

16. Projektplanung

16b. Terminplanung (Netzplantechnik)

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät Informatik
Technische Universität Dresden
[http://st.inf.tu-
dresden.de/teaching/swm](http://st.inf.tu-dresden.de/teaching/swm)
2016-0.3, 02/06/16

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, schliefen 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 Banken Krisen im 20. Jhdt geführt (inkl, der Inflation von 1922/23)
 - und den Nationalsozialismus in Deutschland entscheidend gefördert

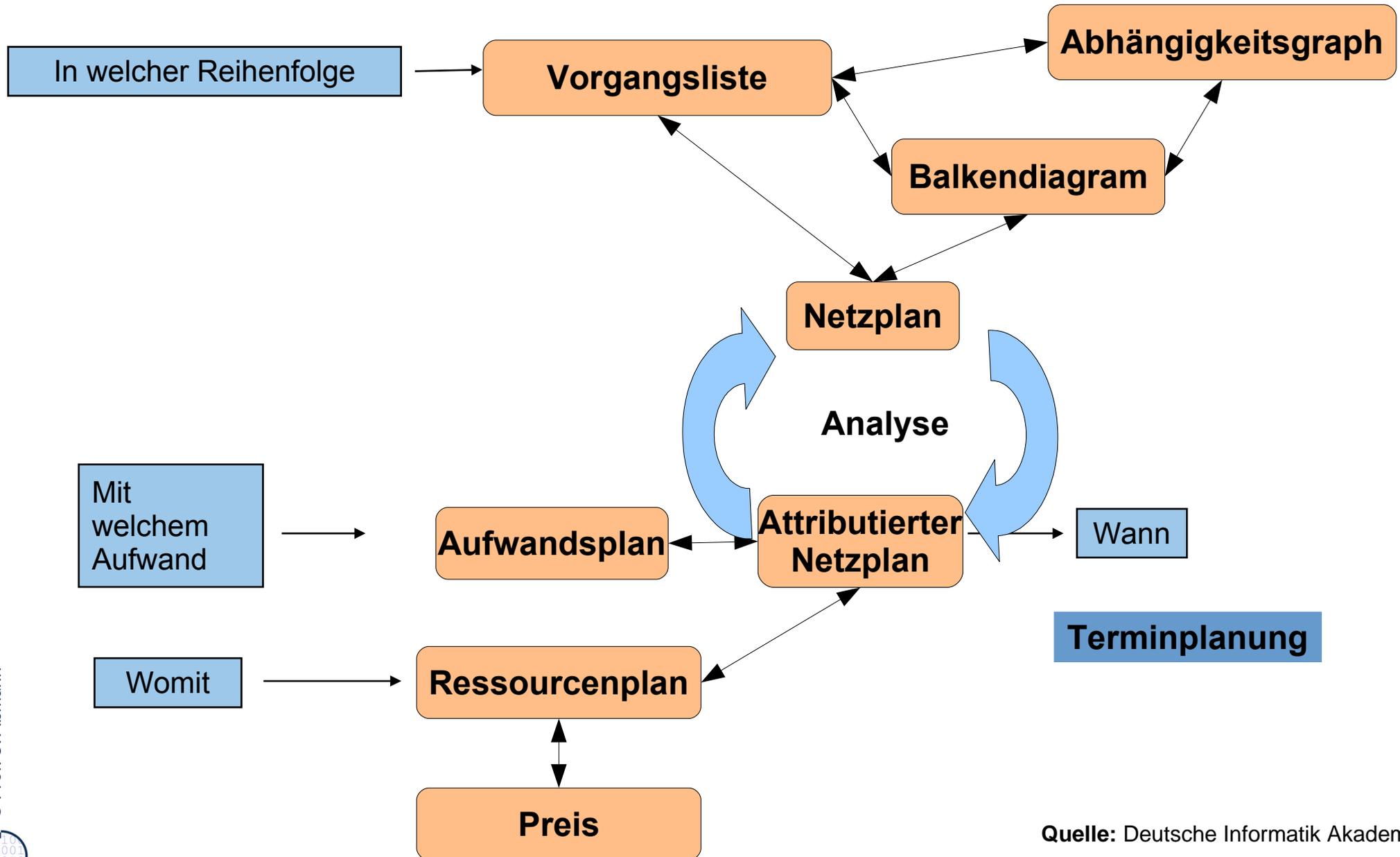
Aussagen der Terminplanung und Netzplantechnik

- ▶ 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**)

Probleme bei der Terminplanung

- ▶ **Realistische Schätzung schwierig**
 - Bitte immer 3-Punkt-Schätzung zusätzlich verwenden!
 - Experten wissen alles besser
- ▶ Zeitdruck vom Management
- ▶ Einflüsse von außen
 - Unvorhergesehene Ereignisse: Katastrophe, Krankheit Mitarbeiter, ..
 - “Conformance” (gesetzl. Regelungen)
 - Änderungswünsche der Kunden
 - Eine Änderung führt zu vielen weiteren Änderungen
 - Änderungen müssen aktualisiert und kommuniziert werden

Planungsablauf



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

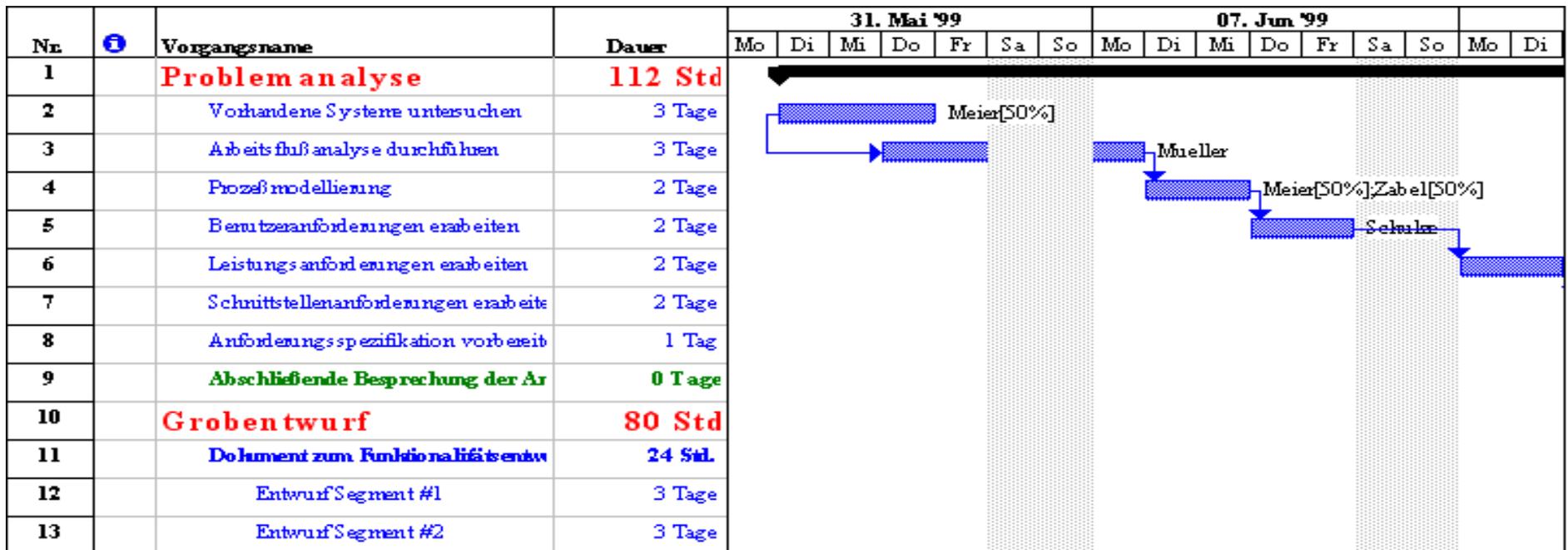
Quelle: [12 Zuser]

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	Grobentwurf	80 Std	Mo 21.06.99	#####	1	
11	Dokument zum Funktionsentw	24 Std.	Mo 21.06.99	Mi 23.06.99		
12	Entwurf Segment #1	3 Tage	Mo 21.06.99	Mi 23.06.99		
13	Entwurf Segment #2	3 Tage	Mo 21.06.99	Mi 23.06.99		

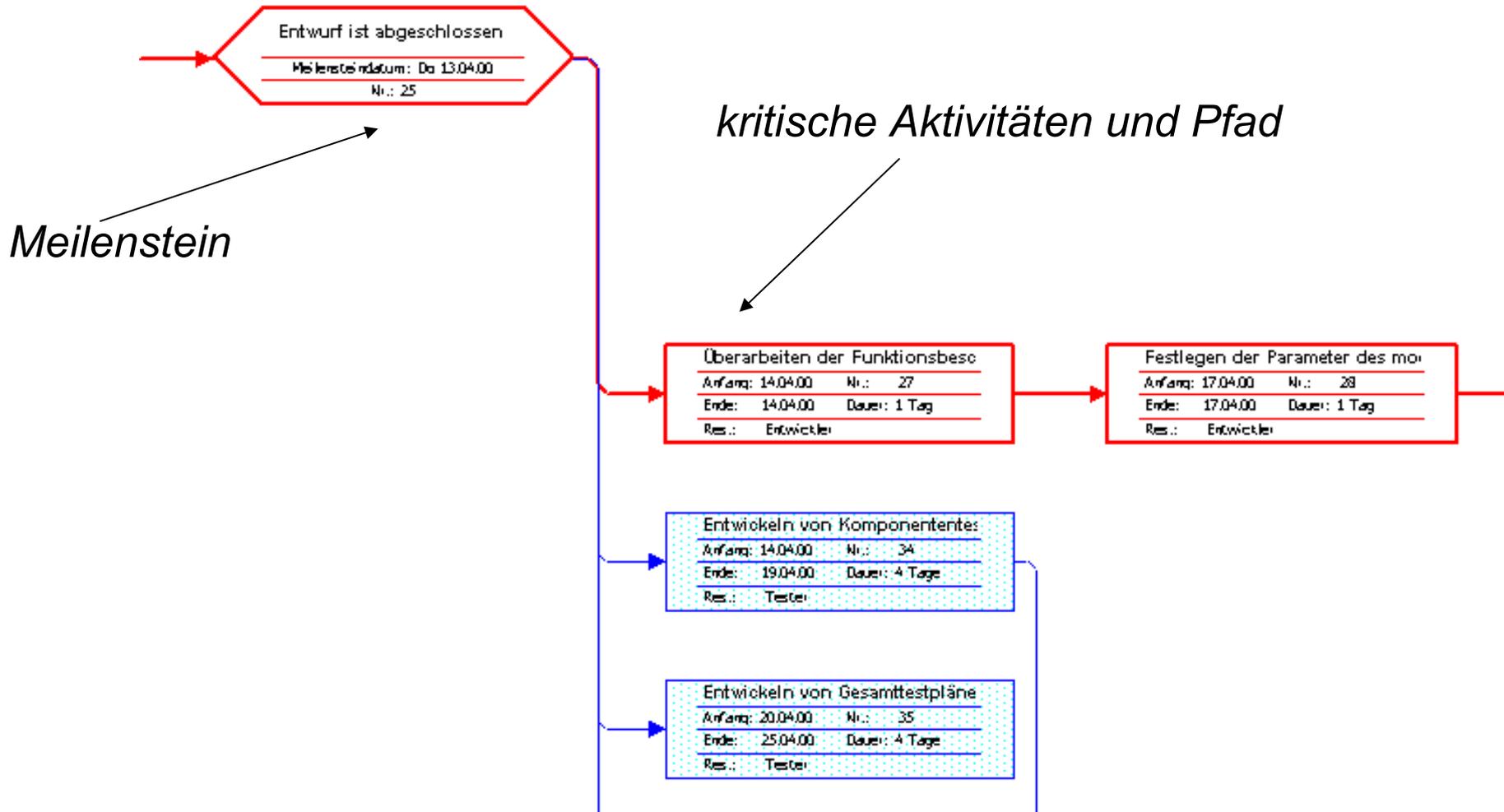
Balken-Diagramm:



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
 - Kosten

Beispiel: Excerpt vom Netzplan



Round-Trip von Vorgangsliste, Balkendiagramm und Netzplan

- ▶ 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 Diagrammartentypen 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.

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 gesamter Puffer (maximale Pufferzeit)

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

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

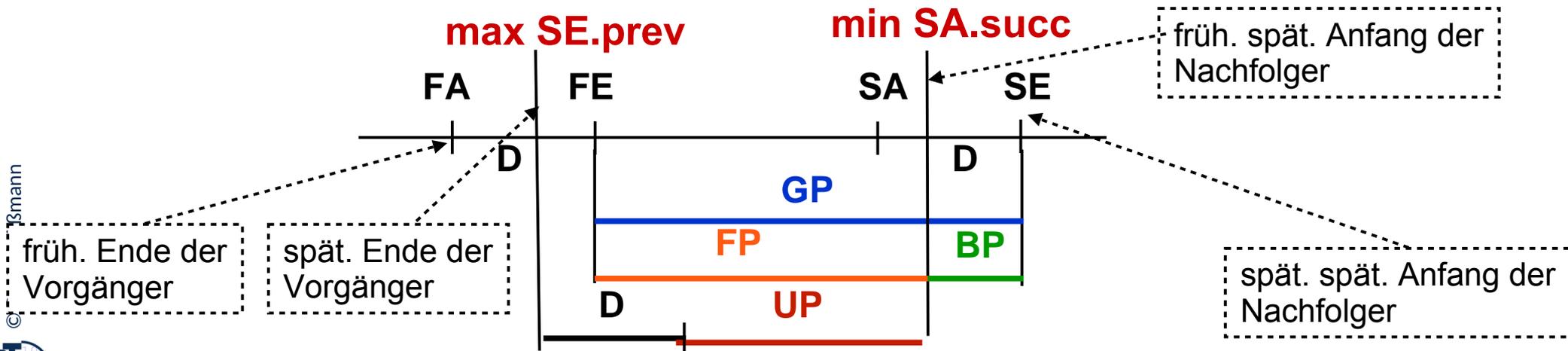
BP bedingte Pufferzeit, nicht alle Nachf. können frühest starten (ggf. Verzögerung!)

$$BP = GP - FP$$

UP unabhängige Pufferzeit, in der Aktivität mit der Dauer **D** verschoben werden kann, ohne andere zu beeinflussen (wichtigst!)

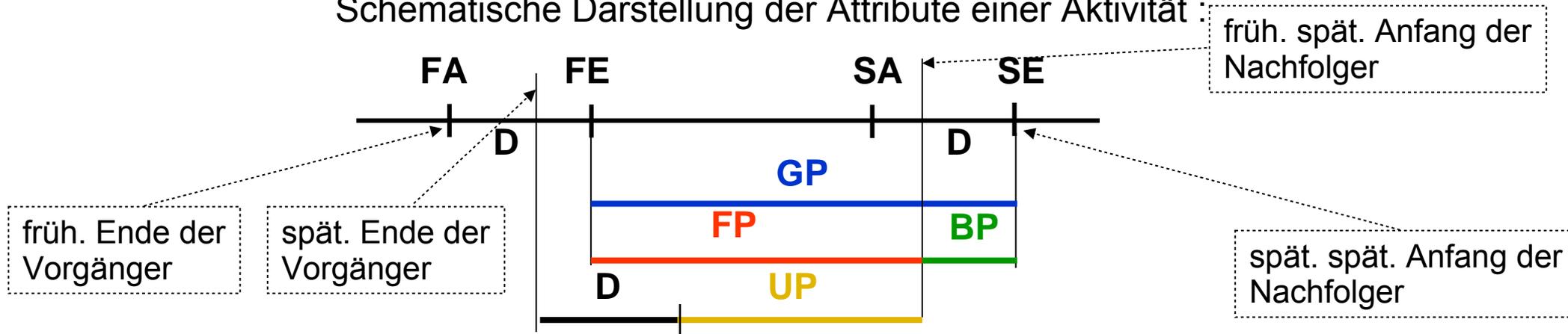
Kritische Vorgänge mit $FA=SA$ oder $FE=SE$
verschieben die Projektdauer

$$UP = \max FE_{prev} - \min SA_{succ} - D$$



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 [?] [X]

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:

Anfang

Name	Nr.	Dauer
Anfang		
Abweichung Dauer		
Abweichung Ende		
Abweichung Kosten		
Aktualisierung erforderlich		
Aktuelle Arbeit		
Aktuelle Dauer		
Aktuelle Kosten		
Aktuelle Überstundenar		
Aktuelle Überstundenko		

pt, Standard Maximale Textlänge:

Beschriftung in Zelle anzeigen:

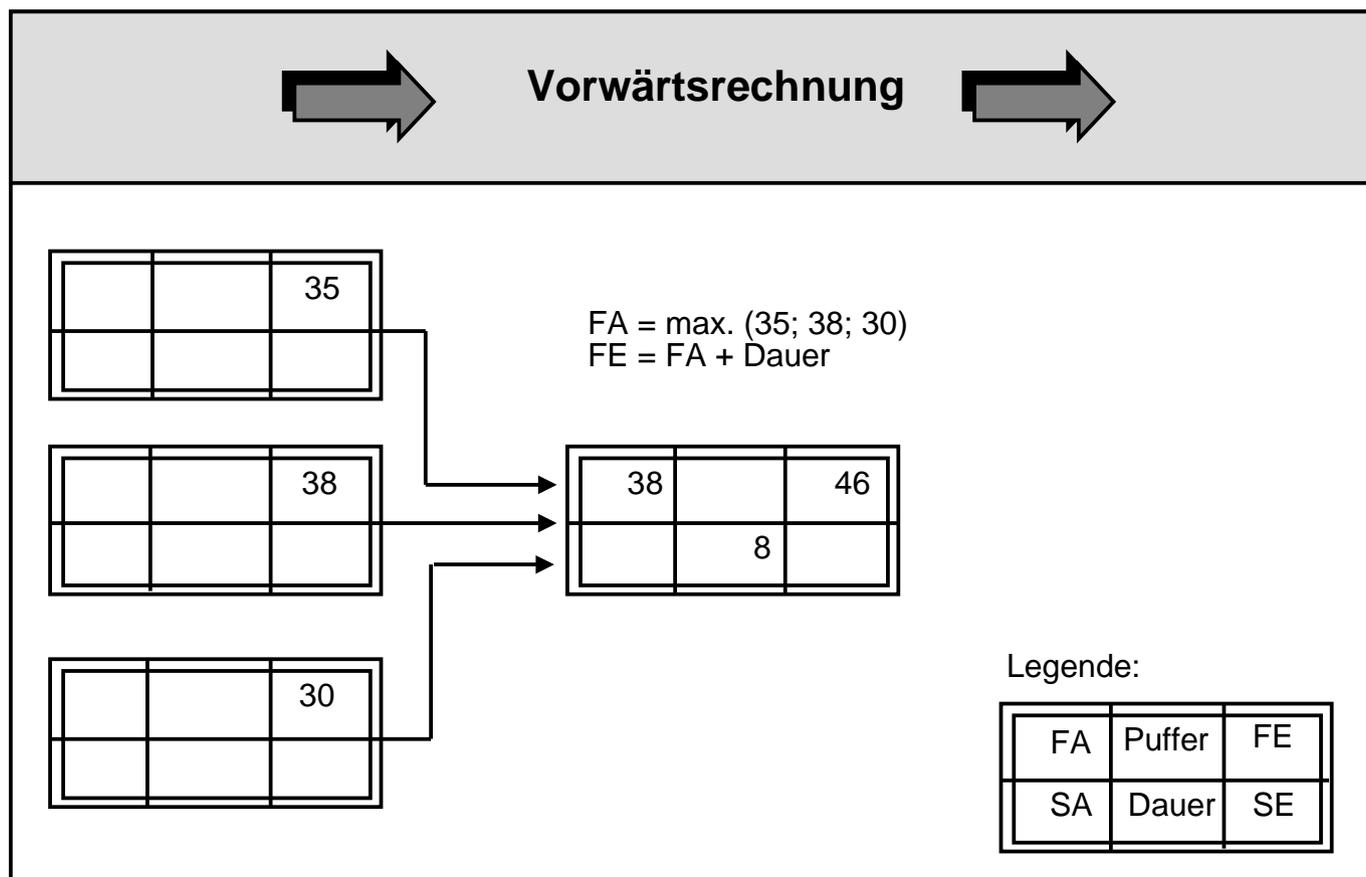
 Datumformat:

(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

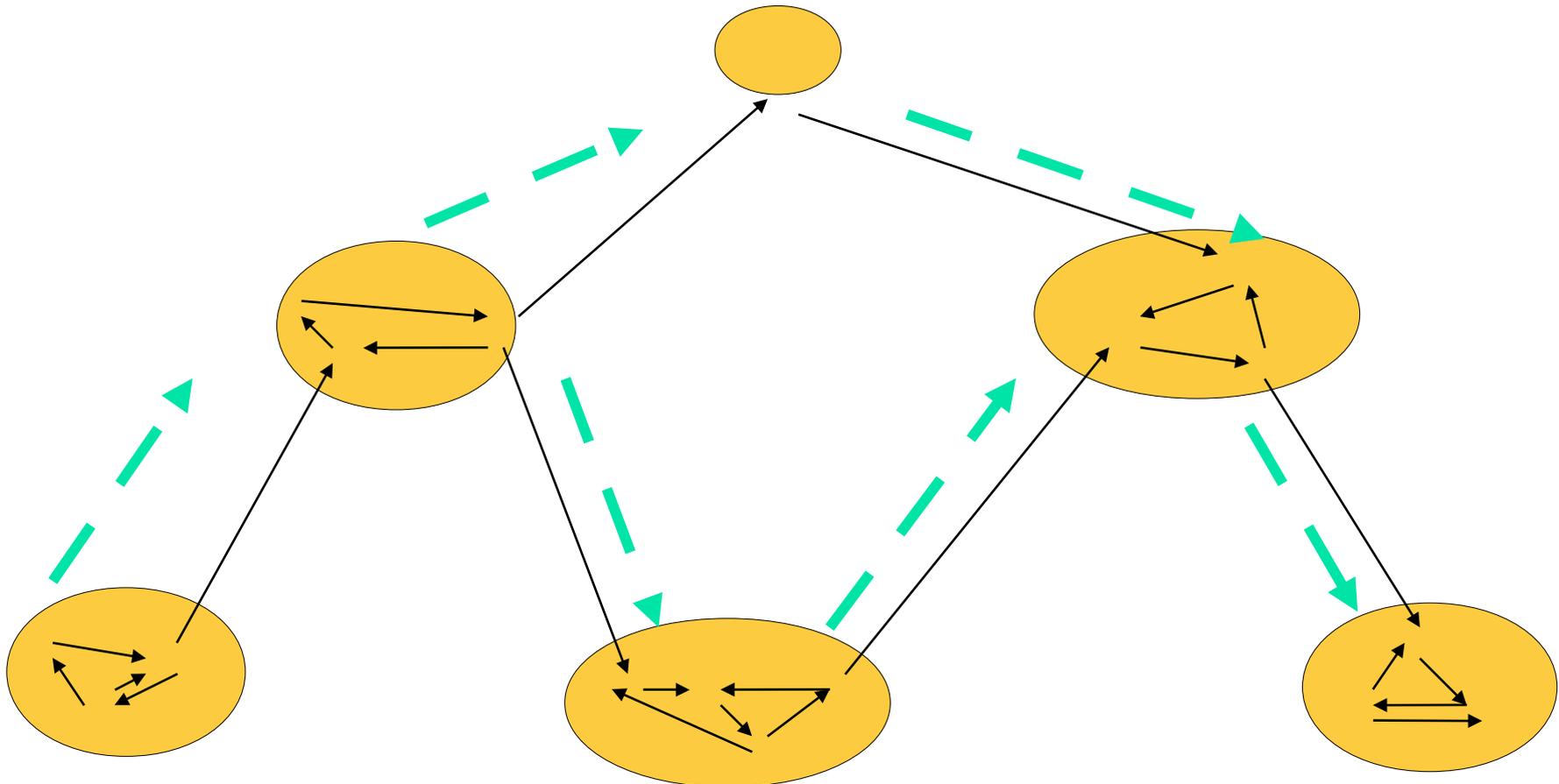
- ▶ I.A. ist der Netzplan azyklisch bzw. abrollbar (Schleifen benötigen feste Obergrenzen, damit man sie abrollen kann)
- ▶ Damit kann man auf dem Netzplan *Wellenfront-Algorithmen* ablaufen lassen, die Attribute aufsammeln und Attributanalysen durchführen (siehe Vorlesung ST-II)
- ▶ Die Vorwärtsrechnung 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
 - $FA = \max (FE.prev)$
 - $FE = FA + D$



- 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

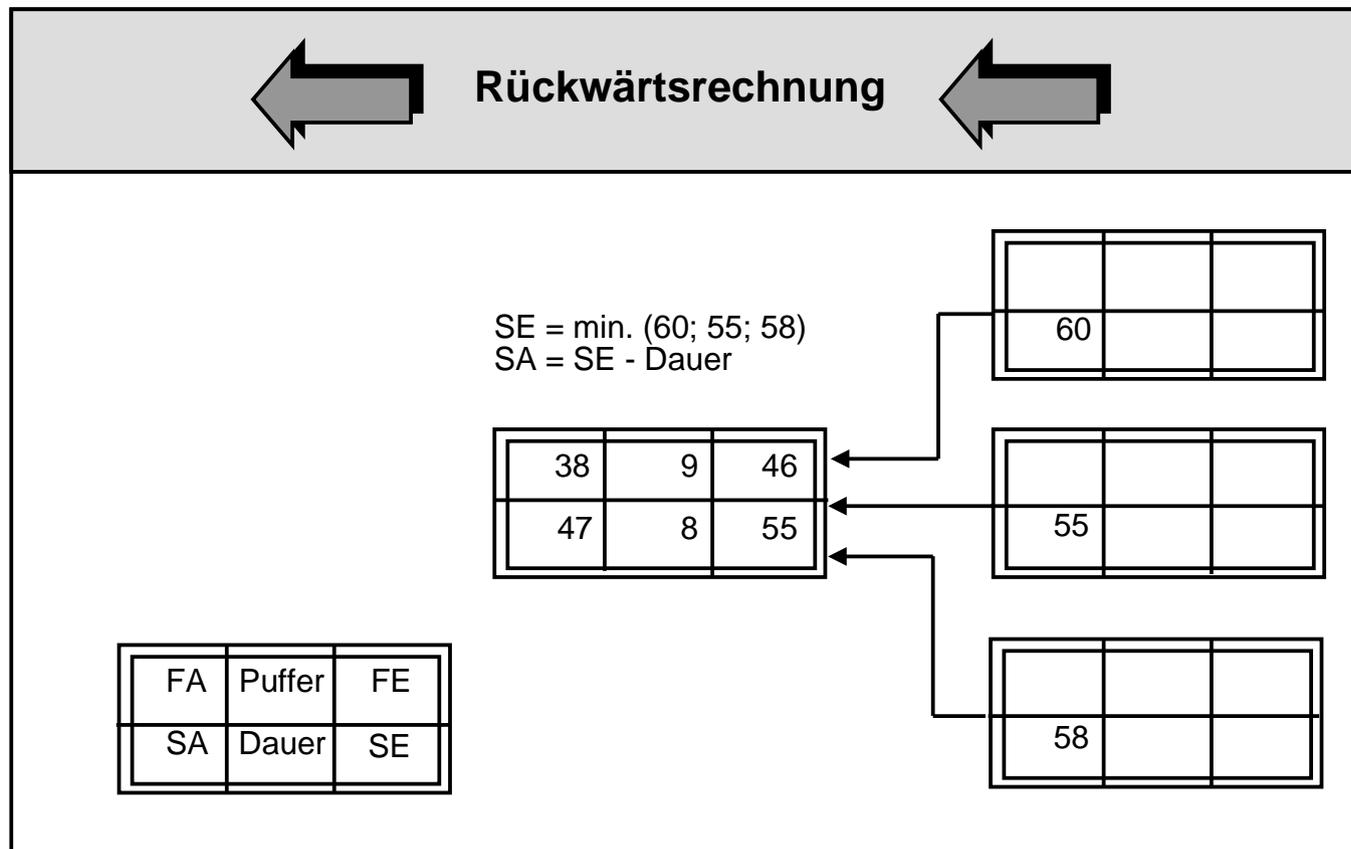
from Course ST-2

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]

- ▶ **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.	Projekt tätigkeit 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	G					
F	Arbeitspaket 06					6	F						
G	Arbeitspaket 07					6		I					
H	Arbeitspaket 08					3	H	K					
I	Arbeitspaket 09					2	I						
K	Arbeitspaket 10					5							

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.	Arbeitspaket (Tätigkeit)	Vorgangzeitpunkte				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
 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

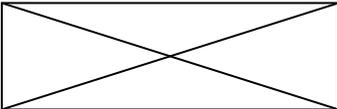
MA = Personal (Mitarbeiter/Mitarbeiterin)
 SM = Sachmittel (pro Vorgang)

Quelle: [Jenny, S. 340]

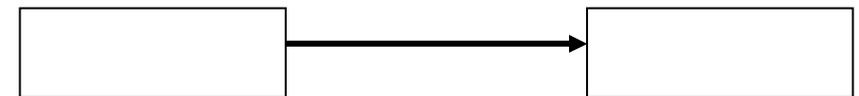


Netzplan – Zustände und Anordnungsbeziehungen

Zustände 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)



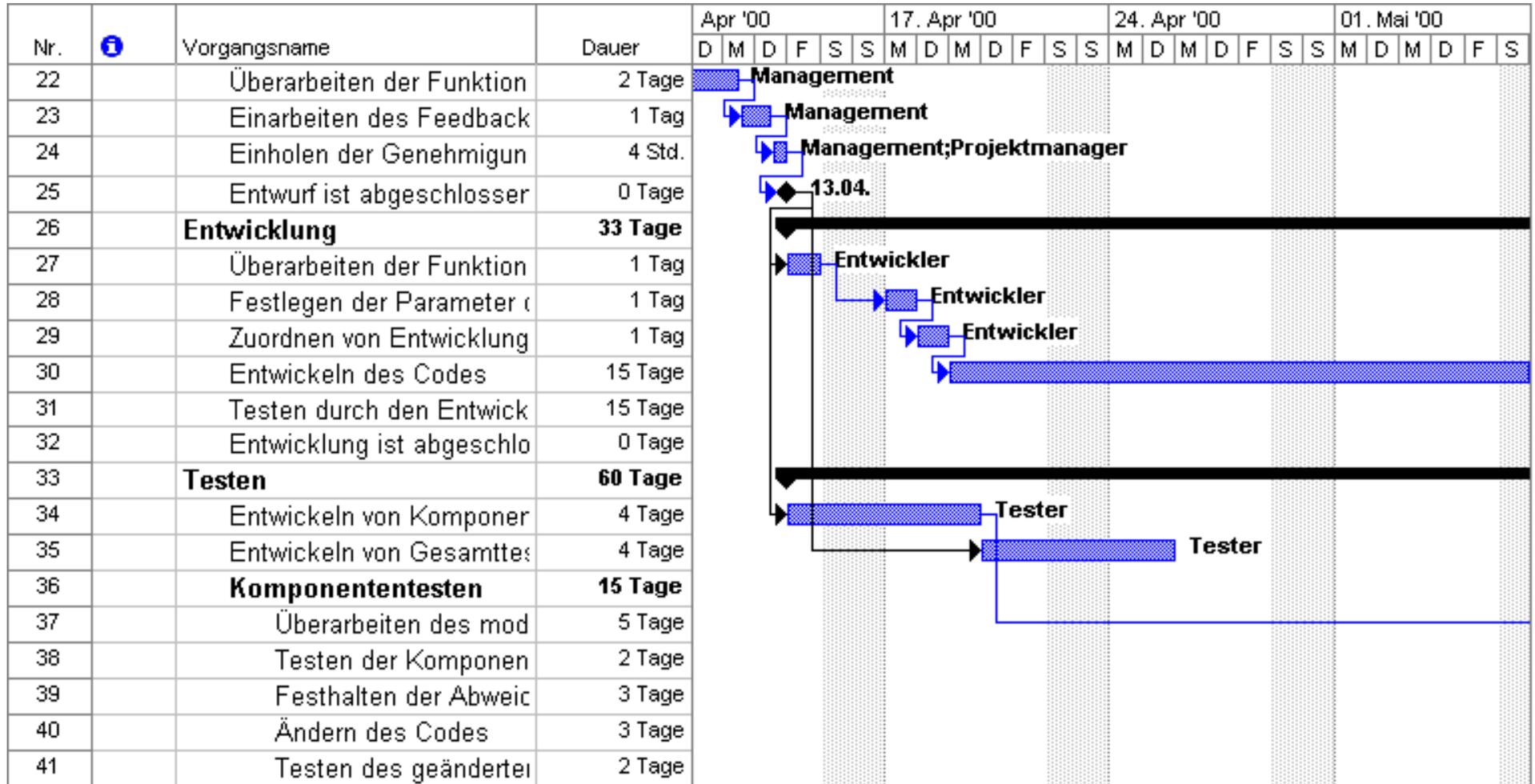
Ende - Ende (Endfolge)



Anfang - Ende (Sprungfolge)

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

Beispiel Balkendiagramm mit verschiedenen Anordnungsbeziehungen in MS Project



- ▶ Besondere Aufmerksamkeit gehört dem kritischen Pfad
 - **frühzeitig mehr Ressourcen** einsetzen, um Termine zu halten
 - **Aufsplittung von Aktivitäten** auf dem kritischen Pfad, um mehr Spielraum zu erhalten
 - **Risikomanagement** involvieren
 - 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

Planung der Einsatzmittel

- ▶ Die Ressourcenplanung lässt sich unterteilen in:
- ▶ **Personalplanung**  Personalressourcenplan
 - **Personalaufwand** in Anzahl von Personen, z.B. 2 Analytiker
 - **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
 - **Rechnerbelegungszeit** als Betriebsmittel, z.B. 80 Std.
- ▶ Die Ergebnisse der Planung werden in ein **Einsatzmittel-Auslastungsdiagramm** gezeichnet.

Beispiel Vorgangsliste (3) mit Personalbedarf

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

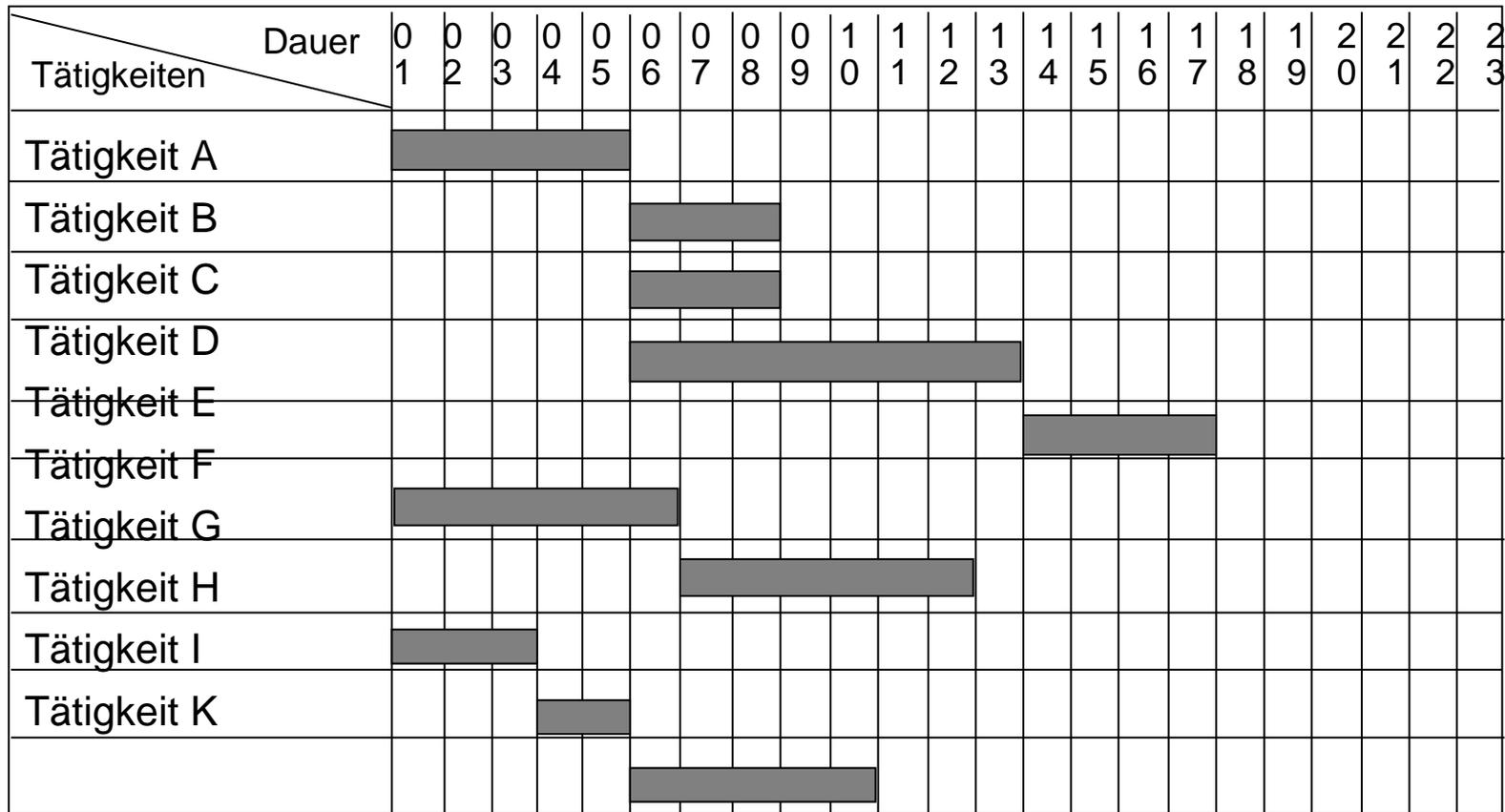
Nr.	Projekt tätigkeit Arbeitspaket (Tätigkeit)	Vorgangszeitpunkte				Vorgang Dauer	Direkter Vorläufer	direkter Nachfolger	Pufferzeiten				Bedarf	
		FA	SA	FE	SE				GP	FP	BP	UP	MA	SM
A	Arbeitspaket 01	0	0	5	5	5		B,C,D	0	0	0	0	4	
B	Arbeitspaket 02	5	10	8	13	3	A	E	5	5	0	5	2	
C	Arbeitspaket 03	5	10	8	13	3	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]

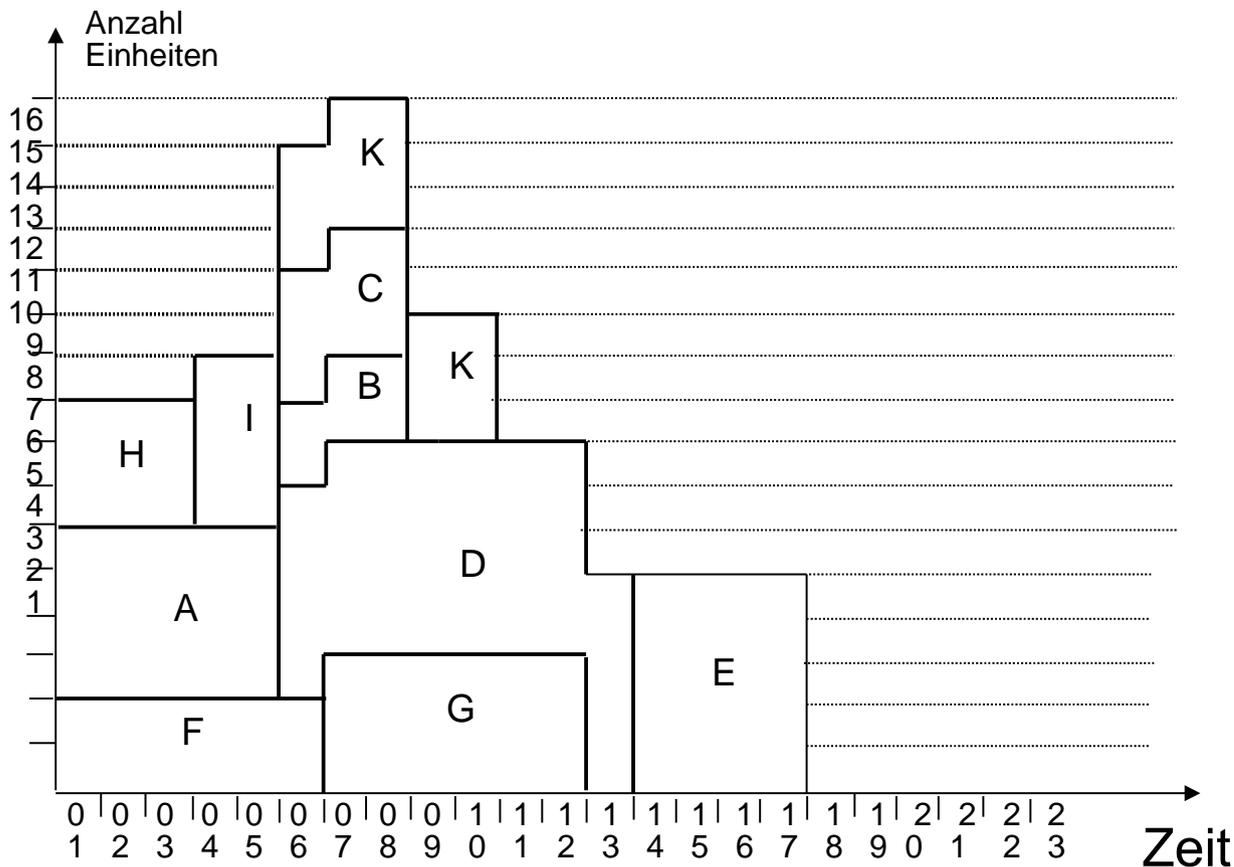
Beispiel: Balkendiagramm der frühesten Lage

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



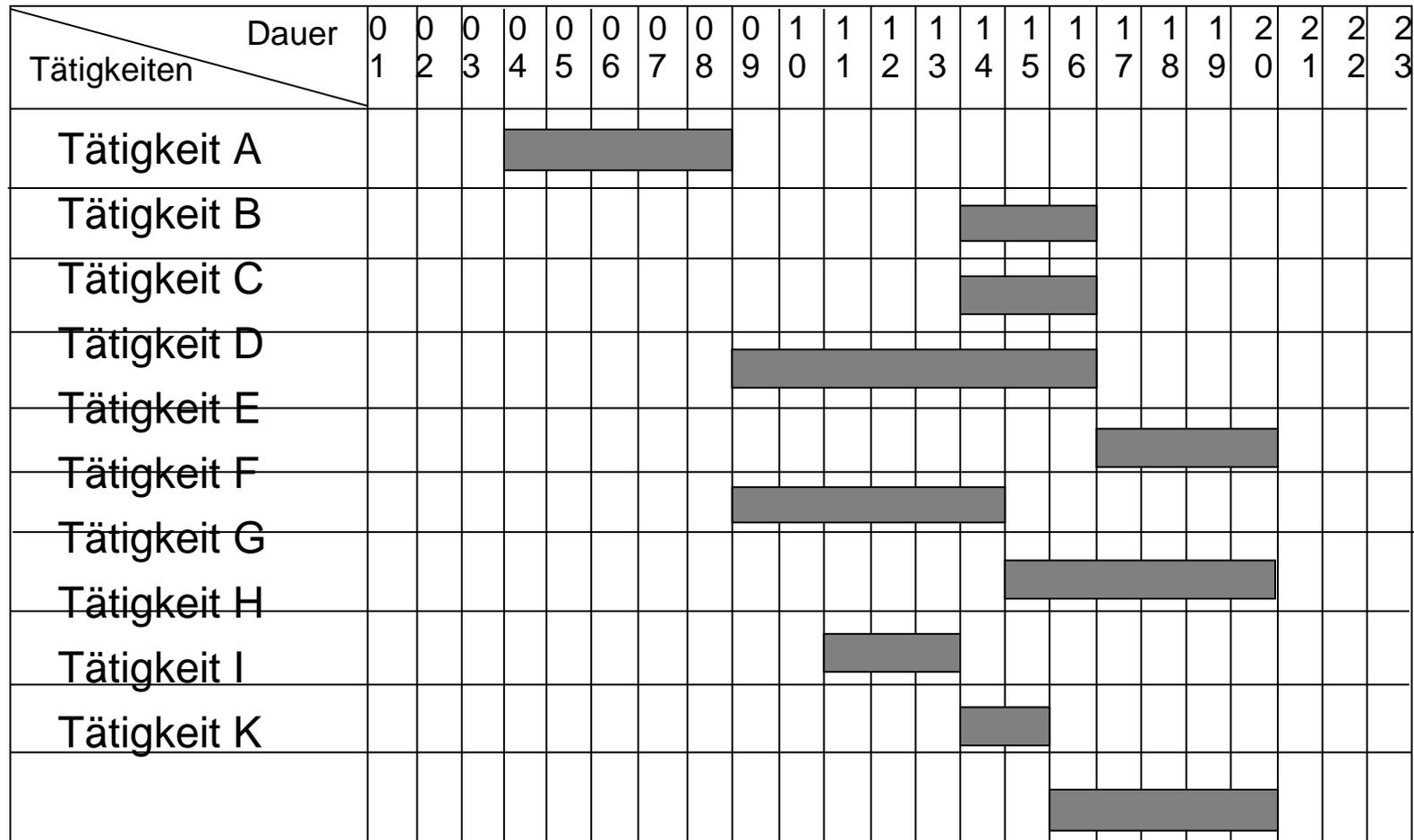
Beispiel: Einsatzmittel-Auslastungsdiagramm der frühesten Lage

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

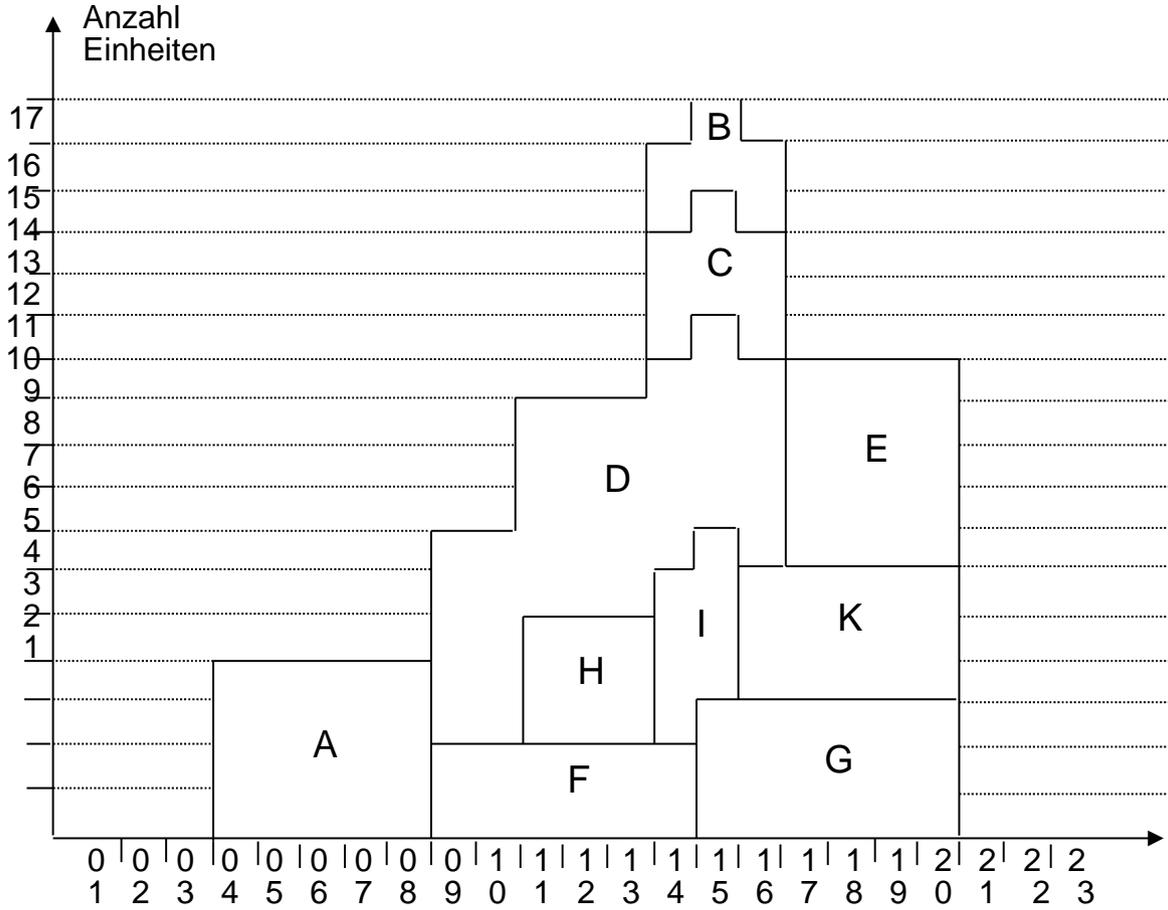


Beispiel Balkendiagramm der spätesten Lage

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]

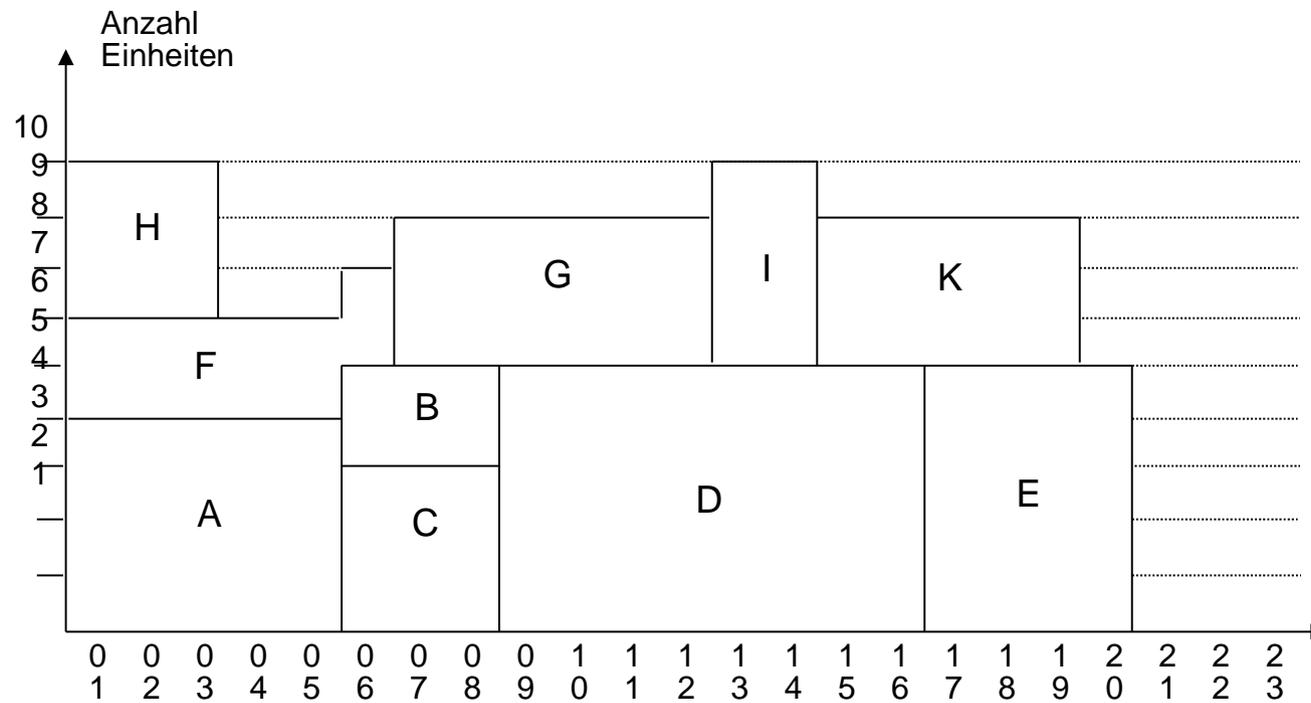


Regeln zur Bedarfsglättung bzw. Optimierung

- ▶ 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 - Beispiel1

Frage hier eingeben

Ohne Gruppe Einblenden Arial 8 F K U

Vorgänge Ressourcen Überwachen Berichten Nächste Schritte und zugehörige Aktivitäten

Vorgänge

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.

- [Definieren des Projekts](#)
- [Definieren der allgemeinen Arbeitszeiten](#)
- [Auflisten der Vorgänge im Projekt](#)
- [Organisieren von Vorgängen in Phasen](#)
- [Berechnen von Vorgängen](#)
- [Verknüpfen mit oder Anfügen von weiteren Vorgangsinformationen](#)
- [Hinzufügen von Spalten mit benutzerdefinierten Informationen](#)
- [Festlegen von Vorgängen mit Stichtagen und Einschränkungen](#)

Vorgangsname	Arbeit	Einzelheiten	01. Dez '03							
			D	F	S	S	M	D	M	D
1 A <i>Projektleiter</i>	40 Std.	Arbeit	8h	8h			8h	8h	8h	
2 B <i>Projektleiter</i>	24 Std.	Arbeit								8h
3 C <i>Systemanalytiker</i>	24 Std.	Arbeit								8h
4 D <i>Programmierer</i>	64 Std.	Arbeit								8h
5 E <i>Tester</i>	32 Std.	Arbeit								8h
6 F <i>Systemanalytiker</i>	48 Std.	Arbeit	8h	8h			8h	8h	8h	8h
7 G <i>Tester</i>	48 Std.	Arbeit								8h
8 H <i>Projektleiter</i>	24 Std.	Arbeit	8h	8h			8h			
9 I <i>Programmierer</i>	16 Std.	Arbeit						8h	8h	
10 K <i>Tester</i>	40 Std.	Arbeit								8h



16.6 Kostenplanung



- ▶ Mit der **Kostenplanung** wird der kostenmäßige Niederschlag aller vorangegangenen Planungsschritte, insbesondere für die Personal- und Sachmittelplanung, erbracht
- ▶ Kostenartengliederungen
 - **einmalige** und **laufende** Projektkosten
 - **Fixkosten** vs **veränderliche** Kosten
 - **Einzelkosten**, die direkt dem Projekt zuordnenbar sind vs **Gemeinkosten**, die nicht direkt zuordenbar sind und über Zuschläge ermittelt werden
- ▶ 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.]

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:
 - fixe 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)
 - Cloud-Dienste

Kostenkategorien in europäischen Projekten

- ▶ Bei geförderten Projekten müssen Kostenaufstellungen (cost statements) eingereicht werden, um die Kosten erstattet zu bekommen
 - EU-, BMBF-, BMWI-Förderprojekt

Beispiele der Kostenarten:

- ▶ 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.

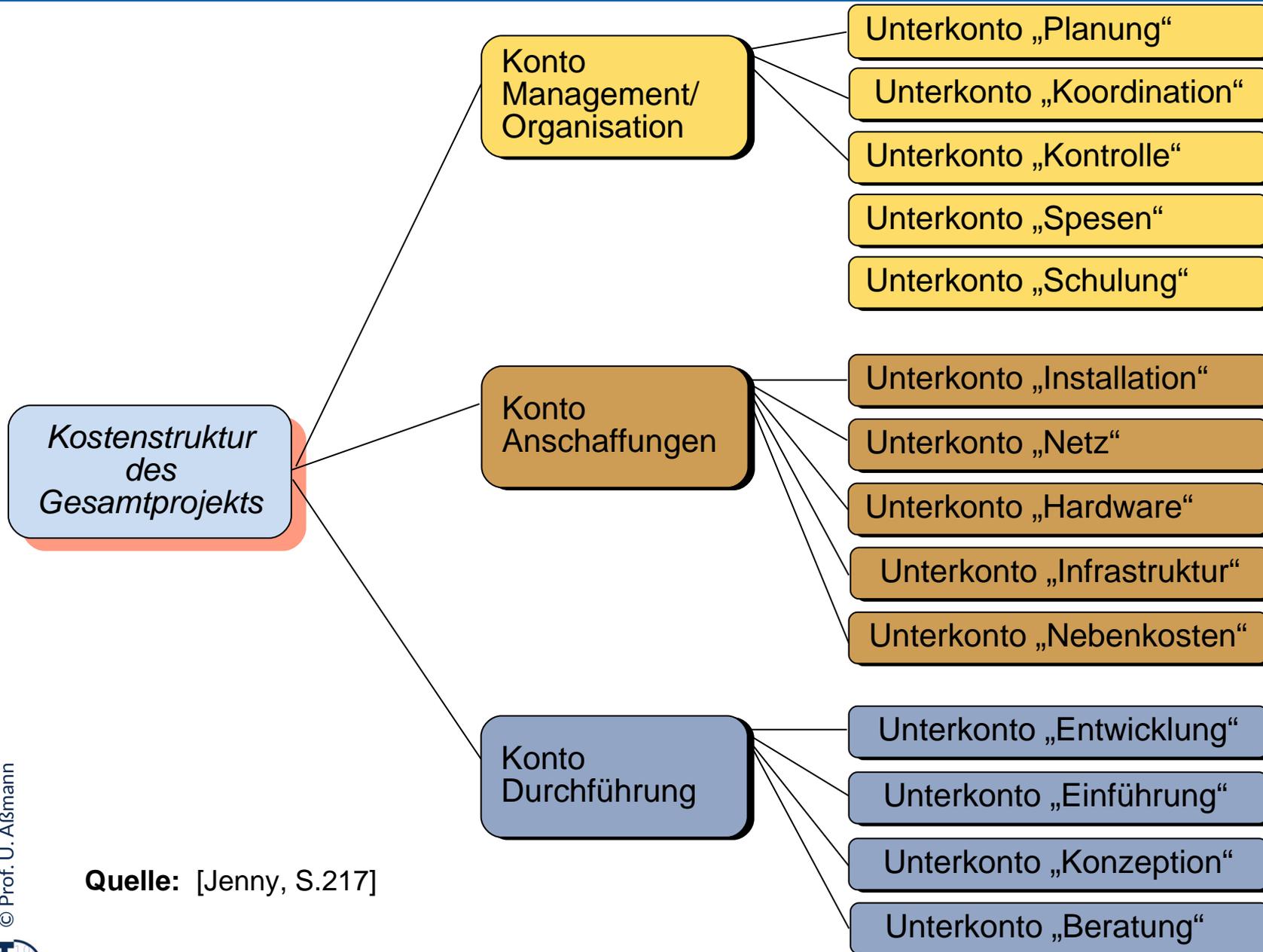
- ▶ Für jede Projektkostenschätzung muss das **optimale Verhältnis von Kosten und Zeit** gefunden werden
 - Mit unterschiedlichen Mengen von Mitteln (Ressourcen, Geld, ...) versucht man, den idealen Kosten-/Nutzen-Punkt zu ermitteln
- ▶ Die Kostenschätzung sollte differenziert erfolgen nach
 - Kostenarten, 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

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]

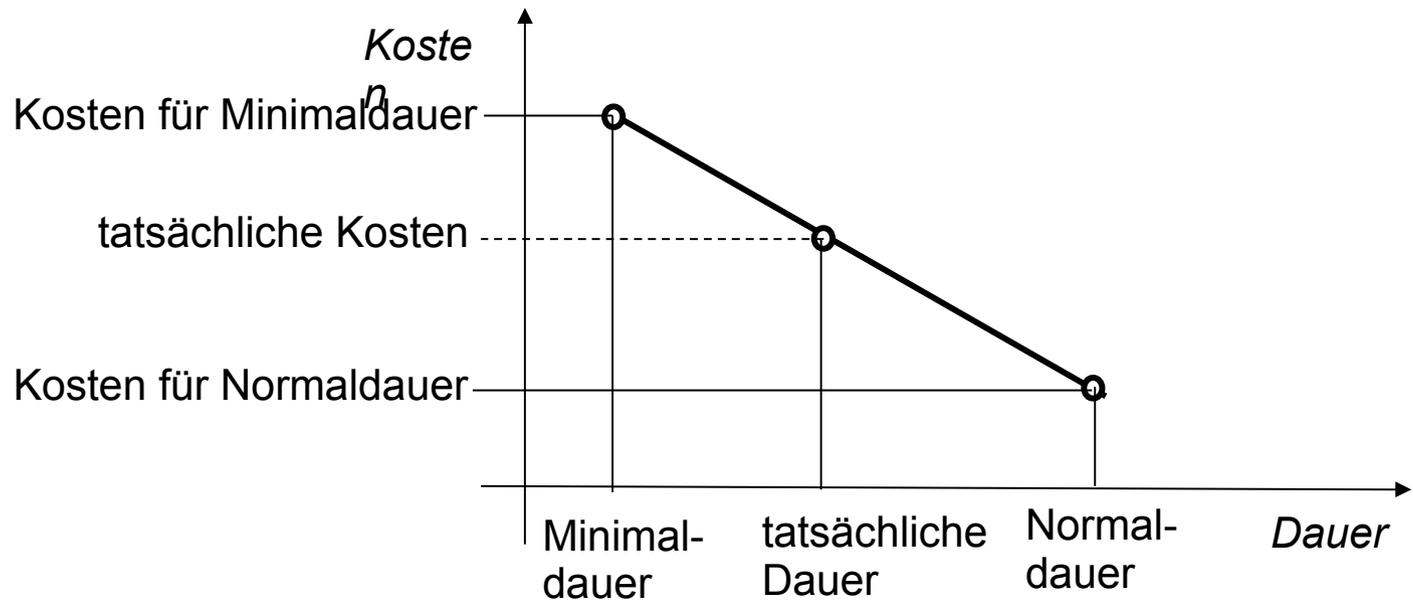
Beispiel eines Kostenstrukturplans (Taxonomie)



Quelle: [Jenny, S.217]

Abhängigkeit der Kosten von Dauern von Aktivitäten

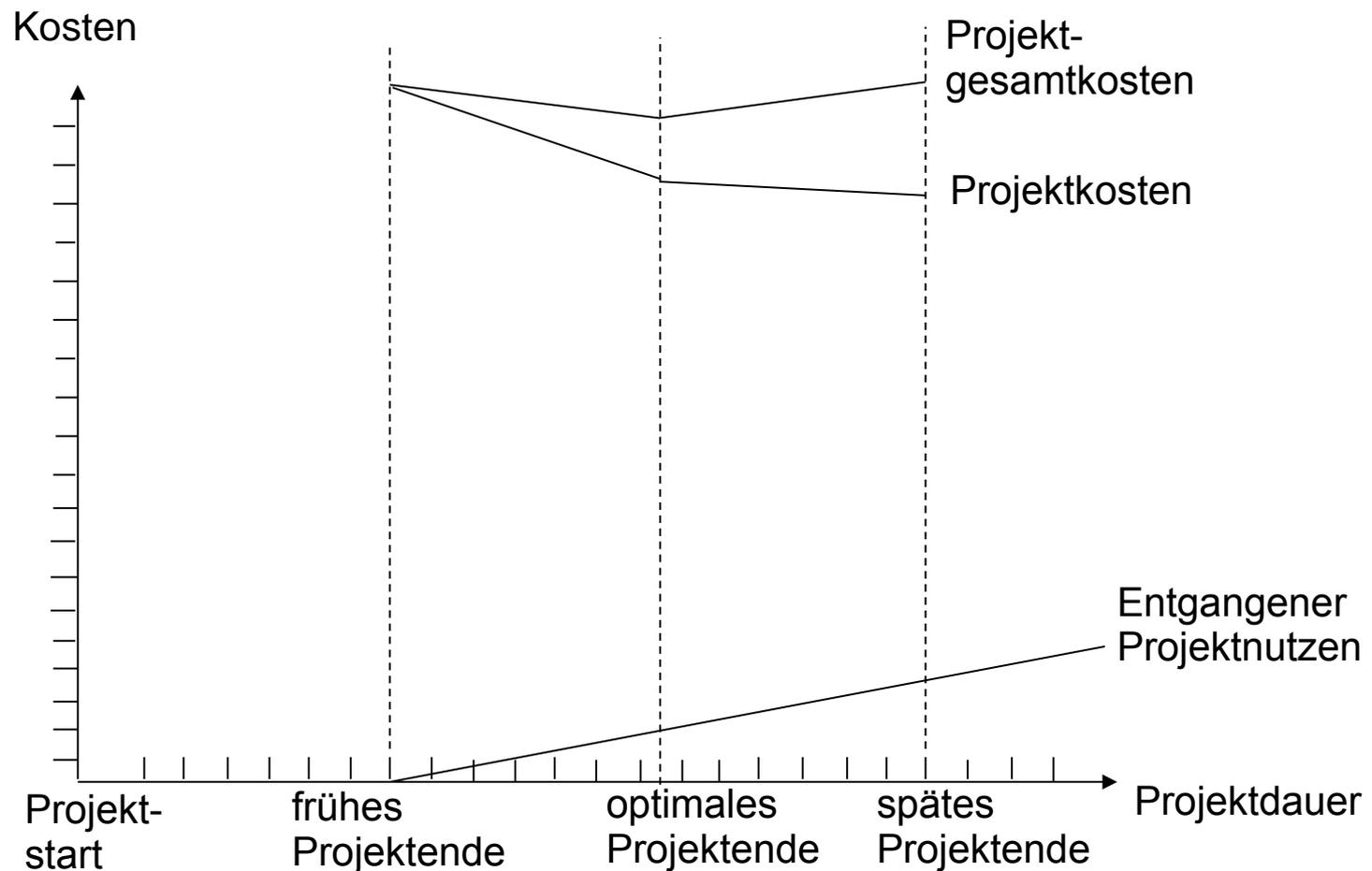
- ▶ Für die Abhängigkeit der Kosten von der Dauer einer Aktivität lässt sich in der Regel folgende Kostenfunktion angeben („je schneller fertig, desto teurer“):



- ▶ 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

- ▶ 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

Outcome-Driven Innovation (ODI)

Opportunity = Importance - (Importance-Satisfaction)