

**SEPM Vorlesung – Block 4**  
**Software Engineering & Projektmanagement**

# **Software Engineering Phasen**

Dietmar Winkler

Vienna University of Technology  
Institute of Information Systems Engineering  
Research Group for Information and Software Engineering

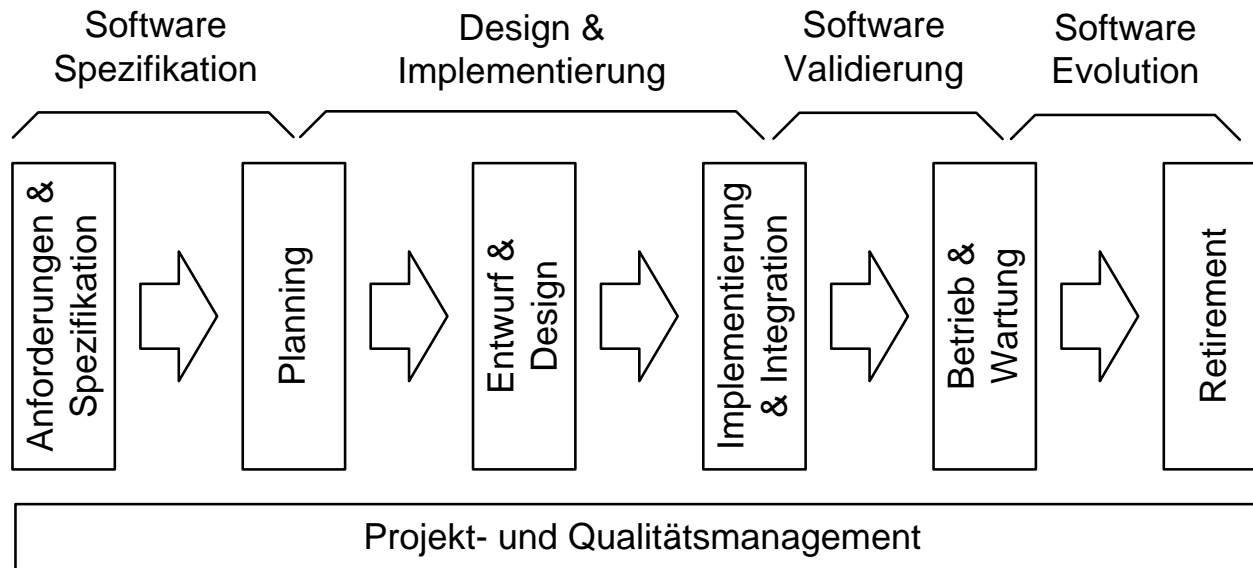
dietmar.winkler@tuwien.ac.at  
<http://qse.ifs.tuwien.ac.at>

# Motivation

- § Ziel ist die Herstellung eines qualitativ hochwertigen Softwareproduktes, z.B. durch
  - Minimale Anzahl an verbleibenden Fehlern.
  - Hohe Kundenzufriedenheit.
  - Anwendung von Best-Practice Methoden.
  
- § Softwareprodukte umfassen ALLE Produkte im Rahmen der Softwareentwicklung z.B. Spezifikation, Code, Testfälle, Protokolle.
  
- § Grundlegende Vorgehensweise
  - Systematische und strukturierte Vorgehensweise durch Software-Prozesse. (*wann soll welches Produkt in welchem Fertigstellungsgrad verfügbar sein*).
  - Konstruktive Methoden zur Herstellung von Softwareprodukten, z.B. für Spezifikationen, Testfälle, Source Code.
  - Analytische Methoden zur Überprüfung der Produktqualität, z.B. Reviews, Inspektionen und Tests.
  
- § Absicherung einer durchgängig hohen Produktqualität während des gesamten Entwicklungsprozesses, z.B. durch integrierte QS-Methoden und Anwendung von Best-Practice Methoden.

# Software Life-Cycle

- § Ein Software-Prozess ist eine **Abfolge von Schritten** (Phasen) mit all seinen Aktivitäten, Beziehungen und Ressourcen.
- § Einsatz von qualitätsverbessernden Maßnahmen **in allen Phasen des Life-Cycles**, d.h. von der ersten Idee über die Entwicklung bis zum kontrollierten Auslauf des Produktes.
- § Der Software Life-Cycle beschreibt ein **Basiskonzept** für Software Engineering Prozesse und Vorgehensmodelle.



- § **Requirements** (Anforderungen) zeigen die Wünsche des Kunden in Bezug auf das Softwareprodukt (*user/customer view*).  
à Anforderungen müssen testbar sein und getestet werden!
- § Eine **Specification** beschreibt das System aus technischer Sicht (*engineering view*).
- § **Planning**: Erstellung des Projektplans bezüglich Zeit, Dauer, und Kosten (*project management*).
- § **Entwurf / Design**: technische Lösung der Systemanforderungen (Komponenten, Packages, Datenbankdesign).
- § **Implementierung und Testen**: Erzeugung des Softwareprodukts.
- § **Integration und Testen**: Zusammenfügen und Test der einzelnen Komponenten auf Architektur- und Systemebene.
- § **Operation and Maintenance**: Fehlerbehebung, Unterstützung, Erweiterungen des Softwareproduktes während des laufenden Betriebes.
- § **Retirement**: Nach der Einsatzphase, d.h. am Ende des Produktlebenszyklus, muss das Softwareprodukt kontrolliert aus dem Betrieb genommen werden.

# Table of Contents

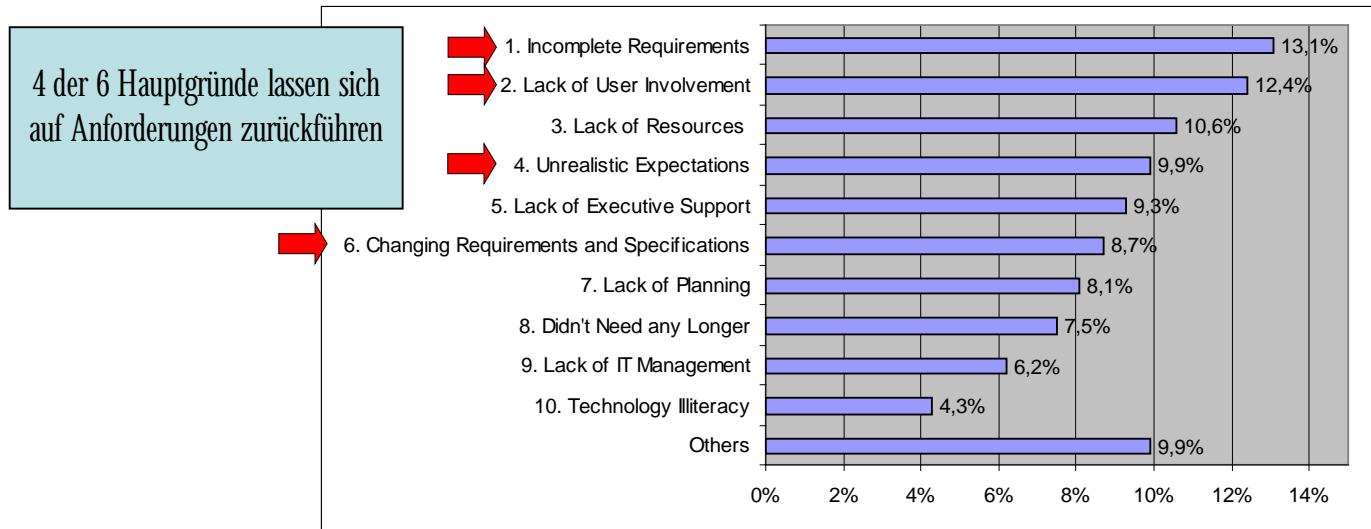
- § Software Life-Cycle Prozess im Überblick
- § Anforderungen & Spezifikation
  - Warum sind Anforderungen wichtig?
  - Arten von Anforderungen
  - Prozess zur Anforderungserhebung
- § Entwurf & Design
- § Implementierung & Integration
- § Qualitätssicherung und Software Testen
- § Wartung, Evolution und Retirement

## **The hardest single part of building a system is deciding what to build. (B.W. Boehm, 1997)**

- § Durch Anforderungen wird ein **gemeinsames Verständnis** hergestellt, was das Produkt können soll.
- § Sie repräsentieren die „**reale Welt**“ und drücken das gewünschte Verhalten aus Nutzersicht aus.
- § **Berücksichtigung unterschiedlicher Stakeholders** (Kunde/Anwender, Entwickler, usw.)
  - Unterschiedliche Betrachtungsweisen des Projektes.
  - Unterschiedliche Begriffsbilder und Vokabular.
  - Die Projektbeteiligten müssen sich auf eine gemeinsame Sicht einigen.
- § Typischerweise werden **Anforderungen beschrieben bzw. grafisch** dargestellt (z.B. Use-Case Modellierung aus der UML Familie).
- § Anforderungen müssen testbar und nachvollziehbar sein!  
Unterstützung durch Requirements Management Tools, wie z.B. Doors, Rational Requisite Pro.

# Warum Anforderungen wichtig sind ..

§ Gründe für Projektabbruch – Daten stammen aus einer Umfrage bei 365 Unternehmen (8.380 Anwendungen) [Chaos Report, 1994]:



§ Auswahl aus den Top-Ten Risiken für Projektfehlschläge [Boehm, 1991]

...

- 3) Developing wrong software functions.
- 4) Developing the wrong user interfaces.
- 5) Gold plating.
- 6) Continuing stream of requirement changes.

...

**Um das richtige System zu erstellen, müssen wir wissen,  
was der Kunde will bzw. braucht!**

# Arten von Anforderungen

## Funktionale Anforderungen

- § Was bzw. welche Funktion soll umgesetzt werden?
- § Wie soll sich das System in definierten Situationen verhalten?
- § Datenformate

## Nicht-funktionale Anforderungen (z.B. Qualitätskriterien)

- § Welche sonstigen Anforderungen müssen umgesetzt werden, die nicht direkt auf die Funktionalität abzielen, sie aber beeinflussen, z.B.
  - Leistung und Performance (z.B. Optimierung des Informationsflusses).
  - Usability und menschliche Faktoren (z.B. Einfachheit der Bedienung, Training).
  - Sicherheit (z.B. Zugangskontrolle), Wartbarkeit (Trennung von Anwendung und Daten), Erweiterbarkeit.

## Designbedingungen

- § Worauf soll beim technischen Entwurf geachtet werden, z.B. Schnittstellen, Plattformen und Entwicklungsumgebung, Verteilte Entwicklung.

## Prozessbedingungen

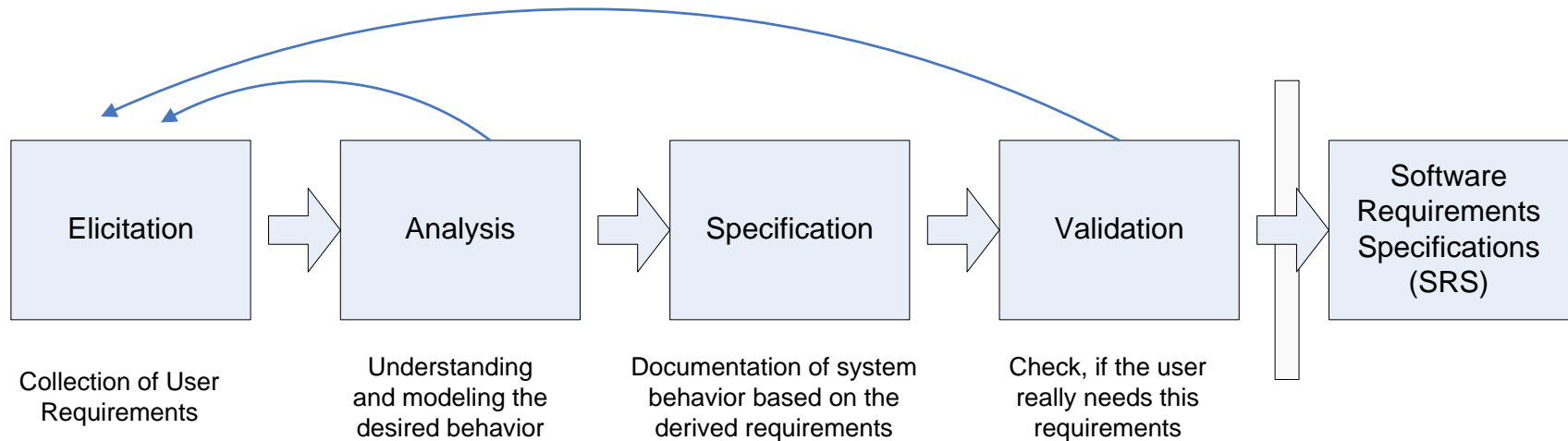
- § Rahmenbedingungen im Softwareprojekt, z.B. Ressourcen / Dokumentation.



- § Abhängig von der Projektkontrolle müssen unterschiedliche Anforderungen berücksichtigt werden (siehe auch Vorlesungsblock 1):
  - **Kunden** bezahlen für ein Softwareprodukt.
    - à Anforderung: z.B. schnelle und kostengünstige Lieferung.
  - **Anwender** müssen mit dem System arbeiten.
    - à Anforderung: z.B.: Erfüllung von funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen (Usability, Einfachheit, Stabilität, usw.)
  - **Entwickler** erstellen das Softwareprodukt.
    - à Neuester Stand der Technik, “Vergolden” des Systems durch unnötige aber herausfordernde Funktionalitäten, Selbstverwirklichung.
  - etc.
- § Hauptziel ist es, ein System zu entwickeln, das die Anforderungen möglichst aller Stakeholder berücksichtigt.
- § Anforderungen umfassen dabei sowohl funktionale und nicht-funktionale Anforderungen als auch Design und Prozessvorgaben.

# Prozess zur Anforderungserhebung

- § Erhebung der Anforderungen aller relevanten Stakeholder ist zeitaufwendig und nicht trivial.
- § Priorisierung von Anforderungen:
  - **Hauptanforderungen** (*must-be* Kriterien).
  - **Gewünschte** Anforderungen (*expected*, nicht entscheidend aber wichtig).
  - **Optionale** Anforderungen (*nice-to-have* Kriterien).



# Table of Contents

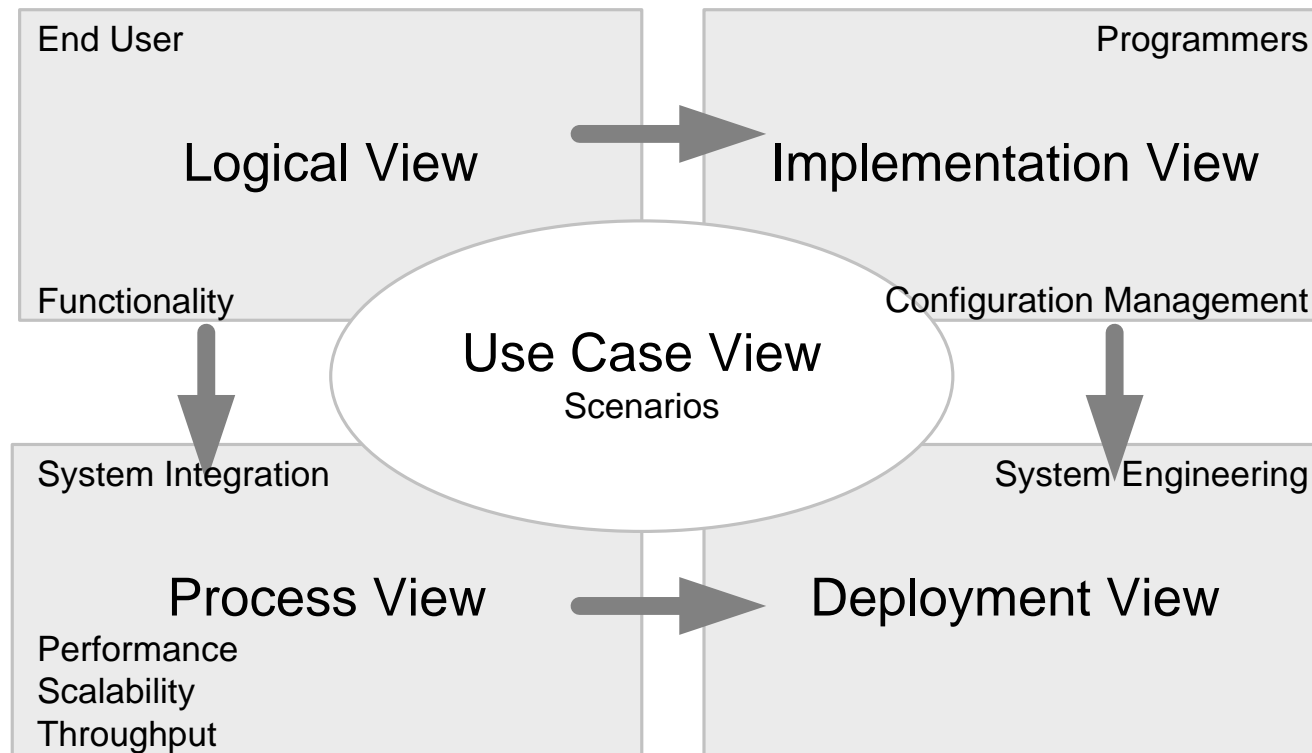
- § Software Life-Cycle Prozess im Überblick
- § Anforderungen & Spezifikation
- § Entwurf & Design
  - 4+1 Model View
  - Ausgewählte Designprinzipien
- § Implementierung & Integration
- § Qualitätssicherung und Software Testen
- § Wartung, Evolution und Retirement

# Entwurf und Design

- § IEEE 610.12-90 definiert “*software design*” folgendermaßen:
  - “the process of defining the **architecture, components, interfaces, and other characteristics of a system or component**” and
  - “the **results** of that process”.
- § Entwurf und Design beinhalten beispielsweise
  - Architekturdefinitionen & Evaluierungen (wie z.B. ATAM) zur systematischen Analyse unterschiedlicher Architekturvarianten.
  - Definition der Komponenten und Systemschnittstellen.
  - Domänen- und Datenbankmodelle.
  - User Interfaces
- § Das Software Design beinhaltet **technische Anwendungsfälle** der Anforderungen, aller ihrer **Subsysteme** (Komponenten) und **Detailinformation**, wie die Lösung aus technischer Sicht aussehen soll (auch Datenstrukturen, Datenflüsse und Algorithmen).
- § Sie ist in der Regel in der „**Sprache der Techniker**“ geschrieben.
- § Das Designdokument ist die **Grundlage der Implementierung!**

# 4+1 View Model of Architecture (1)

- § Eine Sicht (*view*) beschreibt einen Teilaspekt der Architektur und des Designs und die spezifischen Eigenschaften eines Systems.
- § Stammt aus der UML Familie.



# 4+1 View Model of Architecture (2)

## Logical View:

- § Funktionale Anforderungen.
- § Fokus auf den End-User.
- § Beispiele: Design Packages, Subsysteme, Klassen.
- § UML 2: Klassendiagramme, State-Machines, Package Diagrams usw.

## Implementation View:

- § Beschreibt statische Software Komponenten.
- § Fokus auf Implementierung.
- § Beispiele: Configuration Management, Source Code
- § UML 2: Component Diagram der vorhandenen Softwareteile.

## Process View:

- § Nicht-funktionale Anforderungen
- § Fokus auf Systemintegration.
- § Beispiele: Laufzeitbedingungen, wie Concurrency, Lastverteilung, Fehlertoleranz.
- § UML 2: Sequence, Activity Diagrams, Communication Diagrams.

## Deployment View:

- § Ausführbare Applikationen (zur Laufzeit) unter Berücksichtigung der Plattform.
- § Fokus auf System Engineers.
- § Beispiele: Deployment, Installation, Performance.
- § UML 2: Deployment Diagrams.

# 4+1 View Model of Architecture (3)

## Use-Case View:

- § Als Ergänzung zu den bisherigen Views, bildet der **Use-Case View** den gemeinsamen Nenner, in dem die Anwendungsfälle und die Aktivitäten (als Szenarien) abbildet und in einen Zusammenhang gesetzt werden.
- § Fokus auf Systemanalyse sowie Entwurf und Design.
  - Der *use-case view* bildet die Schnittstellenfunktion zwischen den **anderen Sichten aus der Architektursicht ...**
  - ... und beinhaltet **Schlüsselszenarien** (*key scenarios*) der Applikation aus der Sicht der Geschäftsprozesse.
- § Fokus auf Implementierung und “Transition”
  - **Verifikation und Validierung** der Anforderungen (Test) und der 4 Architektur-Views.

UML 2: Use Case Diagram + Beschreibung, Aktivitätsdiagramme.

à Einige wichtige Design Prinzipien ..

# Design-Entscheidung: Coupling vs Cohesion

§ Abhängigkeiten zwischen Komponenten bzw. innerhalb einer Komponente

- **Coupling (Kopplung)** beschreibt die **Abhängigkeit zwischen den einzelnen Komponenten** (z.B. Anzahl der Methodenaufrufe). Eine hohe Kopplung bedeutet eine hohe Abhängigkeit zwischen unterschiedlichen Komponenten.
- **Cohesion (Bindung)** ist ein Maß für den **inneren Zusammenhalt** einer Komponente. Falls sehr viel (auch ungenutzte) Funktionalität in eine Komponente gepackt wird, spricht man von einer niedrigen Kohäsion (zu komplexe Komponenten).

§ **Ziel:** **Gleichgewicht zwischen Kopplung und Kohäsion**  
Erleichterung der späteren Wartung sowie Reduktion der Komplexität und Fehleranfälligkeit.

§ **UML Diagramm(e):** **Sequence- und Collaboration.**  
Komplexe Diagramme bedeuten meistens eine hohe Kopplung und eine niedrige Kohäsion.



## § Stair

- ## § Fork

- 
- ```
sequenceDiagram
    participant O1 as Object 1
    participant O2 as Object 2
    participant O3 as Object 3
    participant O4 as Object 4
    Note over O1: Incoming
    O1->>O2
    O2->>O3
    O3->>O4
    O4-->>O3
    O3-->>O2
    O2-->>O1
    O1->>O2
    O2->>O3
    O3->>O2
```

```

sequenceDiagram
    participant O1 as Object 1
    participant O2 as Object 2
    participant O3 as Object 3
    participant O4 as Object 4

    O1->>O1: 
    O1->>O2: 
    O2->>O3: 
    O1->>O4: 
    O4->>O2: 
    O2->>O1: 
    O1->>Left: 
  
```

Institut für Information Systems Engineering

## § Abstraction

- **Concept** (z.B. Klasse) vs. **Value** (z.B. Objekt): Reduktion der Komplexität durch “ignorieren” von Details; z.B. Generalisierung in UML Klassendiagrammen.

## § Decomposition und Modularisierung

- **Aufteilung großer Systeme in mehrere kleinere unabhängige Teile** (Komponentenorientierung).
- Trennung von funktionalen Anforderungen.
- Verbesserte Wiederverwendbarkeit.

## § Encapsulation / Information Hiding

- **Packaging** von Instanzvariablen und Methoden in eine Klasse um die Komplexität des Objekts und der Implementierung zu reduzieren.
- z.B. private variables <> public properties.

## § Trennung von Interface und Implementierung

(z.B. durch Public und Private Interfaces)

- Die Implementierung einer Komponente kann geändert werden, solange die Interface unverändert sind.

# Table of Contents

- § Software Life-Cycle Prozess im Überblick
- § Anforderungen & Spezifikation
- § Entwurf & Design
- § Implementierung & Integration
  - Interne und externe Standards
  - Integrationsstrategien
- § Qualitätssicherung und Software Testen
- § Wartung, Evolution und Retirement

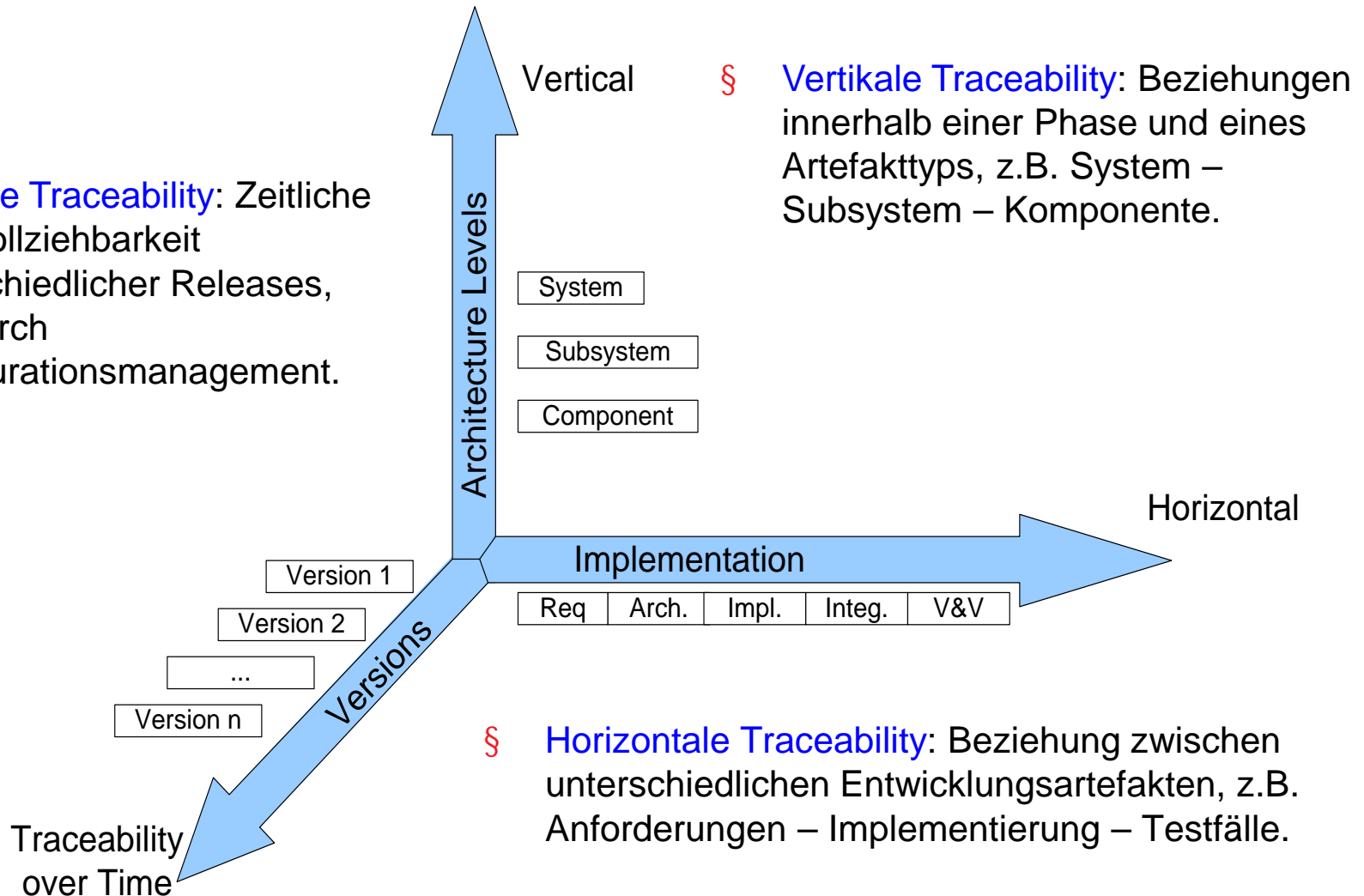
- § “Software Engineering is a team-oriented contact sport” [Boehm, 2002].
- § Die Zusammenarbeit von unterschiedlichen Stakeholdern (auch innerhalb von Entwicklerteams) erfordert auch im Bereich der Implementierung eine **ausreichende und einheitliche Dokumentation**.
- § **Standardisierung** im Software Engineering (internal vs. external standardization).
- § Ausgewählte Tipps zur effektiven und effizienten Code-Erstellung in Teams:
  - **Namenskonventionen** zur Verbesserung der Lesbarkeit des Codes, z.B. gleiche Notation von Variablen, Methoden und Klassen.
  - **Formatierungsrichtlinien** z.B. Einrückungen, gleicher Methoden und Komponentenaufbau erleichtern das Zurechtfinden in fremdem Code.
  - **Versionierungen** ermöglichen einen raschen Überblick aller (Teil-)Produkte innerhalb eines Projektes und die Verwendung der letztgültigen Versionen (z.B. CVS, Dokumenttagebücher)
  - Verwendung eines **Headerblocks** in jedem Komponente.
- § **Unternehmensstandards**: Derartige Richtlinien werden meistens unternehmensweit festgelegt.

# Nicht nur Doku ... Traceability

- § Traceability ist die **Nach- oder Rückverfolgbarkeit** einer Information durch ihren gesamten Entwicklungszyklus (z.B. bei sicherheitskritischen Anwendungen gefordert).
- § **Änderungsverfolgung** ist die Fähigkeit, den Lebenszyklus einer **Anforderung** vom Ursprung der Anforderung über die **verschiedenen Verfeinerungs- und Spezifikationsschritte** bis hin zur **Berücksichtigung der Anforderung in nachgelagerten Entwicklungsartefakten** verfolgen zu können.
- § **Vorteile:**
  - Nachvollziehbarkeit der Information bei Änderungen.
  - (Automatische) Benachrichtigung bei Änderungen.
- § **Typische Fragestellungen:**
  - Woher kommt eine Anforderung und wo wurde sie umgesetzt?
  - Welche Artefakte sind von einer Änderung der Anforderung betroffen?
  - Welche Anforderungen sind von einer Änderung der Umsetzung betroffen?
- § Informationen aus dem Headerblock können zur (automatisierten) Realisierung für Requirements Tracing eingesetzt werden (z.B. in IDEs).

# Arten von Traceability

§ **Zeitliche Traceability:** Zeitliche Nachvollziehbarkeit unterschiedlicher Releases, z.B. durch Konfigurationsmanagement.



- § **Interne Standards** werden typischerweise auf Unternehmensebene entwickelt und eingesetzt, um
  - Die **Koordination von Teamaktivitäten** zu verbessern.
  - **Komplexität zu reduzieren**.
  - **Lesbarkeit und Verständnis der Dokumente und des Source Codes zu gewährleisten** (z.B. für Reviews, Wartung oder zur Zusammenarbeit unterschiedlicher Standorte)
  
- § **Übergreifende Standards** beeinflussen die Software Herstellung direkt:
  - **Kommunikationsmethoden** (z.B. Format und Inhalt der Nachrichten).
  - **Programmiersprachen**, z.B. Syntax in Java.
  - **Plattformen**, z.B. Interfaces zu Betriebssystemaufrufen.
  - **Tools**, z.B. Notationen wie UML.
  
- § Solche Standards werden typischerweise von internationalen Organisationen, wie IEEE, ISO, OMG oder anderen veröffentlicht.

- § **Modularisierung** erleichtert Lesbarkeit, die Verständlichkeit und Wartbarkeit von Softwarekomponenten.
- § **(Komplexe) Systeme** umfassen meist viele unterschiedliche getestete Komponenten (z.B. nach Unit – oder Komponententests).
  - à Systemintegration bezeichnet die Integration unterschiedlicher Komponenten und Komponenten zu größeren (Sub-)Systemen.
- § **Integrationsstrategien** sind vom Systemtyp und der Komplexität abhängig.
  - **Big-Bang Integration:**  
Gleichzeitige Integration aller Komponenten.
  - **Top-Down / Bottom Up Integration:**  
Integration ausgewählter Komponenten mit eingeschränkter Gesamt-Funktionalität (ohne Berücksichtigung der Business Cases).
  - **Build Integration:**  
Integration von ausgewählten Komponenten, um einzelne Anwendungsfälle (Use Cases) entsprechend dem Business Case umzusetzen (z.B. über priorisierte Liste von Use-Cases)



# Big-Bang Integration

Vorgehensweise:

- § Alle Komponenten werden **gleichzeitig** integriert („Big-Bang“).

Vorteile:

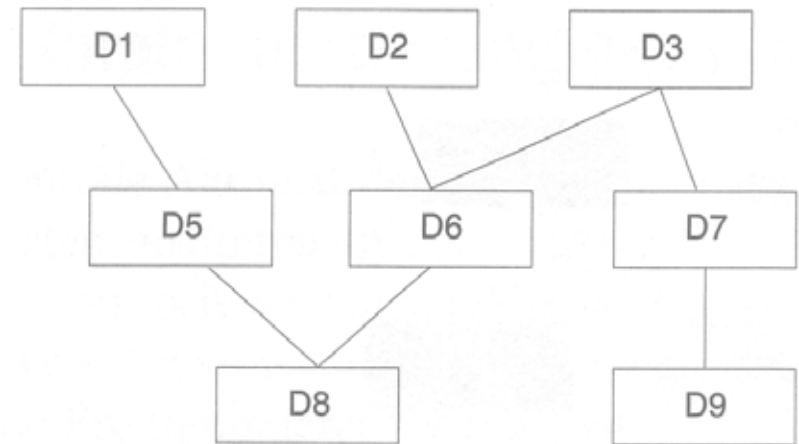
- § **Keine zusätzlichen Testaufwände für Test-Stubs** (um fehlende Funktionalität zu simulieren) → alle Komponenten sind verfügbar.

Nachteile:

- § **Fehler** sind sehr schwer zu lokalisieren (z.B. Seiteneffekte).
- § Hohes Risiko bei der Integration.

Anwendung:

- § **Kleine und überschaubare Produkte.**



# Top-Down Integration

## Vorgehensweise

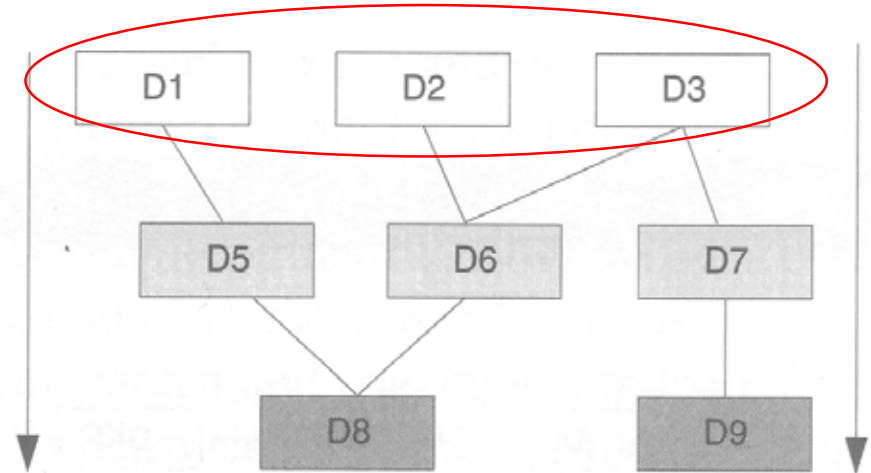
- § **Schrittweise Integration** (z.B. D1, D2, D3), ausgehend von den Business Cases.

## Vorteile:

- § Ausführbares Produkt Framework ist früh verfügbar.
- § “**Prototypen**” für Demo-Zwecke.
- § **Framework für Testfälle.**

## Nachteile:

- § **Zusätzlicher (hoher) Aufwand für Test stubs** (um die fehlende Funktion zu simulieren).
- § **Integration von Hardware erfolgt spät** (zusätzliches Risiko).



# Bottom Up Integration

Vorgehensweise:

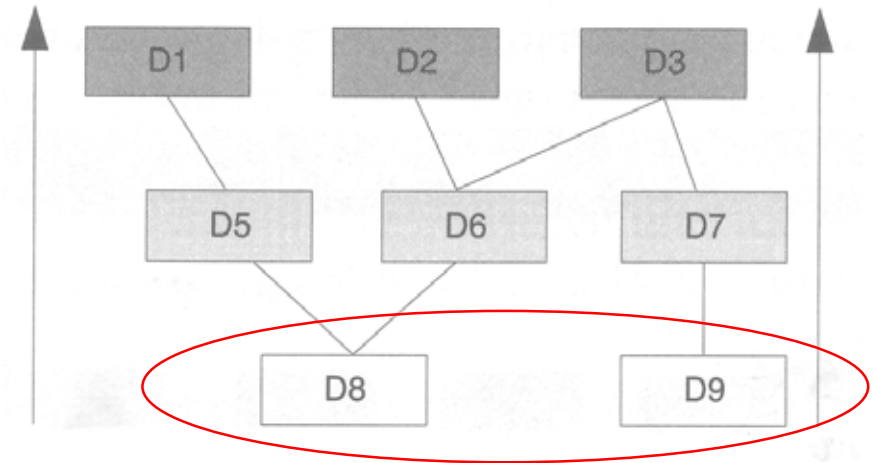
- § **Schrittweise** Integration, beginnend bei der Hardware (z.B. D8/D9).

Vorteile:

- § **Stabiles System** (basierend auf Hardware Interfaces).
- § **Schrittweise Integration Richtung Business Cases** (Layers).

Nachteile:

- § **Ausführbares Gesamtsystem ist spät verfügbar.**
- § **Zusätzlicher Aufwand für Prototypen.**
- § **Zusätzlicher Aufwand für Test Drivers**, um (lower-level) Komponenten zu testen.



# Build Integration

Vorgehensweise:

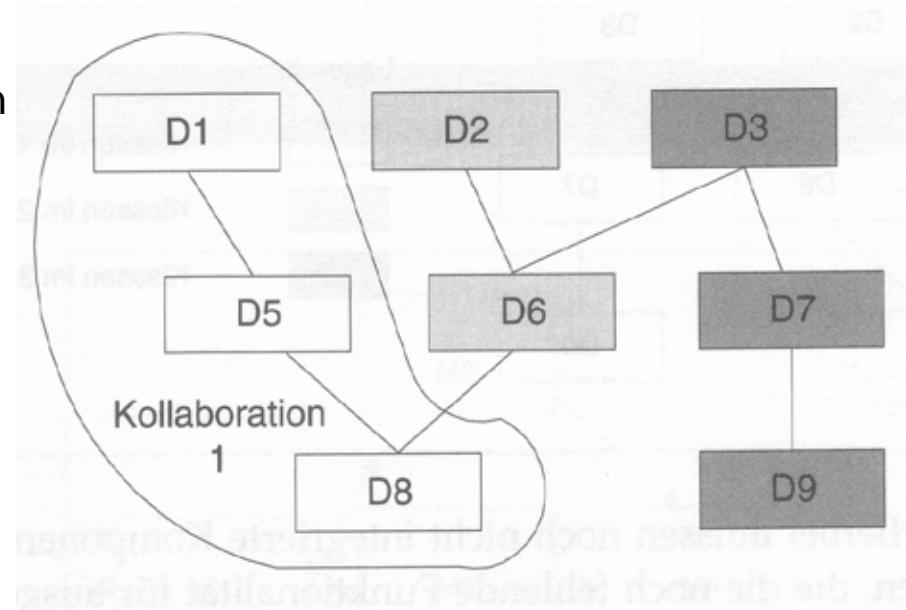
- § **Schrittweise** Integration entsprechend den **Business Cases** (über unter-schiedliche Layer hinweg), z.B. D1/D5/D8.
- § **Phasen-orientierte Integration**.

Vorteile:

- § **Frühe Verfügbarkeit** von funktionalen Anforderung (über alle Layer).
- § **Prototypen und Demo**.
- § **Berücksichtigung priorisierter Anforderungen** möglich.

Nachteile:

- § **Wiederverwendung** von Komponenten kann **schwierig** sein.
- § **Regressions-Tests** sind erforderlich.



# Table of Contents

- § Software Life-Cycle Prozess im Überblick
- § Anforderungen & Spezifikation
- § Entwurf & Design
- § Implementierung & Integration
- § Qualitätssicherung und Software Testen
  - Testen im Software Life-Cycle
  - Testtechniken / Strategien
  - Testfallerstellung
- § Wartung, Evolution und Retirement

# Qualitätssicherung und Testen

- § Fehler im Softwaredesign haben oft immense Auswirkungen auf die Produktqualität, Projektdauer und Projektbudget und können bis zum Projektabbruch führen.
- § Einsatz an Nacharbeit steigt je später ein Fehler gefunden wird.
  - Ziel ist es daher, Fehler möglichst frühzeitig zu erkennen und zu beheben.
  - Ein Fehler ist eine Abweichung der Lösung (z.B. einer Komponente) von der Spezifikation bzw. der erwarteten Eigenschaft.

## Verifikation vs. Validierung:

- § Verifikation:  
Spezifikation vs. Umsetzung („Wurde das Produkt richtig entwickelt?“)  
Beispiel: Komponententests (Prüfung gegen die technische Spezifikation)
- § Validierung:  
Erwartung des Kunden vs. Umsetzung („Wurde das richtige Produkt entwickelt?“)  
Beispiel: Akzeptanz- und Abnahmetests (Prüfung gegen Anforderungen).

- § Testen zielt darauf ab, Fehler zu finden (fehlende, falsche oder inkonsistente Informationen) und nicht der Nachweis, dass das Produkt funktioniert.
- § Die zentrale Fragestellungen eines Testers ist [Kruchten, 2004]
  - Wie kann ein Softwareprodukt fehlschlagen?
  - Mit welchen Szenarien kann ich das Produkt in einen instabilen, nicht mehr vorhersehbaren Zustand bringen?
- § Testen ist eine Aufgabe im Rahmen des Qualitätsmanagement und begleitet das Projekt laufend:
  - Testen der Funktionalität von Prototypen.
  - Testen von nicht-funktionalen Anforderungen wie Stabilität und Performance im Hinblick auf die Architektur.
  - Testen von nicht-funktionalen Anforderungen, z.B. Usability.
  - Akzeptanztest des fertigen Produktes für den Einsatz beim Kunden.
- § Testen ist keine zusätzliche Aktivität am Ende des Softwareprojekts sondern begleitet das Projekt laufend!

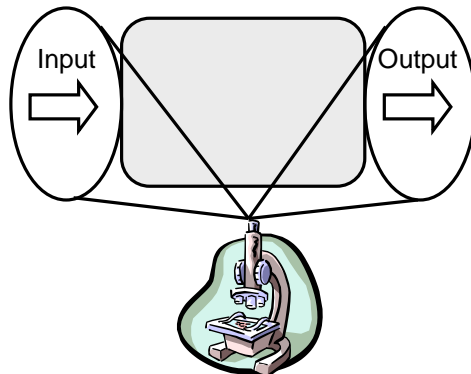
- § **Unit Test:**  
Fokus auf Komponenten und Prüfung auf Übereinstimmung zwischen der Umsetzung der Komponente und der technischer Spezifikation.
- § **Integrationstest:**  
Fokus auf Interfaces und Verbindungen zwischen Komponenten innerhalb des (Sub)Systems.
- § **Systemtest:**  
Fokus auf Übereinstimmung zwischen funktionalen und technischen Bedingungen des Gesamtsystems (nahe an der Zielplattform).
- § **Regressionstest:**  
Testen von geänderten Komponenten. Dadurch sollen Fehler, die durch Änderungen, z.B. auch durch Fehlerkorrektur, entstanden sind, verhindert werden.
- § **Akzeptanztest:**  
Übereinstimmung der festgelegten Anforderungen in der Zielumgebung des Kunden.
- § **Installationstest:**  
Identifizieren von Fehlern während der Installation.



“Testing is a quality assurance activity in order to find defects” [Myers, 1979].

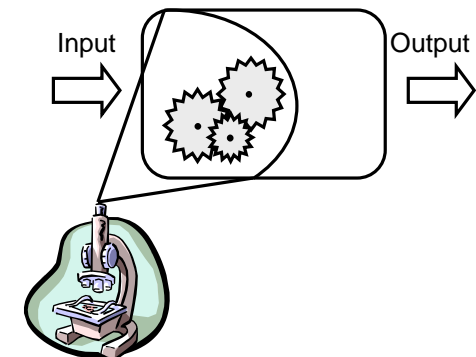
## Black Box Tests

- § Anforderungen / Spezifikation als Grundlage.
- § Unabhängig von der Realisierung der Module.
- § Data-driven (Input/Output).
- § Anforderungsüberdeckung.
- § Äquivalenzklassenbildung.
- § Keine genaue Fehlerortung möglich.



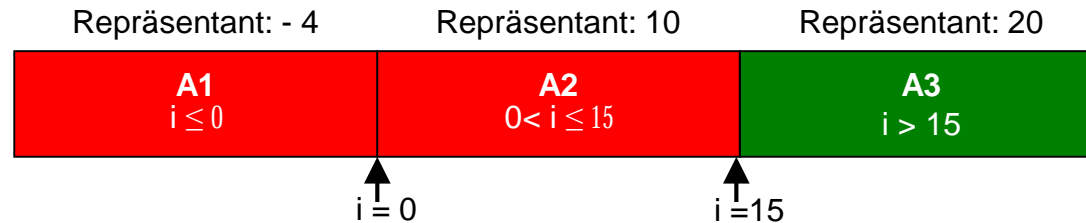
## White Box Tests

- § Software Code als Grundlage.
- § Wissen über den internen Aufbau notwendig.
- § Logic-driven.
- § Kontrollflussüberdeckung.
- § Äquivalenzklassen von internen Verzweigungen und Schleifen.
- § Ermöglicht Fehlererkennung und –lokalisierung.



## § Äquivalenzklassen

- Gleiches Verhalten aus einer Menge von Eingabedaten mit demselben Ergebnis  $\rightarrow$  Auswahl eines repräsentativen Wertes zur Reduktion der Testfälle.
- Anforderung:  $i > 15 \rightarrow 3$  Äquivalenzklassen



- Testfälle müssen gültige (Normalfall, Sonderfall) UND ungültige Eingabewerte (Fehlerfall) berücksichtigen.

## § Grenzwertanalyse

- Spezialfall einer Äquivalenzklasse.
- Geeignete Auswahl der Repräsentanten in der Nähe der Datengrenzen.

## § Warum müssen Testfälle / Testergebnisse protokolliert werden?

- Wichtige **Information für Entwickler** (nicht nur bei aufgetretenen Fehlern).
- **Wiederholbarkeit** von Testfällen.
- **Berichterstattung**, Einschätzung der Produktqualität.
- **Testfälle als Kommunikationswerkzeug**.

## Beispiel:

```
If (i > 15) {
    do something;
}
```

| No | Type* | Pre-Condition | Test Case Description               | Equivalence Classes | Expected Results                                | Actual Results |
|----|-------|---------------|-------------------------------------|---------------------|-------------------------------------------------|----------------|
| 1  | FF    | i=-1          | Invalid number, drop error message  | AA                  | Drop Error message, no further action possible. | Error message  |
| 2  | SF    | i=15          | Invalid number à drop error message | AB                  | Drop Error message, no further action possible. | Error message  |
| 3  | NF    | i=20          | Valid number à “do something”       | AC                  | Something Done                                  | Error message  |
| .. |       |               |                                     |                     |                                                 |                |

\* NF/NC: Normalfall / normal case; SF/SC: Spezialfall / special case; FF/FC: Fehlerfall / faulty case

# Table of Contents

- § Software Life-Cycle Prozess im Überblick
- § Anforderungen & Spezifikation
- § Entwurf & Design
- § Implementierung & Integration
- § Qualitätssicherung und Software Testen
- § Wartung, Evolution und Retirement
  - Wartungskategorien
  - Wartungsaufwand
  - Retirement

§ “Software Maintenance is the modification of a software product after delivery

- to **correct faults**,
- to **improve performance** or other **attributes**,
- or to **adapt the product** to a modified environment.”  
[Definition acc. to IEEE 1219]

§ Unterschiedliche Sichten auf die Wartung

- **Activity-View:**  
Änderung des Software Systems nach Auslieferung (Delivery) und Inbetriebnahme (Deployment bzw. Product Launch).
- **Process-View:**  
Schritte zur Durchführung einer Wartungsaufgabe.
- **Phase-Oriented-View:**  
Die Wartungsphase beginnt mit der Auslieferung und Inbetriebnahme und Ende mit “Stilllegung” des Softwareproduktes.

# Wartungskategorien

## Reaktive Wartung:

### § Korrektive Wartung (Corrective):

Bug- und Fehlerkorrektur (patches, workarounds, updates).

### § Adaptive Wartungsaktivitäten (Adaptive):

Berücksichtigung geänderter externer Anforderungen (Hardware, Softwareänderungen).

## Pro-Aktive Wartung:

### § Produktpflege und Verbesserung (Perfective):

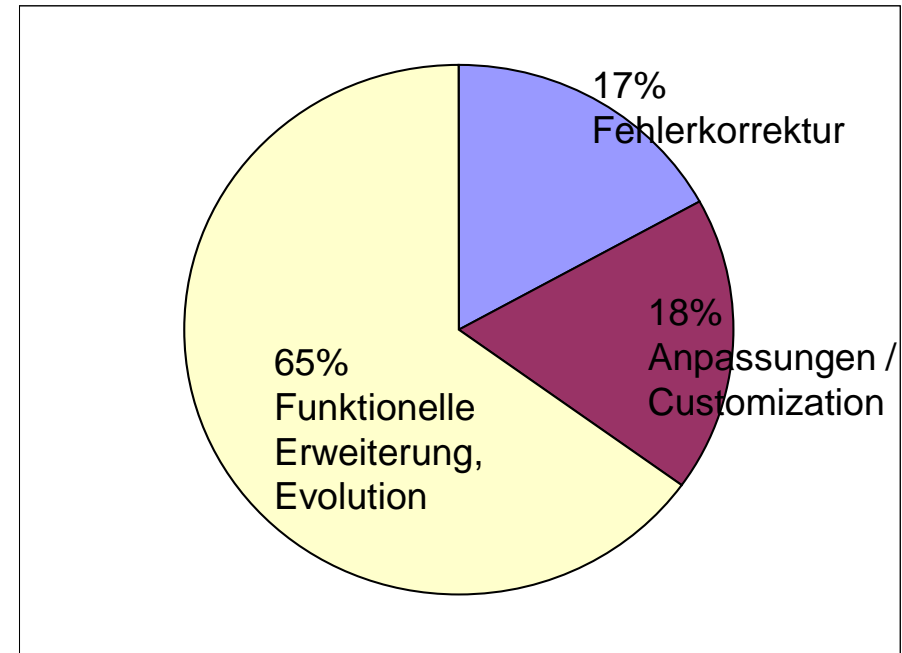
Produktverbesserung (Erweiterungen, Verbesserung der Effizienz).

### § Vorbeugende Wartung (Preventive):

Verbesserung im Hinblick auf zukünftige Wartung (z.B. Ergänzung der Dokumentation).

|           | Correction | Enhancement |
|-----------|------------|-------------|
| Proactive | Preventive | Perfective  |
| Reactive  | Corrective | Adaptive    |

- § Wartung verbraucht einen großen Teil der finanziellen Ressourcen.
- § Mehr als 80 % der Wartungsarbeiten werden für **nicht-korrektive Tätigkeiten** benutzt.
- § Wartungskosten hängen ab von
  - Applikationstyp.
  - Neuheit des Produktes.
  - Verfügbarkeit von Personal.
  - Hardwarecharakteristika.
  - Qualität des Softwaredesigns, Konstruktion, Dokumentation und Testen



Kosten von Software Wartung [Sommerville, 2007]

Wartungsprozesse beinhalten dieselben Phasen wie der Life-Cycle Prozess;  
einen speziellen Stellenwert nehmen die Anforderungsänderungen ein.

## § Herstellen des Produktverständnisses

- Das Verständnis “fremder” Codestücke kann - speziell bei mangelnden Aufzeichnungen – sehr zeitaufwändig sein.
- Key Tools: Code Browsers.
- Produktanforderungen: Klare und präzise Dokumentation.

## § Reengineering

- Überprüfung und Überarbeitung des Software Codes.
- Gravierende und teure Form der Änderung.

## § Reverse Engineering

- Analyse der Software im Hinblick auf Komponenten und deren Zusammenhänge.
- Erstellung von Modellen (basierend auf dem Code) auf einem höheren Abstraktionsniveau.
- Z.B. Erstellung von UML-Modellen aus C# Code.



# Phase Retirement

- § Am Ende der Betriebsphase (Betrieb und Wartung) schließt der Life-Cycle Prozess mit der **Stilllegung des Softwareproduktes** ab.
- § Kontrolliertes **Außer-Betrieb-Setzen des Produktes** bzw. **störungsfreier Übergang** zu einem Nachfolgeprodukt.
- § Gründe für die Stilllegung einer Softwarelösung:
  - Zahlreiche Änderungen während der Wartungsphase können ein komplettes Redesign des Produktes verursachen.
  - Laufzeitfehler durch Nebeneffekte (kleine Änderungen im Programmcode können große Auswirkungen im Programmablauf haben).
  - Inkonsistenzen durch kurzfristige Änderungen ohne Aktualisierung der dazugehörigen Dokumentation.
  - Hardwareänderungen können ebenso ein komplettes Redesign oder Neuprogrammierung verursachen.

- § Der Life-Cycle Prozess umfasst **sämtliche Schritte der** Softwareentwicklung von der Konzeptphase bis zur Stilllegung des Softwareprodukts.
- § Die **Anforderungserhebung** ist kritisch für den Erfolg eines Softwareproduktes. **Änderungen oder Fehler** wirken sich gravierend in späteren Phasen der Entwicklung aus.
- § **Entwurf und Design** sind die **Basis für die eigentliche Implementierung** und legen den Aufbau des Systems fest. Designprinzipien sind zu beachten.
- § Die Implementierung umfasst die **Umsetzung der Anforderungen und des Entwurfs**. Standards und Dokumentation unterstützen Softwareentwicklungsteams nicht nur bei der **Erstellung** sondern auch bei der **Weiterentwicklung** und **Wartung**.
- § **Qualitätssicherung und Testen** begleiten ein Software Projekt **während des gesamten Lebenszyklus**. Sie dürfen nicht als Add-on sondern als **integraler Bestandteil** eines Projektes gesehen werden.
- § Ein Grossteil der **Wartung** umfasst **Erweiterungen des Produktes**, aber auch **Fehlerkorrektur** und **Anpassungen** an geänderte Systemgegebenheiten.
- § Die **Retirement-Phase** schließt den Software Life-Cycle ab, in dem das Softwareprodukt kontrolliert außer Betrieb genommen bzw. ersetzt wird.

# Literaturreferenzen

- § Biffl Stefan, Winkler Dietmar, Frast Denis: „Qualitätssicherung, Qualitätsmanagement und Testen in der Softwareentwicklung“, Skriptum zur Lehrveranstaltung, 2004.  
<http://qse.ifs.tuwien.ac.at/courses/skriptum/script.htm>
- § Boehm B.: Software Risk Management: Principles and Practices, IEEE Software, 1991.
- § Boehm B.: Software Engineering is a Value-Based Contact Sport, IEEE Software, 2002.
- § Chatrath G., Dussa-Zieger K., Wentzel P-R.: Traceability – Anspruch und Realität, Proc. of SEE Conference, Bern, Switzerland, 2008.
- § Kruchten P.: The Rational Unified Process: An Introduction, Addison-Wesley Longman, 2004.
- § Myers G.J.: The Art of Software Testing, 1979.
- § Pfleeger, Shari Lawrence; Atlee, Joanne M.: Software Engineering – Theory and Practice, Third Edition 2006, Pearson Education.
- § Schatten A., Biffl S., Demolsky M., Gostischa-Franta E., Östreicher T., Winkler W.: „Best Practice Software Engineering. Eine praxiserprobte Zusammenstellung von komponentenorientierten Konzepten, Methoden und Werkzeugen“, Spektrum Akademischer Verlag, 2010, 978-3827424860.
- § Software Engineering – Best practices:  
<http://best-practice-software-engineering.blogspot.com/>
- § Software Engineering Body of Knowledge, <http://www.swebok.org>, 2004.
- § Sommerville, Ian: „Software Engineering“, 8th Edition, Addison Wesley, 2007.
- § Standish Group: Chaos Report, 1994.
- § Van Vliet, Hans: Software Engineering – Principles and Practice, 2nd Edition, 2000.