

Fakultät Informatik

Professur Softwaretechnologie

# SOFTWAREMANAGEMENT

## 16\_PROJEKTPLANUNG II

Prof. Dr. Uwe Aßmann  
Dr.-Ing. Birgit Demuth  
Sommersemester 2017

## Überblick

- Terminplanung
- Ressourcenplanung
- Kostenplanung
- Preisbildung

---

## Aussagen der Terminplanung und Netzplantechnik

CoTiQQ == Cost, Time, Quantity, Quality

Zeitdauer

- des Projektes, zeitliche Ereignisse der Meilensteine

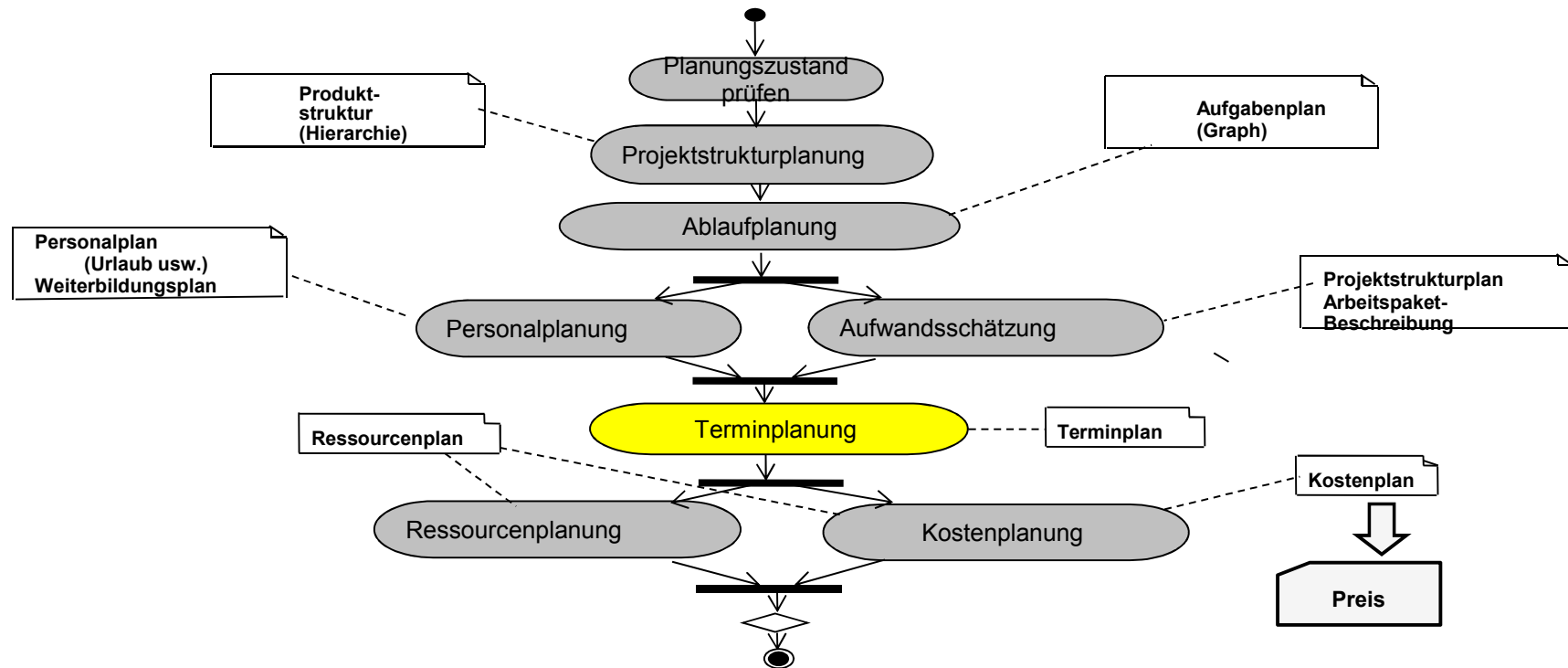
Zeitpunkte

- Beginn und Ende der einzelnen Aktivitäten mit frühesten und spätesten Terminen

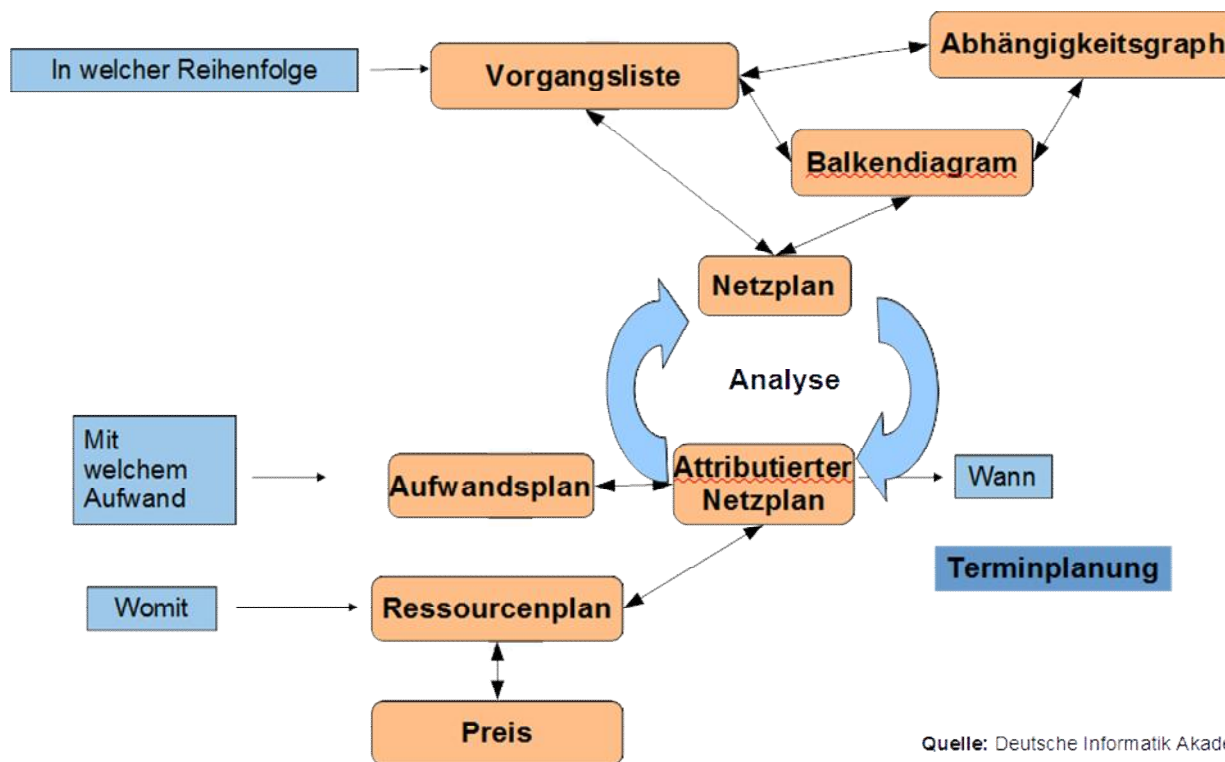
Spielraum (Puffer)

- 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**)

## Aktivitätsdiagramm der Planungsphase



## Planungsablauf



Quelle: Deutsche Informatik Akademie

## 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:

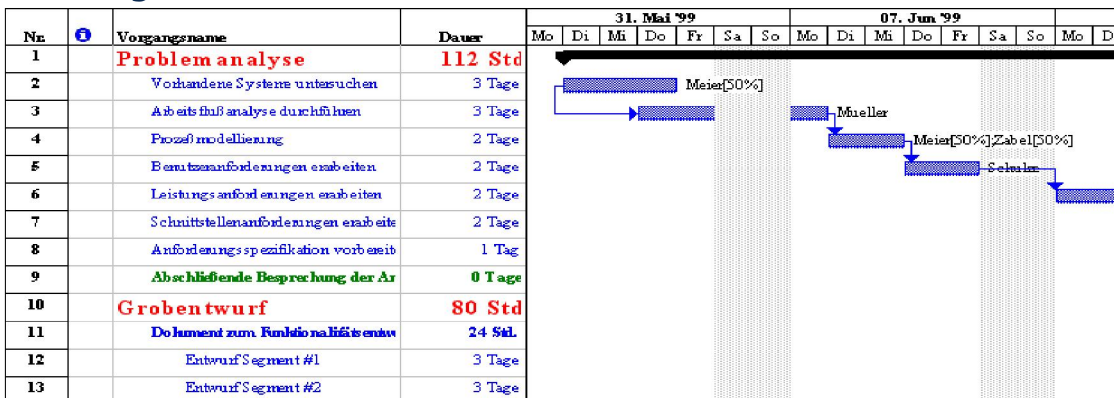
- **Tätigkeitsplan** – Aufgaben stehen Zeitachse gegenüber
  - **Einsatzplan** – Mitarbeiter stehen Zeitachse gegenüber
  - **Belegungsplan** – Sachmittel stehen Zeitachse gegenüber
- Balkendiagramme werden aus der Vorgangsliste und dem Abhängigkeitsgraphen entwickelt

## Balkendiagramm – Beispiel MS Project

### Strukturierte Vorgangsliste

Nr.	Vorgangsname	Dauer	Anfang	Ende	Vorgänger	Ressourcennamen
1	<b>Problem analyse</b>	<b>112 Std</b>	<b>Di 01.06.99</b>	<b>#####</b>		
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	Benutzsanforderungen 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	<b>Abschließende Besprechung der Ar</b>	<b>0 Tage</b>	<b>Fr 18.06.99</b>	<b>Fr 18.06.99</b>	<b>8</b>	
10	<b>Grobentwurf</b>	<b>80 Std</b>	<b>Mo 21.06.99</b>	<b>#####</b>	<b>1</b>	
11	Dokument zum Funktionsfähigkeitsentwurf	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		

### Balkendiagramm



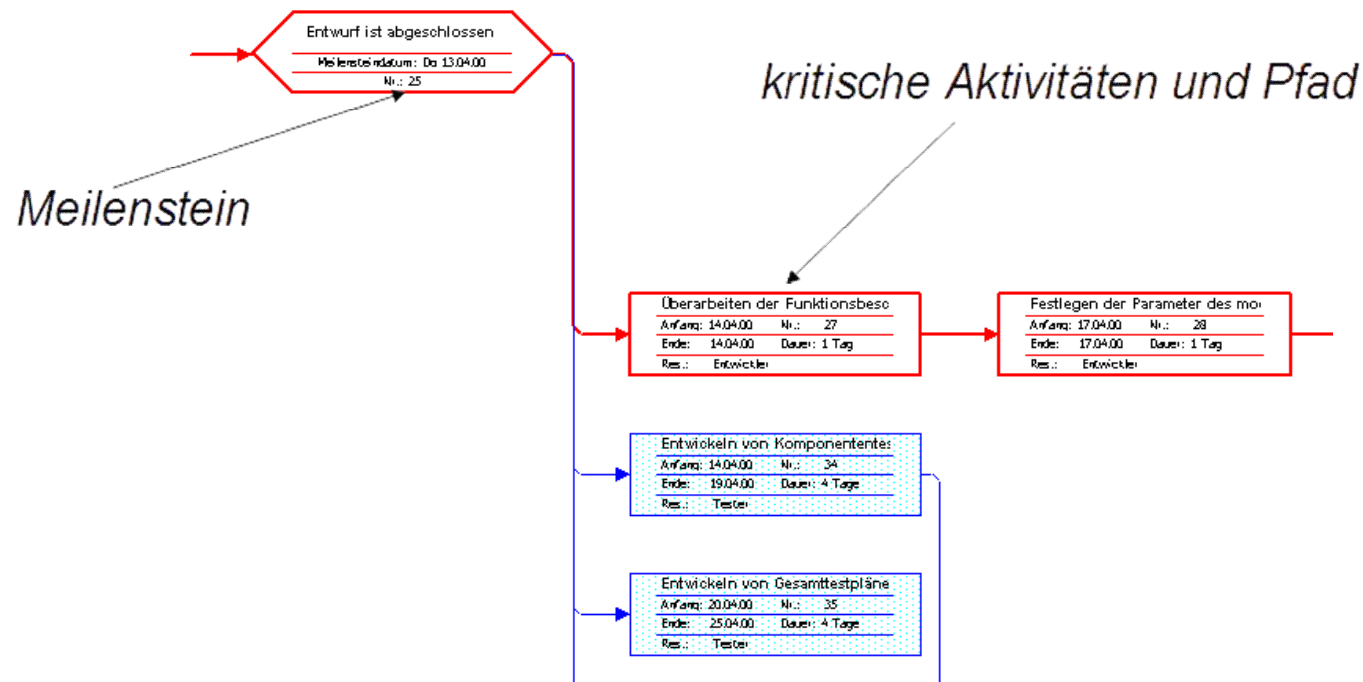
## Netzplan

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
  - Kosten



## Exzerpt vom Netzplan (Beispiel)



---

## 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.

---

## 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

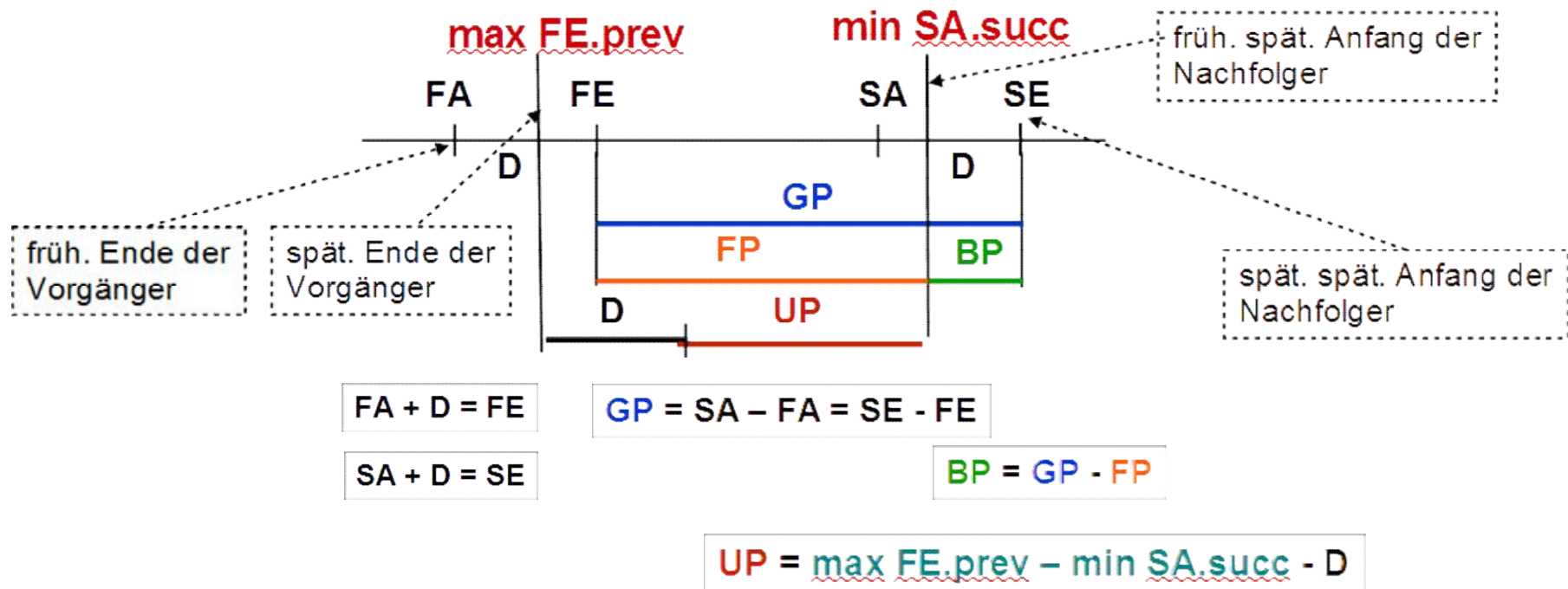
## Berechnung von Attributen in Netzplänen

Für jede Aktivität eines Netzplans lassen sich folgende Größen berechnen:

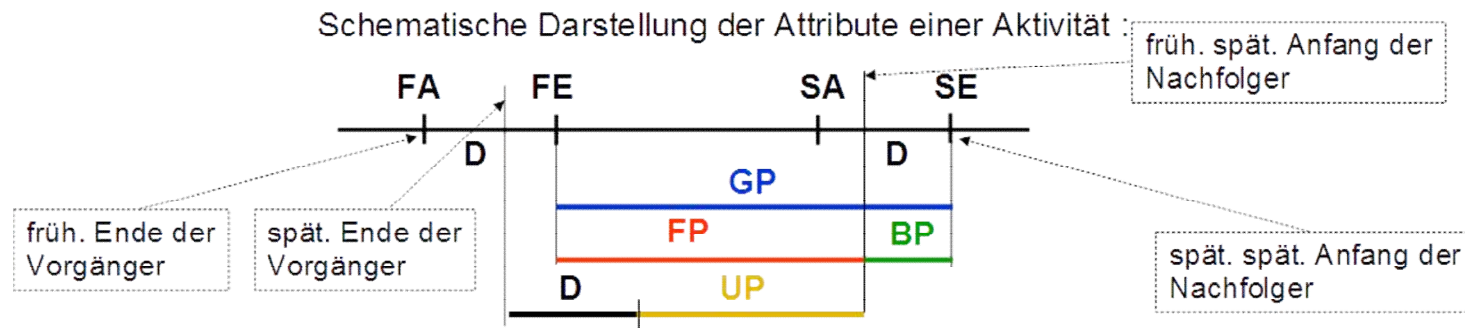
- D** Dauer der Aktivität
- FA, FE** frühestmöglicher/s Anfang, Ende
- SA, SE** spätestmöglicher/s Anfang, Ende
- GP** eines Vorgangs ist die Zeitspanne, die ein Vorgang gegenüber seinem frühesten Beginn verschoben werden kann, ohne das Projektende zu gefährden
- FP** freie Pufferzeit: Zeitraum, in dem alle Nachfolger zum frühestmögl. Anfang starten können
- BP** bedingte Pufferzeit, nicht alle Nachfolger können frühestmöglich starten
- UP** unabhängige Pufferzeit ist die maximale Zeitspanne, die der Vorgang verschoben werden darf, wenn alle vorhergehenden Vorgänge zum spätestmöglichen Termin enden und alle nachfolgenden Vorgänge zum frühestmöglichen Termin beginnen sollen.

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

## Berechnung von Attributen in Netzplänen



## Attribut-Schema für Netzpläne



### Vorgangsknoten: (MS Project)

<b>[Name]</b>	
<b>Anfang:</b>	<b>Nr.:</b>
<b>Ende:</b>	<b>Dauer:</b>
<b><u>Res.:</u></b>	

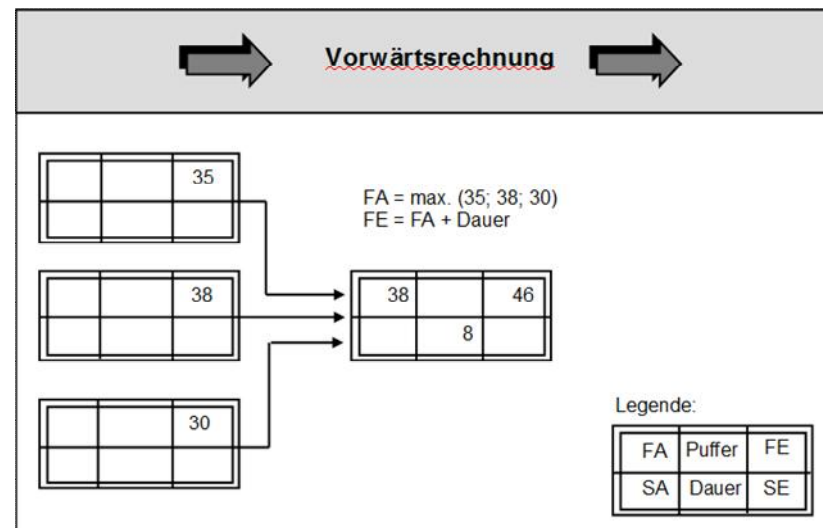
In den einzelnen Feldern können unterschiedliche Informationen stehen, z.B.:

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

## Vorwärtsrechnung im Netzplan

### Berechnung der frühestmöglichen Anfangstermine FAj

- beginnend beim Quellknoten der ersten Aktivität schrittweise unter Auswahl des Maximums der Dauer(n) D aller Vorgängeraktivitäten



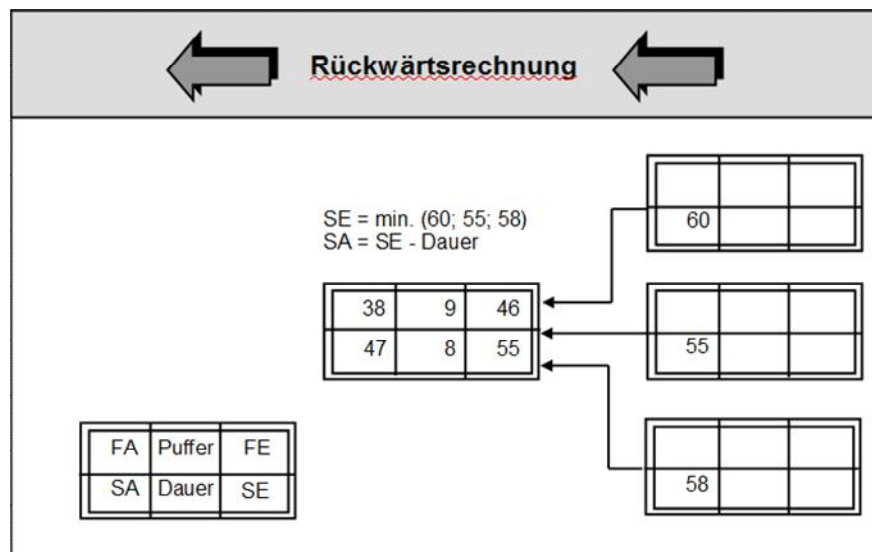
$$FA = \max (FE.\text{prev})$$

$$FE = FA + D$$

## Rückwärtsrechnung im Netzplan

### Berechnung der spätestmöglichen Endtermine SE<sub>j</sub>

- beginnend beim Senkknoten der letzten Aktivität schrittweise unter Auswahl des Minimums der Dauer(n) D aller Nachfolgeaktivitäten



$$SE = \min (SA.succ)$$

$$SA = SE - D$$






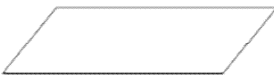
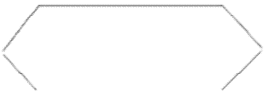
## Der Kritische Pfad

Der **kritische Pfad**, auch **kritischer Weg** genannt, ist die Kette derjenigen Vorgänge, bei deren zeitlicher Änderung sich der Endtermin des Netzplanes verschiebt. Er wird in einem Netzplan durch eine Kette von Einzel-Aktivitäten bestimmt, deren Gesamtpufferzeit Null ist.

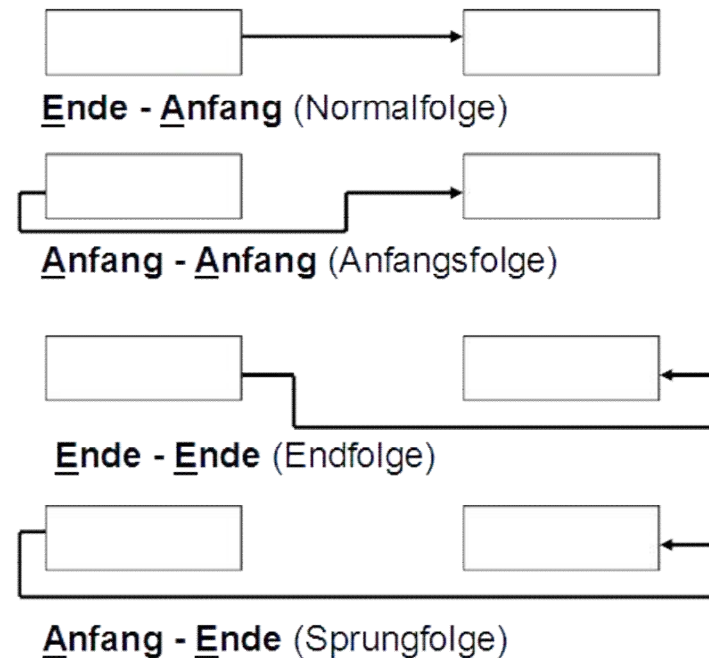
Die Aktivitäten, die auf dem kritischen Pfad liegen, bestimmen die Gesamtprojektdauer. Alle anderen Aktivitäten können im Rahmen ihrer Pufferzeit zeitlich verschoben oder verlängert werden, ohne die Gesamtprojektdauer zu verändern. Für den kritischen Pfad ist der Gesamtpuffer = Null.

## Netzplan – Zustände und Anordnungsbeziehungen

**Zustände** am Bsp. *MS Project*:

	Normaler Vorgang <b>rot: kritisch</b>
	IN-Arbeit
	abgenommen
	Sammelvorgang
	Meilenstein

**Anordnungsbeziehungen (AOB's)**  
verändern die Pufferzeiten





---

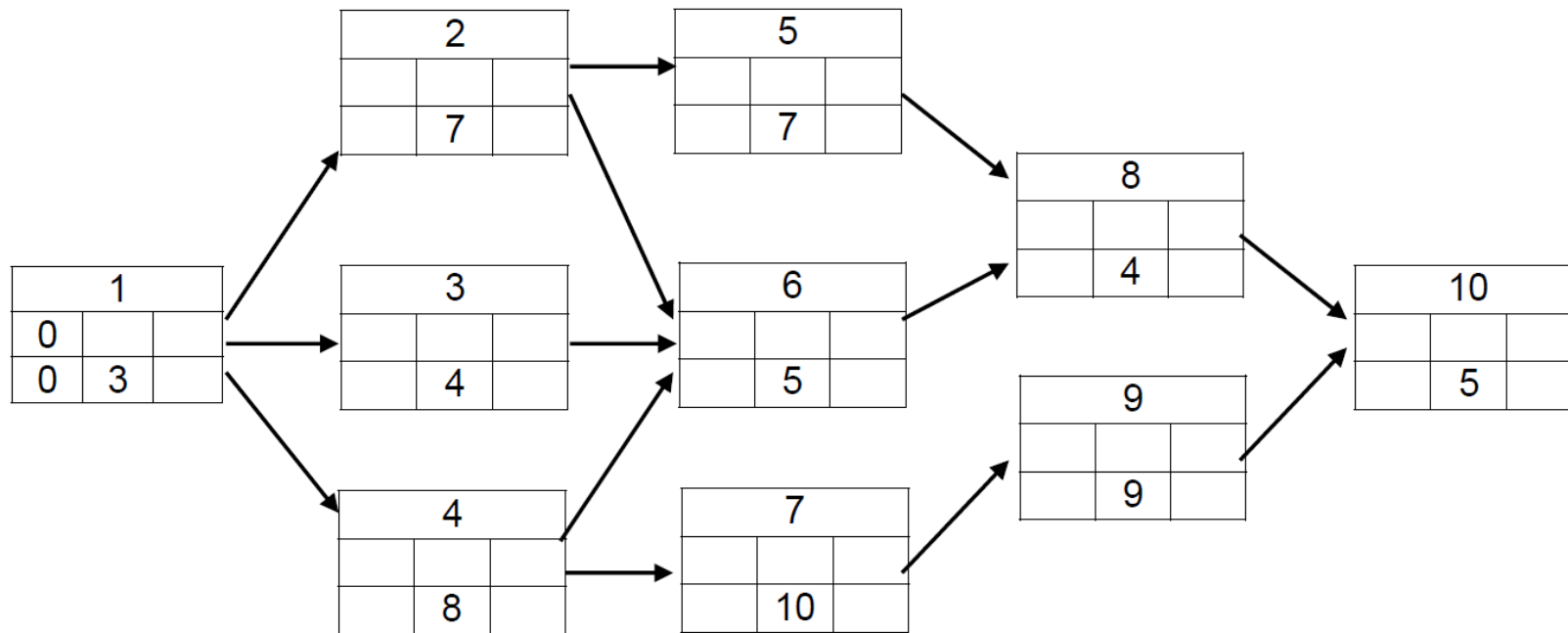
## Umgang mit dem kritischen Pfad

Besondere Aufmerksamkeit gehört dem kritischen Pfad:

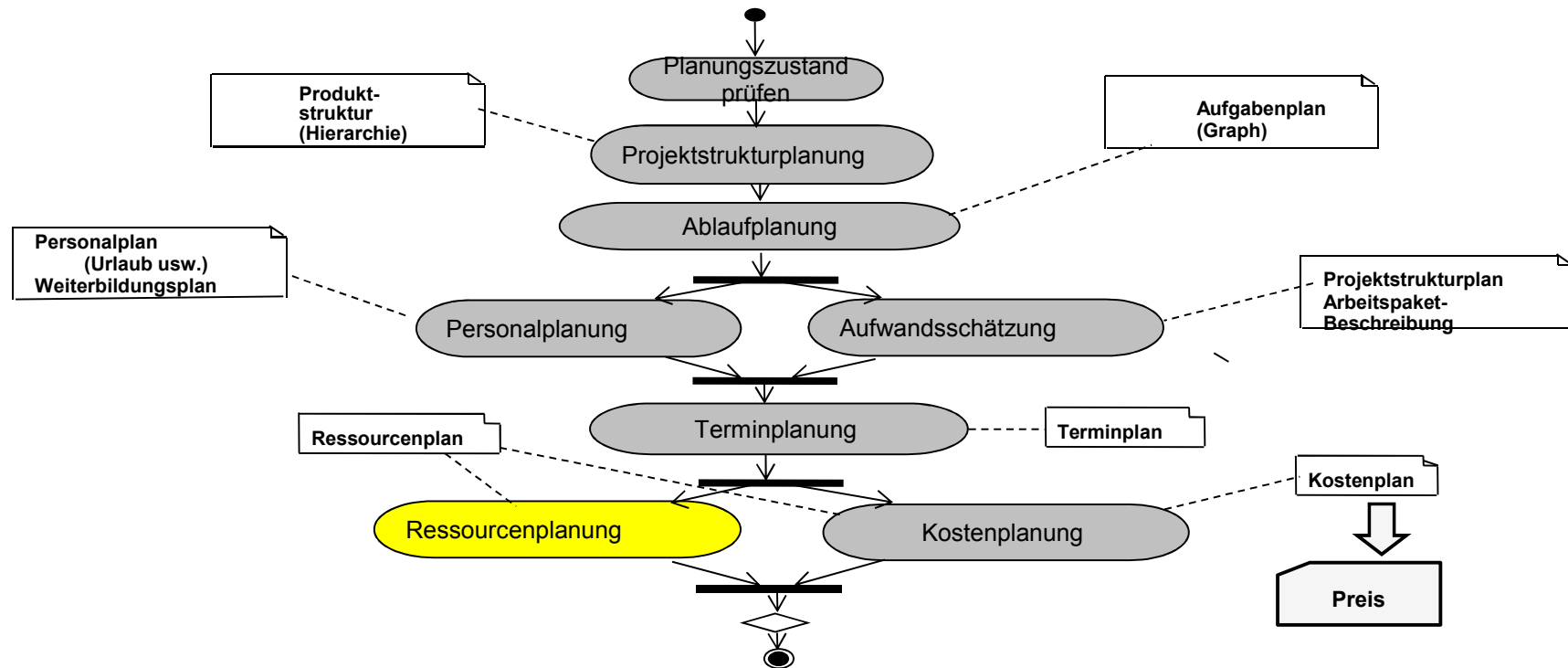
- **frühzeitig mehr Ressourcen** einsetzen, um Termine zu halten
- **Aufteilung von Aktivitäten** auf dem kritischen Pfad, um mehr Spielraum zu erhalten
- **Risikomanagement** involvieren

## Beispiel mit 10 Vorgängen und deren Dauer

[Vervollständigen Sie! Was ist der kritische Pfad?]



## Aktivitätsdiagramm der Planungsphase



## Ressourcen- (Einsatzmittel-)Planung (1)

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.

---

## Ressourcen- (Einsatzmittel-)Planung (2)

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



---

## Ressourcen- (Einsatzmittel-)Planung (3)

Die Ressourcenplanung lässt sich unterteilen in:

### (1) Personalplanung → Personalressourcenplan

- **Personalaufwand** in Anzahl von Personen, z.B. 2 Analytiker
- **Dienstleistungen** externer Firmen, die für das Projekt gebraucht werden

### (2) 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 mit Personalbedarf

<b>Vorgangsliste</b>	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	

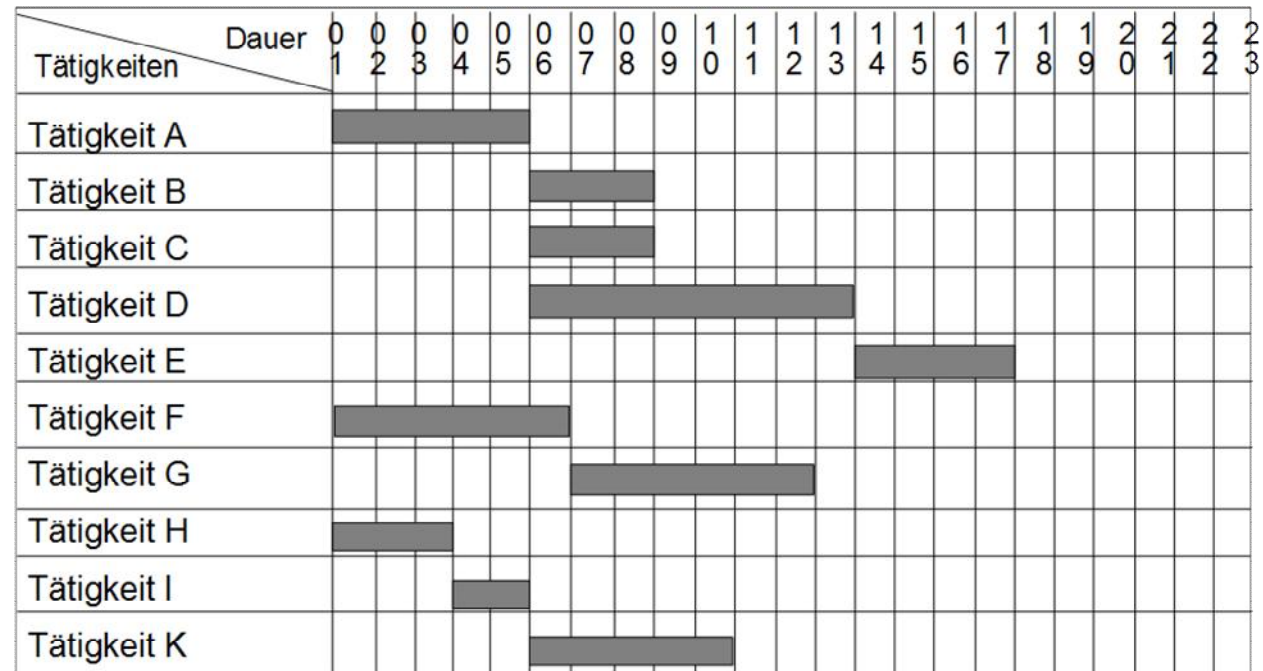
FA = frühestmöglicher Anfang des Vorgangs  
 SA = spätestzulässiger Anfang des Vorgangs  
 SE = spätestzulässiges Ende des Vorgangs  
 FE = frühestmögliches Ende des Vorgangs

GP = Gesamte Pufferzeit  
 FP = Freie Pufferzeit  
 BP = Bedingte Pufferzeit  
 UP = Unabhängige Pufferzeit

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

## Beispiel: Balkendiagramm der frühesten Lage

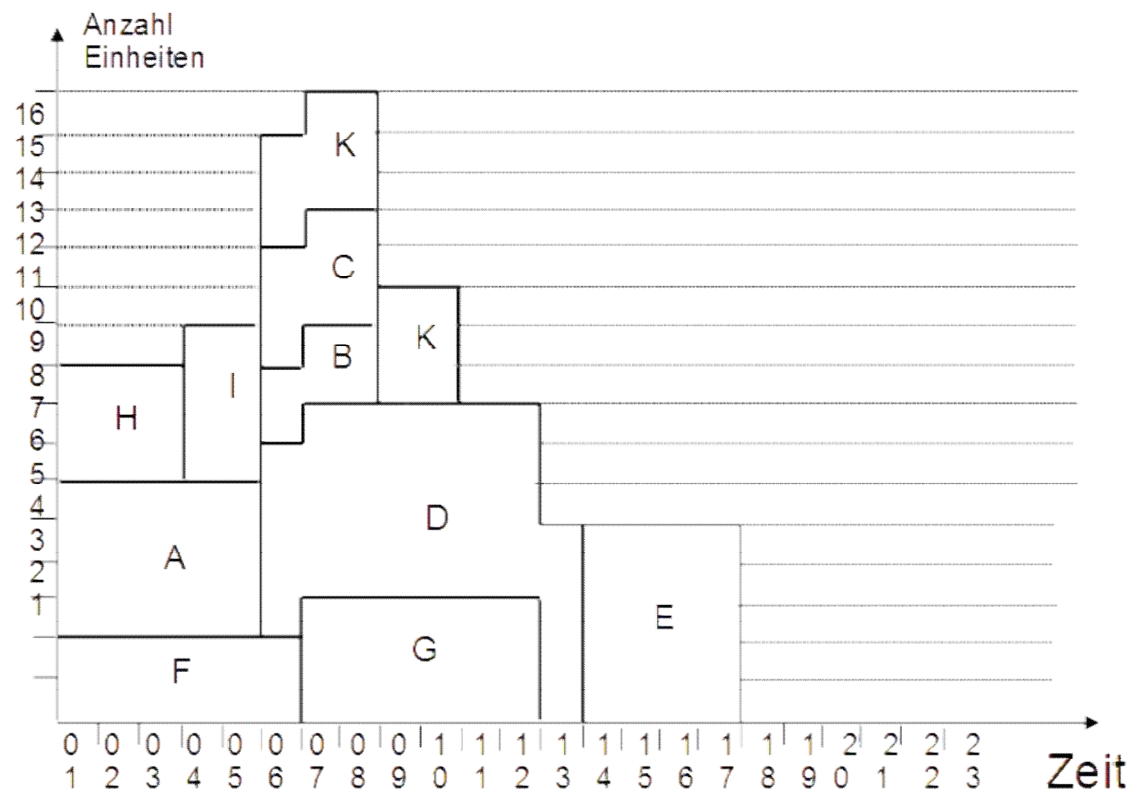
Aktivitäten werden zum frühestmöglichen Zeitpunkt angeordnet (frühe Allokation)



## Beispiel: Einsatzmittel-Auslastungsdiagramm der frühesten Lage

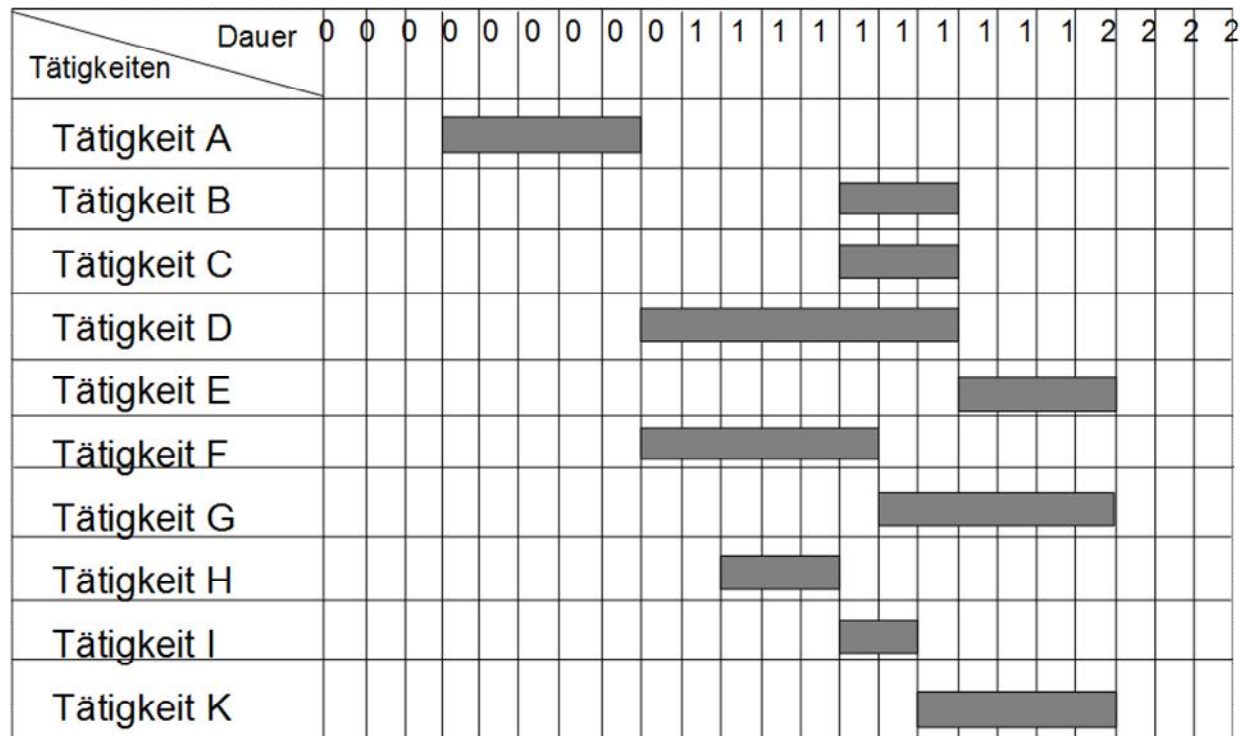
Ordnet die Einheiten der Ressourcen (Einsatzmittel) über der Zeit an

- wird aus dem Balkendiagramm entwickelt

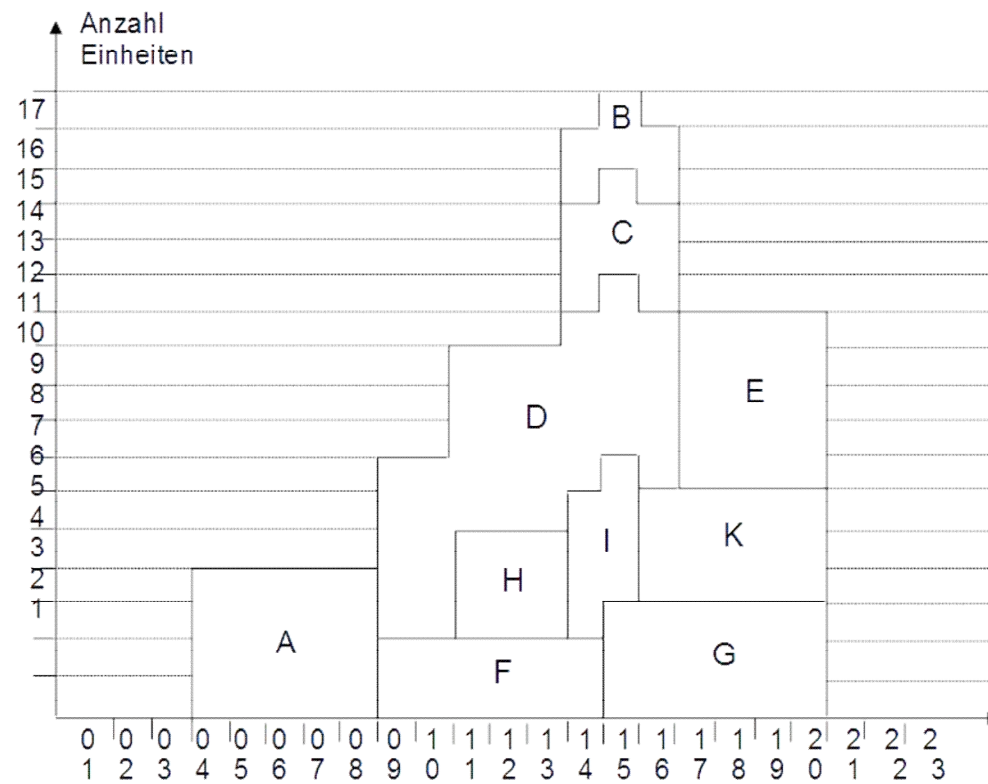


## Beispiel: Balkendiagramm der spätesten Lage

Laut Aussage der Projektleitung lässt sich das früheste Ende, entspricht dem spätesten Abschluss, des Projekts auf 3 ZE nach hinten verlegen



## Beispiel: Einsatzmittel-Auslastungsdiagramm der spätesten Lage



---

## 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

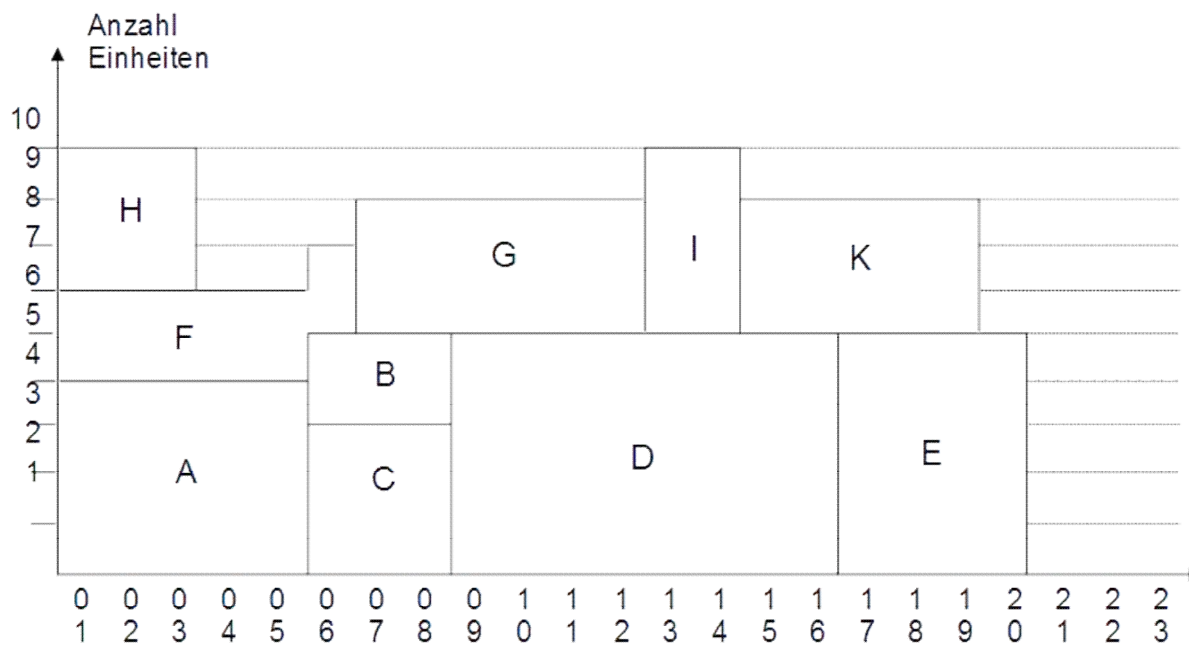
- Aktivitäten, die unterbrochen werden dürfen: Aufteilen von solchen führt zur Flexibilisierung
- Aktivitäten, die nicht unterbrochen werden dürfen
- Aktivitäten, für die überschüssige Ressourcen zur Verfügung stehen

Bedarfsglättung wird auch im **Multiprojektmanagement** angewendet

- Einzelne Projekte eines Portfolios können früheste oder späteste Lage nutzen, um Rabatte oder Boni zu erzielen

## Beispiel: Bedarfsglättung der Einsatzmittel

Annähernd optimale Auslastung der benötigten Einsatzmittel





# Ressourcenplanung mit MS Project

Microsoft Project - Beispiel1

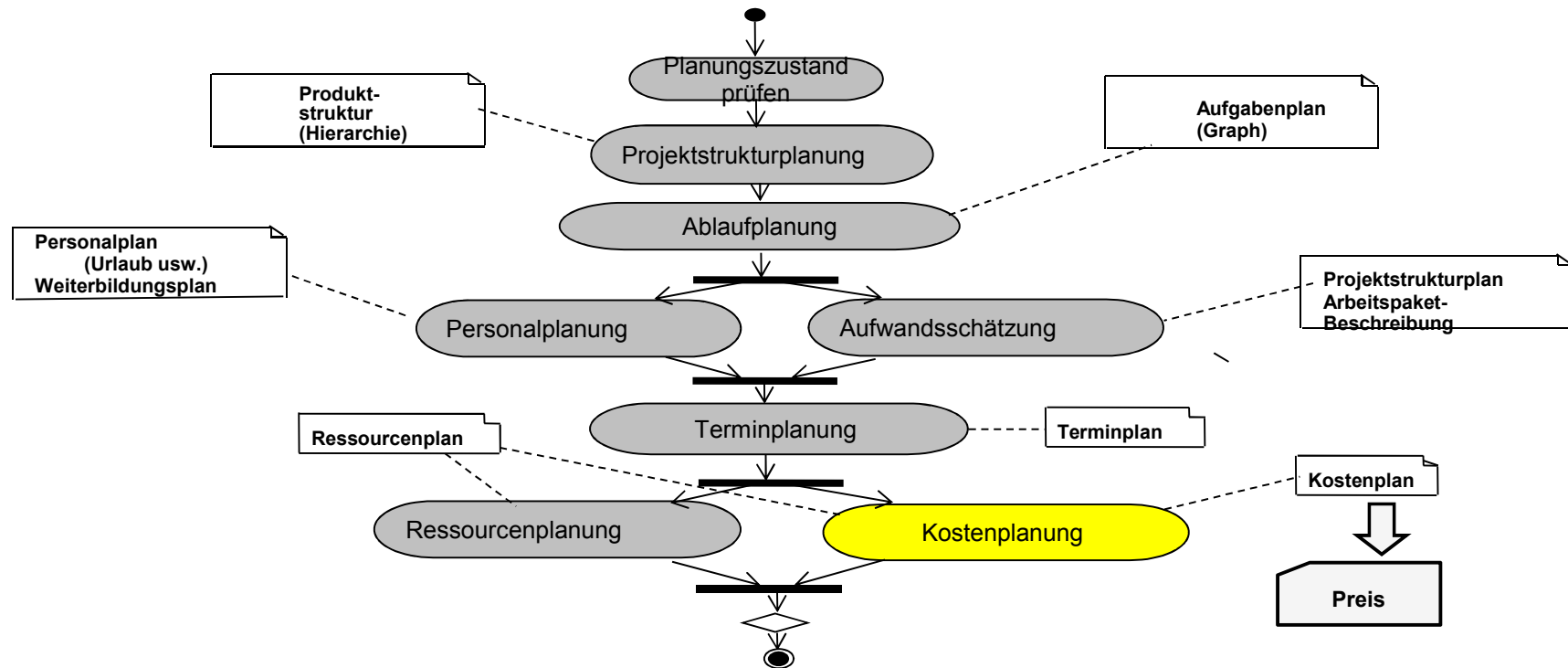
Frage hier eingeben

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								
<p>Vorgang: Einsatz</p>	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

## Aktivitätsdiagramm der Planungsphase



---

## Kosten- und Finanzplanung

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

---

## 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

### Einmalige (fixe) Projektkosten:

- fixe Personalkosten der Projektmitarbeiter (Ausbildungen, Honorare)
- Hardwarekosten (Anschaffungen, Installationen)
- Materialkosten (Datenträger, Maschinenzubehör)
- Softwarekosten (Anschaffungen von Entwicklersoftware)
- Infrastrukturkosten (Gebäude, Schulungsräume)

### (weitgehendst) Wiederkehrende (variable) Projektkosten:

- **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)

## Kostenstrukturplan

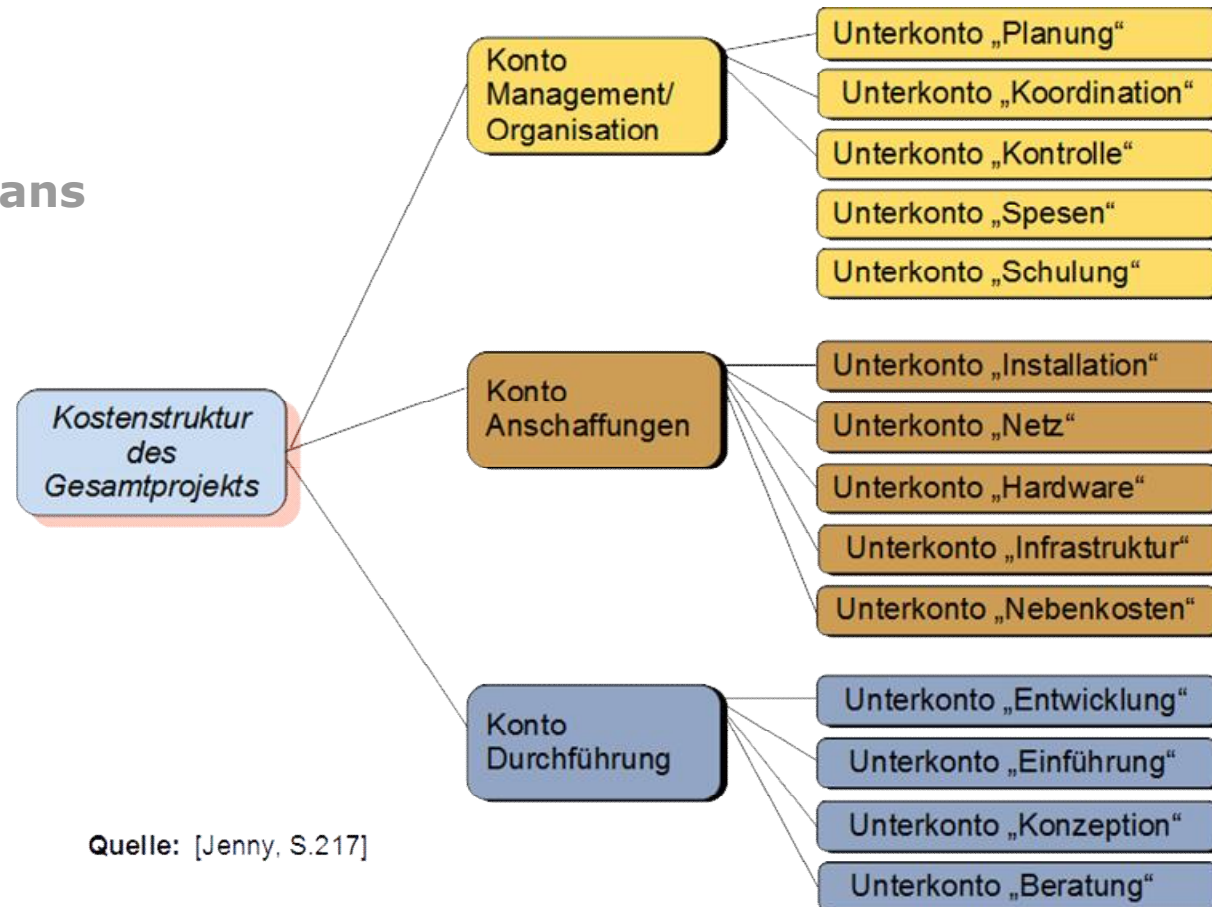
Der **Kostenstrukturplan** ist eine Taxonomie (Begriffshierarchie) der in einem Projekt anfallenden Kostenarten.

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

## Beispiel eines Kostenstrukturplans (Taxonomie)

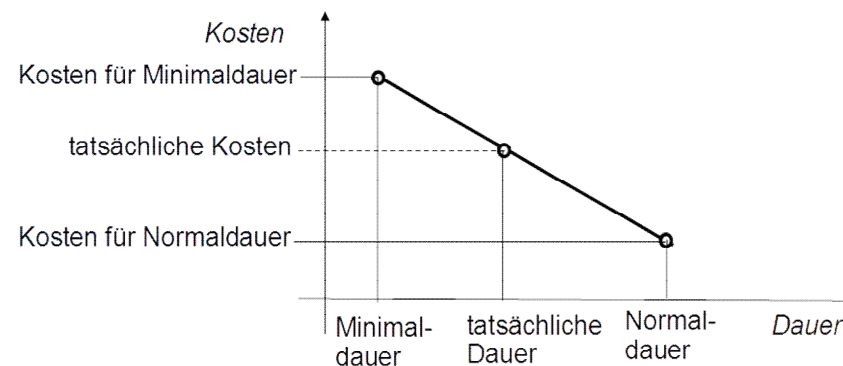


Quelle: [Jenny, S.217]



## 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.

## 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.

**Ende**