Teil V: Projektmanagement
50

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Institut für Software- und Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
Version 20-0.1, 04.07.20

DRESDEN concept
Exzellenz aus Wissenschaft und Kultur

SalesPoint Informationen

Alles zu SalesPoint und zum Praktikum unter :

http://st.inf.tu-dresden.de/SalesPoint/

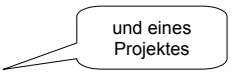
- Bestandteile der Dokumentation von SalesPoint sind:
  - Überblick und Einstieg
  - Technischer Überblick zu SalesPoint
  - Tutorial zu einem Anwendungsbeispiel (FastFood-Restaurant)
  - API-Spezifikation der Framework-Klassen (javadoc) einschließlich der Beschreibung des Anpassungsinterfaces
- Dokumentation zahlreicher studentischer Praktikumsprojekte
- Infos zur Praktikumsdurchführung

Hussmann

Weiterführende Literatur

- [Baker03] F. Terry Baker. 2003. Chief programmer team. Encyclopedia of Computer Science. John Wiley and Sons Ltd., GBR, 209–210. https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/1074100.1074209
- C. Alan Jennings: Robert's Rules for Dummies (For Dummies (Lifestyles Paperback))

50.1 Projektmanagement



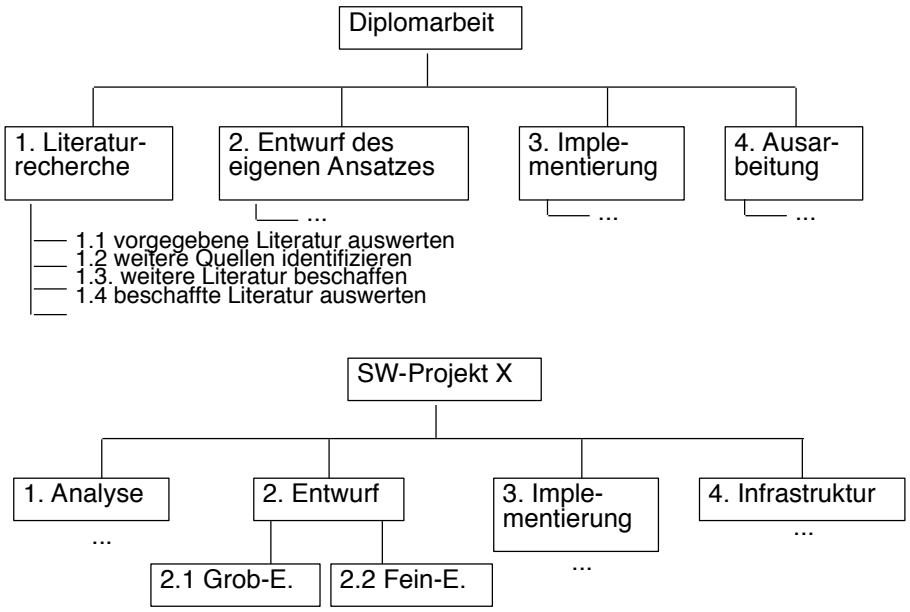
Das Glück des Lebens besteht nicht darin, wenig oder keine Schwierigkeiten zu haben, sondern sie alle siegreich und glorreich zu überwinden.

Carl Hilty, 28.02.1833 - 12.10.1909

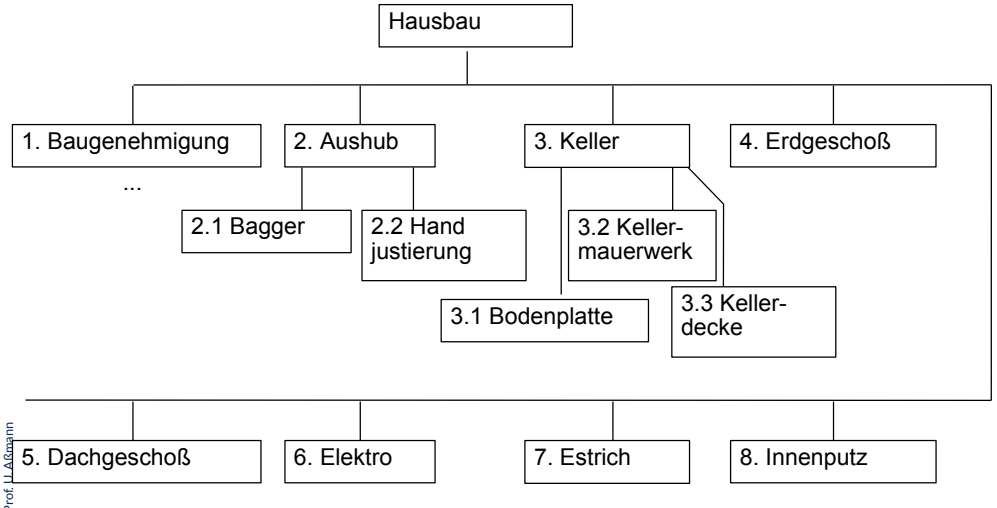
Schweizer Richter und Staatsrechtler, Buchautor und christl. Staatsrechts-Philosoph

Seine Bücher beeinflussten auch K. Adenauer

Projektstruktur (“Work Breakdown Structure”): Beispiele



Hausbau



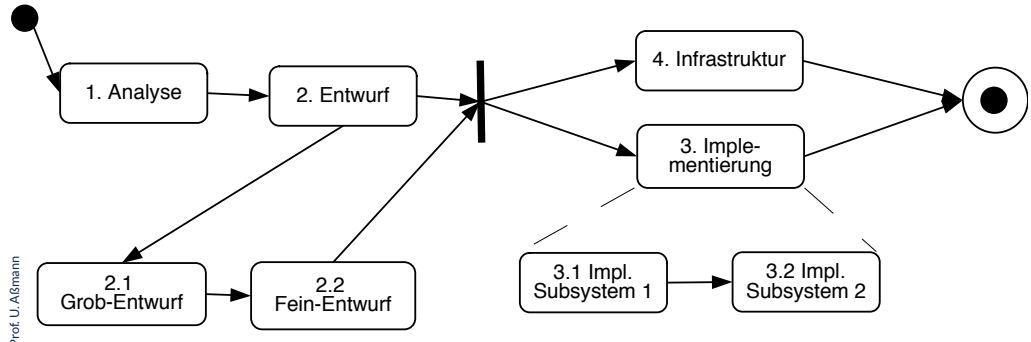
Aufwandsschätzung

- Schätzungen für:
  - relativen Aufwand der Teilaufgaben
  - absoluten Aufwand für Subsysteme
- Faustregeln, Erfahrungswerte
- Techniken der Aufwandsschätzung:
  - Befragung von Entwicklern
  - Klassifikation z.B. durch "Function Point"-Methode
    - Wie viele Teilfunktionen?
    - Wie schwierig ist jede Teilfunktion?
  - Metriken für Spezifikationen
  - "Kalibrierung" durch eigene Erfahrungswerte

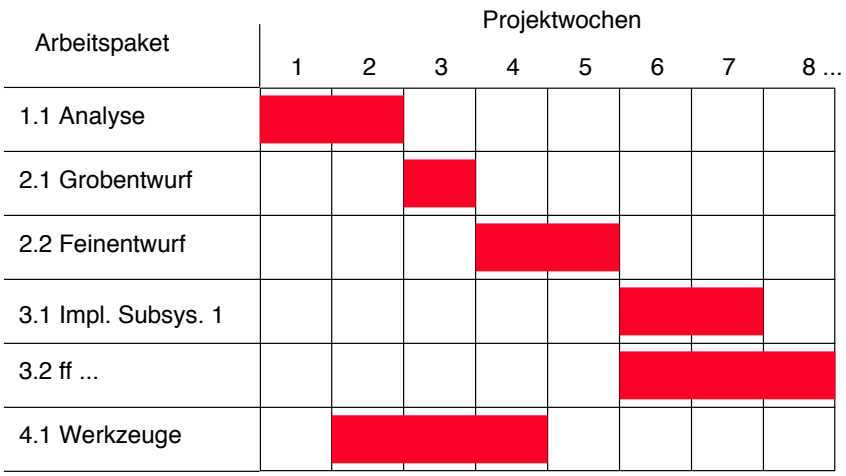
Mehr in Vorlesung „Softwaremanagement“, SS

Abhängigkeiten

- Welche Aktivitäten hängen von Ergebnissen anderer Aktivitäten ab? (Abhängigkeitsgraph)
- Aufwandsschätzung + feste Termine + Abhängigkeiten:
  - Netzplantechniken (z.B. PERT)
  - GANTT-Diagramm
- Beispiel für Abhängigkeiten, erfaßbar in Aktivitätendiagramm:

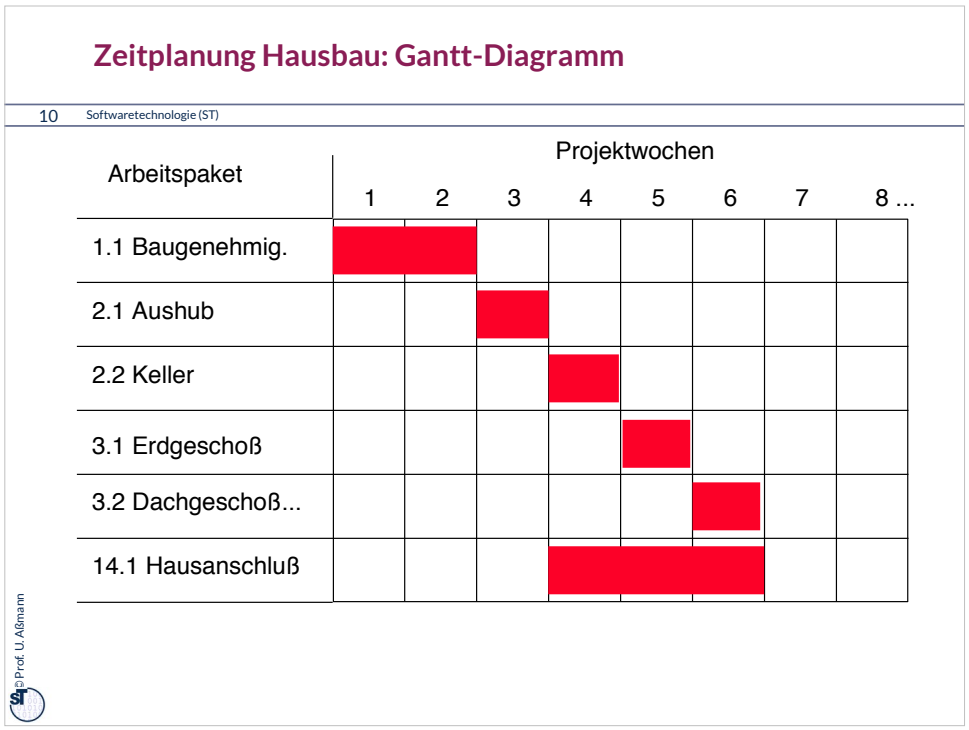


Zeitplanung: Gantt-Diagramm, eine Aktivitätentabelle

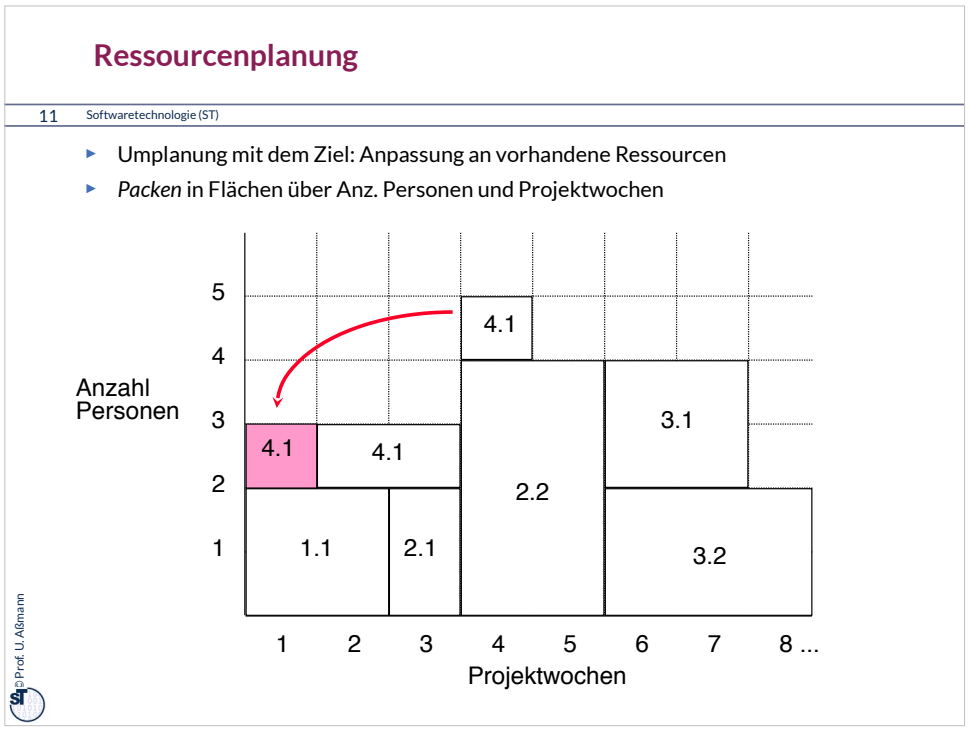


Identifikation *kritischer* und *unkritischer* (4.1, 3.1) Arbeitspakete
(kritisch = Verlängerung verlängert Gesamtprojektdauer)

Henry Gantt soll diesen Typ Diagramme im Verlauf des Ersten Weltkrieges entwickelt haben.



Henry Gantt soll diesen Typ Diagramme im Verlauf des Ersten Weltkrieges entwickelt haben.



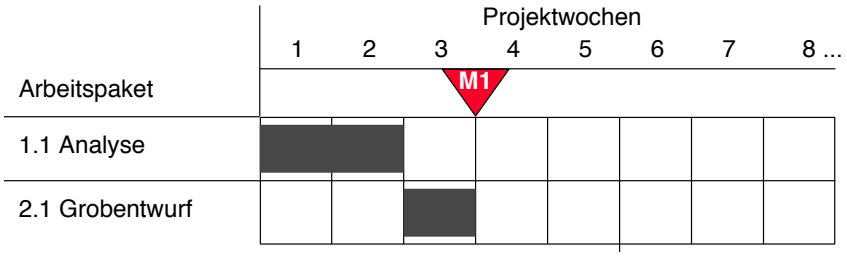
Eine naheliegende4 Optimierung ist, bereits in der 1. Woche mit 4.1 zu beginnen und somit für einen gleichmäßigeren Personalbedarf zu sorgen.

Natürlich muß die Ressourcenplanung auch auf externe Einflüsse, z.B. andere Projekte, abgestimmt sein.

Ressourcen sind neben

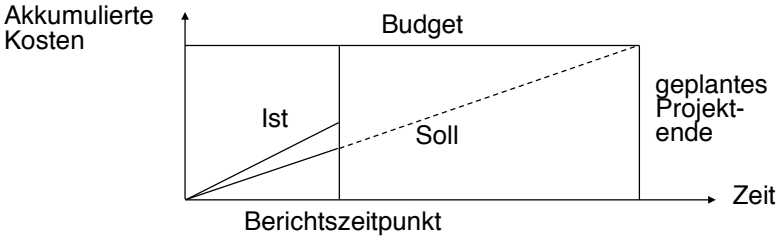
Meilensteine

- Ein *Meilenstein* ist ein klar definiertes Zwischenresultat, an Hand dessen der Projektfortschritt beurteilt werden kann.
- Beispiele:
  - "Anforderungsspezifikation zusammen mit Auftraggeber verabschiedet"
  - "Erster Prototyp lauffähig"
  - Schlechtes Beispiel: "Code zu 50% fertig"
- Meilensteine im Gantt-Diagramm:



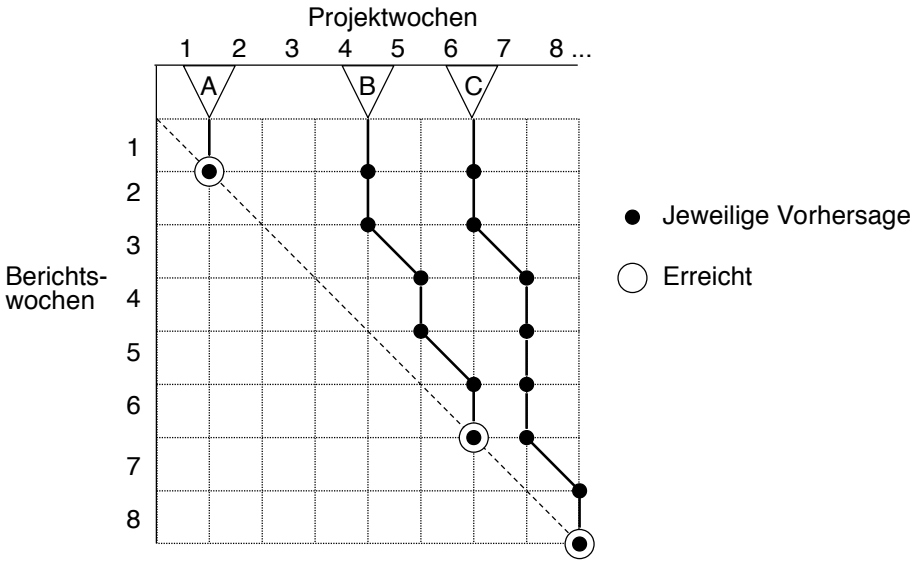
Projektverfolgung

- Das Projektmanagement muß ein "Frühwarnsystem" für eventuelle Probleme betreiben (Projektverfolgung).
- Informationsquellen:
  - Laufende (z.B. wöchentliche) Management-Berichte
  - Arbeitszeit-Kontierung
  - Resultate *(deliverables)*
- Rückkopplung zum Projektteam
  - Regelmäßige Projektbesprechungen
  - Beispiel: Akkumulierter Ressourcenverbrauch



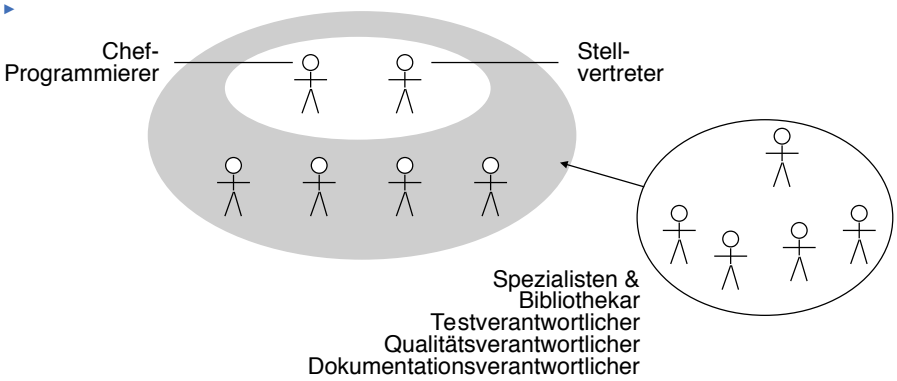
Meilenstein-Trendanalyse

- Anhand jedes Managementberichts sagt das Management die Meilensteine neu voraus



Teamzusammenstellung (Staffing)

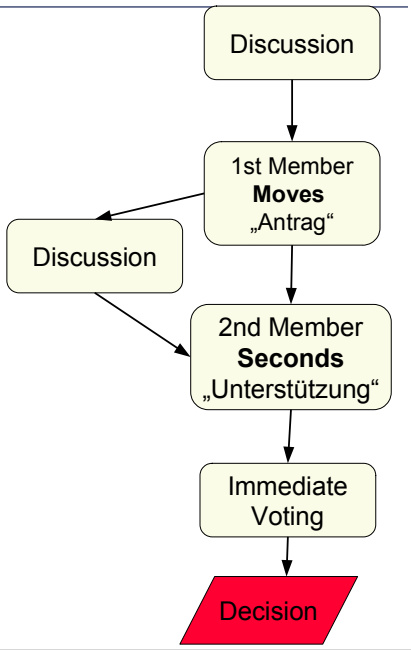
- Regeln für Teamproduktivität:
  - Optimale Teamgröße: ca. 5-7 Personen
  - Gemischte Qualifikationen
  - Team von externer Kommunikation entlastet
  - Große Projekte aus vielen Teams zusammengesetzt
- Harlan Mills / Baker 1972, [Baker03]: *Chefprogrammierer-Struktur*
-



Spezialisten &
Bibliothekar
Testverantwortlicher
Qualitätsverantwortlicher
Dokumentationsverantwortlicher

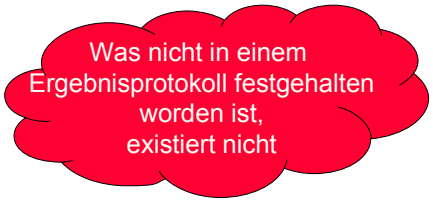
Wie kommt man zu Entschlüssen?
.. durch Robert's Rules of Order

- Demokratische Sitzungen sollten nach “Robert's Rules of Order for Debate” abgehalten werden
  - In USA als “parliamentary procedures” eingeführt, um ineffektive Sitzungen zu vermeiden
  - Jeder Amerikaner kennt sie, denn man lernt sie in der Schule...
- Definierte Schritte in der Sitzung.
  - “**Movement**” (Antrag zur Abstimmung) wird eingeleitet mit “I move for ....”
  - “**Secondment**” Antrag muss von zweitem Teilnehmer bestätigt werden “I second”
  - **Voting** Dann muss sofort über den Antrag abgestimmt werden. Wenn niemand unterstützt, entfällt der Abstimmungsantrag.
- Daneben gibt es etwa 10 weitere Regeln:
  - [Cummings]



Typische Gliederung eines Ergebnisprotokolls

- Name der Sitzung
- Teilnehmer, Moderator, Ort, Zeit
- Tagesordnung
  - Standard-Tagesordnungspunkte:
    - Protokollkontrolle
    - Bericht über den erreichten Stand
    - Einzelaufgaben
    - Nächster Termin
- Ergebnisse
  - gegliedert nach Tagesordnungspunkten (TOPs)
  - Beschlüsse
    - Ziele
    - Einzelaufgaben
    - Allokation von Einzelaufgaben an abarbeitende Personen
  - abgelehnte Anträge
  - vertagte Anträge



Einzelaufgaben *(Action Items, Aktivitäten)*

- Einzelaufgabe *(action item, action point)* besteht aus:
  - Lfd. Nr., Verantwortliche Person
  - Kurztitel
  - Beschreibung
  - Ursprung (Sitzung, auf der Aufgabe definiert wurde)
  - Termin
  - Status (offen, verlängert, erledigt)
- Liste der Einzelaufgaben wird bei **jedem** Treffen durchgegangen und aktualisiert:
  - Welche Aufgaben sind fällig?
  - Was ist das Ergebnis?
  - Was ist weiter zu tun?
    - Termin verlängern
    - Neue Aufgaben definieren
- Können in einem *issue tracker* verwaltet werden (z.B. Mantis.org)

Aufgabenmanagement-Werkzeuge

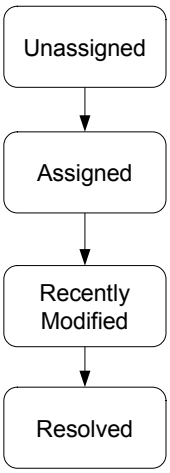
- **Einzelaufgaben (Aktivitäten)** werden in ein AufgabenmanagementäSystem eingetragen (“ticket system”, “issue management system”)
- Lesen Sie sich in den Semesterferien in Mantis ein!

Werkzeug	Status	Webadresse
Bugzilla	Mozilla (OSS)	www.bugzilla.org
Mantis	OSS	http://www.mantisbt.org/
JIRA	Atlassian	http://atlassian.com/software/jira
codeBeamer	IntLand Software	http://intland.com/products/codebeamer/overview/
RedMine	OSS	http://en.wikipedia.org/wiki/Redmine
Team Foundation Server	Microsoft	http://en.wikipedia.org/wiki/Team_Foundation_Server

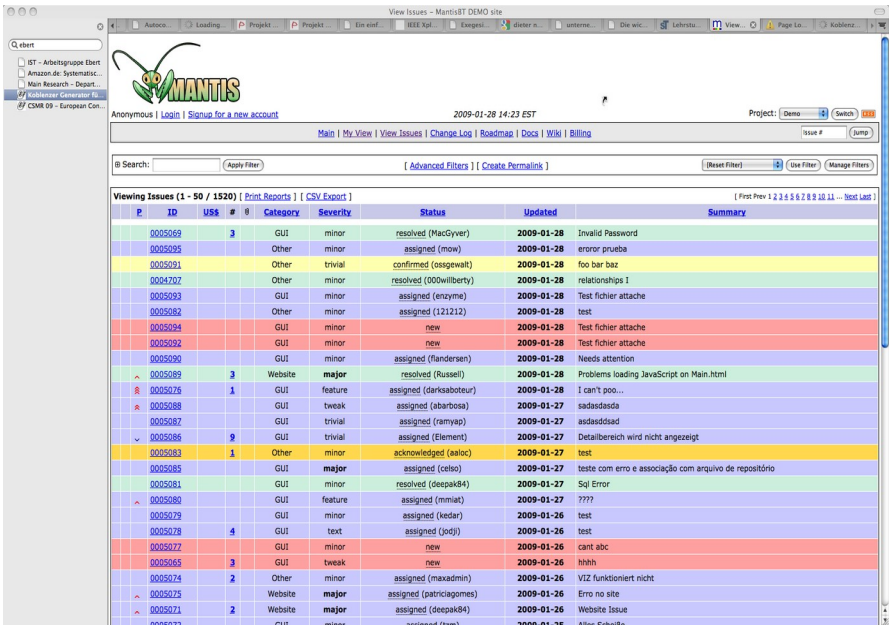
http://en.wikipedia.org/wiki/Comparison_of_issue_tracking_systems

Aufgabenmanagment (Fehler und Änderungen) mit Mantis

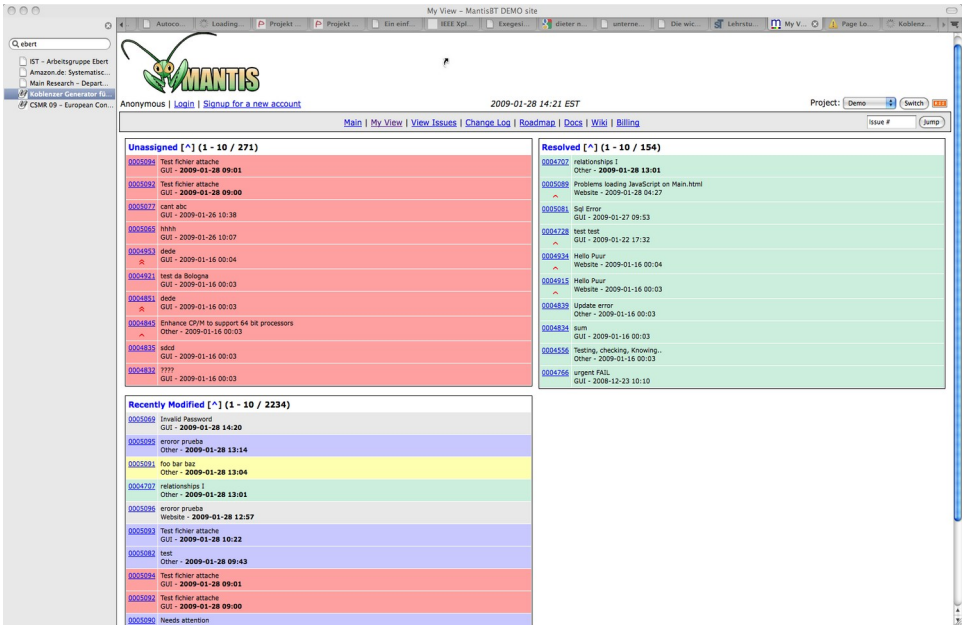
- Mantis ist ein webbasiertes Aufgabenmanagement-System (issue tracking system)
  - Zustandsmaschine für Fehler und Änderungswünsche
  - Generierung von emails über Statusänderungen
  - Visualisierung von Zuständen und Bearbeitern



Überblick über Aufgaben [www.mantisbt.org]

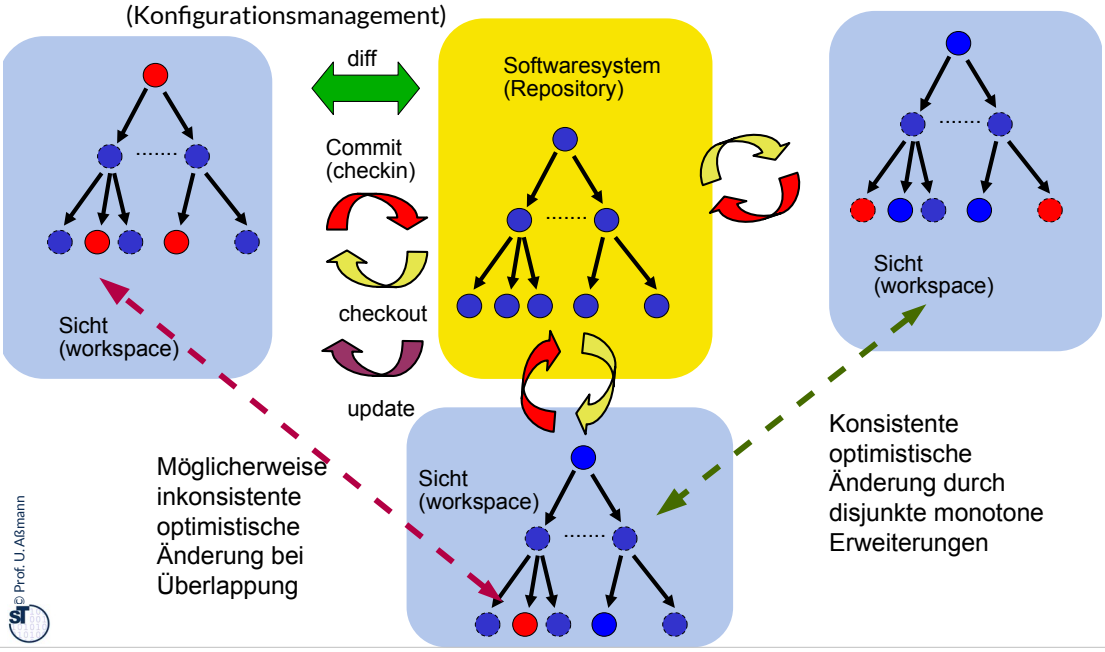


Überblick über Zustände der Aufgaben



Zusammenarbeiten mit Konfigurationsmanagement

- Bei paralleler Bearbeitung müssen Sichten konsistent gehalten werden (Konfigurationsmanagement)



Möglicherweise inkonsistente optimistische Änderung bei Überlappung

Konsistente optimistische Änderung durch disjunkte monotone Erweiterungen

KM-Werkzeuge

Bitte in den Semesterferien einlesen!

	Werkzeug		URL
Dateibaum-basiert	cvs	OSS	http://www.cvshome.org
	git	OSS	Linus Thorvalds, www.git-scm.com
Datenbank-basiert	ClearCase	IBM/Rational	http://www.rational.com/products
	Visual SourceSafe	Microsoft	http://www.eu.microsoft.com/germany/produkte
beides	**subversion**	OSS	http://subversion.tigris.org
andere	Synergy	IBM Telelogic	http://www.telelogic.com/product/synergy
	mercurial	Selenic, OSS	http://mercurial.selenic.com/
	InStep	microTOOL GmbH, Berlin	http://www.microTOOL.de

Konkrete Aufgaben zur Vorbereitung des Praktikums

- Einlesen:
- Mantis
- git oder subversion

50.2 Vorgehensmodelle (Phasenmodelle)

DRESDEN concept
Exzellenz aus Wissenschaft und Kultur

Obligatorisches Lesen

- Zuser Kap. 1-3 *oder*
- Ghezzi Chapter 1 *oder*
- Pfleeger Chapter 1; Chap 8.1

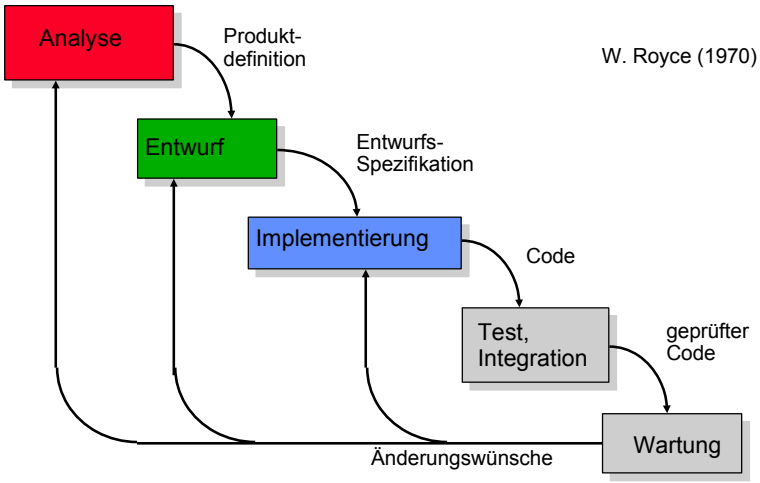
Vorgehensmodell *(engl. process model)*
- Strukturiertes Modell zum Erstellen von Software

Phasenmodell
- Vorgehensmodell, das den Herstellungsprozesses in definierte und abgegrenzte Phasen einteilt
- Vorgabe einer Reihenfolge in der Bearbeitung der Phasen

Vorgehen nach einem “Phasenmodell”

- ***Phasenmodell*** (*process model*, *software development life cycle*)
  - Einteilung des Herstellungsprozesses für ein (Software-) Produkt in definierte und abgegrenzte Abschnitte, abgegrenzt durch ***Meilensteine***
    - Grobgliederung: Phasen (*phases*)
    - Feingliederung: Schritte (*stages*, *steps*)
  - Vorgabe einer Reihenfolge in der Bearbeitung der Phasen
  - Richtlinie für die Definition von Zwischenergebnissen
    - Detailliertes Phasenmodell + Zwischenergebnisdefinition = „Vorgehensmodell“
- Grundaktivitäten:
  - Analyse
  - Entwurf
  - Implementierung
  - Validation (v.a. Test, Integration)
  - Evolution (v.a. Wartung)

Wasserfall-Modell (mit Iterationen)



- Das Wasserfallmodell ist nicht realistisch. Für ein Produkt müssen, schon um des Geschäftsmode willen, Verbesserungen (Lebenszyklen) eingeplant werden
- Ein Lebenszyklus dauert i.D. 2 Jahre
- Dennoch muss ein Softwareingenieur den “Wasserfall” beherrschen, denn viele andere Vorgehens setzen darauf auf

Royce, 1970

Zu einem gewissen Grad ist die zyklische Anlage des Modells ein Eingeständnis der Tatsache, daß Software nicht im ersten Versuch in perfektem Zustand erstellt werden kann.

Die Realität ist nicht ganz so wie das Bild andeutet.

Phasen sind nicht immer klar voneinander zu trennen (z.B. unterschiedlicher Fortschritt in verschiedenen Systemteilen)

Lokale Rückkopplungen (z.B. vom Design zur Anforderungsdefinition) sind möglich und durchaus erwünscht (wenn sie größere/spätere Zyklen vermeiden).

Kritik am Wasserfall-Modell:

• Implizite Annahme, dass sich die Anforderungen während des Projektverlaufs nicht ändern (no-change assumption)

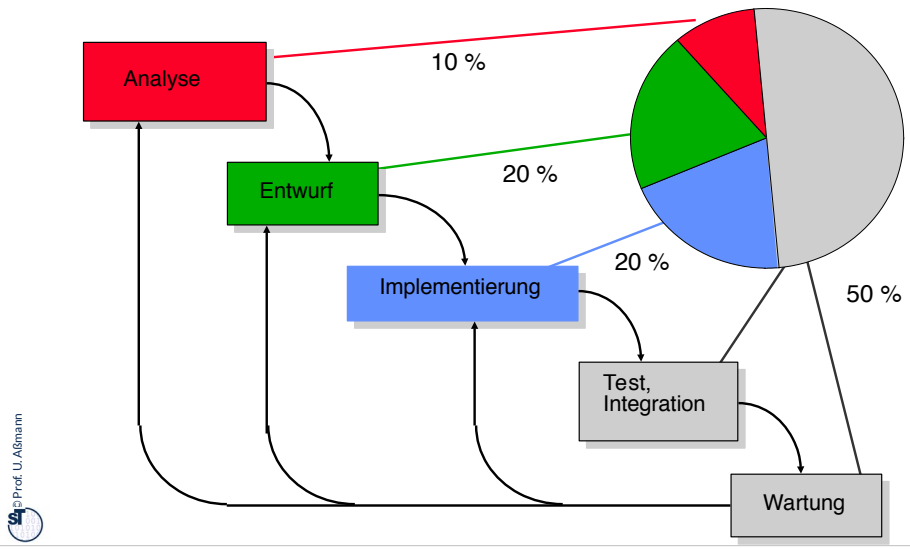
• Das Ende einer Phase wird als perfekte Teillösung aufgefasst (perfect understanding assumption)

• Benutzer sehen das System erst, wenn es fertig ist

• Reines top-down-Vorgehen ist nicht zielführend: Bestimmte Probleme der Implementierung z.B. müssen früh erkannt werden und können sogar die Anforderungsdefinition beeinflussen.

Vorteil des Modells: Abschirmung gegen ständige

Ungefähre Verteilung des Arbeitsaufwandes



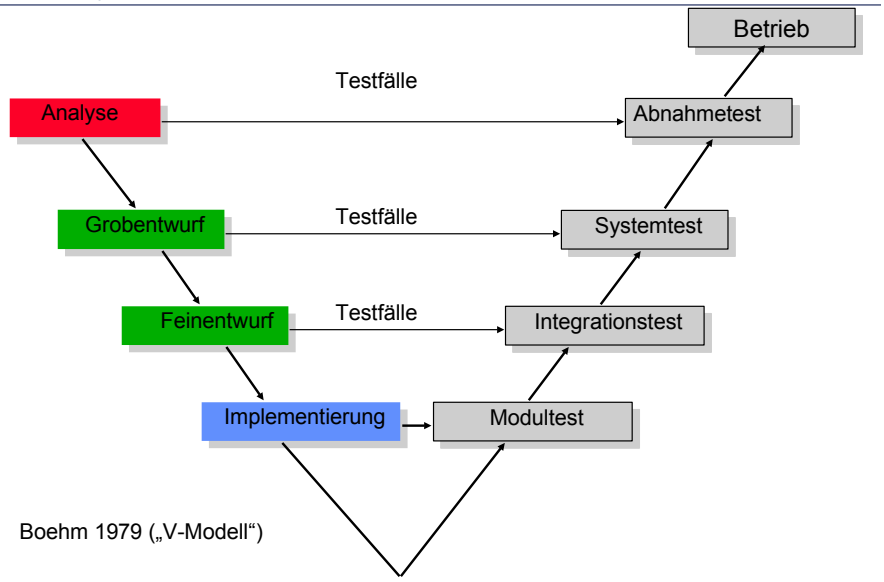
In der industriellen Praxis spielt das Wasserfallmodell noch eine sehr wichtige Rolle, und zwar vor allem als Orientierungsrahmen, der mehr oder minder modifiziert wird.

Z.B. dient die Phasenidentifikation als gute Basis für Faustregeln zur Abschätzung der Aufwandsverteilung.

Der Arbeitsalltag in der Softwareentwicklung enthält noch weitere Tätigkeiten, die den Anteil der reinen Programmiertätigkeit noch weiter reduzieren.

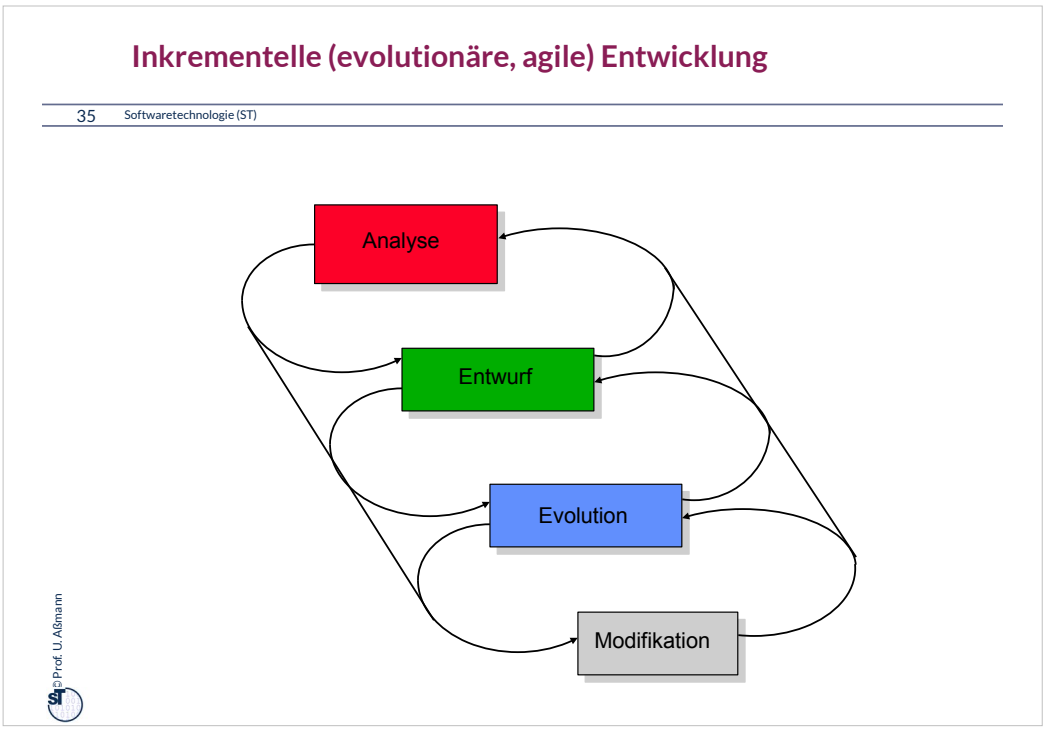
Z.B. gaben Softwareentwickler bei einer Umfrage an, sie verwendeten ca. 15% ihrer Arbeitszeit auf das Schreiben von Programmen, während z.B. 30% auf die Kommunikation mit Kollegen verwendet werden.

Qualitätssicherung im einfachen V-Modell



Boehm 1979 („V-Modell“)

Quelle fuer das Boehm-Zitat:
Hesse/Merbeth/Frölich S. 37



Dieses Modell basiert auf Vorschlägen von G. Booch (ca. 1992). Darstellung nach Bannert/Weitzel 1999.

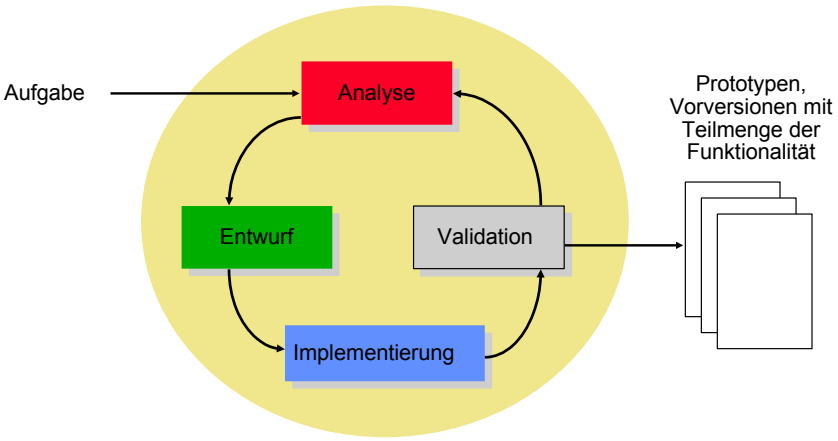
Inkrementelle Entwicklung kann mit jeder Programmier- und Modellierungssprache durchgeführt werden. Besondere Bedeutung erlangte diese Vorgehensweise allerdings im Zusammenhang mit objektorientierter Systementwicklung, wo sie von frühen Autoren bewußt als Gegensatz zur traditionellen Wasserfall-artigen Entwicklung propagiert wurde. Hier wird bewußt eine Vermischung aller Aktivitäten der Entwicklung angestrebt.

Probleme mit inkrementeller Entwicklung:

- Ungeplante Systemstruktur
- Mangelhafte Dokumentation
- Fortschritt nicht kontrollierbar
- Schwierig zu schulen
- Problematisch für das Management großer Projekte

Evolutionäre Entwicklung

- Typisch für kleinere Projekte oder experimentelle Systeme
- Bei Objektorientierung auch für größere Projekte anwendbar ?



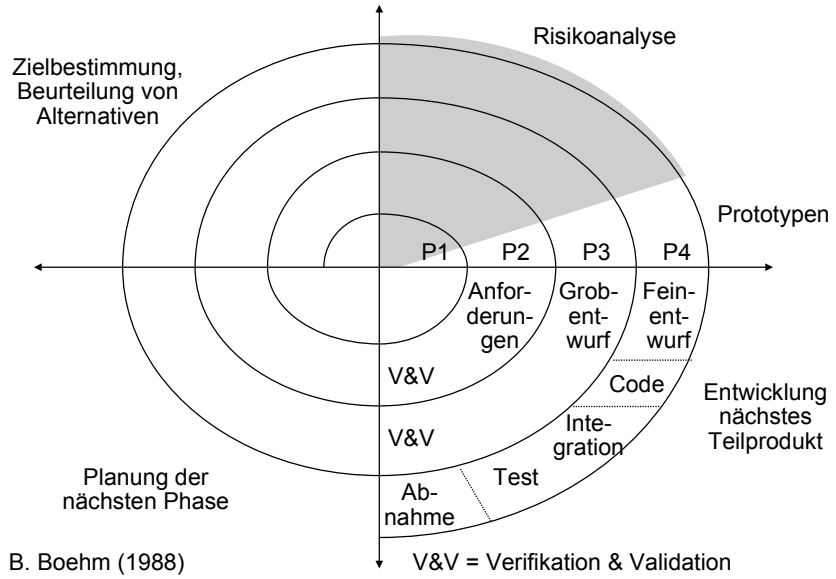
Probleme mit rein evolutionärer Entwicklung:

- Schlechte Systemstruktur
- Schlechte Dokumentation
- Vorgehensmodell nicht wahrnehmbar
- Schwierig zu schulen

eXtreme Programming (XP)

- Kontrovers diskutierte Entwicklungsmethodik (Kent Beck)
  - Konsequente evolutionäre Entwicklung
  - Der Programmcode ist das Analyseergebnis, das Entwurfsdokument und die Dokumentation. Code wird permanent (Tagesrhythmus) lauffähig gehalten
  - Diszipliniertes und automatisiertes Testen als Qualitätssicherung
  - Diverse weitere innovative Techniken (z.B. Paar-Programmierung)
  - liefert schnell Ergebnisse, aber u.U. auf Kosten der Langlebigkeit
  - kann prinzipiell mit traditionelleren Analyse- und Entwurfstechniken kombiniert werden
- Nachteile
  - wird manchmal als Gegenbewegung zu sauberem Softwareentwurf **miß**verstanden
  - ist nur geeignet für relativ überschaubare, isolierte Anwendungen
- "Agile" Softwareentwicklung (www.agilemanifesto.org):
  - weitere Ansätze, z.B. Crystal, Scrum

Spiralmodell



Versuch eines Kompromisses zwischen Wasserfallmodell und evolutionärem Vorgehen.

Regelmässige Zwischenergebnisse in der Form von ***Prototypen***.

Wesentlich: Betonung der Risikoanalyse und Planung der Folgephasen.

Wurde populär im Zusammenhang mit den sogenannten Programmiersprachen der 4. Generation (4GL) (also noch vor der Popularitätswelle der Objektorientierung).

Neuere Versionen (1994-1998): Betonung der Identifikation sogenannter 'stakeholder' (Beteiligter) und der Findung von 'win-conditions' (Erfolgsbedingungen), insbesondere solcher, die allen Beteiligten Vorteile verschaffen (Aushandlung von 'win-win conditions'). Diese Theorie ist bekannt unter dem Namen 'Theory W' und das betreffende Spiralmodell wird 'WinWin-Spiralmodell' genannt.

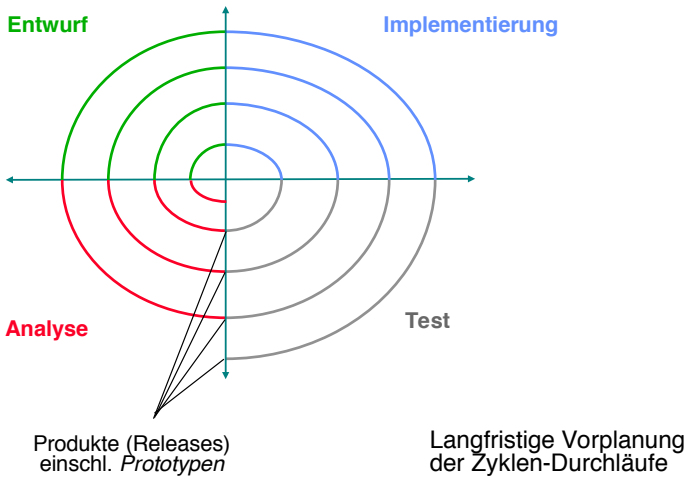
(Quelle: B. Boehm et al., IEEE Computer, July 1998, pp. 33-44)

Kritik am Spiralmodell (nach S. Ambler, Process Patterns):

• nicht realistisch - es werden oft Zwischenphasen übersprungen, z.B.: wenn Probleme entdeckt wurden, geht man oft direkt zur Zielbestimmung/Risikoanalyse über

• zu komplex für die praktische Anwendung

Objektorientiertes Spiralmodell



Ein Versuch, das zyklische Vorgehen mit einem Fortschritt im Sinne des Wasserfallmodells zu verbinden. ist das sogenannte „Spiralmodell“ von B. Boehm 1988, das allerdings eine etwas andere Gliederung der Durchläufe vorsieht.

Wesentlich ist, daß nach einem Durchlauf durch den Zyklus ein Zwischenergebnis vorliegt, das als Meilenstein der Projektplanung dienen kann. Häufig sind solche Zwischenergebnisse Prototypen. Prototypen können weiterentwickelt, aber auch weggeworfen und komplett ersetzt werden.

Probleme mit einer solchen Variante des Spiralmodells:

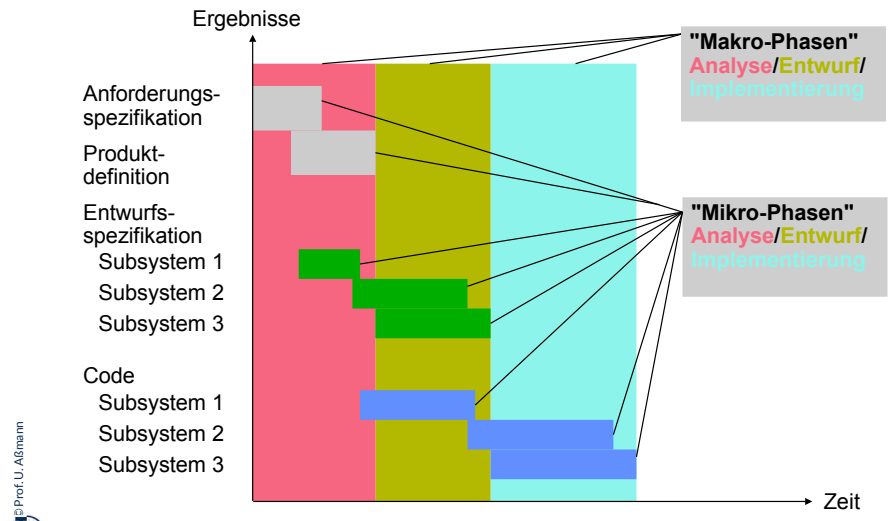
• Die Darstellung, daß auch in frühen Stadien des Projekts z.B. eine Implementierungstätigkeit stattfindet, ist etwas irreführend. Erste Zwischenergebnisse können auch z.B. reine Textdokumente sein.

• Der Gesamtfortschritt des Projekts wird nicht mehr sichtbar, außer durch die Zwischenergebnisse.

Spiralmodell vs. evolutionäre Entwicklung

- Grundidee identisch:
  - Zyklisches Durchlaufen von Entwicklungsaktivitätem
  - Aufeinanderfolgende Prototypen
- Evolutionäre und agile Entwicklung:
  - Reaktion auf Änderungen ist wichtiger als Verfolgung eines Plans
  - Planung nur für sehr kurze Zeiträume (Tage, Wochen) im voraus
  - Viele, häufige Durchläufe (z.B. Tagesrhythmus)
- Spiralmodell:
  - Einsetzbar in verschiedener "Strenge"
  - Vorausplanung von Durchläufen
    - Anzahl Durchläufe manchmal schon bei Projektbeginn festgelegt
  - Wenige Durchläufe (z.B. Quartalsrhythmus)
  - Kompromiß zwischen Planbarkeit und Agilität

Parallelität im Entwicklungsprozeß



Hier wird betont, daß einzelne Systemkomponenten und auch andere Produkte der Entwicklung ihren eigenen Lebenszyklus haben. Der Gesamtverlauf des Projekts ist eine Komposition aus solchen "Mikro-Lebensläufen".

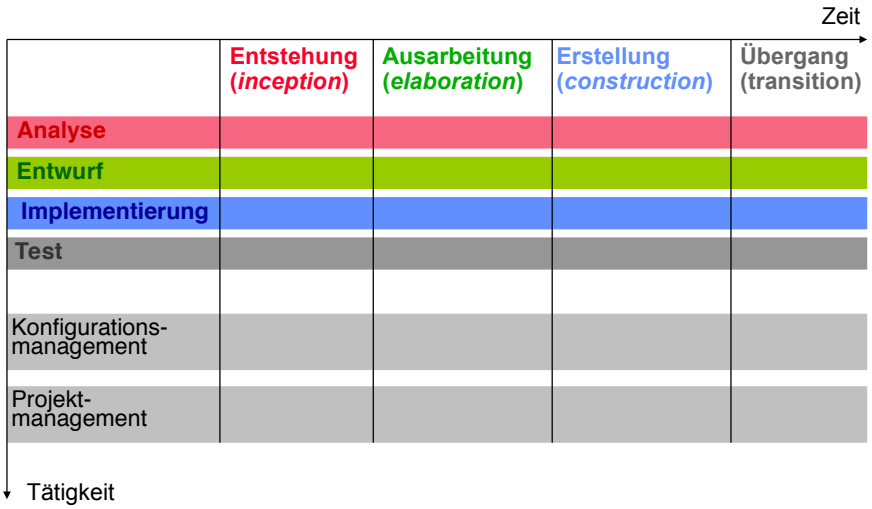
Neben echten Subsystemen haben z.B. auch experimentelle und explorative Prototypen einen eigenen „Mikro-Lebenslauf“. Generell kann man sagen, daß in der Praxis die Makrophasen durchaus Tätigkeiten „fremder“ Natur enthalten, z.B. Entwurfs- oder sogar Wartungsüberlegungen in der Analysephase.

Die „Makrophasen“ tragen nun keine sehr passenden Namen mehr, da es ja durchaus vorkommt, daß z.B. in der Makrophase „Analyse“ bereits Entwurfs- und Implementierungstätigkeiten stattfinden.

Diese pragmatische Beobachtung beweist, daß sogar beim Versuch, ein rein traditionelles Wasserfallmodell anzuwenden, zusätzliche Komplexitäten auftreten, insbesondere ein zweidimensionaler Charakter des Prozesses. Für

Zweidimensionales Modell

- Rational Unified Process 1999 (Jacobson et al., Kruchten) mit Mikro- und Makrophasen



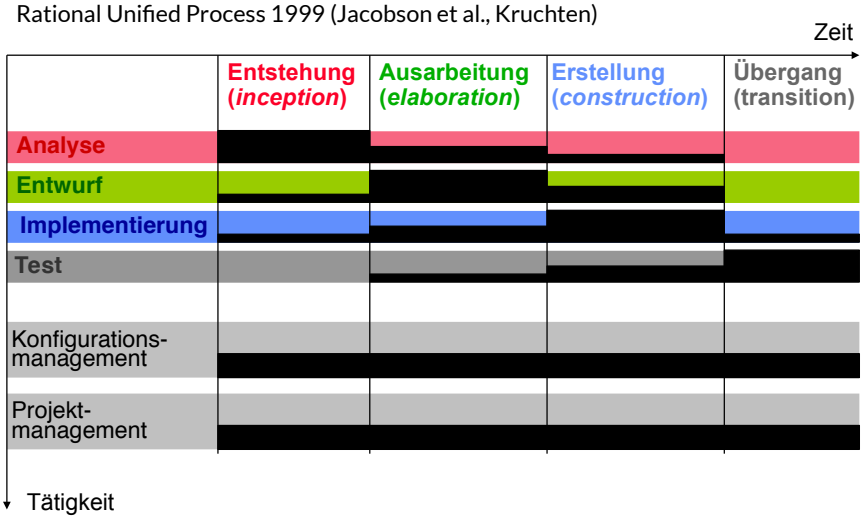
Es ist eine wesentliche Erkenntnis moderner Ansätze, wie des Rational Unified Process, daß zwei Dimensionen der Enwticklung existieren. Zu einem gewissen Grade kann die Entwicklung in der Zeit unabhängig von den auftretenden Aktivitäten angesehen werden, weshalb es sinnvoll ist, neue Namen für die klassischen Projektphasen (in zeitlichen Sinne) zu verwenden.

Das klassische Wasserfallmodell identifiziert Analyse/Entstehung, Entwurf/Ausarbeitung, Implementierung/Erstellung und Test/Übergang.

Das objektorientierte Spiralmodell erscheint hier als eine "schraubenartige" Bewegung in der aufgespannten Fläche.

Aufwandsverteilung und Schwerpunkte

Rational Unified Process 1999 (Jacobson et al., Kruchten)

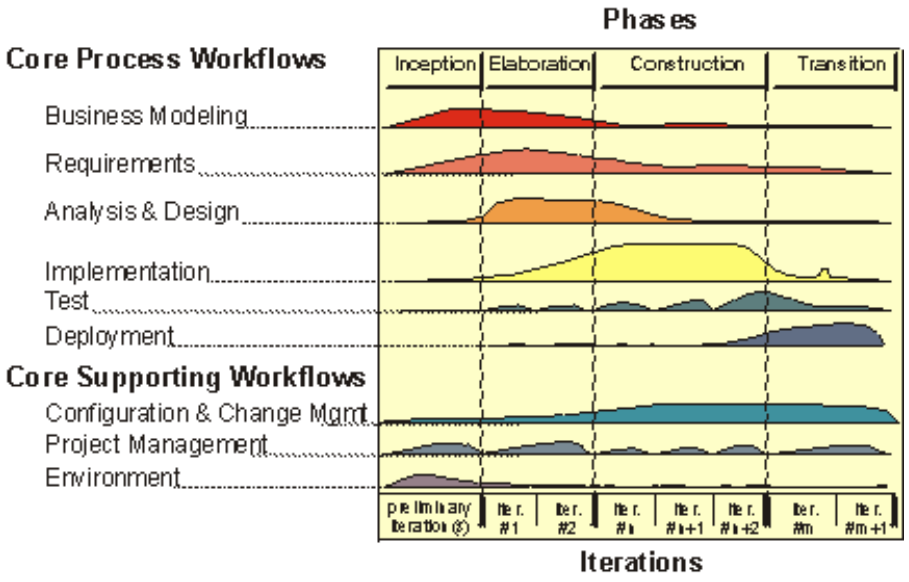


Dies ist eine typische Aufwandsverteilung, die wesentliche Ähnlichkeiten mit dem Wasserfallmodell zeigt.

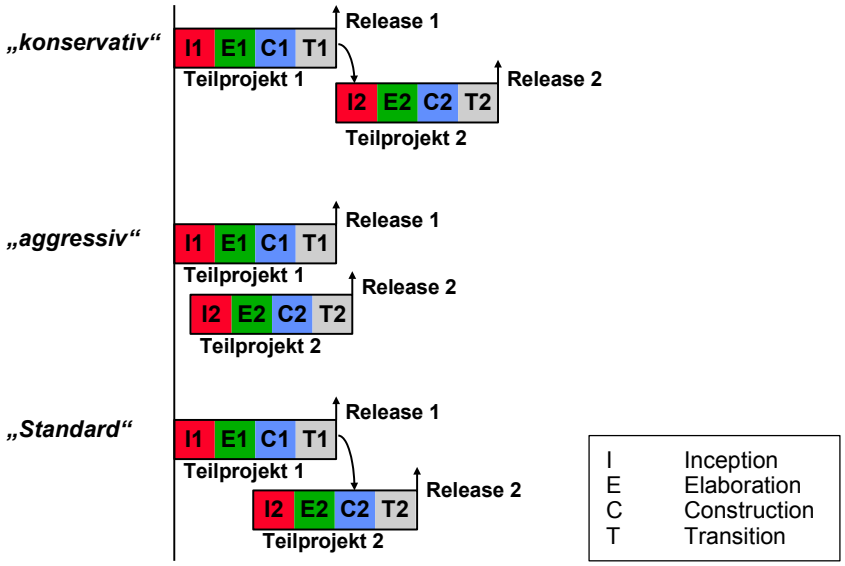
Bei anderer Aufwandsverteilung sind andere Modelle problemlos integrierbar, z.B. ein Extreme-Programming-Modell, bei dem im wesentlichen alle Tätigkeiten in etwa über die Entwicklung gleich stark ausgepärägt werden, mit einer relativen Betonung der Test-Tätigkeit.

Rational Unified Process (RUP)

- von IBM Rational:



Teilprojekte und Überlappungsgrade



Diese Überlappungsgrade werden von S. Ambler im Buch „Process Patterns“, S. 41, diskutiert, wo eine ähnliche Gliederung des zeitlichen Verlaufs (Initiate, Construct, Deliver, Maintain and Support) eingeführt wird.

Die "Inception"-Phase (bzw. "Initiate") wird bei späteren Releases meist wesentlich schwächer ausgeprägt sein als beim ersten Release.

Der "konservative" Ansatz ist relativ einfach zu überschauen, aber in der Praxis durch kurzfristige Kundenanforderungen und Markterfordernisse oft zu schwerfällig. Der "aggressive" Ansatz verspricht auf den ersten Blick kurze Folge von releases, wirft jedoch ein enormes Problem der Versionsverwaltung auf, da gleichzeitig an zwei Versionen desselben Codes bzw. der selben Spezifikationgearbeitet wird. Es ist wesentlich sicherer, eine Überlappung gleichartiger Phasen zu vermeiden, wie z.B. in der "Standard"-Variante oben angedeutet.

Vorgehen im Softwarepraktikum 3. Semester

- Echte Kunden
- Vorgehensmodell: V-Modell mit Akzeptanztests
- Einfache Inkrementalität: Kunde hat einen *Verbesserungswunsch* frei, der erst zu einem späten Zeitpunkt bekanntgegeben wird
- Intern kann ein inkrementelle Vorgehensmodell gewählt werden

Was haben wir gelernt?

- Vorgehen nach einem strukturierten Phasenmodell ist gewöhnlich besser als ad-hoc Vorgehen
- Realistische Vorgehensmodelle sind iterativ und inkrementell
- Der Ingenieur misst, entwirft, validiert und verbessert

Thus it will be seen that *engineering is a distinctive and important profession*. To some even it is the topmost of all professions. However true that may or may not be to-day, certain it is that some day it will be true, for the reason that engineers serve humanity at every practical turn.

Engineers make life easier to live--easier in the living; their work is strictly constructive, sharply exact; the results positive.

Charles M. Horton. Opportunities in Engineering. 1920, by Harper & Brothers
http://www.gutenberg.org/ebooks/24681

.. Not a profession outside of the engineering profession but that has its moments of wabbling and indecision--of faltering on the part of practitioners between the true and the untrue. Engineering knows no such weakness. *Two and two make four. Engineers know that*. Knowing it, and knowing also the unnumbered possible manifoldings of this fundamental truism, engineers can, and do, approach a problem with a certainty of conviction and a confidence in the powers of their working-tools nowhere permitted men outside the profession.

Charles M. Horton. Opportunities in Engineering. 1920, by Harper & Brothers

http://www.gutenberg.org/ebooks/24681

Referenz

- Die deutschen Folien der Softwaretechnologie-Vorlesung stammen zu Teilen von Prof. Dr. Heinrich Hussmann. Used by permission.