

XION IT SYSTEMS

AKTIENGESELLSCHAFT

Dresdnerstraße 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 . i t . s y s t e m s . a g



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
 - 06.03., 13.03, 10.04., 24.04., 08.05., 15.05., 29.05.
 - Jeweils Donnerstag, 16:15 - 17:45, pünktlich!
 - EI 4 Reithoffer Hörsaal

Organisatorisches 2/2

- Übungsteil
 - 1 Übungsbeispiel
 - Gruppenarbeit
 - Abschlusspräsentation in der Xion
- Prüfung
 - Donnerstag, 19. Juni 2008, 16:15 – 17:15, EI 4
- VU Web Page
 - <http://www.infosys.tuwien.ac.at/Teaching/Courses/SWE/swe.html>

Application Services 

Maintenance

Wartung der Anwendungen verbraucht 83% des IT Budget

"Too much money for maintenance. With just 27% of 2004 spending planned for new development, maintenance costs are choking IT productivity."

Gartner, Executive Summary, September 2004

60% des IT-Budget geht auf für Legacy Wartung

"Between 60 and 80 percent of an average company's IT budget is spent on maintaining existing mainframe systems and applications."

Gartner Group, Analyst Report, March 2002

BCS / AS Application Services 11. November 2005 © 2005 IBM Corporation

Application Services 

Legacy

Legacy gibt es (fast) immer und überall

- 70% der weltweiten Geschäftsdaten werden mit COBOL prozessiert
- Es gibt über 200 Milliarden COBOL "Lines of Code"
- 30 Milliarden COBOL Transaktionen werden täglich prozessiert – mehr als alle Zugriffe auf Webseiten

Legacy Modernisierung ist eine strategische Notwendigkeit

"It is clear that new technology will no more replace legacy in total than legacy technology alone will satisfy the needs of today's Web-savvy users. The truth is that modernized legacy applications play a crucial role."

Giga, Analyst Report, September 2002

4 BCS / AS – Application Services 11. November 2005 © 2005 IBM Corporation

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, *Reverse Engineering*
- (3) *Restructuring*, *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

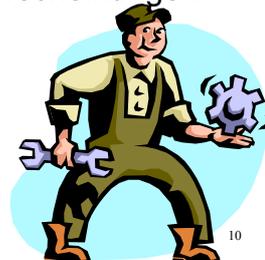
- Suche nach dem Begriff „Software Engineering“ bei amazon.de, Kategorie „Englische Bücher“
 - Treffer: 9218 (2007: 8405; 2006: 1510; 2005: 1405; 2004: 1078)
 - Top Treffer: Software Engineering: Update (Ian Sommerville et al.; 2006)
 - Treffer 2: "A Handbook of Software and Systems Engineering."
 - Treffer 3: "Practical Software Engineering. Analysis and Design for the .NET Platform."
- Suche nach „Software Maintenance“
 - Treffer: 403 (2007: 374; 2006: 90; 2005: 92; 2004: 92)
 - Top Treffer: "Effective Software Maintenance and Evolution: A Reuse-Based Approach" (Stanislaw Jarzabek; 2007)
 - Top Treffer 2007: "Macs for Dummies" (Baig; 2006)
 - Top Treffer 2006: "Troubleshooting your PC" (1994)
- Search for „Software Evolution“
 - Treffer: 91 (2007: 81; 2006: 23; 2005: 20; 2004: 15)
 - Top Treffer: „Software Evolution and Feedback. Theory and Practice.: Theory and Practice“ (Nazim H. Madhavji, M. M. Lehmann, und J. Ramil; 2006)
 - Top Treffer 2007: „The Old New Thing. Practical Development Throughout the Evolution of Windows“ (Chen et al.; 2007)
 - Treffer #7/2007: "Successful Evolution of Software Systems" (Yang et al.; 2003)
 - Top Treffer 2006: „Software Engineering: Evolution And Emerging Technologies: 130“ von K. Zielinski (26. Dez. 2005!)

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

9

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“)



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

10

Annäherung an den Begriff „Software Wartung“

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



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

11

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();

    [...]
```

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

12

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.substring(iZeichPos))>0)  
            break;  
        }  
  
    if (i<vSortDt[ivSortDt].size())  
        vSortDt[ivSortDt].insertElementAt(vtz.elementAt(j),i);  
    else  
        vSortDt[ivSortDt].add(vtz.elementAt(j));  
}  
}
```

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

13

Software ist leicht änderbar?



[JWR 2002]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

14

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?

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

15

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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

16

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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

17

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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

18

„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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

19

Software Wartung vs. Software Evolution

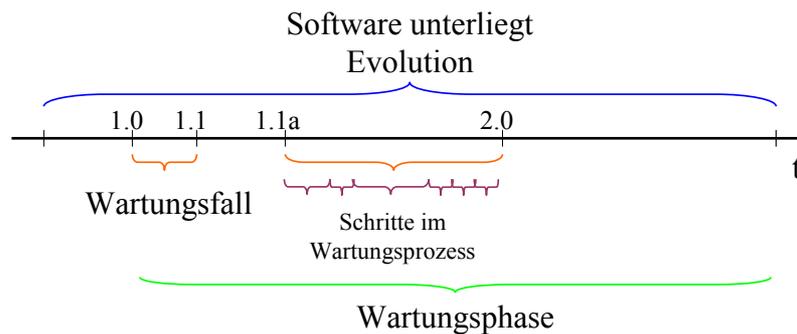
- Software Wartung
 - bezeichnet als **Tätigkeit** eine Änderung an einem Softwaresystem nach dessen Auslieferung (die Durchführung einer Änderung bezeichnet man als „Wartungsfall“)
 - bezeichnet als **Prozess** die Schritte, die in einem Wartungsfall sequentiell durchzuführen sind
 - bezeichnet als **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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

20

Software Wartung vs. Software Evolution



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

21

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

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

22

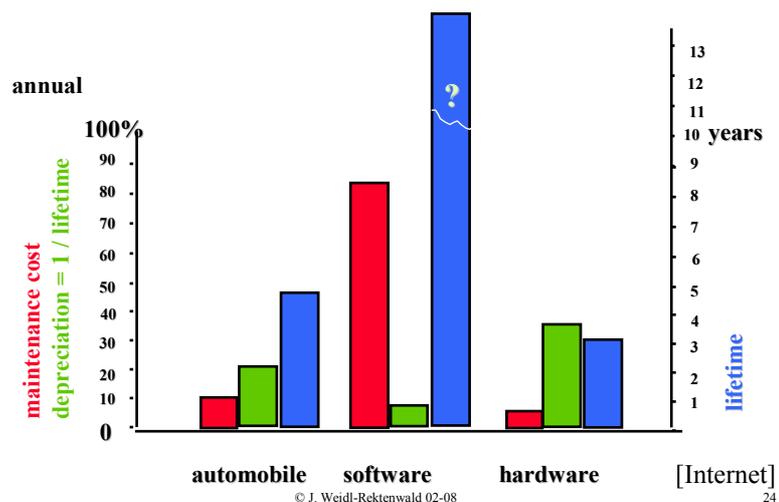
Warum Beschäftigung mit Software Wartung/Evolution?

- „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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

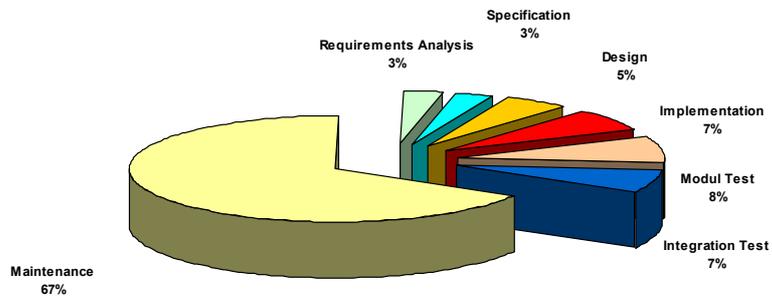
23

Software Wartung im Vergleich



24

Cost Distribution in the Software Life-Cycle

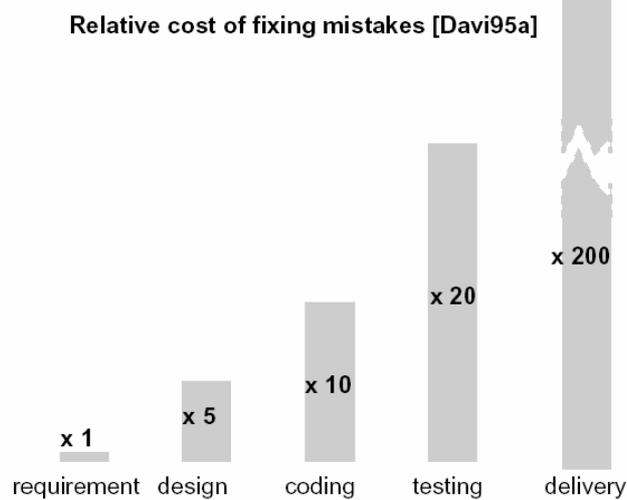


Cost Distribution in the Software-Life-Cycle

Source: Principles of Software Engineering and Design, Zelkovits, Shaw, Gannon 1979
© J. Weidl-Rektenwald 02-08

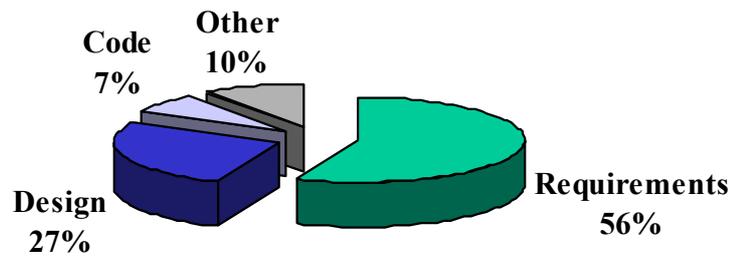
25

Cost of fixing bugs per phase



26

Distribution of Bugs



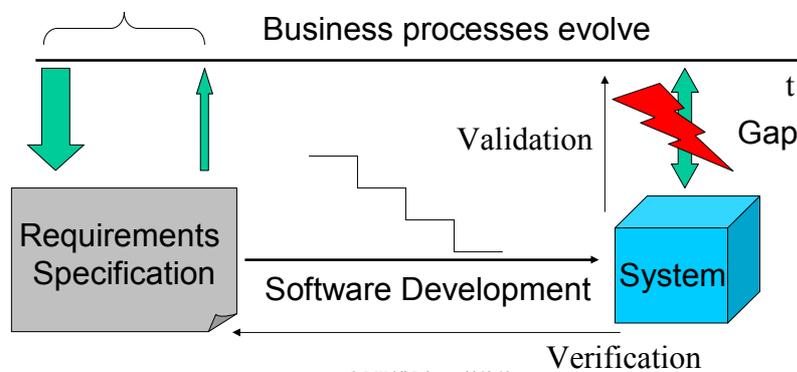
© J. Weidl-Rektenwald 02-08

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

27

Classic Approach to Software Development

„Requirements Fixing“



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

28

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]

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

29

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

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

31

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.

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

32

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.

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

Source: *Software Engineering Body of Knowledge*,
<http://www.swebok.org/> 33

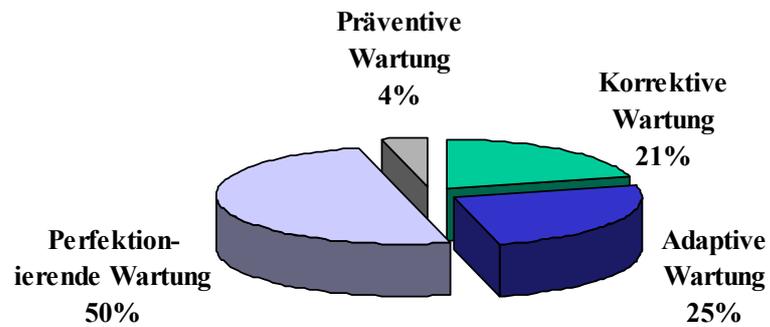
Arten der Software Wartung

- 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

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

Source: *Klösch/Gall*,
„Objektorientiertes Reverse Engineering“, Springer 34

Arten der Software Wartung



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

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

35

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 als für das Programm notwendig bzw. überhaupt sinnvoll

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

37

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

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

38

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 Faktorensomme
- Die **Dynamik** des Programmdurchlaufs ist während der statischen Code Inspektion nicht oder nur schwer ableitbar

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

39

Schwierigkeiten in der Software Wartung

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

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

40

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, so genannten „*Legacy Systemen*“.
- Diese wurden mit Methoden konzipiert und in Sprachen erstellt, die heute kaum mehr benutzt (und noch weniger gelehrt) werden
 - Strukturierte Analyse, proprietäre Analyseansätze
 - Mumps, FORTRAN, 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!

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

45

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**

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

46

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**“)

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

47

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)

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

48

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