Technische Universität
Kaiserslautern

o1o1seda o1o1oo

software engineering dependability

Software Entwicklung 2

Motivation

Inhalt

- Was ist Informatik?
- Aufbau von Computersystemen
- Was ist Software?
- Was ist Software Engineering?
- Trends
- Eckdaten der Softwarebranche in Deutschland

- Teile dieses Kapitels basieren auf Material von H. Balzert, Ruhr-Universität Bochum

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Lernziele

- Zentrale Definitionen kennen: Informatik, Software, Software Engineering
- Im Groben wissen, welche Tätigkeiten bei der Software-Entwicklung notwendig sind

Was ist Informatik?

- »Gesellschaft für Informatik«
  - »Informatik ist die Wissenschaft von der systematischen und automatisierten Verarbeitung von Information
  - Sie erforscht grundsätzliche Verfahrensweisen der Informationsverarbeitung und allgemeine Methoden ihrer Anwendung in den verschiedensten Bereichen
  - Für diese Aufgaben wendet die Informatik vorwiegend formale und ingenieurmäßig orientierte Techniken an
  - Durch Verfahren der Modellbildung sieht sie beispielsweise von den Besonderheiten spezieller Datenverarbeitungssysteme ab; sie entwickelt Standardlösungen für die Aufgaben der Praxis«
  - »Informatik ist die Wissenschaft, Technik und Anwendung der maschinellen Verarbeitung und Übermittlung von Informationen«

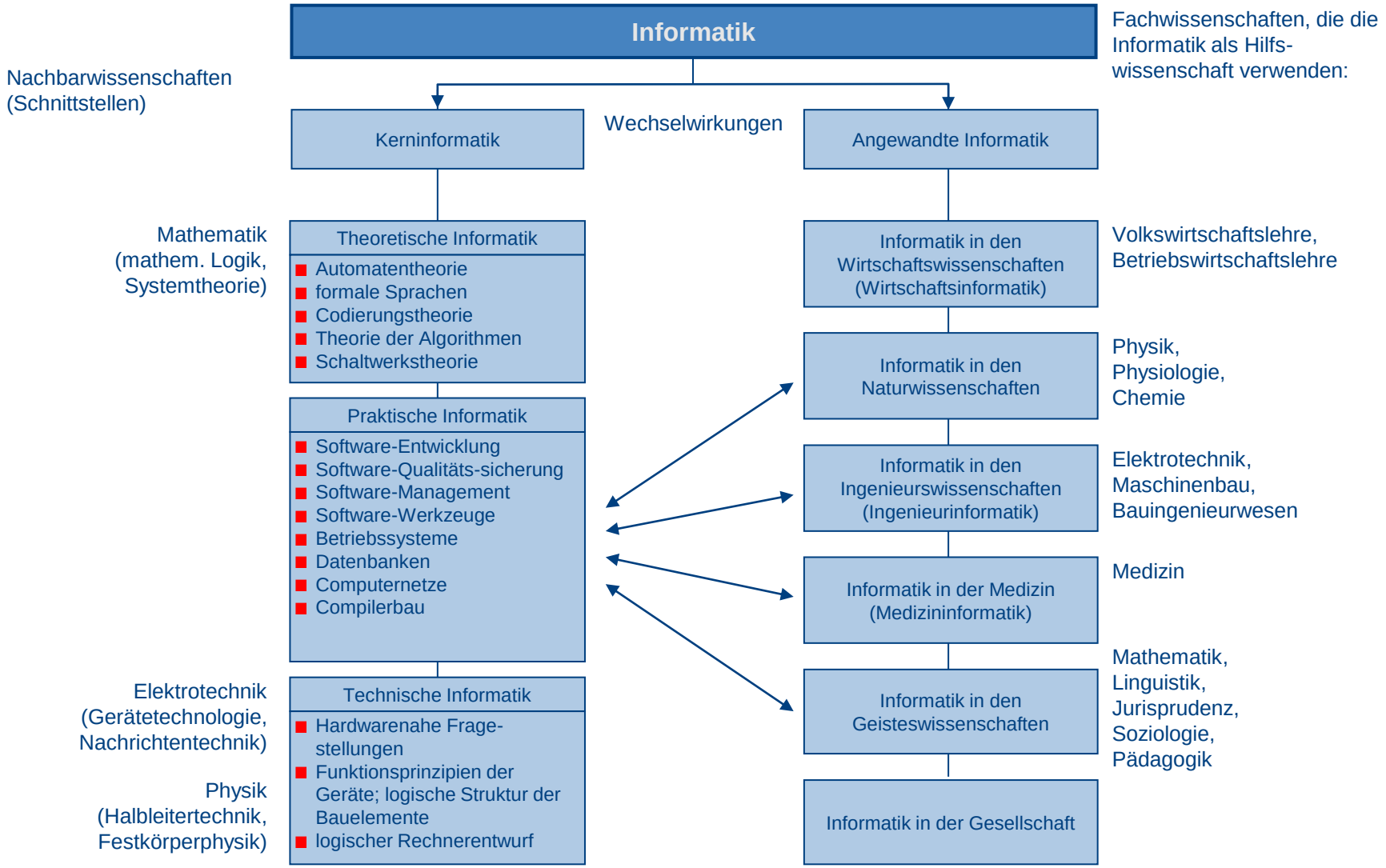
© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Informatik?

- Hauptprodukte sind immateriell, nämlich Software – im Unterschied zu den traditionellen Ingenieurwissenschaften
- Die Produkte sind im Allgemeinen erst in Verbindung mit materiellen Objekten praktisch nutzbar
- Die Informatik ist potentielle – und meist auch schon tatsächliche – Kooperationspartnerin für jede Wissenschaft und jede Sparte praktischer Tätigkeiten

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Informatik? – Gliederung



© Prof. Dr. Liggesmeyer

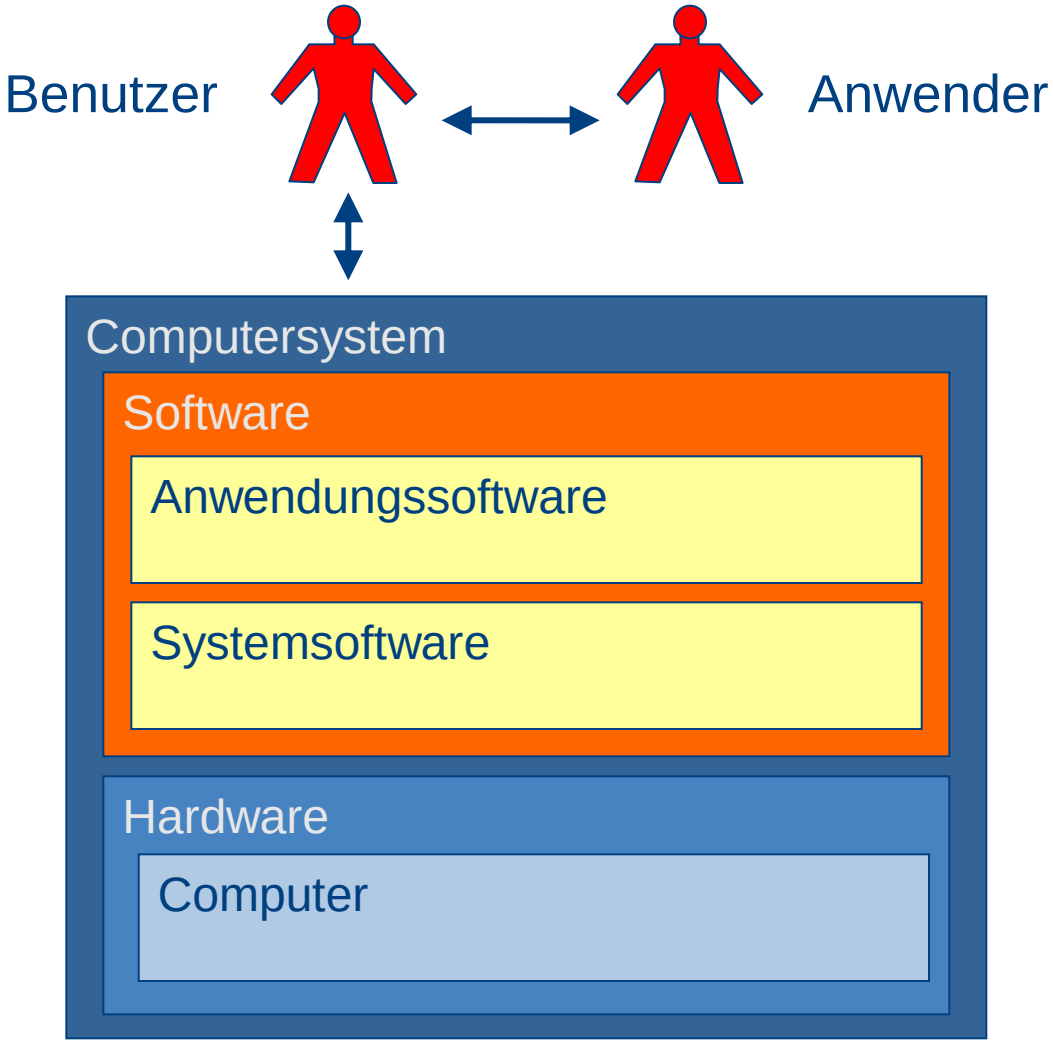
Was ist Informatik?

- Gegenstandsbereich
  - 4 miteinander eng verzahnte Aspekte gehören zur Informatik
    - Hardware
    - Software (Schwerpunkt der Vorlesung)
    - Organisationsstrukturen
    - Benutzer und Anwender

Software und Computersysteme

- Hardware
  - Alle materiellen Teile eines Computersystems
- Software
  - Alle Programme eines Computersystems einschließlich der dazugehörigen Daten und Dokumentation
- Analogien
  - Hardware: Musikinstrument, Schienennetz
  - Software: Komposition, Zugfahrplan

Software und Computersysteme



Was ist Software?

- Software (engl., eigtl. »weiche Ware«), Abk. SW, Sammelbezeichnung für Programme, die für den Betrieb von Rechensystemen zur Verfügung stehen, einschließlich der zugehörigen Dokumentation (Brockhaus Enzyklopädie)
- Software: die zum Betrieb einer Datenverarbeitungsanlage erforderlichen nichtapparativen Funktionsbestandteile (Fremdwörter-Duden)

Was ist Software?

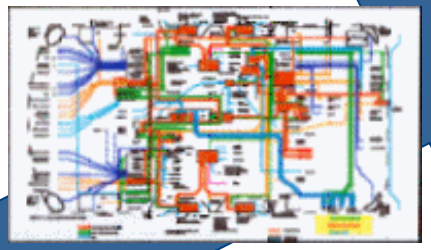
- Anlagen und Geräte werden von Software gesteuert
  - Sie prägt damit zunehmend sowohl die Funktionalität als auch die Qualität der Erzeugnisse
- In exportorientierten Branchen der deutschen Wirtschaft übersteigt der Software-Anteil an der Wertschöpfung der Produkte häufig die 50%-Marke
  - In der digitalen Vermittlungstechnik entfallen bis zu 80% der Entwicklungskosten auf Software
  - Siemens schätzt, dass etwa 2/3 der Wertschöpfung im Unternehmen in Software begründet ist

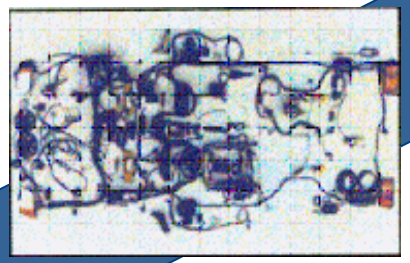
© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?

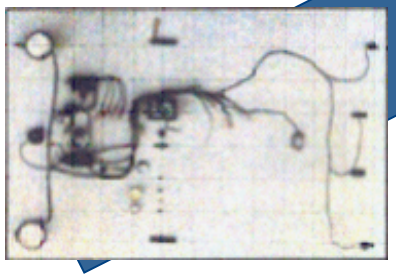
- Automobil im Wandel (Beispiel DaimlerChrysler)

Kabelbaum 1999 S-Klasse
3 Bus-Systeme
ca. 60 ECU's
110 elektrische Motoren





Kabelbaum 1949 170V
Ca. 40 Kabel
Ca. 60 Kontaktierungen



Kabelbaum 1990 S-Klasse
Länge ca. 3 km • Gewicht ca. 39 kg
Ca. 1900 Kabel • Ca. 3800 Kontaktierungen

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?

- Programmiersprache
  - Formalisierte Sprache
    - deren Sätze aus einer Aneinanderreihung von Zeichen eines festgelegten Zeichenvorrates entstehen
    - deren Sätze aufgrund einer endlichen Menge von Regeln gebildet werden können (Syntax)
    - die die Bedeutung jedes Satzes festlegt (Semantik)
  - Ein Programm ist ein Algorithmus, formuliert in einer Programmiersprache

Was ist Software?

- Bezeichnung Algorithmus
  - Geht zurück auf den arabischen Schriftsteller Abu Dshafar Muhammed Ibn Musa al-Khwarizmi
  - Er lebte um 825 n. Chr. in der Stadt Khiva im heutigen Usbekistan, die damals Khwarizm hieß und als Teil des Namens verwendet wurde
  - Er beschrieb die Erbschaftsverhältnisse, die sich ergaben, wenn ein wohlhabender Araber starb, der bis zu vier Frauen besaß
  - Er benutzte dazu algebraische Methoden
    - Buch: Kitab al jabr w'almuqabalah (Regeln zur Wiederherstellung und zur Reduktion)
  - Aus dem Namen wurde algorism und daraus Algorithmus

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?

- Begriffe
  - Programm
    - Algorithmus in einem eindeutigen und präzisen Formalismus
    - Computer erhalten durch Programme mitgeteilt, welche Aufgaben sie ausführen sollen
  - Da ein Computer ohne ein Programm nicht arbeiten kann, spricht man von Computersystemen, wenn das technische Gerät Computer und die Programme zur Steuerung des Computers gemeint sind

© Prof. Dr. Liggesmeyer

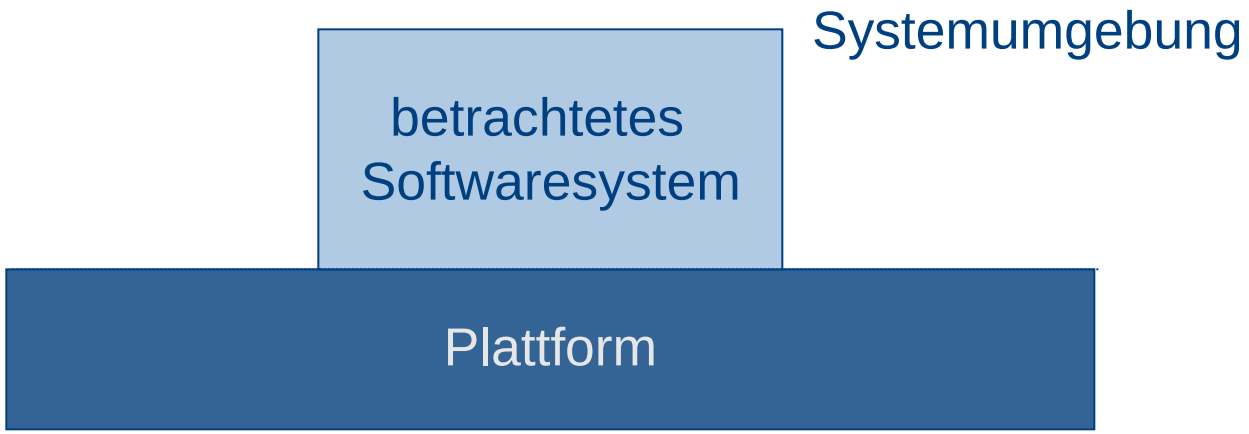
Was ist Software?

- Begriffe
  - Software (SW) sind
    - Programme
    - zugehörige Daten und
    - notwendige Dokumentation
    - die zusammengefasst es erlauben, mit Hilfe eines Computers Aufgaben zu erledigen
    - Auch: Software-System, Software-Produkt
  - Anwendungssoftware
  - Systemsoftware

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?

- Ein Softwaresystem ist ein technisches System oder Subsystem, bei dem die Funktionalität mittels Software realisiert ist
- Jedes Softwaresystem läuft auf einer Plattform (Hardware- oder Softwareplattform)
- Softwaresysteme besitzen Schnittstellen zur Umgebung
  - Bedienschnittstellen
  - andere Ein-/Ausgabeschnittstellen
  - Programmierschnittstellen



Was ist Software?

- Ein Programm (im engeren Sinne) ist ein Text, der in einer Programmiersprache verfasst ist und hinreichend vollständig ist, um automatisch auf einem Rechensystem ausgeführt werden zu können

- Beispiele
  - für Programmiersprachen
    - C
    - Java
  - für Daten
    - Zahlen
    - Web-Seite
    - Word-Dokument

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?
Eine Analogie

- ... Als George Ealer die Schornsteine vor seinen Augen in die Höhe fliegen sah, wusste er, was geschehen war; er hüllte sein Gesicht mit den Rockschößen ein und presste die Hände davor, um durch diesen Schutz zu verhindern, dass Dampf an seine Nase oder seinen Mund gelangen konnte. Er hatte Zeit genug, sich mit diesen Einzelheiten zu beschäftigen, während er auf- und abwärts flog. Bald darauf landete er auf einem der nicht explodierten Dampfkessel, in Begleitung von seinem Rade und einem Regen anderer Dinge und in eine Wolke siedend heißen Dampfes gehüllt, vierzig Fuß unterhalb des früheren Ruder-hauses. ...
- aus: Mark Twain: Leben auf dem Mississippi

Was ist Software?
Eine Analogie

- Bekannte Persönlichkeiten (u. a. J. Watt) warnen vor den Gefahren der Hochdruckmaschinen
- Nutzung der leistungsfähigeren Hochdruckdampfmaschinen gegenüber den sicheren Niederdruckdampfmaschinen favorisiert
- Von 1816 bis 1848 wurden in den Vereinigten Staaten 233 Explosionen von Dampfbooten mit 2562 getöteten und 2097 verletzten Personen und einem Sachschaden von mehr als 3 Millionen US$ aufgezeichnet

© Prof. Dr. Liggesmeyer

The Decision to Go to the Moon: John F. Kennedy

- 25. May 1961
  John F. Kennedy erklärt vor einer Sitzung des Kongresses das Ziel, vor Ablauf des Jahrzehnts einen Menschen sicher zum Mond und wieder zurück zu bringen

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?
Mariner 1

- 22. Juli 1962, Cape Canaveral/Florida
  - Start der ersten amerikanischen Venussonde Mariner 1
  - Trägerrakete Atlas-Agena B (NASA, 15. AAB-Start)

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?
Mariner 1

- Ausschnitt aus dem FORTRAN-Programm zur Steuerung der Flugbahn der Trägerrakete

```
...
  IF (TVAL .LT. 0.2E-2) GOTO 40
  DO 40 M = 1, 3
  W0 = (M-1)*0.5
  X = H*1.74533E-2*W0
  DO 20 N0 = 1, 8
  EPS = 5.0*10.0**(N0-7)
  CALL BESJ(X, 0, B0, EPS, IER)
  IF (IER .EQ. 0) GOTO 10
20 CONTINUE
  DO 5 K = 1. 3
  T(K) = W0
  Z = 1.0/(X**2)*B1**2+3.0977E-4*B0**2
  D(K) = 3.076E-2*2.0*(1.0/X*B0*B1+3.0977E-4*
  *(B0**2-X*B0*B1))/Z
  E(K) = H**2*93.2943*W0/SIN(W0)*Z
  H = D(K)-E(K)
5 CONTINUE
10 CONTINUE
  Y = H/W0-1
40 CONTINUE
...
```


© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?
Mariner 1

- Fehler: Komma gegen Punkt vertauscht in der Zeile
  DO 5 K = 1. 3 korrekt wäre: DO 5 K = 1, 3
- Wirkung
  - Wertzuweisung an eine nicht deklarierte Variable: DO5K = 1. 3
    (Kein Problem in FORTRAN)
  - Kein Durchlauf der (nicht vorhandenen) Schleife
- Folgen
  - Abweichung der Trägerrakete von der vorgesehenen Flugbahn
  - Zerstörung der Rakete nach 290 Sekunden
  - Kosten: US$ 18,5 Millionen
- Ursache: Programmiersprache FORTRAN
  - Blanks (Zwischenräume) in Namen und Zahlen erlaubt
  - Variablen-Deklarationen nicht notwendig
  - Strukturierte Schleifen (while ...) nicht möglich

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?
Ariane 5

- 4. Juni 1996, Kourou / Frz. Guyana, ESA
  Jungfernflug der neuen europäischen Trägerrakete Ariane 5
  - Gewicht: 740 t
  - Nutzlast 7 - 18 t mit 4 Cluster-Satelliten
- Schaden
  - DM 250 Millionen Startkosten
  - DM 850 Millionen Cluster-Satelliten
  - DM 600 Millionen für nachfolgende Verbesserungen
  - Verdienstausfall für 2 bis 3 Jahre

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software?
Ariane 5

- Ausschnitt des Ada-Programms des Trägheits-Navigationssystems

```
...
declare
 vertical_veloc_sensor: float;
 horizontal_veloc_sensor: float;
 vertical_veloc_bias: integer;
 horizontal_veloc_bias: integer;
 ...
begin
 declare
  pragma suppress(numeric_error, horizontal_veloc_bias);
 begin
  sensor_get(vertical_veloc_sensor);
  sensor_get(horizontal_veloc_sensor);
  vertical_veloc_bias := integer(vertical_veloc_sensor);
  horizontal_veloc_bias := integer(horizontal_veloc_sensor);
  ...
 exception
  when numeric_error => calculate_vertical_veloc();
  when others => use_irs1();
 end;
end irs2;
```

Was ist Software?
Ariane 5

- Ursache
  - 37 Sekunden nach Zünden der Rakete (30 Sekunden nach Liftoff) erreichte Ariane 5 in 3700 m Flughöhe eine Horizontal-Geschwindigkeit von 32768.0 (interne Einheiten). Die Umwandlung in eine ganze Zahl führte daher zu einem Überlauf, der jedoch nicht abgefangen wurde. Der Ersatzrechner hatte das gleiche Problem schon 72 ms vorher und schaltete sich sofort ab. Daraus resultierte, dass Diagnose-Daten zum Hauptrechner geschickt wurden, die dieser als Flugbahndaten interpretierte. Daraufhin wurden unsinnige Steuerbefehle an die seitlichen, schwenkbaren Feststoff-Triebwerke, später auch an das Haupttriebwerk gegeben. Die Rakete drohte auseinanderzubrechen und sprengte sich selbst

Was ist Software?
Ariane 5

- Analyseproblem: Nicht erkannt, dass die korrekte Funktion des wiederverwendeten Moduls an Rahmenbedingungen geknüpft war, die für die Ariane 5 nicht galten (Requirements Tracing)
- Entwurfsproblem: Homogene Redundanz für Hardware und Software
  - Prinzip aus der Hardware-Sicherheitstechnik, das für Software nicht funktioniert
- Realisierungsproblem: Keine sinnvolle Propagation von Fehlverhaltenscodes, sondern Totalabschaltung
- Prüfung
  - Keine intensive, systematische Prüfung, da die Software bei der Ariane 4 problemlos funktioniert hatte (Betriebsbewährtheit)

➔ Das ist kein monokausales Problem, ...

... und daher existiert keine einfache Lösung

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software? Schlussfolgerung

- Es ist schwierig, die Entwicklung von Software so durchzuführen, dass
  - die Software die Erwartungen des Kunden erfüllt
  - stets die korrekte Funktion erbracht wird
  - von Software keine unakzeptablen Gefährdungen ausgehen
  - durch die Entwicklung keine unangemessen hohen Kosten entstehen
  - die Entwicklung nicht unzumutbar lange dauert
  - die fertige Software von anderen Entwicklern verstanden und weiterentwickelt werden kann
  - Eigenschaften der Software gegenüber Dritten „bewiesen“ werden können (z.B. Sicherheit gegenüber Zulassungsstellen)

Was ist Software Engineering?

- Software Engineering
  »Das ingenieurmäßige Entwerfen, Herstellen und Implementieren von Software sowie die ingenieurwissenschaftliche Disziplin, die sich mit Methoden und Verfahren zur Lösung der damit verbundenen Problemstellungen befasst.«
  (Brockhaus Enzyklopädie)

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering?

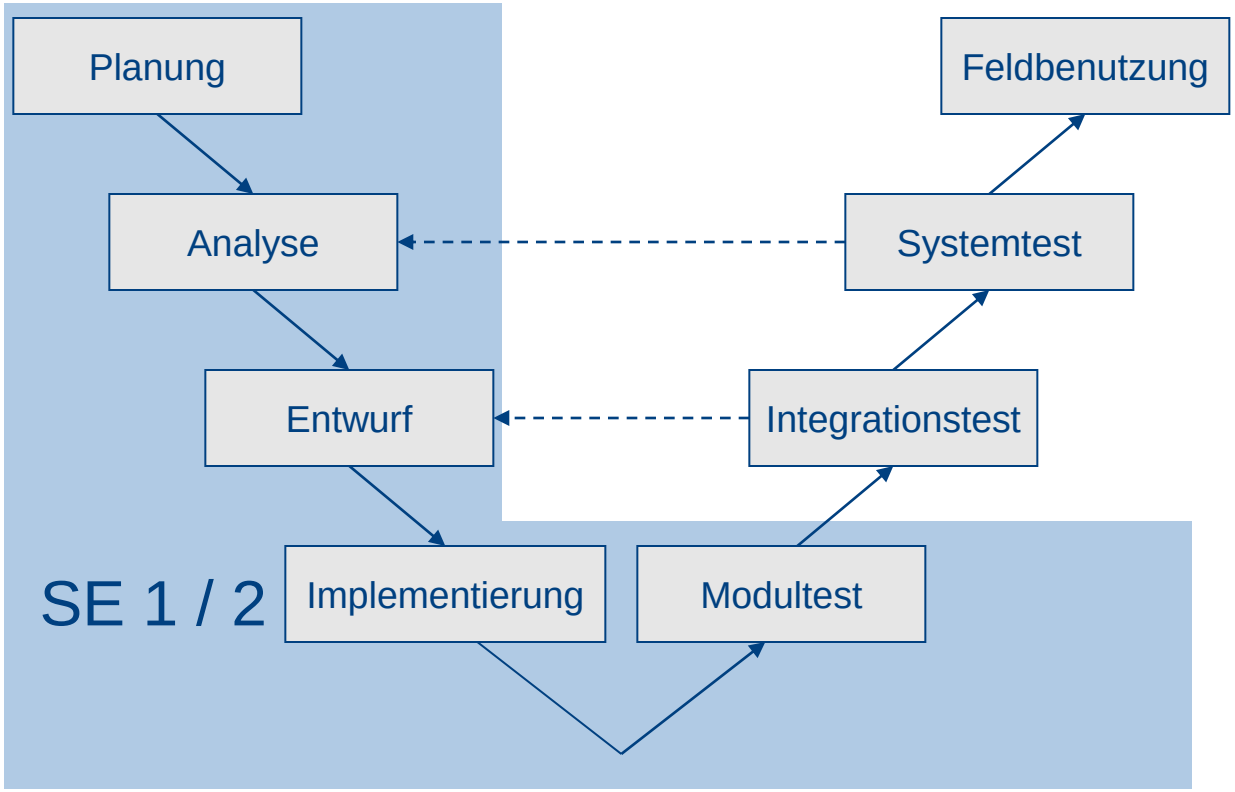
- Eine umfangreiche Softwareentwicklung erfordert
  - Einen Plan, dessen Verfolgung am Ende ein kosten-, zeit- und qualitätsgerechtes Ergebnis erwarten lässt
  - Projektmanagement (Zuordnung von Personal und Sachmitteln, Ermittlung von Aufwänden und deren Kontrolle)
  - Qualitätsmanagement (Qualitätsplanung und –kontrolle)
  - Entwicklungsschritte mit definierten Eingaben, Inhalten und Ausgaben
  - Überprüfungsschritte zur Kontrolle von Qualitätseigenschaften
  - Werkzeuge zur Unterstützung der Entwicklungs- und Überprüfungsschritte

Was ist Software Engineering?
Prozessmodelle

- Ein Prozessmodell legt fest
  - Reihenfolge des Arbeitsablaufs
    - Entwicklungsstufen
    - Phasenkonzepte
  - Jeweils durchzuführende Aktivitäten
  - Definition der Teilprodukte einschließlich Layout und Inhalt
  - Fertigstellungskriterien
  - Notwendige Mitarbeiterqualifikationen
  - Verantwortlichkeiten und Kompetenzen
  - Anzuwendende Standards, Richtlinien, Methoden und Werkzeuge

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering?
Prozessmodelle



Was ist Software Engineering?
Die Planung

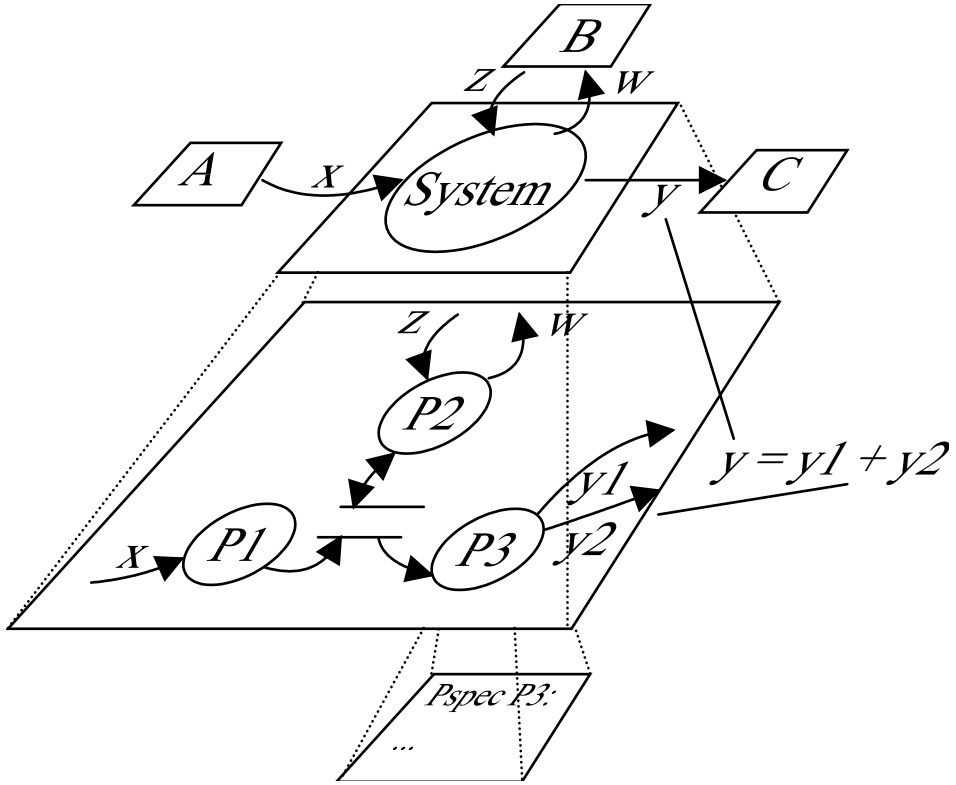
- Prüfen der Machbarkeit (technische Machbarkeit, genügend Ressourcen, insbesondere richtig qualifiziertes Personal)
- Prüfen der Rentabilität des Entwicklungsvorhabens (Marktsituation, Konkurrenz)
- Aufwandsschätzung (wie viele Mitarbeitermonate werden voraussichtlich benötigt werden?)
- Erstellen eines Projektplans (Schritte, Ressourcen, Zeiten)

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering?
Die Analyse

- Festlegung der Eigenschaften der zu entwickelnden Software (es geht allein um das "Was"; nicht um das "Wie")
  - Gewünschte Funktionalität: "Was soll die Software tun?"
  - Leistungsdaten: Zeitverhalten (besonders kritisch bei Echtzeitsystemen), Mengengerüste
  - Qualitätseigenschaften (sogen. Qualitätszielbestimmung): "Welche Qualitätseigenschaften sind in welcher Weise zu beachten?"
- Ermittlung der Anforderungen (Requirements Engineering)
- Beschreibung der Anforderungen in Form von Analysedokumenten
  - Funktional dekomponierender Ansatz, z. B. Strukturierte Analyse (SA)
  - Objektorientierter Ansatz (OOA), z. B. Unified Modeling Language (UML)

Beispiel SA

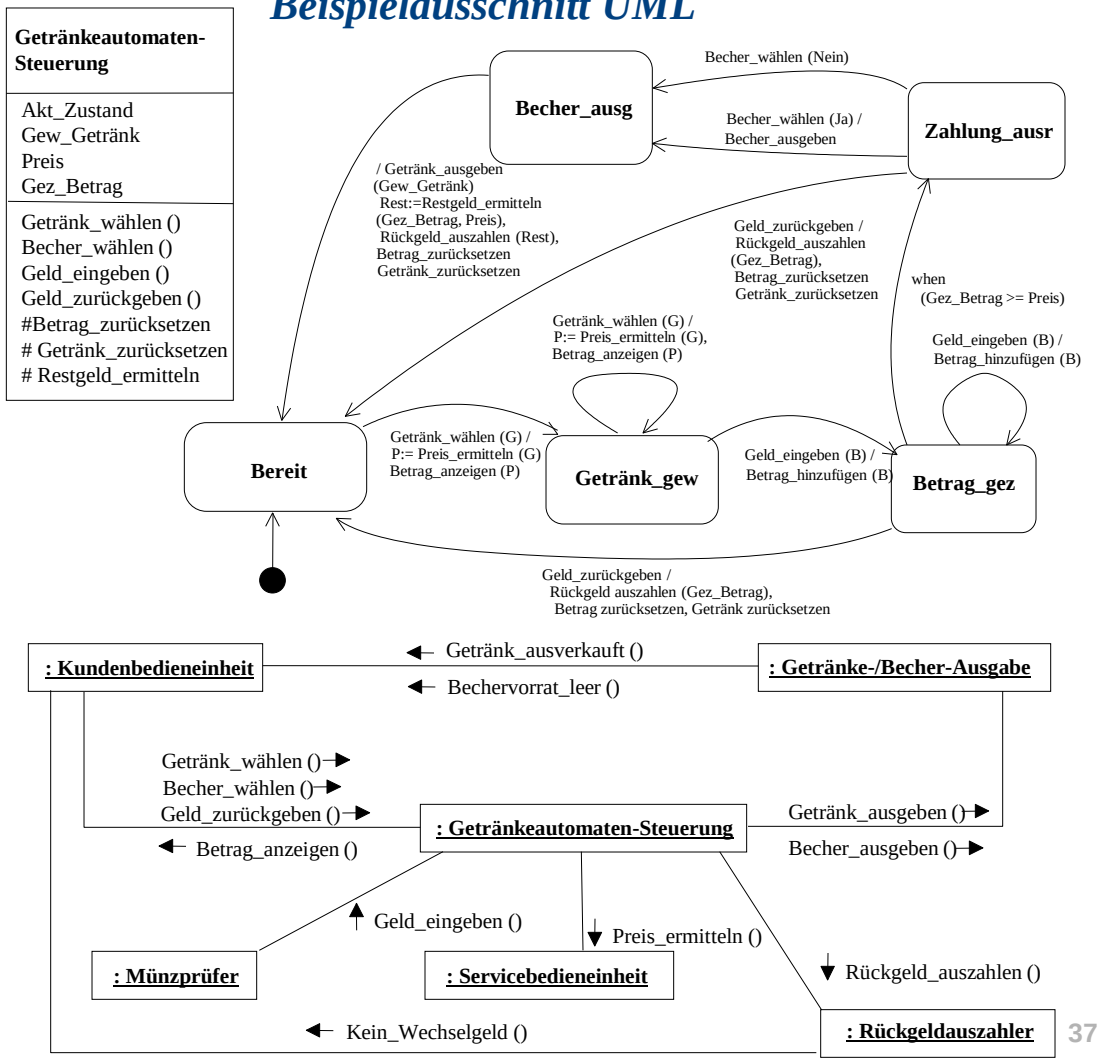


- Vorteile
  - Universelle Einsetzbarkeit
  - Gute Abstraktions-, Modularisierungs- und Hierarchisierungsmechanismen
  - Gute Visualisierung
  - Automatische Konsistenzprüfung möglich
  - Unterstützung von Erweiterbarkeit und Änderbarkeit
- Nachteile
  - Methodisch nicht konsistent verfeinerbar (Methodenbruch)
  - Semantik interpretierbar
  - Leistungsanforderungen nur eingeschränkt beschreibbar

Was ist Software Engineering?
Analyse: Objektorientierte Techniken

- Vorteile
  - Universelle Einsetzbarkeit
  - Ausgezeichnete Abstraktions-, Modularisierungs- und Hierarchisierungsmechanismen
  - Exzellente Visualisierung
  - Automatische Konsistenzprüfung möglich
  - Unterstützung von Erweiterbarkeit und Änderbarkeit
  - Methodisch konsistent verfeinerbar
- Nachteile
  - Semantik interpretierbar
  - Leistungsanforderungen nur eingeschränkt beschreibbar

Beispielausschnitt UML



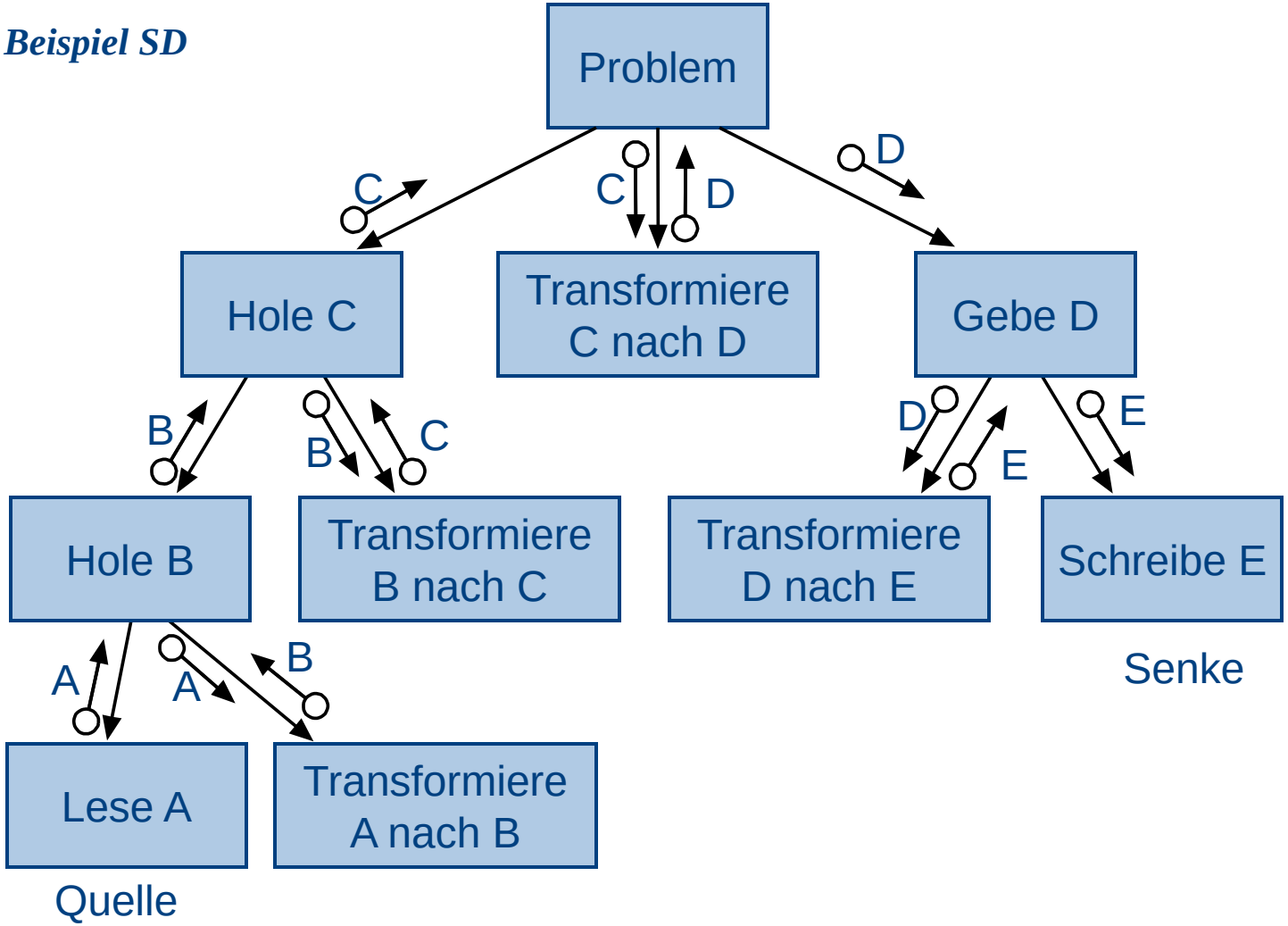
© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering? Der Entwurf

- Festlegung der Struktur der zu entwickelnden Software ("Wie" soll die Software realisiert werden)
  - Welche Subsysteme (Grobentwurf) und Module (Feinentwurf) soll die Software haben?
  - Wie ist der Zusammenhang zwischen den Komponenten (Architektur der Software)?
  - Welche Funktion sollen diese Komponenten besitzen und wie sind ihre Schnittstellen beschaffen?
  - Welche Subsysteme sollen wie realisiert werden (Datenbank vs. Dateien, handgeschriebener Parser vs. generierter Parser)?
  - Welche Fehlermöglichkeiten sollen wo abgefangen werden

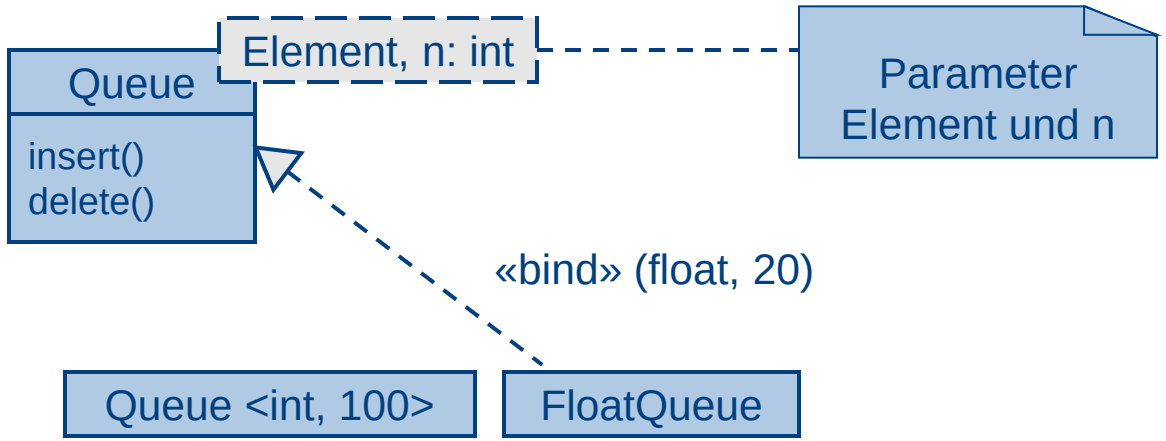
© Prof. Dr. Liggesmeyer

Beispiel SD



© Prof. Dr. Liggesmeyer

- Hinzufügen "technischer" Klassen; z. B. Warteschlange (Queue)



Was ist Software Engineering?
Die Implementierung

- Realisierung des Entwurfs in einer Programmiersprache
  - Auswahl der Datenstrukturen
  - Realisierung der Kontroll-Logik
- ggf. Aufbau der Datenbank, usw.

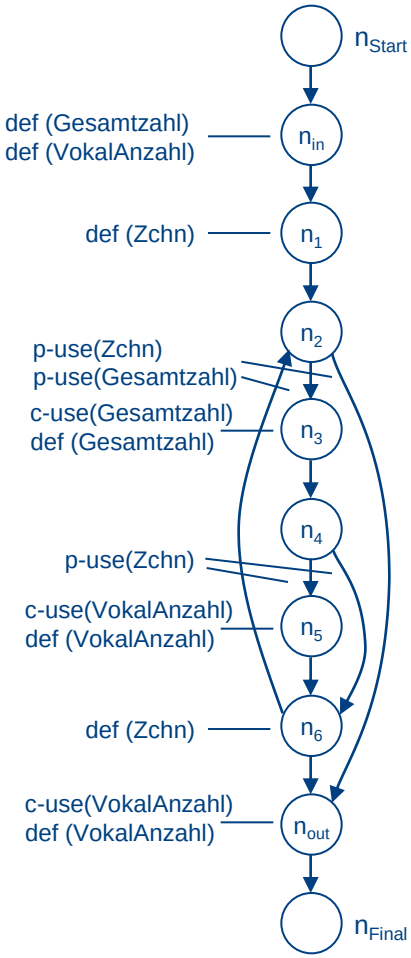
- Hier: Systematische Erzeugung von Compilerteilen aus entsprechenden Spezifikationen

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering?
Der Modultest

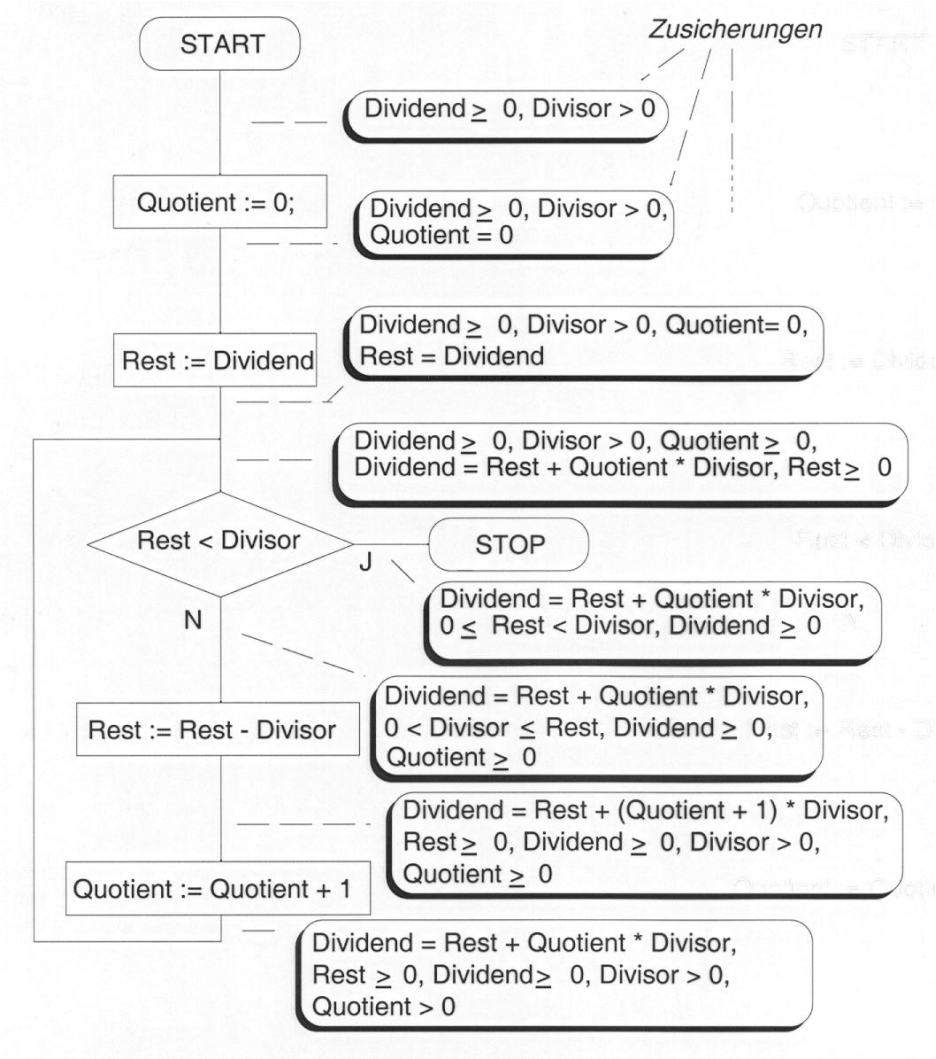
- Überprüfung der korrekten Funktion einzelner Module oder eines kleinen Verbunds von Modulen
  - Dynamisches Testen (Ausführung mit konkreten Testfällen)
    - Funktionsorientierter Test
    - Strukturorientierter Test
    - Diversifizierender Test
  - Statische Analysen (z.B. Aufspüren bestimmter Fehler unter Verzicht auf die Ausführung der Software)
    - Inspektionstechniken
    - Datenflussanomalieanalyse
    - ...
  - Formale Verifikation (Nachweis der Konsistenz zwischen dem Programmcode des Moduls und der (formalen) Modulspezifikation)

- Kontrollflussgraph mit Datenflussattributen (Datenflussorientierter Test)




```
void ZaehleZchn( int &VokalAnzahl,
                 int &Gesamtzahl)
{
    cin >> Zchn ;

    while ((Zchn >= 'A') && (Zchn <= 'Z')
           && (Gesamtzahl < INT_MAX))
    {
        Gesamtzahl = Gesamtzahl + 1;

        if ((Zchn == 'A') || (Zchn == 'E') ||
            (Zchn == 'I') || (Zchn == 'O') ||
                             (Zchn == 'U'))
        {
            VokalAnzahl = VokalAnzahl + 1;
        }

    cin >> Zchn

    }
}
```

- Formale Verifikation

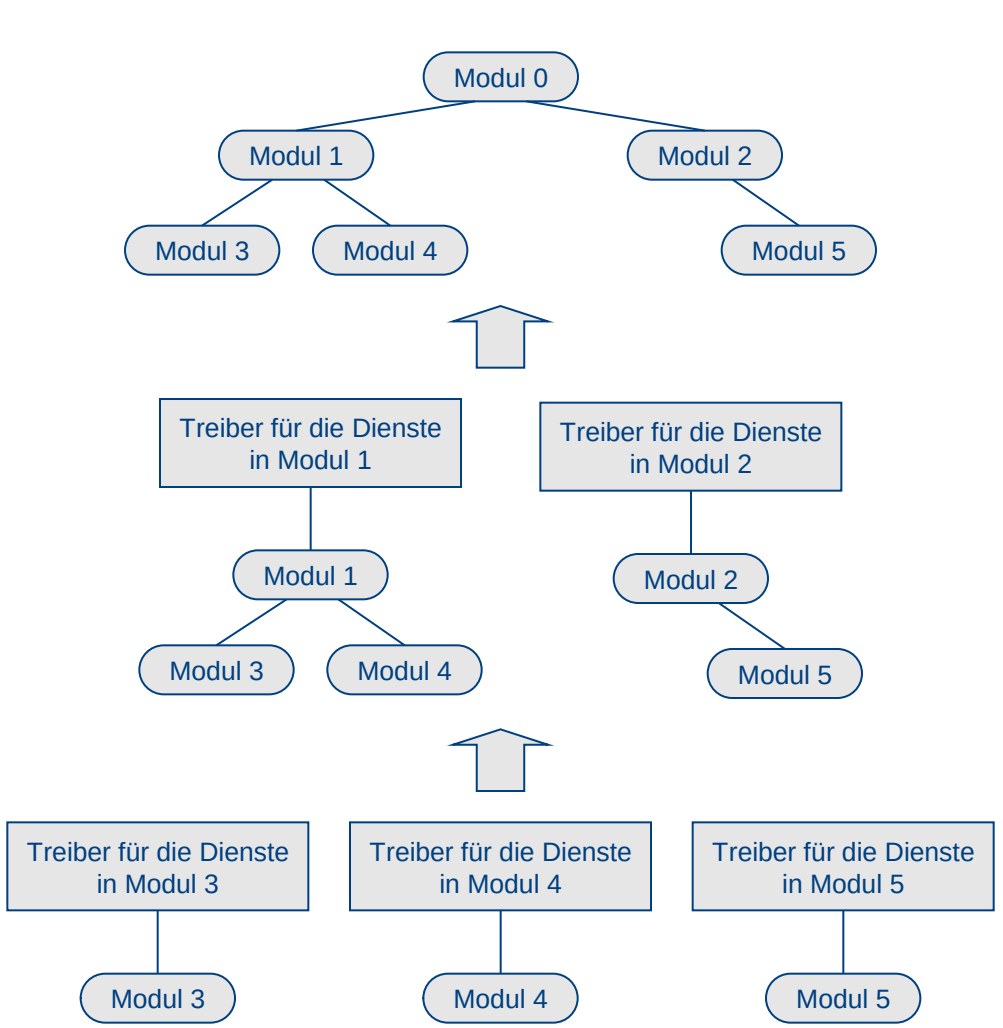


© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering?
Der Integrationstest

- Schrittweises Zusammenfügen der Module (sogenannte Integrationsstrategie)
- Überprüfung der korrekten Interaktion zwischen Modulen über ihre Schnittstellen
  - Dynamisches Testen
  - Statische Analysen

Was ist Software Engineering?
Der Integrationstest

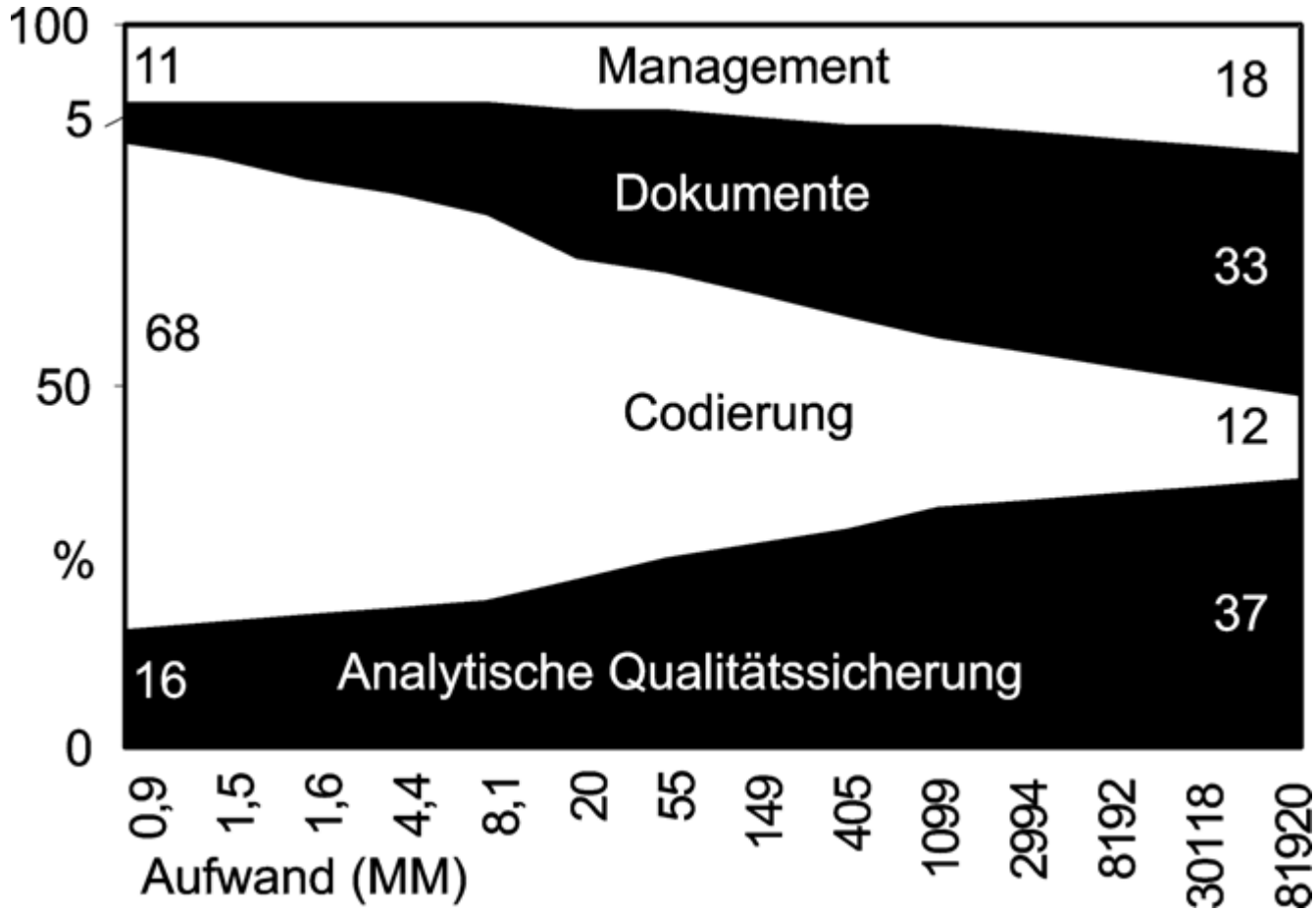


© Prof. Dr. Liggesmeyer

Was ist Software Engineering?
Der Systemtest und Abnahmetest

- Überprüfung der korrekten Funktion, der Leistung und der Qualität des Softwaresystems "von Außen"
- Funktionstest: Funktionsorientierte Testfallerzeugung auf Basis der Anforderungsdefinition
- Leistungstest: Das System wird in Grenzbereiche gebracht:
  - Wie ist das Antwortzeitverhalten unter Vollast wenn gleichzeitig an 100 Terminals gearbeitet wird?
- Streßtest: Das System wird überlastet: Deadlocks, Ressourcenlecks?
- Alpha Test: Test unter Kundenbeteiligung in den Prüflabors des Herstellers
- Beta Test: Installation des Systems bei einigen speziell ausgewählten Pilotkunden

© Prof. Dr. Liggesmeyer



Nach Daten aus: Jones C., *Applied software measurement*, New York: McGraw-Hill 1991

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Eckdaten der Softwarebranche in Deutschland

- Primärbranchen (DV-Dienstleister, Hersteller von Datenverarbeitungsgeräten und -einrichtungen)
  - Rund 10.550 Unternehmen
  - Ca. 300.000 Erwerbstätige
  - Überwiegend kleine Unternehmen mit 1-9 Mitarbeitern
- Sekundärbranchen (Maschinenbau, Elektrotechnik, Fahrzeugbau, Telekommunikation und Finanzdienstleistungen)
  - Rund 8.650 Unternehmen
  - 2,5 Millionen Erwerbstätige
  - Eher mittlere und größere Unternehmen
  - Heutige Produkte ohne Software oft undenkbar

»... dass schon jetzt mehr als die Hälfte der Wertschöpfung von Siemens auf Software-Leistungen entfällt. Diese Entwicklung geht weiter ... «

Heinrich von Pierer, Siemens AG (1992)

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Schlussfolgerung

- Komplexe Entwicklungen verlangen
  - Festgelegte Abläufe (Prozesse), die das Ergebnis in Schritten erreichen
  - Arbeitsteilung und unterschiedliche Rollen
  - Akzeptierte Techniken
  - „Standardbauteile“
  - „Abnahmekriterien“ und ggf. Zulassungsstellen, die nach bestimmten Regeln arbeiten
- Inhalt von SE 2: Erlernen wichtiger Techniken und ihrer Notationen
- Später (Lehrveranstaltung Software Engineering): Erlernen der Prozesse und des Zusammenwirkens von Techniken einzelner Phasen im Prozess

© Prof. Dr. Liggesmeyer

Inhalte SE 2

- Prozessmodelle
- Elementare Techniken zur Projektplanung
- Lastenheft / Pflichtenheft
- SA
- SD
- UML
- Compilerbau
- Organisation der Prüfung, Prüftechniken
- Testen
- Oberflächengestaltung

© Prof. Dr. Liggesmeyer