

16. Projektplanung

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät Informatik
TU Dresden
Version 15-1.1, 08.06.15

1. Projektstruktur

1. Einführung
2. Projektstrukturplanung

2. Ablaufplanung

3. Aufwandsschätzung

1. Delphi
2. Function Point
3. CoCoMo

4. Terminplanung

5. Ressourcenplanung

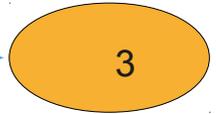
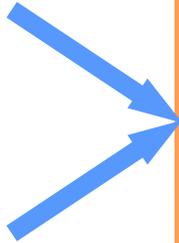
6. Kostenplanung

7. Preisbildung

Referenzierte Literatur

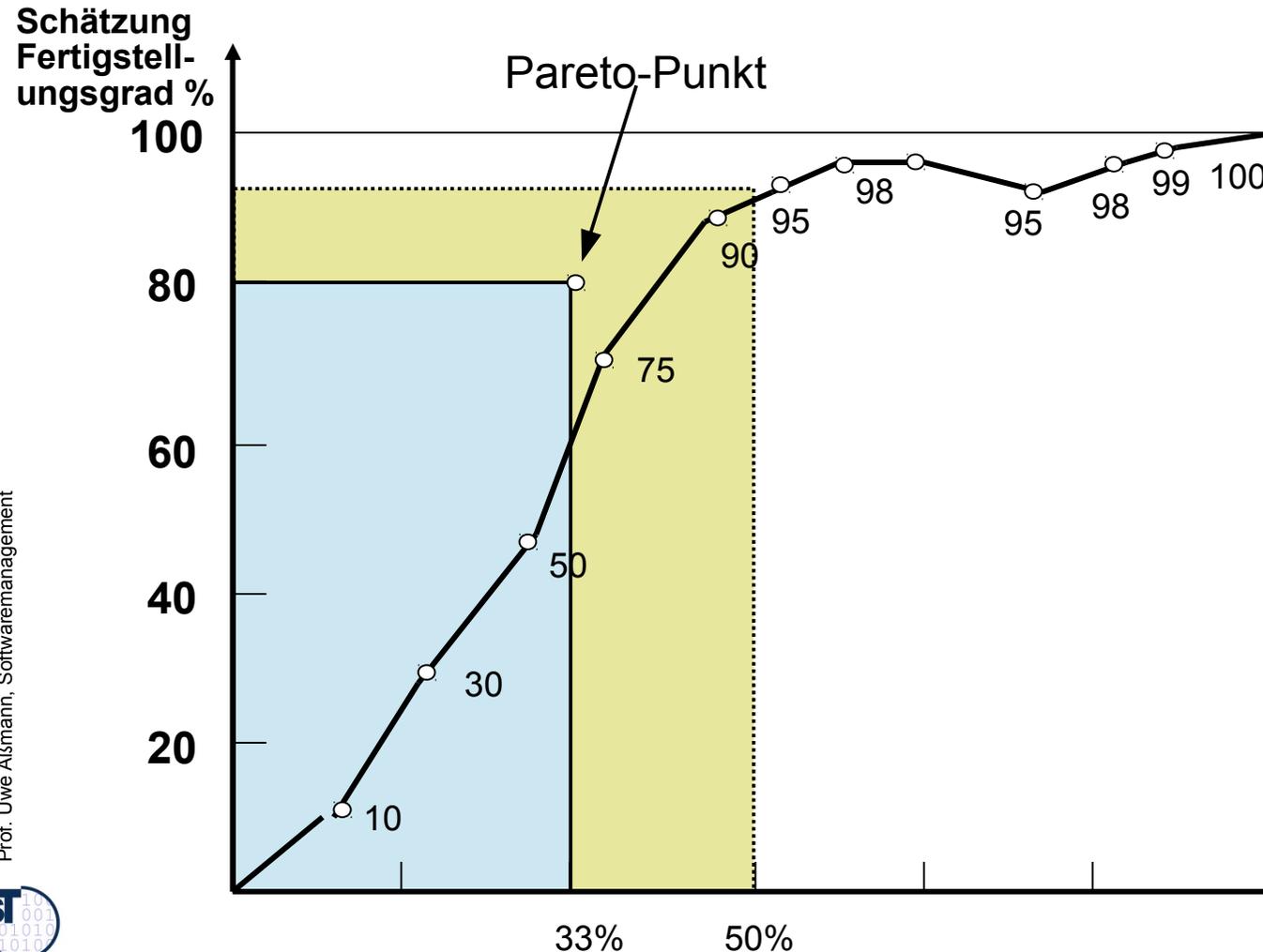
- ▶ Mayr, H.: Projekt Engineering - Ingenieurmäßige Softwareentwicklung in Projektgruppen; Fachbuchverlag Leipzig 2001
- ▶ Zuser, W., Grechenig, T., Köhle, M.: Software-Engineering mit UML und dem Unified Process (2. Auflage); Pearson Studium 2004
- ▶ Burghardt, M.: Projektmanagement. Leitfaden für die 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.

- ▶ Technische bzw. 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

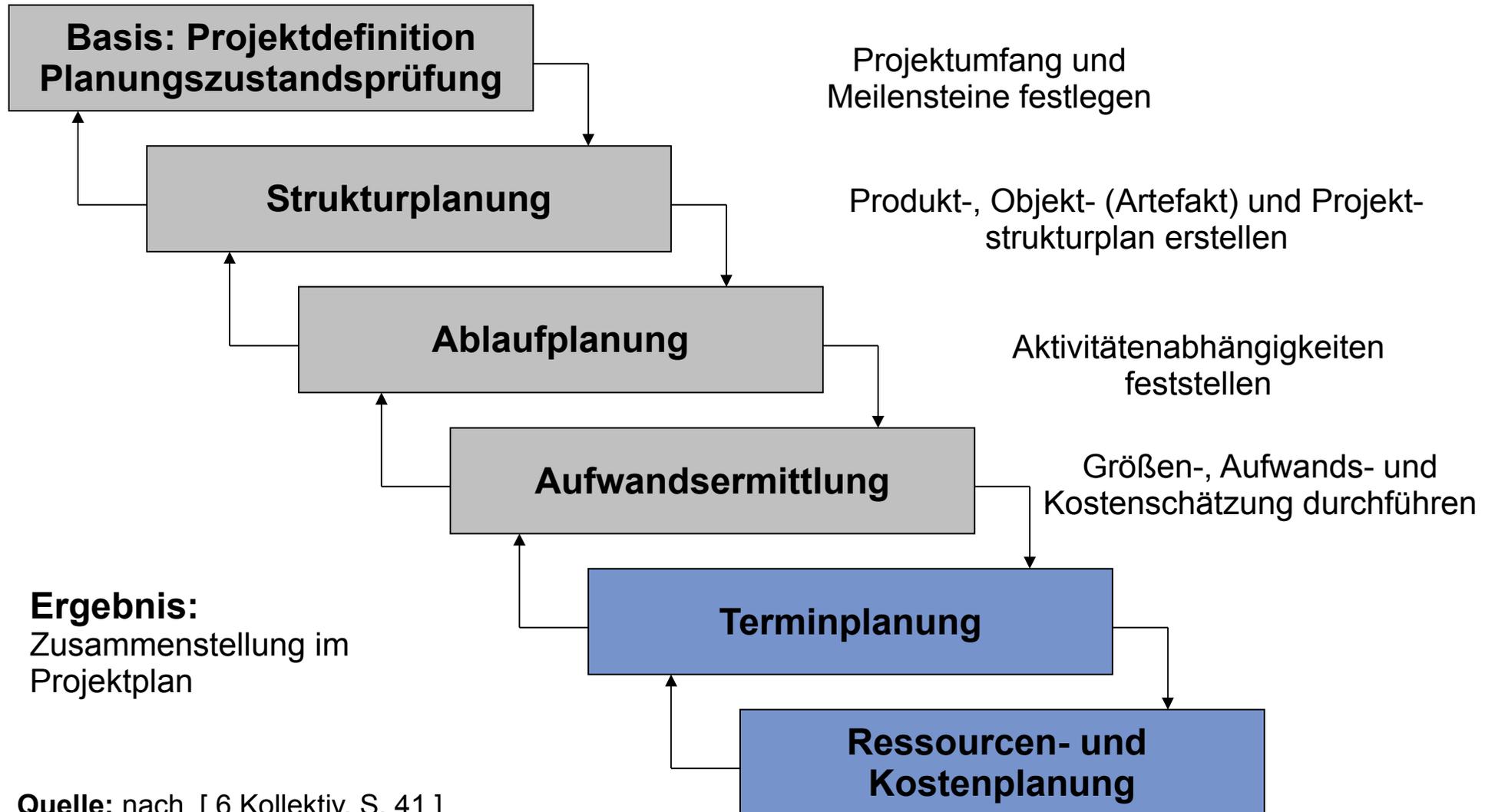
Aufgaben der Projektplanung

- ▶ 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 Korrektur
 - Fehlererkennung
 - 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]

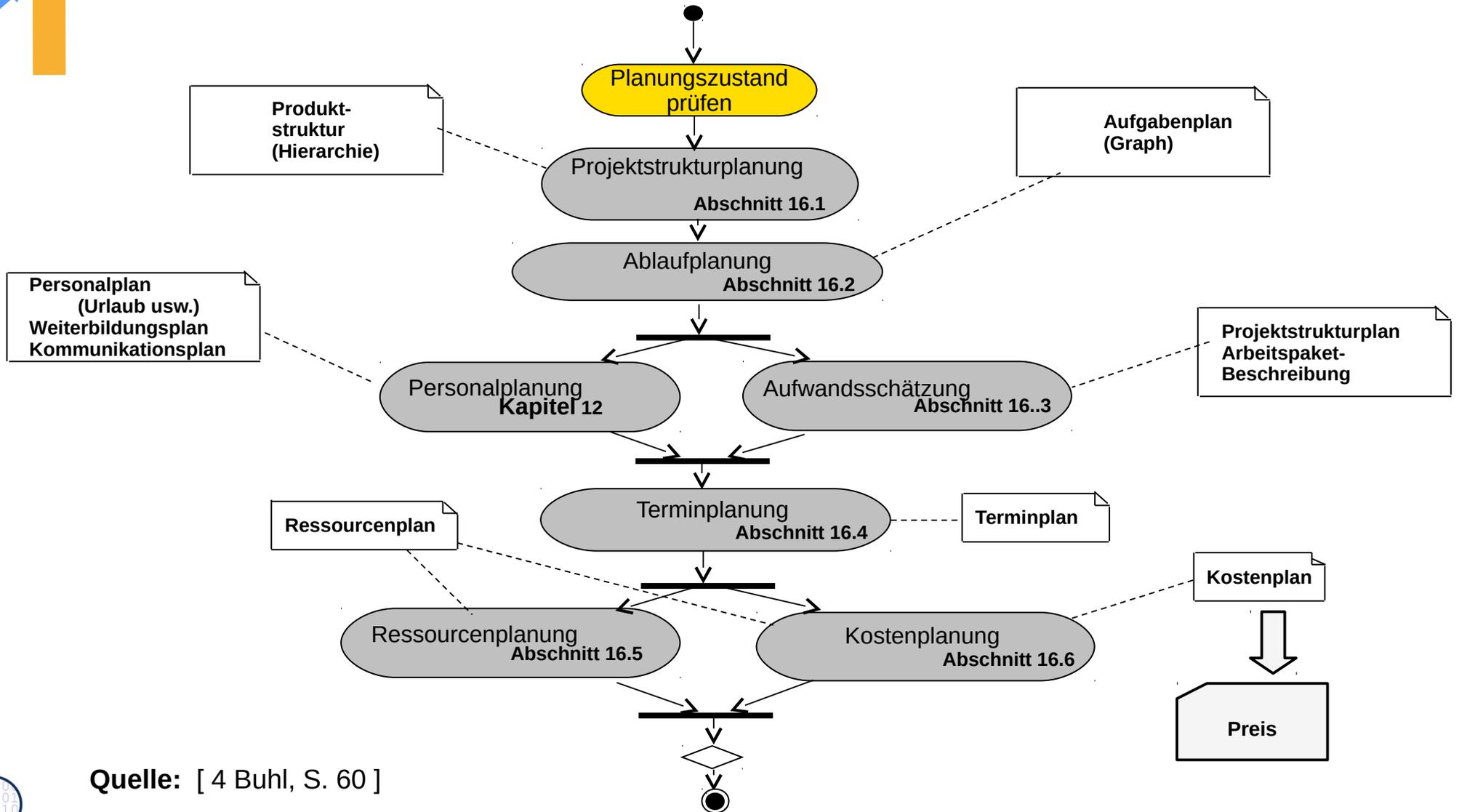
Übersicht Schritte der operativen und wirtschaftl. Planung

7



Quelle: nach [6 Kollektiv, S. 41]

Paralleles Aktivitätendiagramm der Planungsphase



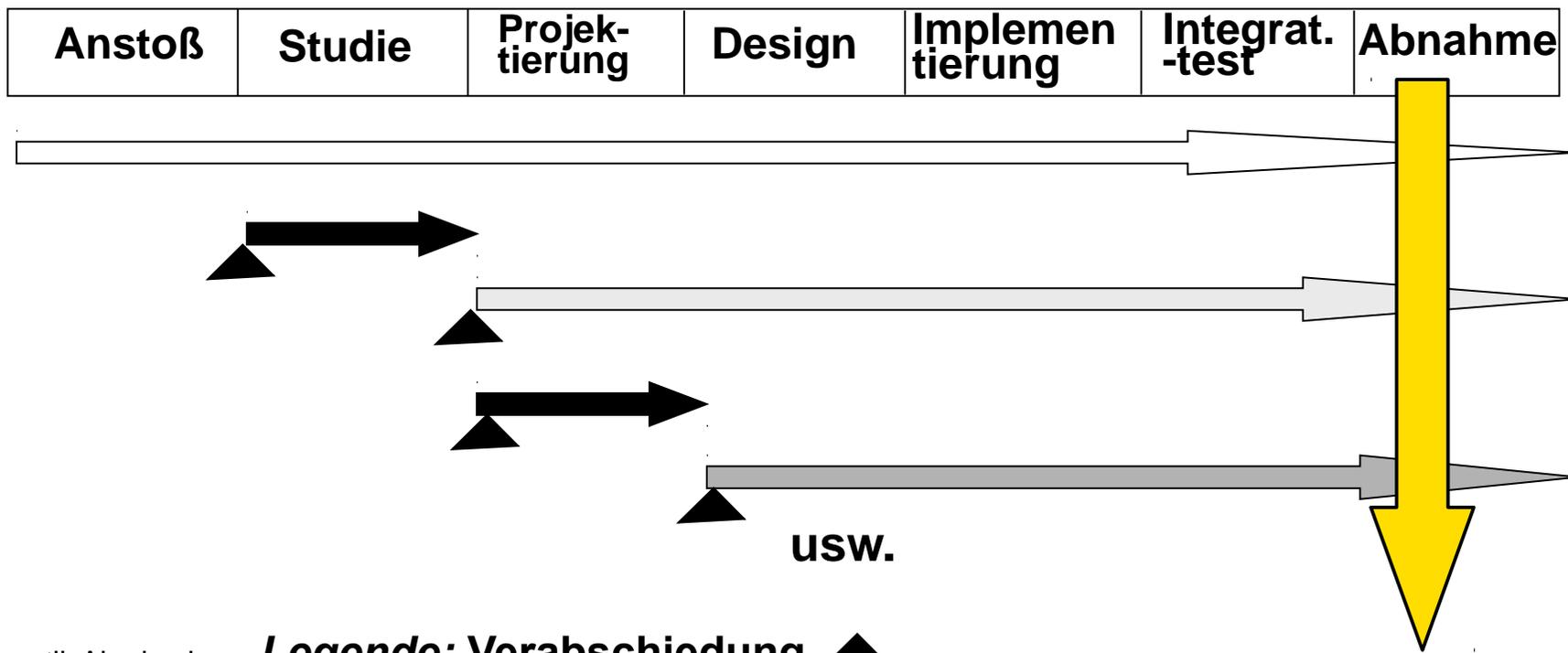
Quelle: [4 Buhl, S. 60]



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 ▲

Genauigkeit wächst

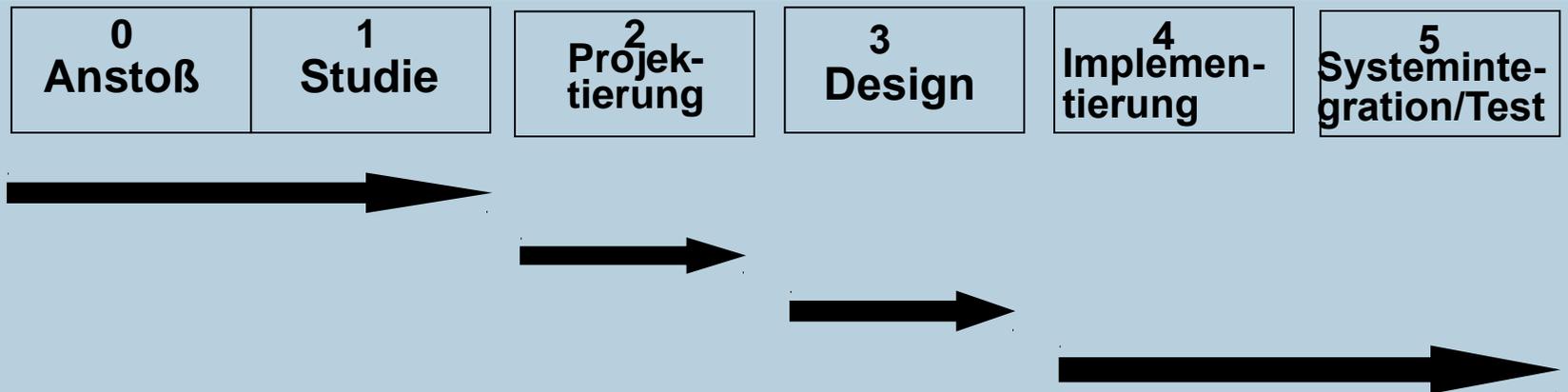
Reichweite der Aussagen der Planung und der Abschluss von Teilverträgen

Projekte mit *geringer Innovation* und *geringem Risiko*



- ◆ Ab Pflichtenheft ist das Projekt ausreichend genau zu überblicken

Projekte mit *hoher Innovation* und *hohem Risiko*

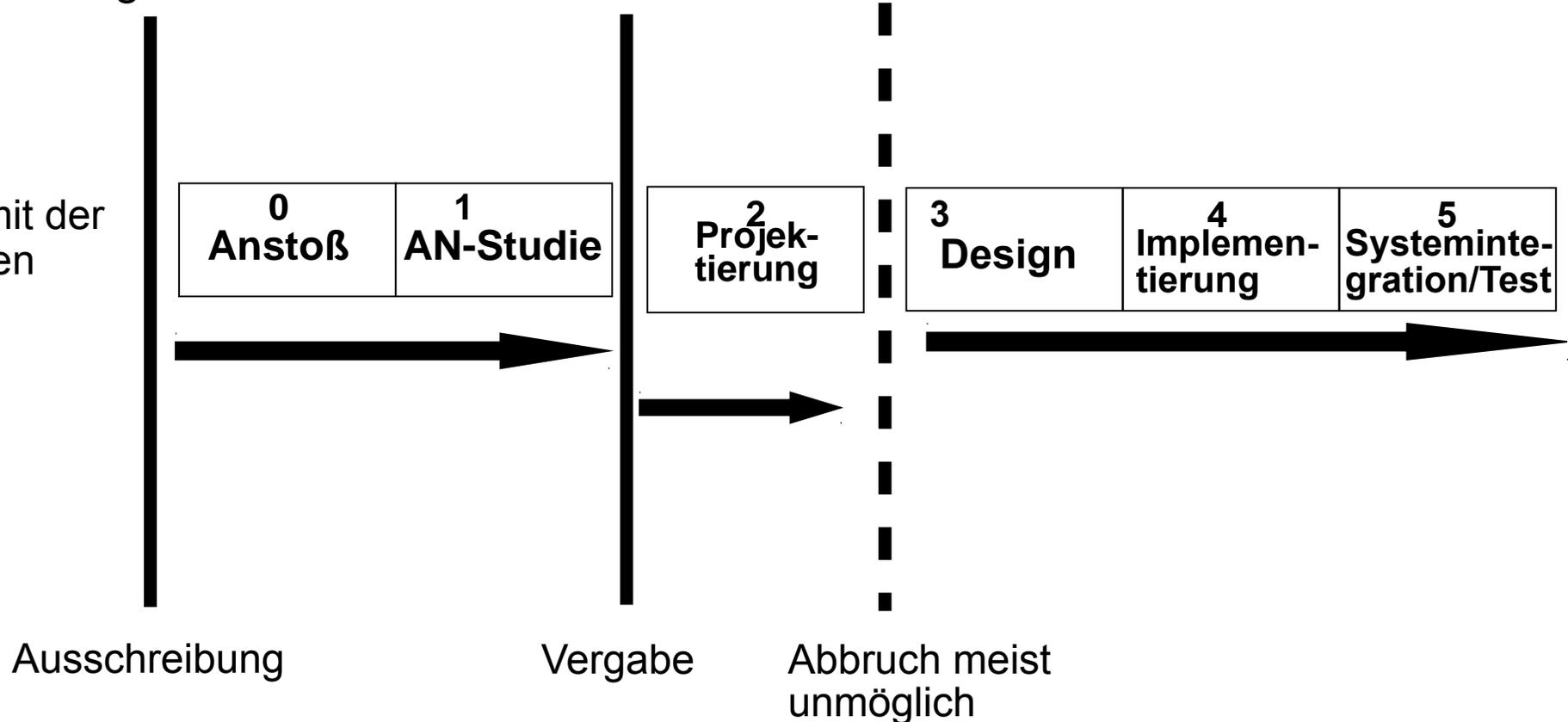


- ◆ Es kann nur jeweils ein Horizont von 10% bis 20% des Gesamtaufwandes ausreichend genau überblickt werden
Teilverträge, Teilprojektierung einsetzen

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



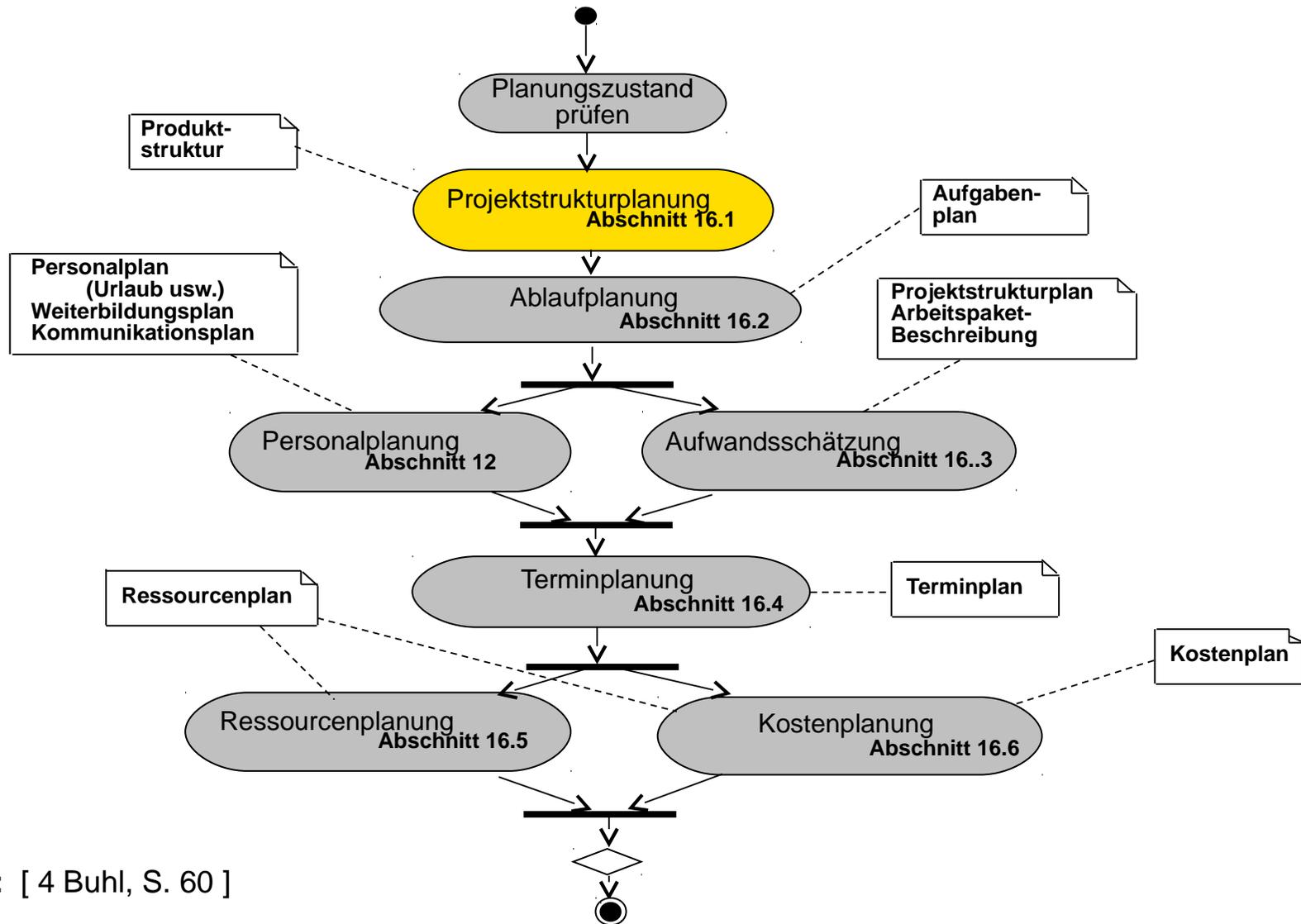
16.1.2 Strukturplanung

13

http://en.wikipedia.org/wiki/Product_breakdown_structure



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)

Einteilung der **Arbeitspakete (AP)**

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

Arbeitsstruktur
(work breakdown structure WBS)

Projektstruktur
(project breakdown structure ProBS)



Komponenten der Projektstrukturplanung

16

Inhalt

Strukturplan

1. Das zu liefernde End-Produkt

1 = Produktstrukturplan

**2. Zur Erstellung des End-Produktes
notw. Artefakte (Arbeitsergebnisse,
Zwischenergebnisse)**

**1 + 2 = Objektstrukturplan
(Artefaktstrukturplan)**

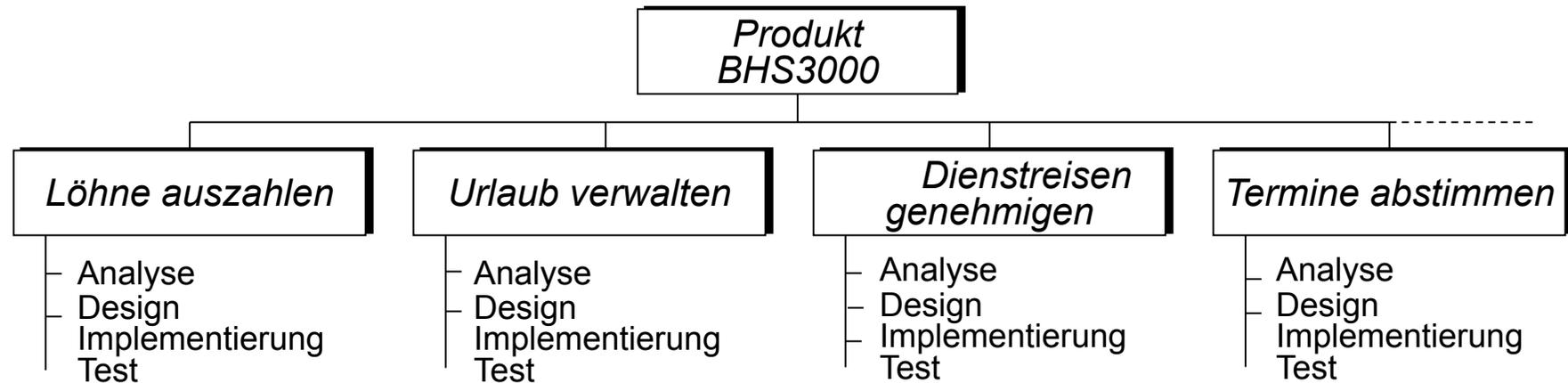
**3. Für die Abwicklung des
Projekt es nötige Aufgaben**

**3 = Arbeitsstrukturplan
(Arbeitspakete, Aktivitäten)**

1 + 2 + 3 = Projektstrukturplan

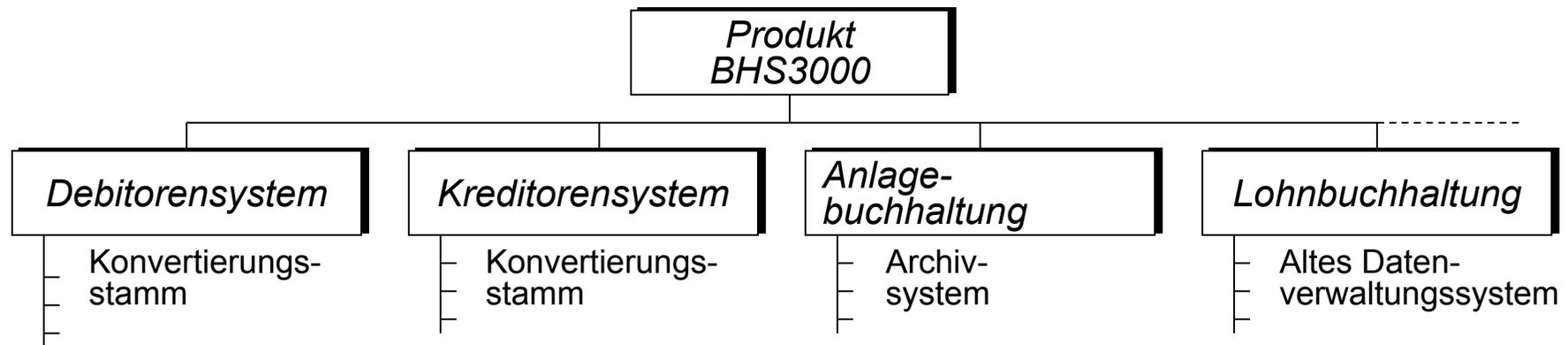
16.1.2.1 Dekompositionskriterien von Produktstrukturplänen

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



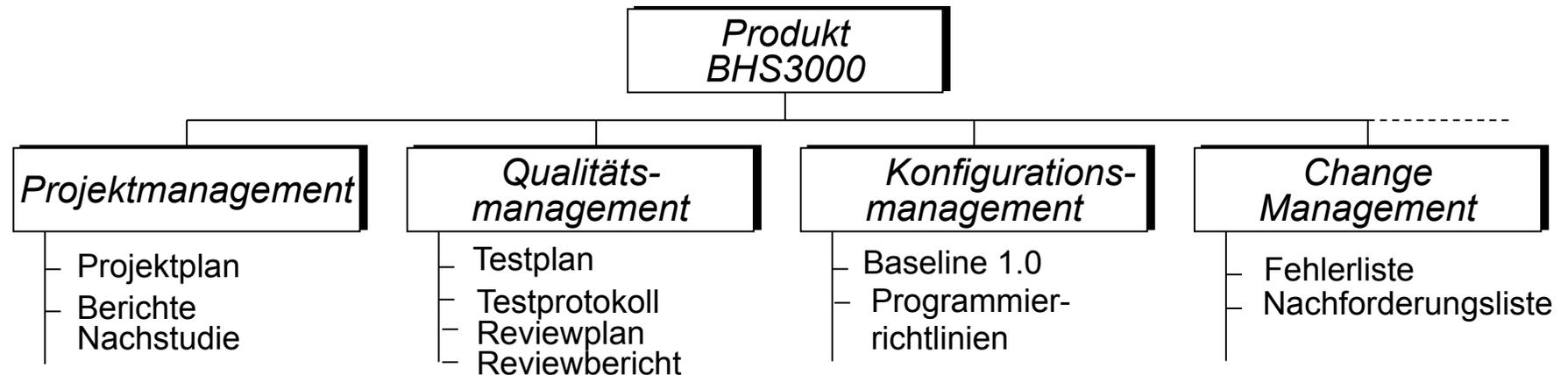
Dekompositionskriterien von Produktstrukturplänen

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



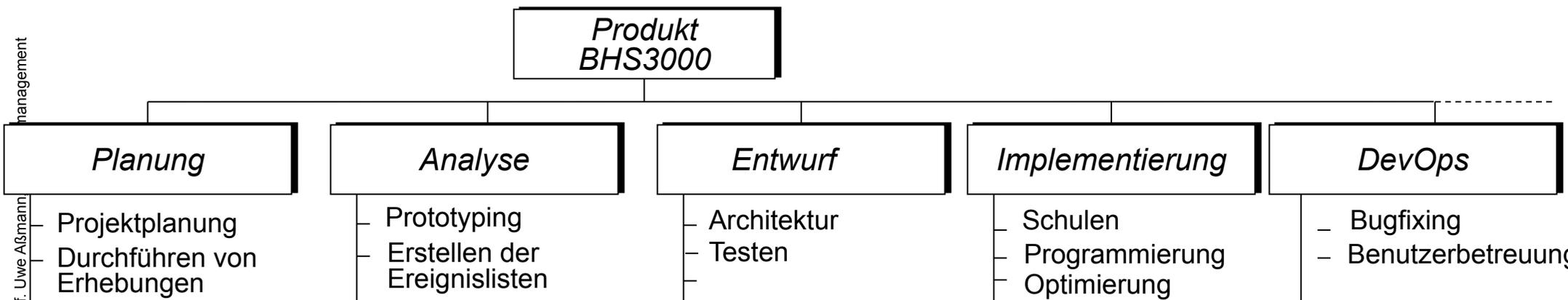
16.1.2.2. Artefaktstruktur (Artifact Breakdown Structure, ABS)

- ▶ 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)

22

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

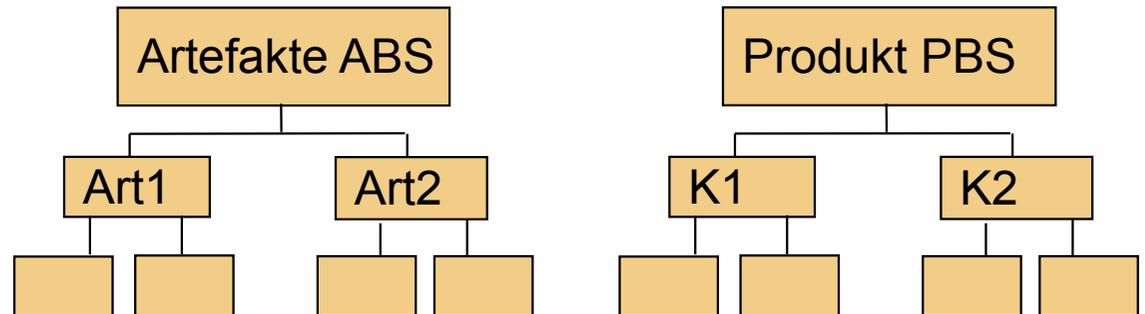
Beispiel Attribute eines Arbeitspakets

Projektnummer: Projektname:	Seite von
Arbeitspaket-Nummer:	z.B.: 1.1.1 Projektstart durchführen im Organisationsprojekt
Inhalt:	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
Nicht-Inhalt:	Zusammenstellung Projektteam
Ergebnisse:	Klare Ziele, Erstanatz Projekthandbuch, Zustimmung von Projektauftraggeber
Leistungsfortschritts- messung:	40% Zieldefinition, 40% Projekthandbuch, 20% Zustimmung Projektauftraggeber
Verantwortlich:	Frau Mayer X.
Dauer und terminliche Lage:	14.8. - 13.9. ...
Zeitaufwand/Ressourcen:	64 Std./P-Teammitglied ohne Projektleiter/in plus 80 Std. Projektleiter/in
Kosten des vorliegenden AP:€ Personalkosten plus 1.200,-€ Tagungs- und Übernachtungskosten
Abhängigkeit/Schnittstellen zuanderen Arbeitspaketen/ Projekten:	[B.C. Schreckeneder]

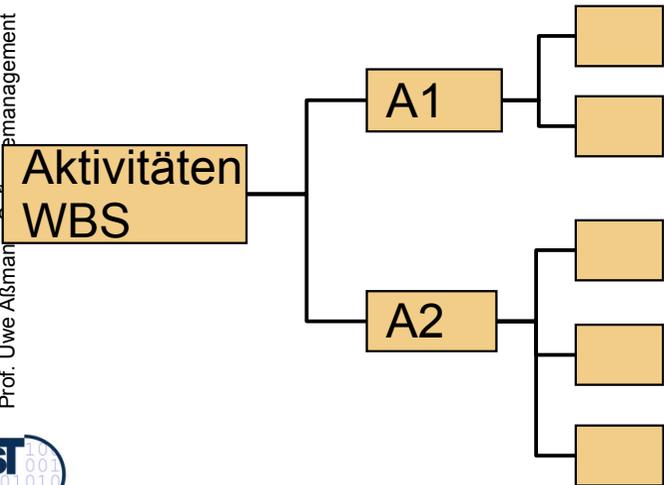


Elicitation von Arbeitspaketen aus PBS und ABS

- ▶ 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



	Artefakte ABS		Produkt PBS	
	Art1	Art2	K1	K2



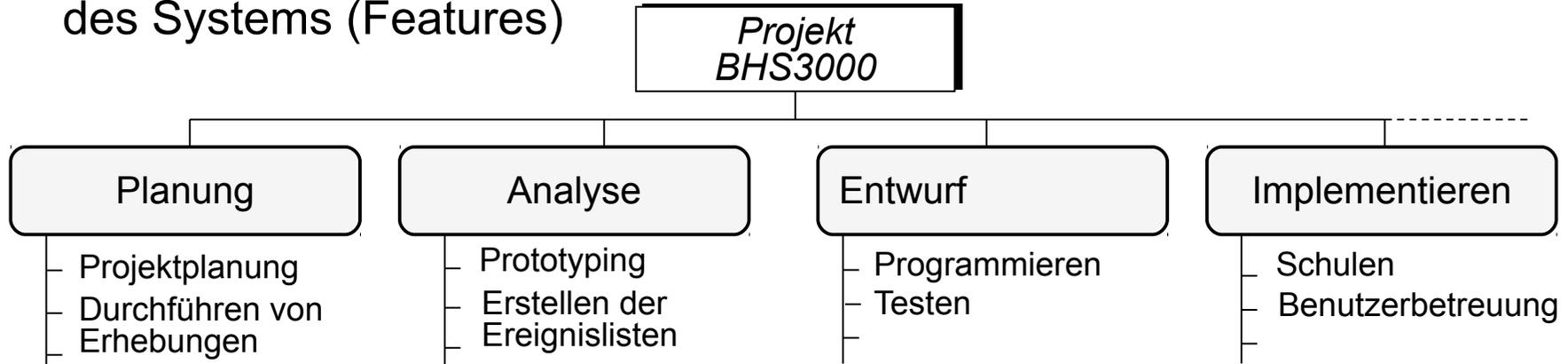
16.1.2.4 Projektstrukturplan

- ▶ 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

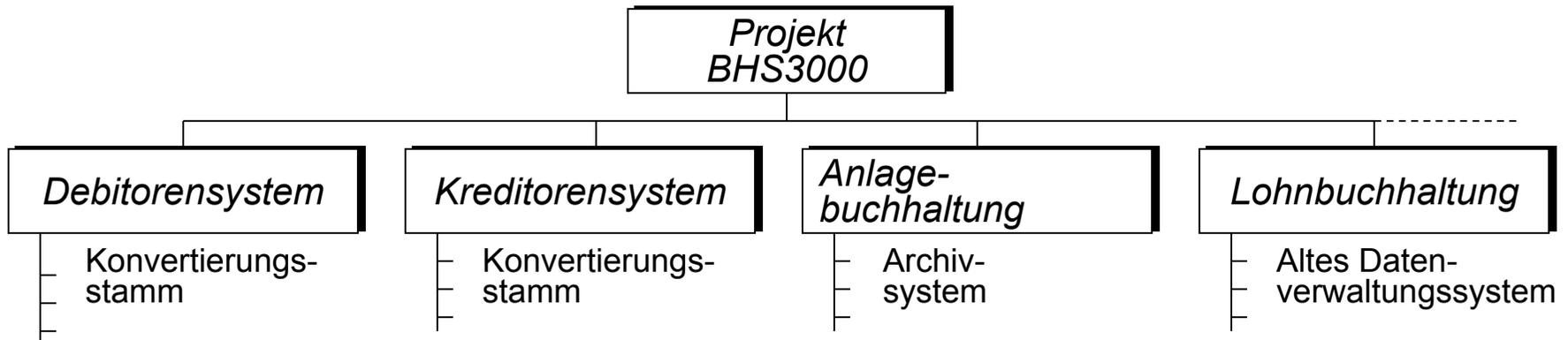
[anlehnend B. C. Schreckeneder]

Dekompositionskriterien von Projektstrukturplänen

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

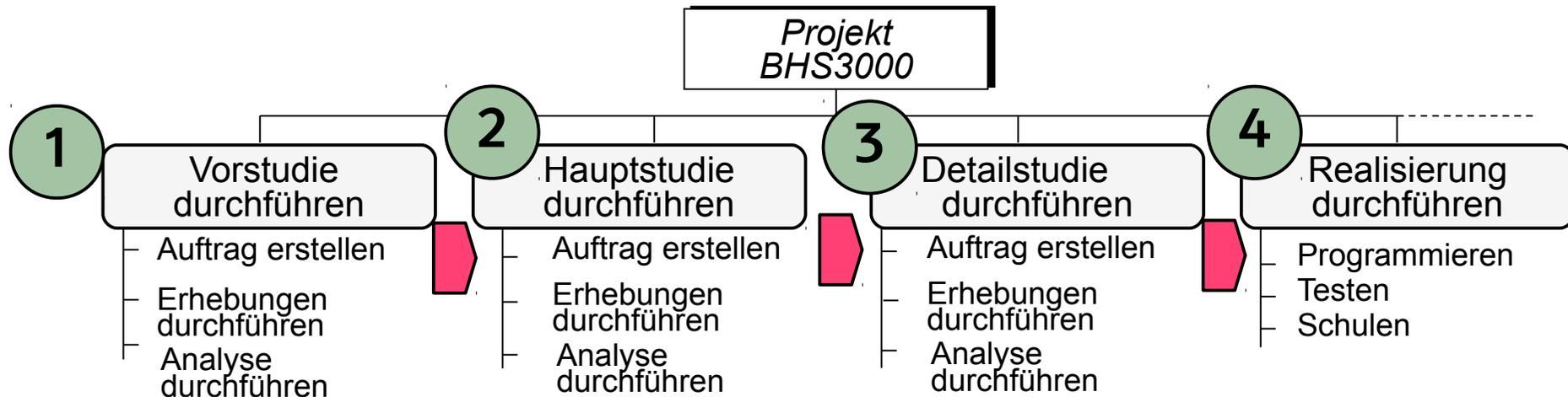


- ▶ **Komponentenorientierter (artefaktorientierter) Projektstrukturplan** dekomponiert anhand von Systemkomponenten oder Artefakten:

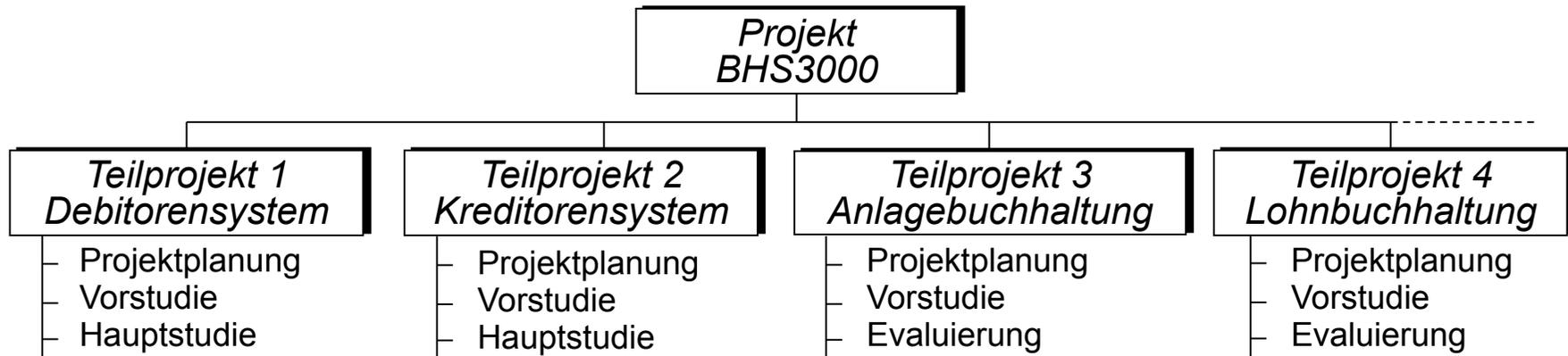


Dekompositionskriterien von Projektstrukturplänen ctd.

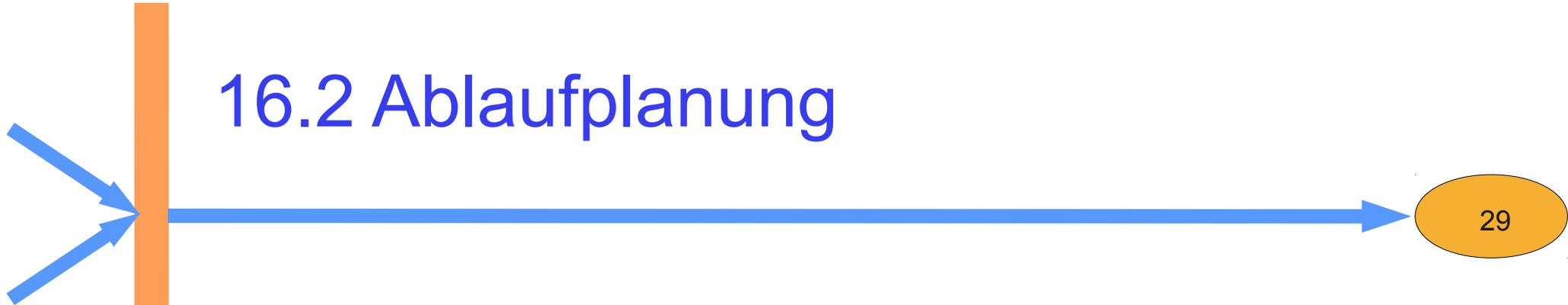
- ▶ **Phasenorientierter Projektstrukturplan** dekomponiert anhand Phasen



- ▶ **Mischform einer Projektstrukturierung**

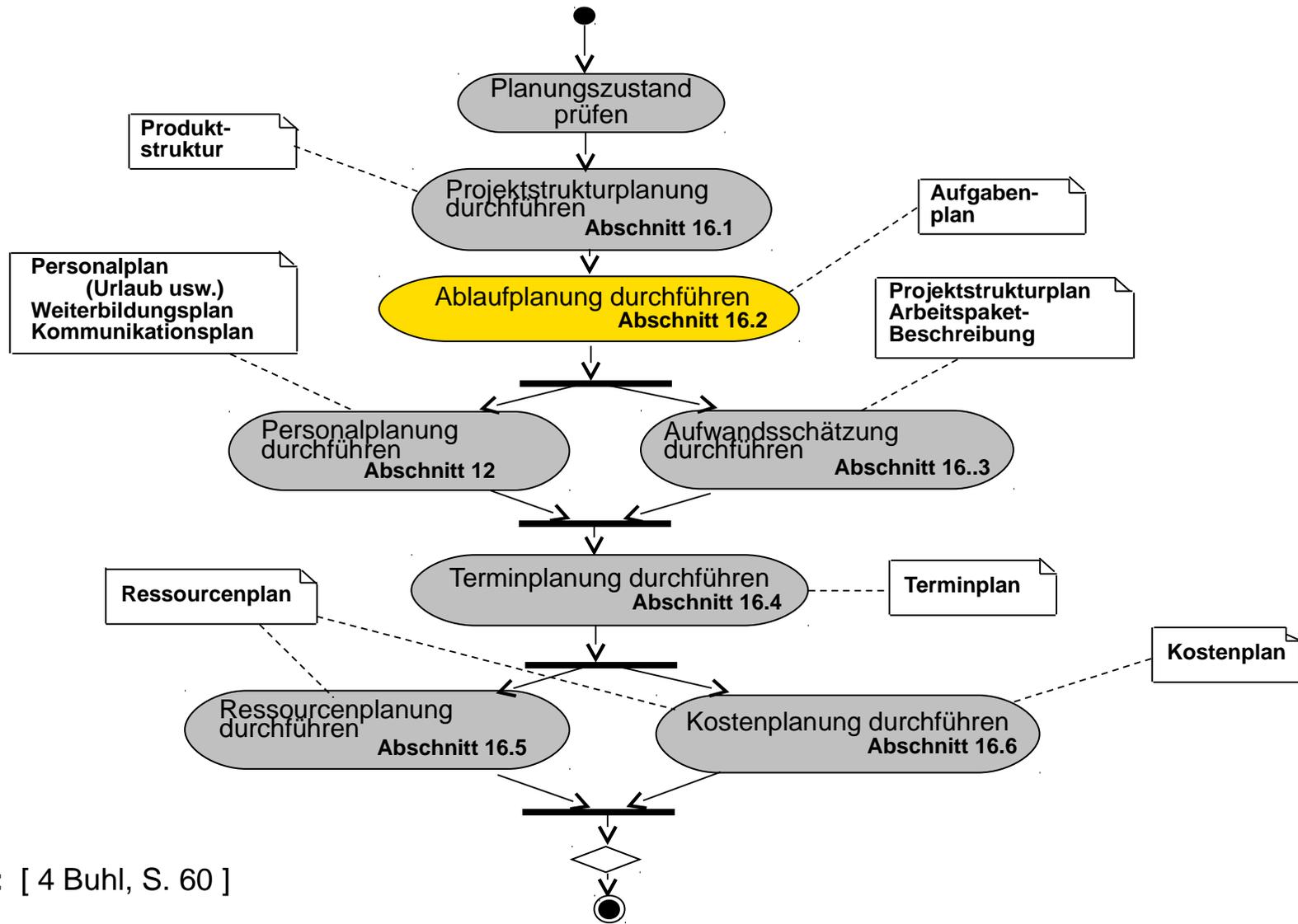


16.2 Ablaufplanung



29

Aktivitäten während der Planungsphase



Quelle: [4 Buhl, S. 60]

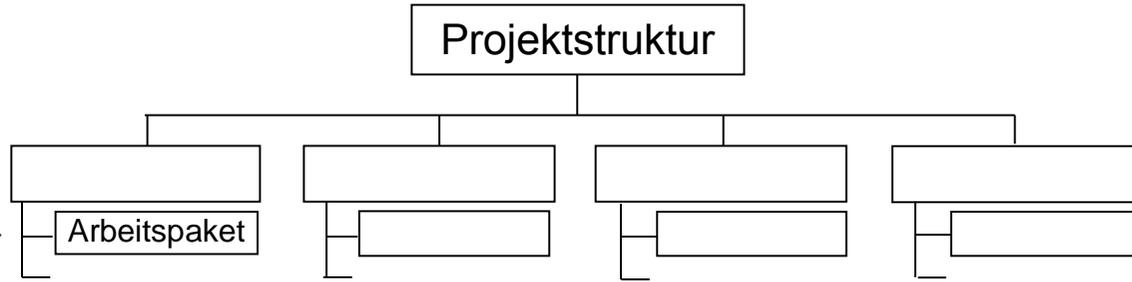
Ablaufplanung (Abhängigkeitsanalyse der Teilaufgaben)

- ▶ 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]

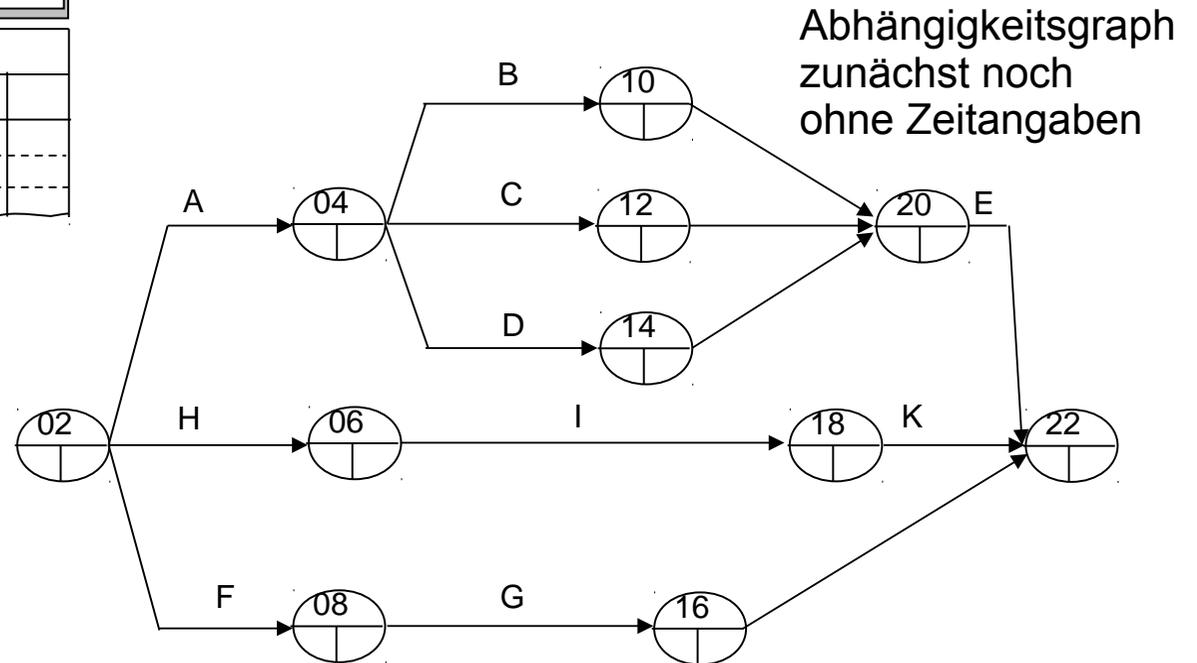
Ablaufplanung: von der ProBS zum Abhängigkeitsgraphen

Hinzufügen von Abhängigkeiten



Vorgangs-Liste	Projekt: Aussteller:	Nr.: Datum:	Seite:
Projektaktivitäten			
Arbeitspakete			

Hinzufügen von Attributen



Abhängigkeitsgraph
zunächst noch
ohne Zeitangaben

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)
 - die benötigten Ressourcen sind zuzuordnen
 - 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)

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	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							L					
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 Personweeks	Start
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)

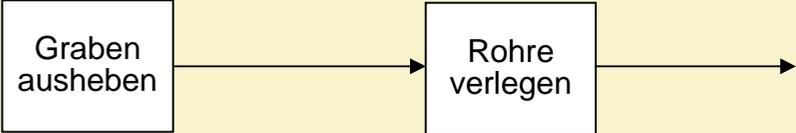
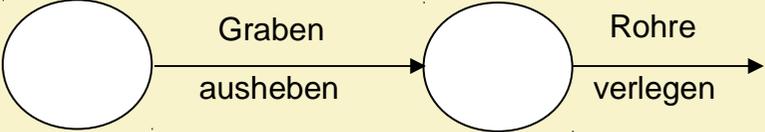
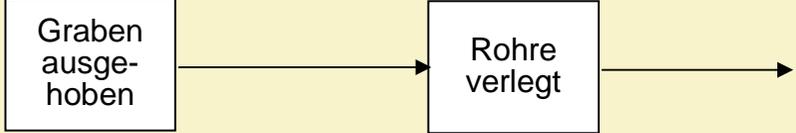
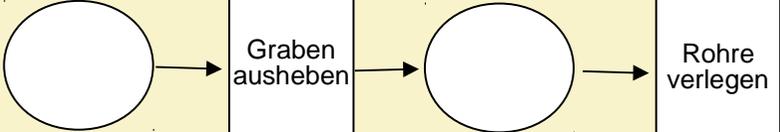
Responsible		Workedout		Version		
Andy		Suny		0,2		
Due date	Milestone graph	Task with Milestone	Date	Report	Estimated	Start
					Personweeks	
31.03.03		Design ready	20.03.03	Johnny		01.03.03
		- first design				
		- design review				
		- final design				
		Prototyping				
30.04.03		- First prototype			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
Vorgangsknotennetz (Aktivitätendiagramm, Datenflussdiagramm) Die Vorgänge werden durch Knoten dargestellt.		PDM MPM UML-Activity Diagrams
Vorgangspfeilnetz Vorgänge: Pfeile Knoten: Zustände		CPM UML-Statecharts
Ereignisknotennetz Knoten: Ereignisse		PERT VMXT
Bipartite Netze Stellen: Zustände Rechtecke: Vorgänge (synchronisierend)		PetriNet Workflow Nets BPMN

PDM: Precedence Diagramm Method(auch MS Project

MPM: Metra Potential Method

CPM: Critical Path Method

PERT: Program Evaluation and Review Technique

[Jenny]

Abhängigkeitsdiagramm (Abhängigkeitsgraph)

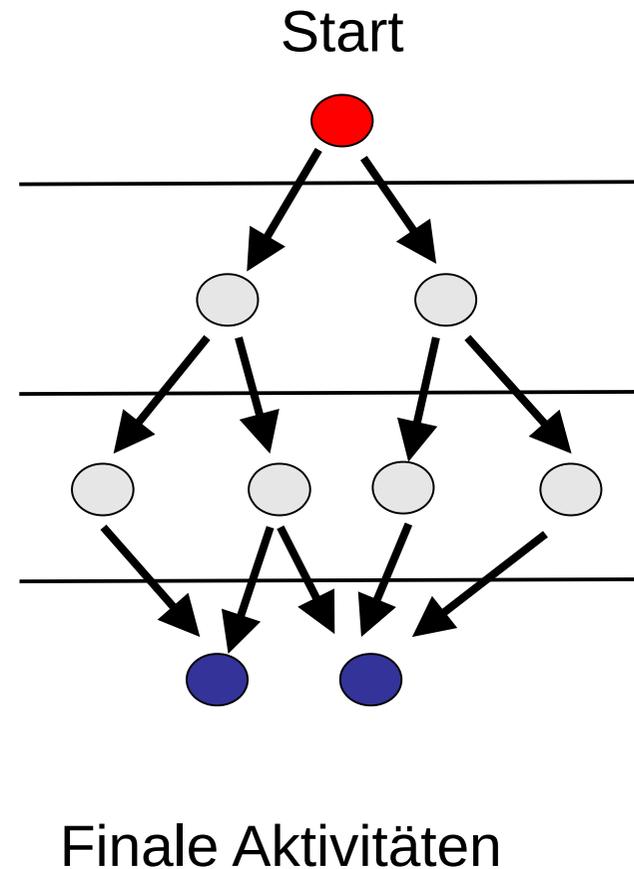
Das **Abhängigkeitsdiagramm (-graph)** stellt die Abhängigkeiten von Aktivitäten, Zustände und Ressourcen als Knoten eines gerichteten Graphen mit Hilfe eines *Vorgangsknotennetzes (Aktivitätendiagramm)* dar

- ▶ 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

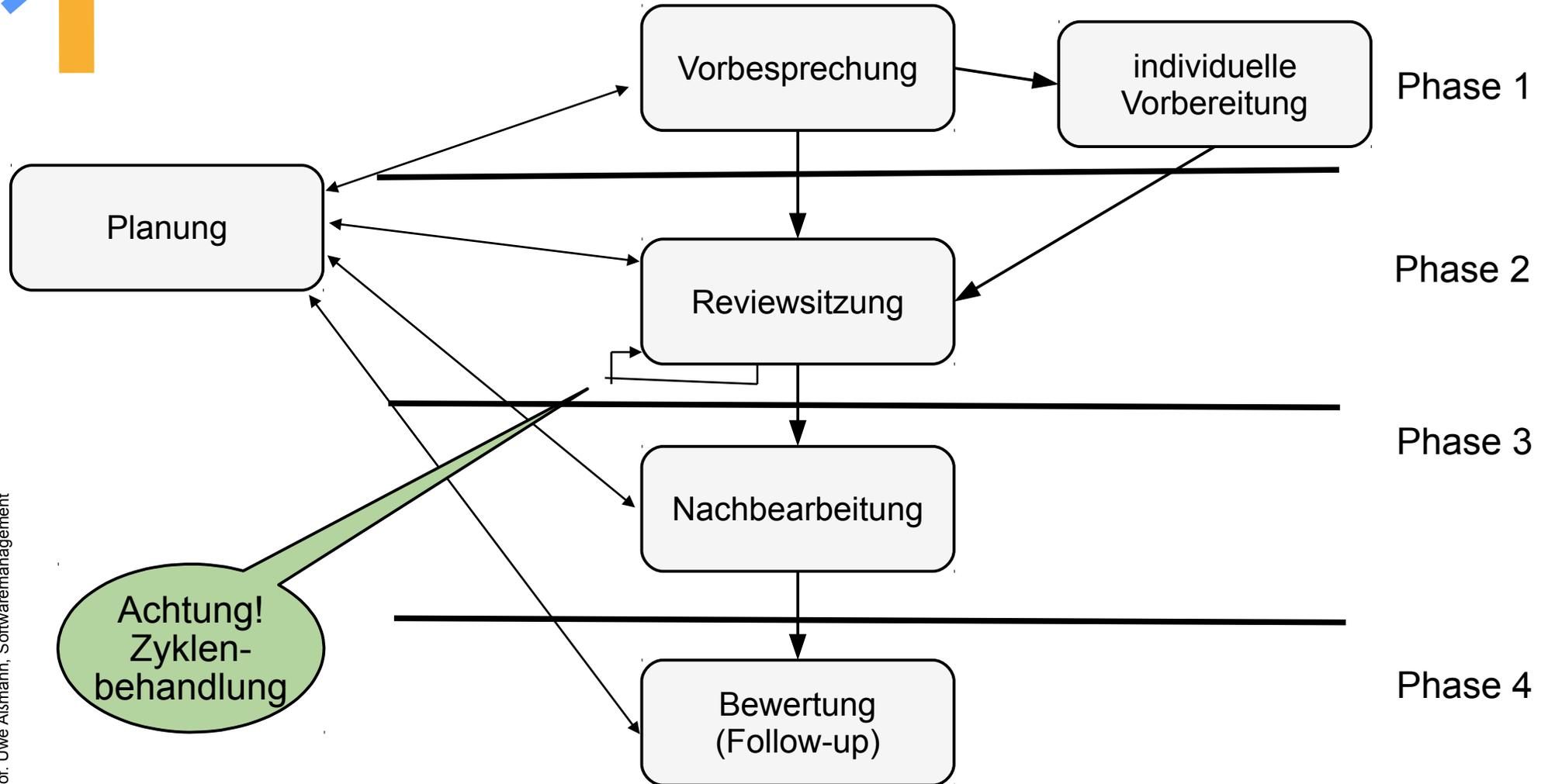
Beginn: Abhängigkeitsgraph als Vorgangsknotennetz (Aktivitätendiagramm)

40

- ▶ Das Vorgangsknotennetz kann geschichtet werden (layering)



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

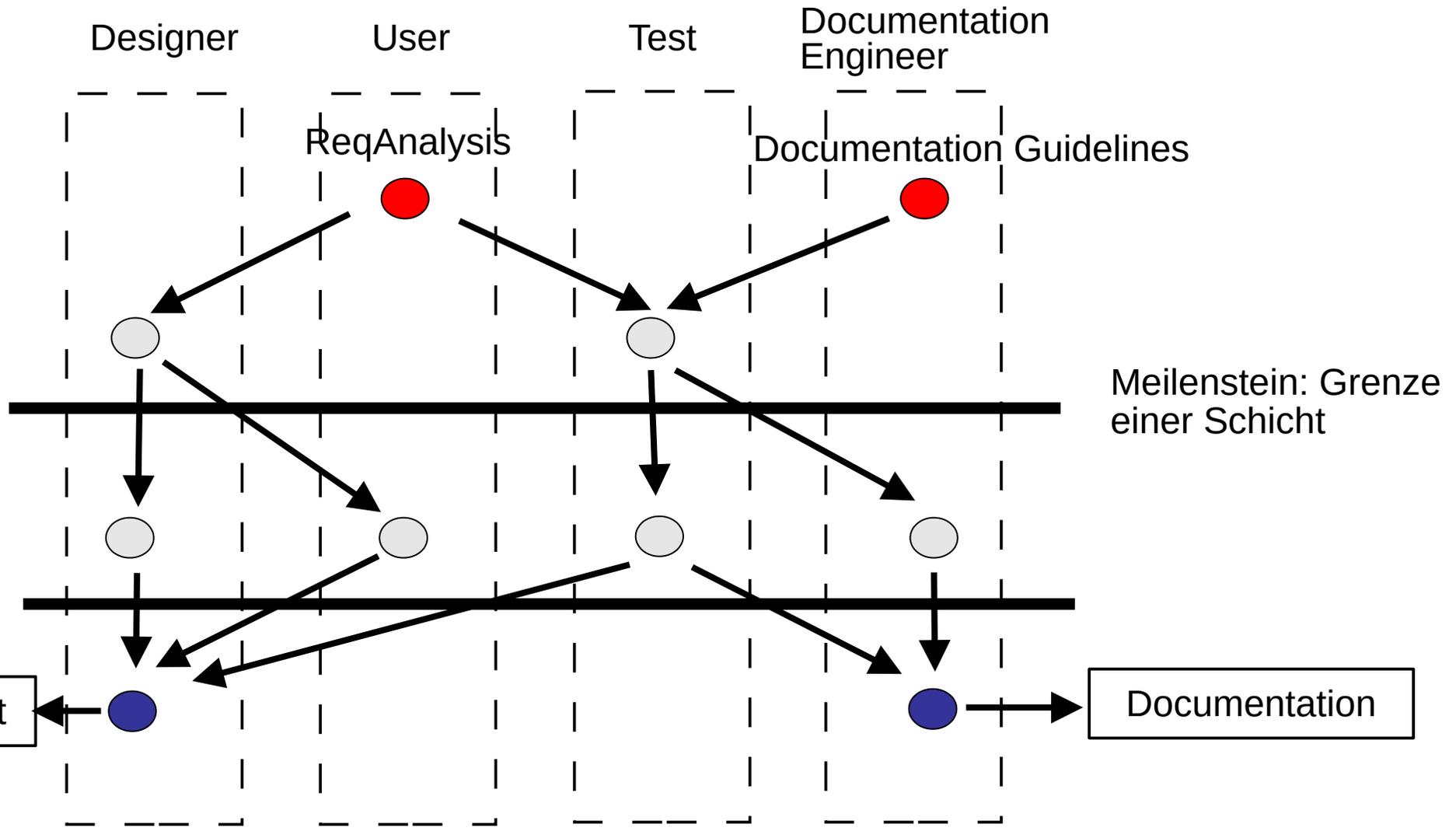


Achtung!
Zyklus-
behandlung

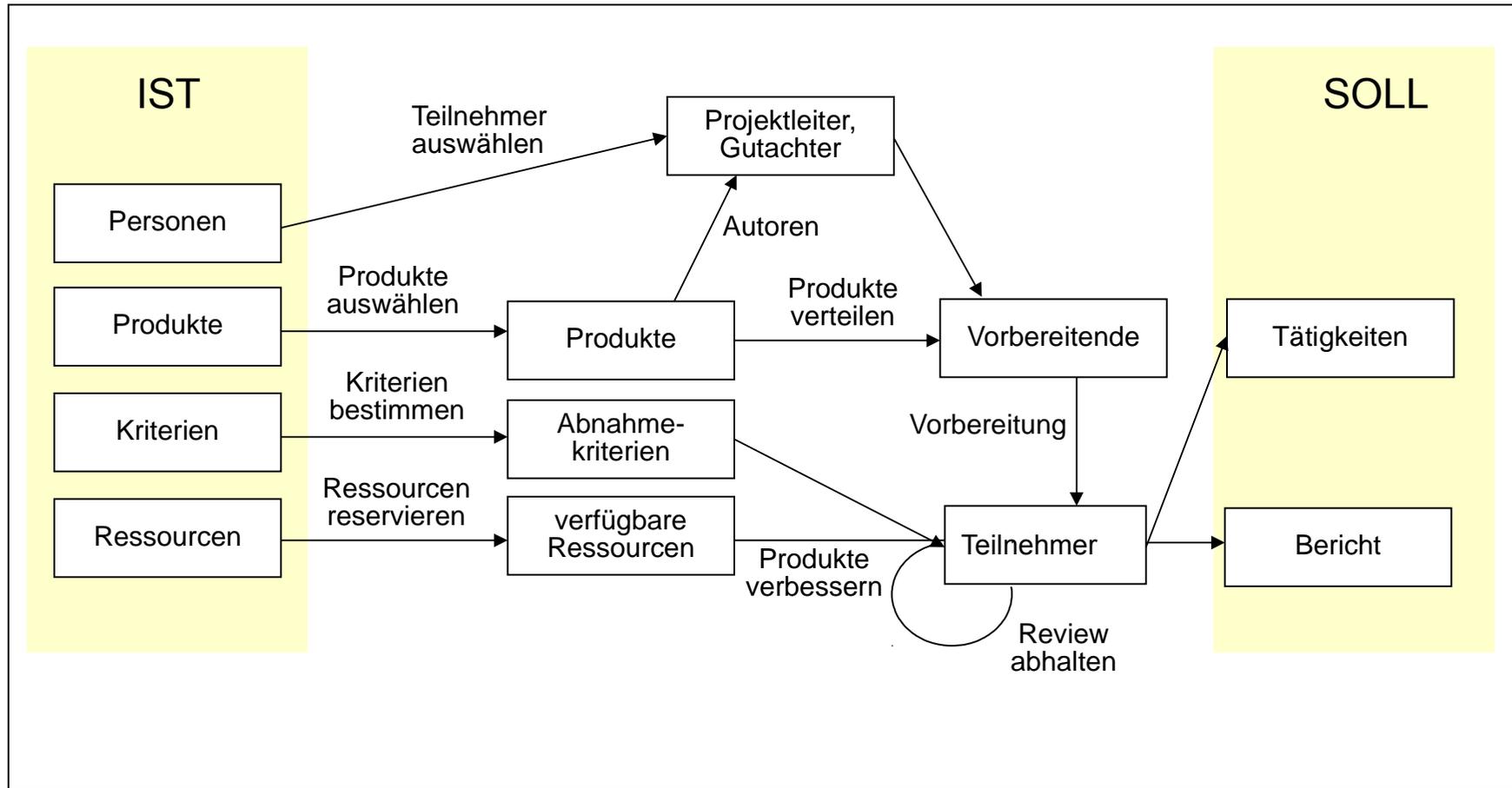
[Wallmüller]

Abhängigkeitsgraph mit Meilensteinen and Schwimmbahnen (Zuordnungen)

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



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



Quelle: [Zuser, W. S. 122]

16.3 Aufwandsschätzung (-ermittlung)

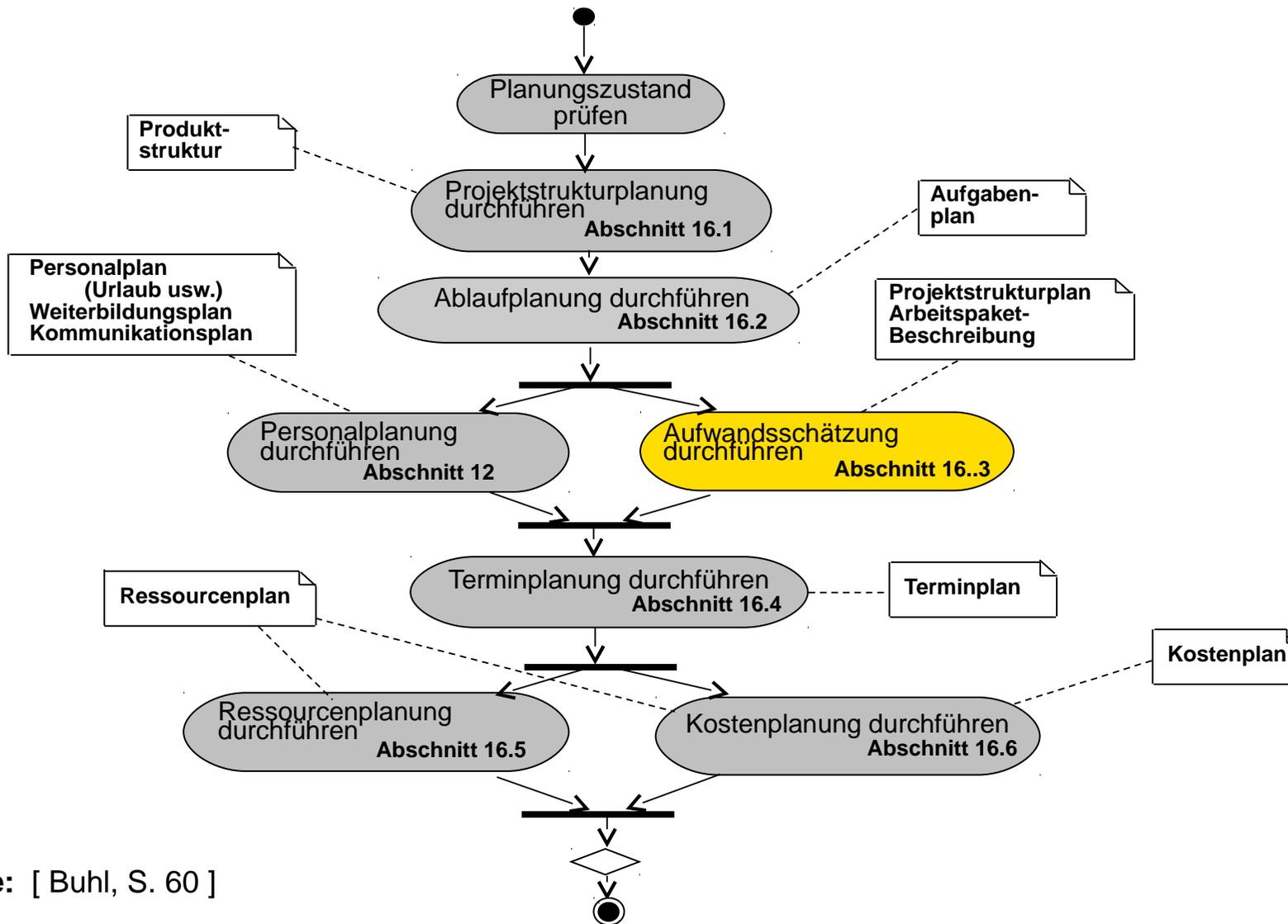


44

Parkinson's Law

Work expands
to fill the
available
volume...

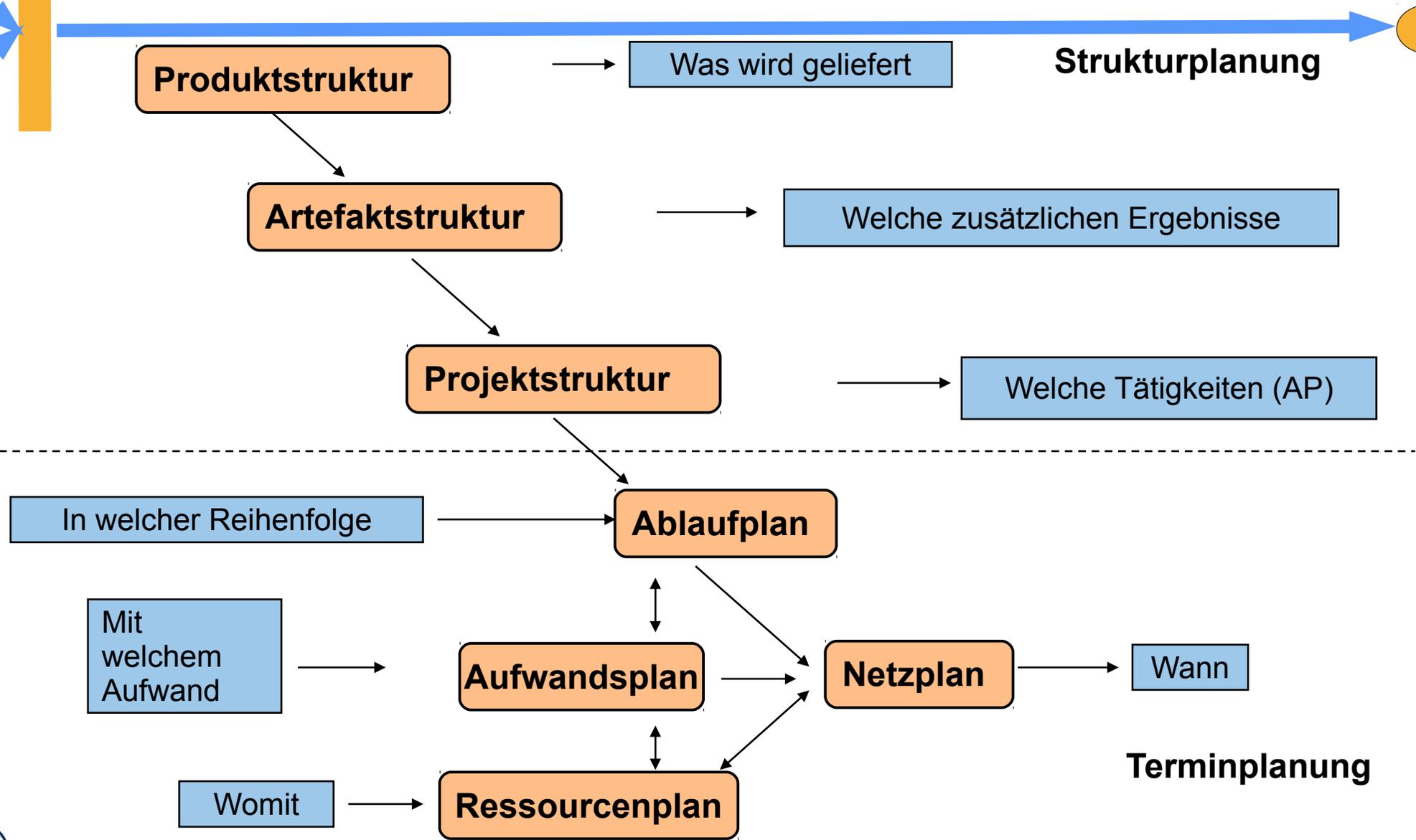
Aufwandsschätzung



Quelle: [Buhl, S. 60]



Planungsablauf

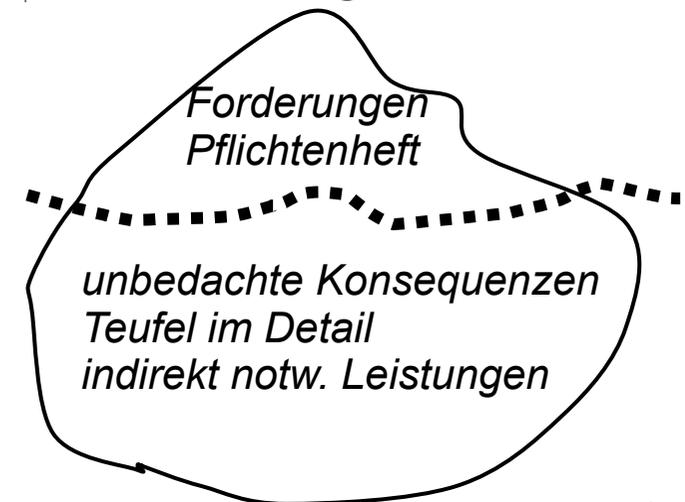


Aufwandsschätzung und das Eisberg-Problem

48

- ▶ 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!

Eisbergfaktor:



Aufwandsschätzung

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

Aufwandsschätzung

- ▶ 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.)
 - Nutzensschätzung ausweisen: Phasen/ Zyklen (enthaltene Kosten, auch für Dok., Datenerfassung, ...)
- ▶ Bei signifikanten Änderungen neu schätzen
- ▶ Nachkalkulation zur Auswertung von Erfahrungen

Methoden der Aufwandschätzung

- ▶ **Einzelschätzung (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!

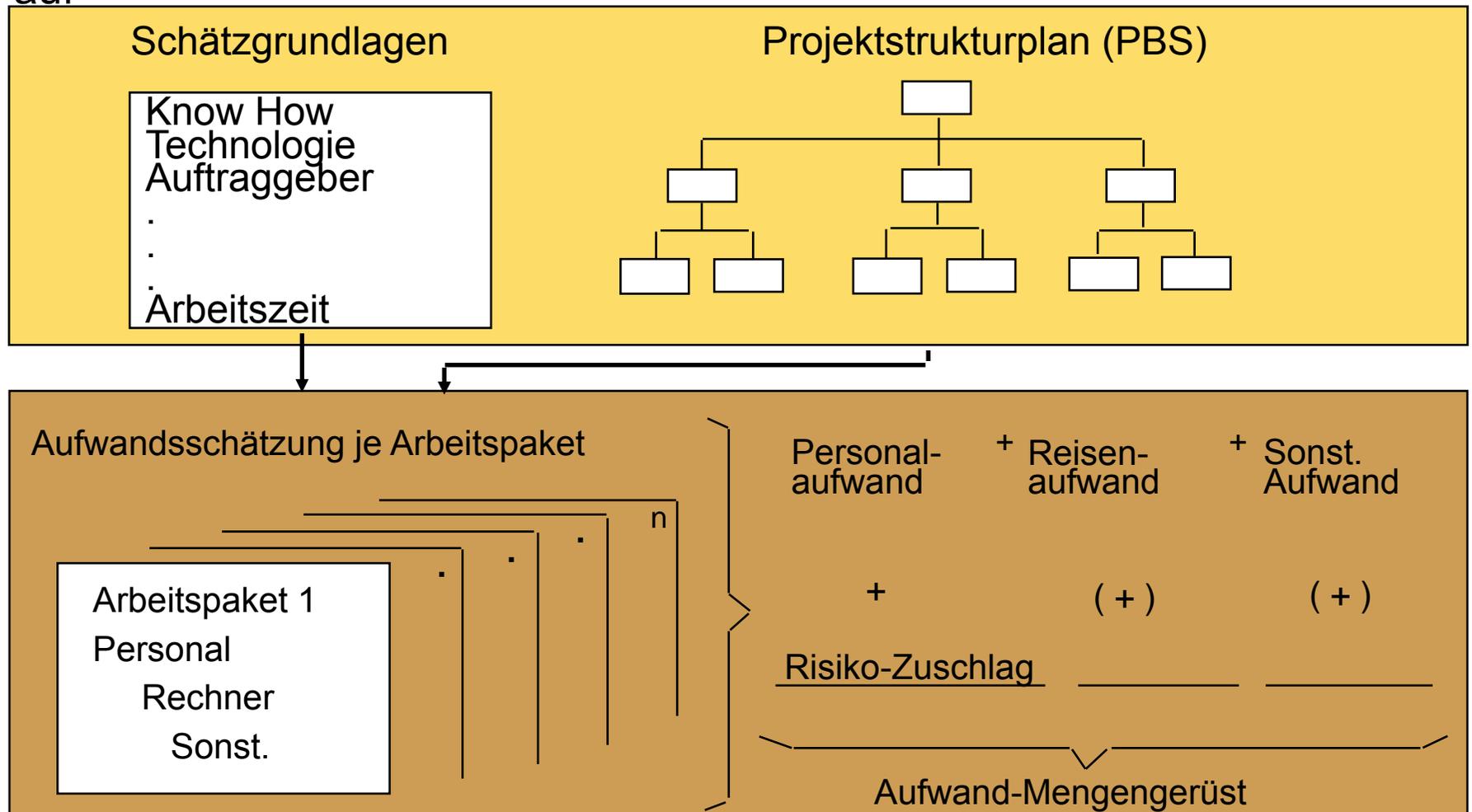
Methoden der Aufwandschätzung

- ▶ **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** (Metriken, 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



Aufsummation der Schätzelemente über der PBS

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



16.3.1 Delphi-Verfahren

- ▶ 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

55



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)
 - **ISO/IEC 19761** nach diesem Standard nutzt die *COSMIC-FFP* (Common Software Measurement International Consortium - Full Function Points) die Methode (URL: www.cosmicon.com)
 - **ISO/IEC 24570** Standard der Niederländische Metrik Organisation (*NESMA*) (URL: 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)

Quelle: Tagungsband ISWM/MetriKon 2004; Shaker Verlag 2004

Function-Point-Verfahren (1)

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

Schritte:

- 1) Ermitteln der Nutzfälle (function points)
- 2) Bewerten der Nutzfälle
- 3) Ermitteln der globalen Einflussgrößen (Einflussfaktoren)
- 4) Ermittlung der „Total Function Points“ (TFP)
- 5) 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

Function-Point-Verfahren (2)

Bewerten der Nutzfälle

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

Funktionsart	einfach mittel komplex		
	einfach	mittel	komplex
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

60

▶ 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:

Function Points	PM	Function Points	PM	Function Points	PM
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)

64

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:

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

Quelle: [Jenny]

Schätzformeln des COCOMO-Verfahren für Personenzeit-Bedarf und Projektdauer

	<u>BASIC-COCOMO</u>	<u>INTERMEDIATE-COCOMO</u>
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
extra high	1.65	1.65	1.65	1.65
very high	1.30	1.30	1.30	1.30
high	1.15	1.15	1.15	1.15
nominal	1.00	1.00	1.00	1.00
low	0.85	0.85	0.85	0.85
very low	0.70	0.70	0.70	0.70

PCAP	PD	DD	CUT	IT
very high	1.00	0.65	0.65	0.65
high	1.00	0.83	0.83	0.83
nominal	1.00	1.00	1.00	1.00
low	1.00	1.20	1.20	1.20
very low	1.00	1.50	1.50	1.50

COCOMO-Verfahren (5)

Schritte:

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 $PM = 56$)

Praxis Cocomo/FPM

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

The End

