Grundlagen Software Engineering

Wiederverwendung

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 1

Inhalt

- Zur Problematik
- Wiederverwendbarkeit und Wiederverwendung
- Technik
- Organisation
- Management
- Kosten/Nutzen der Wiederverwendung
- Einführung der Wiederverwendung

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 2

Zur Problematik

- Problematik
  - Bei jeder Software-Entwicklung wird in der Regel das »Rad« mehrmals neu erfunden
  - Luxus, der auf Dauer nicht bezahlt werden kann
- /Weber 92/
  - »Die Wiederverwendbarkeit von Produktkonzepten, von Produkten, aber auch von Verfahrensweisen ist das zentrale technologische Konzept in den hochentwickelten westlichen Industrien
  - Mit der Wiederverwendung wird sowohl eine Kostensenkung als auch eine Qualitätsverbesserung der Produkte angestrebt.«

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 3

Zur Problematik

- »Diese Vorgehensweise, bei der darauf verzichtet wird, existierende Produkte als Komponenten zu verwenden und für jedes Produkt und jede zu entwickelnde Komponente die Marktchancen vor ihrer Entwicklung abzuschätzen, ist – so kann man es wohl sagen – industrielle Steinzeit.«

☐ *»Golden Rule of Reuseability:*

- *Before you can reuse something, you need to*
- *1st find it*
- *2nd know what it does*
- *3rd know how to reuse it.«*

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 4

Zur Problematik

- Ziele der Wiederverwendung
  - Signifikante Produktivitätserhöhung
  - Qualitätsverbesserung der Produkte
  - Verkürzung der Entwicklungszeit
  - Reduzierung der Kosten

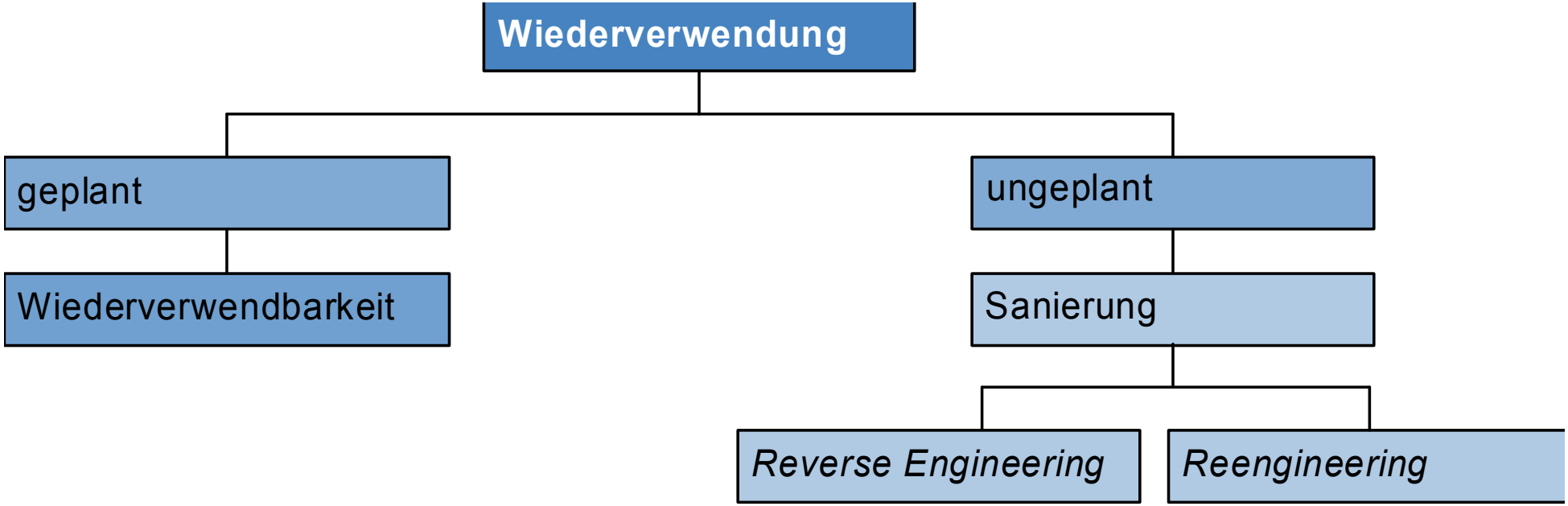
Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

- Wiederverwendbarkeit *(reuseability)*
  - Erstellen und Bereitstellen wiederverwendbarer Software
- Wiederverwendung *(reuse)*
  - Einsatz wiederverwendbarer Software
  - Hochgradig wiederverwendbare Software-Komponenten erleichtern die Wiederverwendung dieser Komponenten
- Voraussetzungen: Optimales zusammenwirken von
  - Technik
  - Organisation
  - Management

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 6

Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

- Geplante vs. ungeplante Wiederverwendung



Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

- Heute: Ungeplante Wiederverwendung
  - Vorhandene Software-Systeme
    - müssen aufgrund geänderter Hardware- und Systemsoftware-Plattformen und/oder zusätzlicher Produktanforderungen neu erstellt werden
  - Ursprüngliche Systeme
    - nicht so konzipiert, um später in anderen Kontexten wiederverwendet zu werden
  - Einsatz von *Reverse Engineering*, *Reengineering* und Sanierung
    - um Software-Komponenten für Wiederverwendung zu identifizieren und aufzubereiten

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 8

Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

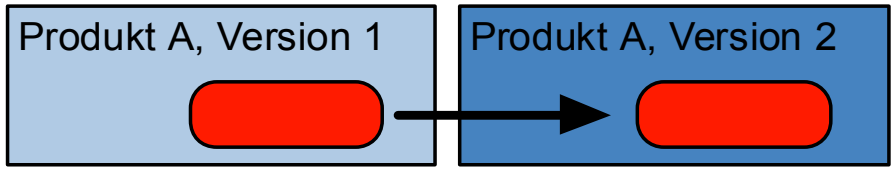
- Geplante Wiederverwendung
  - Software-Komponenten von vornherein so konzipieren, dass sie später gut wiederverwendet werden können
  - Gute Wiederverwendbarkeit bedeutet, dass die Software-Komponenten
    - einen hohen Allgemeinheitsgrad besitzen
    - qualitativ hochwertig sind
    - gut dokumentiert sind
  - Software-Komponente
    - Jedes explizite, physikalisch vorhandene Arbeitsergebnis, das erstellt wurde
    - Jedes Arbeitsergebnis, das eine Problemlösung für spätere Projekte leicht verfügbar macht

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 9

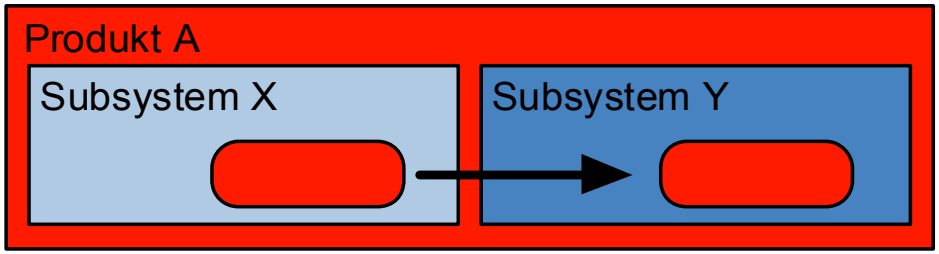
Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

4 Typen der Wiederverwendung

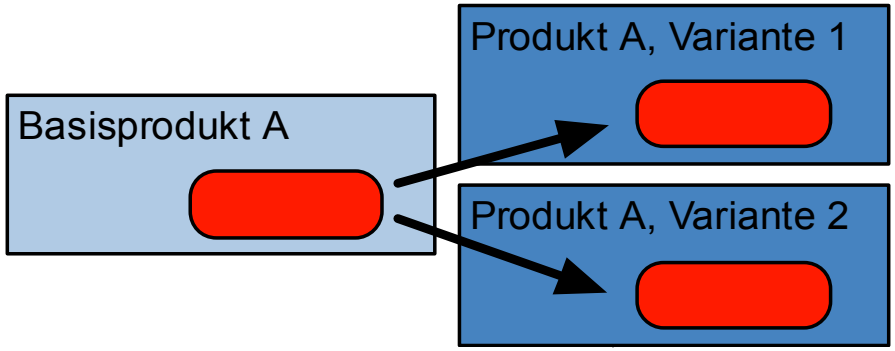
Wiederverwendung bei Versionsentwicklung



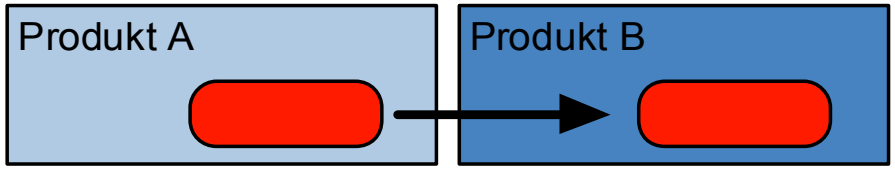
Intraproduktorientierte Wiederverwendung



Wiederverwendung bei Variantenentwicklung



Interproduktorientierte Wiederverwendung



Legende:

Wiederverwendete Komponente

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 10

Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

- Wiederverwendung bei Versionsentwicklung und Variantenentwicklung
  - Bereits gut erschlossen
  - Speziell, wenn Objektorientierung eingesetzt wird
- Intraproduktorientierte und interproduktorientierte Wiederverwendung
  - Findet bisher kaum statt
- Ebenen der Wiederverwendbarkeit
  - Produkt-Definition
  - Produkt-Entwurf
  - Produkt-Implementierung
    - Heute: Vorwiegend Wiederverwendung von Quellcode-Komponenten

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 11

Wiederverwendbarkeit & Wiederverwendung

- Differenzierung nach Anwendungsbereich
  - Vertikale Wiederverwendung
    - In der gleichen Anwendungsdomäne
  - Horizontale Wiederverwendung
    - In verschiedenen Anwendungsbereichen
      - Beispiel: Wissenschaftl. Unterprogramm-Bibliotheken
      - Beispiel: Bibliotheken mit Fundamentalklassen
- Art der Wiederverwendung
  - *white-box*-Wiederverwendung
    - Die Komponenten werden vom Wiederverwender modifiziert, adaptiert und neu getestet.
  - *black-box*-Wiederverwendung
    - Die Komponenten werden nicht geändert

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 12

Technik

- Wiederverwendung in Abhängigkeit vom Abstraktionsniveau
  - Funktionale Abstraktion
    (Funktionen, Prozeduren, Makros)
  - Datenabstraktion
    (abstrakte Datenobjekte und abstrakte Datentypen)
  - Klassen mit Vererbung und Polymorphismus
  - Zusätzlich können alle 3 Abstraktionen auch noch generisch sein
    (außer abstrakte Datenobjekte)

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 13

Technik

- Funktionale Abstraktion
  - \+ Gut geeignet für einige ausgewählte Anwendungsbereiche wie mathematische Bibliotheken
  - – Abstraktionsniveau zu gering
  - – Funktionaler Blickwinkel nicht allgemein genug
  - – Trennung von Wert / Zustand und Bearbeitung
  - – Parametermechanismus zu unflexibel
  - – Generische, funktionale Abstraktion wird nur von wenigen Programmiersprachen unterstützt

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 14

Technik

- Datenabstraktion
  - Attribute und Operationen zu einer Einheit zusammengefasst (Kapselung und Geheimnisprinzip)
  - Dadurch ein Nachteil der funktionalen Abstraktion aufgehoben
  - \+ Gut geeignet für viele Anwendungsgebiete, insbesondere für fundamentale Datenstrukturen wie Keller, Warteschlange, Liste usw.
  - \+ Durch Typparametrisierung hoher Allgemeinheitsgrad und gute Anpassbarkeit möglich
  - \+ Leicht verständlich
  - – Nur anwendbar bei streng typisierten Sprachen
  - – Nicht so allgemein wie die Vererbung

Technik

- Datenabstraktion
  - Trotz der Nachteile umfangreiche Wiederverwendbarkeitsbibliotheken
  - Beispiel: Ada-Bibliothek von /Booch 87/
  - Viele Klassenbibliotheken benutzen ebenfalls keine Vererbung, sondern verwenden nur die Möglichkeiten generischer Klassenkonzepte
- Objektorientierte Komponenten
  - Die besten Möglichkeiten, eine hohe Wiederverwendbarkeit zu erreichen
  - Es kommt jedoch darauf an, diese Möglichkeiten richtig zu nutzen
  - Ein falscher Einsatz kann zum Gegenteil führen

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 16

Technik

- Objektorientierte Komponenten
  - \+ Vererbung erlaubt Spezialisierung durch *black-box*-Wiederverwendung, Originalklasse muss nicht geändert werden
  - \+ Der Anteil neuen Codes minimal, wenn zusätzliche Eigenschaften hinzugefügt werden
  - – Die systeminhärente Komplexität wird zum großen Teil auf die Dynamik des Systems verlagert
  - – Unübersichtliche Vererbungshierarchien, wenn die Vererbung über viele Ebenen geht
- Wiederverwendbarkeit größerer Einheiten
  - Rahmen *(frameworks)*
  - Analyse- und Entwurfsmuster *(patterns)*
  - Halbfabrikate *(componentware)*

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 17

Organisation

- Wiederverwendung
  - nicht automatisch durch Einsatz einer geeigneten Technik
  - muss organisiert werden
- Organisation muss umfassen
  - Aufbau, Einrichtung und Betrieb eines Wiederverwendbarkeitsarchivs
  - Evolutionäre Verbesserung der Wiederverwendung
  - Einbettung der Wiederverwendung in das Prozessmodell

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 18

Organisation

- Wiederverwendbarkeitsarchiv
  - Wiederverwendung scheitert heute oft daran, dass bereits vorhandene Komponenten nicht schnell, sicher und bequem wiedergefunden werden können
  - Beispiel
    - Software-Entwickler möchte Software wiederverwenden
    - Frage an Kollegen nach entsprechend entwickelter Software
    - Erinnerung an ein ähnliches Teilproblem, vor 2 Jahren in einem anderen Projekt
    - Hinweis auf bestimmte Datei in Bandsicherung des damaligen Projekts
    - Suche der Bandsicherung im Archiv

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 19

Organisation

- Nach längerem Suchen Auffinden einer Datei ähnlichen Namens
- Nur kommentierter Quellcode ohne weitere Dokumentation
- Bei Quellcodeübersetzung: damalige Compilerversion nicht mehr aufzutreiben
- Deprimiert wendet sich der Mitarbeiter einer eigenen Problemlösung zu; das Rad wird neu erfunden

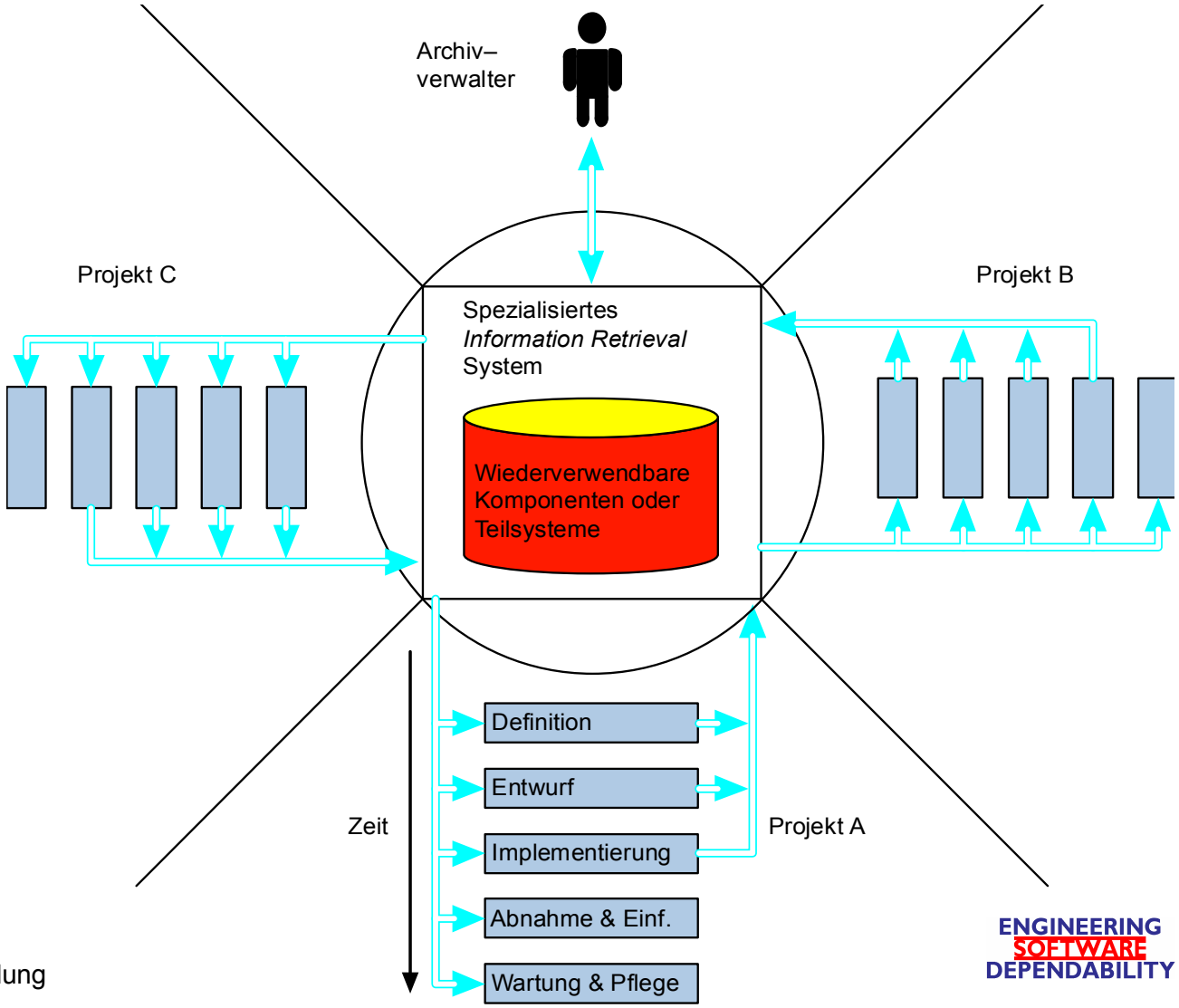
☐ Anforderungen: Wiederverwendbarkeitsarchiv

- Projektübergreifend
- Leicht zugänglich
- Jeder Mitarbeiter muss jederzeit von seinem Arbeitsplatz über Netz darauf zugreifen können

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 20

Organisation

- Konzept eines Wiederverwendbarkeitarchivs



ENGINEERING SOFTWARE DEPENDABILITY

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 21

Organisation

- Wiederverwendbarkeits-Archiv kann sein
  - eigenständiges Archiv
    - mit oder ohne Anbindung an eine CASE-Umgebung
  - integriert in eine wiederverwendungsorientierte CASE-Umgebung
- Zum Wiederfinden muss man vorher konstruktiv etwas tun
  - Wiederverwendbare Komponenten und Teilsysteme müssen klassifiziert werden
- Klassifikation
  - Forschung: Viele Klassifikationssysteme für Ablage und Suche wiederverwendbarer Komponenten
  - Wichtiges Verfahren: Facettenklassifikation

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 22

Organisation

- Dienste einer Archivverwaltung
  - Aufbau der Klassifikationssysteme
  - Klassifizierung und Wiederauffinden der Komponenten und Teilsysteme
  - Export von Komponenten in andere Verwaltungssysteme
  - Import aus anderen Systemen
  - Berichte über die Klassifizierungssysteme und über die Komponenten mit ihren Klassifikationen
  - Nicht nur Verweise auf Quellen, sondern Quellen selbst speichern
    - Ist z.B. das OOA-Modell gefunden,
      dann muss das grafische OOA-Modell zugreifbar sein

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 23

Organisation

- Anforderungen an wiederverwendungs-orientierte CASE-Umgebungen
  - Unterstützung der Montage von Anwendungen aus Komponenten
  - *black-box*-Wiederverwendung
    - Verwaltung einer »nutzt«-Beziehung zwischen Komponente und nutzender Anwendung
      - Dadurch können Änderungen an der Originalkomponente der nutzenden Anwendungen mitgeteilt werden

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 24

Organisation

- *white-box*-Wiederverwendung
  - Jede nutzende Anwendung muss zusätzlich ihre eigene Version aus der Originalkomponente ableiten und weiterentwickeln können
    - Nutzende Anwendung benötigt Testumgebung der Komponente, wie Testrahmen, Testfälle, Testprotokolle
- Online-Verwaltung aller Ergebnisse aller Werkzeuge während des gesamten Entwicklungszyklus
  - Alle müssen mit ihren Beziehungen untereinander manipuliert werden können
- Konfigurations- und Änderungsverwaltung der wiederverwendbaren Komponenten

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 25

Organisation

- Reifegradstufen der Wiederverwendung

  Stufe 1: Ad hoc-Wiederverwendung

  - Wiederverwendung unsystematisch
    - Gelegentlich, in Abhängigkeit von der Arbeitsweise der Projektmitarbeiter, unkoordiniert und in der Regel undokumentiert
    - Regel: kopieren, anpassen und auseinanderlaufen lassen
    - Gemeinsame Versionsführung mit dem Original findet nicht statt
  - Wartung und Fehlerbehebung mehrfach
  - Großteil heutiger Wiederverwendung ist sicher in dieser Weise
  - Immer noch besser als überhaupt keine Wiederverwendung
  - Einfach und nur mit kurzfristigem Nutzen
    - Nutzen wird wieder aufgehoben, wenn sich zu viele nicht dokumentierte Kopien unkontrolliert verbreiten und die Software unwartbar machen

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 26

Organisation

Stufe 2: Wiederverwendung verfügbarer Software

- Durch Umsetzung geeigneter Maßnahmen systematisiert
- Grundlagen für Entwicklung wiederverwendbarer Komponenten werden geschaffen
- Verfügbare und wiederverwendbare Software muss gesammelt und strukturiert dokumentiert werden

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 27

Organisation

- Systemteile, die unterschiedlicher Änderungshäufigkeit unterliegen, werden lokalisiert
  - Varianten und Versionen entsprechender Systeme können effizienter entwickelt werden
- Verfahrensbasierter Zukauf von im Markt verfügbarer Software
  - Software-Entwicklung wird gezielt unterstützt
- Erstellung von modular aufgebauten Software-Systemen
  - Grundlage für die Wiederverwendung von Komponenten dieser Systeme
- Marktübliche und interne Standards werden eingehalten
  - portable Systeme

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 28

Organisation

Stufe 3: Entwicklung für Wiederverwendung

- Software-Entwicklung orientiert sich an Anwendungsdomänen
- Geeignete Infrastruktur für wiederverwendungsorientierte Entwicklung wird aufgebaut
- Software-Komponenten werden erstellt
  - Nicht im Hinblick auf ihren Einsatz in einem Produkt
  - Sondern auf ihre künftigen Verwendungsmöglichkeiten
- Software-Komponenten mit Wiederverwendungspotential werden als inkrementell erweiterbare Halbfabrikate erstellt

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 29

Organisation

- Funktionalität dieser Software kann ohne Eingriff in den Quellcode ausgebaut werden
- Inkrementell erweiterbare Software erleichtert Erstellung von Versionen und Varianten
- Erstellung von Halbfabrikaten kann projektunabhängig oder abgetrennt von anwendungsspezifischen Projektarbeiten geschehen
- Halbfabrikate auf der Grundlage einer Analyse der Anwendungsdomäne
  - Ziel: Domänenmodell, das eine generelle und damit wiederverwendbare Architektur für die Produkte der untersuchten Anwendungsdomäne darstellt

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 30

Organisation

- Weitere notwendige Aktivitäten
  - Einrichtung eines Wiederverwendbarkeits-Archivs
  - Durchführung einer wiederverwendungsspezifischen Aus- und Weiterbildung
  - Schaffung einer entsprechenden innerbetrieblichen Kommunikationsstruktur
    (Bulletin Boards usw.)
  - Bereitstellung von Richtlinien für standardisierte Auswahl, Bewertung und Anpassung von Komponenten

Organisation

Stufe 4: Verwendung von Domänenmodellen und statistische Steuerung des Prozesses

- Entwicklung von Anwendungen mit Domänenmodellen
- Steuerung der wiederverwendungsorientierten Software-Entwicklung auf statistischer Basis
- Für jede wohldefinierte Anwendungsdomäne wird ein Modell bereitgestellt
  - Das Modell soll eine generelle und damit wiederverwendbare Architektur für die Produkte der untersuchten Anwendungsdomäne beschreiben
- Analyse der jeweiligen Domäne erlaubt eine Integration in den Software-Entwicklungsprozess

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 32

Organisation

- Jedes Domänenmodell besteht aus
  - Architektur
  - Menge integrierter Komponenten, den Halbfabrikaten, aus eigenem und kommerziell verfügbarem Bestand
- Schwerpunkt der Software-Entwicklung
  - Modellierung von Anwendungen
  - Nicht Programmierung
- Anwendungen entstehen durch das Montieren von Halbfabrikaten
- Anwendungsentwickler entwickelt nur die anwendungsspezifischen Teile

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 33

Organisation

- Folgende Aktivitäten außerdem
  - Komponentenkreislauf für Entwicklung, Zertifizierung und Benutzung von Komponenten wird installiert
  - Wiederverwendbarkeitsorientierte CASE-Umgebungen werden eingerichtet
  - Projektverlauf wird durch Kennzahlen und Kosten/Nutzen-Modelle statistisch gesteuert
    - Kennzahlen werden aus Messungen ermittelt

Organisation

Stufe 5: Organisationsweite Ausrichtung auf Wiederverwendung

- Aktivitäten aller Unternehmensbereiche vollständig auf Wiederverwendung ausgerichtet
- Anwendungen werden wie in Stufe 4 durch Montage von bereits vorhandenen, weitgehend standardisierten Halbfabrikaten erstellt
- Neu: auch nicht softwareentwickelnde Unternehmensbereiche handeln wiederverwendungsorientiert
- Alle Verkaufsaktivitäten werden unter Berücksichtigung verfügbarer Komponenten ausgeübt.

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 35

Organisation

- Jede Software-Komponente wird als Vermögenswert des Unternehmens betrachtet
- Höhe der Vermögenswerte und Lebenszykluslänge dieser Komponenten finden Eingang in die
  - Entscheidungen der Software-Erstellung
  - strategischen Entscheidungen des Unternehmens

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 36

Organisation

Wiederverwendungsstufen

Stufe	Wiederverwendung in Prozent	Anforderungen
5 Bereichsbezogene Wiederverwendung	80 – 100%	Bereichsanalysen und -architekturen
4 Konsequente Wiederverwendung	50 – 70%	Bibliotheken, Prozesse, Metriken, Training
3 Planbare Wiederverwendung	30 – 40%	Zustimmung und Unterstützung vom Management, Motivations-programme, Bibliotheken
2 Ausschlachten von Altanwendungen	10 – 50%	Glück und Wartungsprobleme
1 Keine oder ad hoc– Wiederverwendung	< 20%	Keine organisatorischen Änderungen

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 37

Organisation

- 3-stufiges Reifegradmodell
  - Praxiserfahrungen im Banken- und Versicherungsbereich

  Stufe I: Wartbarkeit
  - Wiederverwendung innerhalb eines einzelnen Projekts

  Stufe II: Ausgewogenheit
  - Wiederverwendung innerhalb ähnlicher Projekte

  Stufe III: Standardisierung
  - Grundlage für bereichsübergreifende Wiederverwendung

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 38

Organisation

- Wiederverwendungsorientiertes Prozessmodell
  - Notwendige Voraussetzung für Etablierung der Wiederverwendung
  - Alle Entwicklungsphasen:
    - Geeignete Komponenten werden gesucht
    - Neue wiederwendbare Komponenten werden klassifiziert und im Archiv abgelegt
  - Wiederverwendbare Komponenten einsetzbar in
    - Definitionsphase
    - Entwurfsphase
    - Implementierungsphase
  - Intern erstellt oder extern zugekauft

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 39

Organisation

- Ständige Beobachtung des Softwaremarktes erforderlich
- Tätigkeiten beim Kauf von Komponenten
  - Auflistung der heutigen und zukünftigen Anforderungen an die eigenen Anwendungen
  - Prüfung
    - Komponenten ausreichend parametrisiert, um sie an wechselnde Erfordernisse anpassen zu können
    - Können die Komponenten mit CASE- und *Reengineering*-Werkzeugen evaluiert, angepasst und gewartet werden
    - Klärung der rechtlichen Aspekte der Nutzung der Komponenten

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 40

Management

- Wandel der Managementtätigkeiten
  - Software-Manager erhält die Aufgabe, ein Software-Produkt zu entwickeln
  - Heute
    - Kernfrage: »Wie löse ich das Problem mit meinen Ressourcen?«
  - Prognose
    - Kernfrage: »Wo hat bereits jemand ein ähnliches Problem gelöst, und wie bekomme ich die Problemlösung?«
  - Haupttätigkeit des Managements in Zukunft
    - Sicherstellung der Wiederverwendung von Komponenten

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 41

Management

- Wiederverwendbarkeit
  - stellt heute kein primär technisches Problem dar
  - ist ein Organisations- und Managementproblem
  - Wer sich heute dazu entscheidet, mit der Wiederverwendung von Software zu beginnen, kann morgen damit anfangen
- Wiederverwendbarkeitskultur
  - Aufgabe des Software-Managements
    - Bereitstellung einer geeigneten organisatorischen Umgebung
    - Etablierung einer Wiederverwendbarkeits-Kultur

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 42

Management

- Beispiel
  - Mitarbeiter entwickelt Software-Komponente im Rahmen eines Projekts
  - Während der Entwicklung hat er Ideen zur Verallgemeinerung der Komponente für den Einsatz in anderen Kontexten
  - Unter hohem Termindruck wird nur eine projektspezifische Lösung entwickelt
  - Szenario zeigt:
    - In fast allen Software-Unternehmen fehlt der Anreiz für Mitarbeiter, allgemeinere Lösungen zu entwickeln
  - Daher: Entwicklung von Belohnungssystemen für
    - Bereitstellung wiederverwendbarer Komponenten
    - Wiederverwendung dieser Komponenten

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 43

Management

- Beispiel
  - Nippon Novel zahlt jedem Software-Ingenieur 5 Cent pro Codezeile, wenn er eine Komponente in das Wiederverwendbarkeitsarchiv einbringt oder eine Komponente wiederverwendet
  - Der Entwickler einer wiederverwendbaren Komponente erhält für jede Wiederverwendung zusätzlich 1 Cent pro Codezeile
- Beantwortung folgender Fragen vom Management
  - Wer zahlt für die Entwicklung einer wiederverwendbaren Komponente?
  - Wer übernimmt die Wartungsverpflichtung?
  - Was gewinnt derjenige, der eine wiederverwendbare Komponente zur Verfügung stellt?

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 44

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Kosten/Nutzen der Wiederverwendung
- Qualitative Aussagen
  - Faustregel: »Formel 3«
    - Software muss *dreimal entwickelt* werden, bevor sie wirklich wiederverwendbar entwickelt werden kann
    - Bevor die »Früchte der Wiederverwendung geerntet« werden können, muss Software *dreimal wiederverwendet* werden
  - *break-even*-Punkt bei ca. 3 Wiederverwendungen einer gezielt für die Wiederverwendung entwickelten Komponente
  - Danach können die um 30% bis 50 % höheren Entwicklungskosten wieder hereingespielt werden

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- 60% höhere Erstellungskosten:
  - 25% für zusätzliche Verallgemeinerung
    - z.B. Parametrisierung, Entwurf, *review*
  - 15% für zusätzliche Dokumentation
  - 10% für zusätzliches Testen
  - 5% für Archivablage und Wartung

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 46

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Wiederverwendung und Gesamtproduktivität

	0%	25%	50%
Gesamtzeit in MM	81,5	45	32
Anzahl der Mitarbeiter	8	6	5
Kosten je Zeile	40,74	22,5	16
Zeilen pro MM	165	263	370
Ersparnis	0%	45%	61%

  - Es wurden 3 reale Anwendungen mit 10.000 Zeilen COBOL-Code untersucht.

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 47

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Wiederverwendung und Gesamtproduktivität

	0%	10%	30%	50%	80%
Gesamtzeit in MM	200	176	131	89	33
Ersparnis	0%	12%	34%	56%	84%

  - Es wurden Objective-C-Programme mit 20.000 - 30.000 Zeilen untersucht

- Kosten / Nutzen-Verhältnis bei Klassenbibliotheken
  - Bibliotheksbestand wirkt sich gravierend auf die Kosten / Nutzen-Relation aus
  - Sind am Anfang keine Bibliotheksklassen verfügbar, dann wird die Kosten / Nutzen-Relation erst für das 3. Projekt < 1

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 48

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Nutzen überwiegt erst nach Ende des 6. Projekts, wenn
  - Größe einer Bibliothek, beginnend mit 10 Klassen, kontinuierlich wächst, und
  - Entwicklungskosten für wiederverwendbare Klassen doppelt so hoch wie für projektspezifische Klassen sind
- Potentieller Wiederverwender hat höheren Aufwand
  - Er muss eine Komponente suchen, finden, verstehen, installieren, testen, parametrisieren und integrieren
  - Gewählte Komponente kann ungeeignet sein
- Aufwand kann sich lohnen, da Entwickler den Eigenentwicklungsaufwand oft stark unterschätzen

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 49

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Japanische Erfahrungen
  - Nicht primär eine Frage der Technik
  - Seit Ende der 80er Jahre hat Wiederverwendung eine hohe Priorität
  - Ergebnisse durch straffe Organisation und strikte Einhaltung von Methoden
  - NEC
    - 6,7 fache Produktivitätssteigerung
    - 2,8 fache Qualitätsverbesserung im Bereich betriebswirtschaftlicher Anwendungen
    - Erreicht durch
      - Identifikation und Standardisierung von 32 logischen Schablonen und 130 gemeinsamen Algorithmen
      - Strikte Anwendung ihrer CASE-Umgebung

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 50

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Fujitsu
  - Nach Aufbau eines Wiederverwendbarkeitsarchivs Termintreue 70%
  - Vorher nur 20%

☐ Amerikanische Erfahrungen

- Raytheon
  - Analyse und überarbeiteter Entwurf von 5000 im Einsatz befindlichen COBOL-Programmen
  - 50%-ige Produktionssteigerung in 6 Jahren
  - In neuen Systemen durchschnittlich 60% Code wiederverwendet
- Unabhängige amerikanische Studie
  - > 70% kürzere Lieferzeiten durch Wiederverwendung

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 51

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Hewlett-Packard
  - Projekt 1
    - Fehlerreduktion: 51%
    - Produktivitätssteigerung: 57%
  - Projekt 2
    - Fehlerreduktion: 24%
    - Produktivitätssteigerung: 40%
    - Reduktion der Entwicklungszeit: 42%

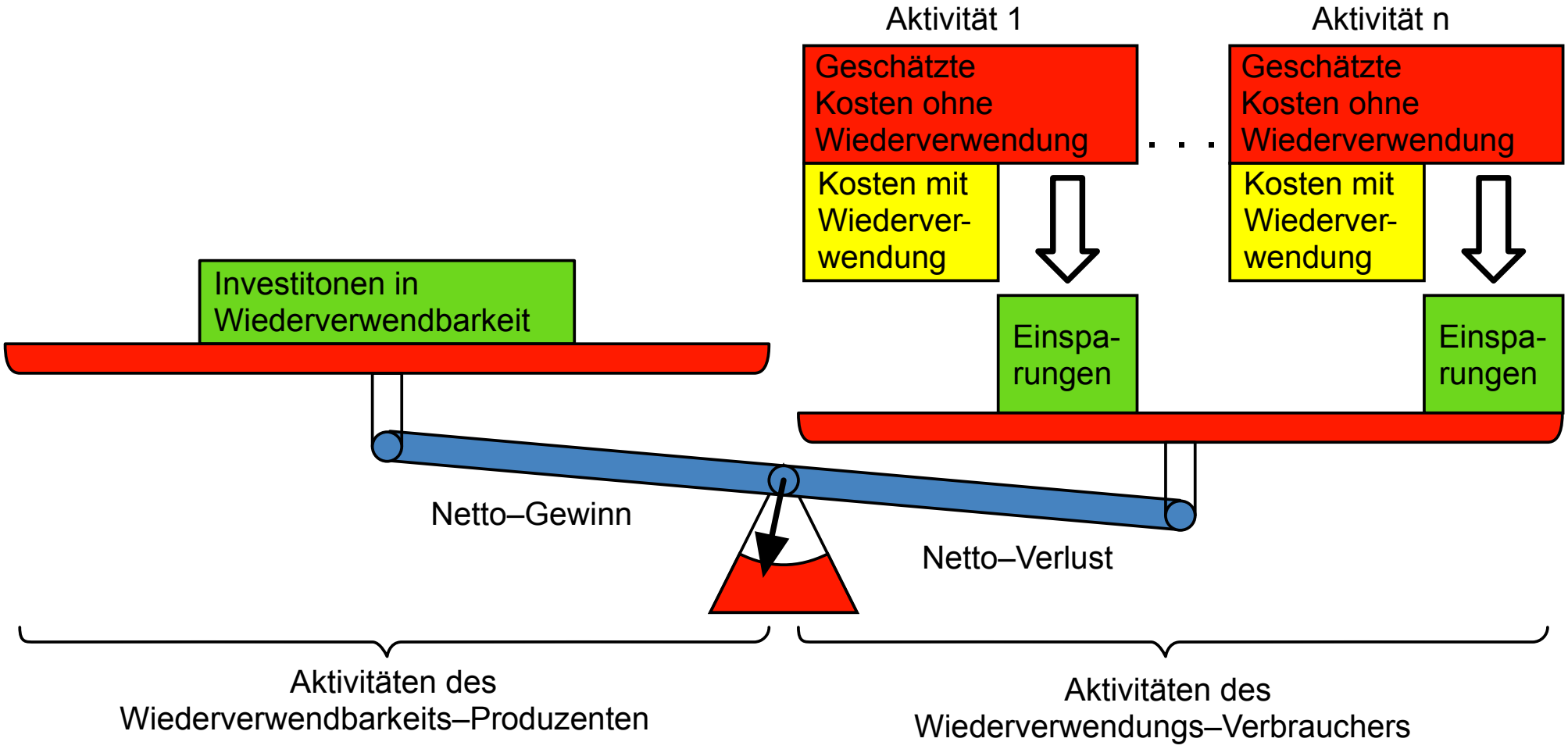
Quantitative Aussagen

- Jede wiederverwendbare Software-Komponente muss als betrieblicher Vermögenswert *(asset)* angesehen werden
- Dann kann Wiederverwendung wie jede andere finanzielle Investition kalkuliert werden

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 52

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Kosten-/Nutzen-Relation der Wiederverwendung



Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Eine Investition in die Wiederverwendung ist kosteneffektiv, wenn K < N
  - K = Gesamtkosten für die Investition
  - N = Einsparungen
- Nutzen N

$$N = \sum_{i=1}^{k} n_i = \sum_{i=1}^{k} (o_i - m_i)$$

  - n_i: Einsparungen für die Aktivität i
  - o_i: geschätzten Koste für die Aktivität i ohne Wiederverwendung
  - m_i: Kosten für i mit Wiederverwendung
  - k: Anzahl der Aktivitäten, die durch die entsprechende Investition tangiert sind

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 54

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Die Kosten/Nutzen-Relation, auch *Return-On-Investment*-Relation genannt, ergibt sich zu

$$R = \frac{N}{K}$$

- R < 1 ist bedeutet Verlust
- R >> 1 bedeutet guten Gewinn
- 3 mögliche Strategien damit R >> 1
  - Anteil der Wiederverwendung erhöhen
  - Durchschnittliche Kosten der Wiederverwendung reduzieren
  - Investitionskosten, die nötig sind, um einen Wiederverwendbarkeitsnutzen zu erzielen, reduzieren

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 55

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Metriken zum Messen der Wiederverwendung:
  6 Kategorien
  - Metriken zur Kosten/Nutzen-Analyse
  - Metriken zur Einordnung in ein Reifegradmodell
  - Metriken zum Grad der Wiederverwendung
  - Metriken zur Berechnung der Wiederverwendungshindernisse
  - Metriken zur Schätzung der Wiederverwendbarkeit einer Komponente
  - Metriken zur Benutzung des Wiederverwendbarkeitsarchivs

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 56

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Metriken zur Einordnung in ein Reifegradmodell
  - Sind im strengen Sinne keine Metriken
  - Es handelt sich vielmehr um Merkmale, die einer Organisationseinheit helfen, den momentanen Reifegrad festzustellen
- Metriken zum Grad der Wiederverwendung
  - Werden benutzt, um den prozentualen Wiederverwendungsanteil zu schätzen und seine Entwicklung über die Zeit zu verfolgen:

$$\frac{\text{Anteil wiederverwendeter Komponenten}}{\text{Gesamtanzahl der Komponenten}}$$

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 57

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Metriken zur Berechnung der Wiederverwendungshindernisse
  - Ermitteln die Misserfolgsfaktoren beim Versuch, Komponenten wiederzuverwenden
  - Misserfolgsfaktoren sind
    - Anzahl Versuche, eine Komponente wiederzuverwenden
    - Komponente existiert nicht
    - Komponente ist nicht verfügbar
    - Komponente wurde nicht gefunden
    - Komponente wurde nicht verstanden
    - Komponente ist nicht gültig
    - Komponente kann nicht integriert werden

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 58

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Jedem Misserfolgsfaktor sind Misserfolgsursachen zugeordnet
  - Dem Faktor »Anzahl Versuche, eine Komponente wiederzuverwenden« sind z.B. folgende Ursachen zugeordnet
    - Ressourcenbeschränkungen
    - Kein Anreiz für die Wiederverwendung
    - Fehlende Ausbildung
- Verwendung einer solchen Metrik
  - Eine Organisation sammelt Daten über Misserfolgsfaktoren und -ursachen
  - Sie benutzt diese Informationen, um die Wiederverwendungsaktivitäten zu verbessern

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 59

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Metriken zur Schätzung der Wiederverwendbarkeit einer Komponente
  - Messen Attribute einer Komponente, die Indikatoren für ihre potentielle Wiederverwendbarkeit sind
  - Schwierigkeiten entstehen dadurch, dass manche Attribute vom Typ der wiederverwendbaren Komponente und der Programmiersprache abhängen

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 60

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Beispiel
  - Für eine hohe *black-box*-Wiederverwendbarkeit von Ada-Komponenten sind folgende Attribute gute Indikatoren
    - Weniger Aufrufe pro Quellcodezeile
    - Weniger Ein-/Ausgabe-Parameter pro Quellcodezeile
    - Weniger Lese-/Schreibanweisungen pro Zeile
    - Mehr Kommentare im Verhältnis zum Code
    - Mehr Hilfsfunktionen pro Quellcodezeile
    - Weniger Quellcodezeilen

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 61

Kosten/Nutzen der Wiederverwendung

- Metriken zur Benutzung des Wiederverwendbarkeitsarchivs
  - Güte des Klassifikationsschemas
    - Kosten
    - Sucheffektivität
    - Verständlichkeit
  - Güte der Komponenten
    - Anzahl der Wiederverwendungen innerhalb von 3 Monaten
    - Beurteilungen über wiederverwendete Komponenten
  - Benutzung des Wiederverwendbarkeitsarchivs
    - Systemverfügbarkeit
    - Anzahl der Benutzer
    - Ausgeführte Archivfunktionen
    - Anzahl verfügbarer Komponenten usw.

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 62

Einführung der Wiederverwendung

- Vorgehensweise
  - Einführung der Wiederverwendung
    - Typische Innovationseinführung mit allen damit verbundenen Merkmalen
  - Orientierung an einem Reifegradmodell der Wiederverwendung
    - 1. Aufgabe: Ermittlung der Ist-Stufe
    - Anschl. Planung, wie man schrittweise die jeweils nächste Stufe erreicht
  - Realistische und messbare Ziele definieren
  - Zeit um Wiederverwendungsgrad von 20% zu erreichen
    - Erfahrungsgemäß mindestens 1 Jahr.

Einführung der Wiederverwendung

- Anforderungen an wiederverwendbare Komponenten dürfen anfangs nicht zu hoch sein
  - Dürfen in ein Archiv nur getestete, einsatzfertige Komponenten, dann trauen sich Entwickler nicht, ihre Software anzubieten
- Lösung
  - Archiv teilen in
    - geprüfte Komponenten
    - bereitgestellte, aber noch zu überprüfende und zu komplettierende Komponenten
- Einführung von Wiederverwendung verbunden mit Investitionen und Veränderungen im Unternehmen

Einführung der Wiederverwendung

- Dauerhafte Praktizierung der Wiederverwendung
  - muss in die Unternehmenskultur einfließen
  - muss täglich geübt werden
- Wandel der Entwicklungstätigkeit
  - Vom schreibenden Entwickler zum lesenden, evaluierenden und kreativ komponierenden Software-Architekten
- Entwickler
  - zeigen deutliche Ressentiments gegen Software, die sie nicht selbst entwickelt haben
  - befürchten schlechtere Qualität und fühlen sich in ihrem kreativen Selbstverständnis getroffen.

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 65

Einführung der Wiederverwendung

- Hindernisse bei der Einführung der Wiederverwendung
  - Ökonomisch
    - Fehlendes *Commitment*
    - Unklare Geschäftsstrategie
    - Investitionshöhe
    - Aufwandsgeschäft
    - Fehlende Nutzungs- und Verwertungsrechte
  - Organisatorisch
    - Im Prozess nicht vorgesehen
    - Verantwortung nicht zugewiesen
    - Fehlender Katalysator
    - Fehlende Infrastruktur

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 66

Einführung der Wiederverwendung

- Soziologisch
  - *Not-invented-here*-Syndrom
  - Widerstand gegen Veränderungen
  - Existenzängste »*Re-Use* ist ein Job-Killer«
  - Selbstverständnis des Entwicklers / geändertes Rollenbild
- Technisch
  - Fehlende Erfahrung mit praktischen Anwendungen
  - Mangelndes *Know-how*
  - Schwächen im *Software-Engineering*-Prozess
  - Fehlende Werkzeuge

© Prof. Dr. Liggesmeyer, 67