

**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 systems . o g



# Software Wartung und Evolution

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

**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 systems . o g




# Lecture 2

## Lecture 2

- Inhalte
  - Aspekte der Software Wartung
  - Aktivitäten der Software Wartung
  - Software Wartungskrise
  - Legacy Systeme
  - Reverse Engineering
    - Redocumentation
    - Design Recovery

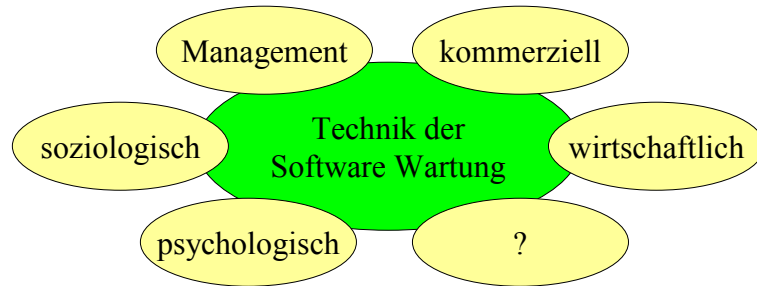
## Aspekte der Software Wartung



Technik der  
Software Wartung

... und das war's?

## Aspekte der Software Wartung



- Berücksichtigung aller Aspekte führt zur *holistischen* Betrachtung von Software Wartung

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

53

## Aspekte der Software Wartung

- Technical
  - Understanding existing code
- Managerial
  - Reactive work context
- Economic
  - Justifying remedial work
- Commercial
  - How to estimate the effort of a change request?

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

54

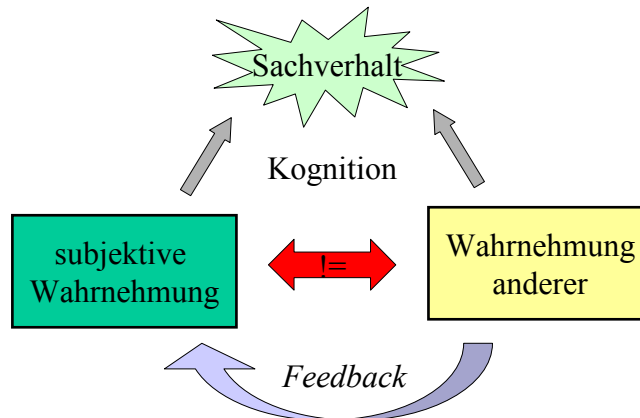
## Aspekte der Software Wartung

- Sociological
  - Second hand / apprentice's work
  - Maintaining morale
- Psychological
  - Hesitate to touch a huge work of art
  - Fear to damage a working system constantly
  - „Kognitive Dissonanz“

## Kognitive Dissonanz

- **Definition (nach L. FESTINGER)**
  - K. D. ist die Bezeichnung für einen unangenehm erlebten Zustand, der aus **widersprüchlichen Erfahrungen oder Einstellungen** in Bezug auf den gleichen Gegenstand hervorgeht und nach einer Veränderung verlangt.
  - Um den als unangenehm erlebten Zustand aufzulösen, müssen neue, **spannungslösende Schritte** eingeleitet werden. Dies lässt sich auf mehrere Arten erreichen, z.B. durch die Suche nach neuen **Informationen**, durch eine Einstellungsänderung, durch ein Handlungsänderung usw.
  - Die Theorie der k. D. beschäftigt sich mit der Verarbeitung von wichtigen Informationen, nachdem eine Entscheidung gefällt wurde.
    - Die Theorie besagt, dass nach einer getroffenen Entscheidung vorzugsweise die Informationen ausgewählt werden, die die Entscheidung als richtig erscheinen lassen, und dass gegenteilige Informationen nicht mehr beachtet werden.

## Kognitive Dissonanz



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

57

## Kognitive Dissonanz: Beispiel

- Sachverhalt: **Die Software funktioniert nicht so, wie sie sollte**
- Wahrnehmung Programmierer: „Ich bin mit dem Programm fertig. Es funktioniert.“
- Wahrnehmung Quality Assurance: „Dieser Testfall funktioniert nicht.“
- Feedback QA: „In ihrem Programm ist ein Bug“
- -> kognitive Dissonanz: „Ich bin fertig und das (weniger das Ergebnis, sondern der Zustand) gefällt mir“ **versus** „Du hast Mist gebaut!“
- Auflösung der KD:
  - „Der Bug liegt sicher nicht bei mir! Fragen sie mal Kollegen X.“
  - „Es steht aber genau so in den Anforderungen! Lesen sie die mal!“
  - „Das ist kein Bug, die User haben es mir so erklärt.“
  - „Sie wissen ja nicht einmal, was ein Bug ist!“
- Kognitive Dissonanz führt also zu einer **Wirklichkeitskonstruktion**, die versucht, die Dissonanz aufzulösen

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

58

## Egoless Programming

- **Über-Identifikation** mit den Artefakten der Arbeit ist ein unerwünschter Nebeneffekt
- -> „Egoless Programming“
- Modern: Extreme Programming mit dem Leitfaden „Embrace Change“ [Kent Beck]
  - Ist psychologisches Problem, nicht rein technisches!

## Beispiel für den psycho-sozialen Aspekt

- aus Petr Kroha „Softwaretechnologie“ [Kroha97]
- **Windows of Opportunity** [Yourdon92] - beschreiben günstigsten Zeitpunkt zur Neuentwicklung eines Softwaremoduls:
  - „der zuständige Programmierer geht in Rente oder kündigt
  - wenn die Komponente extrem gravierende Fehler aufweist und der Programmierer die Suche aufgegeben hat
  - *wenn es endlich möglich ist, den Widerstand leistenden Programmierer zu entlassen.“*

## Kommerzieller Aspekt



Budget, Time-  
to-market



Software  
Qualität

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

61

## Aktivitäten der Software Wartung

## Aktivitäten der Software Wartung

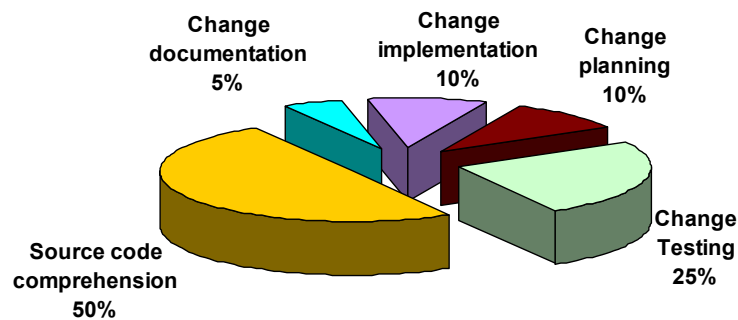
- Analyse bzw. Planung der Änderung
  - Verstehen des Systems, der „Architektur“
  - Source Code Verstehen, Bilden von Hypothesen
  - Verifizieren von Hypothesen
  - Change Impact Analysis
- Implementierung der Änderung
  - Restructuring
  - Change Propagation
- Verifikation und Validierung
- Re-Dokumentation

M  
a  
n  
a  
g  
e  
m  
e  
n  
t

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

63

## Activities in Software Maintenance



### Activities in Software Maintenance

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

64



## Software Wartungskrise

## Software Wartungskrise

- Unter der „Software Wartungskrise“ versteht man die **Unangemessenheit der Prozesse und Werkzeuge**, um den Vorgang der Software Wartung auch für komplexe, umfangreiche Systeme qualitativ hochwertig (ökonomisch und technisch) durchführen zu können.

# Legacy Systeme

## Eigenschaften von Legacy Systemen

- Größe: > 1 Mio. LOC
- Alter: > 10 Jahre
  - Verwendung veralteter Programmiersprache wie COBOL, FORTRAN, PL/I, ...
  - Verwendung veralteter Datenspeicherung, z.B.
    - Flat Files
    - Hierarchische Datenbanken
  - Dokumentation veraltet
- Strategische Bedeutung
  - Bilden kritische Geschäftsprozesse ab – Unternehmen ohne System nicht vorstellbar
  - 7x24 Verfügbarkeit

## Eigenschaften von Legacy Systemen

- Kosten
  - Wartungskosten bei Legacy Systemen typischerweise über 95% der Gesamtkosten
- Systemumgebung
  - Limitierte Hardwareressourcen
  - Begrenzte Anbindungsmöglichkeiten an Kommunikationsprotokolle (Middleware - z.B. CORBA, ESB)
- Komplexität
  - Neue Anforderungen können im System nicht mehr verwirklicht werden
  - Unzufriedenstellende Performanz (z.B. Transaktionsrate)

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Kroha97]

69

## Probleme bei der Ablöse von Legacy Systemen

- Das neue System muss **funktional äquivalent** zum alten System sein
- Das neue System muss zusätzlich alle **aktuellen Anforderungen** implementieren
- Die **Daten** der Legacy Applikation müssen übernommen werden
- Die neue Applikation soll **State-of-the-art Techniken** verwenden (Datenbank, 3-Tier, Objektorientierung, Middleware, AOP, SOA, ESB, Clustering, etc.)
- Die **Ausfallszeit** durch die Ablöse soll minimal sein

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Kroha97]

70

## Gründe für das Scheitern von Legacy Neuimplementierungen

- Um die Mittel bewilligt zu bekommen, müssen **umfangreiche Erweiterungen** direkt mit der Migration versprochen werden
- Neuentwicklung dauert lange – in der Zwischenzeit **ändern** sich die Anforderungen
- Es existieren **versteckte Abhängigkeiten** von vielen Programmen zur Legacy Applikation
- **Politische** Einflüsse verhindern eine Fertigstellung
- Management von Software Großprojekten ist im Allgemeinen schwierig

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Kroha97]

71

## Migration von Legacy Systemen

- Meist inkrementell auf per-Modul Basis
  - Reverse Engineering
  - Restrukturierung und Reuse
  - Entwicklung neuer Komponenten
  - Integration
  - Datenmigration
  - Inbetriebnahme (Installation, Schulung, ...)

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Kroha97]

72

## Beispiel: Technologien Erste Bank

- 1990 waren bei der Ersten Bank Systeme in folgenden Technologien im Einsatz
  - Assembler
  - PL/I
  - Cobol
  - Fortran-TRX
  - TRX-GEN 1/2
  - „Entscheidungstabellen, DELTA, TIMESHARING, DMS1100“
    - » Aus: Spezielle Aspekte der Informationsverarbeitung in der Wirtschaft, W. Konvicka 1995

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

73

## Reverse Engineering

## Reverse Engineering: Definition

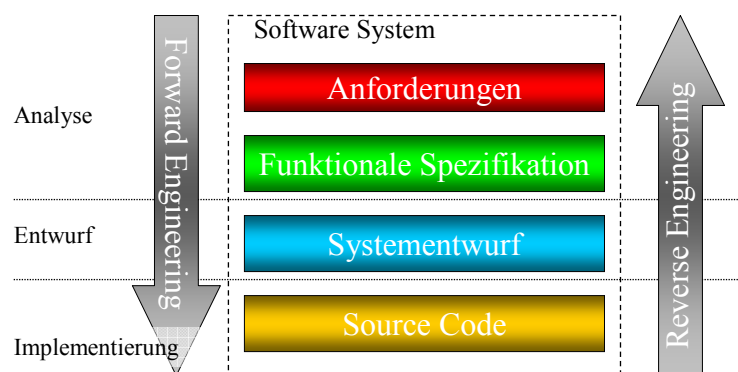
- Unter Reverse Engineering versteht man den Prozess der Analyse eines bestehenden Systems, mit dem Zweck
  - der Identifikation von **Systemkomponenten** und deren Beziehungen untereinander, sowie
  - der Erzeugung von **Darstellungen** des untersuchten Systems auf unterschiedlichen, höheren Abstraktionsstufen.

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Chikofsky/Cross]

75

## Forward- und Reverse Engineering

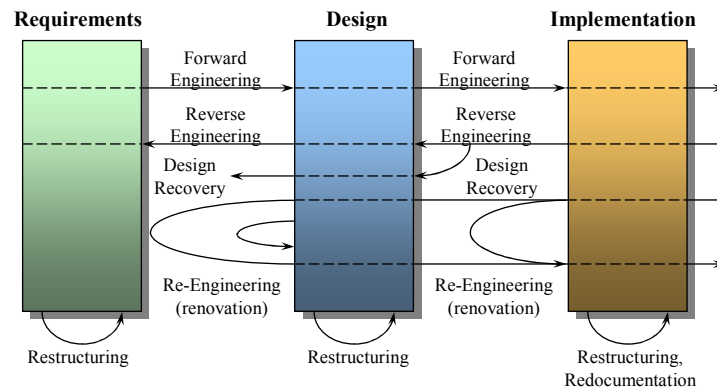


© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Klösch/Gall95]

76

# Reverse Engineering Terminologie



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

[Chikofsky/Cross90]

77

## Motivation

- Ca. **75%** of software development time and expense goes toward **maintenance**
- Of this, ca. **50%** goes to **understanding** the software and the bug/enhancement
- Consequently, we want to devise tools and techniques to support improved understanding of software

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

78

## Difficulties

- Dimensions
  - application domain (what) and program (how)
- Information
  - Specific (machine-level) and abstract (design-level)
- Formality
  - Formal structure of programs and informal human understanding

## Reverse Engineering verlangt Wissen

- Programmiersprache
  - Syntax
  - Semantik
- Programmierung (Algorithmen, Datenstrukturen, Patterns, ...)
- Application Domain („Domänenwissen“)



## Reverse Engineering: Subprozesse

- Redocumentation
- Design Recovery

## Redocumentation

- Erzeugung oder Überarbeitung von **semantisch äquivalenten Repräsentationen** des Systems innerhalb desselben Abstraktionsniveaus
  - Datenfluss- und Kontrollflussdiagrammen, Cross Reference Listings, etc.
  - Automatisch generiert, meist ohne zusätzliche Informationen

## Design Recovery

- Ist ein Prozess, in dem **zusätzliche Information** verwendet wird, um Abstraktionen des Systems zu generieren u. zw. auf höheren Abstraktionsstufen
  - Wissen über Anwendungsdomäne, informale Beziehungen
  - Wissen von Applikationsexperten über Architektur, Modulstruktur, etc.

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

83

## Design Recovery: Repräsentationen

- Repräsentationen durch Design Recovery
    - Structure Charts
    - Nested Trees
    - Datenflussdiagramme
    - Kontrollflussdiagramme
    - Entity Relationship, ...
    - Informale Beschreibungen des Software Systems
      - Text
      - Diagramme
- Angereichert durch informale Information*

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

84

## Arten von Design Recovery

- Modellbasiert
  - Desire von Biggerstaff [Biggerstaff89]
- Wissensbasiert
  - Basierend auf zentraler Wissensbasis (Repository)
  - Extrahierung von Programmlichés
    - z.B. Sortieralgorithmen, Listen, Bäume
- Formale Methoden
  - Transformation von v.a. COBOL in Z oder Z++
  - siehe ESPRIT Projekt „REDO“
- Objektorientiert
  - Objekt Identifizierung

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

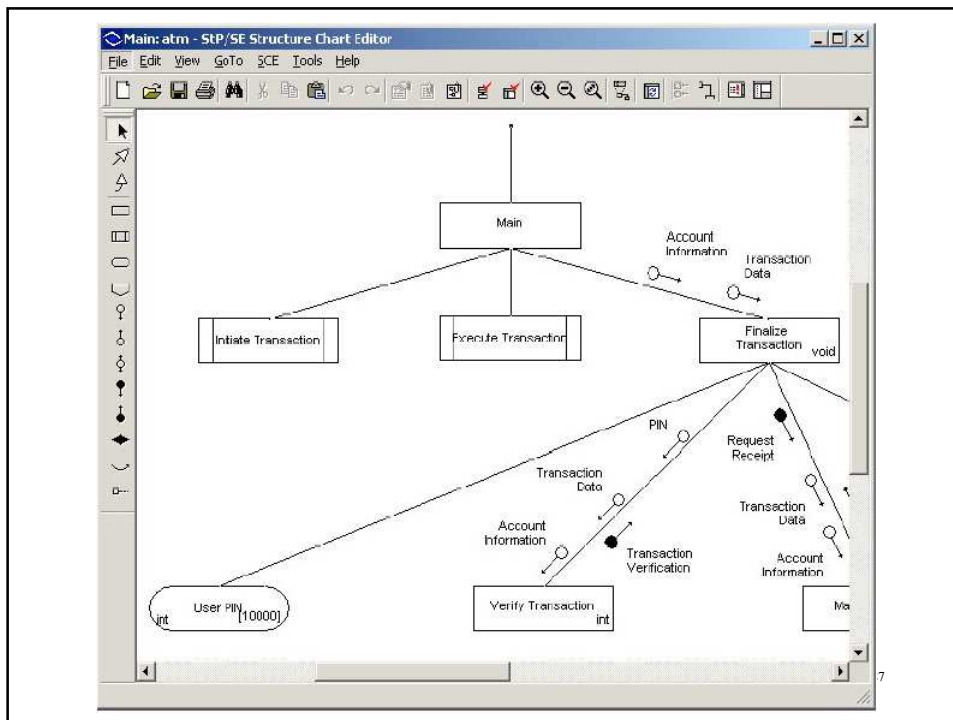
85

## Structure Charts

- Aus dem Strukturierten Design [Coad/Yourdon79]
- Stellen die **Modulstruktur** nach der funktionalen Dekomposition [Parnas72] in einer hierarchischen Form dar
- Beinhalten Information, welche Daten zwischen den Modulen ausgetauscht werden
- Black box Ansicht von Modulen, Verhalten wird durch Input/Output beschrieben
- In UML: Klassen + Event Trace Diagramme

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

86

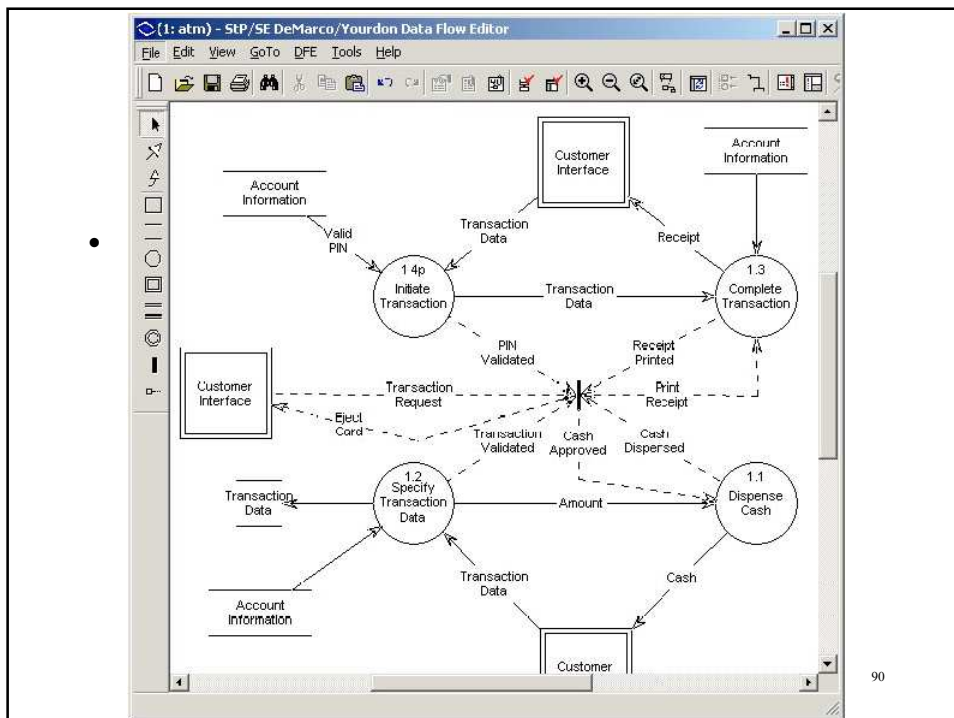


## Nested Trees

- Stellen den impliziten Datenaustausch über globale Variablen dar
- Knoten
  - Repräsentieren Module
- Kanten
  - Repräsentieren die Definition eines Moduls in einem anderen
- Nested Tree ermittelt
  - Verschachtelung der Deklarationen von Prozeduren und Funktionen
  - Kann Gültigkeitsbereich für jede Variable im System darstellen

# Datenflussdiagramme

- Stellen Datenfluss und Datentransformation dar
  - Datentransformation: Ersetzen der formalen Parameter von Prozeduren durch die aktuellen Parameter
- Verschiedene Ansätze zur „bottom-up“ (i.e. reverse) Generierung finden sich in der Literatur
  - z.B. Benedusi, Cimitile und De Carlini [BCD89]



## Kontrollflussdiagramme

- Visualisierung des Kontrollflusses
  - Zwischen Prozeduren
    - Call tree
  - Innerhalb einer Prozedur
    - „Logische Wege“ durch eine Prozedur werden visualisiert
    - Visualisieren die zyklomatische Komplexität (McCabe Metrik)

## Design Decisions

- During design and implementation decisions are made according to specific design rationales
  - Formal representation: Design Decision Tree (DDT)
- Tools for making design decisions persistent during the development process are only in experimental stage
  - Therefore, most of the design decisions almost always have to be extracted when examining existing code
- Reverse engineering design decisions deals with **automated decision extraction and injection**, knowledge repositories, knowledge management

## Ziele von Reverse Engineering

- Beherrschung der System **Komplexität**
- Erzeugen von fehlender oder alternativer **Dokumentation**
- **Wiedergewinnung** verlorener Information
- Erkennung von Seiteneffekten und **Anomalien**
- **Migration** auf eine andere Hardware/Software Plattform bzw. Integration in eine CASE Umgebung
- Erleichterung der Software-Wiederverwendung

## Reverse Engineering Kandidaten

- Schlecht strukturierter Source Code
- Umfassende korrektive Wartung
- Veraltete Dokumentation
- Design Infos fehlen oder sind unvollständig
- Module sind unüberschaubar komplex
- Migration auf eine neue Plattform
- System soll durch ein neues abgelöst werden

## Reverse Engineering: Vorteile

- **Kosteneinsparung** in der Software Wartung
- Ermöglichen weiterer **Software Evolution**
- **Qualitätsverbesserung**
- **Wiederverwendung** von Software Komponenten
- Vorteile im Wettbewerb
- Investitionssicherung

## Reverse Engineering: Probleme

- Umfangreiches Source Code **Volumen**
- Mangelndes **Wissen** über das Programm
- Inkonsistente Entwicklungs**standards**
- Nicht aktuelle oder fehlende **Dokumentation**
- Hohe Redundanz



## Reverse Engineering bzw. Code Comprehension Tools

- Imagix4D (Imagix Corp.)
  - [www.imagix.com](http://www.imagix.com)
- Software Refinery, Refine/C (Reasoning Systems Inc.)
- Sniff+ (Wind River)
  - [http://www.windriver.com/products/development\\_tools/ide/sniff\\_plus/](http://www.windriver.com/products/development_tools/ide/sniff_plus/)
- Source Navigator
  - <http://sourcnav.sourceforge.net>
- Rational Rose
  - <http://www.ibm.com/software/rational>
- Software through Pictures SE (Aonix: StP/SE)
  - [http://www.aonix.com/stp\\_se.html](http://www.aonix.com/stp_se.html)
- Sotograph
  - [www.software-tomography.com](http://www.software-tomography.com)

## Die Tool Falle

- *“A fool with a tool is still a fool”*
  - English proverb
- Give software tools to good engineers. You want bad engineers produce less, not more, poor-quality software.
  - [Davis95]: Principles of Software Development

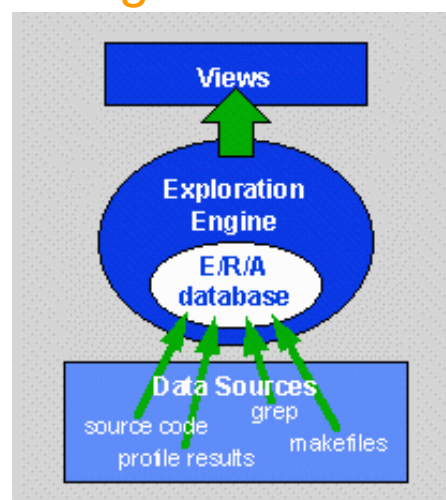
## Imagix 4D: Funktionen

- Only for C/C++
- Provides graphical 3D output of analysed source
- Control Flow Analysis
  - Generation of augmented call graphs
- Annotated Flow Charts
  - Shows the logic flow for complex constructs
- Use Browser
  - Shows where and how a symbol is used
- Automated generation of HTML documentation

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

99

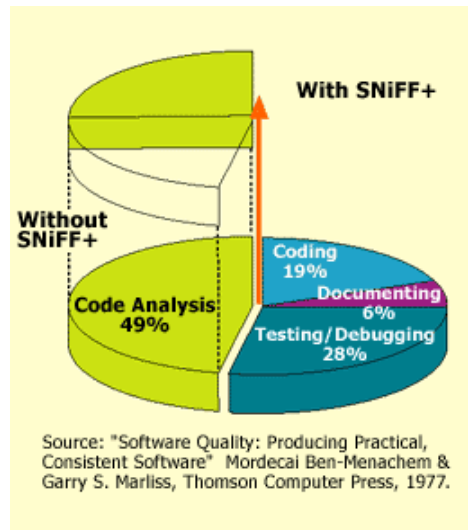
## Imagix 4D: Toolkit



© J. Weidl-Rektenwald 02-08

100

## Sniff+



101

## Sniff+: Funktionen

- Source code editor
- Class browser
- Inheritance hierarchy browser
- Xref – Cross reference browser (uses/used)
- Include browser (Java: imports)
- Retriever – search for symbol names
- Grep
- Interface to debugger, build environment, revision control

© J. Weidl-Rektenwald 02-08

102

## Software Refinery

- Programming-language specific parsers (Fortran, C, Cobol, Ada)
- Standard analyzers (xref, def/use, call tree)
- OO Repository for holding results of analyses
- Wide-spectrum language for writing custom analyses
- Extensions: dialect (parser), intervista (GUI)