

# 16. Projektplanung

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, 26/05/16

1. Projektstruktur
  1. Einführung
  2. Projektstrukturplanung
2. Ablaufplanung
3. Aufwandsschätzung
  1. Delphi
  2. Function Point
  3. CoCoMo
4. Terminplanung
5. Ressourcenplanung
6. Kostenplanung
7. Preisbildung



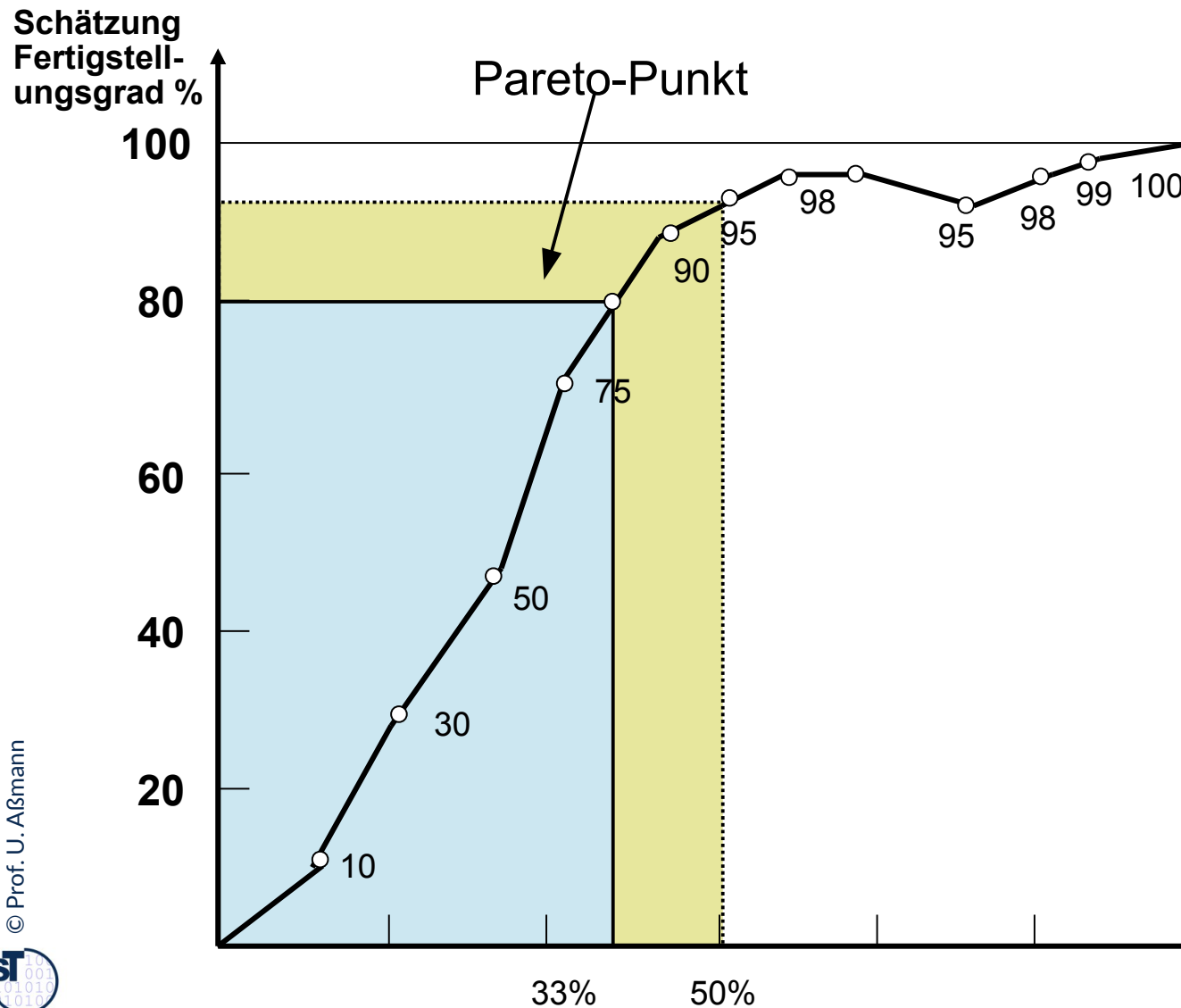
- ▶ Mayr, H.: Projekt Engineering - Ingenieurmäßige Softwareentwicklung in Projektgruppen; Fachbuchverlag Leipzig 2001
- ▶ Zuser, W., Grechenig, T., Köhle, M.: Software-Engineering mit UML und dem Unified Process (2. Auflage); Pearson Studium 2004
- ▶ Burghardt, M.: Projektmanagement. Leitfaden für die Planung, Überwachung und Steuerung von Entwicklungsprojekten; Publicis MCD Verlag 1997
- ▶ Poensgen, B., Bock, B.: Function-Point-Analyse; dpunkt.verlag 2005
- ▶ G. Antoniol, R. Fiutem, C. Lokan. Object-Oriented Function Points: An Empirical Validation. Empirical Software Engineering, 8, 225–254, 2003. Kluwer Academic Publishers.

# 16.1 Einführung



# Das 90%-Syndrom (subjektive Fehleinschätzung der Fertigstellung) nach Boehm

Der Fertigstellungsgrad wird während der Hälfte der Projektlaufzeit größer als 95% eingeschätzt!



## Probleme:

- kein Überblick (wegen Komplexität)
- Unterschätzung des Restaufwandes
- Planung zu optimistisch

Quelle: Deutsche Informatik Akademie

# Aufgaben der Projektplanung

Die **Projektplanung** muss im Projektplan die vorhandenen Ressourcen an Personal, Zeit, Geld, Maschinen, Räume so einteilen, dass auf Änderungen der Arbeitsabläufe rasch und kosteneffizient reagiert werden kann.

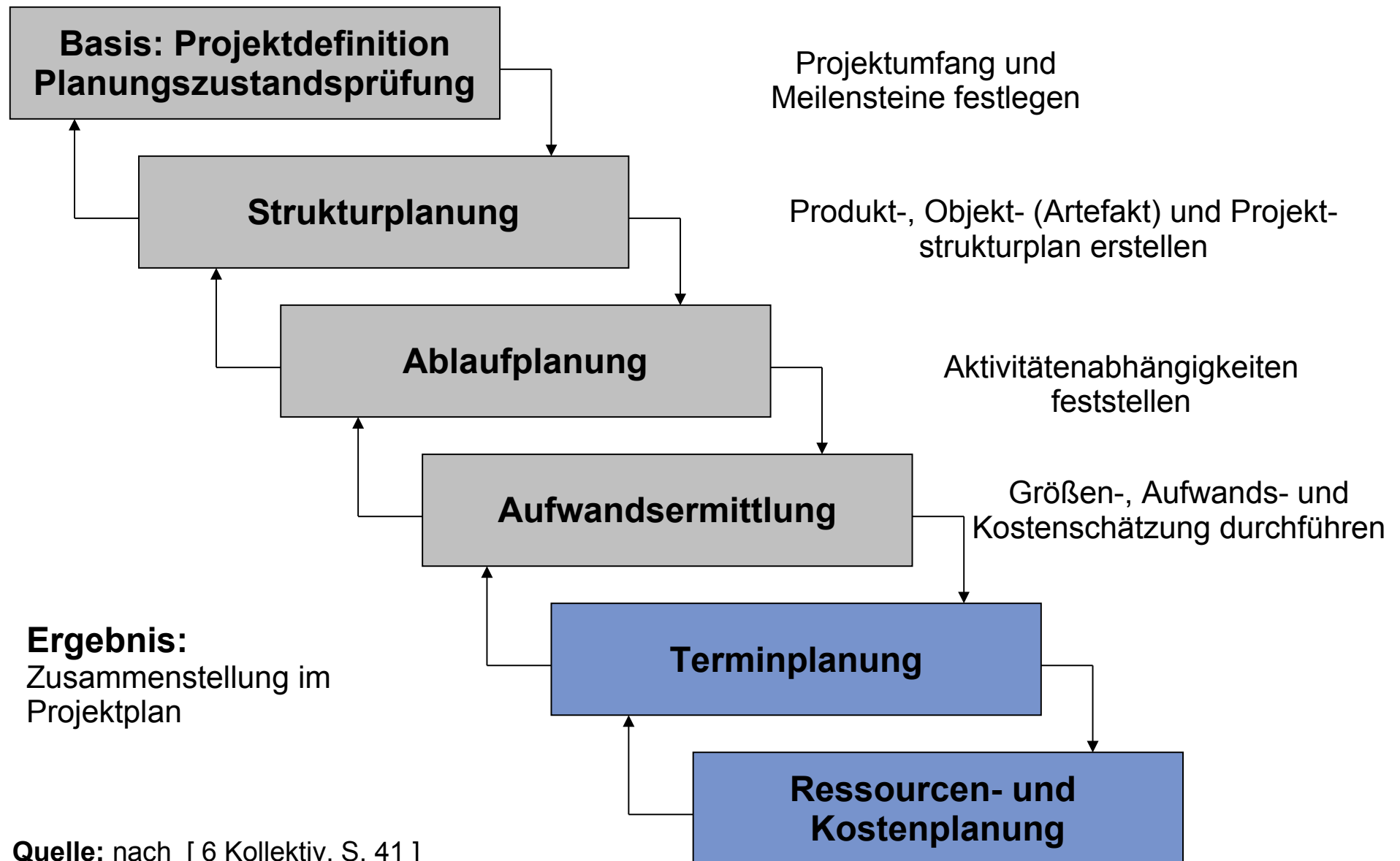
- ▶ Operative Planung:
  - Auswahl eines Modells der Ablauforganisation, nach dem alle zu erstellenden Zwischen- und Endprodukte für das Projekt bestimmt werden.
  - Ziel: idealer Plan zur Minimierung der Prozessrisiken, auf dessen Basis mit dem AG (Kunden) verhandelt werden kann.
- ▶ Qualitätsplanung:
  - Planung der Maßnahmen für jedes Qualitätskriterium
- ▶ Wirtschaftliche Planung (Kostenplanung):
  - Planung von Personal, Ressourcen und der Finanzierung
  - Projektrisikobehandlungsplanung

# Aufgaben der Projektplanung

- ▶ Planung und Vorbereiten des **Controlling** (Überwachung, DO, CHECK, ACT):
  - wie messen und verbessern wir die Prozesse?
  - Ermittlung realistischer Sollvorgaben
  - Verbesserung der Effizienz der Projektabwicklung
  - Frühe Fehlererkennung und -Korrektur
  - Dokumentation der Vorgaben
- ▶ Planung der **Prozessverbesserung**
  - Retrospektive (Nachstudie)
  - Wie gestalten wir unsere Prozesse besser?
  - Wie verbessern wir den Feedback im PDCA?

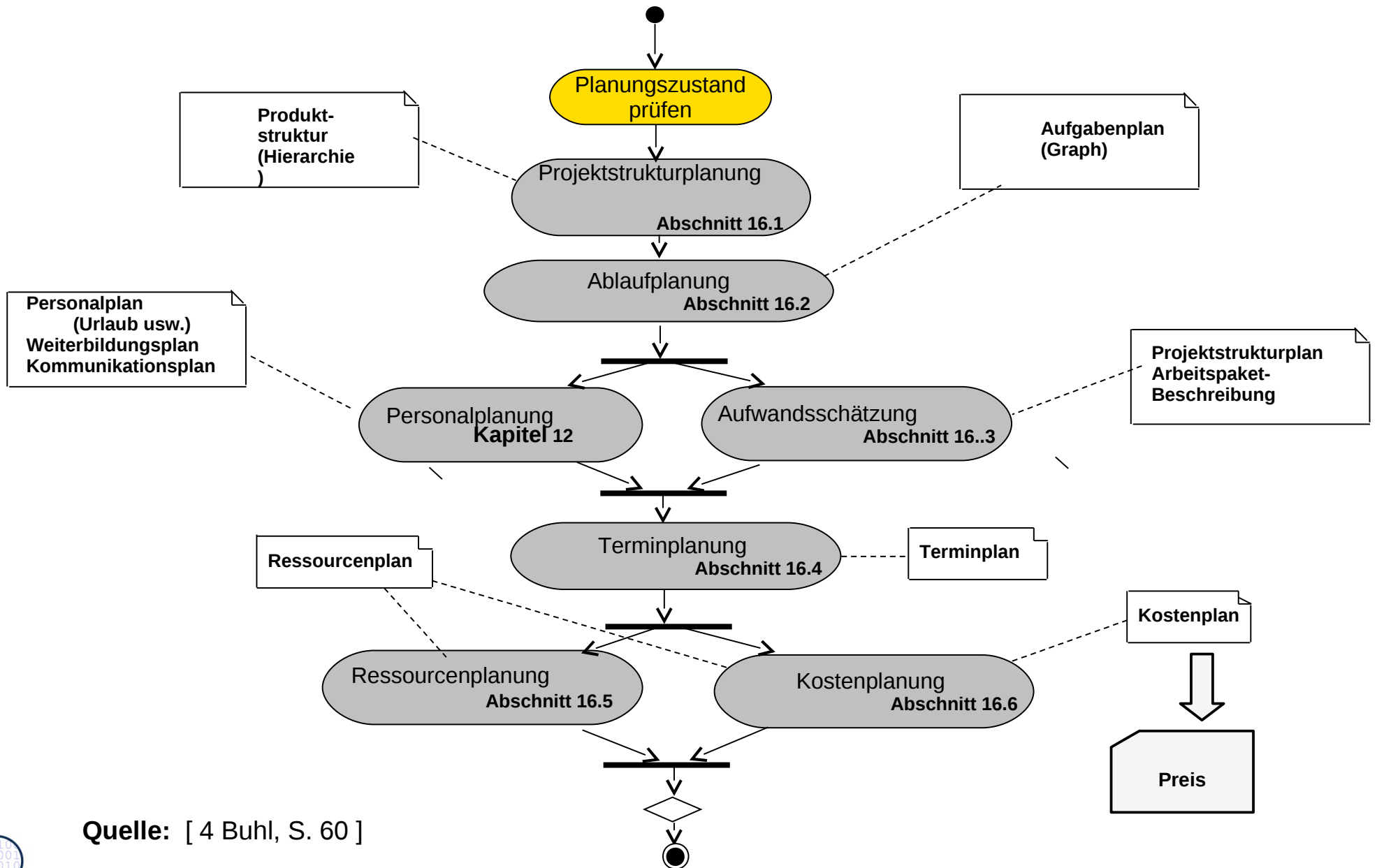
[Vorl. Prof. H. Schmidt]

# Übersicht Schritte der operativen und wirtschaftl. Planung



Quelle: nach [ 6 Kollektiv, S. 41 ]

# Paralleles Aktivitätendiagramm der Planungsphase



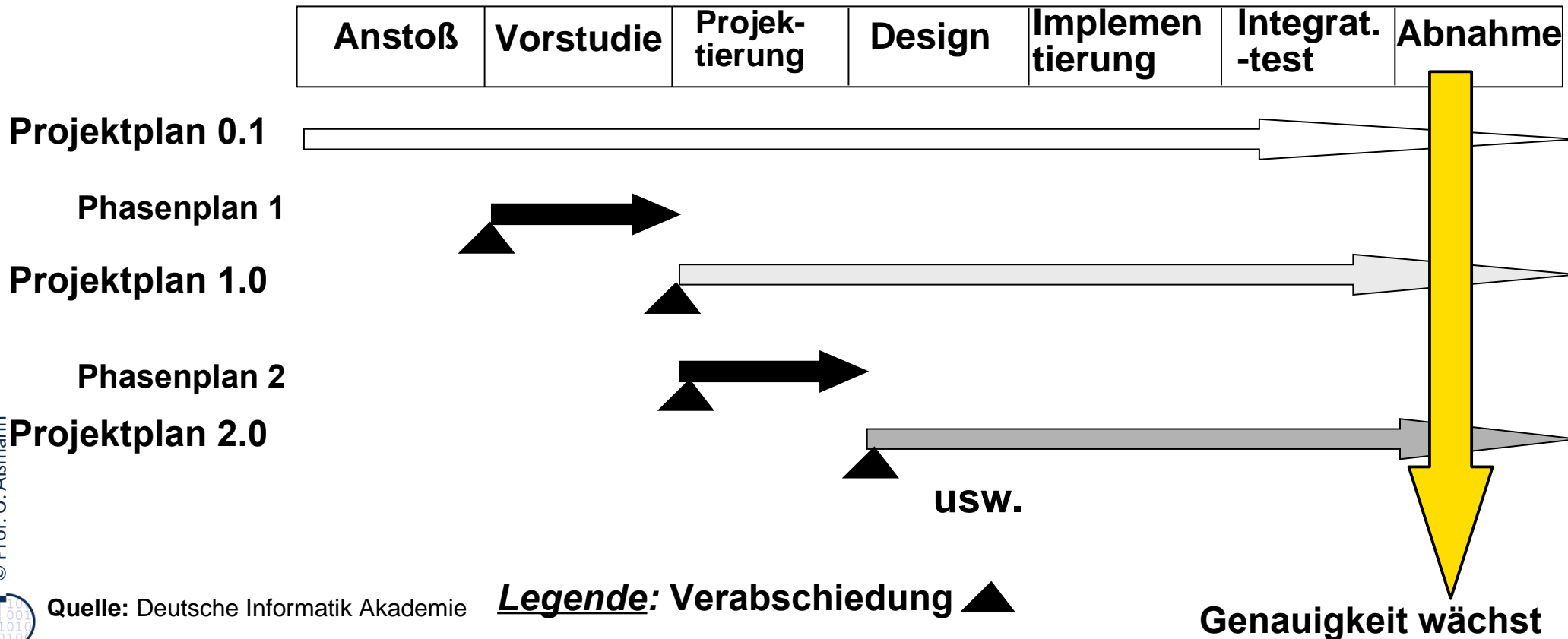
Quelle: [ 4 Buhl, S. 60 ]



# Planungszustand prüfen: Verschiedene Planungshorizonte

- ▶ An jedem Meilenstein der Phasengliederung setzt man eine Verfeinerung der Planung an

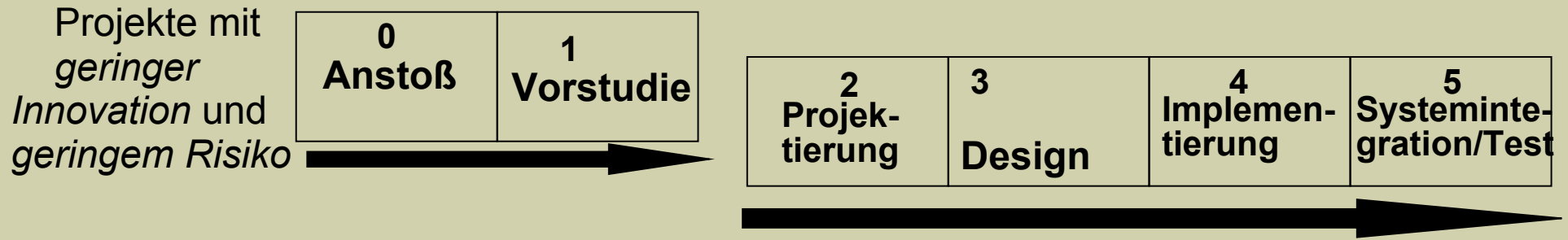
- Perspektivplanung (>1 Jahr)
- Langfristige Planung (ca.1 Jahr)
- Mittelfristige Planung (ca. 6 Monate)
- Kurzfristige Planung (ca. 1 Monat)
- Operative Planung während Projektsteuerung/-Überwachung



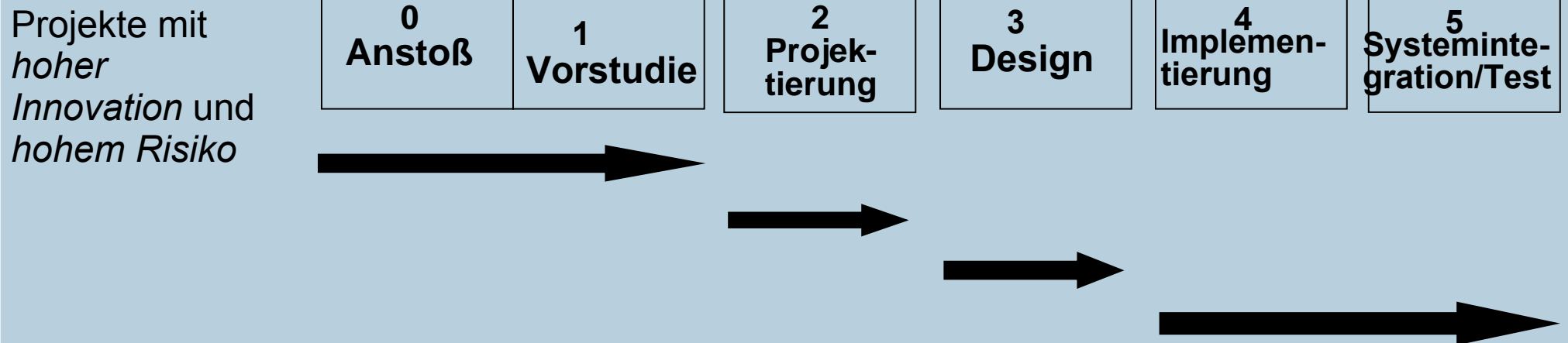
**Legende: Verabschiedung ▲**



# Reichweite der Aussagen der Planung und der Abschluss von Teilverträgen



- ◆ Ab Pflichtenheft ist das Projekt ausreichend genau zu überblicken

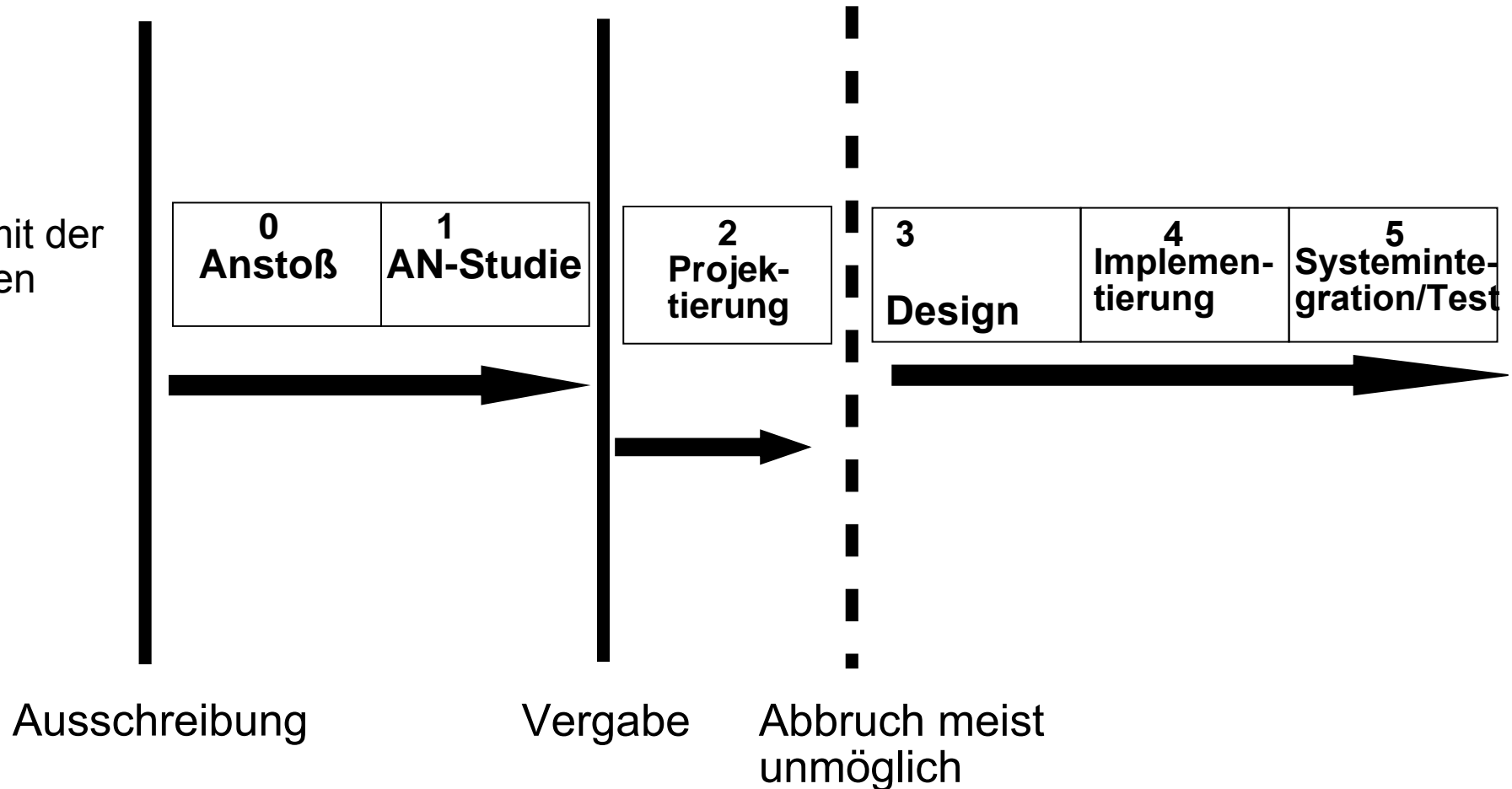


- ◆ Es kann nur jeweils ein Horizont von 10% bis 20% des Gesamtaufwandes ausreichend genau überblickt werden  
**Teilverträge, Teilprojektierung einsetzen**

# Projekte mit der öff. Hand

- ▶ Projektierungsphase mit separatem Teilvertrag enorm wichtig
  - Bei Ausschreibungen meist aber nicht durchgeführt...
  - Ausschreibung verlangt Festpreiskalkulation
- ▶ Sehr großes Problem in Deutschland

Projekte mit der  
Öffentlichen  
Hand



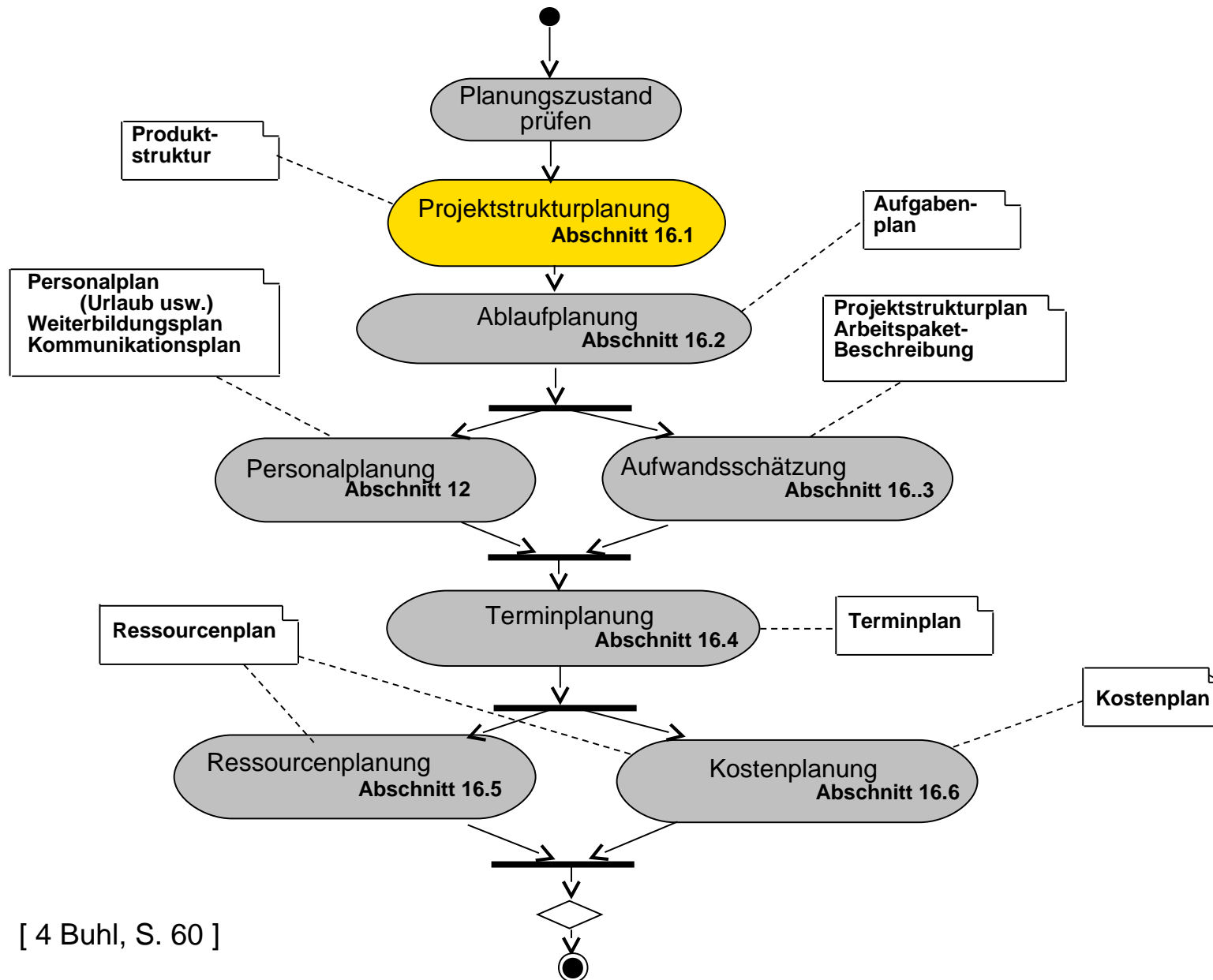
## 16.1.2 Strukturplanung

[http://en.wikipedia.org/wiki/Product\\_breakdown\\_structure](http://en.wikipedia.org/wiki/Product_breakdown_structure)



DRESDEN  
concept  
Exzellenz aus  
Wissenschaft  
und Kultur

# Aktivitäten während der Planungsphase



Quelle: [ 4 Buhl, S. 60 ]

# Projektstrukturplanung

Die **Projektstrukturplanung** plant die *Komponenten-* und *Ablauf-Struktur* des Projektes.

**(End-)Produktstruktur**  
(product breakdown structure)

Aus welchen **Komponenten** besteht das (End-)Produkt (System)?

Welche **Artefakte** (Objekte, Arbeitsergebnisse, Arbeitsprodukte) werden fürs Produkt gebaut?

- Zwischenergebnisse (z. B. Prototypen)?
- Entwicklungsdokumente?
- Hilfsmittel, Tools, Vorrichtungen, Messgeräte?
- Steuerungsergebnisse (Pläne, Berichte)?

**Artefaktstruktur (Objektstruktur)**  
(artefact breakdown structure **ABS**)

**Arbeitsstruktur**  
(work breakdown structure **WBS**)

**Projektstruktur**  
(project breakdown structure **ProBS**)

Einteilung der **Arbeitspakete (AP)**

- ◆ Welche AP zur Erstellung der Objekte?
- ◆ Welche AP der „Projektfunktionen“?
- ◆ Welche AP sind voneinander abhängig?
- ◆ Welche AP nebenläufig durchführbar?

# Komponenten der Projektstrukturplanung

Inhalt	Strukturplan
1. Das zu liefernde <b>End-Produkt</b>	1 = <b>Produktstrukturplan</b>
2. Zur Erstellung des End-Produktes notw. <b>Artefakte (Arbeitsergebnisse, Zwischenergebnisse)</b>	1 + 2 = <b>Artefaktstrukturplan (Objektstrukturplan)</b>
3. Für die Abwicklung des Projektes nötige <b>Aufgaben</b>	3 = <b>Arbeitsstrukturplan (Arbeitspakete, Aktivitäten)</b>
1 + 2 + 3 = <b>Projektstrukturplan</b>	

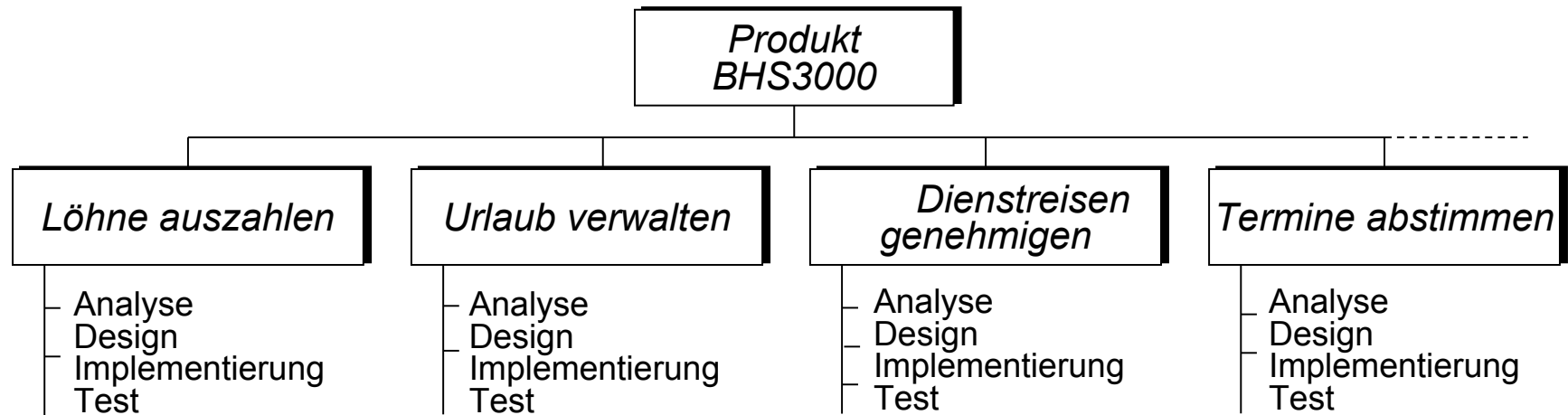
# Dekompositionskriterien von Produktstrukturplänen

- ▶ **(Projekt-)Funktionsorientierter Produktstrukturplan** dekomponiert das Produkt anhand der Projektfunktionen (Funktionsbaum des Projekts)
  - siehe VMXT, EOS



# 16.1.2.1 Dekompositionskriterien von Produktstrukturplänen

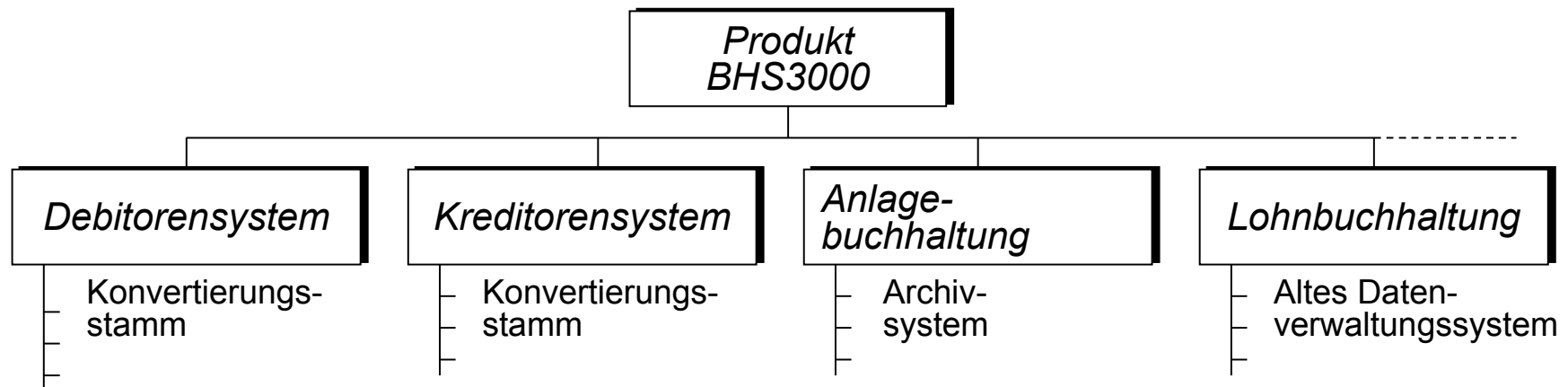
- ▶ **Anforderungsorientierter (Produkt-funktionsorientiert, Feature-oriented) Produktstrukturplan** dekomponiert das Produkt anhand der *Produktfunktionen* (Features, Anforderungen, **Funktionsbaum** des Projekts)



[Jenny]

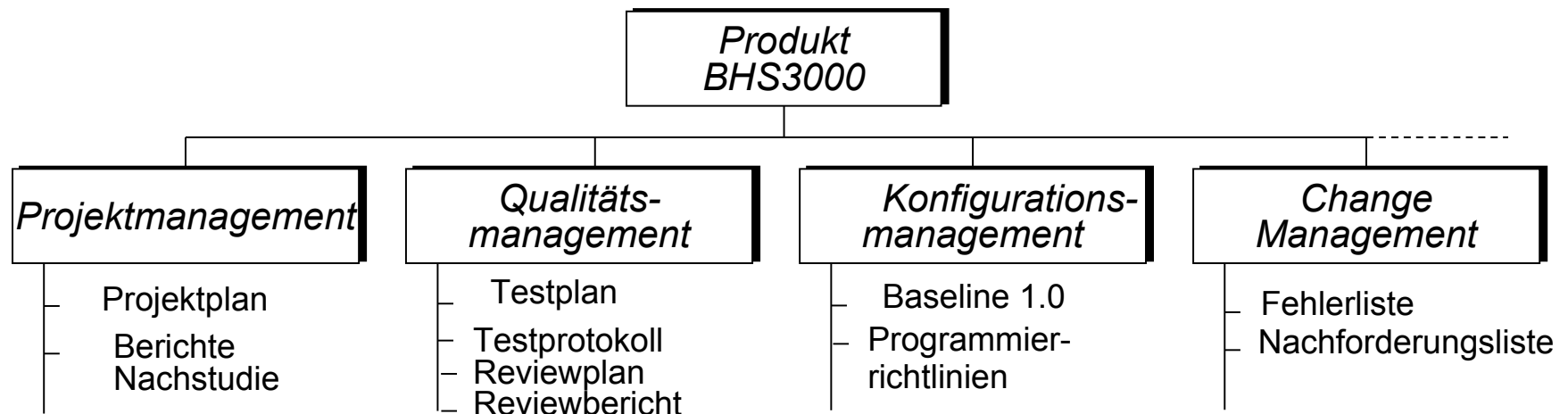
# Dekompositionskriterien von Produktstrukturplänen

- ▶ **Komponentenorientierter Produktstrukturplan** dekomponiert anhand von Systemkomponenten (System, Subsysteme, Klassen, siehe EOS)



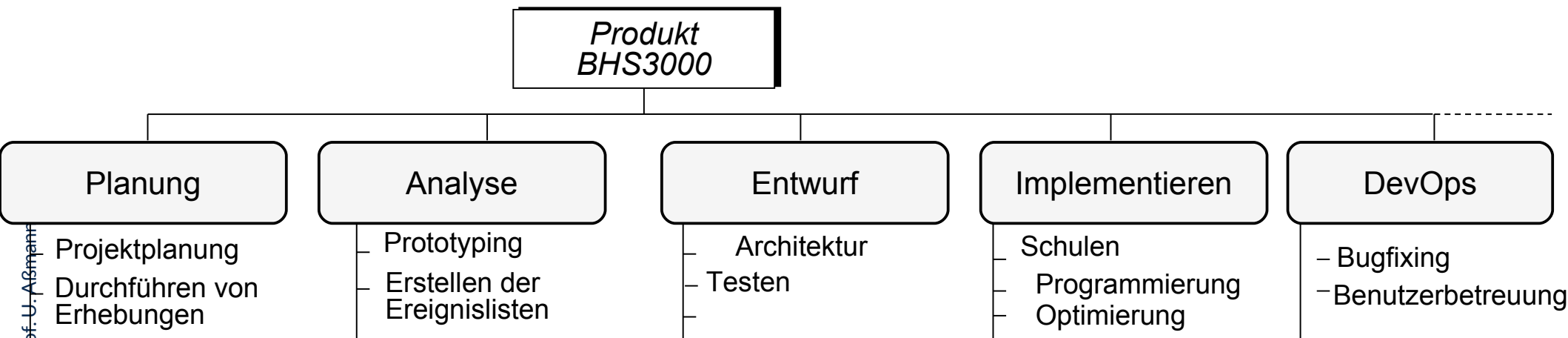
# 16.1.2.2. Artefaktstruktur (Artifact Breakdown Structure, ABS)

- ▶ Die zur Erstellung der Produktkomponenten nötigen Artefakte (Zwischenprodukte) werden I.d.R. aus den "Produktgruppen" eines Prozessmodell wie VMXT entnommen
- ▶ Dabei können auch gleich Aktivitäten aus den zugehörigen "Aktivitätengruppen" ermittelt werden und in die Work Breakdown Structure eingetragen werden



# 16.1.2.3 Arbeitstrukturplan (Aktivitätenstrukturplan, WBS)

- ▶ Der **Arbeitsstrukturplan (Aktivitätenstruktur, Work Breakdown Structure, WBS)** ist ein Aktivitätenbaum mit allen Aktivitäten, die zu tun sind, um die Projektziele zu erreichen
  - hierarchische Struktur (Baum) der zu bewältigenden Aufgaben eines Projekts
- ▶ Darstellung als strukturierte Aktivitätenliste mit 3 Ebenen:
  - **1. Ebene:** Projektbezeichnung
  - **2. Ebene:** Hauptaktivitäten
  - **3. Ebene:** Unter-Arbeitspakete



[anlehnend B. C. Schreckeneder]

# Arbeitspakete

## (Inhalt des Aktivitätenstrukturplanes)

Ein **Arbeitspaket (AP, Aktivität)** ist ein in sich geschlossene Aufgabenstellung innerhalb eines Projekts, die bis zu einem festgelegten Zeitpunkt mit definiertem Ergebnis und Aufwand vollbracht werden kann [DIN 69901-5]

- ▶ Ziele:
  - planbare Arbeitsvolumen (überschaubar, abrechenbar)
  - eigenverantwortliche Durchführung durch organisatorische Einheit oder Person
  - Projektverfolgung
- ▶ Arbeitspakete (AP) sind Grundlage für Aufwandsermittlung und Erstellung des Netzplanes
- ▶ Klare Arbeitspakete: SMART, CCC (checkable, consistent, complete)
  - Disjunkt: Arbeitspakete müssen klar voneinander abgegrenzt sein

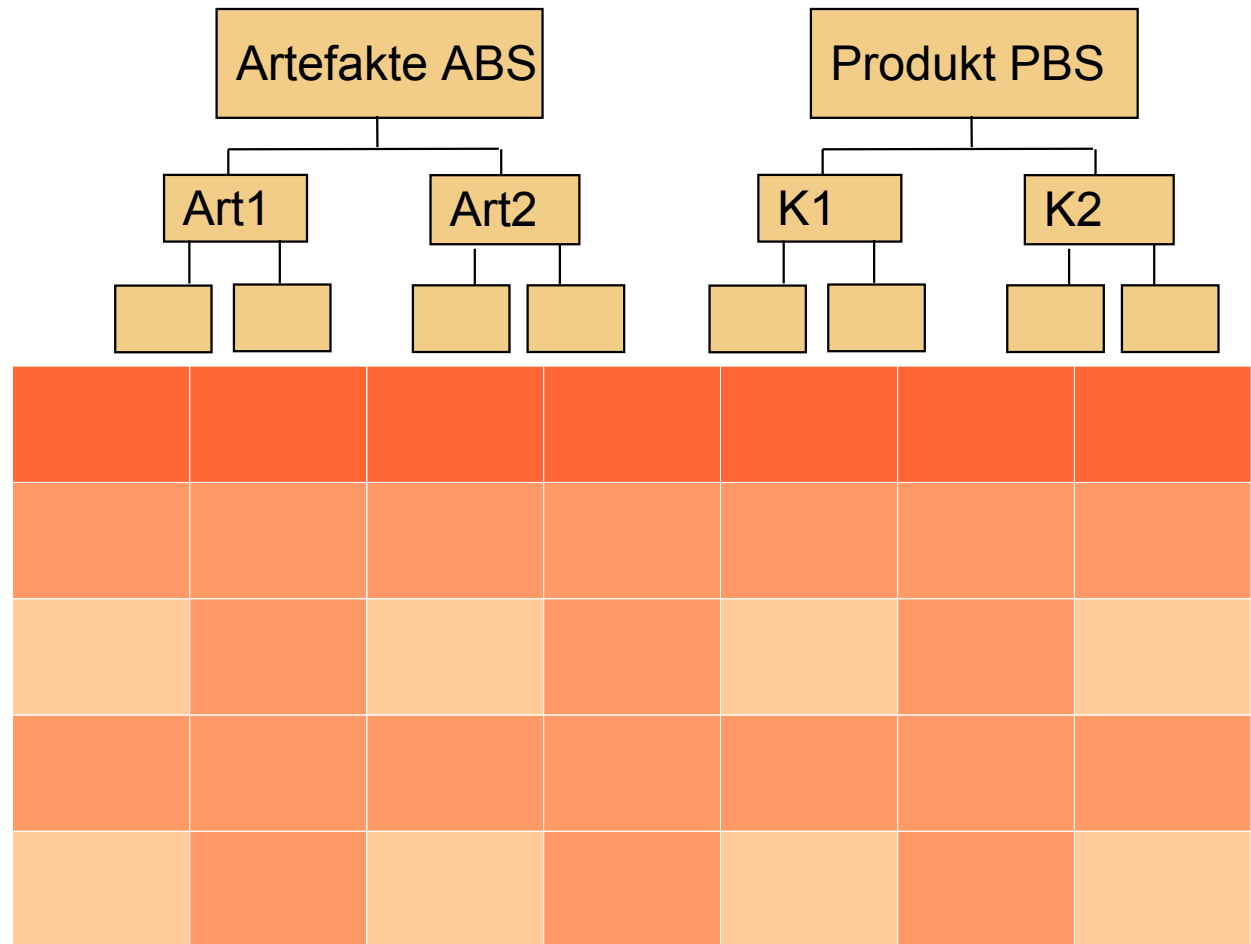
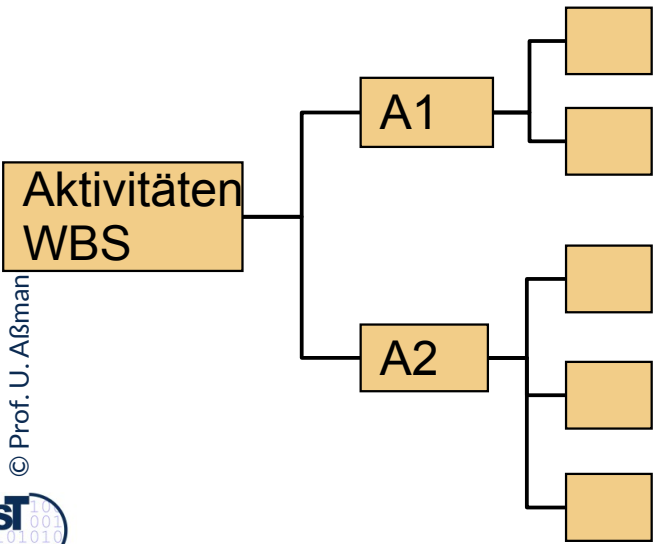
# Beispiel Attribute eines Arbeitspakets

22

<b>Projektnummer: Projektname:</b>	Seite ..... von .....
<b>Arbeitspaket-Nummer:</b>	z.B.: 1.1.1 Projektstart durchführen im Organisationsprojekt
<b>Inhalt:</b>	Projektdefinition, Projektstrukturplan mit Definition der Arbeitspakete, Termin- und Kostenplanung, Zweitägigen Projektstartworkshop mit Projektteam, Zustimmung für Konzeptionsprojekt mit einem konkreten Projektauftrag durch den Projektauftraggeber, Festlegung eines Projektnamens und Projektlogos
<b>Nicht-Inhalt:</b>	Zusammenstellung Projektteam
<b>Ergebnisse:</b>	Klare Ziele, Erstansatz Projekthandbuch, Zustimmung von Projektauftraggeber
<b>Leistungsfortschritts- messung:</b>	40% Zieldefinition, 40% Projekthandbuch, 20% Zustimmung Projektauftraggeber
<b>Verantwortlich:</b>	Frau Mayer X.
<b>Dauer und terminliche Lage:</b>	14.8. - 13.9. ...
<b>Zeitaufwand/Ressourcen:</b>	64 Std./P-Teammitglied ohne Projektleiter/in plus 80 Std. Projektleiter/in
<b>Kosten des vorliegenden AP:</b>	.....€ Personalkosten plus 1.200,-€ Tagungs- und Übernachtungskosten
<b>Abhängigkeit/Schnittstellen zuanderen Arbeitspaketen/ Projekten:</b>	[B.C. Schreckeneder]

# Elicitation von Arbeitspaketen aus PBS und ABS

- ▶ Aus der PBS und der ABS kann die WBS abgeleitet werden
- ▶ Die PBS und die Artefaktstruktur können mit der WBS kreuzgeprüft werden (Kreuzmatrix)
- ▶ Man entdeckt so Lücken in der WBS



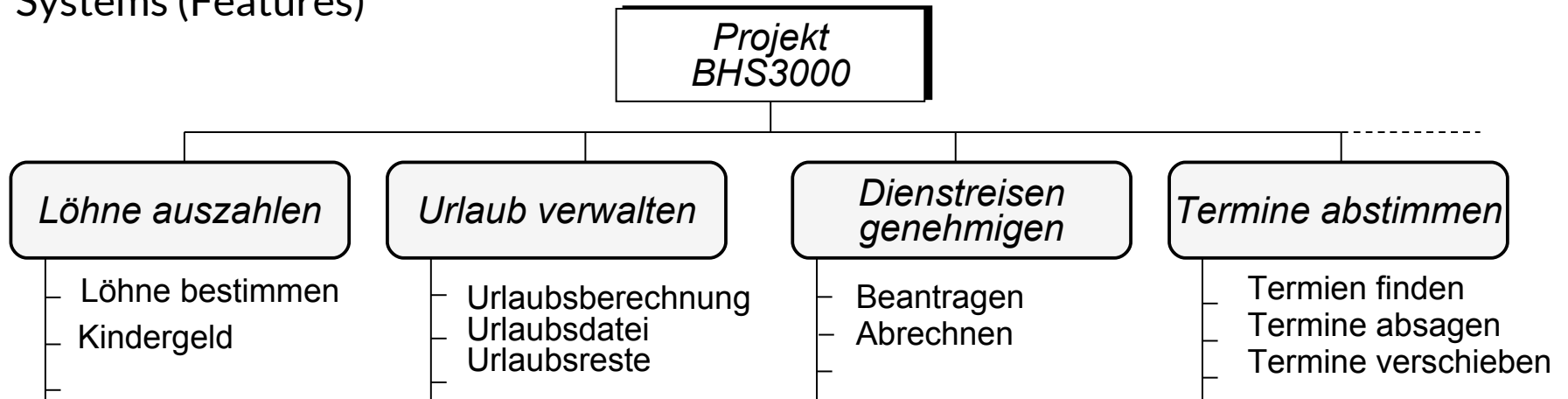
# 16.1.2.4 Projektstrukturplan

- ▶ Der **Projektstrukturplan (PSP, Project Breakdown Structure, ProBS)** ist ein Baum mit
  - allen Aktivitäten, die zu tun sind, um die Projektziele zu erreichen
  - allen Artefakten, die zu erstellen sind
- ▶ Zentrales Kommunikationsinstrument
  - Stabiles Planungsinstrument (Termin- und Kostenänderungen haben darauf keinen Einfluss)
- ▶ Darstellung als strukturierte Aktivitäten- oder Strukturbaum mit 3 Ebenen:
  - **1. Ebene:** Projektbezeichnung
  - **2. Ebene:** Strukturierung des Projektes nach verschiedenen Gliederungsgesichtspunkten (z.B. Funktionen, Phasen, Artefakten ...)
  - **3. Ebene:** Arbeitspakete

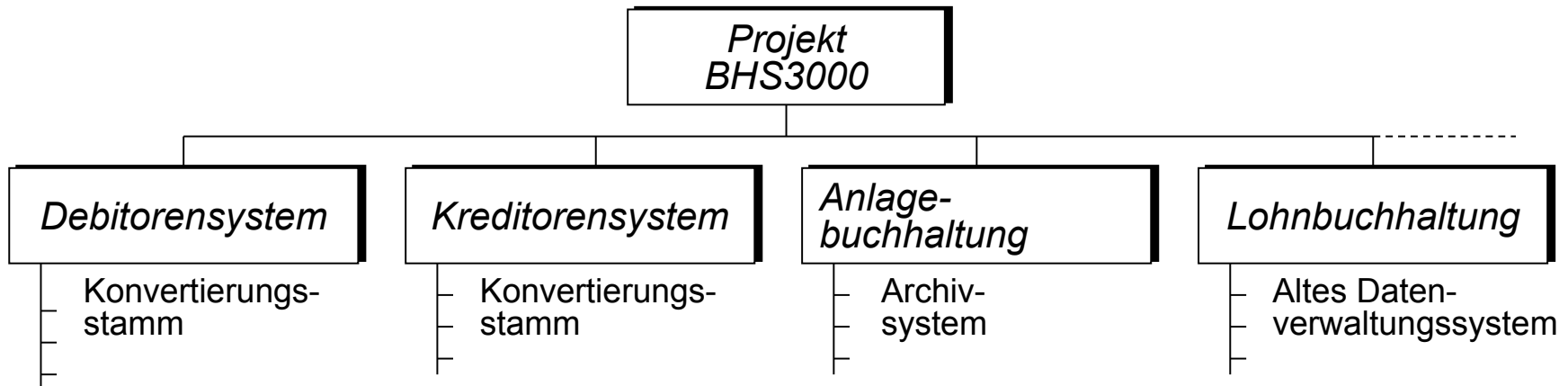


# Dekompositionskriterien von Projektstrukturplänen

- ▶ **Funktionsorientierter Projektstrukturplan** dekomponiert anhand Funktionen des Systems (Features)

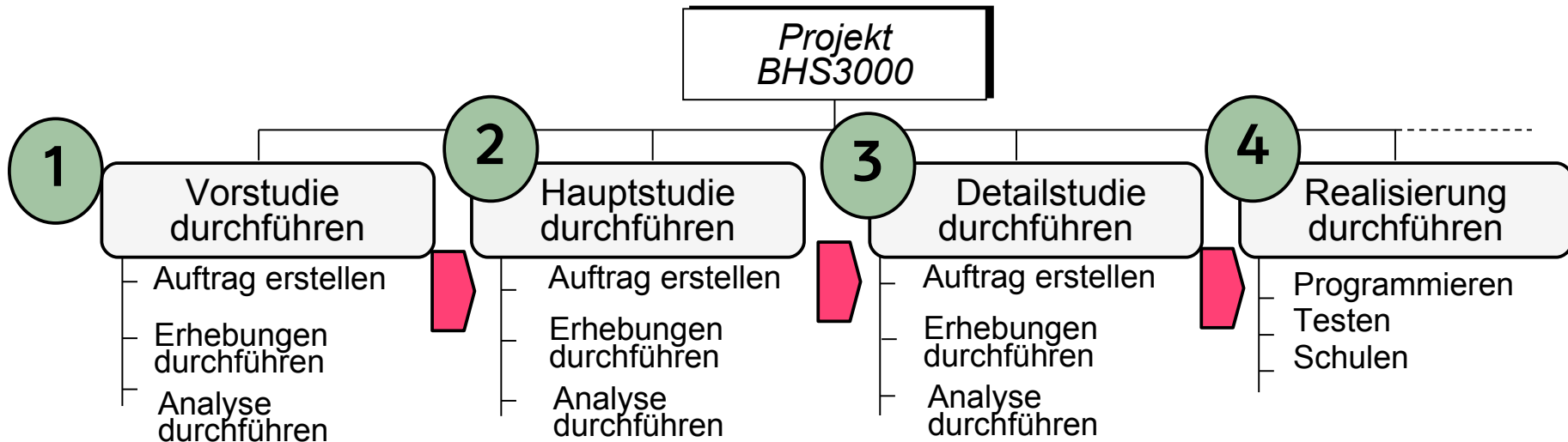


- ▶ **Komponentenorientierter (artefaktorientierter) Projektstrukturplan** dekomponiert anhand von Systemkomponenten oder Artefakten:

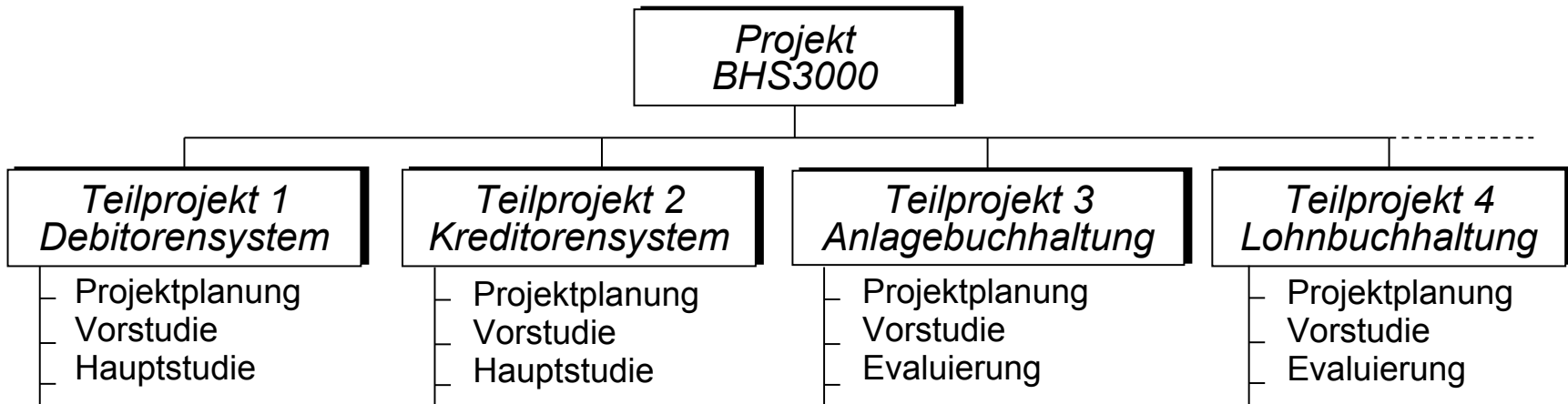


# Dekompositionskriterien von Projektstrukturplänen ctd.

- ▶ **Phasenorientierter Projektstrukturplan** dekomponiert anhand Phasen der Entwicklung eines Phasenschemas



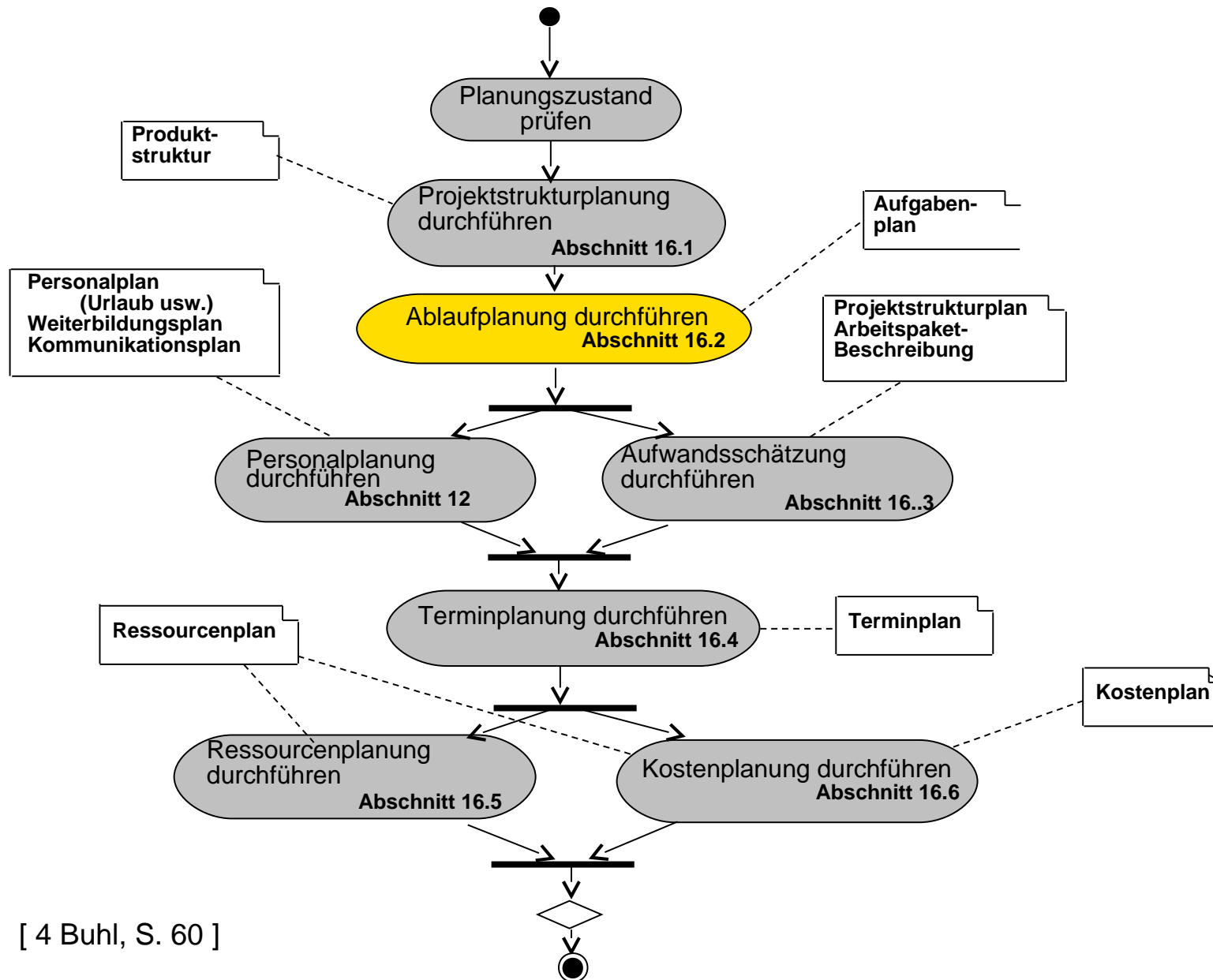
- ▶ **Mischform einer Projektstrukturierung**



## 16.2 Ablaufplanung



# Aktivitäten während der Planungsphase



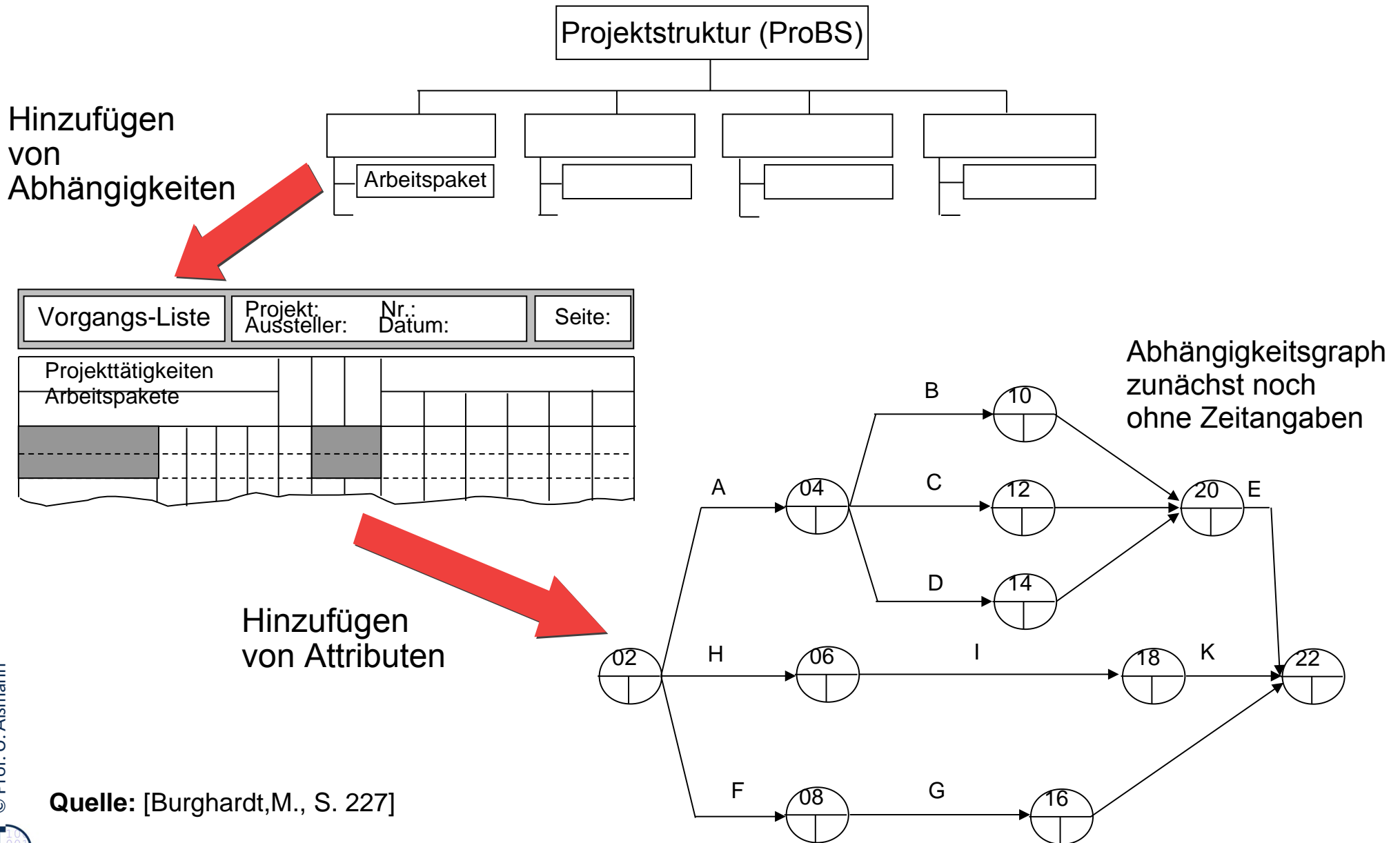
Quelle: [ 4 Buhl, S. 60 ]

# Ablaufplanung (Abhängigkeitsanalyse der Teilaufgaben)

- ▶ Die **Ablaufplanung** soll die **logischen Abhängigkeiten** der Arbeitspakete, d.h. die Ablaufreihenfolge logisch und verständlich präsentieren.
  - Aus den Arbeitspaketen wird eine **Vorgangsliste** abgeleitet
  - Deren **Abhängigkeiten** werden ermittelt
  - Auf dieser Grundlage wird der **Abhängigkeitsdiagramm/-graph** und der **Netzplan** erstellt

[ Jenny ]

# Ablaufplanung: von der ProBS zum Abhängigkeitsgraphen



Quelle: [Burghardt, M., S. 227]

# 16.2.1 Vorgangsliste

- ▶ Eine strukturierten **Vorgangsliste (Aktivitätenliste)** beinhaltet die Aktivitäten (AP, Vorgänge) eines Projekts in Form einer Tabelle.
  - inkl. Verantwortlichen und zugeordneten Mitarbeitern
  - Dauer bzw. der Aufwand (Tage geplant, bisher getan, noch zu tun)
  - benötigte Ressourcen
  - Abhängigkeiten:
    - Welche Aktivitäten können unabhängig voneinander ausgeführt werden?
    - Entspricht der Feinheit der Aktivitäten den Anforderungen?
  - Priorität (ABC)
  - hierarchische Nummerung
- ▶ Als praktisches Tool zur Erstellung und Verwaltung der Vorgangsliste bietet sich an
  - Projektmanagement-Werkzeug wie MS Project, OpenProj
  - Zur Not:
    - Textverarbeitungsprogramm mit Gliederungsansicht
    - Spreadsheet

# Bsp.: Vorgangsliste mit Abhängigkeiten (0)

<b>Vorgangsliste</b>					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							B,C,D					
B	Arbeitspaket 02						A	E					
C	Arbeitspaket 03						A	E					
D	Arbeitspaket 04						A	E					
E	Arbeitspaket 05						B,C,D						
F	Arbeitspaket 06							G					
G	Arbeitspaket 07						F						
H	Arbeitspaket 08							I					
I	Arbeitspaket 09						H	K					
K	Arbeitspaket 10						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: [ 1 Jenny, S. 242 ]



# Einfache Vorgangsliste

- ▶ mit einfacher Aufzählung

Responsible		Workedout		Version		
Andy		Suny		0,2		
Due date	Milestone graph	Task with Milestone	Date	Report	Estimated	Start
					Personweeks	
31.03.03		Design ready	20.03.03	Johnny		01.03.03
30.04.03		First prototype			4	01.04.03
10.05.03		Test first prototype			3	10.04.03
31.05.03		Second prototype			4	01.04.03
10.06.03		Test Second prototype			3	05.04.03
30.06.03		Acceptance test done			5	01.06.03



# Strukturierte Vorgangsliste

► Einteilung von Unteraktivitäten (Strukturierung)

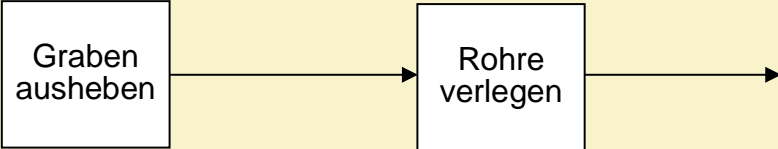
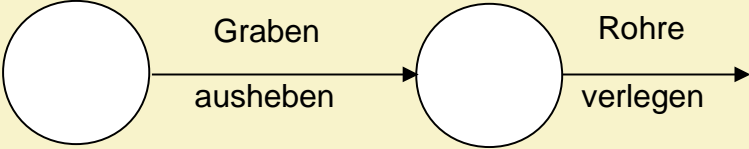
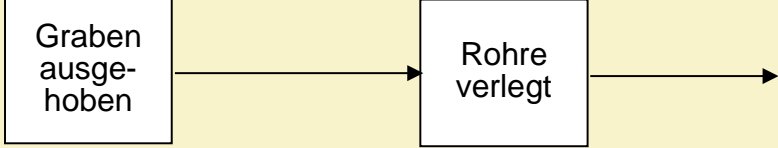
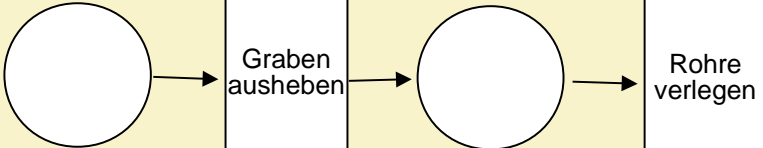
Responsible		Workedout		Version		
Andy		Suny		0,2		
Due date	Milestone graph	Task with Milestone	Date	Report	Estimated	Start
					Personweeks	
31.03.03		Design ready	20.03.03	Johnny		01.03.03
		- first design				
		- design review				
		- final design				
		Prototyping				
30.04.03		- First prototype			4	01.04.03
10.05.03		--Test first prototype			3	10.04.03
31.05.03		- Second prototype			4	01.04.03
10.06.03		-- Test Second prototype			3	05.04.03
30.06.03		Acceptance test done			5	01.06.03

# Verschmelzung von Vorgangsliste und Abhängigkeitsgraph

Responsible		Workedout		Version		
Andy		Suny		0,3		
Due date	Milestone graph	Task with Milestone	Date	Report	Estimated	Start
	C1 C2 C3				Personweeks	
31.03.03		Design ready	20.03.03	Johnny		01.03.03
30.04.03		First prototype			4	01.04.03
10.05.03		Test first prototype			3	10.04.03
31.05.03		Second prototype			4	01.04.03
10.06.03		Test Second prototype			3	05.04.03
30.06.03		Acceptance test done			5	01.06.03

[Andersen]

# 16.2.2 Darstellungen von Aktivitäten in Abhängigkeitsdiagrammen

Diagrammart	Darstellung der Bestandteile	Beispiel
<p><b>Vorgangsknotennetz (Aktivitätsdiagramm, Datenflussdiagramm)</b> Die <b>Vorgänge</b> werden durch <b>Knoten</b> dargestellt.</p>		<p><b>PDM</b> <b>MPM</b> <b>UML-Activity Diagrams</b></p>
<p><b>Vorgangspfeilnetz</b> Vorgänge: Pfeile Knoten: Zustände</p>		<p><b>CPM</b> <b>UML-Statecharts</b></p>
<p><b>Ereignisknotennetz</b> Knoten: Ereignisse</p>		<p><b>PERT</b> <b>VMXT</b></p>
<p><b>Bipartite Netze</b> Stellen: Zustände Rechtecke: Vorgänge (synchronisierend)</p>		<p><b>PetriNet</b> <b>Workf bwNets</b> <b>BPMN</b></p>

**PDM:** Precedence Diagramm Method(auch MS Project)  
**MPM:** Metra Potential Method  
**CPM:** Critical Path Method  
**PERT:** Program Evaluation and Review Technique

[ Jenny ]

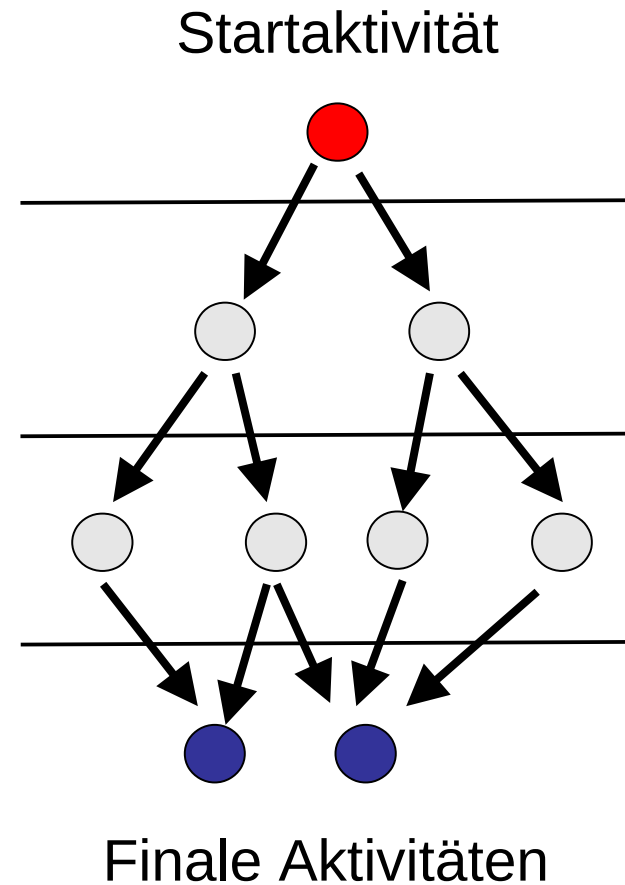
# Abhängigkeitsdiagramm (Abhängigkeitsgraph)

Das **Abhängigkeitsdiagramm (-graph)** stellt die Abhängigkeiten von Aktivitäten, Zustände und Ressourcen als Knoten eines gerichteten Graphen mit Hilfe eines *Vorgangsknotennetzes (Aktivitätendiagramm)* dar

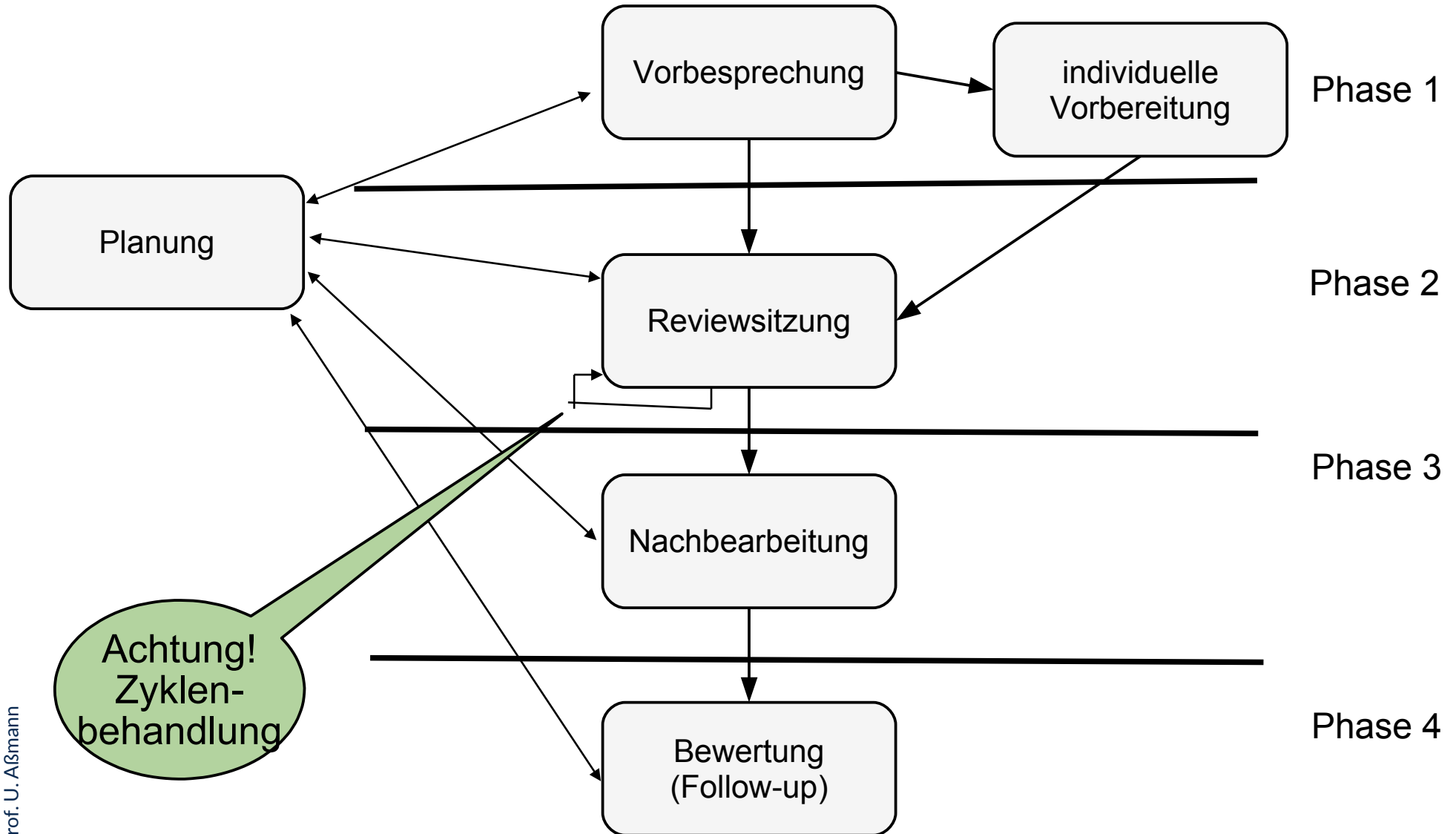
- ▶ Auf der linken Seite die Aktivität im **Ist-Zustand**
- ▶ Auf der rechten Seite die Aktivitäten als **Soll-Zustand**
- ▶ Dazwischen stehen die nötigen **Zwischenprodukte** (Artefakte), die für den Übergang vom Ist-Zustand in den Ziel-Zustand notwendig sind.
- ▶ I.d.R. ist der Graph azyklisch – Zyklen müssen behandelt werden
- ▶ Zweck:
  - partielles Ordnen von Aktivitäten
  - Einteilen von Phasen sinnvoll (mit „Brücken-Transitionen“)
  - Finden von weiteren Teilprodukten und Aktivitäten
- ▶ Abhängigkeitsgraphen werden aus dem Projektstrukturplan erstellt
  - Überprüfung erfolgt in der Regel durch Reviews
  - Für eine Machbarkeitsstudie genügt ein Übersichtsplan

# Beginn: Abhängigkeitsgraph als Vorgangsknotennetz (Aktivitätendiagramm)

- ▶ Ein Ablaufgraph muss **abrollbar** sein
- ▶ Ein azyklisches Vorgangsknotennetz kann **geschichtet** werden (layering)
- ▶ Schichtengrenzen bilden Meilensteine



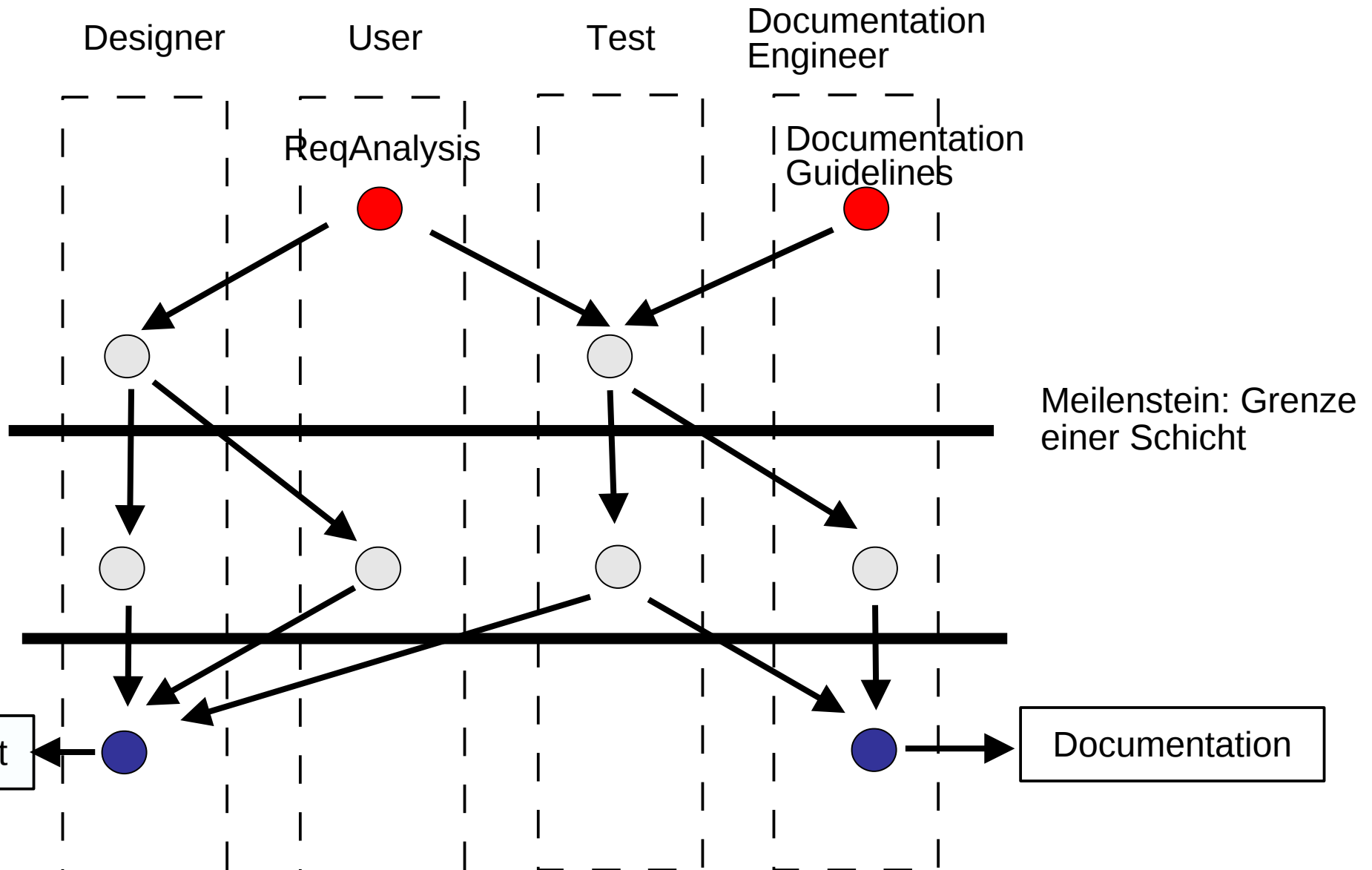
# Beispiel.: Ablauf eines Projekt-Reviews als Aktivitätendiagramm (Vorgangsknotennetz)



[Wallmüller]

# Abhängigkeitsgraph mit Meilensteinen and Schwimmbahnen (Zuordnungen)

- Ein Abhängigkeitsgraph kann auf **Schwimmbahnen** aufgeteilt sein

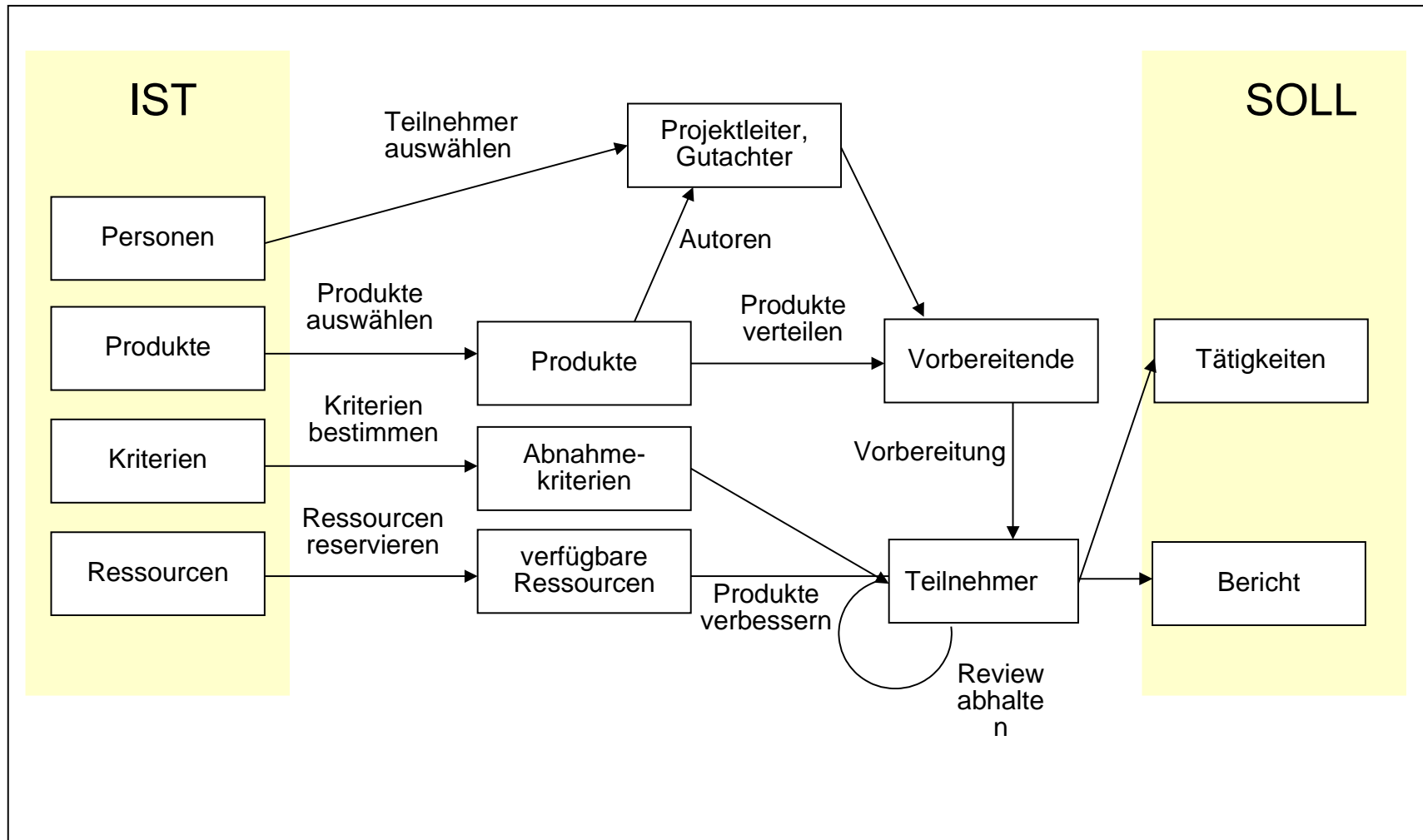




# Bsp.: Abhängigkeitsdiagramm(-graph) eines Review als Vorgangspfeil-Netz über Artefakten

41

Softwaremanagement (SWM)



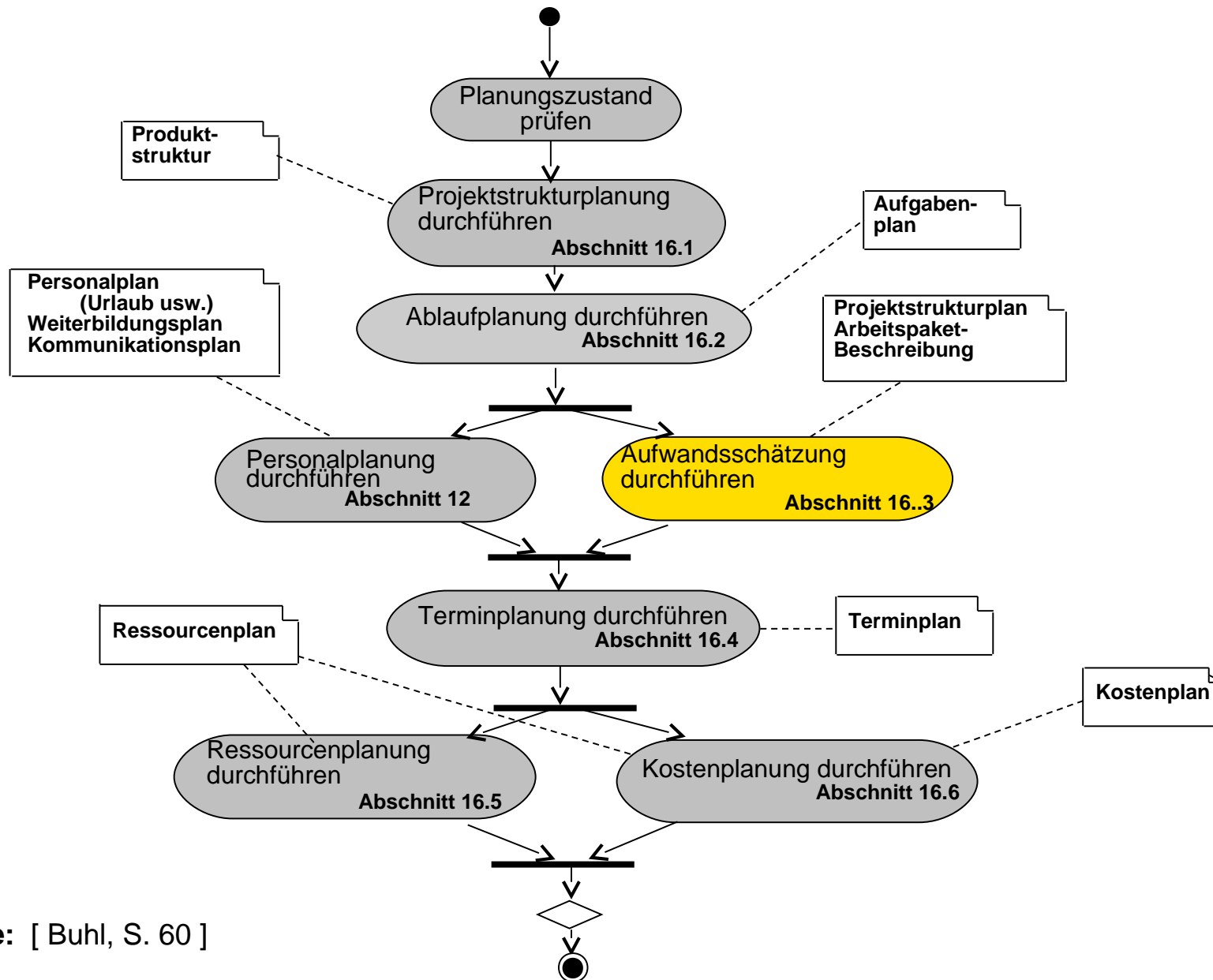
Quelle: [ Zuser, W. S. 122 ]

## 16.3 Aufwandsschätzung (-ermittlung)



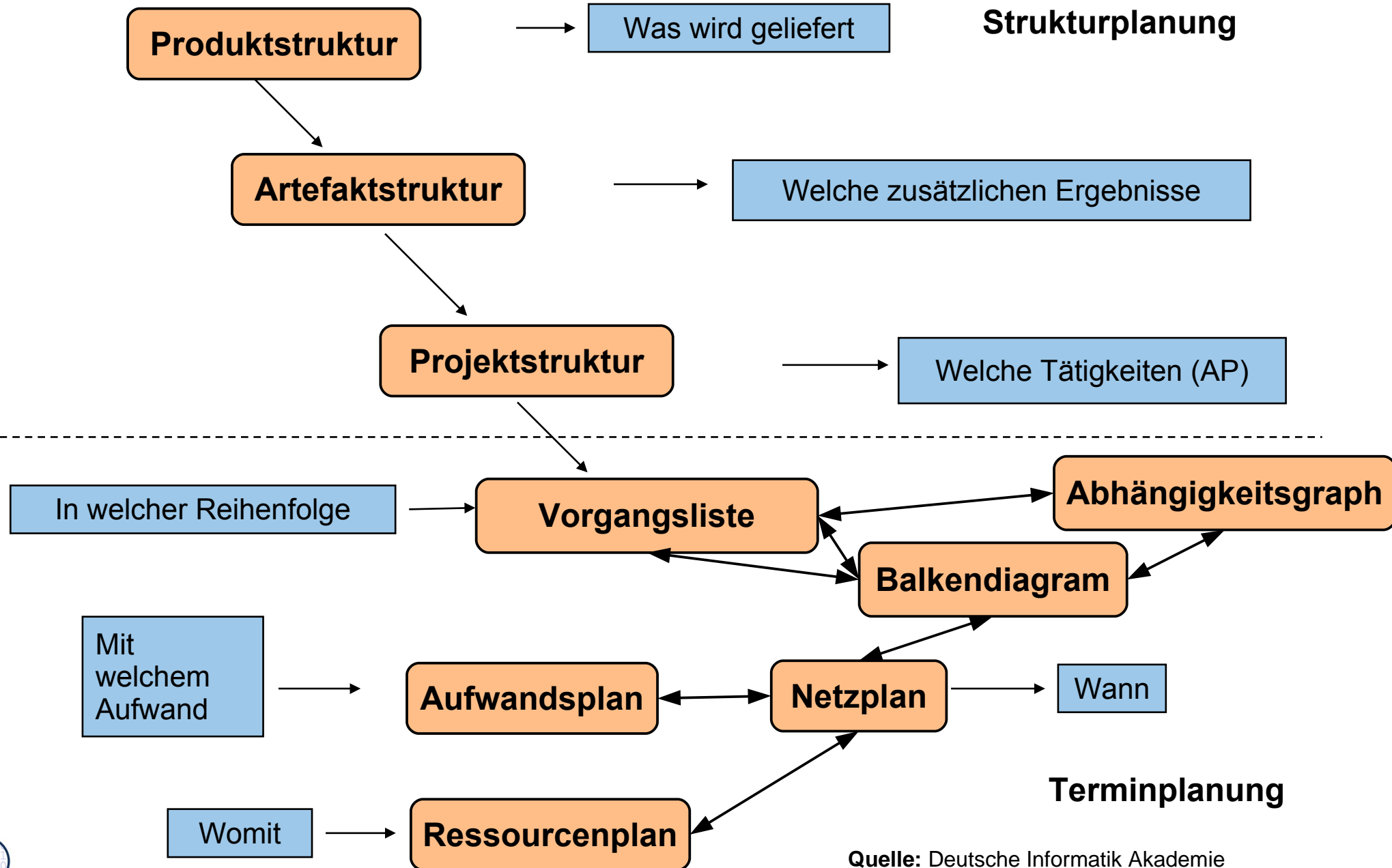
Work expands  
to fill the  
available  
volume...

# Aufwandsschätzung



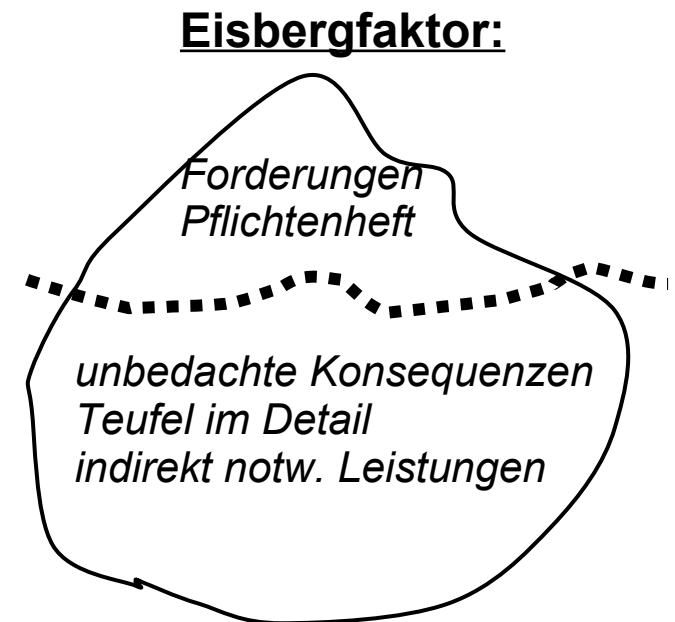
Quelle: [ Buhl, S. 60 ]

# Artefakte der Ablaufplanung



# Aufwandsschätzung und das Eisberg-Problem

- ▶ Die **Aufwandsschätzung** schätzt nicht den Preis, sondern die Kosten in der Einheit der Kostenkategorien
- ▶ Zeitpunkt: möglichst früh (und genau!) für
  - Angebotserstellung
  - Pflichtenheft
- ▶ **Schätzen heißt nicht Raten**
  - Erfahrungen sammeln und verwerten
  - Randbedingungen beachten
  - Aufgaben strukturieren und detaillieren
  - ständig aktualisieren
- ▶ Schätzung als solche ausweisen!



Ein **Einsatzmittel (Ressource)** ist eine abgrenzbare Gattung bzw. Einheit von Personal, Finanzmitteln, Sachmitteln, Informationen, Naturgegebenheiten, Hilfs- und Unterstützungsmöglichkeiten, die zur Durchführung oder Förderung von Vorgängen, Arbeitspaketen oder Projekten herangezogen werden können. [DIN 69901-5]

- ▶ 3 Ansätze der Schätzung:
  - Personenzeit (Tage, Monate)
  - Anzahl weiterer Einsatzmittel
  - Projekt-Zeitdauer, z. B. in Tagen

- ▶ Einsatzmittel- und Kostenkategorien einer Schätzung:
  - Personal -Zeit (und Kosten)
  - Reisen
  - Computerzeit
  - Einrichtungen (Kosten für Computer, Netze, Testgeräte)
  - Dienstleistungen/ Aufwendungen (Unteraufträge, Beratung, Ausbildung, Druck, Büro, ...)
  - Gemeinkosten (nicht direkt nachweisbare Kosten, wie Heizungskostenanteil, Wasseranteil, etc.)
  - Nutzenschätzung ausweisen: Phasen/ Zyklen (enthaltene Kosten, auch für Dok., Datenerfassung, ...)
- ▶ Bei signifikanten Änderungen neu schätzen
- ▶ Nachkalkulation zur Auswertung von Erfahrungen



- ▶ **Einzel schätzung (Drei-Punkt-Schätzung):** Sie wird von anerkannten Spezialisten/Experten durchgeführt.

- Gesamtaufwand  $A$  ergibt sich als arithmetisches Mittel dreier Schätzwerte für
- den optimistischen Aufwand  $A_o$ ,
- den wahrscheinl. Aufw.  $A_w$
- und den pessimistischen Aufwand  $A_p$

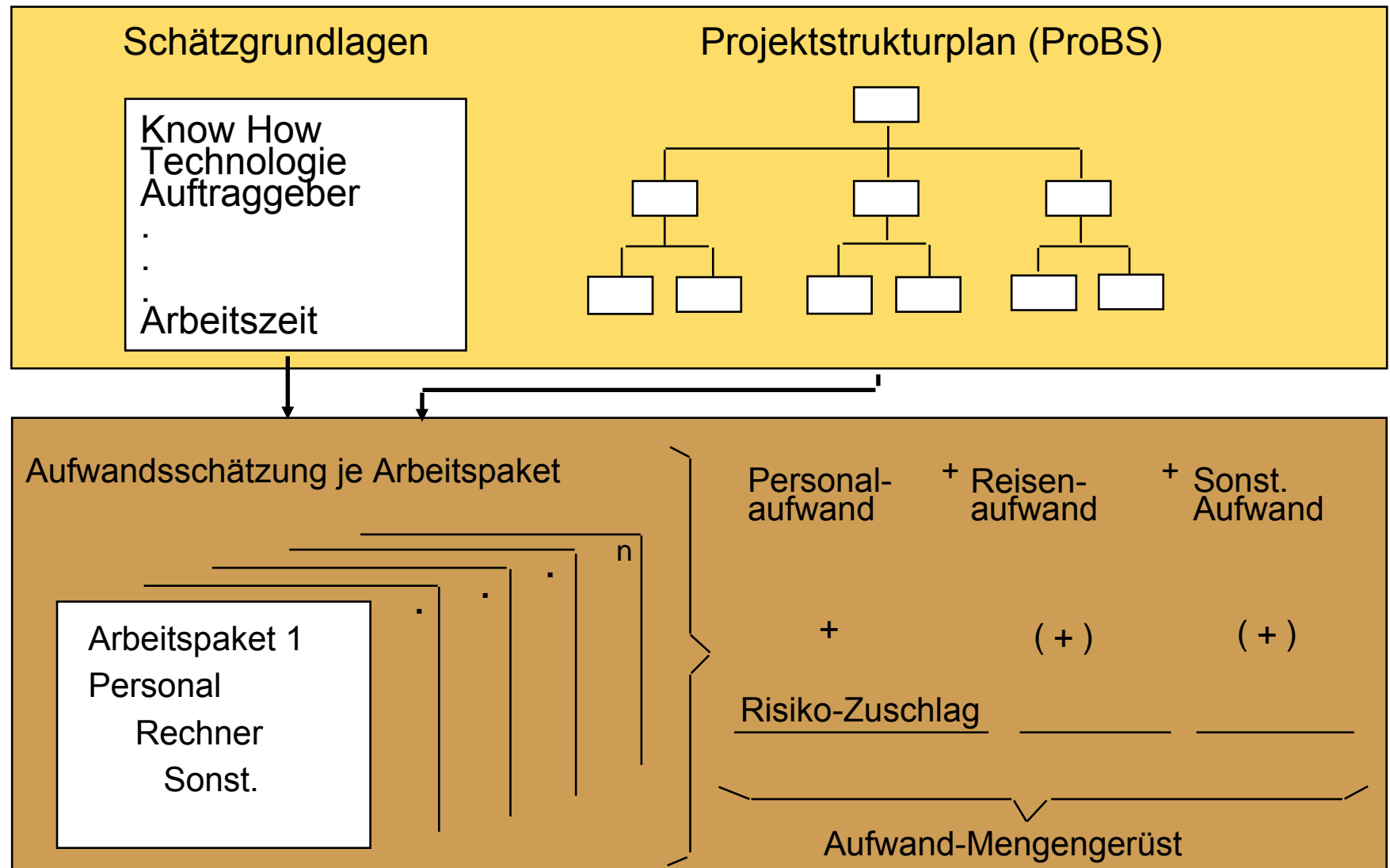
$$A = \frac{A_o + A_p + A_w}{3}$$

- ▶ Kann mit allen anderen Schätzverfahren orthogonal kombiniert werden!
- ▶ In einem Schätz-Excel-Sheet sehe man immer eine drei-Punkt-Schätzung vor

- ▶ **Mehrfachbefragung:** Interdisziplinär zusammengesetzte Gruppe von Experten schätzt den Aufwand nach einer bestimmten Vorgehensweise
  - z.B. Delphi-Methode, kombiniert mit Drei-Punkt-Schätzung
  - z.B. SWOT oder andere 2-D-Attributanalysen
- ▶ **Analogiemethoden** (Prozentsatzmethoden, Vergleichsmethoden)  
Schätzung im Vergleich zu abgeschlossenen ähnlichen Projekten  
(Voraussetzung ist aktives Sammeln von Projektdaten)
- ▶ **Multiplikatormethoden** (Metrik-, Kennzahlenmethoden)  
Basis sind Multiplikationen für zu erbringende Leistungseinheiten (z.B. Lines of Code in Personenmonaten bei bekannten Programmieraufwand)
- ▶ **Algorithmische Methoden**  
bedienen sich Formeln oder eines Formelgebildes, dessen Strukturen, Variablen und Konstanten mit mathematischen Modellen bestimmt werden

# Globale Aufsummation der Schätzelemente über der PBS

- Kostenschätzung sammelt per *reduce-Rekursion* die Kosten der Arbeitspakete auf



# 16.3.1 Delphi-Verfahren als Mehrfachbefragung

- ▶ Das **Delphi-Verfahren** führt eine systematische Befragung mehrerer kompetenter Personen („Experten“) über den Zeitbedarf der einzelnen Aktivitäten durch
- a) **Standard-Delphi-Verfahren (*anonym* und *ohne Anwesenheit*, meist per Web)**
  - Der Projektleiter schildert jedem Experten persönlich das Projektvorhaben und übergibt ihm ein Formular mit den Aufgabenpaketen.
  - Jeder Experte füllt das Formular aus, ohne Kontakt zu anderen (außer zum PL).
  - Der PL wertet die Formulare aus und verteilt ein neues Formular mit stark voneinander abweichenden Arbeitspaketen usw. usw.
  - Das Schätzergebnis ergibt sich aus dem Durchschnittswert der letzten Überarbeitung.
- b) **Breitband-Delphi-Verfahren (mit Anwesenheit)**
  - erster Schritt wie oben
  - Der PL beruft eine Sitzung (Schätzklausur) ein, die Schätzung wird erläutert.
  - Jeder Schätzer füllt das Formular selbständig aus (wie oben).
  - Der PL sammelt die Formulare ein und wertet sie aus
  - Pakete mit starken Abweichungen werden auf einem neuen Formular erfasst
  - Der PL beruft eine **neue Sitzung** ein; Iteration von vorne.

# Breitband-Delphi mit Schätzklausur



## Besetzung

### Moderator

3-4 **Schätzer** = Experten  
aus Projektteam  
oder extern

1-2 **Berater**  
aus Projektteam

### Protokollführer

---

max 8 Personen  
Max 2 Tage

## Arbeitstechnik

- verdeckte Einzelschätzung
- gemeinsame Schätzwertbildung  
(Entscheidungsregel nötig!)
- offenes Protokoll
- Dokumentation der Schätzergebnisse

# Phasenplan der Delphi-Schätzklausur

## Vorbereiten

- Schätzer auswählen und einladen
- Unterlagen zur Verfügung stellen

## Durchführen

- Ablauf Schätzklausur erläutern
- Basisinformation geben
- Projektstruktur durchsprechen
- Schätzeinheiten bilden
- Annahmen festhalten

## Einzelschätzung

- Arbeitspaket erläutern
  - Mengen und Aufwand schätzen
  - Schätzwerte diskutieren
  - Ergebnisse festhalten
  - Risiko abschätzen
- Schätzgenauigkeit ermitteln

## Nachbereiten

- Ergebnisse dokumentieren
- Zuschlagsrechnung
- Netto / Brutto-Umrechnung
- Plausibilitätsprüfung
- Ergebnisse und Dank an Schätzer

## 16.3.2 Standards der Function-Point-Methode

Die Function-Point-Methode ist eine weit verbreitete Kennzahlenmethode, ursprünglich von IBM. Folgende Standards der Methode sind bekannt:

- **ISO 14143-1** ist seit 1999 Standard und beschreibt die grundlegenden Prinzipien einer funktionalen Größenmetrik FSM (Functional Size Metric) und enthält die dazugehörigen Definitionen
- ▶ Zur Zeit sind nur abgeleitete Varianten der Function-Point-Methode nach **ISO/IEC 14143-1** anerkannte Public Available Standards (PAS), wie folgende:
  - **ISO/IEC 20926** standardisiert für eine spezifische International Function Point User Group die Methode, die unter der Bezeichnung *IFPUG* Function Point Methode *Version 4.1* bekannt geworden ist. (URL: [www.ifpug.org](http://www.ifpug.org))
  - **ISO/IEC 19761** nach diesem Standard nutzt die *COSMIC-FFP* (Common Software Measurement International Consortium - Full Function Points) die Methode (URL: [www.cosmicon.com](http://www.cosmicon.com))
  - **ISO/IEC 24570** Standard der Niederländische Metrik Organisation (*NESMA*) (URL: [www.nesma.org](http://www.nesma.org))
  - **ISO/IEC 20968** standardisiert die *Mark II* Function Point Methode (von Charles Symons in England für Anwendungen mit PSP der 4. Generation entwickelt)

(URL: [www.ukσμα.co.uk](http://www.ukσμα.co.uk))

Quelle: Tagungsband ISWM/MetriKon 2004; Shaker Verlag 2004

# Function-Point-Verfahren (1)

- ▶ **Eingabe (input):** Funktionspunkte
- ▶ **Resultat (output):** Personenmonate

## Schritte:

- Ermitteln der Nutzfälle (function points)
- Bewerten der Nutzfälle
- Ermitteln der globalen Einflussgrößen (Einflussfaktoren)
- Ermittlung der „Total Function Points“ (TFP)
- Normierung mit Erfahrungstabelle

zu 1.: Ermitteln der Komponenten des Systems (aus Produktstrukturplan)

- ▶ „**Nutzfälle**“ (Use Cases aus dem Pflichtenheft und Entwurf) bzgl.
  - **Eingabedaten** (Formulare, BS-Masken, Daten von anderen S.)
  - **Ausgabedaten** (GUI-Masken, Reports, Listen, Daten für andere Systeme)
  - **Abfragen** (queries, je Einheit von Online-Eingaben)
  - **Anwenderdateien** (Datenbestände): jede log. Datei, die gepflegt wird (keine Zwischendateien)
  - **Referenzdateien:** Dateien und Tabellen, die nur gelesen und nicht gepflegt werden



- ▶ **1. Schritt:**
- ▶ **Vergabe von 3 bis 15 Funktionspunkten (FP)** für die Nutzfälle, je nach ihrer Komplexität

<b>Funktionsart</b>	<b>einfach</b>	<b>mittel</b>	<b>komplex</b>
Eingabedaten	3	4	6
Ausgabedaten	4	5	7
Datenbestände	7	10	15
Referenzdaten	5	7	10
Abfragen	3	4	6

- ▶ Die Anzahl der Funktionen wird mit den zugewiesenen Werten multipliziert und summiert.
- ▶ Das ergibt die Zahl der einfachen, **unjustierten Funktionspunkte S1**

# Function-Point-Verfahren (3)

## Ermitteln der Einflusspunkte

- ▶ **2. Schritt:**
- ▶ Bewertung der **Einflusspunkte** für die Nutzfälle:
  - 0 = kein Einfluss
  - 1 = gelegentlicher Einfluss
  - 2 = mäßiger Einfluss
  - 3 = mittlerer Einfluss
  - 4 = bedeutender Einfluss
  - 5 = starker Einfluss
- ▶ Maximal können 60 Punkte vergeben werden (**Summe der Einflusspunkte S2**).

### Mögliche Einflussfaktoren:

- ▶ Verflechtung mit anderen Systemen (0-5)
- ▶ dezentrale Verarbeitung und Datenhaltung (0-5)
- ▶ Transaktionsrate und Antwortzeitverhalten (0-5)
- ▶ Verarbeitungskomplexität (Punktezahl 0 – 30)
  - Rechenoperationen (0-10)
  - Umfang der Kontrollverfahren für die Datensicherstellung (0-5)
  - Anzahl der Ausnahmeregelungen (0 – 10)
  - Schwierigkeit und Komplexität der Anwendungslogik (0 - 5)
- ▶ Wiederverwendbarkeit (Module,...) (0-5)
- ▶ Datenbestand-Konvertierungen (0-5)
- ▶ Benutzungs- und Änderungsfreundlichkeit (0-5)

# Function-Point-Verfahren (4)

## Globale Einflussfaktoren

- ▶ **3. Schritt:**
- ▶ Der globale **Einflussfaktor S3** kann **maximal 30%** des errechneten Wertes der Einflusspunkte S2 betragen

$$S3 = 0,70 + (S2 * 0,01)$$

- ▶ **4. Schritt:** Berechnung der „Total Function Points“

$$TFP = S1 * S3$$

- ▶ **5. Schritt:** Übersetzung in Personenmonate

$$PM = \text{Erfahrungstabelle}(TFP)$$

# Function-Point-Verfahren (5)

## Einbeziehung von Erfahrungen

### 5. Schritt:

- ▶ anhand der ermittelten TFP wird aus einer **Erfahrungstabelle** der Entwicklungsaufwand in Personenmonaten (PM) abgelesen
- ▶ Die Wertetabelle muss entsprechend der Produktivität im Team/ Unternehmen auf Basis einer Nachkalkulation ständig aktualisiert werden

### Beispiel einer Erfahrungstabelle:

<b>Function Points</b>	<b>PM</b>	<b>Function Points</b>	<b>PM</b>	<b>Function Points</b>	<b>PM</b>
150	5	500	33	850	61
200	9	550	37	900	65
250	13	600	41	950	70
300	17	650	45	1000	75
350	21	700	49	1050	84
400	25	750	53	1100	93
450	29	800	57	usw.	

# Aufgabe

- ▶ Erstellen Sie ein einfaches Spreadsheet für eine FPA und der Product-Breakdown-Structure von EOS (System, Subsystem, Klasse).

# 16.3.3 COCOMO-Verfahren

## (COConstructive COst MOdel nach Barry Boehm)

### Kennzahlenmethode

- ▶ **Eingabe:** Systemgröße in DSI (Delivered Source Instructions) bzw. LOC (Lines of Code)
- ▶ **Resultat:** Personenmonate (PM) und Time for development (TDEV)

### Verfahren:

1. **Ermittlung der Codezeilenanzahl** in KLOC (Kilo Lines of Code), Summe der Schätzung je Modul/ Komponente)
2. **Berechnung der Personenmonate  $PM_0$**
3. **Korrektur mit den Einflussfaktoren/Kostentreibern**
4. **Ermittlung der Entwicklungszeit TDEV**
5. **Ermittlung Anzahl der Mitarbeiter**

# Projekt-Schwierigkeitsklassen in COCOMO

- ▶ Es gibt 3 Projekt-Schwierigkeitsklassen im COCOMO:
- ▶ **Organic projects (einfache Softwareprojekte)**
  - kleine Teams, SW innerhalb des Hauses, mit Erfahrung mit ähnlichen Projekten
  - gute Sachkenntnis, klare Ziele, kein Termindruck
  - Produktgröße kleiner als 50 KDSI (Kilo Delivered Source Instructions)
- ▶ **Semi-detached projects (mittelschwere SW-Projekte)**
  - Team mit erfahrenen und weniger erfahrenen Mitarbeitern, Erfahrungen auf Teilgebieten des Projektes
  - Produktgröße kleiner als 300 KDSI
- ▶ **Embedded projects (komplexe SW-Produkte)**
  - größere Innovation, hohe Anforderungen an das Team
  - starker Kosten- und Termindruck
  - umfangreiches, komplexes SW-Produkt mit integrierten Elementen
  - Produktgröße: jede

# COCOMO-Varianten für unterschiedliche Zeitpunkte

- ▶ Die COCOMO-Varianten unterscheiden sich in den Schätzformeln.
- ▶ **Basis-Verfahren** (BASIC-COCOMO ==> für frühe Schätzung)
  - Detaillierung der Produkt- und Projektstruktur noch gering
  - Berechnung mit einer Grundgleichung (nur auf Basis von KLOC)
  - der Schwierigkeitsgrad der Codierung ist über alles gleich hoch
- ▶ **Zwischenmodell** (INTERMEDIATE-COCOMO)
  - es werden Einflussparameter („Kostentreiber“) global mit einbezogen
  - es erfolgt noch keine Unterscheidung nach Entwicklungsphasen
- ▶ **Erweitertes Modell** (DETAILED-COCOMO ==> Endmodell)
  - zusätzlich Beachtung der anteiligen Aufwände für die einzelnen Phasen

Quelle: [ Jenny]



# COCOMO-Projektprofile für unterschiedliche Projektgrößen

- ▶ Die COCOMO-Projektprofile liefern Modifikationsfaktoren

## Projektprofile/ -größen:

<b>small</b>	Kleines Projektprofil	2000 loc
<b>intermediate</b>	Mittleres „	8000 loc
<b>medium</b>	Mittelgroßes „	32000 loc
<b>large</b>	Großes „	128000 loc
<b>very large</b>	Sehr großes „	512000 loc und mehr

Quelle: [ Jenny]

# Schätzformeln des COCOMO-Verfahren für Personenzeit-Bedarf und Projektdauer

## BASIC-COCOMO

## INTERMEDIATE-COCOMO

**Organic:**

$$PM = 2.4 * (KDSI)^{1.05}$$

$$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.38}$$

$$PM = 3.2 * (KDSI)^{1.05}$$

**Semi-detached:**

$$PM = 3.0 * (KDSI)^{1.12}$$

$$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.35}$$

$$PM = 3.0 * (KDSI)^{1.12}$$

**Embedded:**

$$PM = 3.6 * (KDSI)^{1.20}$$

$$TDEV = 2.5 * (PM)^{0.32}$$

$$PM = 2.8 * (KDSI)^{1.20}$$

**PM** = Personenmonate

**KDSI** = Kilo Delivered Source Instructions (in KLOC)

**TDEV** = Time for Development (optimale Projektdauer ==> daraus Personenzahl abschätzen)

**Beispiel-Werte, auf qualifizierte Informatiker umgerechnet:**

Quelle: [ Jenny ]

Produktgröße	Notwendige Leistung	Produktivität	Entwicklungszeit	Anzahl einges. Personen
small	5.0 PM	400 DSI/PM	4.6 Mon	1.1
intermediate	21.3 PM	376 DSI/PM	8.0 Mon	2.7
medium	91.0 PM	352 DSI/PM	14.0 Mon	6.5
large	392.0 PM	327 DSI/PM	24.0 Mon	16.0

# COCOMO-Verfahren: Einflussfaktoren

Boehm unterscheidet 15 **Einflussfaktoren/ Kostentreiber** in 4 Klassen, aufgeteilt auf einzelne Phasen: **PD** = Product design, **DD** = Detailed design, **CUT** = Code and unit test, **IT** = Integr. and Test

- ▶ **Produktklasse:** **RELY** (Zuverlässigkeit), **DATA** (Größe der Datenbasis), **CPLX** (Komplexität)
- ▶ **Computer-Klasse:** **TIME** (notw. Rechenzeit), **STOR** (Speichernutzg.), **VIRT** (Änderungshäufk.)  
**TURN** (Bearbeitungszyklus)
- ▶ **Projekt-Klasse:** **MODP** (moderne Meth.), **TOOL** (Verwendung von), **SCED** (Anford. an E-Zeit)
- ▶ **Personal-Klasse:** **ACAP** (Analysefähigkeit), **AEXP** (Sachkenntnis), **PCAP** (Programmierfähigkeit), **VEXP** (Erfahrung in der Systemumgeb.), **LEXP** (Erf. in der Programmiersprache)

**CPLX**      PD      DD      CUT      IT

<b>extra high</b>	1.65	1.65	1.65	1.65
<b>very high</b>	1.30	1.30	1.30	1.30
<b>high</b>	1.15	1.15	1.15	1.15
<b>nominal</b>	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>low</b>	0.85	0.85	0.85	0.85
<b>very low</b>	0.70	0.70	0.70	0.70

**PCAP**      PD      DD      CUT      IT

<b>very high</b>	1.00	0.65	0.65	0.65
<b>high</b>	1.00	0.83	0.83	0.83
<b>nominal</b>	1.00	1.00	1.00	1.00
<b>low</b>	1.00	1.20	1.20	1.20
<b>very low</b>	1.00	1.50	1.50	1.50

# COCOMO-Verfahren (5)

## Überblick (Wdh.):

1. **Ermittlung der KLOC** (Summe der Schätzung je Modul/ Komponente)
2. **Berechnung der Personenmonate  $PM_0$**
3. **Korrektur mit den Kostentreibern und Projektprofilen**
4. **Ermittlung der Entwicklungszeit TDEV**
5. **Ermittlung Anzahl der Mitarbeiter**

**Beispiel:** Semidetached-und Intermediate-Projekt mit 20 KLOC

$$PM_0 = 3.0 * 20^{1.12} = 86 \text{ notwendige Personenmonate (Basismodell)}$$

Annahme: alle Kostentreiber haben den Wert „nominal“ (0) außer CPLX und LEXP:

- CPLX (Komplexität): 1.15
- LEXP (Erfahrung in der Progr.-Sprache): 1.10

Dann sind:

$$PM = 86 * 1.15 * 1.10 = \underline{109} \text{ (gerundet)} \quad TDEV = 2.5 * 109^{0.35} = \underline{12.9} \text{ Monate}$$
$$N = PM / TDEV = 109 / 12,9 = \underline{8,5} \text{ Mitarbeiter}$$

(bei BASIC-COCOMO ergibt sich  $PM = 56$ )

- ▶ Erstelle ein Spreadsheet mit den Formeln der Schätzmethode
  - Für unterschiedliche Schwierigkeitsgrade
  - Für unterschiedliche Zeitpunkte
- ▶ Wähle die Parameter
- ▶ Bestimme die Einflussfaktoren
- ▶ Bestimme die Produktivität
- ▶ Berechne Schätzung.

# Anwendung der Schätzmethoden

Schätzmethoden	Schätzmethoden während den Projektphasen		
	Grobe Schätzung (vor oder während Startphase)	Detaillierte Schätzung (Planungsphase)	Weitere Detaillie- rung (Durch- führungsphase)
<b>1) Analogieschätzungen</b>			
Multiplikatormethode	X	(X)*	(X)*
Prozentsatzmethode	X	(X)*	(X)*
<b>2) Expertenschätzungen</b>			
Delphi-Methode (top-down)	X	(X)*	(X)*
Informelle Expertenschätzung (top-down und bottom-up) Drei-Punkt-Schätzung (bottom-up)	X	X	X
<b>3) Fortgeschrittene Methoden</b>		X	X
Cocomo		X	X
Function Point		X	X

Legende:

X: Methode kann in dieser Phase angewendet werden.

(X)\*: Kann für ausgewählte Module eingesetzt werden, ist aber für eine komplette Schätzung des Gesamtsystems zu aufwendig bzw. für eine komplette Schätzung liegen in der Regel nicht alle Erfahrungswerte vor.

Quelle: [ 6, S. 48 ]

# The End

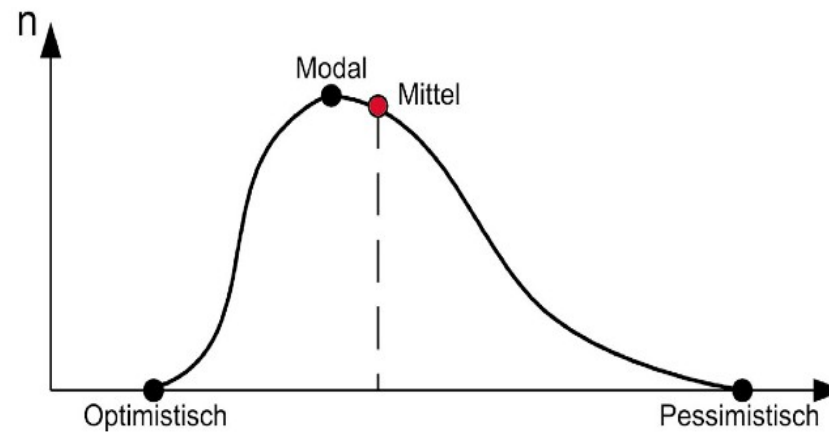
# Use Case Points

- ▶ Uwe Vogenshow, Christian Weiss. Das Essenzschritt-Verfahren: Aufwandsschätzungen auf der Basis von Use-Cases. Object Spektrum 2/2003



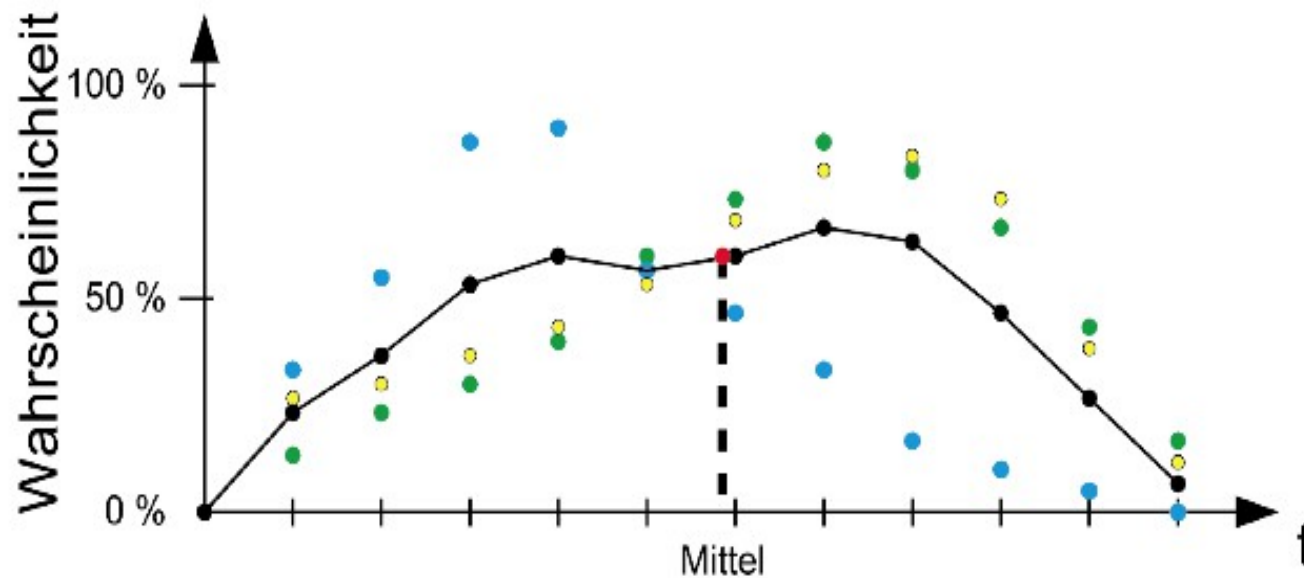


# 3-Punkt-Schätzung nach Vicenshow



**Abb. 1:** Die Parameter der Drei-Punkt-Schätzung. Die Kurve entspricht einer  $\beta$ -Verteilung. Der Mittelwert kann näherungsweise über die in **Kasten 2** angegebenen Formel bestimmt werden.

## aufwandsschätzungen mit use-cases



**Abb. 2:** Für komplexere Schätzkurven bietet sich das folgende Verfahren an: Für jede mögliche Dauer wird deren Wahrscheinlichkeit geschätzt, wobei aus praktischen Erwägungen Bereiche zusammengefasst werden. Aus den Mittelwerten der Einzelschätzungen für jede Dauer wird die Gesamtschätzkurve gebildet. Durch optische oder mathematische Verfahren wird der Wert ermittelt, der die Fläche unterhalb der Schätzkurve in zwei gleiche Hälften teilt. Dieser Wert ist unser gemeinschaftlicher Schätzwert (siehe **Kasten 2**).