XION IT SYSTEMS
AKTIENGESELLSCHAFT
Dresdnerstaße 81-85/8.Stock
A-1200 Wien
Tel: 0664-8242-600
E-mail: office@xion.at
Web: xion.at
Festnetz: +43/1/333 91 99-0
Fax: +43/1/333 91 99-199

x i o n . it systems ag

Software Wartung und Evolution

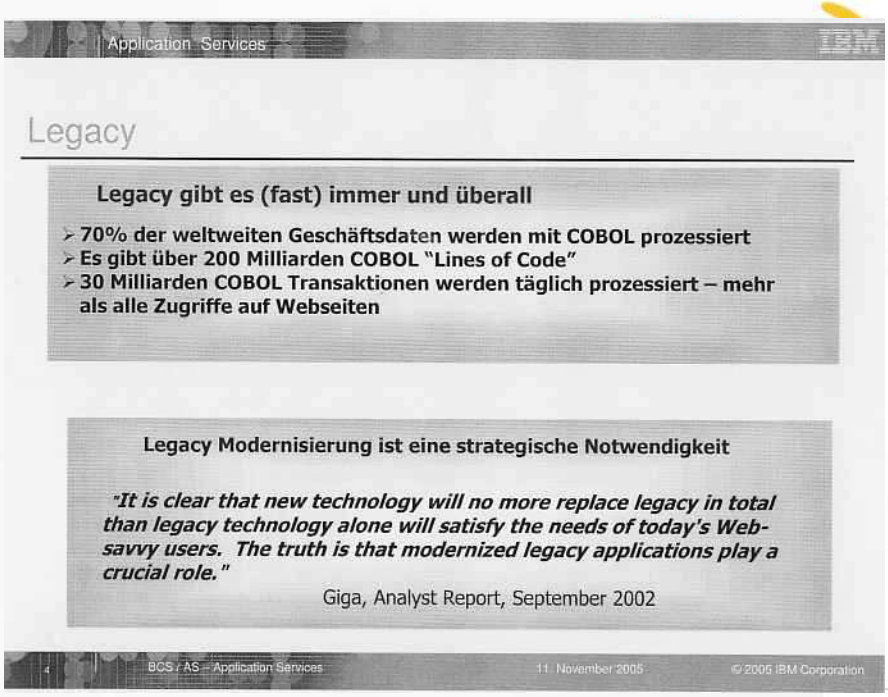
Dipl.-Ing. Dr. techn. Johannes Weidl-Rektenwald
Xion IT Systems AG

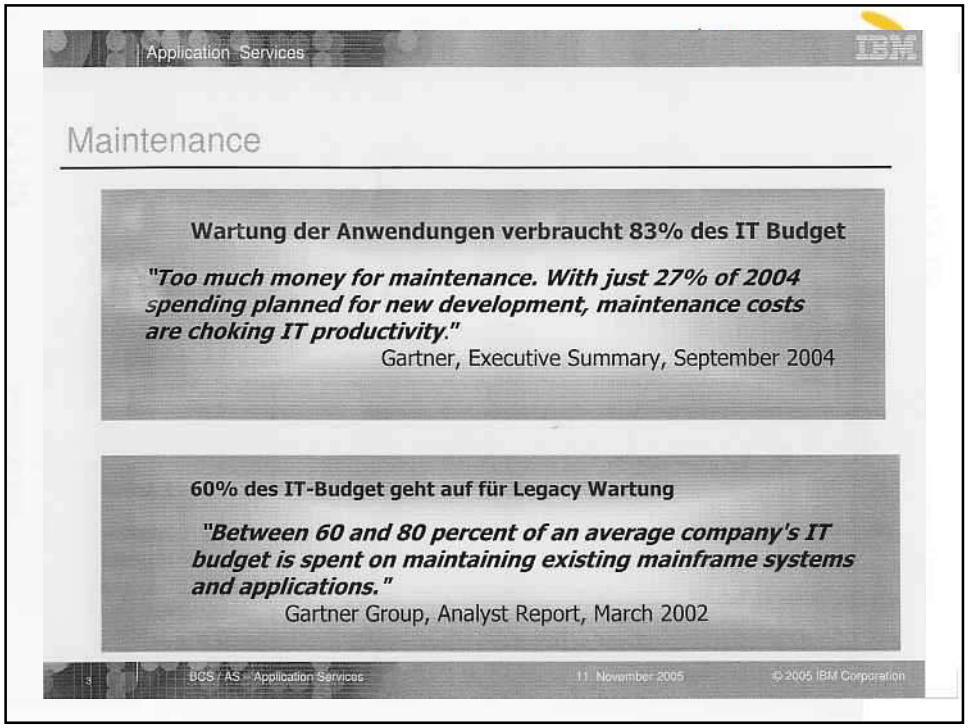
Organisatorisches 1/2

- LVA Info
  - VU 2.0, 184.169
  - Wahlfach: 033 522, 066 922, 066 933, 066 937
- Vorlesungsteil
  - 7 VO Termine
  - 15.03., 22.03, 29.03., 19.04., 26.04., 10.05., 24.05.
  - Jeweils Donnerstag, 16:15 - 17:45, pünktlich!
  - EI 4 Reithoffer Hörsaal

Organisatorisches 2/2

- Übungsteil
  - 1 Übungsbeispiel
  - Gruppenarbeit
  - Abschlusspräsentation in der Xion
- Prüfung
  - Donnerstag, 14. Juni 2007, 16:15 – 17:15, EI 4
- VU Web Page
  - http://www.infosys.tuwien.ac.at/Teaching/Courses/SWE/swe.html





Inhalt der Vorlesung: Überblick

- Was versteht man unter Software Wartung / Software Evolution / Wartbarkeit?
- Was sind die speziellen Probleme?
- Welche adäquaten Technologien, Prozesse und Tools gibt es, um diesen zu begegnen?
- Was sind die Best Practices der Software Wartung?
- Wie managt man Software Wartung?

Inhalt der Vorlesung: Themen

- *(1) Software Wartung*: Motivation, Definition, Arten, Probleme
- *(2) Software Wartung*: Aspekte, Aktivitäten, Wartungskrise, Legacy Systeme, *Re*verse Engineering
- (3) *Re*structuring, *Re*-Engineering, *Organisation der Wartung*: Software Life Cycle Modelle
- (4) *Tool Demos*, *Organisation der Wartung*: Defect Tracking, Software Configuration Management, Produktivstellung
- (5) *Software Evolution: E*-type Programs, Laws of Software Evolution Explained, Change Patterns
- *(6) Spezielle Kapitel der Software Wartung*: Program Comprehension, Change Impact Analysis, Qualitätsmerkmal „Wartbarkeit“
- (7) Best Practices: Design for Change, MDA und Wartung, Software Wartung im unternehmerischen Kontext: Rollen, Gewährleistung, Software-Wartungsverträge

Lecture 1

- Inhalte
  - Motivation: Software Wartung und Evolution
  - Abgrenzung der Begriffe Software Wartung und Software Entwicklung
  - Definition „Software Wartung“
  - Arten der Software Wartung
  - Probleme der Software Wartung

Software Engineering vs. Software Maintenance

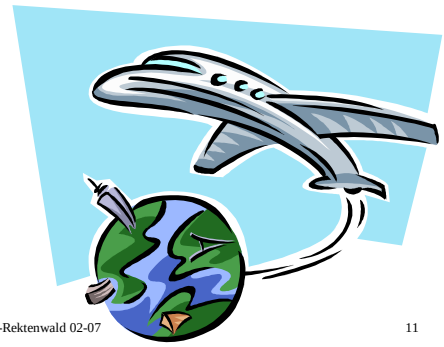
- Suche nach dem Begriff „Software Engineering“ bei amazon.de, Kategorie “Englische Bücher”
  - Treffer: 8405 (2006: 1510; *2005*: 1405; *2004*: 1078)
    - Top Treffer: “Agile Web Development with Rails“ von D. Thomas et al. (2007)
    - Treffer 2: “Design Patterns – Elements of Reusable Code” (GoF; 1995)
    - Treffer 3: “Refactoring” (M. Fowler; 1999)
- Suche nach „Software Maintenance“
  - Treffer: 374 (2006: 90; *2005*: 92; *2004*: 92)
    - Top Treffer 2007: “Macs for Dummies” (Baig; 2006)
    - Top Treffer 2006: “Troubleshooting your PC” (1994)
- Search for „Software Evolution“
  - Treffer: 81 (2006: 23; *2005*: 20; *2004*: 15)
    - Top Treffer 2007: „The Old New Thing. Practical Development Throughout the Evolution of Windows” (Chen et al.; 2007)
    - Top Treffer 2006: „Software Engineering: Evolution And Emerging Technologies: 130“ von K. Zielinski (26. Dez. 2005!)
    - Treffer 7: “Successful Evolution of Software Systems” (Yang et al.; 2003)

Annäherung an den Begriff „Software Wartung“

- Software Wartung hat mit dem geläufigen Begriff der technischen Wartung wenig gemein
  - Software hat keine Verschleißteile
  - Software zeigt keine Abnutzungserscheinungen („wear-out“)

Annäherung an den Begriff „Software Wartung“

- Software gilt im Gegensatz zu physischen technischen Artefakten als „leicht“ änderbar



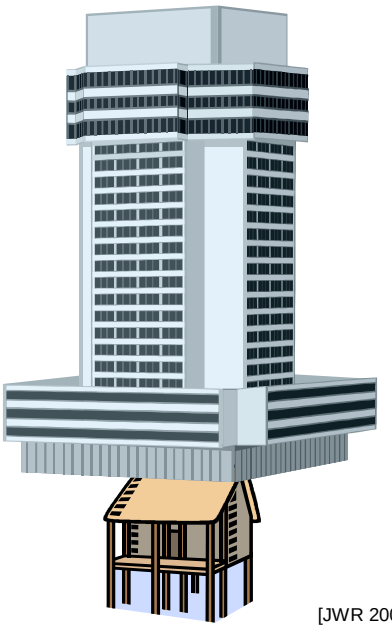
Software ist leicht änderbar?

```
/**
 * Wrong name: should be getRechnungToAuftragIDAndKeyAccountID
 */
public static Rechnung getRechnungToAuftragIDAndPersonID (Integer iAID,
    Integer iKAID) throws ExceptionPersist {

  Vector v;
  Rechnung r = new Rechnung();
  r.setAuftragID(iAID);
  r.setKundenID(iKAID);
  v = r.search();

  [...]
```

Software ist leicht änderbar?

```
for(int j=0;j<vtz.size();j++) {

    tzkbez = ((DtZeile)vtz.elementAt(j)).getDtKurzBezeichnung();
    iZeichPos = tzkbez.indexOf(':');

    if (tzkbez.substring(0,iZeichPos).equals(tzkbez.substring(iZeichPos+1)))
      ivSortDt = 1;
    else if (tzkbez.substring(0,iZeichPos).compareTo(tzkbez.substring(iZeichPos+1))>0)
      ivSortDt = 0;
    else
      ivSortDt = 2;

    if (ivSortDt == 0) iZeichPos = 0;
    else iZeichPos++;

    int i;
    for(i=0;i<vSortDt[ivSortDt].size();i++) {
      if
       (((DtZeile)vSortDt[ivSortDt].elementAt(i)).getDtKurzBezeichnung().substring(iZeichPos).compareTo(tzkbez.substrin
       g(iZeichPos))>0)
        break;
    }

    if (i<vSortDt[ivSortDt].size())
      vSortDt[ivSortDt].insertElementAt(vtz.elementAt(j),i);
    else
      vSortDt[ivSortDt].add(vtz.elementAt(j));
}
```


Software ist leicht änderbar?



[JWR 2002]

Annäherung an den Begriff „Software Wartung“

- „Programs, like people, get old“
- „Software aging will occur in all successful products“
  - David Lorge Parnas in „Software Aging“ [Parnas 1994]
- Es ist einsichtig, dass, was altert, irgendwie up-to-date gehalten werden muss.
- Die Frage ist: Wie altert Software und warum?

Two Causes of Software Aging

- The first is caused by the failure of the product‘s owners to modify it to meet changing needs
  - „Lack of movement“
- The second is the result of the changes that are made
  - „Ignorant surgery“

[D. L. Parnas, 1994]

Symptoms and Costs of Software Aging

- Inability to keep up
  - "As software ages, it grows bigger"
    - More code to change
    - More difficult to find routines that must be changed
- Reduced performance
  - More machine resources are needed
  - Poor design causes performance bottlenecks
- Decreasing reliability
  - „As the software is maintained, errors are introduced"

[D. L. Parnas, 1994]

Preventive Medicine

- Design for success (aka „Design for change")
  - Information hiding, abstraction, separation of concerns (SOC), data hiding, object orientation, …
- Documentation
  - Problem: Most documentation is ignored because not being accurate
- Second opinions – Reviews
  - Reviews often are neglected because of time pressure

[D. L. Parnas, 1994]

„Software Geriatrics“

- Stopping deterioration
  - Requires techniques and resources!
- Retroactive documentation
  - Lack of formal basis and influence of short-term interests
- Retroactive incremental modularization
- Amputation
- Restructuring

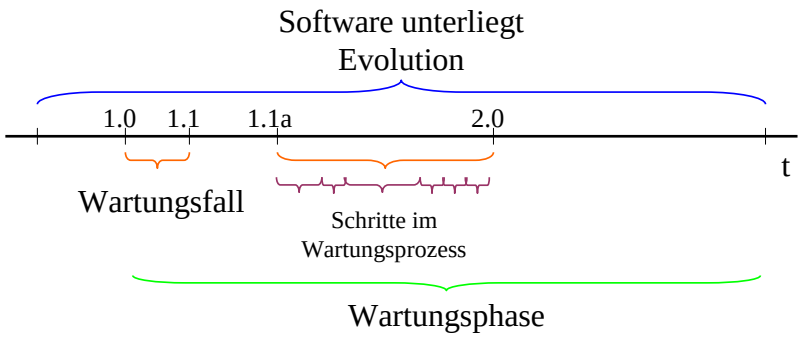
[D. L. Parnas, 1994]

Software Wartung vs. Software Evolution

- Software Wartung
  - bezeichnet als *Tätigkeit* eine Änderung an einem Softwaresystem nach dessen Auslieferung (die Durchführung einer Änderung bezeichnet man als „Wartungsfall“)
  - bezeichnet als *Prozess* die Schritte, die in einem Wartungsfall sequentiell durchzuführen sind
  - bezeichnet als *Phase* den Abschnitt des Lebenszyklus eines Softwaresystems von dessen Auslieferung bis zur Stilllegung
- Software Evolution
  - bezeichnet den *Prozess* der Veränderung eines Softwaresystems von der Erstellung bis zur Stilllegung
  - umfasst: Entwicklung, Wartung, Migration, Stilllegung

[JWR 2002]

Software Wartung vs. Software Evolution



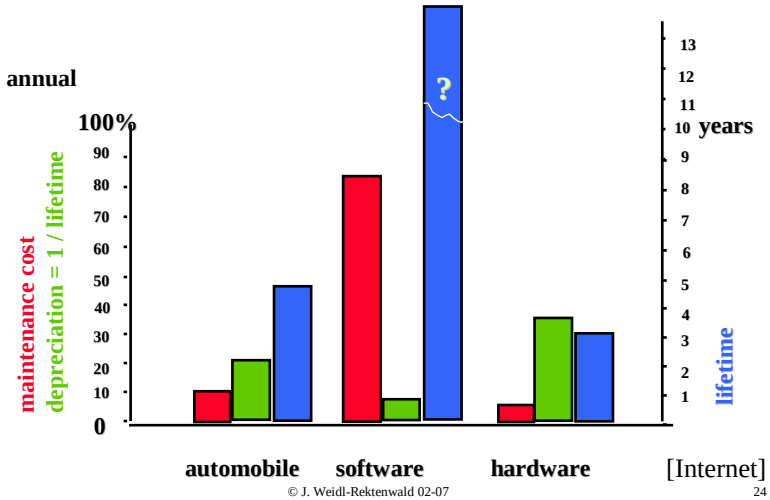
Warum Evolution?

- Viele Software Systeme bilden Geschäftsprozesse der realen Welt nach
- Geschäftsprozesse unterliegen ständigen Änderungen
  - passiv durch Adaption an neue Gegebenheiten (neue rechtliche Gegebenheiten, Marktsituation, Euro, Basel II, …)
  - aktiv durch die Einführung neuer Produkte, neuer Prozesse (Business Process Reengineering (BPR))
- Daher muss die Software laufend an die sich ändernden Geschäftsprozesse angepasst werden

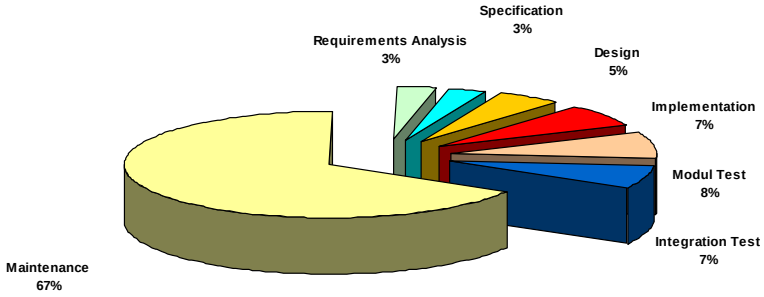
Warum Beschäftigung mit Software Wartung/Evolution?

- „Nevertheless, the industrial track record raises the question, why, despite so many advances, [...]
  - satisfactory functionality, performance and quality is only achieved over a *lengthy evolutionary process*,
  - software maintenance *never ceases* until a system is scrapped
  - software is still generally regarded as the *weakest link* in the development of computer-based systems“.
- [Lehman et al., 1997]

Software Wartung im Vergleich



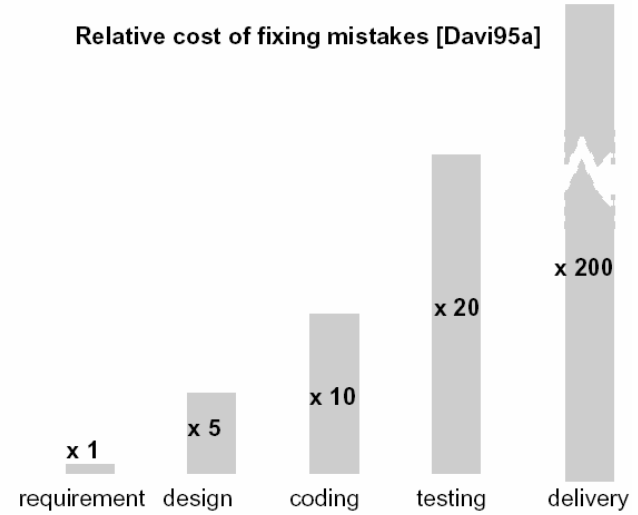
Cost Distribution in the Software Life-Cycle



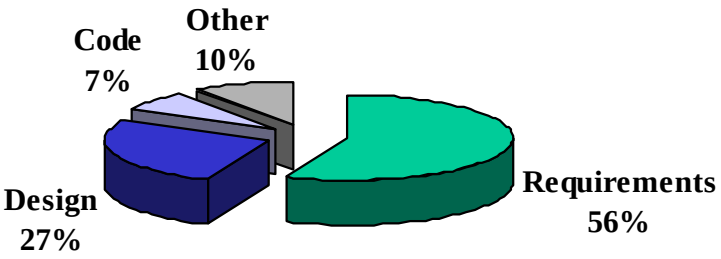
Cost Distribution in the Software-Life-Cycle

Source: Principles of Software Engineering and Design, Zelkovits, Shaw, Gannon 1979

Cost of fixing bugs per phase



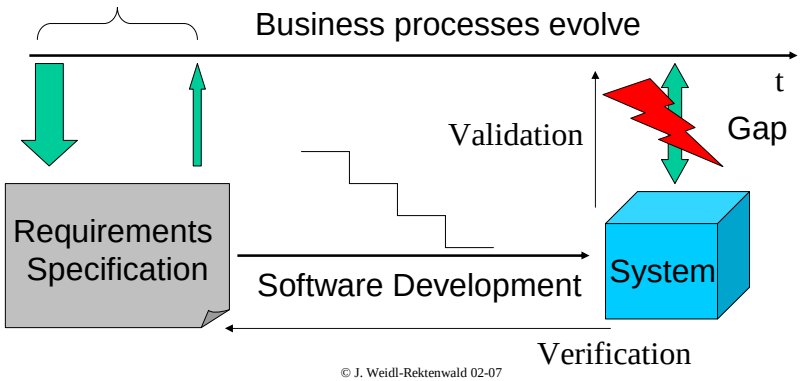
Distribution of Bugs



Source: Klösch/Gall, „Objektorientiertes Reverse Engineering“, Springer

Classic Approach to Software Development

„Requirements Fixing“



Difference software maintenance vs. software development

- Maintenance is similar to software development
  - Some unique skills and processes are employed:
    - Have intimate knowledge of system structure and content
    - Perform impact analysis and know the ripple effect
    - Problem solving skills
      - „Programmers have become part historian, part detective, and part clairvoyant.“ (Corbi 1989)
    - Track and control changes
    - Maintenance Outsourcing
    - Maintenance Cost Estimation

[Internet]

Software Wartung: Definition

Definition: Software Wartung

- *Nach IEEE Std. 610.12-1990 bzw. IEEE Std. 1219-1998*
- Software Wartung ist die Modifikation eines Software-Produktes oder einer Komponente, nach der Auslieferung, mit dem Zweck
  - der Fehlerkorrektur
  - der Verbesserung der Performance oder anderer Systemattribute
  - der Adaptierung an eine geänderte Umgebung

Definition: Software Wartung

- *Nach Barry Boehm*
  - "The process of modifying existing operational software while leaving its primary function intact"
- *Abstrakt*
  - „Preserve the value of software over time"
- Center for Software Maintenance
  - **Software maintenance** is the set of activities, both technical and managerial, that ensures that software continues to meet organizational and business objectives in a cost-effective way.

Allgemeinere Definition [SWEBOK]

- Software Maintenance
  - The totality of activities required to provide cost-effective support to a software system.
  - Activities are performed during the predelivery stage as well as the postdelivery stage.
  - Predelivery activities include planning for the postdelivery operations, supportability, and logistics determination.
  - Postdelivery activities include software modifications, training, and operating a help desk.

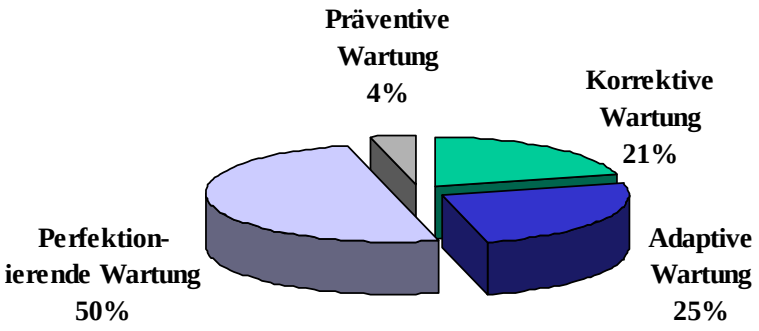
Source: Software Engineering Body of Knowledge, http://www.swebok.org/

Arten der Software Wartung

- ❶ Korrektive Wartung
  - „Bug fixing“; reaktive Natur
- ❷ Präventive Wartung
  - Finden von latenten Fehlern, bevor sie effektive Fehler werden
- ❸ Adaptive Wartung
  - Neue Hardware, Betriebssysteme etc.; neue Anforderungen
- ❹ Perfektionierende Wartung
  - Verbesserungen von Performance und Wartbarkeit (Restructuring, Reverse Engineering, Dokumentationspflege, etc.)
- ❶ + ❷: Corrections /❸ + ❹: Enhancements

Source: Klösch/Gall, „Objektorientiertes Reverse Engineering“, Springer

Arten der Software Wartung



Source: Klösch/Gall, „Objektorientiertes Reverse Engineering“, Springer

Warum ist Software Wartung nicht-trivial?

Motivation

Typische Eigenschaften von Software

- Programme sind nur selten in sinnvolle Modulstrukturen aufgeteilt, und wenn, ist diese Aufteilung meist sehr willkürlich
- Redundanzen in Daten bzw. Funktionen sind ein steter Bestandteil eines Programms
- Die Sichtbarkeitsbereiche von Daten und Funktionen sind meist weiter ausgedehnt aus für das Programm notwendig bzw. überhaupt sinnvoll

Typische Eigenschaften von Software

- Trace Ausgaben sind spärlich, haben keinen Timestamp und keine Quellenangabe
- Durch Änderungen am Code verändert sich das Laufzeitverhalten durch Gleichzeitigkeitsprobleme („race conditions“) nichtdeterministisch
- Dieselbe Methode wird durch ein Flag für unterschiedliche Berechnungen genutzt
- Methoden bleiben bei der Klasse für die sie ursprünglich geschrieben wurden, bei einer Änderung der Funktionalität werden sie nicht zur am Besten geeigneten Klasse verschoben

Typische Eigenschaften von Software

- Variablennamen sind semantisch wertlos
  - int work = 0;
- Variablen werden kontext-abhängig verwendet
  - Fall 1: work speichert Kundennummer
  - Fall 2: work speichert Fakturensumme
- Die Dynamik des Programmdurchlaufs ist während der statischen Code Inspektion nicht oder nur schwer ableitbar

Schwierigkeiten in der Software Wartung

- Missing
  - Development environment (tools, scripts, etc.)
  - Build environment
  - Source code
  - Documentation
  - Design Decisions
  - Domain knowledge
  - Original programmer team / analysts

Schwierigkeiten in der Software Wartung

- Wartung ist ereignisgesteuert (planbar?)
- In der korrektiven Wartung wird nach Meldung eines Fehlers verlangt, die Ursache so schnell als möglich zu finden und den Fehler zu beseitigen (also „quick fix“!), trotz des weiterlaufenden Tagesgeschäftes
- Das Wartungspersonal steht daher meist unter Zeitdruck und das Management und die Dokumentation des Wartungsfalls werden vernachlässigt

Schwierigkeiten in der Software Wartung

- Laufende Wartung erhöht die „Software Entropie“
  - Verklärt
    - Architektur
    - Design
    - Modularisierung
  - Erhöht
    - Abhängigkeiten („Coupling“)
  - Vermindert
    - Orthogonale Trennung („Cohesion“)

Schwierigkeiten in der Software Wartung

- Änderungen an einem Software System sind zwar operativ leicht durchführbar, die Schwierigkeit ist aber, die richtige Änderung durchzuführen - und **nur** diese.

Schwierigkeiten in der Software Wartung

- Viele Probleme der Software Wartung treten erst im Zusammenhang mit großen, alten, komplexen Software Systemen auf, sogenannten „*Legacy Systemen*“.
- Diese sind wurden mit Methoden konzipiert und in Sprachen erstellt, die heute kaum mehr benutzt (und noch weniger gelehrt) werden
  - Strukturierte Analyse, proprietäre Analyseansätze
  - Mumps, CICS, PL/I

State-of-the-Art: „7x24“

- 7 Tage in der Woche 24 Stunden online
- Hardware Hersteller werben mit 99,999 Prozent Verfügbarkeit ihrer Systeme (entspricht 5 Minuten 20 Sekunden Downtime im Jahr)
- Wann werden dann neue Versionen eingespielt?
- Trend zu Applikationsservern, die Wartung zur Laufzeit unterstützen
  - 2. Instanz mit adaptierter Software fährt hoch
  - Die 2. Instanz übernimmt zur Laufzeit
  - Die ursprüngliche Instanz geht außer Betrieb
  - Problem der Datenmigration!

Geschichte der Software Wartung

- Die Wartung von Programmen galt von jeher als *unbeliebte* Tätigkeit im Software Life-Cycle
  - Historisch die Arbeit von neu rekrutierten bzw. nicht so erfahrenen Programmierern
- Das heißt
  - **wenig Know-How**
  - **keine Werkzeuge**
- Folgen
  - **„quick fix“ Modell wird angewandt**
  - **Wartung führt zu noch mehr Fehlern**
  - **Wartung kann aufgrund von steigender Komplexität gar nicht mehr durchgeführt werden**

Evolutionäre Probleme der Software Wartung

- Die Komplexität wächst mit jedem Wartungseingriff
- Daher vergeht zwischen den Wartungseingriffen immer mehr Zeit
- Die Produktivität der Wartungseingriffe sinkt, die Kosten pro Eingriff steigen
- Dies alles geschieht nach Gesetzmäßigkeiten („Laws of Software Evolution“)

Das Pareto Prinzip im Software Engineering bzw. in der Wartung

- 20% der Requirements bedingen 80% der Komplexität
- 80% des Systems sind in 20% der Zeit fertig gestellt
- 20% des Codes beinhalten 80% der Fehler
- 80% der Fehler werden in 20% der Zeit behoben
- Nach Vilfredo Pareto (1848-1923)
  - Italienischer Ökonom und Gesellschaftstheoretiker
  - Dieses Prinzip besitzt auch in vielen anderen Bereichen Gültigkeit (z.B. Zeitmanagement, Verkauf)

POEM - David H. H. Diamond

- The fellow who designed it,
  Is working far away;
  The spec's not been updated,
  For many a livelong day.

- The guy who implemented it is
  Promoted up the line;
  And some of the
  enhancements
  Didn't match to the design.

- They haven't kept the flowcharts,
  The manual's a mess,
  And most of what you need to
  know
  You'll simply have to guess.

- We do not know the reason,
  Why the bugs pour in like rain,
  But don't just stand here gaping,
  Get out there and MAINTAIN.