

### Arbeitsgruppe Software Engineering Prof. Elke Pulvermüller

Universität Osnabrück  
Institut für Informatik, Fachbereich Mathematik / Informatik  
Raum 31/318, Albrechtstr. 28, D-49069 Osnabrück

[elke.pulvermueller@informatik.uni-osnabrueck.de](mailto:elke.pulvermueller@informatik.uni-osnabrueck.de)

<http://www.inf.uos.de/se>

Sprechstunde: mittwochs 14 – 15 und n.V.



- 1 Software-Krise und Software Engineering**
- 2 Grundlagen des Software Engineering**
- 3 Projektmanagement**
- 4 Konfigurationsmanagement**
- 3 Software-Modelle**
- 4 Software-Entwicklungsphasen, -prozesse, -vorgehensmodelle**
- 5 Qualität**
- 6 Fortgeschrittene Techniken**

### 3.1 Grundlagen

### 3.2 Projektaufbau und Rollen

### 3.3 Projektplanung und Darstellung

### 3.4 Projektkontrolle und –steuerung

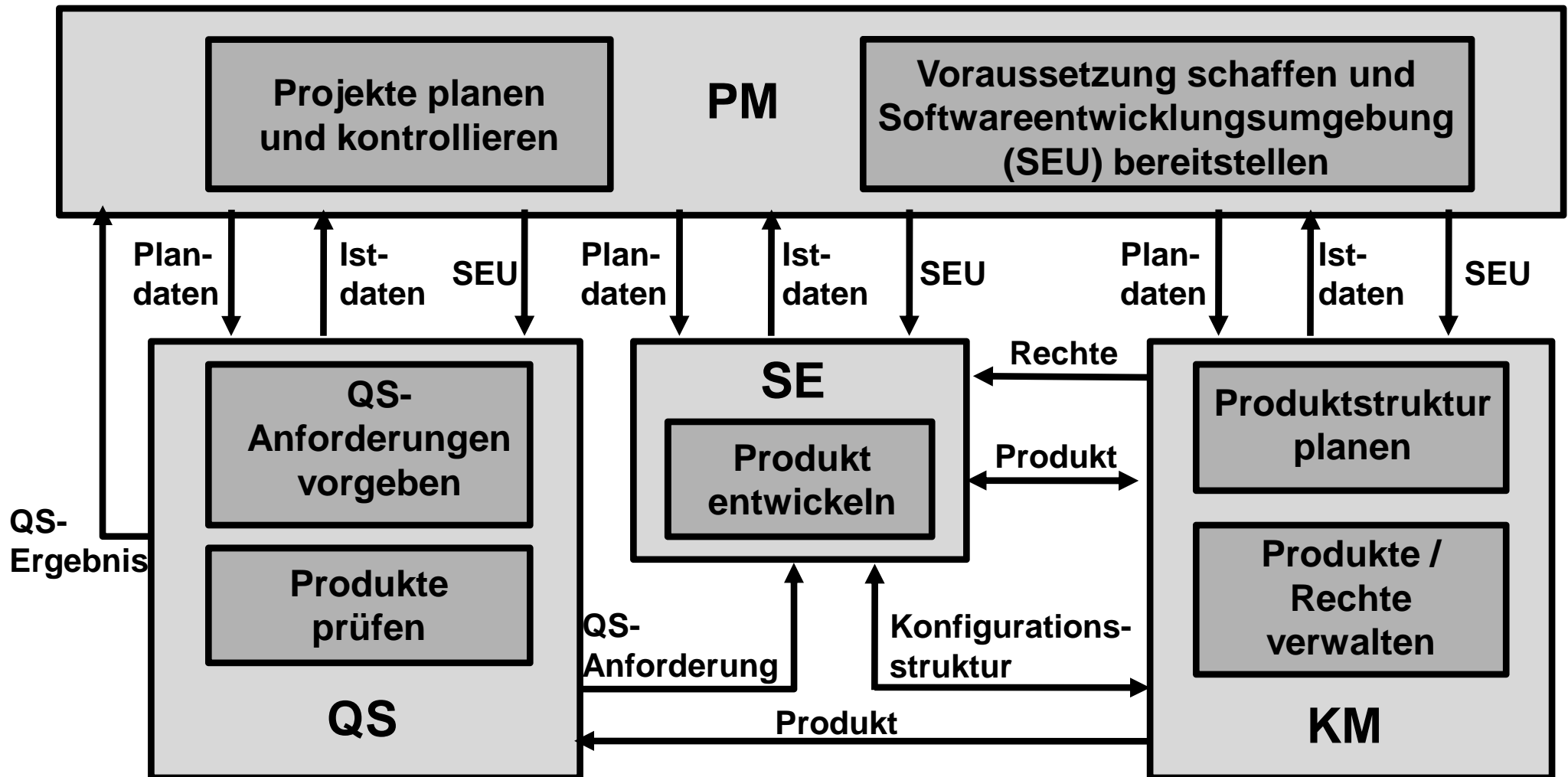
### 3.5 Brook'sches Gesetz

### 3.6 Aufwandsschätzung

# 3 Projektmanagement

## 3.1 Grundlagen: Einordnung

### Schnittstellen des Projektmanagements



SEU: Software-Entwicklungsumgebung

QS: Qualitätssicherung

SE: Software-Entwicklung (beinhaltet auch Wartung und Evolution)

PM: Projektmanagement

KM: Software-/Konfigurationsmanagement

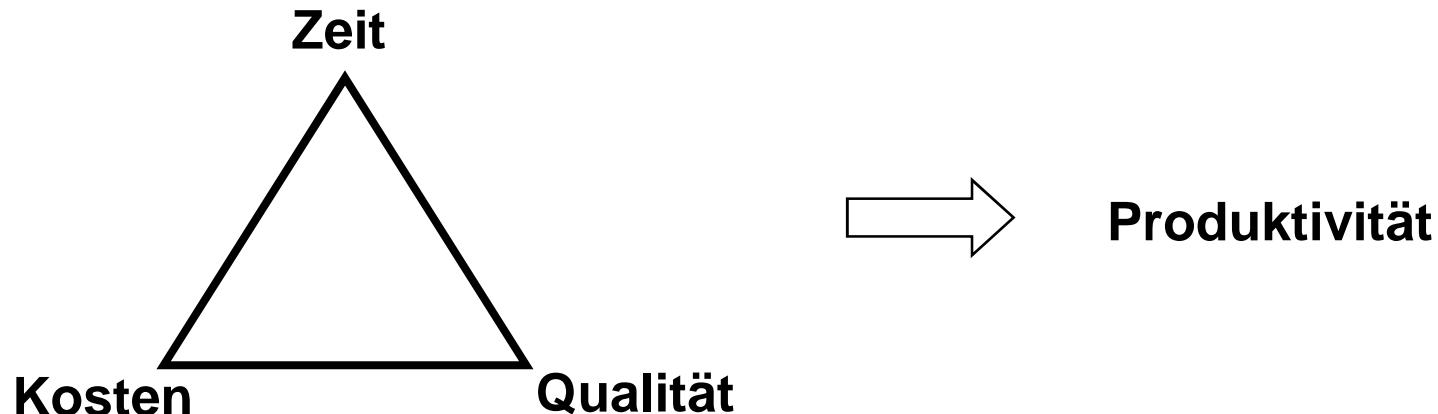
aus [Zuser, SW Engineering, 2004]

# 3 Projektmanagement

## 3.1 Grundlagen: Begriffe

### Begriffe:

- **Management:**  
umfasst alle Aufgaben, die von einem oder mehreren Managern durchgeführt werden, um die Aktivitäten von Mitarbeitern zu planen und zu kontrollieren, damit ein Ziel oder der Abschluss einer Aktivität erreicht wird, die durch die Mitarbeiter alleine nicht erreicht werden können.



**Magisches Dreieck**

- **Produktivität:**

$$\frac{\text{Leistungen} \times \text{Qualität}}{\text{Ressourcen}}$$

**Ressourcen:** z.B. Mitarbeitertage

**Leistungen:** z.B. Anzahl der SW Elemente

**Probleme:**

- **Wie messen wir die Größen?**

- **Vielzahl von Einflussfaktoren der Produktivität**

(z.B. Produktgröße, Teamerfahrung, Arbeitsumgebung, eingesetzte Methoden)

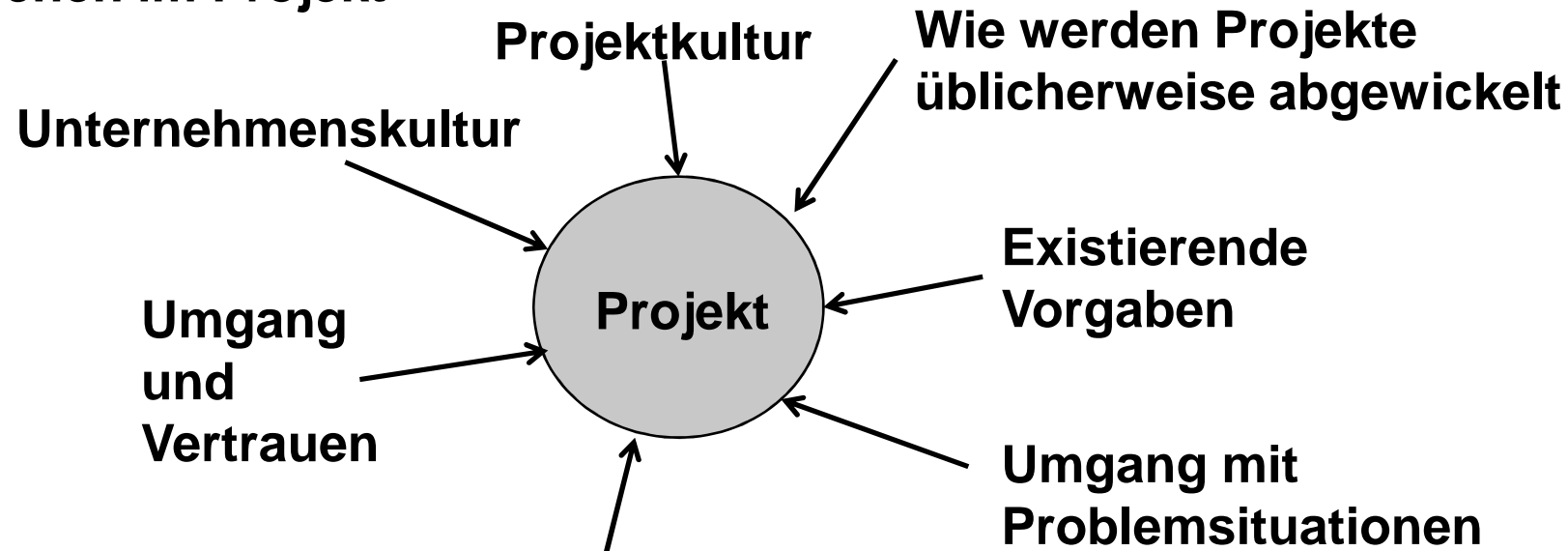
- **Ressource:**
  - knappes materielles oder immaterielles Element
  - benötigt zur Durchführung eines Projekts
  
- **Planung:**
  - bewusster Prozess, der zu einer konkreten Vorstellung vom Ablauf eines Vorhabens führt,
  - Vorbereitung zukünftigen Handelns (was, wie, wann, wer)
  - resultierend: überprüfbarer Plan
  
- **Meilenstein:**
  - Zeitpunkt in einem Projekt, bei dem maßgebliche Entscheidungen in Bezug auf das weitere Vorgehen getroffen werden müssen
  - Bei Erreichen: Ist-Soll-Vergleich
    - ⇒ weiteres Vorgehen (Maßnahmen oder Folgephase)

- **Kritischer Pfad:**  
Abfolge von Tätigkeiten im Projekt, deren Verzögerung eine Verzögerung des gesamten Projekts zur Folge hätte
- **Projektrisiko:**  
Ereignisse oder Umstände, durch die der vorgesehene Ablauf oder Ziele des Projekts gefährdet werden
- **Projektmanagement:**
  - Organisationsform für die Entwicklung und Erstellung von Produkten
  - systematische Vorgehensweise zur Koordination der Prozesse innerhalb eines Projekts
  - umfasst: Planung, Kontrolle, Steuerung von Projekten



- **Projekt:**
  - temporäre Aktivität, begrenzte Laufzeit
  - Komplexität, Einmaligkeit, Ungewissheit der Aufgabe
  - hat einen Projektinitiator, dem die Projektleitung verantwortlich ist
  - hat Projektverantwortlichkeiten
  - hat einen Zweck, verfolgt Ziele (z.B. Produkt oder Know-how Erweiterung)
  - hat einen geplanten Zeit- und Ressourcen-Rahmen (v.a. Budget)
  - verbindet Menschen, Resultate und Ressourcen
- **Projekterfolg bemisst sich an der Zielerreichung (definiertes Resultat in geforderter Qualität innerhalb des Zeit- und Ressourcen-Limits)**  
⇒ **Projektmanagement**
- **Verschiedene Projekttypen (z.B. Auftragsprojekt, Systemprojekt)**

### Menschen im Projekt



#### Individuelle Mitarbeiter

Persönlichkeit (optimaler Einsatz, Motivation)

Fähigkeiten (Projektnutzen, Selbstwertstärkung)

Kultureller Hintergrund (Umgangsformen)

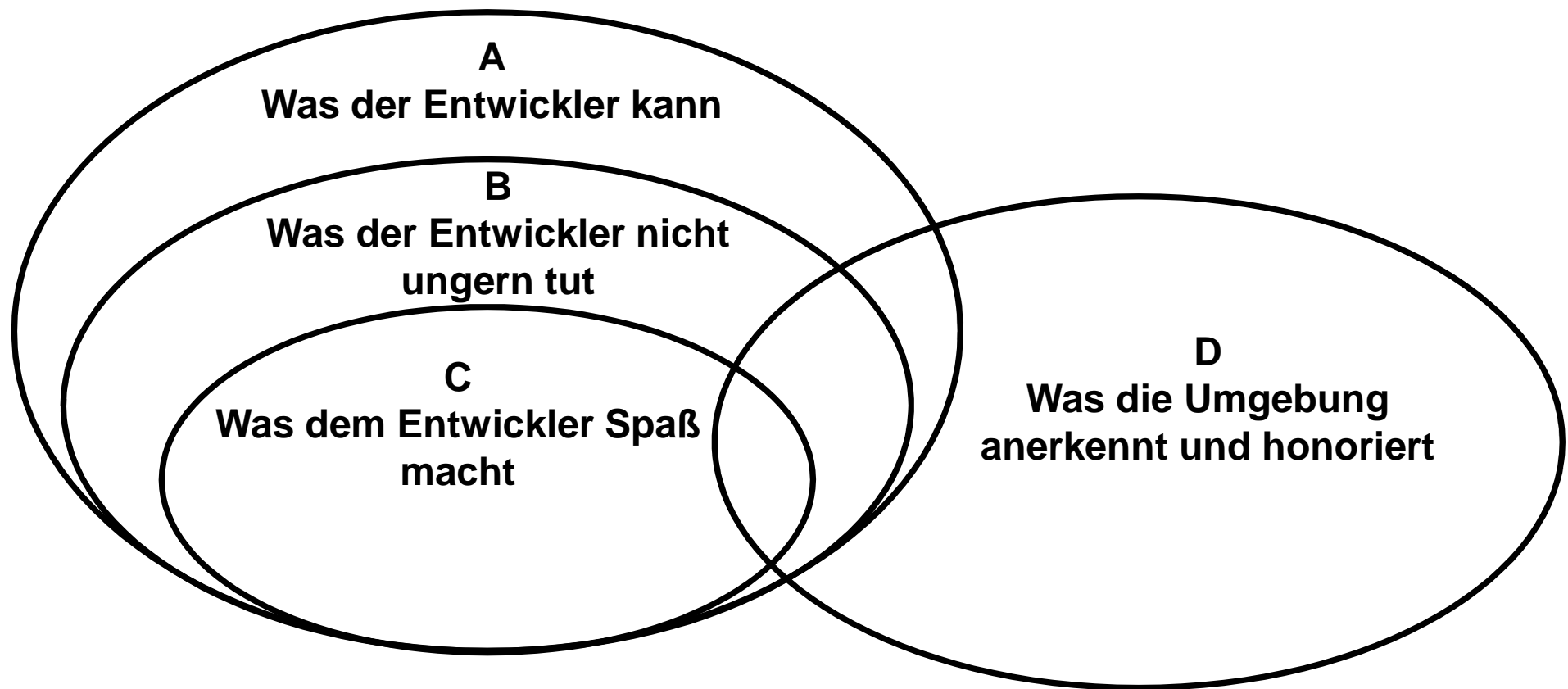
Ziele, Wünsche, Erwartungen (Ziele erkennen und mit dem Projektziel vereinbaren)

**Der Projektleiter kann eine „eigene Welt“ gestalten, muss aber den Anschluss an das restliche Unternehmen im Auge halten**

### Rollen und Verantwortlichkeiten:

- **Entwickler, Spezialisten**  
Spezialisierung in den Tätigkeiten wie Spezifizieren, Entwerfen, Testen, Prüfen, Verwalten  
z.B. Programmierer, (Software-)Architektin
- **Projektleiter / Projektmanager, Gruppenleiter**  
Mittler und Vermittler als Statthalter oder Räuberhauptmann
- **Kunde** (juristische Person, Auftraggeber), **Anwender** (Fachleute der Anwendung)
- **sonstige Betroffene und Kontrollgremien**

### Motivationsmodell



### **Projektmanager, Projektleiter $\Rightarrow$ Projektmanagement**

- Planen
- Bewerten und kontrollieren
- Kommunizieren
- Günstige Rahmenbedingungen schaffen und erhalten
- Mitarbeiter führen / motivieren
- Schwierigkeiten möglichst früh erkennen und bekämpfen

**Fähigkeiten des Projektleiters:  
Fachliche Qualifikation, Projektmanagement-Qualifikation,  
Führungsfähigkeit, persönliche Fähigkeit**

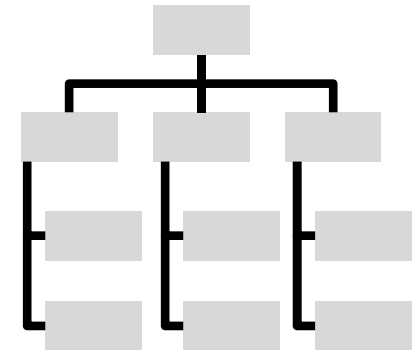
### Interne Organisation des Herstellers

- **Primärorganisation:**  
Grundsätzlich statische Organisationsstruktur, die die Aufgabenverteilung und Beziehungen der Mitarbeiter untereinander festlegt (z.B. Linienorganisation)
- **Sekundärorganisation:**  
Überlagernde, meist temporäre Strukturierung (z.B. Projektgruppen)
- **Zweck der Organisationsstruktur:** Regelung der Zentralisierung (Gliederungskriterium wie z.B. Region, Verrichtung), Unterstellung und Befugnisse

### Organisationsformen

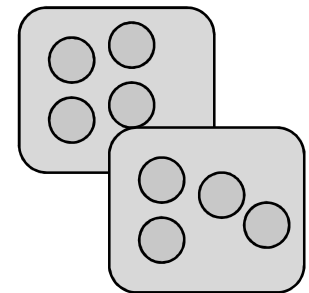
- **Funktionale Organisation**

Abteilungen bzw. Gruppen mit Spezialisten für einzelne Aufgaben (ähnliche, wiederkehrende Aufgaben)



- **Reine Projektorganisation**

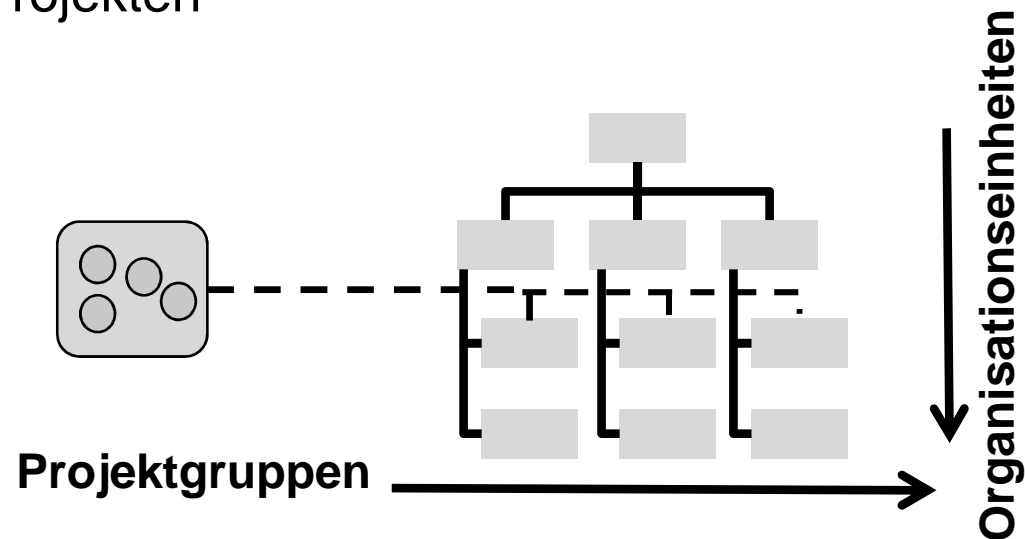
Temporäre Struktur (Sekundärorganisation mit schwacher oder keiner Primärorganisation)



### Organisationsformen

- **Matrixorganisation**

Primär- und Sekundärorganisation sind gleichgewichtet: jeder Mitarbeiter hat einen festen Platz in der Primärunternehmensorganisation und gleichzeitig seine Rolle(n) in Projekten



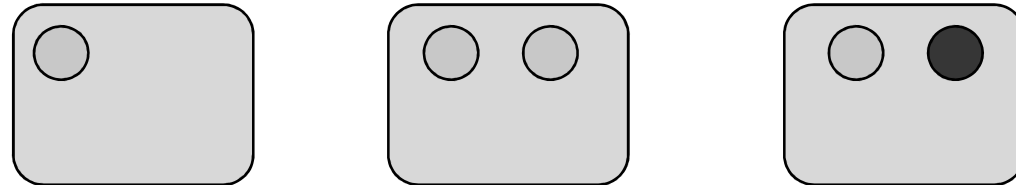
### Es gilt:

- Konkrete Organisationsform ist abhängig von der Firmenkultur
- Wichtig: Atmosphäre des Vertrauens + Kopplung von Leitung und Kompetenzen

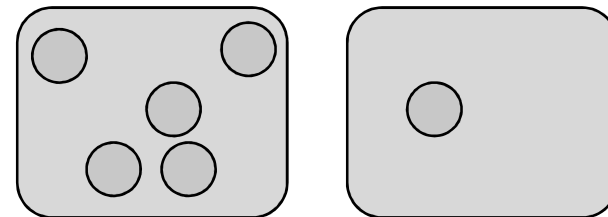


**Teamorganisation: Organisation der am Projekt beteiligten Personen (Team)**

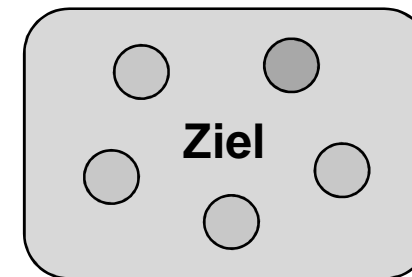
- **Kleine Teams und „Einzelkämpfer“**



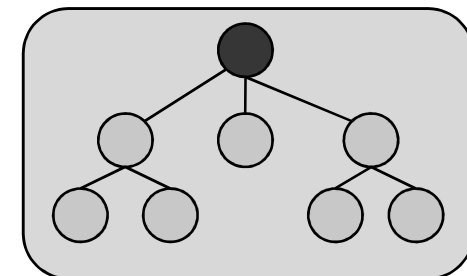
- **Anarchische Teams (autonomes Arbeiten ohne Hierarchie)**



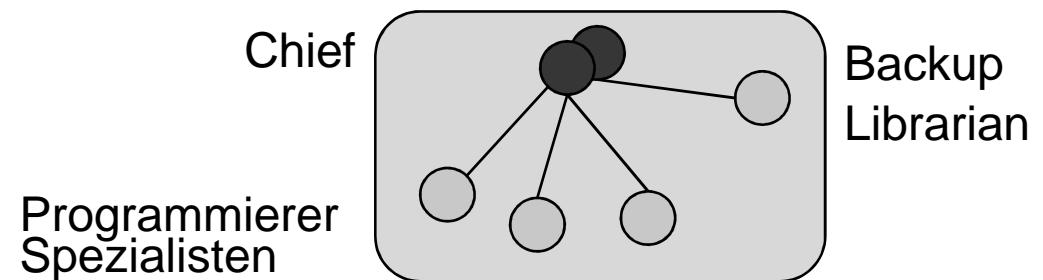
- **Demokratisches Team (gemeinsame Ziele, primus inter pares)**



- **Hierarchische Teams (verantwortlicher Projektleiter plant, verteilt, kontrolliert)**



- **Chief-Programmer-Teams (Projektleiter führt auch technisch, ist Vorarbeiter, Unterstützung durch Spezialisten, H.D. Mills, IBM 72)**

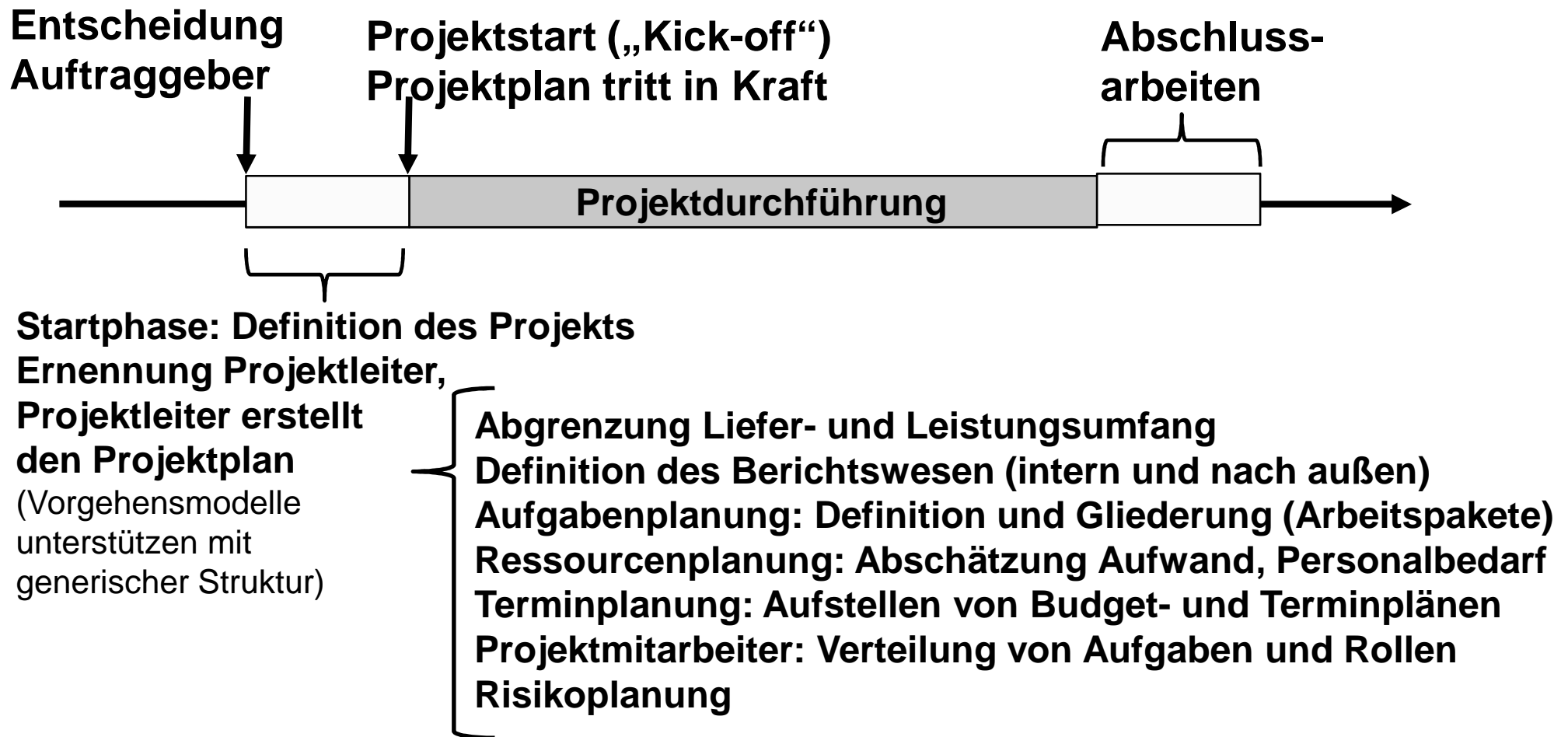


### Projektplanung

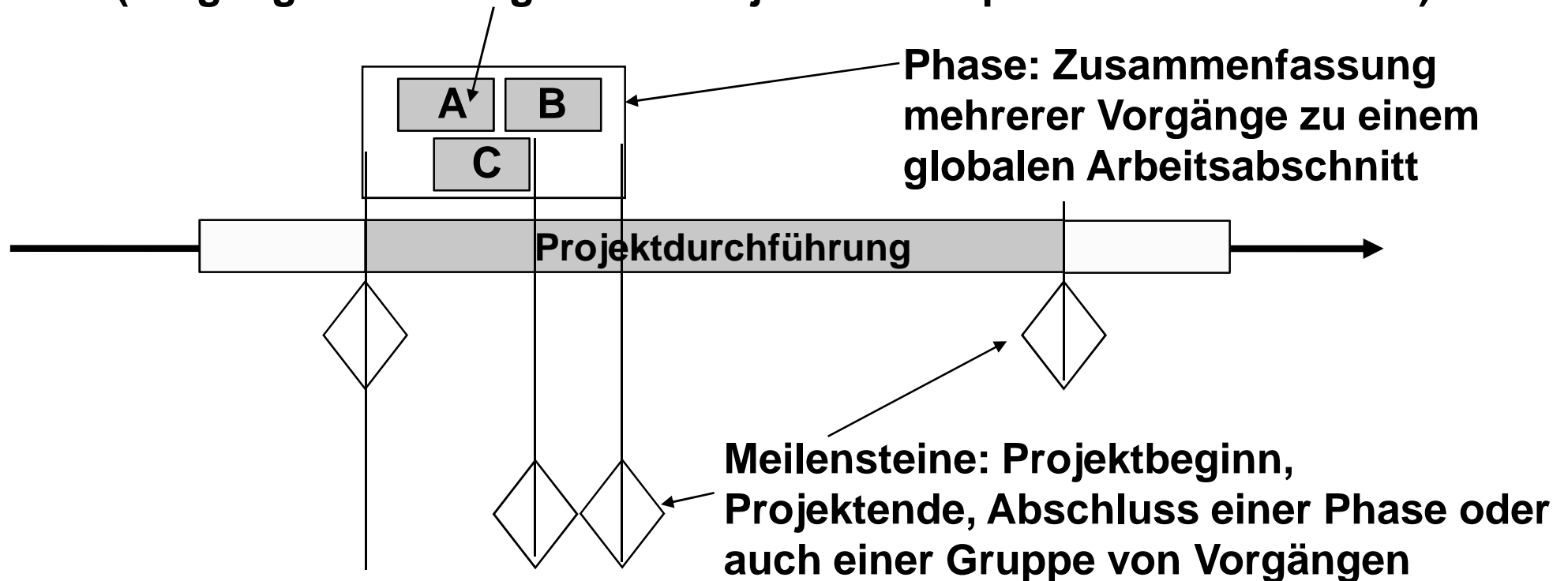
#### Grundsatz: realistische Projektpläne

- erfüllbar, d.h. keine Hetze oder Demoralisierung
- nicht zu großzügig (knapp genug um stetigen Fortschritt zu garantieren)
- Produktfertigstellung vor Planeinhaltung
- längere Vorhaben in kürzere, klar abgegrenzte Teilprojekte aufteilen
- pro Teilprojekt mindestens ein motivierendes Ergebnis

### Planungsaufgaben



**Vorgang:** eine in sich abgeschlossene, identifizierbare Aktivität, die innerhalb einer angemessenen Zeitdauer durchgeführt werden kann  
(Vorgang = eine Aufgabe im Projektstrukturplan – kommt noch ...)



Das Erreichen eines Meilensteins muss klar erkennbar sein.

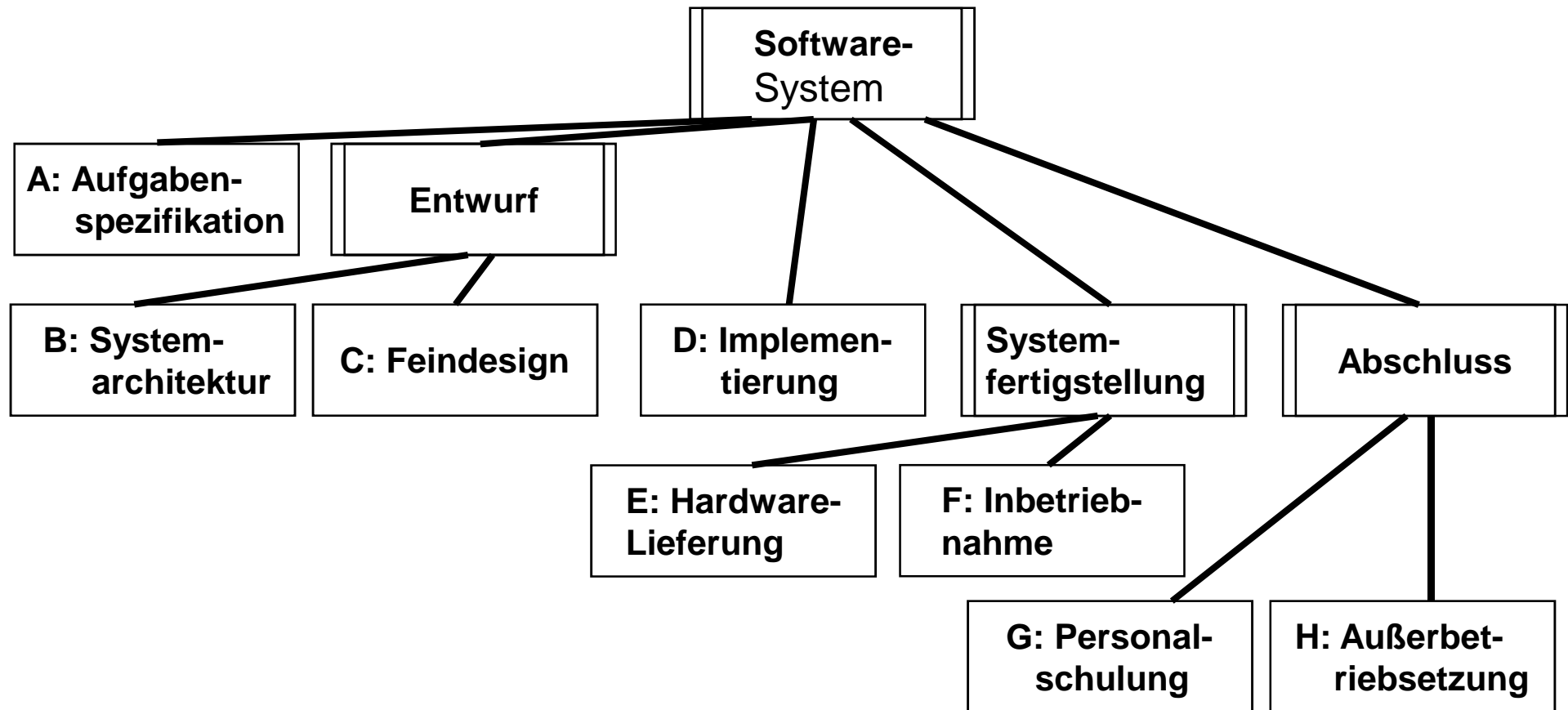
Beispiele: Pflichtenheft fertig, Test Plan formuliert, Design abgenommen.

Ein schlechter Meilenstein: Coding zu 80% fertig

### Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen

- Darstellungsarten, Visualisierungshilfen in der Planung:
  - Aufgabenplanung als Baum oder strukturierte Liste  
⇒ Projektstrukturplan PSP (engl. Work Breakdown Structure, WBS)
  - Terminplan / Projektablaufplan als Netzplan: PERT-Chart  
(Program Evaluation Review Technique)
  - Balkenplan: Gantt-Chart (nach Henry L. Gantt, 1917)
- Verwendung eines Projektkalenders:  
Definition von Arbeitstagen, Feiertagen, Arbeiten an anderen Projekten, Schulungen, Betriebsferien
- Kommerzielle Werkzeuge (z.B. MS Project, ...)

### Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen: Projektstrukturplan (PSP)





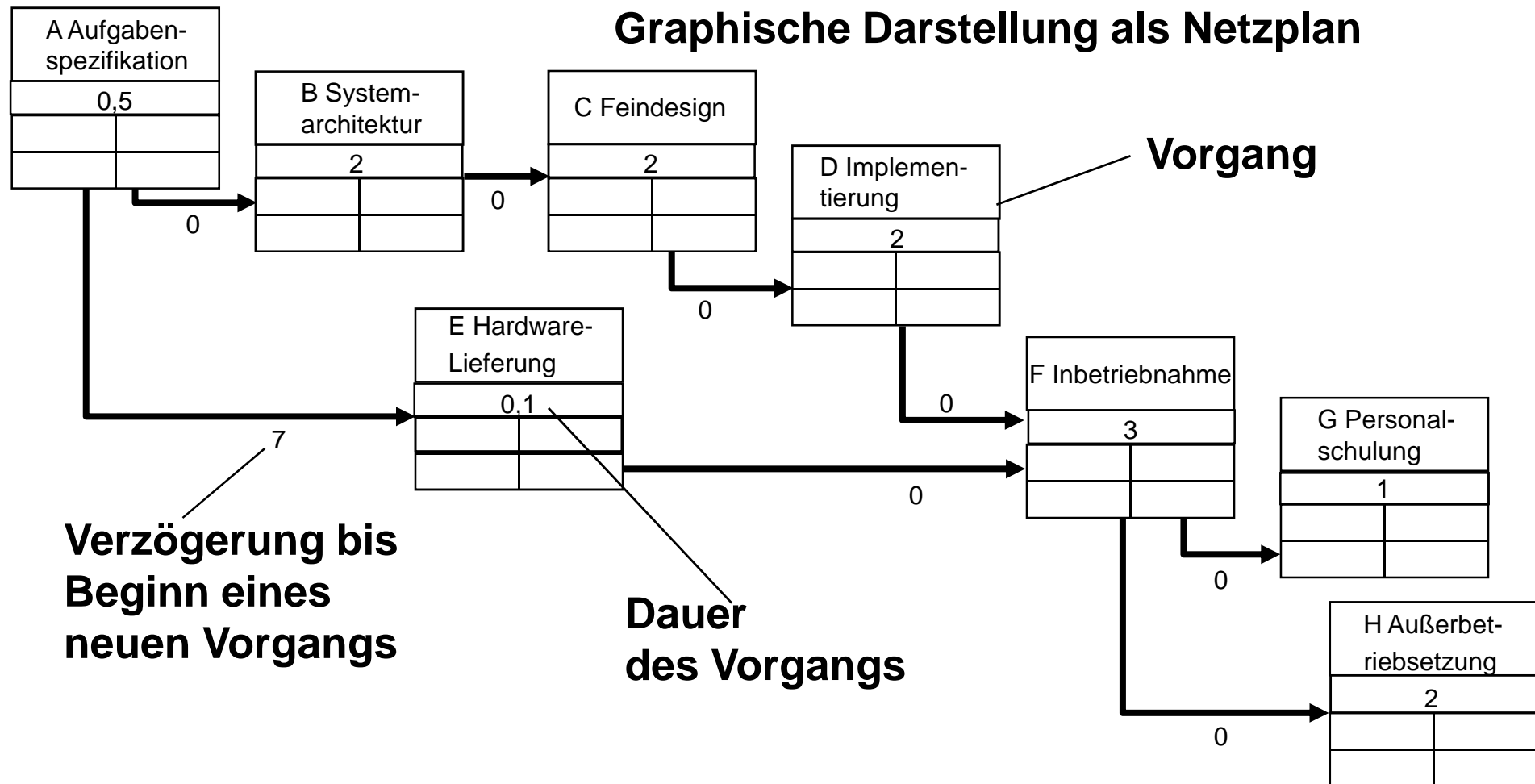
### Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen: Projektstrukturplan (PSP)

- **Gliederung des Projekts in Teilaufgaben (work packages)**
- **statische Abhängigkeiten der Projektvorgänge / Arbeitspakete**
- **strukturierter Überblick über Vorgänge (Baum)**
- **spätere Umwandlung in eine zeitorientierte Darstellung (durch Werkzeuge meist automatisch unterstützt)**
- **Ein PSP bildet mit seinen Arbeitspaketen die Basis für einen Aufwandsplan: Aufwandsschätzung pro Arbeitspaket**

# 3 Projektmanagement

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Netzplan, PERT

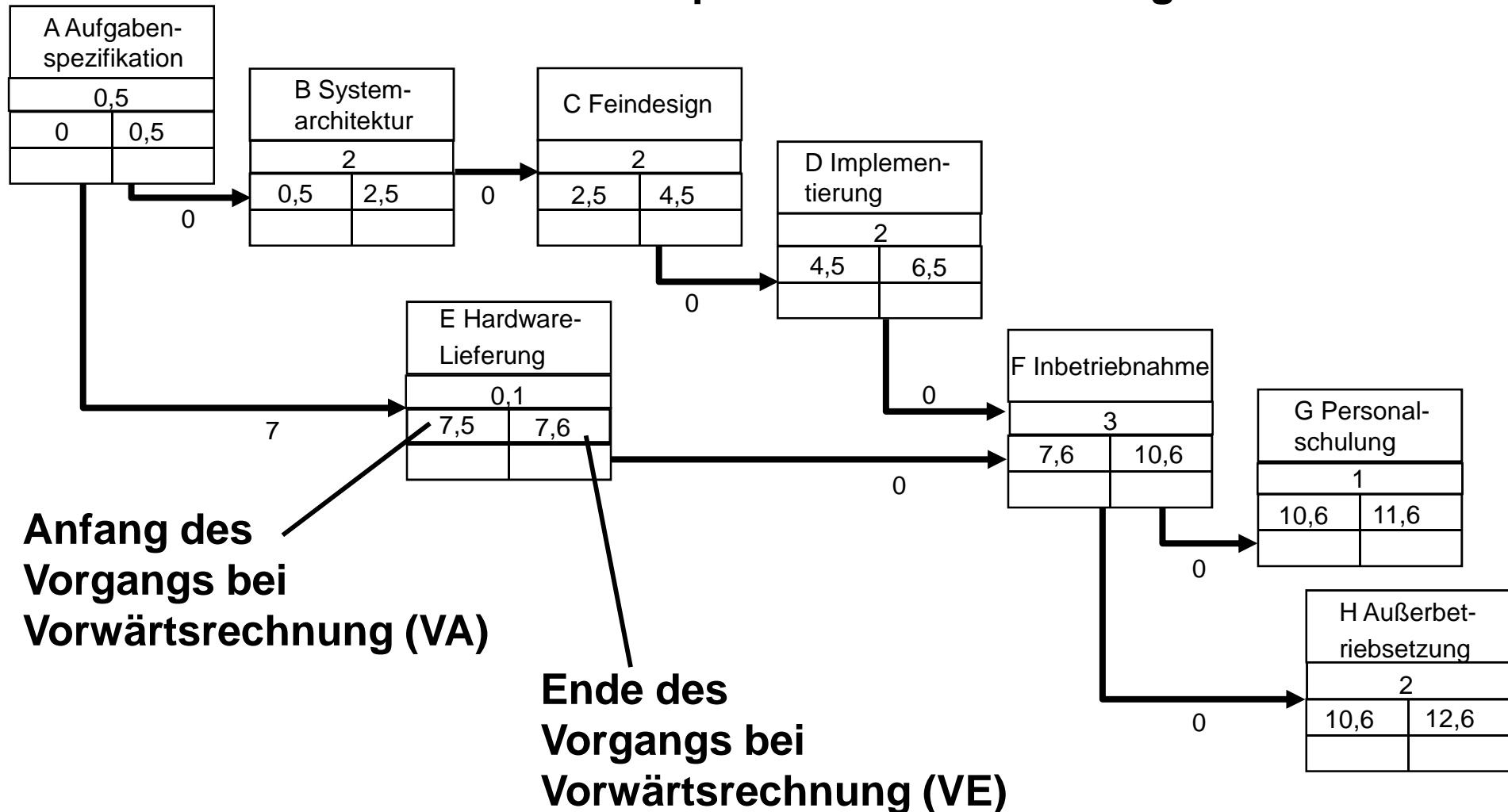
### Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen: (Vorgangsknoten-)Netzplan



# 3 Projektmanagement

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Netzplan, PERT

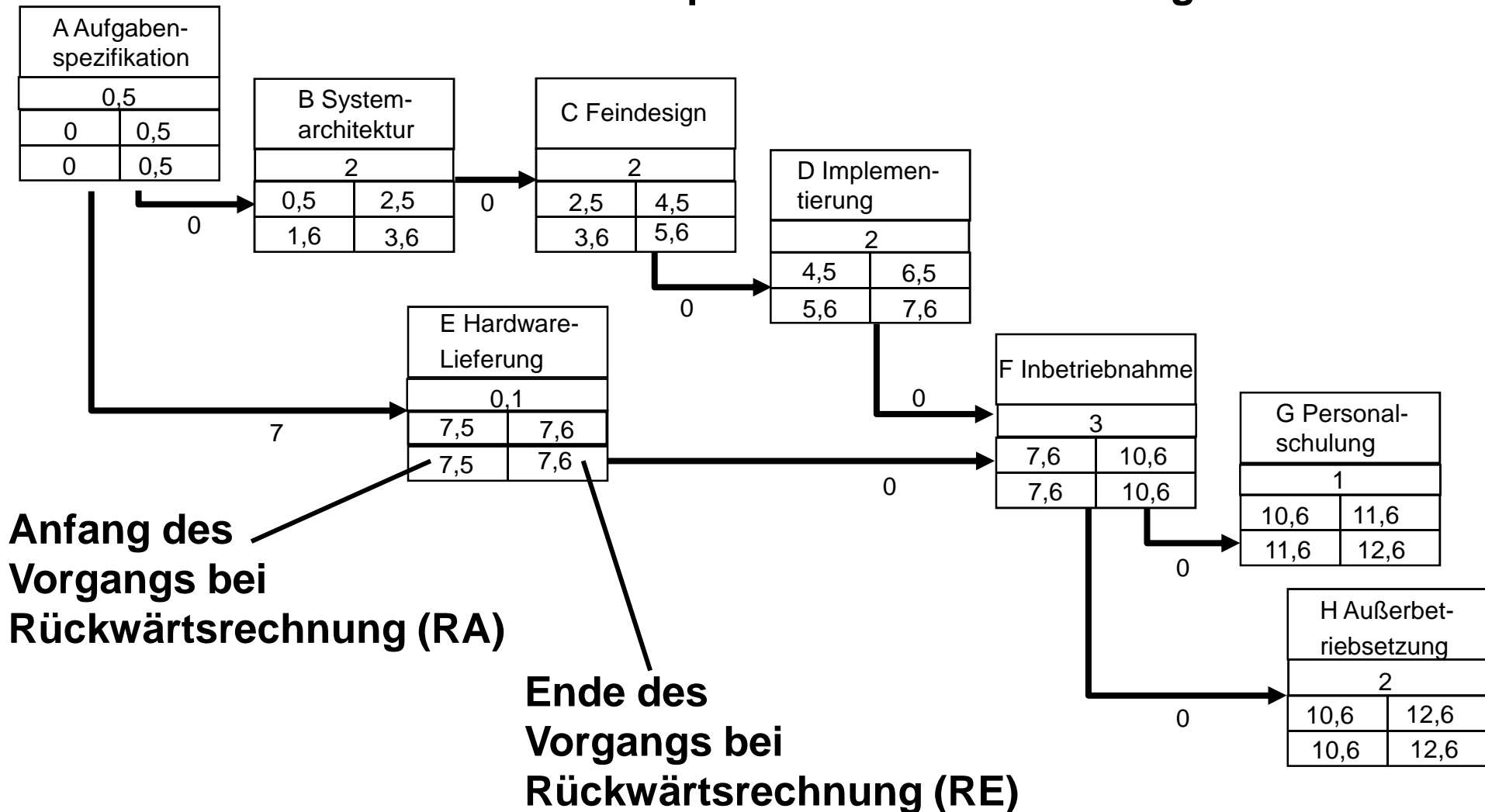
### Netzplan: Vorwärtsrechnung



# 3 Projektmanagement

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Netzplan, PERT

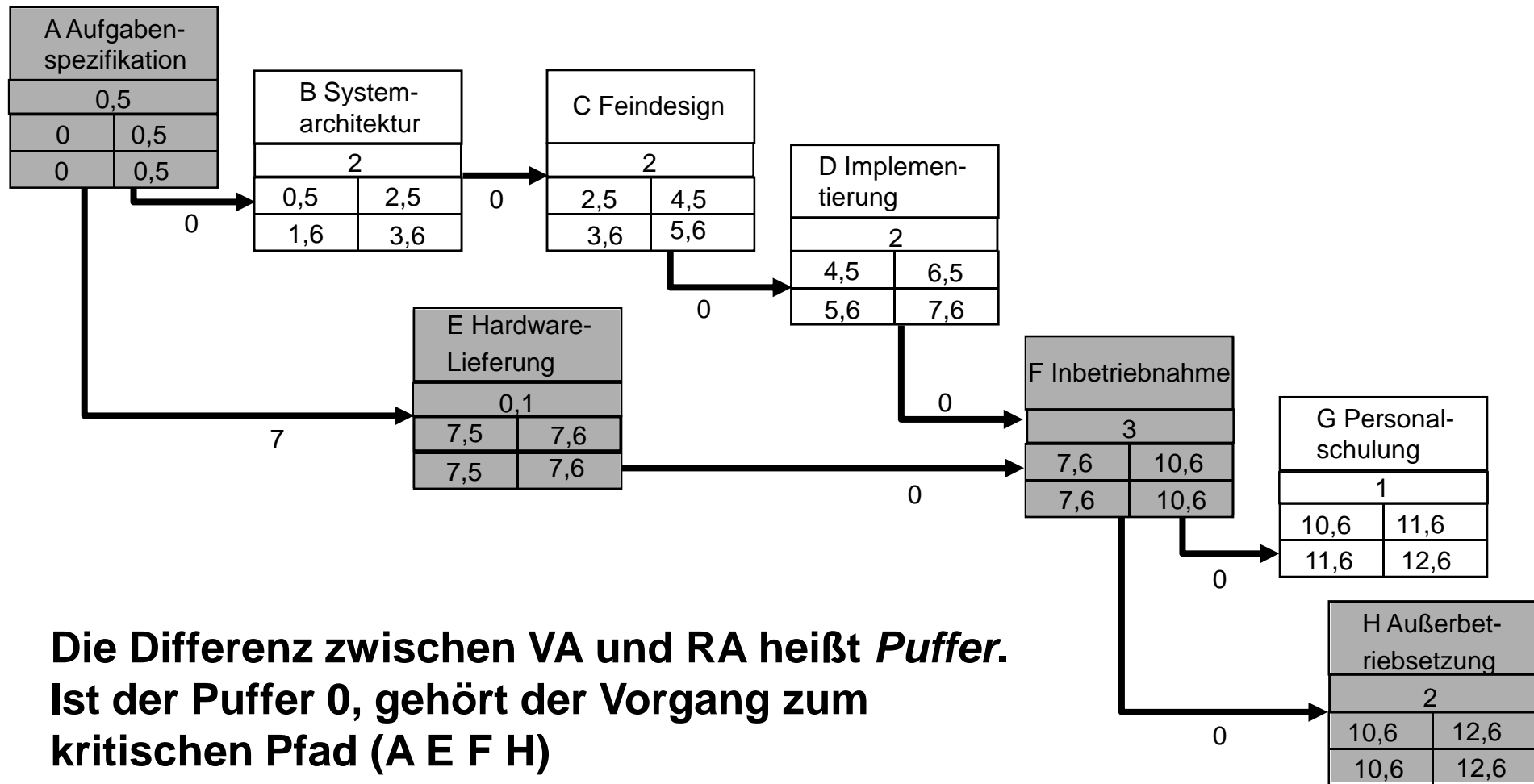
### Netzplan: Rückwärtsrechnung



# 3 Projektmanagement

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Netzplan, PERT

### Netzplan: Kritischer Pfad



Die Differenz zwischen VA und RA heißt *Puffer*.  
Ist der Puffer 0, gehört der Vorgang zum  
kritischen Pfad (A E F H)

**Alternative Darstellung eines Vorgangs im Netzplan:**

|                            |              |                           |
|----------------------------|--------------|---------------------------|
| <b>Frühester<br/>Start</b> | <b>Dauer</b> | <b>Frühestes<br/>Ende</b> |
| <b>Bezeichner</b>          |              |                           |
| <b>Spätester<br/>Start</b> |              | <b>Spätestes<br/>Ende</b> |

**Weitere Darstellungsvarianten sind möglich (z.B. zusätzlicher Kommentar im Vorgang)**

- **Meilensteine**

sind Zeitpunkte, an denen bestimmte Vorgänge beendet werden müssen, meist werden Projektabschnitte durch Meilensteine bezeichnet;  
Überprüfung, ob das Projekt im Zeitplan liegt, da trotz den Verschiebungen von einzelnen Vorgängen, Projektabschnitte trotzdem pünktlich abgeschlossen sein sollten

- **Puffer**

freie Zeiträume im Projektplan; können bei Bedarf genutzt werden;  
Differenz zwischen frühestem und spätestem Anfangstermin eines Vorgangs

- **negative Puffer**

Überschneidung von zeitlich abhängigen Vorgängen → Planungsfehler;  
müssen aufgelöst werden

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Netzplan, PERT

- **Vorgänge = Knoten:**

In sich abgeschlossene, identifizierbare Aktivität

Je Vorgang  $X$ : Name und Dauer

Abhängigkeiten zu anderen Vorgängen ( $Y$ )

- **Anordnungsbeziehungen, Abhängigkeiten, Vorgangsbeziehungen:**

- Normalfolge (End-Anfang-Beziehung)

EA =  $Y$  muss beendet sein bevor  $X$  anfangen kann

- Endfolge (Ende-Ende-Beziehung)

EE =  $Y$  muss beendet sein bevor  $X$  beendet werden kann

- Sprungfolge (Anfang-Ende-Beziehung)

AE =  $Y$  muss anfangen haben bevor  $X$  beendet werden kann

- Anfangsfolge (Anfang-Anfang-Beziehung)

AA =  $Y$  muss anfangen haben bevor  $X$  anfangen kann

Zusätzlich kann jeweils ein positiver oder negativer Zeitabstand angegeben werden (Verzögerung bzw. Überlappung)

- **Erweiterung: benötigte Ressourcen**

Je Ressource: Name und verfügbare Anzahl (ggf. Gruppenzugehörigkeit) und Kosten (z.B. je Stunden) / Zuordnung der Einsatzmittel



Die Termindurchrechnung geht aus von Projektstart und spätestem Ende.

**Vorwärtsrechnung** zur Bestimmung der frühesten Termine:

- vom Anfangszeitpunkt des Startvorgangs ausgehen
- durch Addition der Dauer erhält man frühestes Ende
- Bestimmung frühester Anfangszeiten der Folge-Vorgänge

**Rückwärtsrechnung** zur Bestimmung der spätesten Termine:

- vom spätesten Endzeitpunkt des Zielvorgangs ausgehen
- durch Subtraktion der Dauer erhält man spätesten Anfangszeitpunkt
- Bestimmung des spätesten Endzeitpunkts der Vorgänger-Vorgänge

### Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen: Netzplan, PERT-Diagramm

- Übersicht über zeitlichen Ablauf des Projekts (Dauer der Vorgänge)
- Vorgangsdauer nicht graphisch dargestellt (geschieht im Balkenplan)
- Berechnung der potentiellen Anfangs- und Endtermine
- Einteilung der Vorgänge in Ebenen (Projektabschnitte)
- kritischer Pfad: Vorgangsfolge, die am längsten dauert
  - sollte möglichst verkürzt werden
  - es können auch mehrere kritische Pfade vorkommen
- Zusätzlich möglich (wie beim Balkenplan):
  - Bestimmung der Ressourcenauslastung (Einsatzmittel und Kosten)
  - Einsatz von Meilensteinen
- Alternative zum Netzplan: Vorgangsliste

# 3 Projektmanagement

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Vorgangsliste

Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen: Vorgangsliste

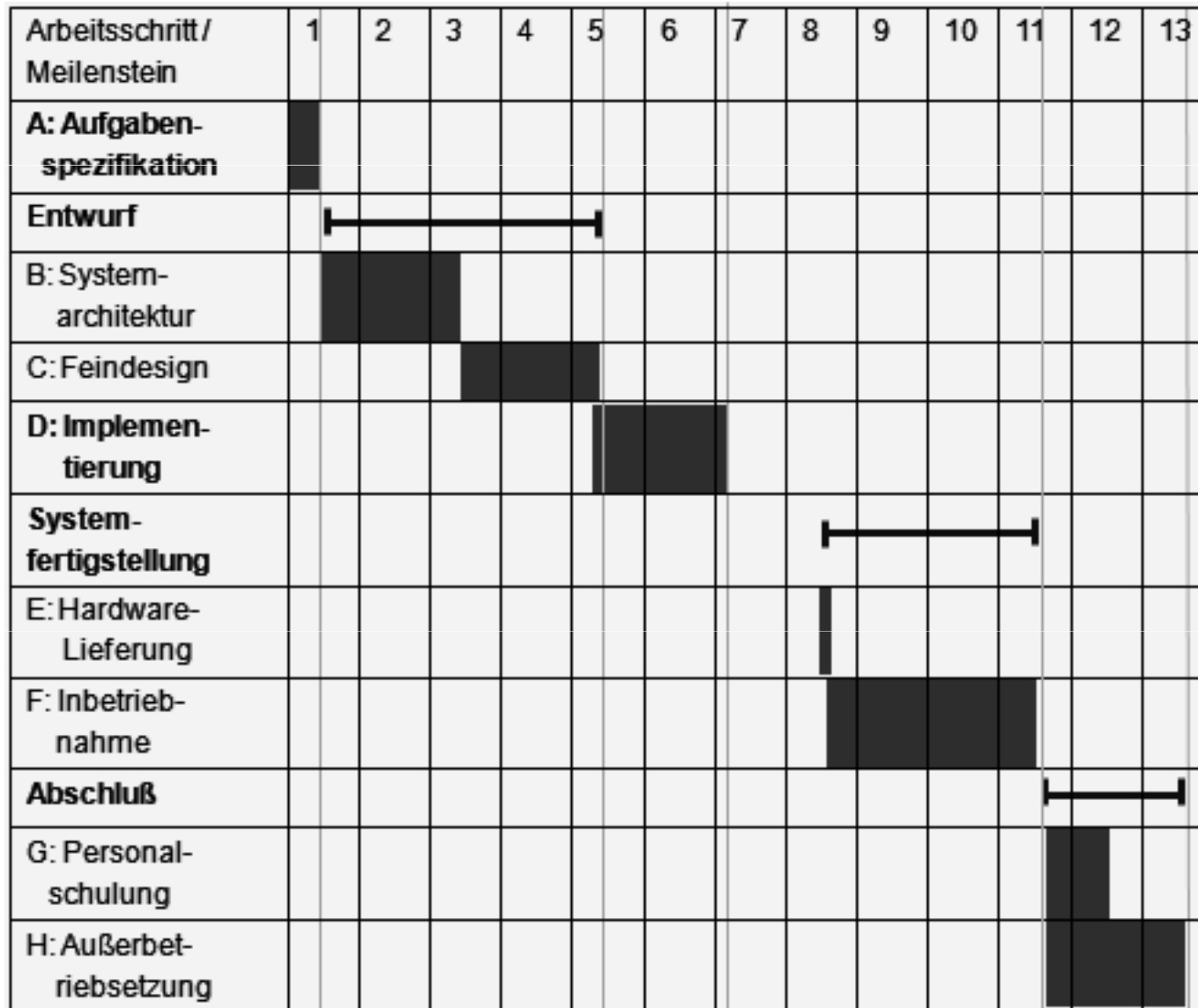
Alternative zum Netzplan

| Kennung | Vorgangsbezeichnung   | Vorgänger | Dauer/Mon. |
|---------|-----------------------|-----------|------------|
| A       | Aufgabenspezifikation |           | 0,5        |
| B       | Systemarchitektur     | A         | 2          |
| C       | Feindesign            | B         | 2          |
| D       | Implementierung       | C         | 2          |
| E       | Hardware-Lieferung    | A (+ 7)   | 0,1        |
| F       | Inbetriebnahme        | D, E      | 3          |
| G       | Personalschulung      | F         | 1          |
| H       | Außerbetriebsetzung   | F         | 2          |

# 3 Projektmanagement

## 3.3 Projektplanung und Darstellung: Balkenplan, Gantt

### Projektplanungswerkzeuge bzw. -darstellungen: Balkenplan, Gantt-Diagramm



- Vorgänge werden in ihrer zeitlichen Länge graphisch über einer Zeitachse dargestellt
- Verbindungen zwischen den Vorgängen werden (meist) nicht explizit berücksichtigt
- Marken und Meilensteine werden ebenso wie im Netzplan dargestellt
- kritische Pfade können markiert werden

- Gantt-Diagramme
- PERT-Diagramm

**Aufgabe des Projektleiters: Verfolgung des aktuellen Projektfortschritts**

**⇒ Kontrolle & Steuerung**

- **Verzögerungen oder Zeitersparnis entdecken**
- **Ursachen ermitteln**
- **Maßnahmen beschließen und einleiten**

### **Instrument: projektbegleitende Datenerhebung**

- **Projekttagebuch: Teamrelevante Ereignisse**
  - Ereigniskurzbeschreibung und Referenz auf Details
  - Liste aller Besprechungen, Reviews, Integrations- und Testsitzungen mit Datum, Dauer und Beteiligten
  
- **Aufwandserfassung (z.B. Time Sheets)**
  - jeder Projektbeteiligte erfasst seine Arbeitszeit
  - aufgeschlüsselt nach Dokumenten und Tätigkeiten
  - ⇒ Metriken    ⇒ Kennzahlen ⇒ Prozessverbesserung
  
- **Achtung: Erhebungsaufwand in Grenzen halten!**



### Instrument: Protokoll

- **Besprechungsprotokoll**
  - **Teilnehmende + Rolle, Abwesende**
  - **Datum, Dauer**
  - **Anlass, Zweck**
  - **Materialien, Dokumentenversionen, Voraussetzungen, Referenzen**
  - **besprochene Fragen und Probleme**
  - **Entscheidungen und Ergebnisse**
  - **Aktionen und Verantwortliche**
  - **nicht entschiedene Fragestellungen**

### **Instrument: Bericht**

- **Projektbericht**

- Vermittlung des gegenwärtigen Stands der Arbeit nach oben
- Erstellung in unterschiedlichen Intervallen (z.B. Wochenbericht)
- Inhalt:
  - Datum, Name des Autors, Projektreferenz (Bezeichnung + Phase)
  - Kurzzusammenfassung aktueller oder erledigter Tätigkeiten (Übersicht)
  - Liste der Probleme und Einschätzung / Vorgehen
  - Nächste Schritte
  - Wichtige Anmerkungen
- so knapp wie möglich (nur was tatsächlich relevant ist und gelesen wird)

### Instrument: Meilenstein-Trendanalyse

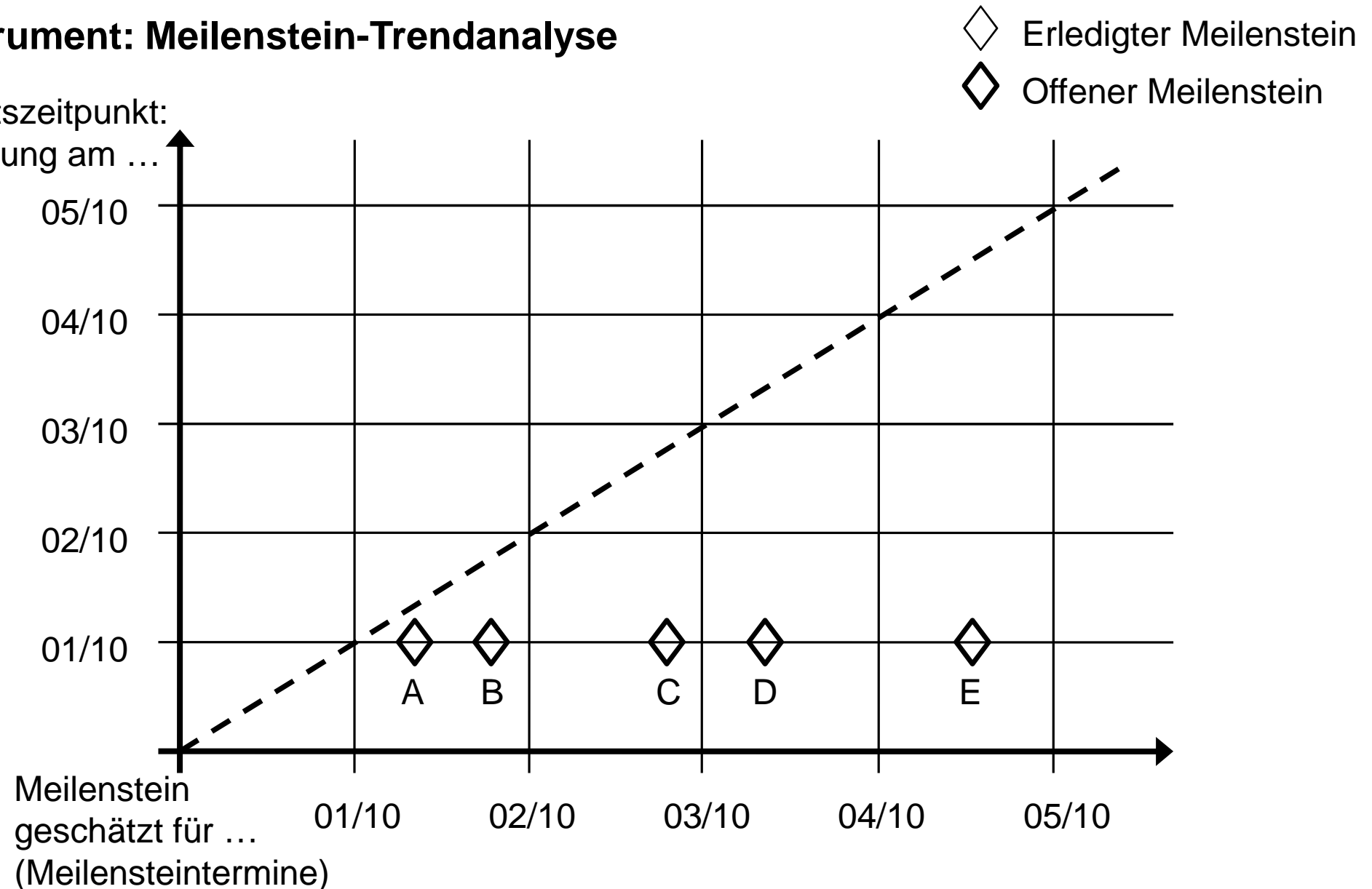
- **Meilensteine im Projektplan: Erreichung wesentlicher Stadien im Projektverlauf**
  - ⇒ Soll-/Ist-Vergleich: schneller Überblick über die Terminlage
  
- **Frühzeitige Abweichungen des zeitlichen Projektverlaufs schnell erkennen**

# 3 Projektmanagement

## 3.4 Projektkontrolle und -steuerung: Instrumente

### Instrument: Meilenstein-Trendanalyse

Berichtszeitpunkt:  
Schätzung am ...

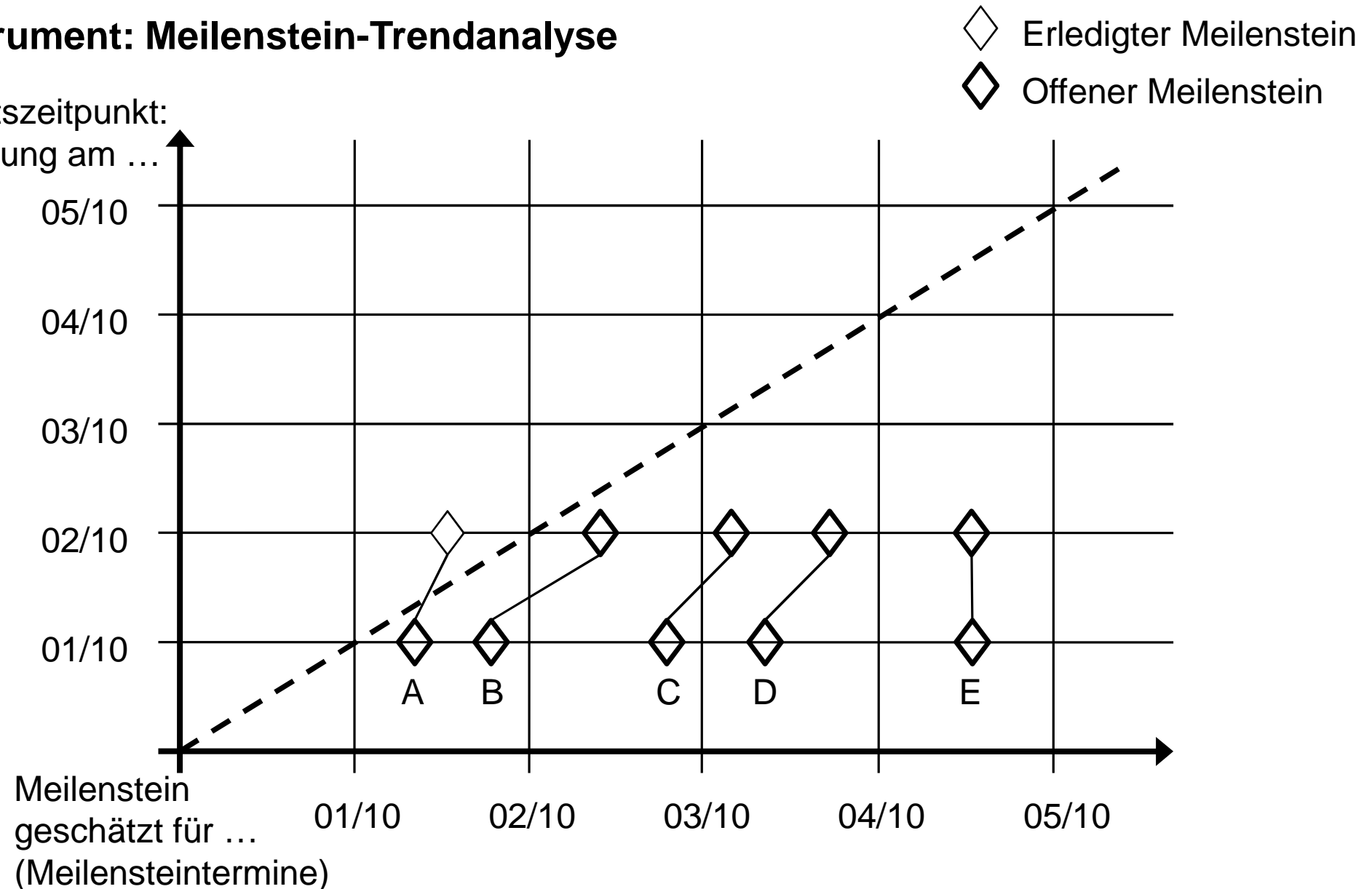


# 3 Projektmanagement

## 3.4 Projektkontrolle und -steuerung: Instrumente

### Instrument: Meilenstein-Trendanalyse

Berichtszeitpunkt:  
Schätzung am ...

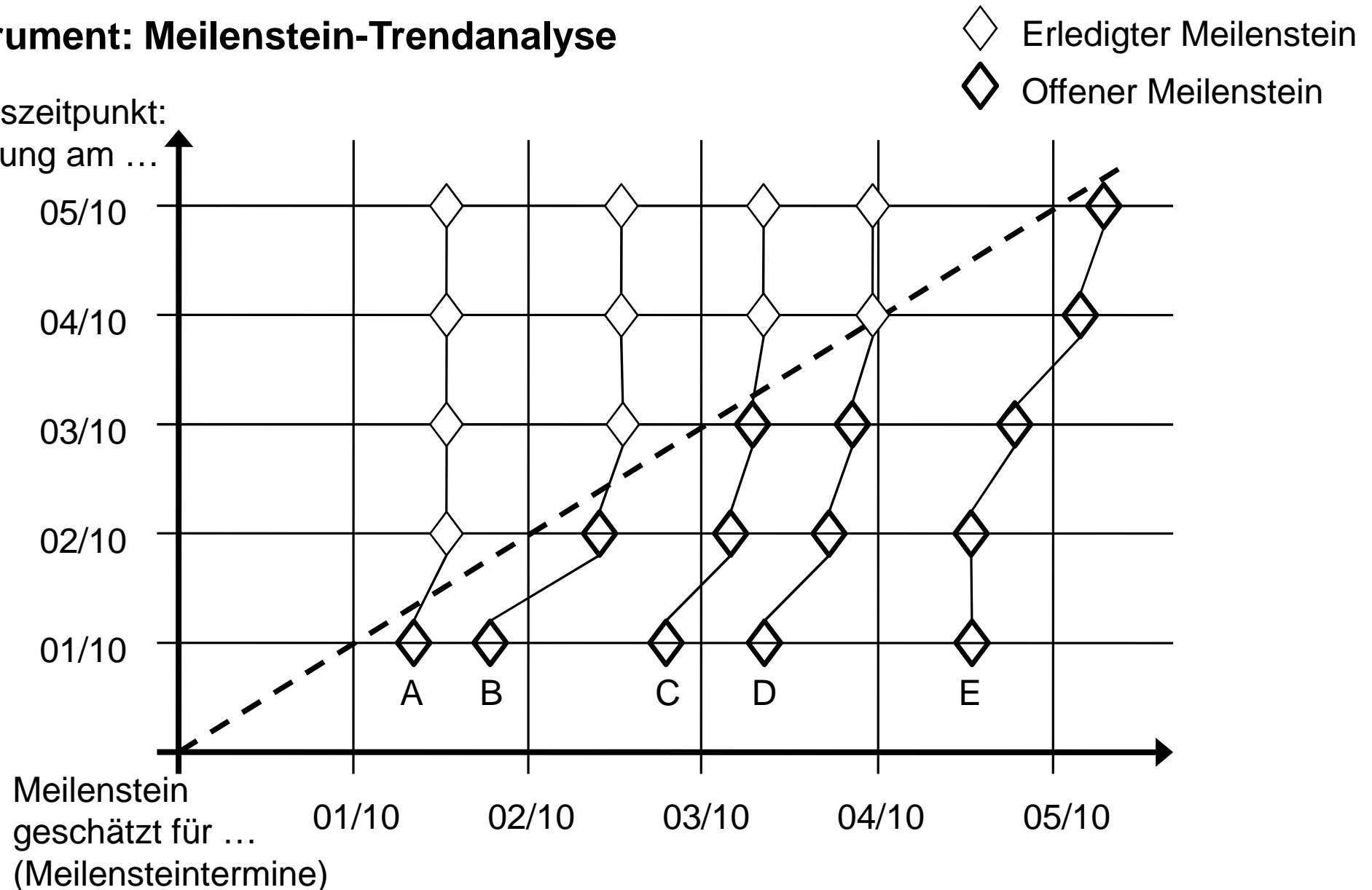


# 3 Projektmanagement

## 3.4 Projektkontrolle und -steuerung: Instrumente

### Instrument: Meilenstein-Trendanalyse

Berichtszeitpunkt:  
Schätzung am ...



**Beispiele:**

**Besprechungsprotokoll**

**Time Sheets (Aufwandserfassung)**

**Performance Sheets**

**If it takes 10 men so many days to build a wall, how long would it take 300,000?**

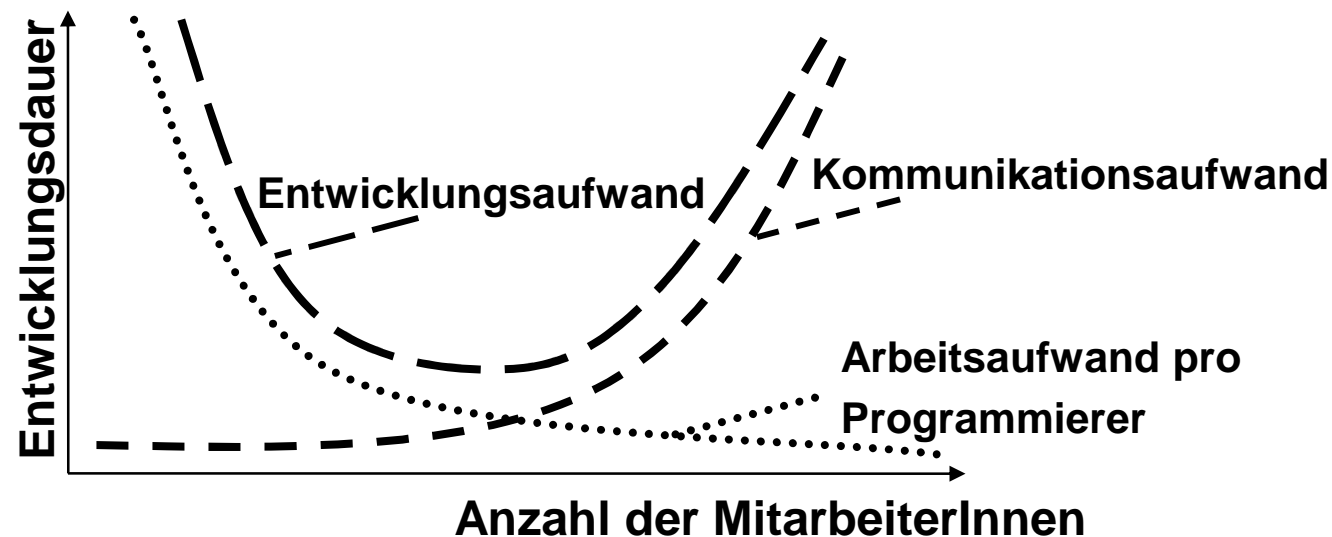
**The wall would go up like a Flash of lightning, and most of the men could not have got within a mile of it.**

**If a cat can kill a rat in a minute, how long would it be killing 60,000 rats?**

**Ah, how long, indeed! My private opinion is that the rats would kill the cat.**

[Lewis Carroll, 1880]





$$\text{Kommunikationsaufwand } k = c_k \binom{n}{2} \approx c_k \times \left(\frac{n^2}{2}\right)$$

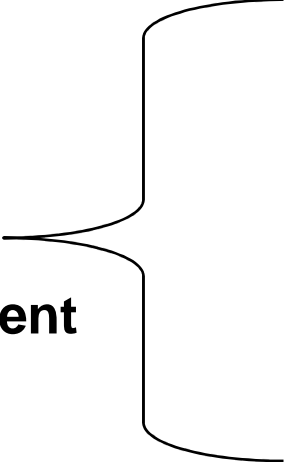
$c_k$  = Konstante für den durchschnittlichen individuellen Kommunikationsaufwand

$n$  = Anzahl der MitarbeiterInnen

$$\text{Entwicklungsdauer } t \sim \frac{1}{n} \quad (\text{im Idealfall ohne Kommunikationsaufwand})$$

[Kla2009] H. Klaeren. Skript Softwaretechnik, Universität Tübingen, 2009

- 1 Software-Krise und Software Engineering
- 2 Grundlagen des Software Engineering
- 3 Projektmanagement
- 4 Konfigurationsmanagement
- 5 Software-Modelle
- 6 Software-Entwicklungsphasen, -prozesse, -vorgehensmodelle
- 7 Qualität
- 8 Fortgeschrittene Techniken

- 
- 3.1 Grundlagen
  - 3.2 Projektaufbau und Rollen
  - 3.3 Projektplanung und Darstellung
  - 3.4 Projektkontrolle und –steuerung
  - 3.5 Brook'sches Gesetz
  - 3.6 Aufwandsschätzung

→ Softwareentwicklung in Projekten benötigt  
**Projektmanagement: Aufwandsschätzung**

