Technische Universität Kaiserslautern

Grundlagen Software Engineering

Abnahme und Wartung

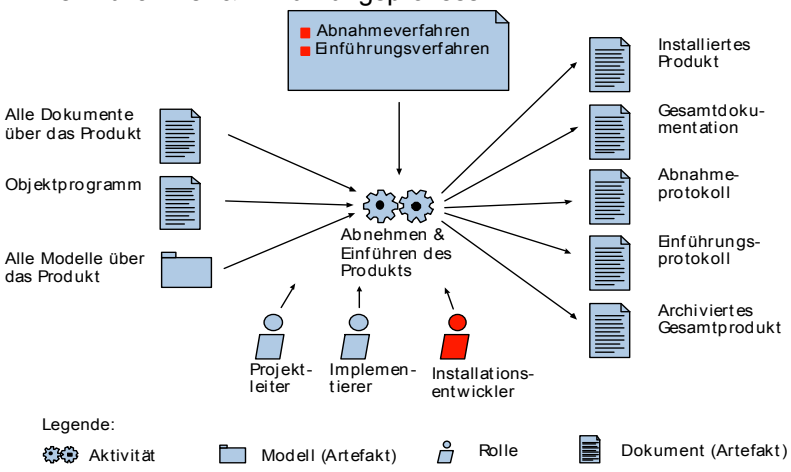
Technische Universität Kaiserslautern

Inhalt

- Die Abnahme- & Einführungsphase
  - Die Abnahmephase
  - Die Einführungsphase
- Die Wartungs- & Pflegephase
  - Aufgaben und ihr Aufwand
  - Wartung vs. Pflege
  - Verbesserung der Pflege
  - Verbesserung der Wartung

Die Abnahme- & Einführungsphase

- Der Abnahme- & Einführungsprozess



Die Abnahme- & Einführungsphase

- Abnahme- & Einführungsphase
  - Das fertig gestellte Gesamtprodukt wird abgenommen und beim Anwender eingeführt, d.h. in Betrieb genommen
  - Ab diesem Zeitpunkt unterliegt das Produkt dann der Wartung & Pflege
  - Eingebettet zwischen Implementierungsphase und Wartungs- & Pflegephase
  - Rolle
    - Installationsentwickler *(deployment manager)*

Die Abnahmephase

- Die Abnahmephase: Tätigkeiten
  - Übergabe des Gesamtprodukts einschließlich der gesamten Dokumentation an den Auftraggeber
  - Mit der Übernahme verbunden ist i. Allg. ein Abnahmetest
  - Innerhalb einer Abnahme-Testserie ist es auch sinnvoll Belastungs- oder Stresstests durchzuführen
  - Das Ergebnis der Abnahmephase ist ein Abnahmeprotokoll

Die Abnahmephase

- Abnahme
  - Nach erfolgreichen Tests durch den Auftraggeber
  - Formale Abnahme: (schriftliche) Erklärung der Annahme (im juristischen Sinne) eines Produkts durch den Auftraggeber
- Externer Auftraggeber
  - Abnahmetest hängt auch davon ab, ob der Auftraggeber das Produkt
    - nur nutzt, aber nicht wartet und pflegt
    - nutzt und selbst wartet und pflegt
  - Welche Alternative der Auftraggeber wählt, sollte bereits bei der Auftragsvergabe bekannt sein
    - Die relevanten Qualitätsmerkmale hängen von der gewählten Alternative ab

Die Abnahmephase

- Produktnutzung
  - Qualitätsmerkmale *Usability*, *Integrity*, *Efficiency*, *Correctness* und *Reliability* sind wesentlich
- Wartung & Pflege
  - Merkmale *Maintainability*, *Testability* und *Flexibility* kommen hinzu
- Abnahmetest
  - Erfüllung der Qualitätsmerkmale prüfen
  - Macht Auftraggeber Wartung & Pflege selbst, dann benötigt er
    - die gesamte Entwurfs- & Implementierungsdokumentation
    - eine sorgfältige Einführung in die Architektur

Die Einführungsphase

- Tätigkeiten
  - Installation des Produkts
    - Einrichtung des Produkts in dessen Zielumgebung zum Zwecke des Betriebs
  - Schulung der Benutzer und des Betriebspersonals
    - Nach der Installation des Produkts sind die Benutzer in die Handhabung des Produkts einzuweisen
  - Inbetriebnahme des Produkts
    - Übergang zwischen Installation und Betrieb

Die Einführungsphase

- Einführungsprotokoll
  - Alle Vorkommnisse, die in der Einführungsphase auftreten, werden festgehalten
- Einführung muss sorgfältig geplant werden
- Umfangreiche Produkteinführungen
  - Wie Innovationseinführungen zu behandeln
    - Allgemeine Charakteristika beachten, die bei Innovationseinführungen eine Rolle spielen

Die Einführungsphase

- Umstellung
  - Zeitplanung, u.U. mit Netzplänen
  - Wichtige Aufgabe
    - Umstellung der Datenbestände
    - Manuelle Karteien müssen oft erst aufbereitet oder zusammengestellt werden, bevor sie für die neue Datenverwaltung erfasst werden können
    - Bei umfangreichen Beständen
      - Für die manuelle Datenerfassung muss Zeit eingeplant werden
      - Je größer der Umfang eines Datenbestandes ist, desto früher ist eine Umstellung erforderlich
      - Eine hohe Änderungsintensität spricht für eine späte Umstellung

Die Einführungsphase

- Größtes Problem: Übertragung »lebender« Datenbestände z.B. Lagerdateien
  - Hier muss zu einem bestimmten Zeitpunkt oder zu mehreren Zeitpunkten umgestellt werden
- Achtung: Zur Erstellung neuer Bestände sind zum Teil eigene Programme erforderlich, die entwickelt werden müssen
- Zu überlegen ist, wie die Richtigkeit der erstellten Datenbestände überprüft werden kann

☐ Inbetriebnahme auf 3 Arten möglich

- direkte Umstellung
- Parallellauf
- Versuchslauf

Die Einführungsphase

☐ Direkte Umstellung

- Es wird unmittelbar von dem alten auf das neue System übergegangen
- Die Benutzung des alten Systems wird gestoppt, um das neue System sofort in Betrieb zu nehmen
- Für die Umstellungsarbeiten wird ein Wochenende oder eine Feiertagsperiode gewählt
- Die direkte Umstellung ohne weitere Vorkehrungen ist risikoreich und sollte vermieden werden

Die Einführungsphase

- Parallellauf
  - Die Bewegungsdaten sowohl im alten als auch im neuen System verarbeitet, so dass die Ergebnisse miteinander verglichen werden können
  - Vorteil
    - \+ Man hat Sicherheit, falls das neue System nicht funktioniert
  - Nachteile
    - – Hohe Kosten
    - – Schwierigkeiten, die durch den Parallellauf zweier Systeme entstehen

Die Einführungsphase

- Versuchslauf
  - 1. Möglichkeit
    - Neues System arbeitet mit Daten aus vergangenen Perioden, so dass die Ergebnisse bekannt sind und überprüft werden können
    - In der Zeit der Versuchsläufe meldet der Benutzer Beanstandungen und Fehler
    - Aktuelle Verarbeitung erfolgt im alten System
  - 2. Möglichkeit
    - Einführung des neuen Systems in einzelnen Stufen, indem verschiedene Funktionsbereiche sukzessiv übernommen werden
    - Dies erleichtert auch die Versetzung von Personal

Die Einführungsphase

- Pilotinstallation
  - Wird ein Software-Produkt für den anonymen Markt hergestellt dann erfolgen vor einer allgemeinen Vertriebsfreigabe eine Reihe von Pilotinstallationen bei Pilotkunden (Betatest)
- Ende der Produktentwicklung
  - Nach erfolgreicher Einführung des Produktes erfolgt die offizielle Freigabe des Produktes
  - Damit ist die Produktentwicklung beendet
- Ergebnisse: Abnahme- & Einführungsphase
  - Gesamtprodukt einschl. Gesamtdokumentation
  - Abnahmeprotokoll
  - Einführungsprotokoll

Die Einführungsphase

- Gesamtprodukt
  - Umfasst alle Produkte bzw. Teilprodukte, die in den vorausgehenden Phasen erstellt wurden
  - Als Grundlage für die spätere Wartung ist es nötig, alle Produkte zu archivieren
    - Wartungsarchiv unterscheidet sich vom Produktarchiv vor allem darin, dass von jedem Produkt verschiedene Versionen aufbewahrt werden müssen
    - Wartungsarchiv kann noch Informationen über die installierten Versionen bei den einzelnen Kunden aufnehmen
  - Teil des Gesamtprodukts
    - Benutzerdokumentation und installiertes System

Die Wartungs- & Pflegephase

- Wartung und Pflege
  - Beginnt mit der erfolgreichen Abnahme und Einführung eines Software-Produkts
- Nach der Inbetriebnahme eine Produktes
  - treten im täglichen Betrieb Fehler auf
  - ändern sich die Umweltbedingungen
    - neue Systemsoftware
    - neue Hardware
    - neue organisatorische Einbettung
  - entstehen neue Wünsche und Anforderungen
    - neue Funktionen
    - geänderte Benutzungsoberfläche
    - erhöhte Geschwindigkeit

Die Wartungs- & Pflegephase

- Alterung von Software
  - Software, bei der nicht ständig Fehler behoben und Anpassungen sowohl an die Umwelt als auch an neue Anforderungen vorgenommen werden, altert und ist irgendwann veraltet
  - Sie kann dann nicht mehr für den ursprünglich vorgesehenen Zweck eingesetzt werden
  - »Software veraltet in dem Maße, wie sie mit der Wirklichkeit nicht Schritt hält« /Sneed 83/

Aufgaben und ihr Aufwand

- 4 Kategorien der Wartung & Pflege
  - korrektive Tätigkeiten
    - Stabilisierung / Korrektur
    - Optimierung / Leistungsverbesserung
  - progressive Tätigkeiten
    - Anpassung / Änderung
    - Erweiterung

Aufgaben und ihr Aufwand

- Stabilisierung / Korrektur
  - Alle Tätigkeiten, die dazu dienen, Fehler zu beheben
  - Fehler, die bereits bei der Entwicklung in das Produkt gelangt sind, oder Fehler, die bei der Wartung neu entstehen
  - Da während der Software-Entwicklung ein allumfassender Test aller Funktionen eines komplexen Produkts oft nicht wirtschaftlich vertretbar ist, wird vielfach nur eine minimale Testabdeckung erreicht

Aufgaben und ihr Aufwand

- Stabilisierung / Korrektur
  - Freigabe mit durchschnittlich 0,2 bis 0,05% Defekten pro 1000 Anweisungen
    - Produkt mit 1 Mio. Zeilen: 50 bis 200 Defekte
    - Nur ein Teil wird vor der Inbetriebnahme entdeckt
    - Die meisten werden erst im Betrieb festgestellt
    - Fehlerbeseitigung verursacht erhebliche Kosten
    - Lokalisierung und Behebung dieser Restfehler:
      - Wartung i.e.S., obwohl eine Restarbeit der Entwicklung
  - Kritisch: Wartungsfehler *(Second Level Defects)*
    - Sie machen bald die Mehrzahl der Fehler aus
    - Ursache: Schlechte Konstruktion und Fehleranfälligkeit des ursprünglichen Produkts

Aufgaben und ihr Aufwand

- Beispiel
  - Anforderungen nur in einem Pflichtenheft
  - Formales Produktmodell weder erstellt noch auf Vollständigkeit, Konsistenz und Eindeutigkeit überprüft
  - Sonderfälle oft übersehen und nicht implementiert
  - Freigegebenes Produkt »läuft« solange, wie Sonderfälle nicht auftreten
  - »Stürzt« das Produkt beim 1. Sonderfall ab, dann wird die Implementierung ergänzt um einen »Ruck-sack« der Art »`if Sonderfall then ...`« usw.
  - Programm wird daher immer unübersichtlicher und schlechter wartbar
  - An unerwarteten Stellen plötzlich Folgefehler

Aufgaben und ihr Aufwand

- Faustregeln
  - Auf 10 Fehler, die vor der Produktfreigabe durch Testen gefunden werden, entfällt 1 Fehler, der nach der Freigabe gefunden wird
  - Es dauert die 4 bis 10fache Zeit, um in einem umfangreichen, im Einsatz befindlichen Software-Produkt einen Fehler zu finden und zu beheben, als in einem Produkt vor oder kurz nach der Freigabe

Aufgaben und ihr Aufwand

- Optimierung / Leistungsverbesserung
  - Frisch eingesetzte Software
    - Unzuverlässig
    - Verbraucht mehr Zeit und Speicher, als zur Erfüllung ihrer Aufgaben erforderlich ist
  - Optimierung selten vor der ersten Freigabe
    - Sobald ein Produkt funktionsfähig ist wird es freigegeben
  - Optimierung bleibt der Wartung vorbehalten
    - Alle Aktivitäten um Leistung zu verbessern
      - *Tuning, Monitoring* und Reduzierung des Speicherbedarf
      - Zum Teil sind auch Restrukturierungen erforderlich, um die Leistungsverbesserungen zu erreichen

Aufgaben und ihr Aufwand

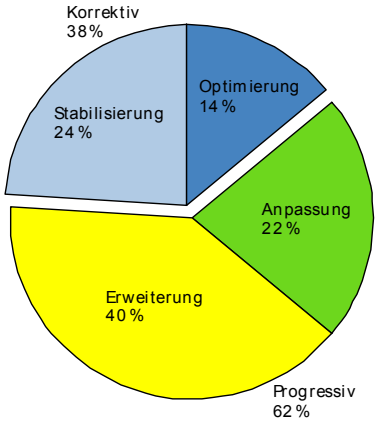
- Anpassung / Änderung
  - Anpassungen werden durch Wandlungen in der Umwelt erzwungen
    - Änderungen in der technischen Umgebung
      - z.B. neue Systemsoftware
    - Änderungen in den Benutzungsoberflächen
      - z.B. modifizierte Fenster oder Formulare
    - Änderungen in den Funktionen
      - z.B. Gesetzesänderungen, neue betriebliche Regelungen

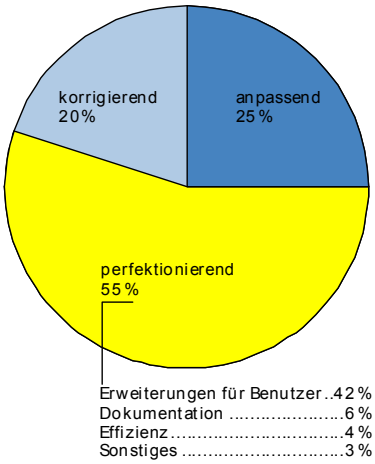
Aufgaben und ihr Aufwand

- Erweiterungen
  - Führen zu einer funktionalen Ergänzung des Produkts
  - Funktionen, die bei der Erstentwicklung vorgesehen oder geplant, aber nicht implementiert wurden, werden eingebaut
  - Oder es ergeben sich neue Funktionen aus den Erfordernissen des Betriebs der Software

Aufgaben und ihr Aufwand

- Aufwandsverteilung





Aufgaben und ihr Aufwand

- Korrigierende Aktivitäten
  - Umfassen das Identifizieren und Korrigieren von
    - Software-Fehlern
    - Leistungsfehlern
    - Implementierungsfehlern
  - Dazu gehören auch »Notfall-Reparaturen«, die sofort ausgeführt werden müssen, um den laufenden Betrieb aufrecht zu erhalten
  - Auch die Korrektur der Implementierung gehört zu diesen Aktivitäten, um sie den spezifizierten Produkt-Anforderungen und Leistungen anzugleichen

Aufgaben und ihr Aufwand

- Anpassende Aktivitäten
  - Dienen dazu, die Software an die sich ändernde Produktumgebungen anzugleichen
- Perfektionierende Aktivitäten
  - Erhöhen die Leistung, verbessern die Kosteneffektivität, Verarbeitungseffektivität und Wartbarkeit
  - Dazu gehören auch Erweiterungen aufgrund von neuen Benutzeranforderungen
- Der meiste Aufwand entfällt auf Anpassungen und Erweiterungen
  - 62% bis 80%

Aufgaben und ihr Aufwand

- Tätigkeitsgruppen
  - Wartungsaktivitäten
    - Stabilisierung
    - Optimierung
  - Pflegeaktivitäten
    - Anpassung
    - Erweiterung

Wartung vs. Pflege

- Wartung
  - Lokalisierung und Behebung von Fehlerursachen von in Betrieb befindlichen Software-Produkten, wenn die Fehlerwirkung bekannt ist
- Pflege
  - Lokalisierung und Durchführung von Änderungen und Erweiterungen von in Betrieb befindlichen Software-Produkten, wenn die Art der gewünschten Änderungen/Erweiterungen festliegt

Wartung vs. Pflege

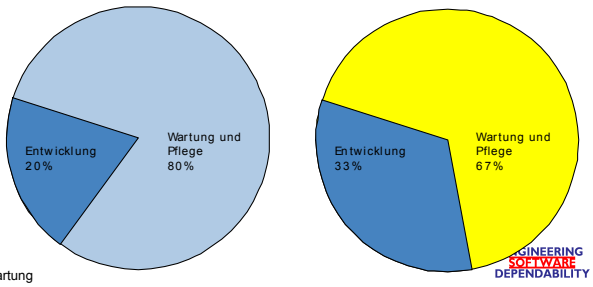
- Charakteristika von Wartungsaktivitäten
  - Ausgangsbasis ist ein fehlerhaftes bzw. inkonsistentes Produkt
  - Abweichungen zwischen Teilprodukten sind zu lokalisieren und zu beheben
  - Die Korrektur einzelner Fehler hat nur begrenzte Auswirkungen auf das Gesamtprodukt
  - Die Fehlerkorrekturen konzentrieren sich i.Allg. auf die Implementierung (Programme)
  - Ereignisgesteuert, d.h. nicht vorhersehbar und daher schwer planbar und kontrollierbar

Wartung vs. Pflege

- Charakteristika von Pflegeaktivitäten
  - Ausgangsbasis ist ein konsistentes Produkt, in das gezielt – unter Beibehaltung der Konsistenz – Änderungen und Erweiterungen einzubringen sind
  - Bandbreite bei Änderungen & Erweiterungen kann von kleinen bis zu großen Modifikationen gehen
  - Änderungen und Erweiterungen sind in allen Teilprodukten durchzuführen
    - Produkt-Definition
    - Produkt-Entwurf
    - Produkt-Implementierung
  - Planbar

Wartung vs. Pflege

- Maintenance
  - USA: Subsummierung von Wartung und Pflege
- Lebenszyklus *(life cycle)* eines Produkts
  - Aufwand für ein Produkt lässt sich aufteilen in
    - den Entwicklungsaufwand
    - den Wartungs- & Pflegeaufwand



Wartung vs. Pflege

- »Faustregeln«
  - Der Aufwand für die Wartung & Pflege ist normalerweise größer als der Entwicklungsaufwand
  - Der Aufwand für die Wartung & Pflege ist typischerweise um einen Faktor von 2 bis 4 größer als der Entwicklungsaufwand für ein umfangreiches Produkt
  - Eine solche Aufwandsverteilung bedeutet
    - Im Extremfall sind von 100 Mitarbeitern einer Software-Abteilung 80 Mitarbeiter mit der Wartung & Pflege »alter« Software beschäftigt
    - Nur 20 Mitarbeiter entwickeln neue Software

Verbesserung der Pflege

- Reduzierung des Wartungs- & Pflegeaufwands
  - Nur Produkt mit hoher Qualität freigeben
    - Verbesserung der Entwicklungsprozesses
  - Produktivitätsverbesserung der Wartung & Pflege
- Trennung von Wartung & Pflege
  - Oft schwierig durchzuführen und durchzuhalten
  - Wenn ein Programm »angefasst« wird, dann werden in der Regel Fehlerkorrekturen, Optimierungen, Anpassungen und Erweiterungen in einem Durchgang ausgeführt
  - Da aber Wartungs- & Pflegeaktivitäten unterschiedliche Charakteristika besitzen, sollte auf jeden Fall eine Trennung erfolgen

Verbesserung der Pflege

- Pflege = Weiterentwicklung
  - Anpassungen und Erweiterungen eines Produkts sind auch charakteristisch für Weiterentwicklungen bzw. für neue Versionen von Produkten sind
  - Es ist daher sinnvoll – abgesehen von minimalen Änderungen – alle Pflegeaktivitäten den normalen Software-Entwicklungsprozess durchlaufen zu lassen
  - Im evolutionären und inkrementellen Prozessmodell
    - Keine Pflegephase mehr, sondern Pflegeaktivitäten werden als Erstellung einer neuen Produktversion angesehen

Verbesserung der Pflege

- Wartungs- & Pflegeaufwand wächst mit
  - dem Alter
  - dem Umfang des Software-Produkts
- Umfang wächst um ca. 10% pro Jahr
  - Bereitstellung zusätzlicher Merkmale und Funktionen trägt vor allem zu diesem Zuwachs bei
  - Ältere Produkte tendieren dazu, umfangreicher und schwerer wartbar zu sein
  - Ab einem bestimmten Zeitpunkt folgende Fragen
    - Soll weiter gewartet und gepflegt werden?
    - Soll das Produkt saniert werden?
    - Soll das Produkt durch ein neues ersetzt werden?

Verbesserung der Pflege

- Sanierung
  - Wirtschaftlichkeit
  - »Lebenserwartung« des alten Produkts
    - Wenn Sanierung, dann spezielle Software-Methoden und -Werkzeuge einsetzen, um die Software-Sanierung ökonomisch durchzuführen

Verbesserung der Pflege

- Konstruktive Maßnahmen: Pflege
  - Software-Produkt soll folgende Qualitätsmerkmale besitzen /DIN ISO 9126/
- Änderbarkeit
  - Aufwand, der zur Durchführung vorgegebener Änderungen notwendig ist
    - Änderungen können einschließen
      - Korrekturen
      - Verbesserungen
      - Anpassungen an Änderungen
      - der Umgebung
      - der Anforderungen
      - der funktionalen Spezifikation

Verbesserung der Pflege

- Analysierbarkeit
  - Aufwand, um Mängel oder Ursachen von Versagen zu diagnostizieren oder um änderungsbedürftige Teile zu bestimmen
- Modifizierbarkeit
  - Aufwand zur Ausführung von Verbesserungen, zur Fehlerbeseitigung oder zur Anpassung an Umgebungsänderungen
- Stabilität
  - Wahrscheinlichkeit des Auftretens unerwarteter Wirkungen von Änderungen
- Prüfbarkeit
  - Aufwand, der zur Prüfung der geänderten Software notwendig ist

Verbesserung der Pflege

☐ Übertragbarkeit

- Eignung der Software, von einer Umgebung in eine ander übertragen zu werden
  - Umgebung kann einschließen
    - organisatorische Umgebung
    - Hardware-Umgebung
    - Software-Umgebung
- Anpassbarkeit
  - Möglichkeiten, die Software an verschiedene, festgelegte Umgebungen anzupassen, wenn nur Schritte unternommen oder Mittel eingesetzt werden, die für diesen Zweck für die betrachtete Software vorgesehen sind

Verbesserung der Pflege

- Installierbarkeit
  - Aufwand, der zur Installierung der Software in einer festgelegten Umgebung notwendig ist
- Konformität
  - Grad, in dem die Software Normen oder Vereinbarungen zur Übertragbarkeit erfüllt
- Anwendbarkeit
  - Möglichkeit, diese Software anstelle einer spezifizierten anderen in der Umgebung jener Software zu verwenden, sowie den dafür notwendigen Aufwand

Verbesserung der Wartung

- ☐ Konstruktive Maßnahmen: Wartung
  - Software-Produkt soll folgende Qualitätsmerkmale besitzen /DIN ISO 9126/:
- ☐ Zuverlässigkeit
  - Fähigkeit der Software, ihr Leistungsniveau unter festgelegten Bedingungen über einen festgelegten Zeitraum zu bewahren
  - Reife
    - Versagenshäufigkeit durch Fallumstände
  - Fehlertoleranz
    - Fähigkeit, ein spezifiziertes Leistungsniveau bei Software-Fehlern oder Nicht-Einhaltung ihrer spezifizierten Schnittstelle zu bewahren

Verbesserung der Wartung

- Wiederherstellbarkeit
  - Fähigkeit, bei einem Versagen das Leistungsniveau wiederherzustellen und die direkt betroffenen Daten wiederzugewinnen
  - Zu berücksichtigen ist die dafür benötigte Zeit und der benötigte Aufwand

☐ Effizienz

- Verhältnis zwischen dem Leistungsniveau der Software und dem Umfang der eingesetzten Betriebsmittel unter festgelegten Bedingungen
- Zeitverhalten
  - Antwort- und Verarbeitungszeiten sowie Durchsatz bei der Funktionsausführung

Verbesserung der Wartung

- Verbrauchsverhalten
  - Anzahl und Dauer der benötigten Betriebsmittel für die Erfüllung der Funktionen

☐ Ziel der Software-Entwicklung

- Erreichen dieser Qualitätsmerkmale

☐ Effektivität der Wartungsaktivitäten

- Wird wesentlich durch die Organisation der Wartung bestimmt
- Geordnete Abwicklung der Wartungsaufgaben
  - Geeignetes Konfigurations- und Änderungsmanagement erforderlich

Verbesserung der Wartung

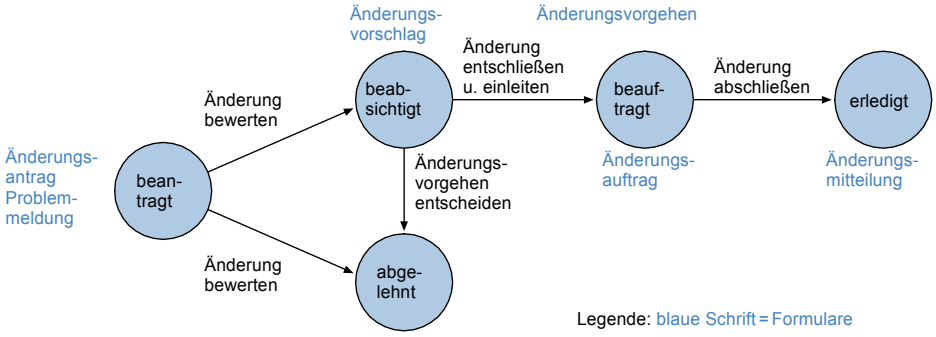
- Änderungsmanagement
  - Erfassung und Verwaltung eingehender Fehlermeldungen, Problemmeldungen und Verbesserungsvorschlägen in Form von Änderungsanträgen/Problemmeldungen
  - Entscheidung über die Bearbeitung von Änderungsanträgen/Problemmeldungen
    - Ablehnung/Annahme
    - Auswahl eines Lösungsvorschlags
    - Berücksichtigung der technischen und zeitlichen Auswirkungen
    - Veranlassungen der Bearbeitung

Verbesserung der Wartung

- Entscheiden
  - ob Wartungs- oder Pflegeaktivität
  - mit welcher Priorität die Fehler bzw. Änderungen durchzuführen sind
- Bei Pflegeaktivität prüfen, ob
  - mehrere Aktivitäten zu einer neuen Produktversion gebündelt werden können.
- Abschluss der Änderung und Information aller Betroffenen
- Jede Änderung hat abhängig von den getroffenen Entscheidungen einen definierten Status

Verbesserung der Wartung

- Mögliche Zustände einer Änderung und zugehörige Formulare



Legende: blaue Schrift = Formulare

Verbesserung der Wartung

- Organisation
  - Wartung eigenständig?
  - Wartung Teil der Entwicklung?
- Eigenständige Wartung
  - \+ Klare Zuordnung der Wartungs- und Entwicklungskosten
  - \+ Entlastung der Entwickler von Wartungsaufgaben und insbesondere von paralleler Durchführung unterschiedlicher Tätigkeiten
  - \+ Qualitativ besserer Abnahmetest durch das Wartungsteam

Verbesserung der Wartung

+ Besserer Kundenservice durch Konzentration auf die Wartung
+ Einstellung spezialisierter Mitarbeiter bzw. gezielte Ausbildung der Mitarbeiter
+ Effizientere Kommunikation zwischen den Wartungsmitarbeitern
+ Höhere Produktivität durch Spezialisierung und zusammenhängende Produktkenntnisse

☐ Organisation einer eigenständigen Wartung:

- Dezentralisiert an den Orten, an denen sich Installationen befinden
- »Feuerwehr«-Team innerhalb der Betriebsorganisation
- Integration in die Benutzerorganisation

Verbesserung der Wartung

– Wartungsarbeiten können ein »schlechtes Image« bekommen, wodurch die Motivation der Mitarbeiter sinkt
– Beim Übergang von Entwicklung zur Wartung geht wertvolles Wissen über das Produkt verloren
– Koordinationsprobleme zwischen Entwicklung und Wartung, insbesondere wenn neue Produkte alte ersetzen
– Die Entwickler müssen nicht die Konsequenzen ihrer Entwicklung tragen
– Die Wartungsmitarbeiter müssen sich aufwendig in die Arbeit einarbeiten
– Eine gleichmäßige Auslastung der Mitarbeiter ist schwierig zu erreichen

Verbesserung der Wartung

- Es gibt keine perfekte Organisation
  - Kompromiss
    - Getrennte Organisationen
    - Die Mitarbeiter »rotieren« aber zwischen beiden Organisationseinheiten
  - Der Erfolg der Wartung hängt weniger von der Software-Technik, sondern vor allem von der Organisation und dem Management ab