

## **Teil II:**

### **Sprachen, Methoden, Vorgehen für techn. Entwicklungsaufgaben**

Requirements Engineering

Notationen für Anforderungsspezifikationen

Entwurf

Architektursprachen

Formale Spezifikation

# 4. Requirements Engineering und seine Verbindung

## ***Ziele:***

*Strukturierung des RE-Teilprozesses, Hinweise, Probleme*

*Beispiele für Untergliederung von Ergebnissen*

*Klärung der Verbindung mit technischen und organisatorischen  
Aspekten*

Stand: 15.09.2008

# Übersicht und Klärung

## Spezifika des RE

- Bedeutung: to build the right system (s.o.)
  - Verwirrung: unklare, uneinheitliche Begriffe
  - keine Vorabfestlegung über RE-Prozesse und seine Produkte, wird oft im RE-Prozess selbst erarbeitet
  - Verzahnung mit begleitenden Arbeitsbereichen: RE größtenteils technische Aktivität, jedoch Bezüge/ Festlegungen zu/für PO, QS, DOK, ...
  - erster technischer Arbeitsbereich und Vorabfestlegungen: Festlegung für zu erstellendes System, Festlegung für den gesamten Entwicklungsprozess, das Projekt
  - Vagheit, Ungenauigkeit der Vorgabe: keine explizite Festlegung vorher (Wolke), aus Auftraggeber “herauszuholen”
  - Schärfe der Aussagen: Festlegungen betreffen das zukünftige System, Planungsangaben über Entwicklungsprozess, somit viel Prognose und Schätzung
  - Gefahr der Überspezifikation: RE für Außensicht, organisatorische Festlegung, Randbedingungen: nicht für Entwurfs- und Implementierungsfestlegungen
  - Vielzahl und Verschiedenartigkeit, Subjektivität von Betroffenen: verschiedene Benutzer, Auftraggeber/ Auftragnehmer, Entwickler verschiedener Rollen, Betreiber
- ⇒ verschiedenartige Ergebnisse nötig,  
dauernde Veränderung einplanen

## **Klärung der Aufgaben, zu erstellende Ergebnisse**

- Analyse des Problems (capture, analysis) und Definieren/Spezifizieren der Anforderungen in Form der Anforderungsspezifikation
  - Festlegung der Anforderungen (Außensicht)
  - äußere Randbedingungen (Einbettung in Anwendungssystem)
  - innere Randbedingungen (greifen vor, erschweren eine saubere Festlegung)
- damit eng verzahnt (zeitlich aber auch inhaltlich)
  - Vorabklärung (Probleme, Nöte, Schwachstellen, Risiken)
  - Entscheidungsfindung, ob System gebaut wird, mit welchem Aufwand
  - Vorabfestlegungen für den anschließenden gesamten Entwicklungsprozess (PO, QA, DOC)
  - Festlegungen für das Entwicklungsprojekt die zum großen Teil der PO zuzuordnen sind
  - Juristische Festlegungen

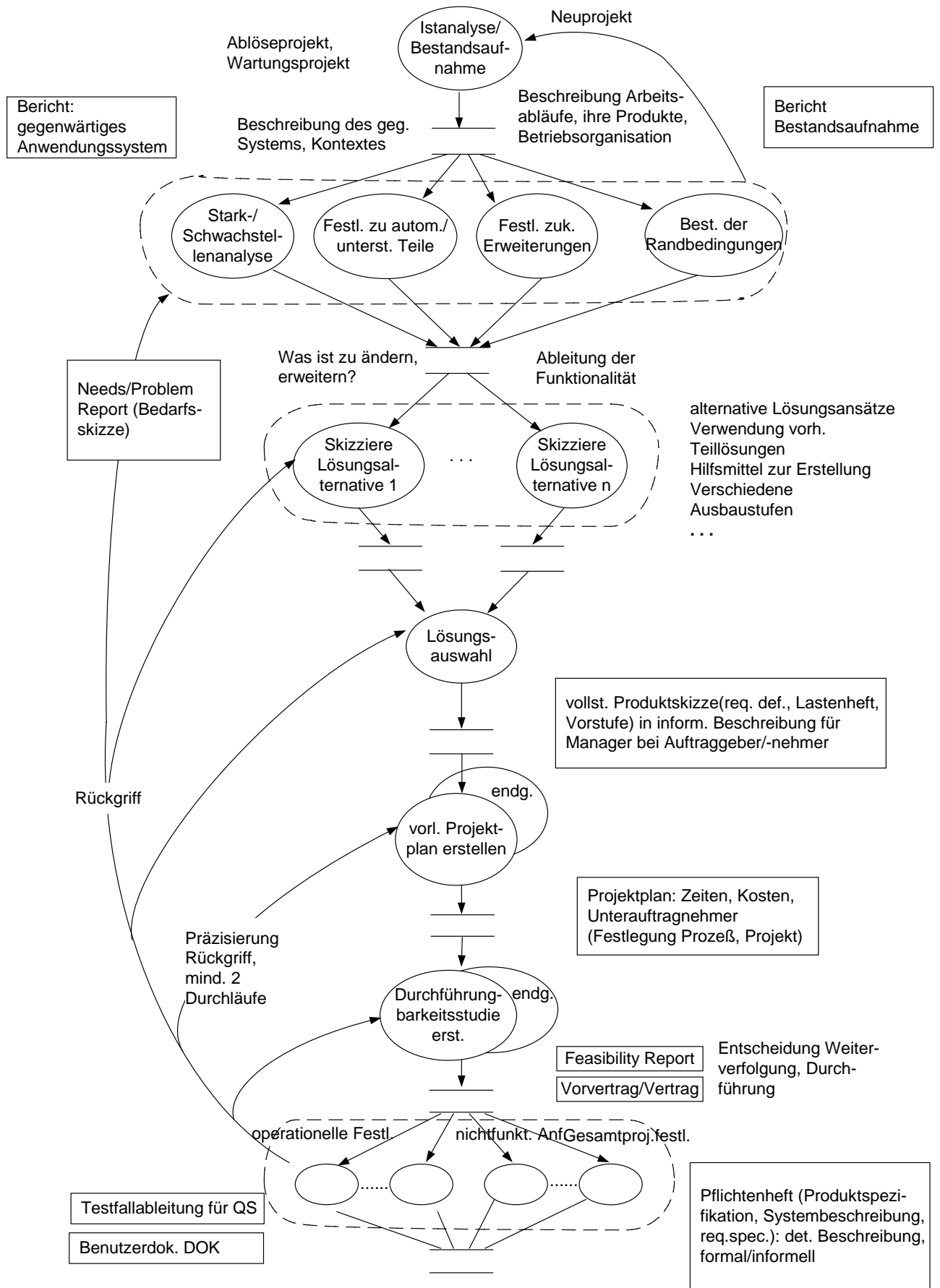
- Definieren (und Ermittlung von Anfang/Ende) /KPR 87/:  
 “Requirements Engineering umfasst Methoden, Beschreibungsmittel und Werkzeuge zur
  - Ermittlung,
  - Formulierung und
  - Analyse
 von Aufgabenstellungen und Anforderungen an Systeme. [...] RE beginnt, wenn der Wunsch nach einem bestimmten System vorliegt, d.h. nach einem System, dessen Hauptmerkmale (etwa dessen zentrale Funktion und sein Hauptzweck, vorgesehene Einsatzumgebungen, Größenordnung der zulässigen Kosten) festliegen. RE endet, wenn die Sammlung der Anforderungen an das System [...] verabschiedet ist.”
- Gliederung /He 84/, was ist zu beachten/tun:  
 Im Allgemeinen setzen sich die Tätigkeiten des Pb\_Analysierens und des Anf\_Definierens zusammen aus:
  - Gegenstandsbestimmung: Eingrenzen des zu untersuchenden Problembereichs auf ein →Alt-System.
  - Zielbestimmung: Erarbeitung und Gewichtung der Ziele von Auftraggebern, Benutzern und sonstigen Betroffenen.
  - Ist-Aufnahme: Detaillierte Erfassung und Beschreibung des bestehenden →Alt-Systems aus der Sicht von Auftraggebern, Benutzern und sonstigen Betroffenen.
  - Stark-/Schwachstellenanalyse: Untersuchung, welche Teile des bestehenden Alt-Systems inwieweit zur Erfüllung der Ziele beitragen.
  - Lösungsalternativen: Erarbeiten von alternativen Lösungsmöglichkeiten.
  - Durchführbarkeitsstudie: Untersuchung und Bewertung der gefundenen Lösungsmöglichkeiten.
  - Lösungswahl: Auswahl einer geeigneten Lösungsmöglichkeit.
  - Anforderungskatalog: Erstellung eines Katalogs von →Anforderungen an das künftige →Alt-System.

- Systemmodell: Ausarbeitung eines Modells der geplanten Lösung für das künftige →SW-System.
- Anforderungs-Beschreibung: Erarbeitung und präzise Beschreibung der funktionalen und sonstigen Anforderungen an das zu entwickelnde →SW-System.
- verschiedene Aspekte
  - nach Zweck/Aufgaben:
    - Ist-Analyse (was ist vorhanden): Untersuchung
    - Sollkonzept (was soll realisiert werden): Bestimmung
    - Planung des Projekts (wieviel wird es kosten, was wird vorab festgelegt): Planung/Prognose
    - Durchführbarkeitsstudie (ist Projekt machbar): kritische Analyse
  - nach Detaillierungsstufen:
    - Vorklärung
    - Produktskizze
    - detaillierte Ausarbeitung (Anforderungsspezifikation)
  - Festlegung wofür:
    - Produkt
    - Prozess
    - Projekt
  - nach der Weite:
    - Kontextbetrachtung
    - Systemfunktionalität
    - interne Teile vorgeben/Randbedingungen festlegen
  - nach Art der Festlegungen:
    - wesentliche Teile
    - zusätzliche Anforderungen/Restriktionen

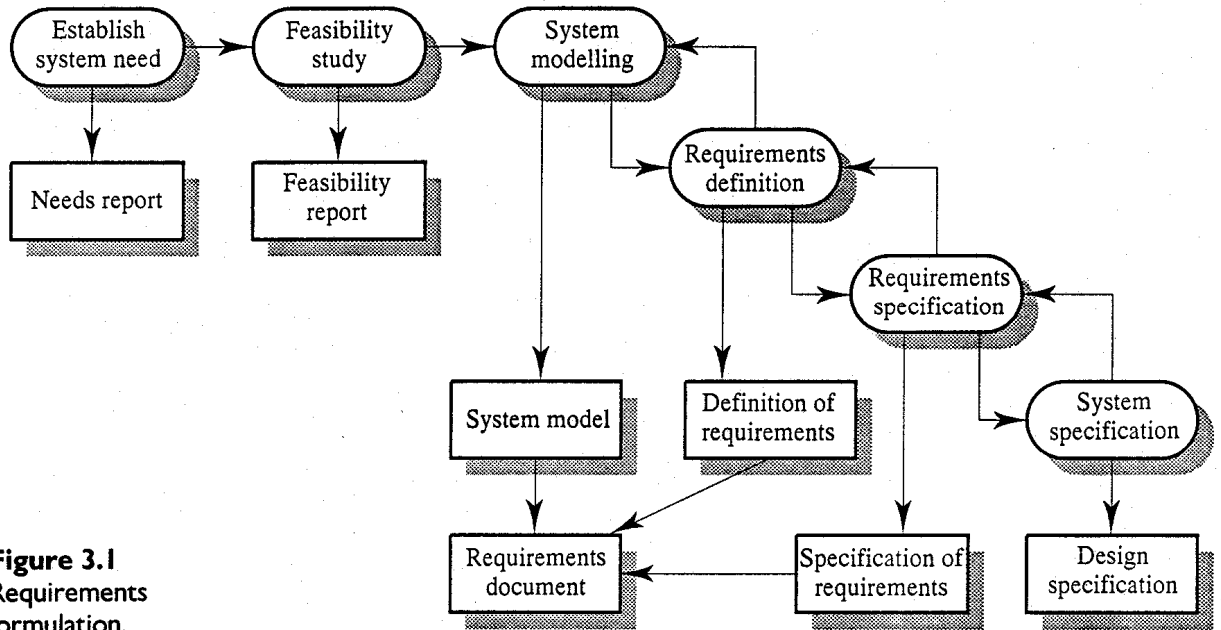
# Strukturierung des Prozesses

## ein möglicher Prozess und seine Produkte

- Gestaltung
  - Schritte (Teilprozesse)
  - Ergebnisse (Dokumente)
  - Verbindung mit anderen Arbeitsbereichen
  - verschiedene Varianten (s.u.)

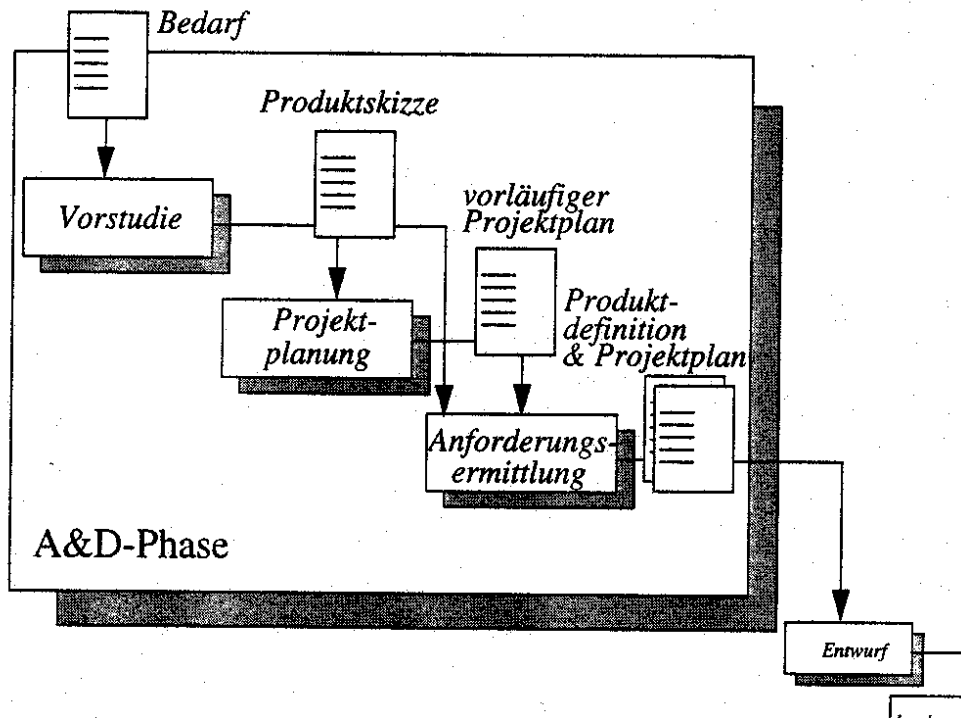


- alternative Darstellungen



**Figure 3.1**  
Requirements  
formulation.

aus /Som 92, S. 50/



aus /PS 94, S. 79/

- Varianten des RE-Prozesses je nach (vgl. Aufgaben und obige Prozessangaben)
  - Anwendung (BWL, ..., eingebettete Systeme)
  - Klasse von Systemen Transformationssystem (Compiler), ..., interaktives System (Buchungssystem)
  - Vollständigkeit (Komponente, ..., abgeschlossenes System)
  - Kunde (Einzelauftrag extern, intern, ..., für Markt)
  - Projekt (Neuerstellung, Ersetzen Altsystem, Wartung Altsystem)
  - Interessenlage (Auftragnehmer will Projekt, ..., ist vorsichtig)
  - Bezahlung (wird Aufwand erstattet, ist dies Vorleistung)
  - verschiedene Vorgehensweisen

# Gliederung der Produkte

## Gliederung Produktskizze

(Lastenheft, Vorstufe, Requirements Definition)

- Vorschlag

- 1) Projektbeschreibung, Projektziele; Verweis auf Problembereich
- 2) Anwendungssystem und Veränderungen, Verweis auf gegenw. A.-System
- 3) Funktionsbeschreibung
- 4) Bedienerprofil
- 5) Akzeptanzkriterien
- 6) Effizienz-, Lastvorgaben
- 7) Realisierungsvorgaben
- 8) technische Vorgaben für den Entwicklungsprozess
- 9) Lösungsskizzen
- 10) Informationsquellen (Ansprechpartner, Manuale, Glossar, Index)

} später zu  
detaillieren

} später zu  
detaillieren

- Antworten zu (informelle Notation f. Entscheidungsträger):

- in 1      Was soll das System leisten?  
            Welche Probleme haben zur Nachfrage eines neuen  
            SW-Produkts geführt, daraus abgeleitete Ziele und grobe  
            Funktionalität
- in 2      Wie fügt sich das System ein, welche Veränderungen des  
            Kontexts sind zu erwarten?  
            Einbettung in den Kontext (Prozesse, Produkte, Betriebs-  
            organisation, Ressourcen, zukünftige Veränderung des  
            Systems, Kontext)  
            Wie soll SW-System arbeiten?  
            Wesentliche Funktionen, Außenverhalten, Ergebnisse,  
            Prüfungen

- in 3,4,5 Wer ist betroffen und welche Aufgaben haben diese Personen?  
Nutzer, deren Profil (Anzahl, Klassen, Expertise), welche Akzeptanzprobleme drohen (Ergonomie, sinnvolle Teilprozesse), Verweis auf Durchführbarkeitsstudie
- in 6 Welche Effizienz-/Lastvorgaben gibt es?  
Laufzeit, Reaktionszeit, Speicherplatz, max. Last
- in 7 Welche Randbedingungen für das zu erstellende SW-Produkt liegen vor?  
HW-System, SW in folg. Sprache auf bestimmter Plattform, Verwendung bestimmter Komponenten
- in 8 Welche techn. Vorgaben für Entwicklungsprozess gibt es?  
Entwicklungsplattform, Qualitätssicherungsfestlegung, Dokumentationsfestlegung etc.  
Verweis auf Projektplan
- zu 2,3,4 Auch functional specifications genannt.  
andere Auch non-functional specifications.

## **Gliederung Projektplan (mod. nach /PS 94/)**

- **Vorschlag**
  - 1) Vorgehensmodell, Meilensteine, vorl. Zeiten, Kontrollmechanismen
  - 2) Beschaffung von Komponenten und Werkzeugen: Klärung, Prüfung und Einsatz
  - 3) Organisationsstruktur (Teams, Management, Unteraufträge)
  - 4) Personal- und Ressourcenplanung
  - 5) Kostenschätzung
  - 6) Analytische Qualitätssicherung, Organisatorisches: Festlegung Arten, Umfang, Zeiten
  - 7) Dokumentation, Organisatorisches: Festlegung Arten, Umfang, Zeiten
  - 8) Produkteinführung, Konversionshilfen, Anwenderschulung, organisatorische Einbettung: Organisatorisches
  - 9) Installations- und Wartungsbetrachtung: Organisatorisches


# Vertrag

- juristischer Text insb.
  - 1) Auslieferungsmodalitäten
  - 2) Zahlungsmodalitäten
  - 3) Garantieverpflichtungen

Anlagen z.B. Problembereich, Lastenheft, Pflichtenheft (s.u.), Feasability-Bericht

Vertrag ist Teil einer Dokumentengruppe für juristische/organisatorische Festlegung zwischen Auftraggeber und Auftragnehmer (s. Kap. DOK)

## Pflichtenheft


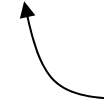
- Produktdefinition, Anforderungsspezifikation usw. = Sollkonzept + Restriktion + zus. Anforderungen + Vorabfestlegung
- Gliederungsvorschlag
  - 1) Einleitung: Ziele, Überblick, Zusammenfassung
  - 2) operative Anforderungen, Beschreibung der Funktionalität, Daten, Ereignisse sowie Reaktion des SW-Systems
  - 3) Qualitätsanforderungen an das SW-System
  - 4) Validitätsanforderungen
  - 5) technische Anforderungen an das SW-System
  - 6) technische Anforderungen an den SW-Entwicklungsprozess
  - 7) Projektfestlegungen für die SW-Entwickler
  - 8) Auszug aus Projektplan/Vertrag etc.
- Anforderungen:
  - Eindeutigkeit
  - Vollständigkeit
  - Widerspruchsfreiheit
  - Machbarkeit

Wie zu erzielen?
- Probleme
  - informell beschriebene Teile
  - keine sauberen Notationen/Methoden für “formale” Teile
  - hat man alles aus Auftraggeber herausgeholt bzgl. gewünschter Funktionalität, Kontext etc.?

# Anforderungsermittlung und Anforderungsspezifikation

## Anforderungsermittlung

- Präzisierung/Detaillierung bisheriger Angaben für  
Anforderungsspezifikation (Pflichtenheft)  
Vertrag  
revidierten Problembereich  
revidiertes Lastenheft  
revidierten Projektplan  
revidierte Durchführbarkeitsstudie
- zu detaillieren (nach /KPR 87/, modifiziert)
  - +Operative Anforderungen an das System (Fach-, Sollkonzept)
    - Funktionalität (Anwendungsprozesse, E/A-Verhalten, Prüfungen, Reaktion auf Fehler) → Funktionsmodell
    - Datenbeschreibung (Struktur/Aufbau (Syntax, Wertebereich, Abhängigkeiten), Veränderungen, Zwischenergebnisse)  
→ Datenmodell
    - Zusammenspiel der Anwendungsprozesse (Ablaufkontrolle) und Ereignisbehandlung → Kontrollmodell
    - Beschreibung des Kontexts → innerhalb obiger Modelle

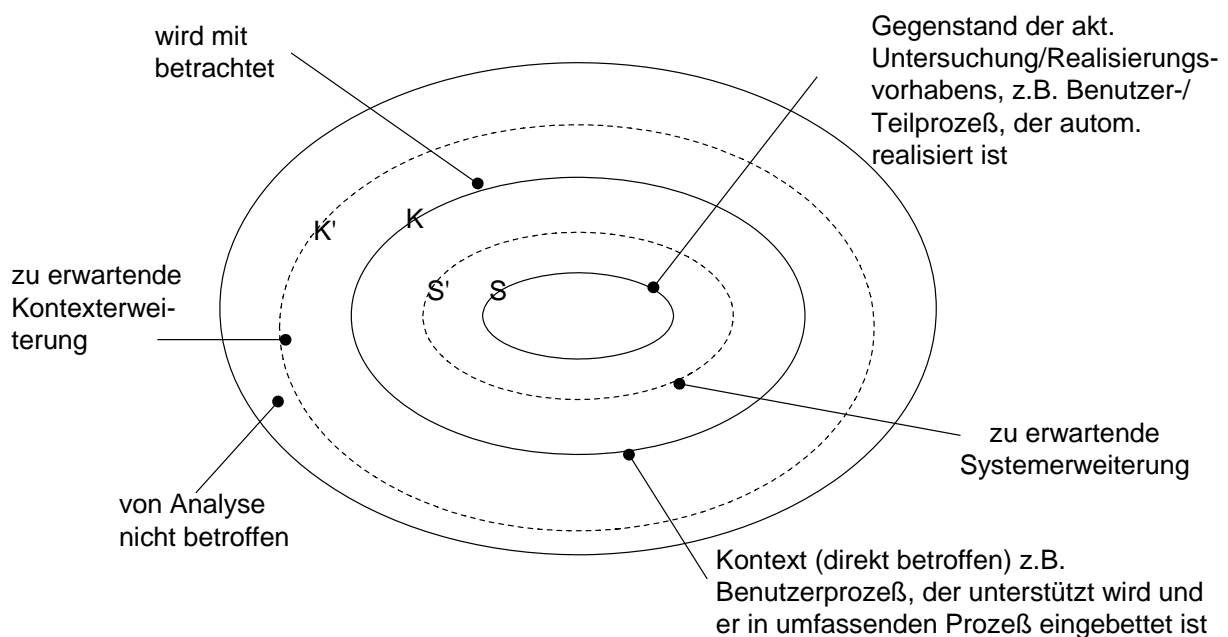
- ?  + Qualitätsanforderungen an das System
  - Bedienerfreundlichkeit
  - Effizienz/Leistung: Laufzeit, Speicherplatz, Durchsatz, Last, Reaktionszeit
  - Genauigkeit
  - Schutz
  - Zuverlässigkeit: Verfügbarkeit, Integrität, Sicherheit, Ausfallsicherheit, Redundanz/Fail Soft
- ?  – Wartbarkeitsanforderungen (was, nicht wie)
- Konfigurationsanforderungen (welche soll es geben)
- + Validitätsanforderungen
  - Spezifikation von Testfällen, Integrationstest
  - Festlegung des Abnahmetests
  - Festlegung eines eventuellen Prototyps
- + Technische Anforderungen an das SW-System
  - Geräte/Schnittstellen zu externen Systemen
  - Einschränkungen durch das organisatorische System
  - Hardwarekonfiguration, physikalische Einschränkungen
  - zu verwendende Komponenten, Teilsysteme, Basiskomponenten (z.B. Datenbanken), Rahmenwerke, Altsystemteile
  - zu verwendende Programmiersprachen/-systeme, Bibliotheken, Betriebssystem
- + Technische Anforderungen an den Entwicklungsprozess
  - Entwicklungsplattform HW
  - Entwicklungsplattform SW: Programmiersprachen, CASE-Werkzeuge, Betriebssystem, Simulatoren für Außenanschlüsse, Komponenten, Daten
  - Hilfsmittel für Einführung: Konversionsschritte und -hilfen

- + Projektfestlegungen für Entwickler (Auszüge aus Projekt-handbuch)
  - Richtlinien für Projekt: Methoden, Aufbau von Dokumenten, gegenseitige Bezüge, Normen, Standards, Vorgehensweisen
  - bzgl. technischer Dokumente, aber auch DOK, QS
- + Auszug aus Projektplan/Vertrag etc. den Entwickler betreffend
  - Garantiebedingungen und Konditionen
  - Lieferbedingungen
  - zu beachtende rechtliche Vorschriften
  - Schulungs-, Einführungsverpflichtungen
  - Festlegung des Managements bzgl. Entwicklung, Dokumentation, Qualitätssicherung: Anforderungen, Umfang, was

# Betrachtung verschiedener Perspektiven

## Aufgabe

- anwendbar für Ist-Analyse (req. elicitation, capture, analysis) wie für Fachkonzepterstellung (system model construction)
- Objekte und Beziehungen (→ Modellierungsproblematik), von Umgebung abgegrenzt, aber diese mitbedacht, nach verschiedenen Kriterien herauszuarbeiten, um System zu verstehen/zukünftiges Modell zu konstruieren



- a) Abgrenzung des betreffenden Teils S
- b) Bestimmung des Teils K der Organisation/ des Systems, in dem die Realisierung eingebettet ist
- c) Zukünftige Erweiterung des Systems S' ((b) kann morgen ein Teil von (c) sein)
- d) entsprechend veränderter Kontext K'

Bsp.: Büroautomatisierung, Sachbearbeitung

# Viewpoint-Ansatz, projektspezifische Perspektiven /FF 89/

- Schritte

- 1) Identifikation möglicher Viewpoints durch Brainstorming  
Ergebnis: ungeprüfte Viewpoints (bzgl. Wichtigkeit, Überschneidung) durch Viewpoint bubble diagram → a)

- 2) Bestimmung gültiger Viewpoints

Ergebnis: geprüftes Diagramm

keine Überlappung

jede Informationsquelle, -senke ist ein VP

nichtfunktionale Charakteristika sind separate VPs

jeder funktionale Viewpoint VP macht Verarbeitung

- 3) Viewpoint Clustering

Ergebnis: Viewpoint Clusters

Funktions-VPs sind von anderen getrennt → b)

diese werden unterteilt in "defining" VPs (modellierter

Teil des Systems zur Festlegung der

Systemfunktionalität)

"bounding" VPs (Funktions-VPs, außerhalb des Systems,  
die System beeinflussen oder davon beeinflusst werden)

→ c)

- 4) Strukturierung (Gruppierung) von VPs

Ergebnis: VP structure diagram → d)

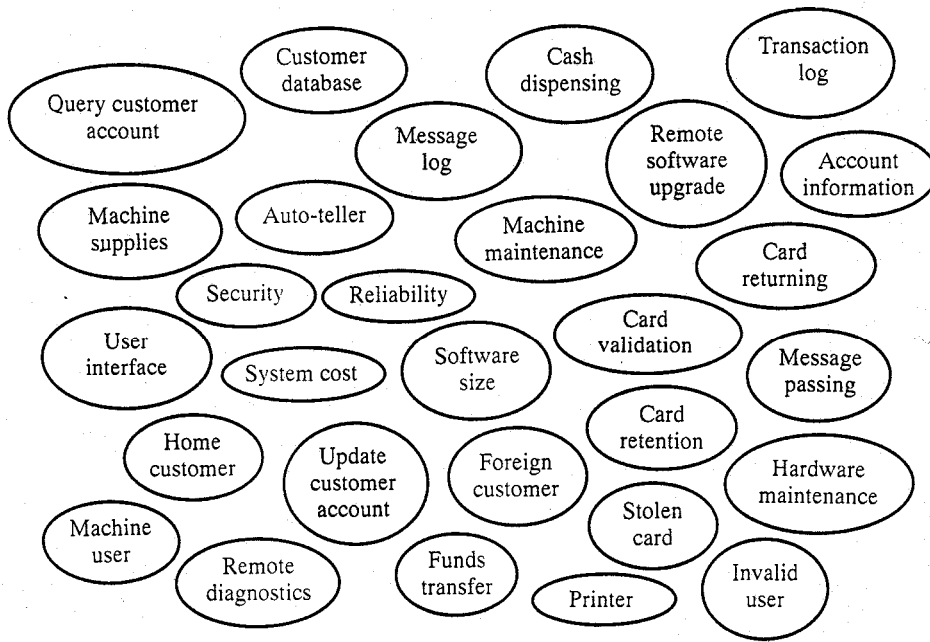
- Einordnung

- a) Liefert zu betr. Aspekte/Entitäten/Funktionen

- b) Ist Ansatz, der spezifisch auf Projekt zugeschnitten ist

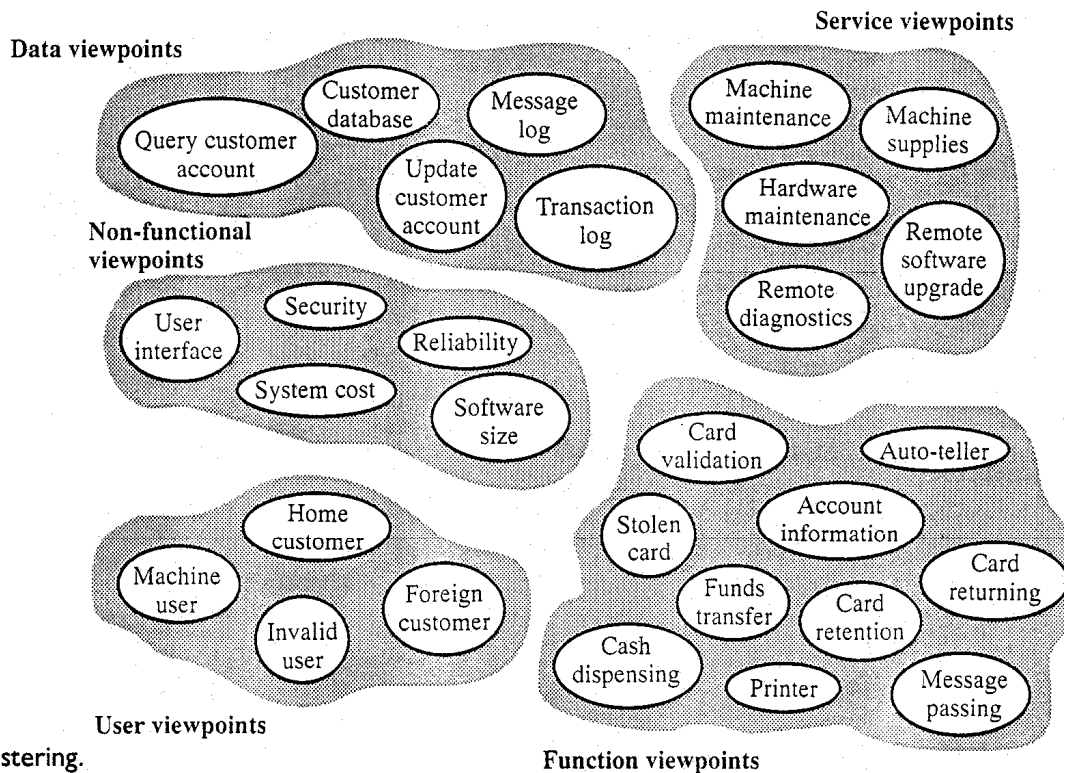
- c), d) Dient als Vorgabe der Systemmodellkonstruktion

a)



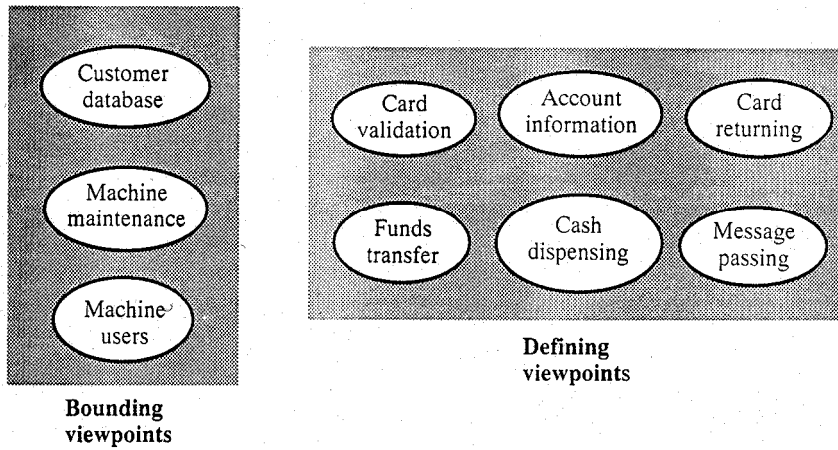
**Figure 4.1**  
Viewpoint bubble diagram.

b)



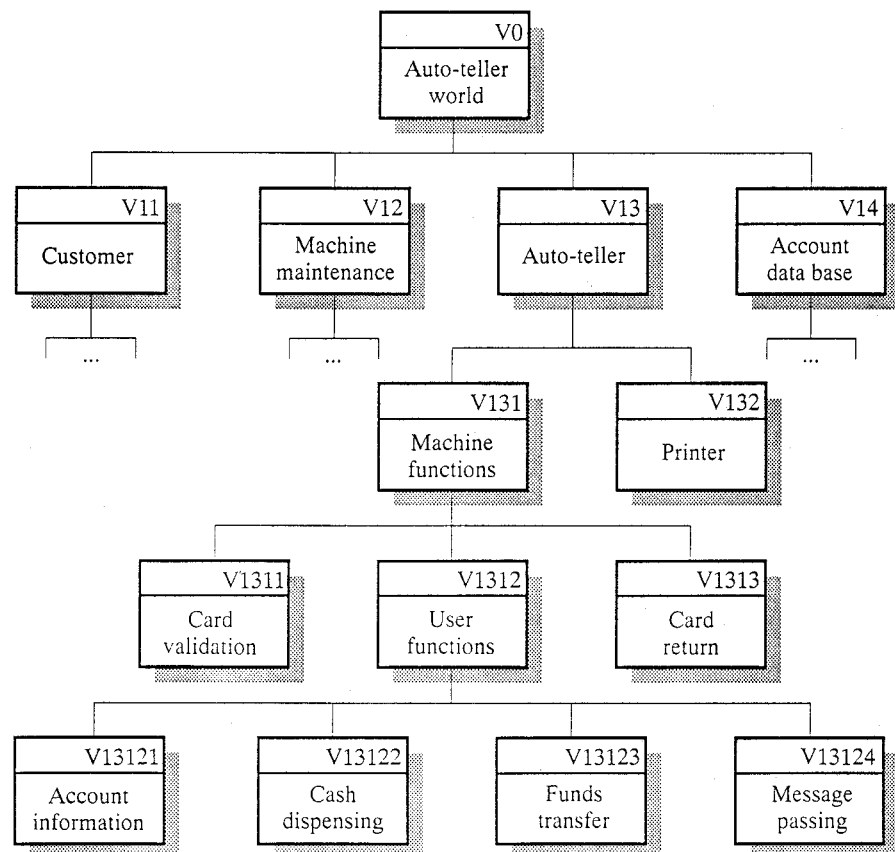
**Figure 4.2**  
Viewpoint clustering.

c)



**Figure 4.3**  
Bounding and defining viewpoints.

d)



**Figure 4.4**  
Viewpoint structuring.

## Betrachtung vorgegebener Perspektiven

- Übliche Perspektiven sind (u. damit Hinweise zum Vorgehen)
  - bzgl. statischer Bestandteile des organisatorischen Systems (Betriebsgliederung, Produktionshilfsmittel etc.)
  - bzgl. dynamischer Bestandteile schwerer; zeitl. Verhalten gliedern
    - nach Ort: Was geschieht dort in best. Zeitintervall?
    - nach Personen: Welche Arbeiten führen diese in best. Zeitint. aus?
    - nach bearbeitetem Objekt: In welchen Schritten erfolgt die Be- bzw. Verarbeitung?
    - nach Informationen: Welche gehen wohin?
    - nach Ursachen: Welche (un)beabsichtigten Folgen ergeben sich?
  - bzgl. welche Info gesammelt werden soll
    - für best. Anwendungsbereiche Checklisten
  - bzgl. der Datenverarbeitungsaspekte
    - bzgl.
      - Daten (E-, A-, Zwischendaten (Scratchd., persistente D.))
      - Datenträger: welche
      - Darstellungsform (Syntax)
      - Semantik
      - Wertebereich
      - Beziehungen der Daten untereinander
      - Fehlermöglichkeiten/Fehlerhäufigkeiten
      - Gesamtzahl, zeitliche Verteilung

- bzgl. Aktionen
  - Was wird getan (E/A-Relation)
  - Wie ist der Verarbeitungsablauf
  - Leistungsfähigkeit (Bearbeitungszeit/Durchsatz)
  - Häufigkeit/zeitl. Verteilung v. best. Verarbeitungsschritten
  - Mögl./Wahrscheinlichkeit von Fehlfunktionen
- bzgl. Ergebnisse der Schwachstellenanalyse (Problem/Needs Report)
  - Welche Punkte haben sich nicht bewährt/Wo treten Probleme auf
  - Überprüfung anhand der Hinweise von oben
- bzgl. Risiken (Risk Analysis Report, Teil der Durchführbarkeitsstudie)

- Checklisten für Anwendungsbereiche für zu sammelnde, prüfende, bewertende Information

# Hinweise/Probleme

## Schwierigkeiten der Istanalyse/Fachkonzepterstellung

- Informationskanäle schwer zu ermitteln (informelle, persönliche Kanäle)
- Fragender berücksichtigt nicht
  - die unterschiedliche Sprache
  - den unterschiedlichen Wissensstand
  - den unterschiedlichen Erfahrungsschatz des Gefragten  $\Rightarrow$  falsche Antworten
- Befragter mißtrauisch:
  - zögernde
  - unvollständige
  - falsche Antworten

## Spezialaspekte, die vergessen werden

- Benutzermodell, Bedienungsschnittstelle
  - a) Funktionen für zuk. Benutzer festlegen  
abhängig von Benutzertyp (versch. Klassen bzgl. Funktion, Berechtigungen, Expertise)
    - EDV-Laie: Reisekaufmann: Rechner Hilfsmittel wie Katalog, Papier
    - EDV-Fachmann: z.B. Systementwickler, -pfleger
    - EDV-Bediener: z.B. Operateur

⇒ Erarbeitung eines Benutzermodells
  - b) Prüfungen, Meldungen, Warnungen festlegen
  - c) Dialoggestaltung, insb. Bildschirmgest. festlegen
- geplante, absehbare Änderungen, Erweiterungen der Funktionen, Hinzunahme weiterer Funktionen
- Qualitätsanforderungen (→ Pflichtenheft)
  - Zuverlässigkeitsanforderungen
    - Ausfallsicherheit: Maßnahmen im Fehlerfall, Wiederaufsetzpunkt, Anfahren des Systems nach Wiederaufsetzen, Überwindung spor. Fehler
  - Effizienzanforderungen: Reaktionszeit, Laufzeitverhalten (min., durchschn., max.), Last (min., max.), max. Zeit nach Wiederaufsetzen im Fehlerfall

- Schutz/Sicherheit: Datenschutz, was, wie gesichert  
Sicherheit: Wie sind Daten gesichert, wie werden sie sicher übertragen
- Konfigurationsanforderungen: Welche versch. Konf. des SW-Systems sollen ausgeliefert werden
- Systemtechnische Anforderungen
  - Hardwarekonfiguration: Welche verschiedenen Konf. gibt es, soll es in Zukunft geben, auf denen das System läuft, welche verschiedenen Varianten von Geräten/Schnittstellen gibt es oder wird es in Zukunft geben, welche Einschränkungen haben diese
  - zu verwendende Komponenten: Welche Komponenten eines Altsystems gibt es, wie werden diese in Zukunft aussehen
- Validitätsanforderungen (→ QS, Projektplan)
  - Abnahmetest: insb. Lasttest, Test der Ausfallsicherheit
  - Prototyp: Wird ein Prototyp erstellt? Was sind die Konsequenzen von dessen Evaluation? Wer trägt den Modifikationsaufwand?
  - Testdaten: Stehen Daten des Altsystems für Test zur Verfügung? Wird Umgebung des Systems realitätsnah simuliert?
- Projektfestlegung für Entwickler  
(→ Pflichtenheft, QS, Projekthandbuch)
  - Welche Reviewverfahren werden eingesetzt, welche Modul-/Integrationstestverfahren werden eingesetzt, nach welchen Kriterien wird Qualitätssicherung beendet?

- Umfang für Dokumentation, Qualitätssicherung  
 (→ DOK, QS, Projektplan, Projekthandbuch)
  - Dokumentation für wen, wie umfangreich, wie detailliert (Vorgaben über Struktur im Pflichtenheft/Projekthandbuch),  
 Umfang/wie oft (s. Projektplan)
- Übergang/Einführung
  - Personalaufwand für die Einführung eines Systems (bei Auftraggeber, Auftragnehmer) für die Schulung, für Vertriebsunterstützung, für den Betrieb, für die Pflege des Systems? Welche Leistungen, wenn Auftragnehmer die Pflege übernimmt, werden erbracht? Welche technische Dokumentation welchen Umfangs erhält er dafür?
  - Personalaufwand und Leistungen für den gleitenden oder einmaligen Übergang von Altsystem auf Neusystem, Hilfsmittel für die Datenkonversion

# Durchführbarkeitsstudie

- prinzip. Durchführbarkeit (s. dazu Theorie der Informatik)
- technische Durchführbarkeit (s. dazu Pflichtenheft)
  - Verfügbarkeit geeign. Rechenanlagen
  - Verfügbarkeit geeign. Software (Basisschicht, Entw./Wartungswerkz.)
  - E/A-Geräte für Datenanfall
  - werden Daten aus der Umgebung zur Verfügung gestellt
- personelle Durchführbarkeit (s. dazu Projektplan)
  - Fachkräfte in Quantität, Qualität zum benötigten Zeitpunkt verfügbar?  
für Erstellung, Einführung, Betrieb, Wartung (ggfs. Einstellung, falls möglich)
  - Was geschieht mit bisherigem Personal bei Auftraggeber?  
Umschulung für anstehende neue Aufgabe  
Umsetzung auf neue Aufgabe  
Entlassen (Sozialplan)  
Ist neues System durchsetzbar?  
(Benutzerfreundlichkeit, soziale Verträglichkeit)?
- ökonomische Durchführbarkeit (s. dazu Projektplan)
  - erst nach Ermittlung der Kosten  
als Teilaufgabe der Projektplanung
- Risikoanalyse (alle obigen Aspekte unter Risikosicht)
  - technische Risiken
  - personelle Risiken
  - Zeitplanrisiken
  - Zulieferungsrisiken
  - Unterauftragsrisiken

} Was wird getan, falls eintritt?  
Was wird getan, um Risiken zu verhindern / zu vermindern?

# Rollen, spezifische Tätigkeiten und Prüfungen

## Prüfungen

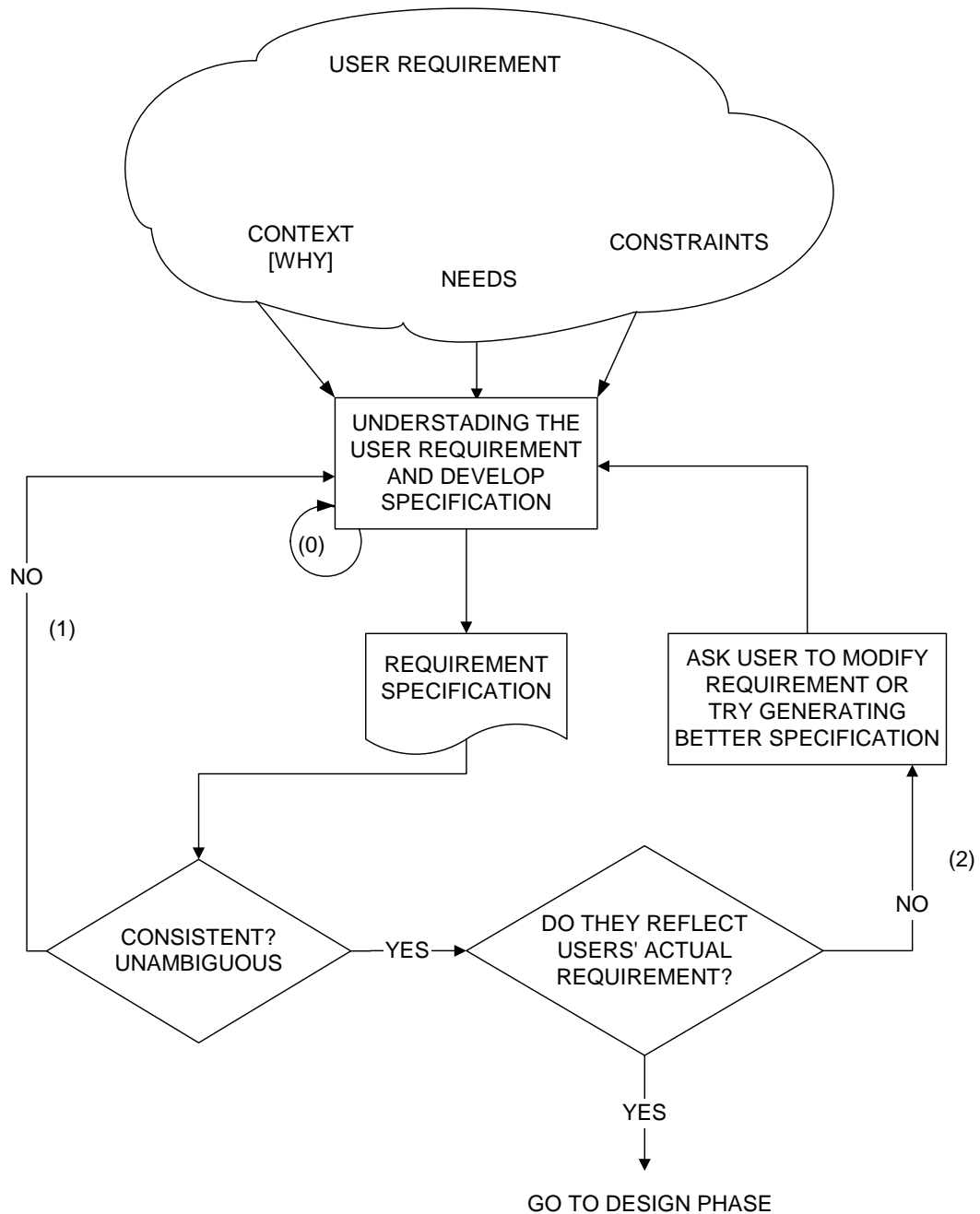


Figure 5: Requirements specification development process

aus Ramamoorthy: ..., Computer 10/84

# Rollenverteilung

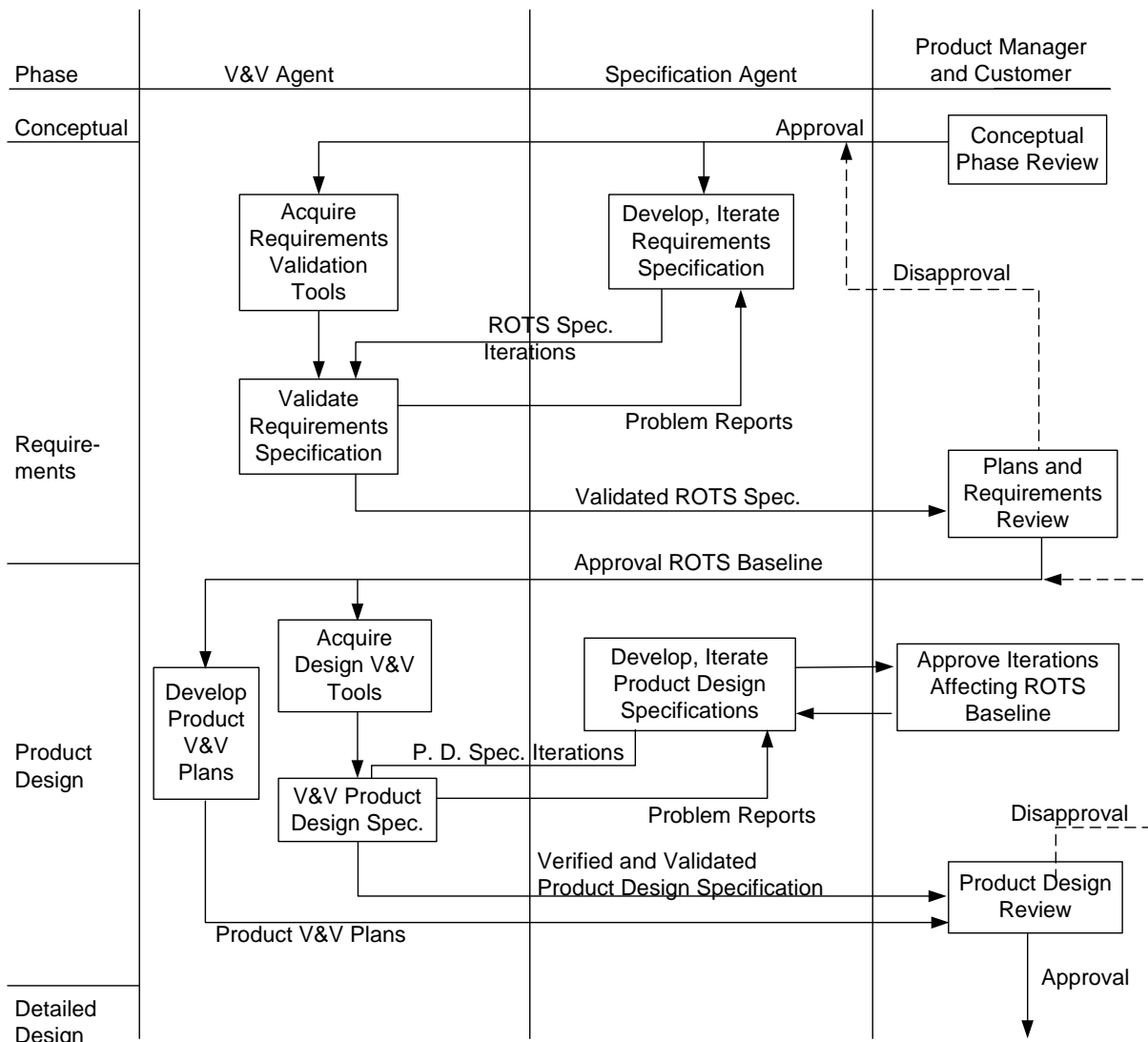


Figure 2: Verification and validation sequences for the requirements and product design phases January 1984

nach Boehm:..., Software 1/84

Manager (Auftragn.): Entwickler

Koordination der technischen Entwicklung

Projektleitung

Geschäftsführung

Customer:

Endnutzer

Management Auftraggeber: Koord., Leitung

Geschäftsführung

Techn. Personal Wartung

Personal Betriebsführung

## **Überprüfung der entsprechenden Dokumente, insb. Anforderungsspezifikation**

- **Vollständigkeit** (hierzu Anf.Spez., Anf.Def., Problembeschr.)
  - keine MFWs (muß noch festgelegt werden):  
Das System muß eine Spitzenlast von MFW Transaktionen pro Sek. vertragen
  - keine Bezüge auf noch offene Punkte:  
Eine Liste aller Transaktionen wird in der Transaktionsdatei festgehalten, deren Format hier (und anderswo auch nicht) festg. wird.
  - keine vergessenen oder ausgelassenen Teile der AD:  
Vorkehrungen zur Überprüfung (Test, Verif., man. Prüfg., Val.)
  - keine vergessenen Funktionen:  
Programm- und Datenarchivierungsfunktionen, Diagnose bei Fehlfunktion (backup)  
Wiederaufsetzen nach Hard-, Software- oder Übertragungsfehler (recovery), Konvertierungsroutinen
  - keine vergessenen Produkte:  
Testwerkzeuge, Ausgabeprozessoren etc.
- **Konsistenz:**
  - interne Konsistenz im SW-Dokument der AD:  
widersprüchliche Verwendung von Begriffen, widerspr. Festlegung und Verwendung von Schnittstellen von Funktionen, allg. Aussagen, die für einen auftauchenden Spezialfall nicht gelten
  - externe Konsistenz:  
Widersprüche zu anderen Teilen der AD, Widersprüche zu anderen anderweitigen Softwaredokumenten
  - Herstellung von Zusammenhängen  
zur Vermeidung von Missverständnissen oder exotischen Annahmen (traceability)

- “Machbarkeit” (Anf. Spez., Feasability Report):
  - Ist die AD die Beschreibung eines durchführbaren Systems (techn., ökonomische, personelle Machbarkeit → Durchführbarkeitsstudie)
  - Zuverlässigkeit
  - Wartbarkeit
  - Bedieneroberfläche
    - einfach
    - vollständig
    - uniform (passend zu ...)
    - dem Benutzermodell angepaßt (nicht nervtötend, Verz. kl. Fehler)
  - Detailpunkte zur ök. Durchführbarkeit: Mitteleinteilung kann System mit angeg. Genauigk., Zuverl., Verfügbarkeit in Kostenrahmen erstellt werden?
  - Ist das System kosteneff. in Bezug auf Anpaßbarkeit?
  - Ist das System kosteneff. in Bezug auf Portabilität?
  - Risikoabschätzung
    - Overhead in Mutiprozessorumgebung durch Betriebssystem
    - Sicherheit der Daten und des Softwaresystems
    - Geschwindigkeit neuer Algorithmen
    - erreichbare Geschw. bei KI-Ansätzen (allg. Interpr.ans.)
    - Reaktionszeit bei Systemen wie Luftüberwachungssystem
    - Verfügbarkeit und Zuverlässigkeit der Basismaschine
    - Verfügbarkeit von für das Projekt wichtiger Personen
    - Volumen und Qualität der Eingabedaten
    - Verfügbarkeit u. Leistungsf. der Schnittst. zum org. System
  - Testbarkeit

# Zusammenhang und Unterstützung

## Verschiedenartige Ergebnisse der RE-Prozesse und Zuordnung

- nach Art der Information

- Probleme, Schwachstellen aus Istaufnahme → Problembereich (Needs-Report) für Management
- Ermittlung des Kontexts gegenwärtig, nach Realisierung des SW-Systems, in Zukunft zu erwarten } → Lastenheft (Req.Def.) grob  
→ Pflichtenheft (Req.Spez.)  
→ detailliert für PM, techn. Personal
- Beschreibung des neuen SW-Systems

operative Anforderungen (“funkt. Anforderungen”, Fachkonzept)

- Funktionsmodell } → Lastenheft
- Datenmodell } → Pflichtenheft
- Kontrollmodell } → Pflichtenheft
- UI-Modell }

nichtfunktionale Anforderungen (f. Produkt/Entw./Prüf.)

- Qualitätsanforderungen } → Lastenheft
- Validitätsanforderungen } → Pflichtenheft
- techn. Anforderungen an das SW-System } → Lastenheft
- techn. Anforderungen an den Entw.-Prozess } → Pflichtenheft
- Projektfestlegungen für Entwickler }

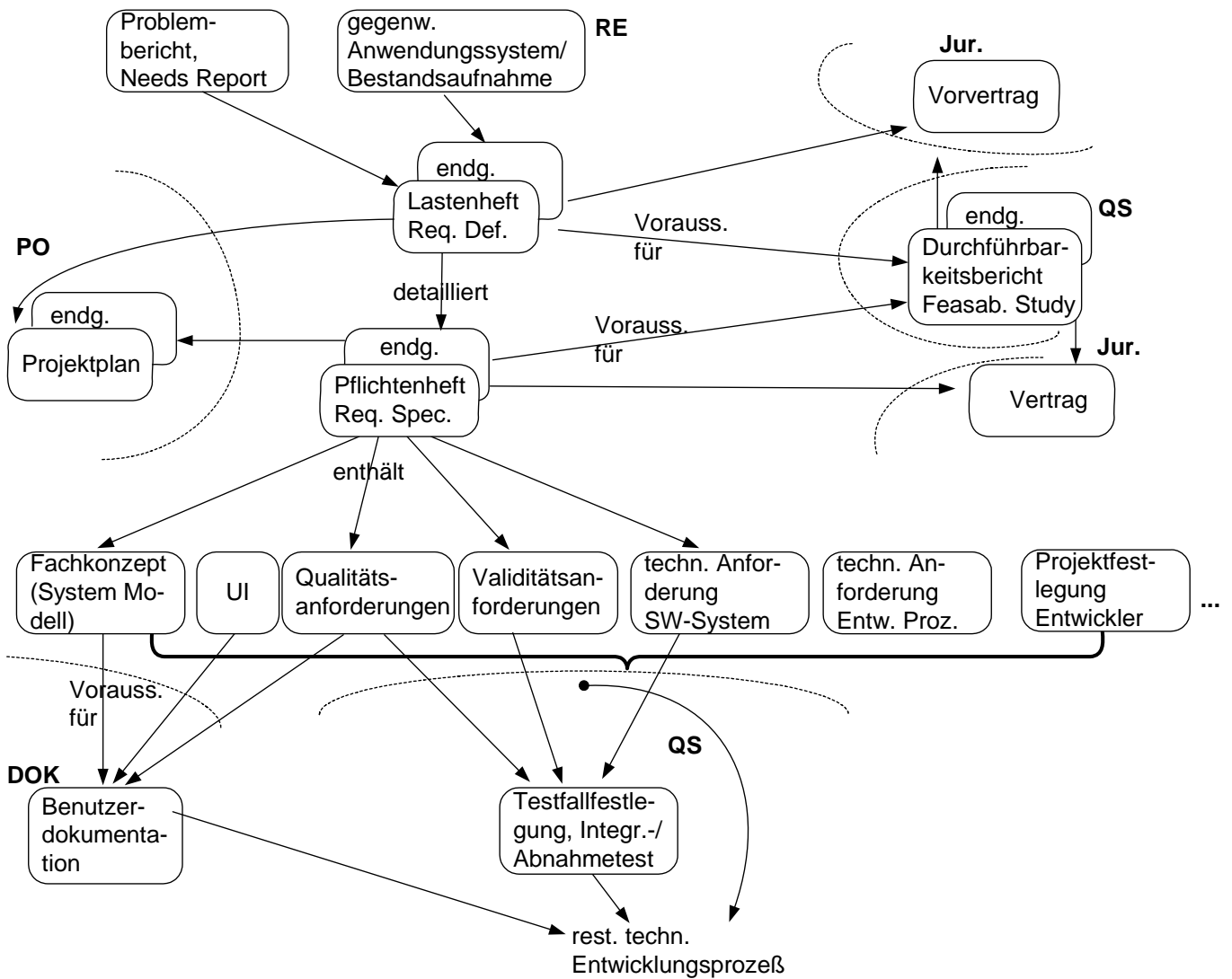
für techn. Personal, Auftragnehmer/Auftraggeber

- Analyse der Durchführbarkeit für SW-Projekt → Feasability Report
  
- Projektfestlegung auf Managementebene (Prozess, Produkt, Ressourcen, Organisation)
  - Projektplan
  - Kurzfassung im Pflichtenheft für techn. Personal
  
- juristische Festlegung
  - Zahlung → Vorvertrag
  - Garantie → Vertrag
  - Leistungen → Kurzfassung im Projektplan
  - Kurzfassung im Pflichtenheft für techn. Personal

- Nach Ergebnissen und Dokumenten des RE-Teilprozesses
  - Strukturfestlegung des RE-Prozesses selbst
    - Prozessfestlegung RE-Prozess: Struktur, Detaillierung, Iterationen, Qualitätssicherung etc.
    - Strukturfestlegungen der Ergebnisse und ihres Zusammenhangs
  - Ergebnisse zur Festlegung des zu erstellenden Systems
    - Problembereicht (für PO, Entwickler)
    - Lastenheft (für PO, Entwickler)
    - Durchführbarkeitsbericht (für PO, PM, Entwickler)
    - Pflichtenheft (für PM, Entwickler)
  - Ergebnisse zur Festlegung des Entwicklungsprozesses
    - Projektplan
    - techn. Festlegung, Randbedingungen in Pflichtenheft
  - Ergebnisse zur Entscheidungsbestimmung
    - Vorvertrag
    - Vertrag

Anforderungsspezifikation ist oft Mixtur aus obigem

# Dokumente des RE-Prozesses und gegenseitige Abhängigkeiten (ohne Prototyping)



## Werkzeuge für das RE und damit zusammenhängende Arbeitsbereiche

- RE-Werkzeuge:
  - strukturbez. Werkzeuge für die Erstellung der versch. Teilmodelle, die die interne Konsistenz abprüfen
  - Sicherungswerkzeuge für die Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Sichten
  - intell. Textsystem zur Eingabe/Überwachung gegenseitiger Bezüge in nichtfunkt. Teil, zwischen nichtfunkt. Teil und funkt. Teil, zwischen den versch. Dokumenten, insb. zur Überwachung der Konsistenz bei Auszugteilen
  - "Checklisten" f. Informationserhebung f. spez. Projekte bzw. abgestimmte RE-Umgebung für solche Projekte, Dokumenten- bzw. Teilkonfigurationsvorgaben, Auswahl solcher Vorgaben
- PO-Werkzeuge (vgl. entspr. Kap., hier nur Grobpl., Schätzung):
  - Datenbank mit Vergleichsprojekten
    - nach Anwendungsbereichen
    - nach "Komplexitätsklassen"
    - nach Strukturklassen
    - nach Aufteilung des Aufwands nach Phasen
    - nach Teilprojektaufteilung, Projektarten
    - nach techn. Aktivitäten, organisatorischen Aktivitäten
  - Schätzungsumgebungen (vgl. COCOMO) zur Ermittlung projektspezifischer Produktivitätsfaktoren
  - vorläufige Planung, Projektführung und -überwachung
    - Kennzeichnung krit. Prozesse (Risikoanalyse)
    - Festl. von Alternativen, bzw. von Parallelentwicklungen
- Verbindung zu anderen Werkzeugen
  - Integrationswerkzeuge zur ink. Propagation von Festlegungen/Änderungen zu anderen Arbeitsbereichen

## Techniken und RE-Strukturierung

(Annahme, es seien spez. Techniken vorhanden, dann gibt es)

- geklärte Vorgehensweise/Dokumente/Sprache/Werkzeuge:
  - festgel. RE-Prozess
  - festg. RE-Dok. und sonstige Dokumente mit einer abgeklärten Gliederungsstruktur und Beziehungen
  - festgelegte und abgeklärte Notationen hierfür
  - Methodenwissen im Umgang mit diesen Sprachen
  - spezifisch abgestimmte Werkzeuge hierfür
- vorhandenes RE-Wissen:
  - vollst. Checkliste f. Anwendungsbereich, ..., so dass nichts vergessen wird für Istanalyse, Fachkonzeptermittlung
  - vollständige Liste von Risikoaspekten bzw. wenn die Technik fortentwickelt wird, keine Risikoaspekte mehr
  - verwendbare Teilspezifikationen, die genommen werden können oder ggfs. modifiziert werden müssen
  - Wissen über Wartungs-, Re-Engineering und Reverse-Engineering-Projekte: Wie ist RE zu handhaben, welche Vorabfestlegungen sind zu treffen und wie?
  - generische Spezifikationen, deren Anpassung unterstützt wird (Schablonen)
  - Gesamtspezifikationen als “Rahmenwerk”, so dass nur noch offene Teile angepasst werden müssen: diese Teile sind wohldefiniert sowie deren Verbindungen

- Güte von Schätzungen, Planung, Vorabfestlegungen
  - Erfahrung aus vergangenen Projekten: Größen-, Zeit-, Kosten-, Personalaufwandsschätzung präziser
  - Schätzverfahren (wie COCOMO, s. später) sind speziell auf Kontext kalibriert
  - Realisierungsprozesse sind bekannt, Vorabfestlegungen präziser oder überhaupt nicht mehr nötig

vergl. Aufgaben

## Aufgaben zu Kap. 4:

1. Der Teilprozess des RE unterscheidet sich bei eingebetteten Systemen maßgeblich von dem von “abgeschlossenen”, z.B. betriebswirtschaftlichen Anwendungen. Charakterisieren Sie die Unterschiede, und stellen Sie anhand des vorne angegebenen Prozesses ein modifiziertes Prozessmodell auf.
2. Ebenfalls unterschiedlich ist der RE-Prozess, wenn innerhalb einer SW-Firma ein Auftrag für eine wesentliche Komponente eines Systems in einer anderen Abteilung realisiert wird bzw. wenn eine SW-Firma eine technische Komponente oder eine Plattform für viele Kunden entwickelt. Diskutieren Sie die Unterschiede. Geben Sie ein Prozessmodell für den RE-Teilprozess an.
3. Ein SW-Haus will einen großen Auftrag für die Neuerstellung eines bestimmten Systems unbedingt erhalten und ist bereit, entsprechend in Vorleistung zu treten, weil es sich gute Chancen für den Erfolg ausrechnet. Modifizieren Sie den in der Vorlesung angegebenen RE-Teilprozess so, dass (a) die abgegebenen Kostenschätzung möglichst genau ist, (b) eine Basisplattform eingesetzt werden soll, wobei es unterschiedliche Anbieter gibt. Skizzieren Sie die Auswirkungen auf den RE-Teilprozess.
4. Ein SW-Haus ist aufgrund seiner technischen Kompetenz das einzige, das einen SW-Auftrag erwartungsgemäß bekommt. Der SW-Auftrag wird aufgrund der gebrachten Stundenleistung der Entwickler abgerechnet. Damit wird auch der RE-Teilprozess voll bezahlt. Diskutieren Sie Auswirkungen auf den RE-Teilprozess und entstehende Dokumente.
5. Ebenso wie der Prozess (vgl. Stichpunkt Varianten in der Vorlesung) nehmen auch die Zwischenergebnisse Lastenheft, Projektplan, Pflichtenheft etc. verschiedene Gestalt an. Die in

der Vorlesung gemachten Angaben beziehen sich eher auf Neuerstellung eines interaktiven Systems. Greifen Sie sich ein völlig verändertes Profil heraus (durch entsprechende Werte für die Dimensionen, die in der Variantendiskussion angegeben wurden sowie in obigen Aufgaben) und diskutieren Sie, welche Änderungen sich in der Struktur der Dokumente ergeben.

6. Ist in einem Bereich Anforderungstechnik und Strukturklassentechnik vorhanden, so ist auch der RE-Teilprozess anders strukturiert. Diskutieren Sie den RE-Teilprozess anhand des Beispiels Compilerbau in einem SW-Haus, das sich auf Mehrphasencompiler spezialisiert hat. Dabei sollen die in einem fortschrittlichen Hause üblichen Generatoren eingesetzt werden.

## Literatur zu Kap. 4:

- /AM 81/ R. Abbot/D. Moorhead: Software Requirements and Specifications - A Survey of Needs and Languages, Journal of Systems and Software, 2, 4, 297-316 (1981).
- /Bro 87/ F.P. Brooks, Jr.: No silver bullet: essence and accidents of software engineering, IEEE Computer 20, 4, 10-19, 1987
- /Dav 88/ A.M. Davis: A comparison of techniques for the specification of external system behavior, Comm. ACM 31, 9, 1098-1115, 1988
- /FF 89/ A. Finkelstein, S. Fuks: Multi-party Specification, Proc. 5th Int. Workshop on Software Specification and Design, 185-195, 1989
- /He 84/ W. Hesse et al.: Ein Begriffssystem für die Softwaretechnik - Vorschlag zur Terminologie, Informatik-Spektrum 7, 4, 200-213, 1984
- /IEE 91/ IEEE Transactions on Software Engineering 17, 3, 1991, special section on requirements engineering
- /KPR 87/ B. Kühnel, H. Partsch, K.P. Reinshagen: Requirements Engineering, Versuch einer Begriffsklärung, Informatik-Spektrum 10, 334-335, 1987
- /Ohn 87/ Y. Ohno (Ed.): Current Issues of Requirements Engineering Environments, Amsterdam: North-Holland (1982).
- /Pot 89/ C. Potts (Ed.): Proc. 5th Int. Workshop on Software Specification and Design, Pittsburgh, ACM Software Engineering Notes 14, 3 (1989).
- /RO 85/ W. Rzepka/Y. Ohno (Eds.): Special Issue on Requirements Engineering Environments, IEEE Computer 18, 4 (1985).
- /TD 90/ R.H. Thayer, M. Dorfman (Eds.): Systems and Requirements Engineering, IEEE Press, 1990