können unterschiedliche Informationen stehen, z.B.:

- Fälligkeit fester Kosten
- Freie Pufferzeit
- Frühestmöglicher Anfang
- Abweichung Ende
- Abweichung Dauer

Quelle: vgl. DIN 69900



Netzplanknoten am Beispiel MS Project

Datenvorlage definieren

Name der Vorlage:

Zellen formatieren

Daten anzeigen für Vorgangsnummer:

Ermitteln des Projektumfangs	
Anfang: 01.03.00	Nr.: 2
Ende: 01.03.00	Dauer: 4 Std.
Abg.: 0%	

Zelle(n) auswählen:

<input checked="" type="checkbox"/> Anfang			
Name			
Anfang	Nr.		
Abweichung Dauer	Dauer		
Abweichung Ende			
Abweichung Kosten			
Aktualisierung erforderlich			
Aktuelle Arbeit			
Aktuelle Dauer			
Aktuelle Kosten			
Aktuelle Überstundenanzahl			
Aktuelle Überstundenkosten			

pt, Standard Maximale Textlänge:

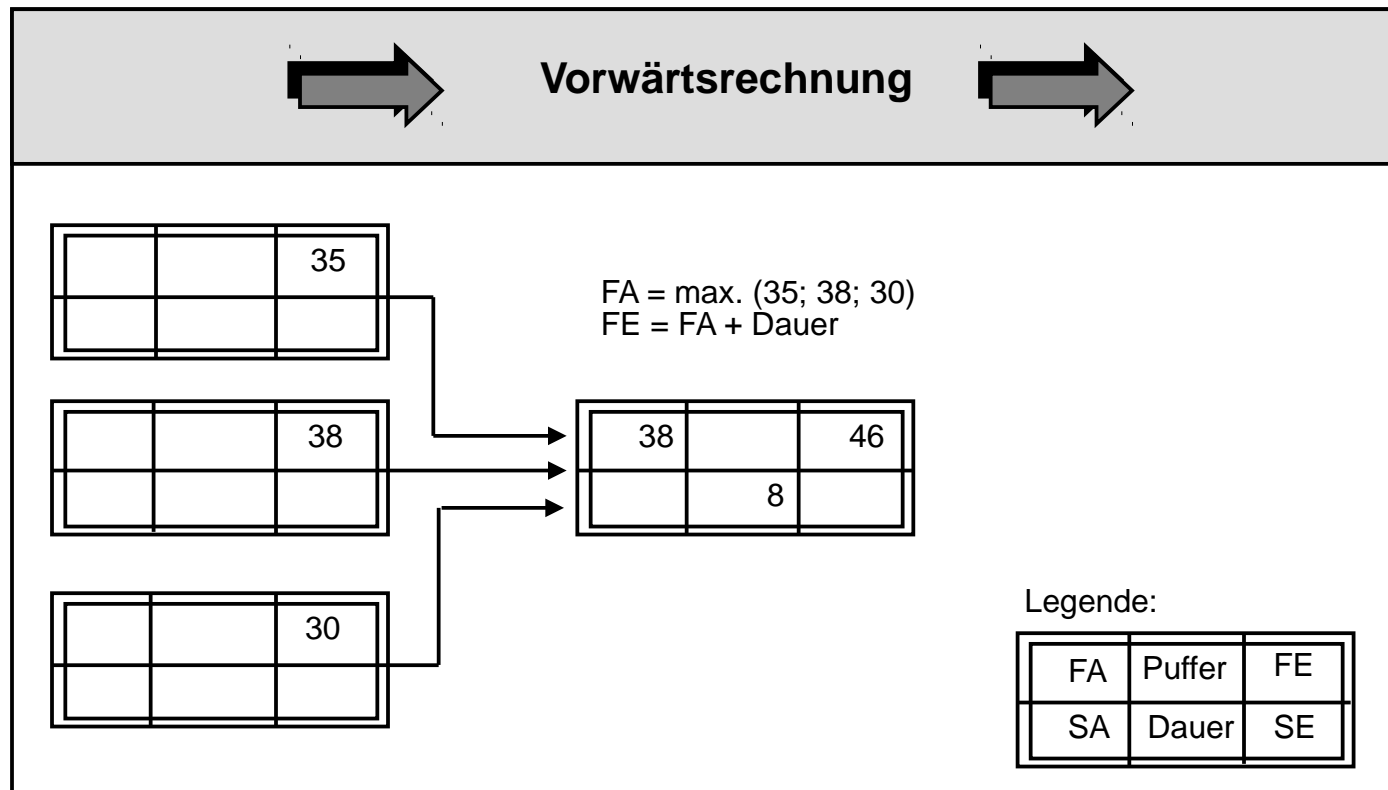
Links Beschriftung in Zelle anzeigen: Datumformat:

Zentriert

(über: Format -> Knotenarten -> Datenvorlagen)

Vorwärtsrechnung

- ▶ Berechnung der frühestmöglichen Anfangstermine FA_j , beginnend beim Quellknoten der ersten Aktivität schrittweise unter Auswahl des Maximums der Dauern D aller Vorgängeraktivitäten.



Vorwärtsrechnung als Wavefront-Algorithmus

- ▶ I.A. ist der Netzplan azyklisch bzw. abrollbar (Schleifen benötigen feste Obergrenzen, damit man sie abrollen kann)
- ▶ Damit kann man auf dem Netzplan *Wellenfront-Algorithmen* ablaufen lassen, die Attribute aufsammeln und Attributanalysen durchführen (siehe Vorlesung ST-II)
- ▶ Die Vorwärtsrechnung ist ein Attribut-Gleichungssystem (Attribut-Constraint-System)
 - Lösung mit Gauss'scher Elimination, Attributgrammatiken, Datenflussanalyse, Wellenfront-Algorithmen
- ▶ **Satz:** Die Vorwärtsrechnung ist ein Vorwärts-Wellenfront mit dem Attribut-Gleichungssystem
 - $FA = \max (FE.\text{prev})$
 - $FE = FA + D$

Many algorithms need acyclic graphs, in particular attribute evaluation algorithms

- The data flow flows along the partial order of the nodes

- For cyclic graphs, form an AC

Propagate attributes along the partial order of the AC (*wavefront algorithm*)

- Within an SCC compute until nothing changes anymore (fixpoint)

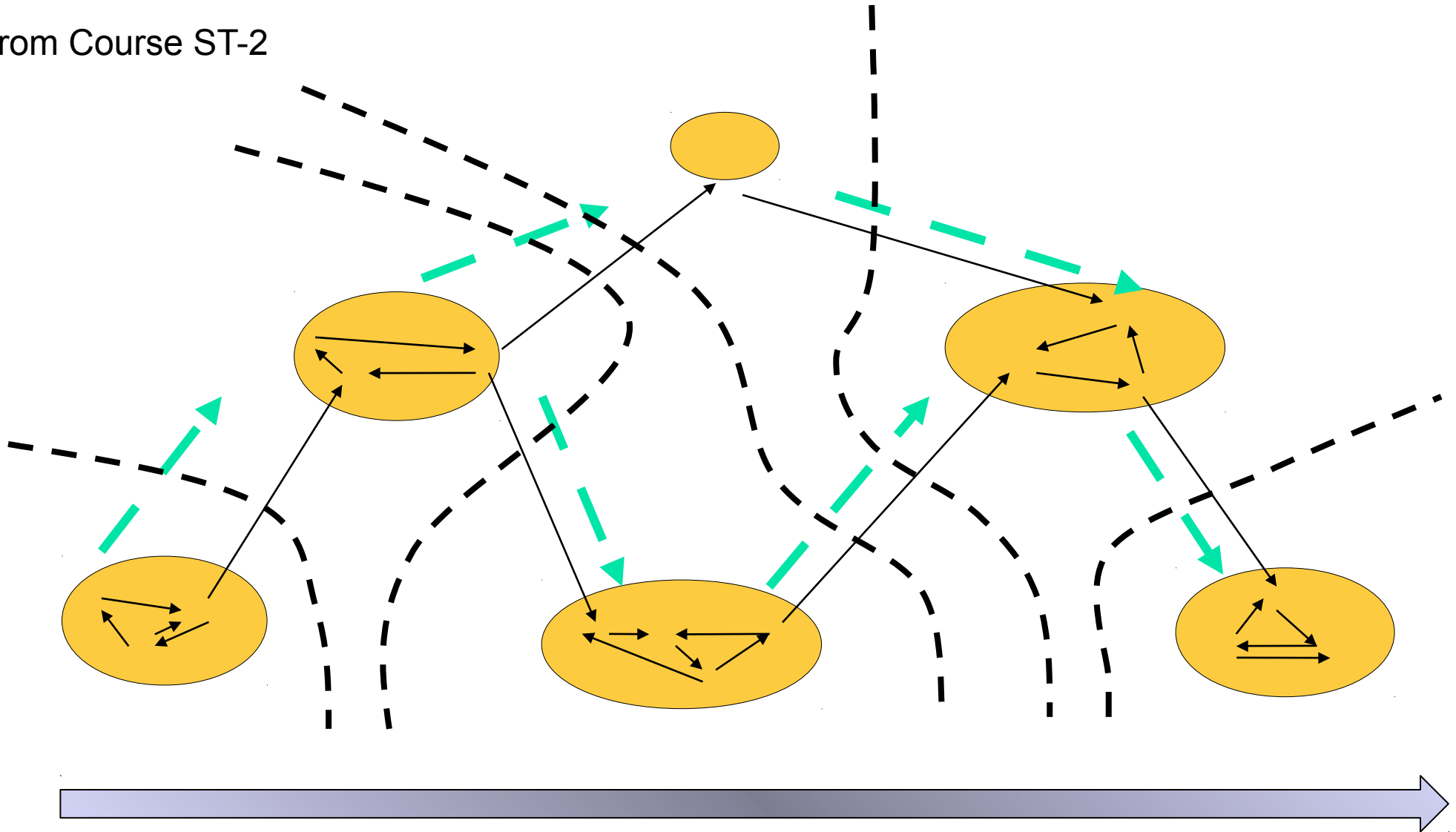
- Then advance

- No backtracking to earlier SCCs

Evaluation orders are the topsorts of the AC

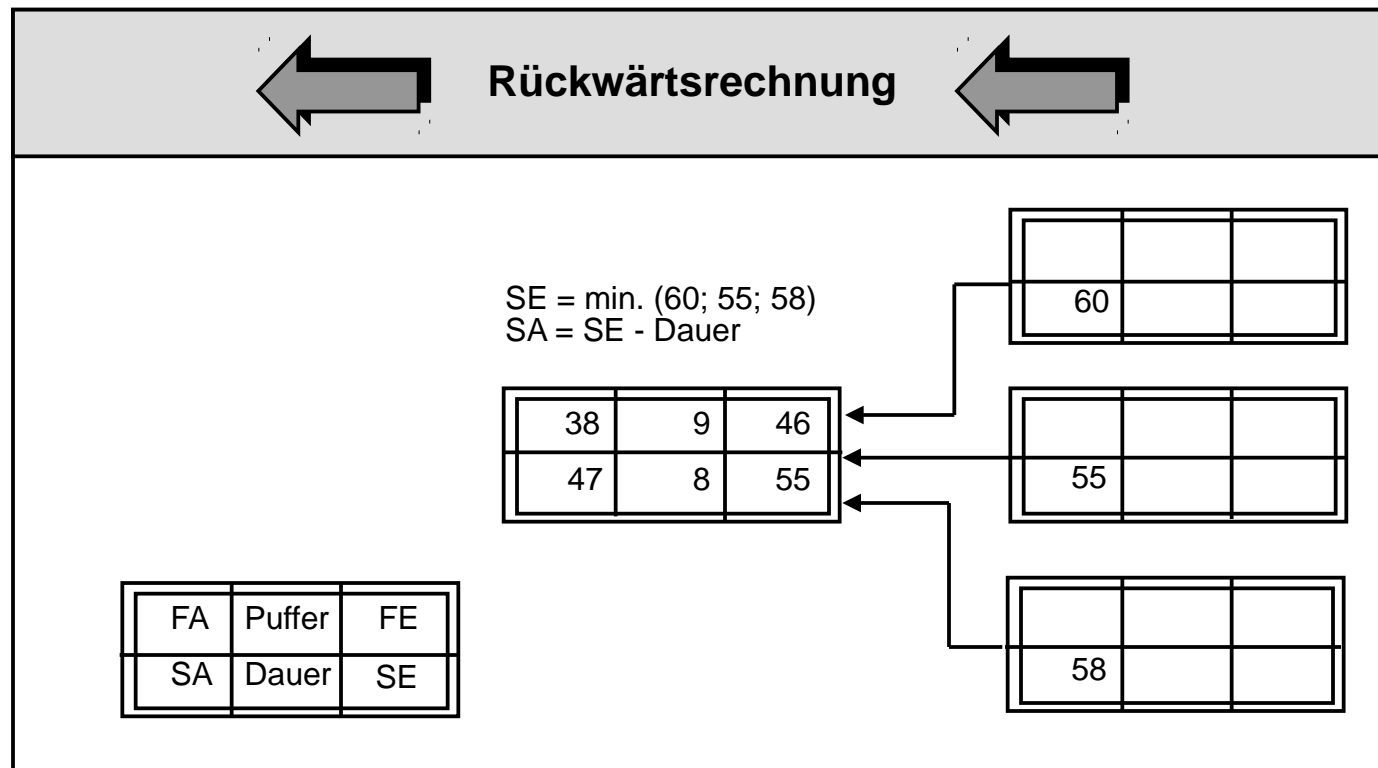
from Course ST-2

from Course ST-2



Rückwärtsrechnung

Berechnung der spätestmöglichen Endtermine SE_j , beginnend beim Senkknoten der letzten Aktivität des Projekts schrittweise unter Auswahl des Minimums der Dauern D aller Nachfolgeaktivitäten.



Quelle: [Fiedler, S. 102]

Rückwärtsrechnung

- ▶ **Satz:** Die Rückwärtsrechnung ist ein Rückwärts-Wellenfront mit dem Attribut-Gleichungssystem
 - $SE = \min (SA.succ)$
 - $SA = SE + D$
- ▶ Der UP (unabhängiger Puffer) einer Aktivität ergibt sich aus $UP = \max FE.prev - \min SA.succ - D$.

Der **kritische Pfad** eines Projektes ist der Pfad, auf dem alle Aktivitäten den unabhängigen Puffer 0 haben ($UP=0$). Auf ihm kann man also keine Aktivitäten verschieben, ohne das Projekt zu verzögern.

Beispiel Vorgangsliste (1) mit geschätzten Dauern

<i>Vorgangsliste</i>	Projekt: Aussteller:	Nr.: Datum:	Seite:
----------------------	-------------------------	----------------	--------

Nr.	Projekt­­tätigkeit Arbeitspaket (Tätigkeit)	Vorgangszeitpunkte				Vorgang Dauer	Direkter Vorläufer	direkter Nachfolger	Pufferzeiten			Bedarf	
		FA	SA	FE	SE				GP	FP	UP	MA	SM
A	Arbeitspaket 01					5		B,C,D					
B	Arbeitspaket 02					3	A	E					
C	Arbeitspaket 03					3	A	E					
D	Arbeitspaket 04					8	A	E					
E	Arbeitspaket 05					4	B,C,D						
F	Arbeitspaket 06					6		G					
G	Arbeitspaket 07					6	F						
H	Arbeitspaket 08					3		I					
I	Arbeitspaket 09					2	H	K					
K	Arbeitspaket 10					5	I						

FA = frühestmöglicher Anfang des Vorgangs SA = spätestzulässiger Anfang des Vorgangs SE = spätestzulässiges Ende des Vorgangs FE = frühestmögliches Ende des Vorgangs	GP = Gesamte Pufferzeit FP = Freie Pufferzeit UP = Unabhängige Pufferzeit	MA = Personal (Mitarbeiter/Mitarbeiterin) SM = Sachmittel (pro Vorgang)
--	---	--

Quelle: [Jenny, S. 340]



Beispiel Vorgangsliste (2) mit Pufferzeiten

Vorgangsliste	Projekt: Aussteller:	Nr.: Datum:	Seite:
----------------------	-------------------------	----------------	--------

Nr.	Projekt-tätigkeit Arbeitspaket (Tätigkeit)	Vorgangszeitpunkte				Vorgang Dauer	Direkter Vorläufer	direkter Nachfolger	Pufferzeiten				Bedarf	
		FA	SA	FE	SE				GP	FP	BP	UP	MA	SM
A	Arbeitspaket 01	0	0	5	5	5		B,C,D	0	0	0	0		
B	Arbeitspaket 02	5	10	8	13	3	A	E	5	5	0	5		
C	Arbeitspaket 03	5	10	8	13	3	A	E	5	5	0	5		
D	Arbeitspaket 04	5	5	13	13	8	A	E	0	0	0	0		
E	Arbeitspaket 05	13	13	17	17	4	B,C,D		0	0	0	0		
F	Arbeitspaket 06	0	5	6	11	6		G	5	0	5	0		
G	Arbeitspaket 07	6	11	12	17	6	F		5	5	0	0		
H	Arbeitspaket 08	0	7	3	10	3		I	7	0	7	0		
I	Arbeitspaket 09	3	10	5	12	2	H	K	7	0	7	0		
K	Arbeitspaket 10	5	12	10	17	5	I		7	7	0	0		

FA = frühestmöglicher Anfang des Vorgangs	GP = Gesamte Pufferzeit	MA = Personal (Mitarbeiter/Mitarbeiterin)
SA = spätestzulässiger Anfang des Vorgangs	FP = Freie Pufferzeit	SM = Sachmittel (pro Vorgang)
SE = spätestzulässiges Ende des Vorgangs	BP = Bedingte Pufferzeit	
FE = frühestmögliches Ende des Vorgangs	UP = Unabhängige Pufferzeit	

Quelle: [Jenny, S. 340]

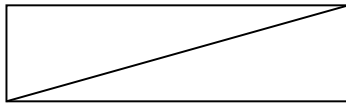


Netzplan – Zustände und Anordnungsbeziehungen

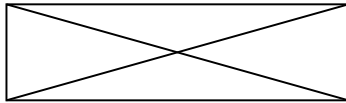
Darstellung am Bsp. *MS Project*:



Normaler Vorgang
rot: kritisch



IN-Arbeit



abgenommen

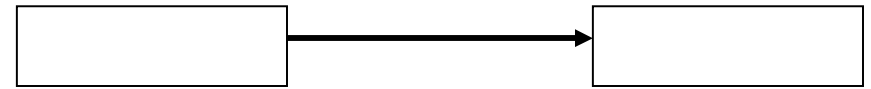


Sammelvorgang



Meilenstein

Anordnungsbeziehungen (AOB's)
verändern die Pufferzeiten



Ende - Anfang (Normalfolge)



Anfang - Anfang (Anfangsfolge)



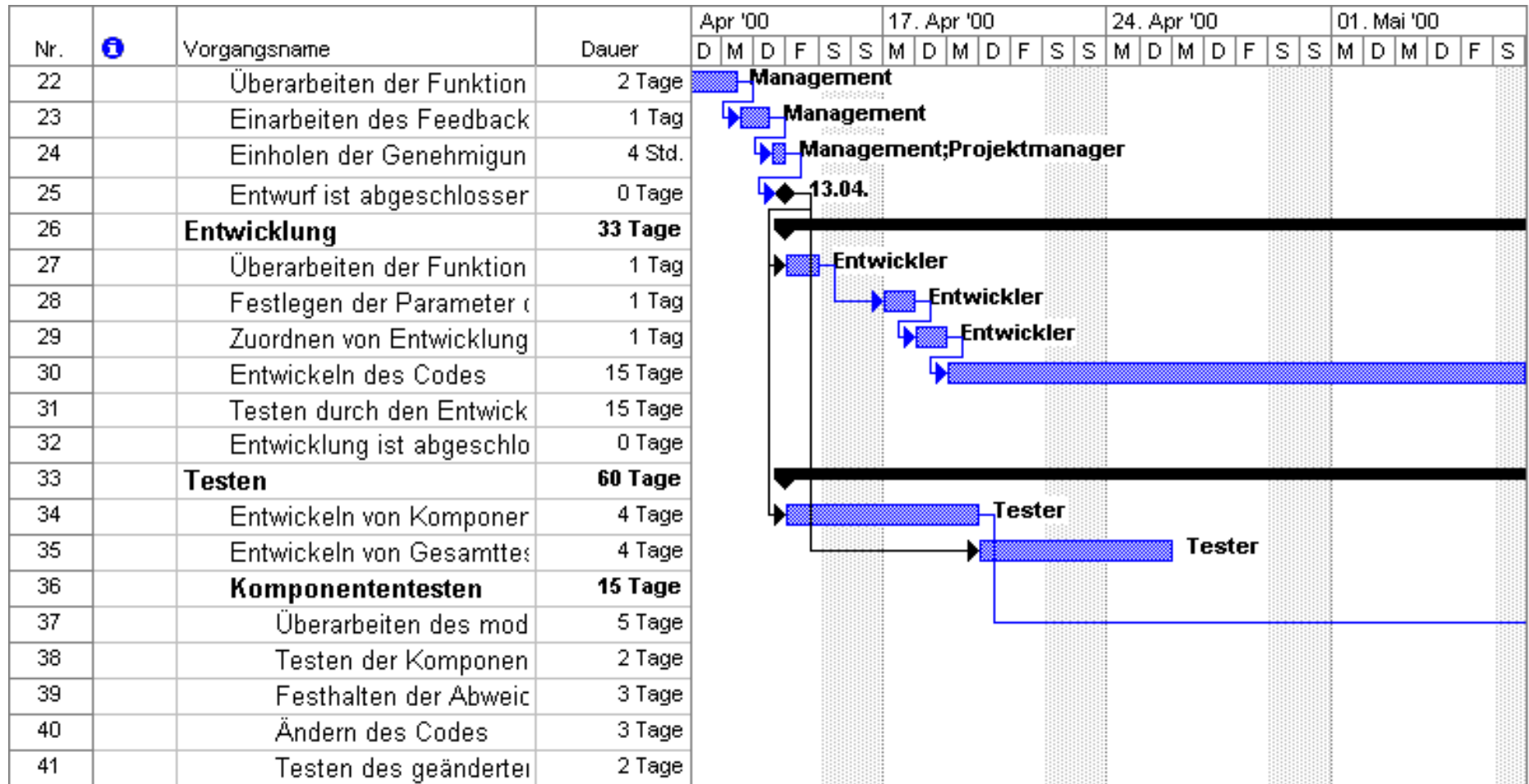
Ende - Ende (Endfolge)



Anfang - Ende (Sprungfolge)

Bsp.: verzögern: $1AA + 3t$
überlappen: $1EA - 2t$

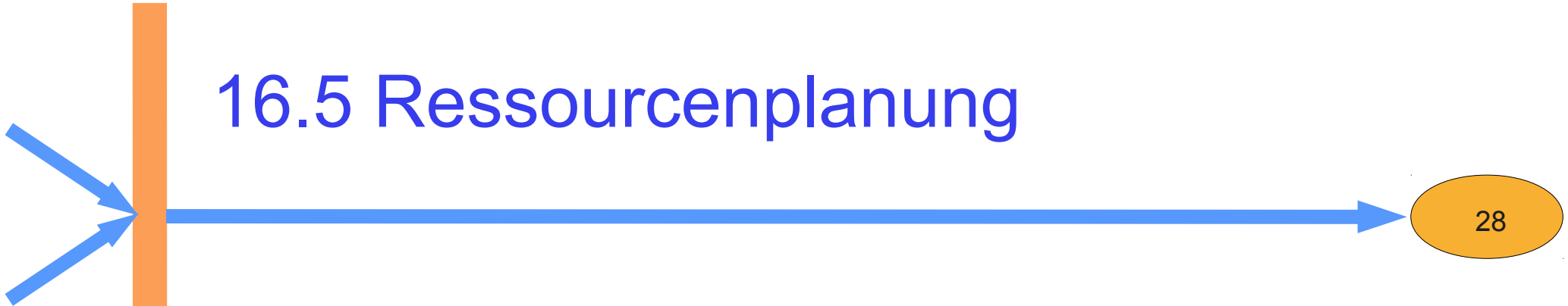
Beispiel Balkendiagramm mit verschiedenen Anordnungsbeziehungen in MS Project



Umgang mit kritischen Pfaden

- ▶ Besondere Aufmerksamkeit gehört dem kritischen Pfad
 - mehr Ressourcen einsetzen, um Termine zu halten
 - Risikomanagement involvieren
 - **Aufspaltung von Aktivitäten** auf dem kritischen Pfad, um mehr Spielraum zu erhalten
- ▶ Achtung: Terminplanung und Kostenplanung liefern oft neue Risiken für die Risikoplanung im Risikomanagement (Kap. 33)

16.5 Ressourcenplanung



Einsatzmittel- (Ressourcen-)planung

Die **Ressourcen-Planung** befasst sich mit den Ressourcen oder Einsatzmitteln, die für Projektvorgänge und Arbeitspakete benötigt werden. [DIN 69902].

Unter **Einsatzmitteln (Ressourcen)** werden Personal und Sachmittel (Computer, Räume, Werkzeuge, Maschinen, Methoden und sonstige Betriebsmittel) verstanden, die für die Durchführung von Arbeitspaketen notwendig sind.

- ▶ Ressourcenplanung baut auf die Terminplanung auf
 - Wie verteilen sich die Ressourcen zeitlich über das Projekt?
 - Zu welchem Zeitpunkt wird eine bestimmte knappe Ressource eingesetzt?
 - schafft die kapazitätsmäßigen Voraussetzungen für die Projektdurchführung
 - ermittelt den **Kapazitätsbedarf**; die geplanten Ressourcen sind den **Aktivitäten** (Arbeitspaketen) mit ihren **Terminen** (aus dem Netzplan) zuzuordnen
- ▶ Kapazitätsermittlungen sind zur Projektplanung grob, später ständig zu verfeinern
 - ist mit der Ablauf- und Terminplanung einem wechselseitigen, zyklischen und iterativen Abstimmungsprozess unterworfen
 - Ziel ist eine optimale **Kapazitätsauslastung**, d.h. die geplante mit der Ist-Auslastung maximal entsprechend einer Zielfunktion übereinstimmen zu lassen

Quelle: [Jenny, S. 245.]

Einsatzmittel-Planungsarbeit

- ▶ Die Ressourcenplanung lässt sich unterteilen in:
- ▶ **Personalplanung** → Personalressourcenplan
 - Alle Mitarbeiterleistungen sowie Dienstleistungen externer Firmen, die für das Projekt gebraucht werden
- ▶ **Sachmittelplanung** → Betriebsmittel-Einsatzplan
 - Alle nicht-personalbezogenen und nicht-geldlichen Einsatzmittel, die man zusätzlich in Verbrauchs- und Nichtverbrauchsmittel unterteilen kann
 - Reisen und Anschaffungen sind die Haupt-Posten
- ▶ In Vorgangsliste bzw. Netzplan werden zu jedem Arbeitspaket eingetragen:
 - Personalaufwand in Anzahl von Personen, z.B. 2 Analytiker
 - Rechnerbelegungszeit als Betriebsmittel, z.B. 80 Std.
 - Dauer zur Erledigung des Arbeitspaketes, z.B. 2 Wochen (Personalressourcen)
- ▶ Die Ergebnisse der Planung werden in ein **Einsatzmittel-Auslastungsdiagramm** gezeichnet.

Beispiel Vorgangsliste (3) mit Personalbedarf

Vorgangsliste	Projekt: Aussteller:	Nr.: Datum:	Seite:
----------------------	-------------------------	----------------	--------

Nr.	Projektstätigkeit Arbeitspaket (Tätigkeit)	Vorgangszeitpunkte				Vorgang Dauer	Direkter Vorläufer	direkter Nachfolger	Pufferzeiten				Bedarf	
		FA	SA	FE	SE				GP	FP	BP	UP	MA	SM
A	Arbeitspaket 01	0	0	5	5	5		B,C,D	0	0	0	0	4	
B	Arbeitspaket 02	5	10	8	13	3	A	E	5	5	0	5	2	
C	Arbeitspaket 03	5	10	8	13	3	A	E	5	5	0	5	3	
D	Arbeitspaket 04	5	5	13	13	8	A	E	0	0	0	0	5	
E	Arbeitspaket 05	13	13	17	17	4	B,C,D		0	0	0	0	5	
F	Arbeitspaket 06	0	5	6	11	6		G	5	0	5	0	2	
G	Arbeitspaket 07	6	11	12	17	6	F		5	5	0	0	3	
H	Arbeitspaket 08	0	7	3	10	3		I	7	0	7	0	3	
I	Arbeitspaket 09	3	10	5	12	2	H	K	7	0	7	0	4	
K	Arbeitspaket 10	5	12	10	17	5	I		7	7	0	0	3	

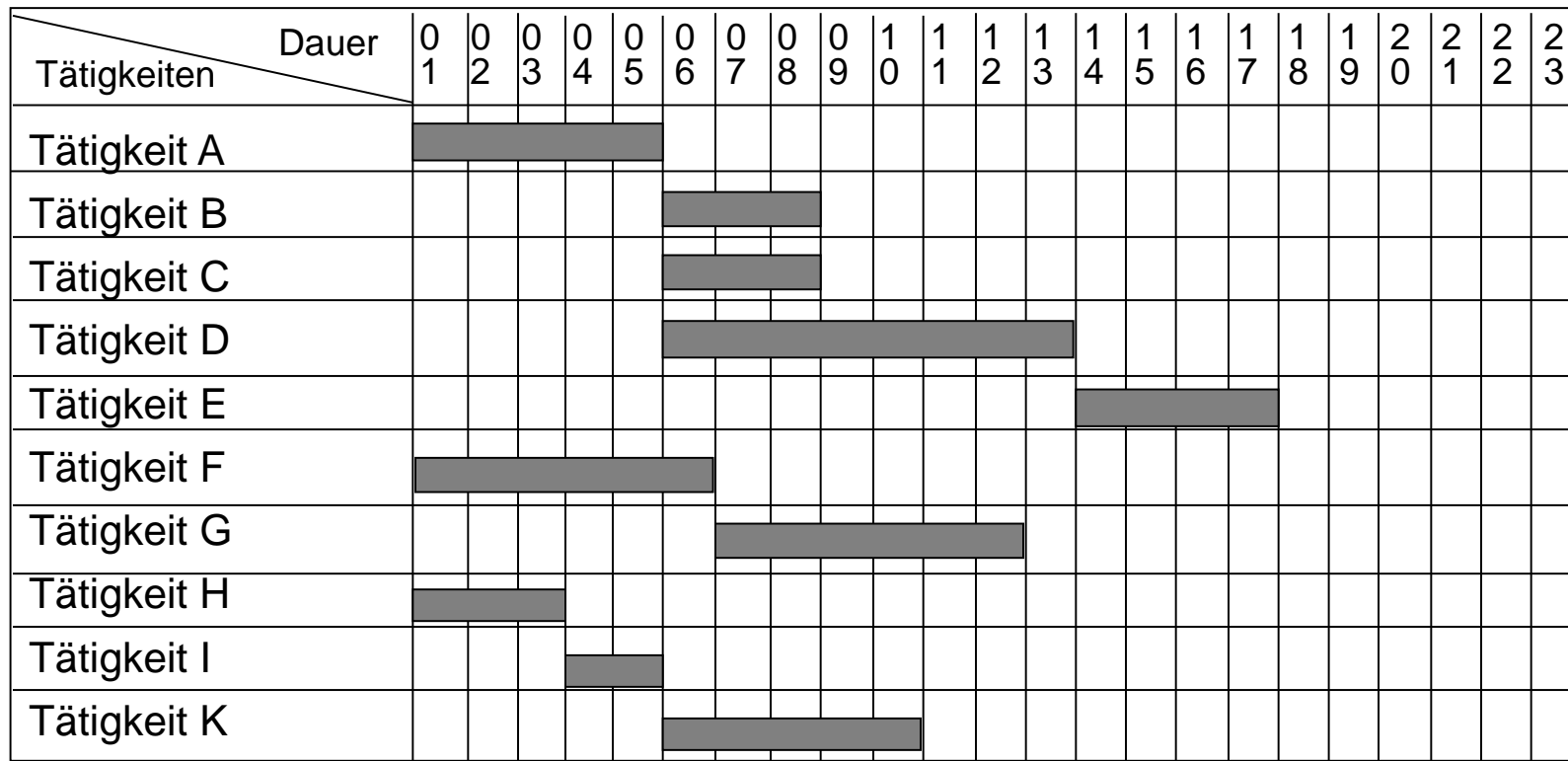
FA = frühestmöglicher Anfang des Vorgangs SA = spätestzulässiger Anfang des Vorgangs SE = spätestzulässiges Ende des Vorgangs FE = frühestmögliches Ende des Vorgangs	GP = Gesamte Pufferzeit FP = Freie Pufferzeit BP = Bedingte Pufferzeit UP = Unabhängige Pufferzeit	MA = Personal (Mitarbeiter/Mitarbeiterin) SM = Sachmittel (pro Vorgang)
--	---	--

Quelle: [Jenny, S. 247]



Beispiel: Balkendiagramm der frühesten Lage

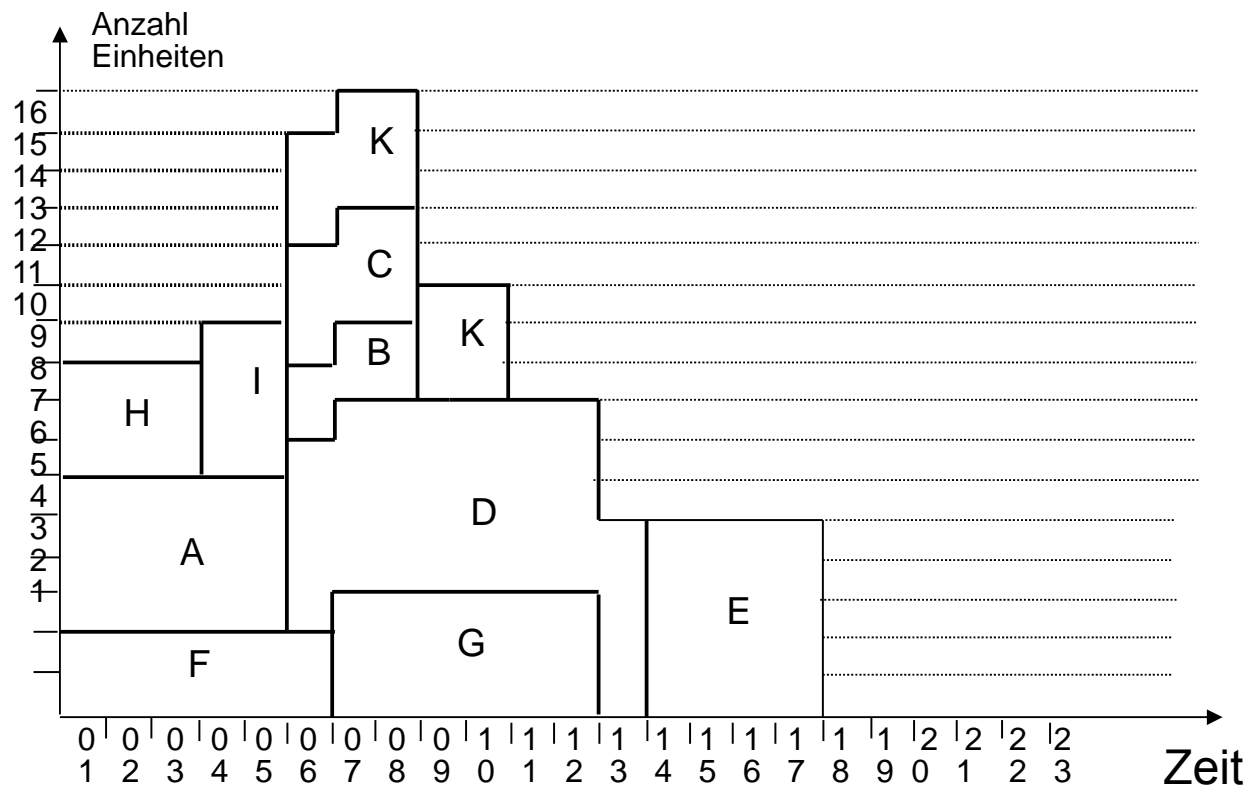
- ▶ Aktivitäten werden zum frühest möglichen Zeitpunkt angeordnet (frühe Allokation)



Beispiel: Einsatzmittel- Auslastungsdiagramm der frühesten Lage

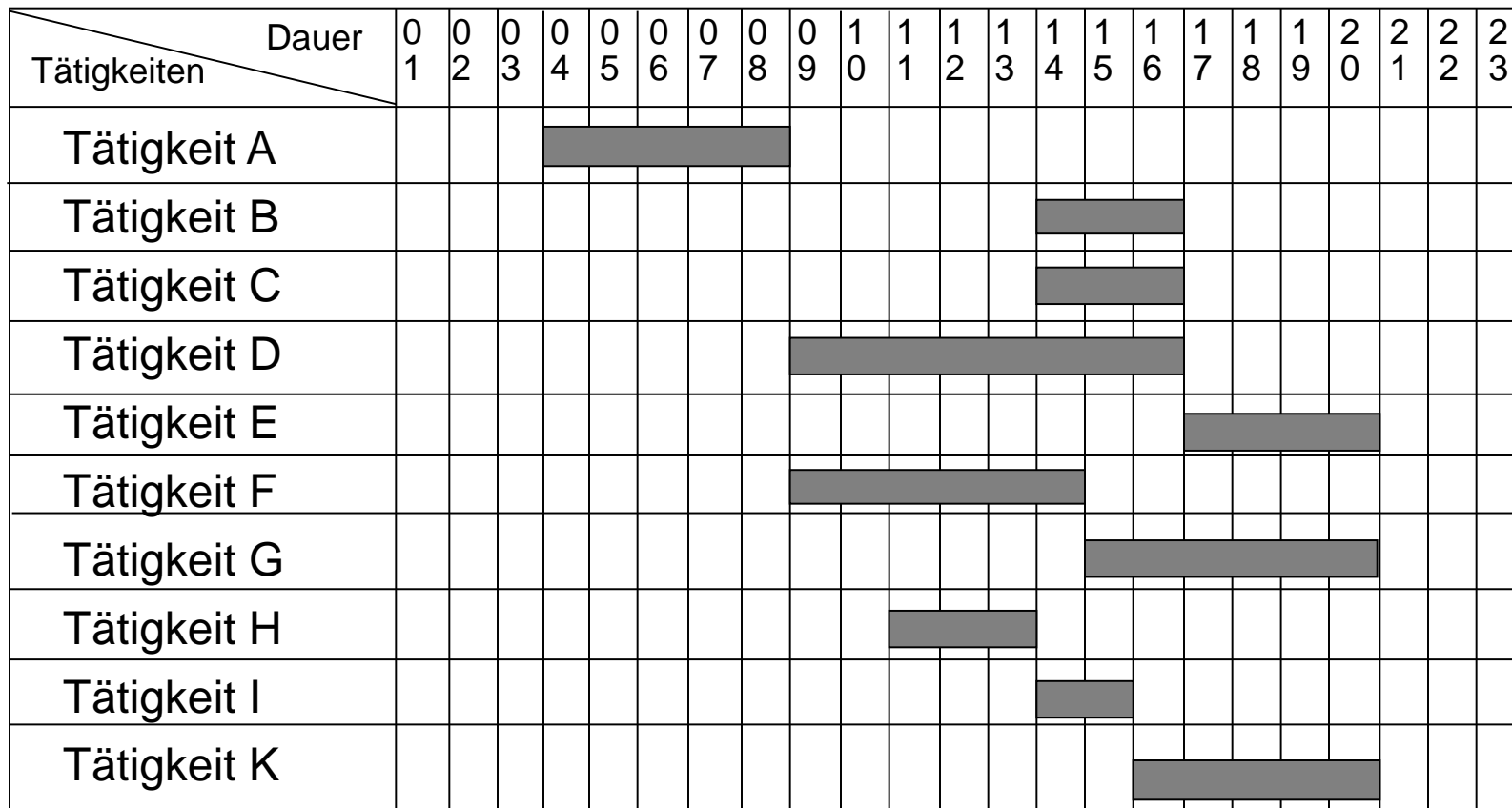
33

- ▶ ordnet die Einheiten der Ressourcen (Einsatzmittel) über der Zeit an
 - wird aus dem Balkendiagramm entwickelt

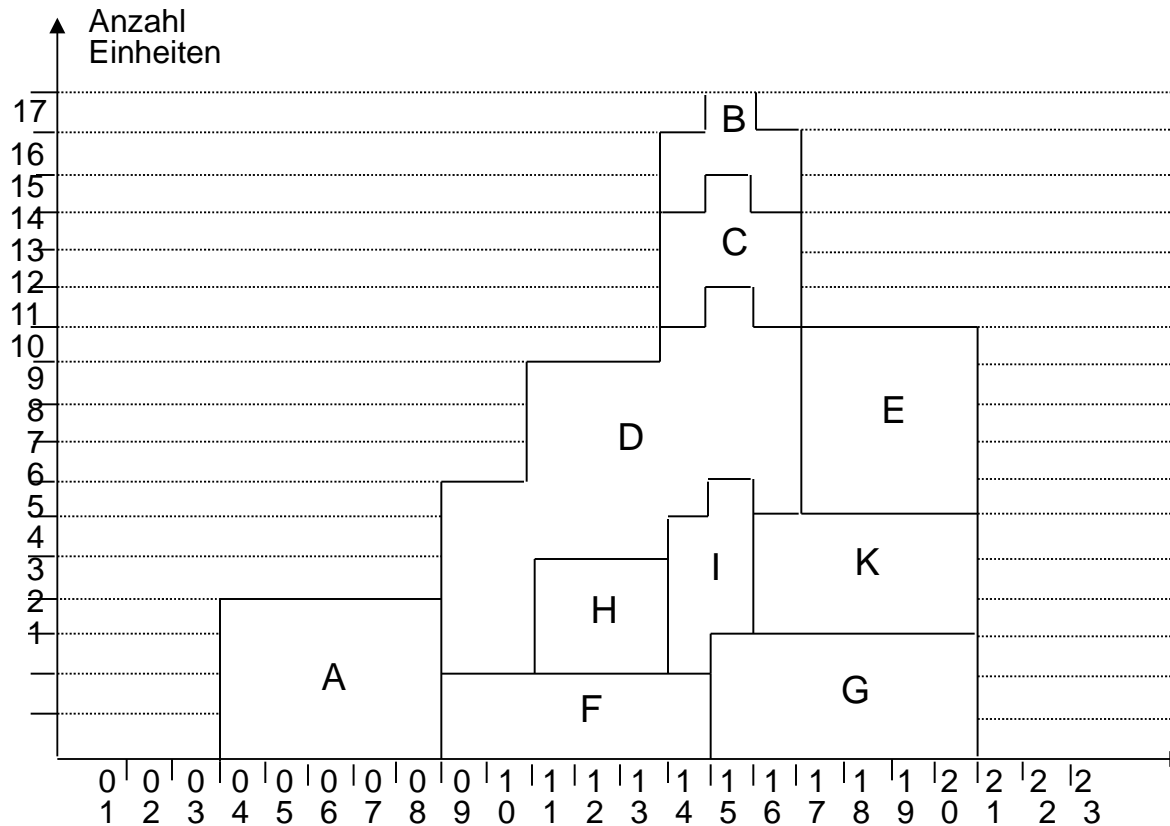


Beispiel Balkendiagramm der spätesten Lage

Laut Aussage der Projektleitung lässt sich das früheste Ende, entspricht dem spätesten Abschluss, des Projekts auf den Zeitpunkt 20 = SE_E+3 ZE verlegen



Beispiel: Einsatzmittel- Auslastungsdiagramm der spätesten Lage



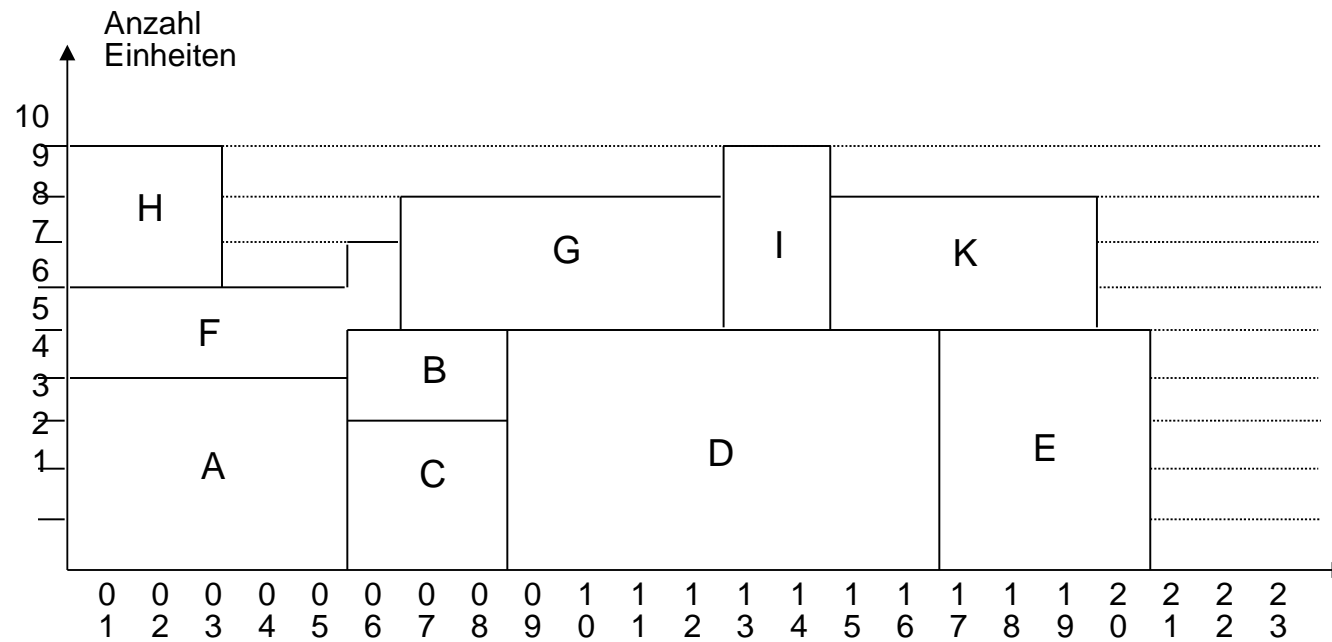
Quelle: [Jenny, S. 348]

Regeln zur Bedarfsglättung bzw. Optimierung

- ▶ Die **Bedarfsglättung** nutzt die Pufferzeiten zwischen der spätesten und frühesten Lage
 - zeitliches Verschieben der Vorgänge innerhalb der verfügbaren Pufferzeiten,
 - so dass Extremwerte der Einsatzmittel abgeschwächt oder beseitigt werden
- ▶ Anwendung von **Prioritätsregeln** zum Ausgleich für
 - Aktivitäten, die unterbrochen werden dürfen: Aufteilen von solchen führt zur Flexibilisierung
 - Aktivitäten, die nicht unterbrochen werden dürfen
 - Aktivitäten, für die überschüssige Ressourcen zur Verfügung stehen
 - Intensität je Aktivität und Ressource
 - Variationsmöglichkeiten der Intensitäten
 - Wartezeiten für den Ressourceneinsatz in der Aktivität
- ▶ Bedarfsglättung wird auch im **Multiprojektmanagement** angewendet
 - Einzelne Projekte eines Portfolios können früheste oder späteste Lage nutzen, um Rabatte oder Boni zu zielen

Beispiel: Bedarfsglättung der Einsatzmittel

Annähernd optimale Auslastung der benötigten Einsatzmittel



Quelle: [Jenny, S.348]

Ressourcenplanung mit MS Project

Microsoft Project - Beispiel

Frage hier eingeben

Ohne Gruppe

Vorgänge Ressourcen Überwachen Berichten Nächste Schritte und zugehörige Aktivitäten

Vorgänge		Vorgangsname	Arbeit	Einzelheiten	01. Dez '03							
					D	F	S	S	M	D	M	D
<p>Sie können die Projektvorgänge planen und Termine festlegen, indem Sie unten auf eine Verknüpfungen klicken. Auf diese Weise werden Tools und Anleitungen zum Abschließen des jeweiligen Schrittes angezeigt.</p> <p>Definieren des Projekts</p> <p>Definieren der allgemeinen Arbeitszeiten</p> <p>Auflisten der Vorgänge im Projekt</p> <p>Organisieren von Vorgängen in Phasen</p> <p>Berechnen von Vorgängen</p> <p>Verknüpfen mit oder Anfügen von weiteren Vorgangsinformationen</p> <p>Hinzufügen von Spalten mit benutzerdefinierten Informationen</p> <p>Festlegen von Vorgängen mit Stichtagen und Einschränkungen</p>	1	A	40 Std.	Arbeit	8h	8h			8h	8h	8h	
		Projektleiter	40 Std.	Arbeit	8h	8h			8h	8h	8h	
	2	B	24 Std.	Arbeit								8h
		Projektleiter	24 Std.	Arbeit								8h
	3	C	24 Std.	Arbeit								8h
		Systemanalytiker	24 Std.	Arbeit								8h
	4	D	64 Std.	Arbeit								8h
		Programmierer	64 Std.	Arbeit								8h
	5	E	32 Std.	Arbeit								
		Tester	32 Std.	Arbeit								
6	F	48 Std.	Arbeit	8h	8h			8h	8h	8h	8h	
	Systemanalytiker	48 Std.	Arbeit	8h	8h			8h	8h	8h	8h	
7	G	48 Std.	Arbeit									
	Tester	48 Std.	Arbeit									
8	H	24 Std.	Arbeit	8h	8h			8h				
	Projektleiter	24 Std.	Arbeit	8h	8h			8h				
9	I	16 Std.	Arbeit						8h	8h		
	Programmierer	16 Std.	Arbeit						8h	8h		
10	K	40 Std.	Arbeit								8h	
	Tester	40 Std.	Arbeit								8h	

Vorgang: Einsatz



16.6 Kostenplanung

39

Kosten- und Finanzplanung

- ▶ Mit der **Kostenplanung** wird der kostenmäßige Niederschlag aller vorangegangenen Planungsschritte, insbesondere für die Personal- und Sachmittelplanung, erbracht
- ▶ Es ist zu unterscheiden zwischen
 - **Einzelkosten**, die direkt dem Projekt zuordnenbar sind
 - **Gemeinkosten**, die nicht direkt zuordenbar sind und über Zuschläge ermittelt werden
 - Weitere Kostenartengliederungen
 - **einmalige** und **laufende** Projektkosten
 - **Fixkosten** vs **veränderliche** Kosten
- ▶ Eine **Finanzplanung** lässt sich durch Verbinden des Kostenplans mit dem Terminplan durchführen
 - Ausgehend von den Terminen wird ermittelt, welche Kosten zu diesen Zeitpunkten anfallen
 - Damit wird Budgetierung und Finanzmittelbereitstellung für das Projekt gesteuert

Quelle: [Mayr,H.]



Projektkosten

Die Planung der **Projektkosten** beinhaltet die Ermittlung und Zuordnung der voraussichtlichen Kosten für die Arbeitspakete unter Berücksichtigung der vorhandenen Einflussgrößen und der vorgegebenen Projektziele.

Projektkostenarten, gegliedert nach einmaligen und wiederkehrenden Kosten:

- **einmalige (fixe) Projektkosten** sind:
 - Personalkosten der Projektmitarbeiter (Ausbildungen, Honorare)
 - Hardwarekosten (Anschaffungen, Installationen)
 - Materialkosten (Datenträger, Maschinenzubehör)
 - Softwarekosten (Anschaffungen von Entwicklersoftware)
 - Infrastrukturkosten (Gebäude, Schulungsräume)
- weitgehendst **wiederkehrende (variable) Projektkosten** sind:
 - **laufende Personalkosten** (Lohn, Lohnnebenkosten)
 - **Reisen** (wichtig für Dresdner Unternehmen, da Kunden oft nicht in Dresden)
 - Unterhaltungskosten (Leasing, Energiekosten, Instandhaltung, Umlagen)
 - Kommunikationskosten (Konvertierung, Datenleitungen, Telefon, Internet)
 - Externe Dienstleistungen (Unteraufträge, Service, ext. Projektmitarbeiter)
 - Infrastruktur (Miete, Versicherung, Abschreibung, Zinsen, Putzdienste)

Kostenkategorien in europäischen Projekten

42

- ▶ Labor (Person cost): around 80%
- ▶ Travel and Subsistence: meeting people, customers, suppliers, stakeholders
- ▶ Durable Equipment: computers, printers, disks, etc.
- ▶ Consumables: paper, telephone, public relation material, ..
- ▶ Intellectual Property Rights (IPR): patents, trademarks...
- ▶ Subcontracting
- ▶ Other cost
- ▶ Overhead (Gemeinkosten)

Projektkostenanfall zum Zeitpunkt X

Der **Projektkostenanfall** umfasst alle Kosten, die zur Erzielung eines bestimmten Arbeitsergebnisses für ein Projekt entstehen. Sie werden einem Vorgang oder Arbeitspaket und einem bestimmten *Zeitraum* oder *Zeitpunkt* zugeordnet.

- ▶ Für jede Projektkostenschätzung muss das **optimale Verhältnis von Kosten und Zeit** gefunden werden
 - Mit unterschiedlichen Mengen von Mitteln (Ressourcen, Geld, ...) versucht man, den idealen Kosten-/Nutzen-Punkt zu ermitteln
- ▶ Die Kostenschätzung sollte differenziert erfolgen nach
 - Kostenarten, Einzel- und Gemeinkosten, fixen und variablen Kosten
 - Basisbudget und Zusatzzuführungen
- ▶ Der PL muss entscheiden,
 - Arbeitspakete mit größeren Einsatzmitteleinheiten zu verkürzen
 - Verzögerung/Verlängerung der Arbeitspaketzeit
- Die Projektkosten sollen dabei nur solange abnehmen, bis die beste Auslastung (Personal oder Finanzbedarf) erreicht ist

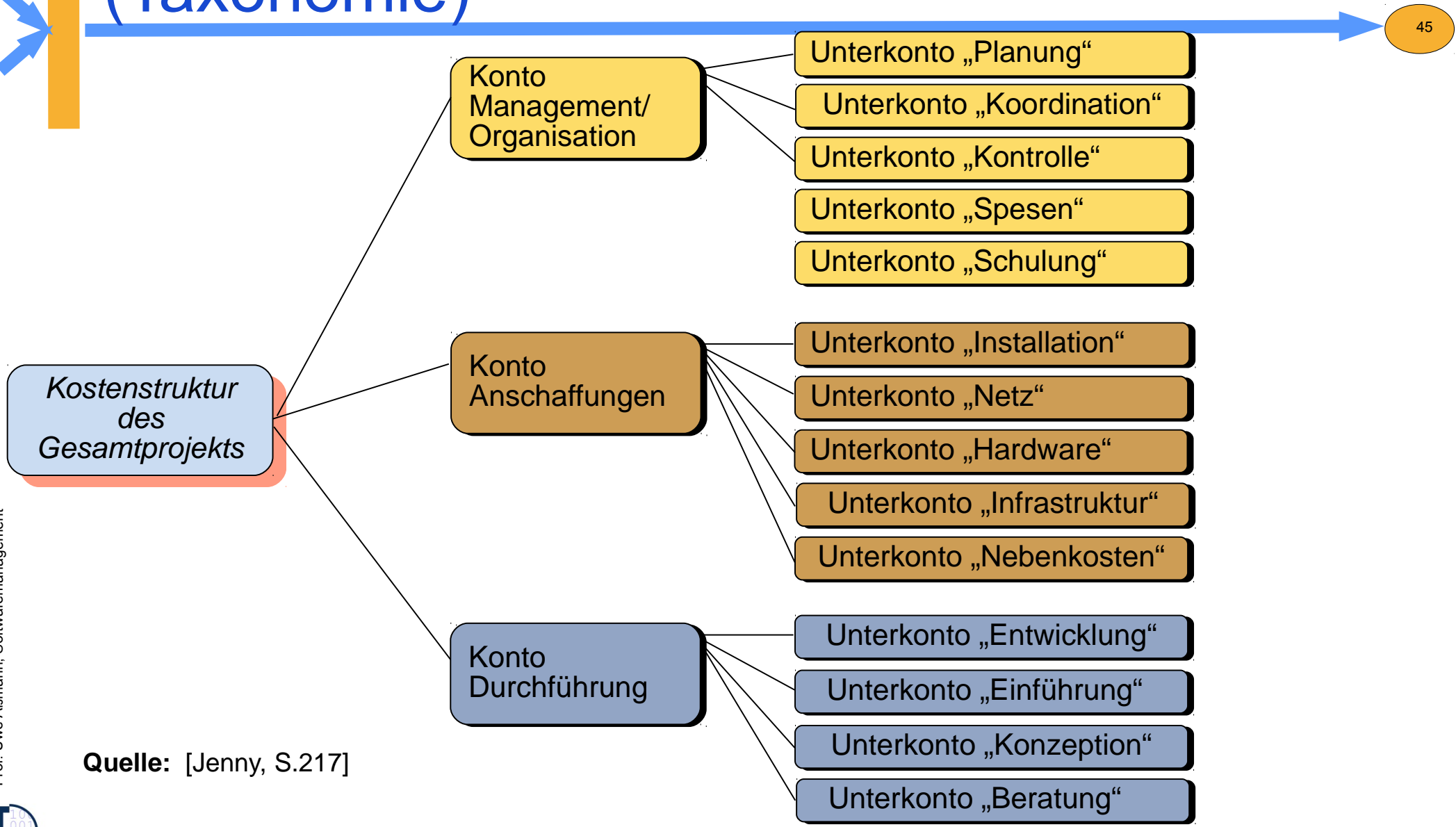
Kostenstrukturplan

Der **Kostenstrukturplan** ist eine Taxonomie (Begriffshierarchie) der in einem Projekt anfallenden Kostenarten.

- ▶ Ziel ist die transparente Aufteilung der Kosten des Projektes, wobei die Kosten nach Kostenarten unterschieden werden, die auf separate Konten und Unterkonten verbucht werden können.
- ▶ Die Gliederung kann nach unterschiedlichen Gesichtspunkten erfolgen, z. B.:
 - Unternehmensinterne Kostenstruktur
 - Auswertungswünsche und Informationsstrukturen für das Management

Quelle: [Jenny]

Beispiel eines Kostenstrukturplans (Taxonomie)



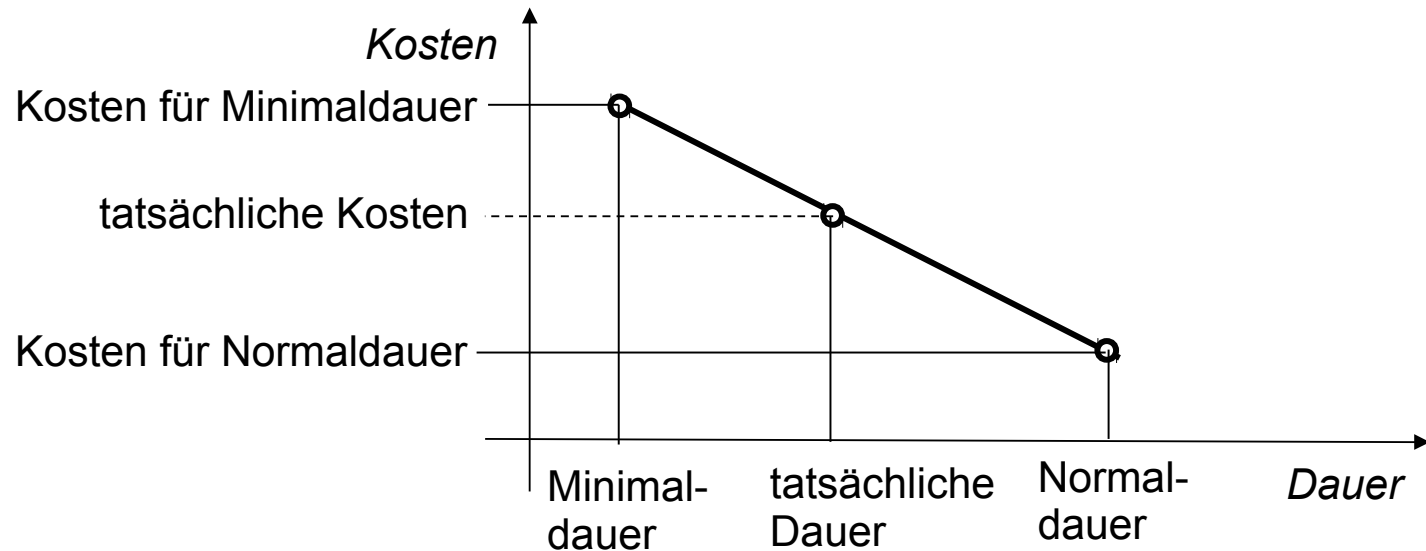
Quelle: [Jenny, S.217]



Abhängigkeit der Kosten von Dauern von Aktivitäten

46

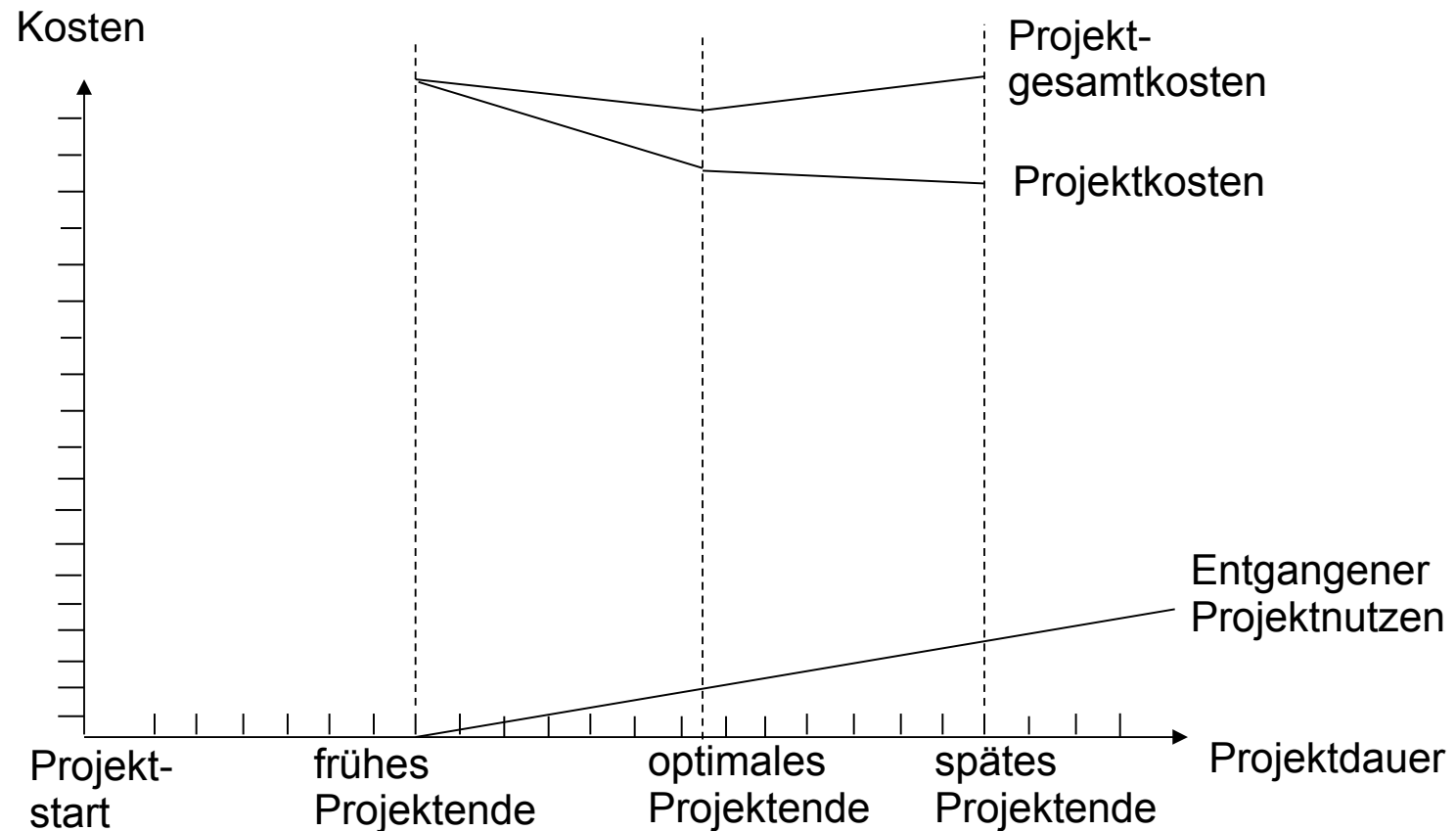
- ▶ Für die Abhängigkeit der Kosten von der Dauer einer Aktivität lässt sich in der Regel folgende Kostenfunktion angeben („je schneller fertig, desto teurer“):



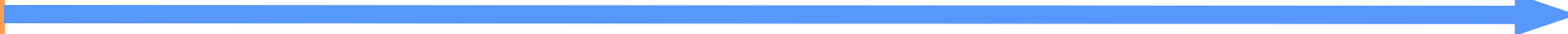
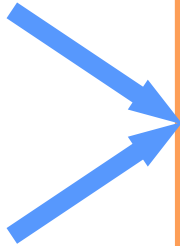
- ▶ In der Regel liegt das Kostenminimum bei der Normaldauer, weil eine Verlängerung der Aktivitätsdauer in meistens zu einem Ansteigen der Gesamtkosten führt.
- ▶ Der tatsächliche Verlauf der Kostenfunktionen für alle Arbeitspakete bildet dann die Grundlage zur Projektkostenberechnung bzw. eventuell zur Optimierung.

Projektkostenverlauf zwischen frühem und spätem Ende

- ▶ Projektkosten steigen bei früherem Ende, fallen bei normalem Ende
- ▶ Allerdings entgeht der Firma Projektnutzen (widerstreitend)

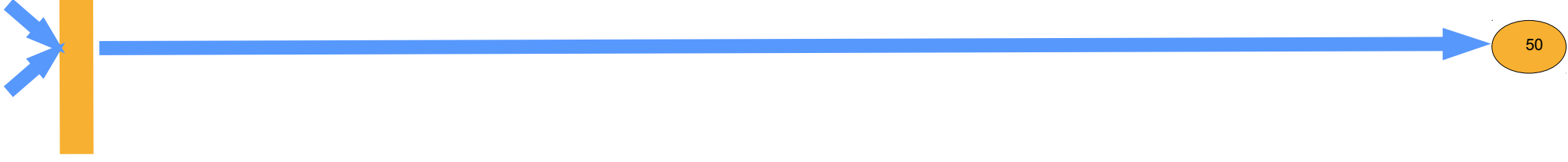


16.7 Preisbildung



- ▶ Preise sollten enthalten
 - Kostendeckung
 - Steuern
 - Rücklagenbildung für Risikoabsicherung
 - Gewinn-Margen. Eine Gewinn-Marge über 10% sollte auf jeden Fall angestrebt werden, 20% ist sehr gut
- ▶ Preise sollten mit dem Kunden resultatorientiert ausgearbeitet werden
 - in der Problemwelt des Kunden, NICHT in der PBS oder WBS
 - “Outcome-driven innovation”
 - “Result-driven pricing”/“Value-driven pricing”
 - “Pain-driven pricing”
- ▶ Preisbildung nach Projektstrukturplan (Netzplanstruktur) ist weithin üblich, wird aber von Kunden nicht verstanden
- ▶ Preise sind abhängig vom **Pain des Kunden**, der **Größe des Marktes**, der **Alleinstellung auf dem Markt** u.v.m.

The End



Bewertung der Netzplandiagrammart

- ▶ Auch die verschiedenen Netzplandarstellungen sind ineinander überführbar und sollten ggf. gewechselt werden (round-trip)
- ▶ **Vorgangsknotennetz:**
 - **Vorteil:** Mit Aktivitäten als Knoten Darstellung beliebiger Strukturen möglich
 - **Nachteil:** Zuordnung Aktivitätsdauern zu Knoten kann unanschaulich wirken; Ereignisse sind nicht klar erkennbar
- ▶ **Vorgangspfeilnetz:**
 - **Vorteile:** Zeitdauern den Pfeilen zugeordnet
 - wirkt sehr anschaulich, älteste und übersichtlichste Art der Darstellung vernetzter Zeitabhängigkeiten
 - **Nachteil:** Manchmal müssen Scheintätigkeiten eingeführt werden, um zusätzliche Abhängigkeiten zwischen Tätigkeiten (oder Ereignissen) ausdrücken zu können
- ▶ **Ereignisknotennetz:**
 - **Vorteil:** Jedes Ereignis wird bzgl. seines Termins geschätzt (z.B. durch Dreipunktschätzung). Einsatz für erstmalig durchzuführende, große Projekte
 - **Nachteil:** Durch die Berechnung der wahrscheinlichen Dauern höherer Aufwand