Anforderungsanalyse

Echtzeitsysteme 2 – Vorlesung/Übung

Fabian Scheler
Michael Stilkerich
Wolfgang Schröder-Preikschat

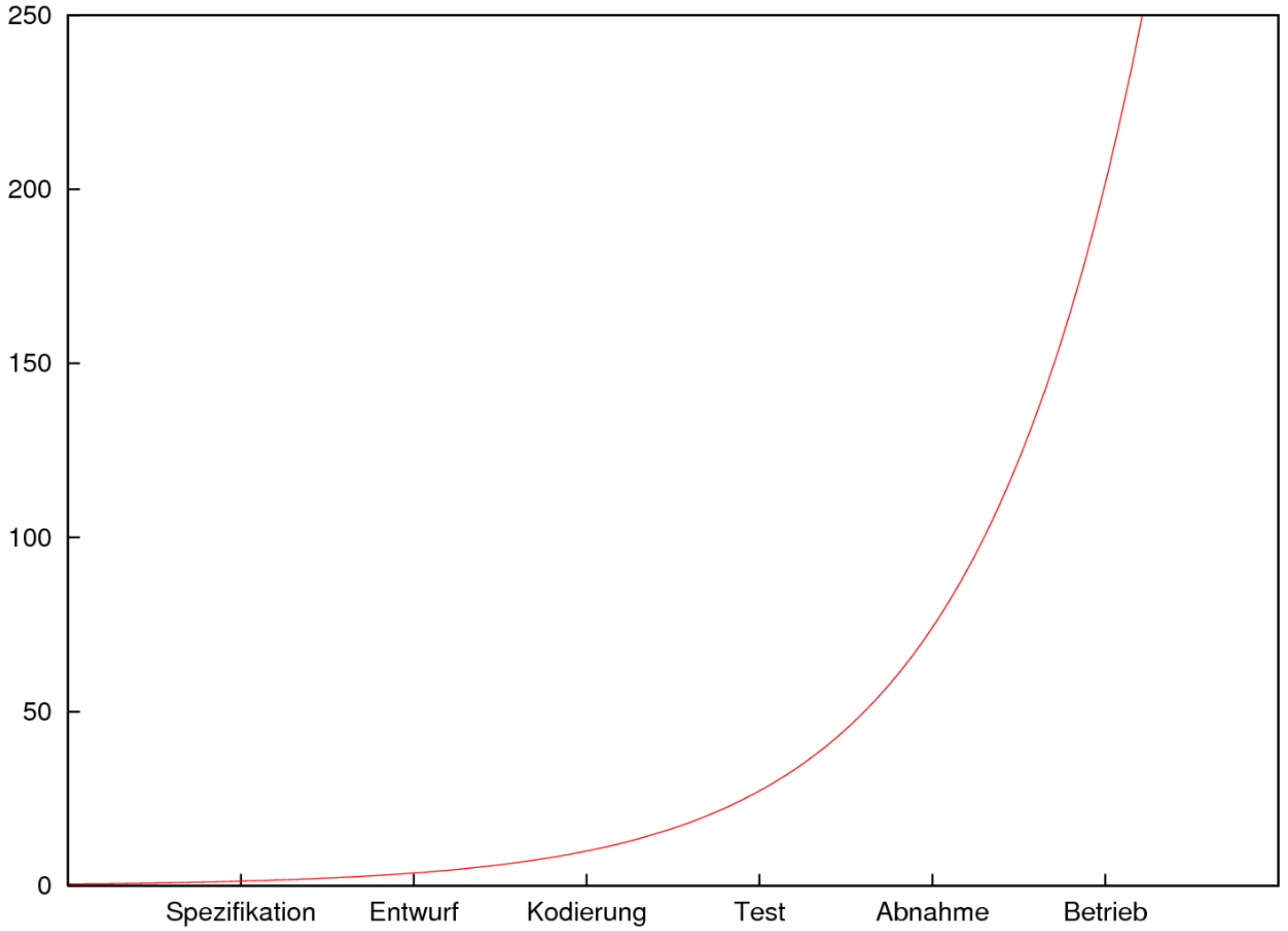
Lehrstuhl für Informatik IV
Verteilte Systeme und Betriebssysteme
Friedrich-Alexander Universität Erlangen-Nürnberg

http://www4.cs.fau.de/~{scheler,mike,wosch}
{scheler,mike,wosch}@cs.fau.de

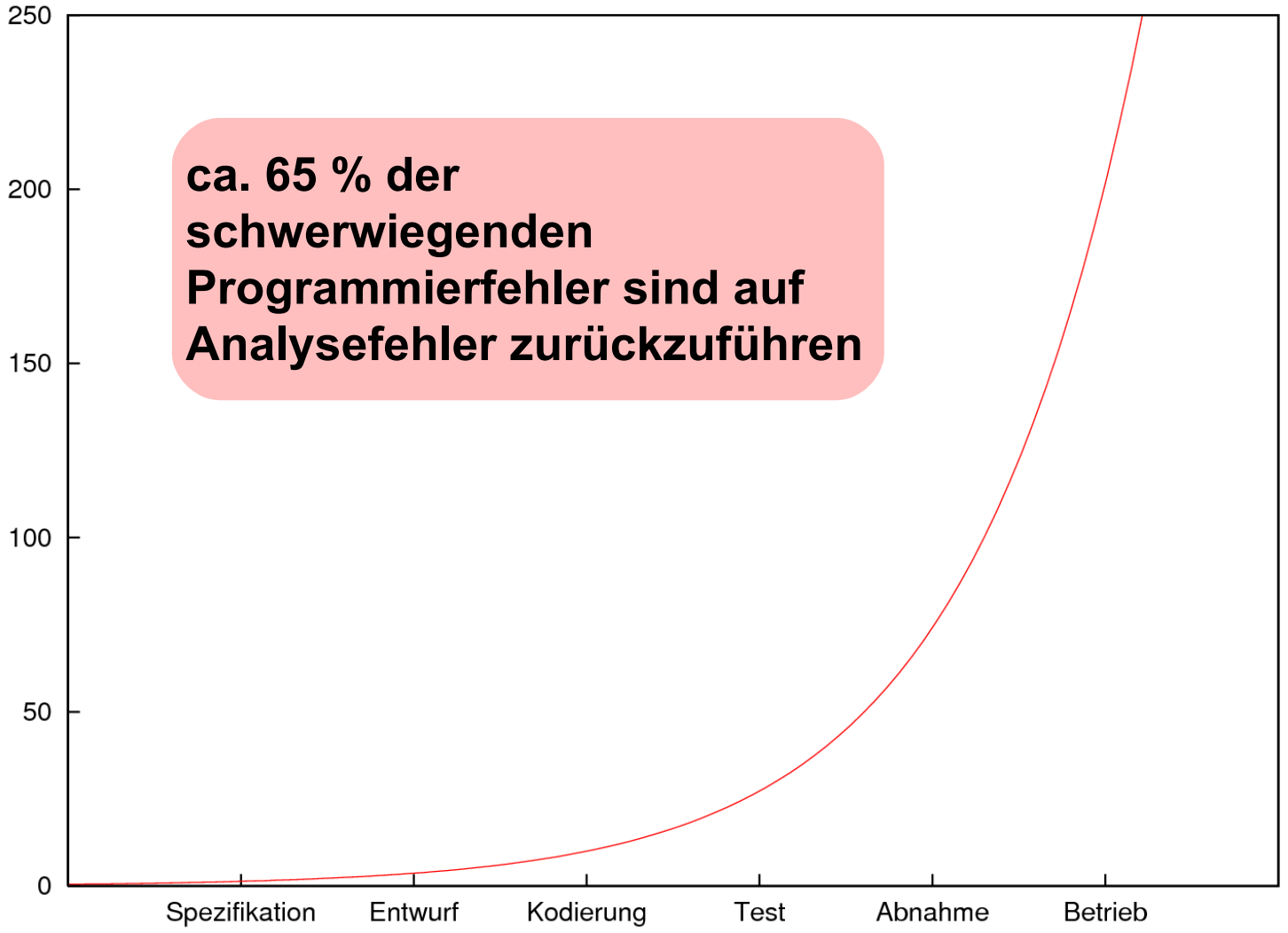
Übersicht

- Einleitung
- Aufgabenfelder
- Darstellungsmethoden
- Zusammenfassung

Wozu? - Relative Kosten von Fehlern



Wozu? - Relative Kosten von Fehlern



Analyse der Problemstellung

- methodisch gestütztes Aufstellen von Anforderungen
- **Anforderung** (engl. *requirements*)
  - Aussage über eine zu erbringende Leistung
    - eines Produkts oder eines Systems
  - eine Eigenschaft, die erfüllt sein muss,
    - damit ein bestimmter Vorgang gelingen kann
  - ein Leistungsmerkmal (nicht nur) von Software
- Zusammenfassung im Lasten-/Pflichtenheft
  - als Bestandteil eines zu erstellenden Anforderungsdokuments, das
    - die durch das System zu lösende Aufgabe beschreibt
    - die im Projekt zu erreichenden Ziele definiert
    - den Benutzerkreis des zu entwickelnden Systems festlegt
  - ... in Zusammenarbeit mit dem Kunden

Anforderungen → Lasten & Pflichten

- **Lastenheft** (Anforderungsspezifikation)
  - beschreibt unmittelbare Anfoderungen, Erwartungen, Wünsche
  - legt fest, was und wofür etwas gemacht werden soll

- **Pflichtenheft**
  (Sollkonzept, Fachfeinkonzept, fachliche Spezifikation)
  - detaillierte Beschreibung einer zu erfüllenden Leistung
    - liegt am Ende als schwarzer Kasten (engl. *Black Box*) vor
    - enthält i.d.R. nicht die Problemlösung (**keine** Implementierung)
    - präzise, vollständig, nachvollziehbare Inhalte
  - gibt an, wie und womit etwas realisiert werden soll
    - verknüpft mit techn. Festlegungen der Betriebs-/Wartungsumgebung

Anforderungen → Lasten & Pflichten

- **Lastenheft** (Anforderungsspezifikation)
  - beschreibt unmittelbare Anfoderungen, Erwartungen, Wünsche
  - legt fest, was und wofür etwas gemacht werden soll

- **Pflichtenheft**
  (Sollkonzept, Fachfeinkonzept, fachliche Spezifikation)
  - detaillierte Beschreibung einer zu erfüllenden Leistung
    - liegt am Ende als schwarzer Kasten (engl. *Black Box*) vor
    - enthält i.d.R. nicht die Problemlösung (**keine** Implementierung)
    - präzise, vollständig, nachvollziehbare Inhalte
  - gibt an, wie und womit etwas realisiert werden soll
    - verknüpft mit techn. Festlegungen der Betriebs-/Wartungsumgebung

Nach DIN 69905 enthält das **Pflichtenheft** die vom **Auftragnehmer** erarbeiteten **Realisierungsvorgaben**, die sich aus der Umsetzung des vom **Auftraggeber** vorgegebenen **Lastenheftes** ergeben haben.

Gliederung: Lasten- & Pflichtenheft

1. Allgemeines
   1. Einführung
   2. Referenzen
2. Systembeschreibung
   1. Funktionelles Zusammenwirken
   2. Funktionelle Arbeitsweise
   3. Aufteilung in Hard-/Software
3. Softwareanforderung
   1. Daten: Name, Typ, Struktur, Wertevorrat, Dimension, Genauigkeit,Zeitbedingungen, Bedeutung
   2. Funktionen: Ergebnis, Bedingungen, Initialisierung, Sonderfälle, Wiederholfrequenz/Durchlaufzeit, Bedeutung
4. Sonstiges: Programmiersprache, Verfahrensvorschriften

Anforderungsanalyse → Anforderungsdefinition

- **Anforderungstechnik** (engl. *req. engineering*, RE)
  - wichtige Voraussetzung zur Ermittlung von Anforderungen
    - Interessenvertreter identifizieren
    - d.h. die richtigen zu befragenden Institutionen/Personen ...
  - oft auch als Synonym zu *Anforderungsanalyse*

- **Anforderungspflege** (engl. *req. managment*, RE)
  - umfasst die Anforderungsanalyse und geht darüber hinaus
    - Maßnahmen zur Anforderungssteuerung, -kontrolle und -verwaltung
    - d.h. Risiko-, Änderungs- und Umsetzungsmanagement
  - elementare Prozess der Software- und Systemreifegrad-Modelle“
    - **CMMI** – Capability Maturity Model Integration
    - **SPICE** – Software Process Improvement and Capability Determination
  - auch bekannt als **Software Requirements Specification** (SRS)

Abgrenzung: RE vs. RM

- **Req. Engineering**
  - Erfassung
  - Analyse
  - Prüfung
  - Abstimmung
- **Req. Management**
  - Strukturierung
  - Bewertung
  - Verfolgung
  - Berichtswesen

Abgrenzung: RE vs. RM

- **Req. Engineering**
  - Erfassung
  - Analyse
  - Prüfung
  - Abstimmung
- **Req. Management**
  - Strukturierung
  - Bewertung
  - Verfolgung
  - Berichtswesen
- **Generierung** von Anforderungen
- **Verwaltung** von Anforderungen

Qualitätsmerkmale von Anforderungen

- **Adäquatheit**
  - beschreiben, was der Auftraggeber fordert, was benötigt wird
- **Vollständigkeit**
  - alles beschreiben, was der Auftraggeber fordert, was benötigt wird
- **Widerspruchsfreiheit**
  - ansonsten ist die Spezifikation nicht realisierbar
- **Verständlichkeit**
  - für den Auftraggeber und den Auftragnehmer
- **Eindeutigkeit**
  - um Fehler durch Fehlinterpretationen zu vermeiden
- **Prüfbarkeit**
  - feststellen könne, ob das erstellte System den Anforderungen entspricht

Einzelschritte

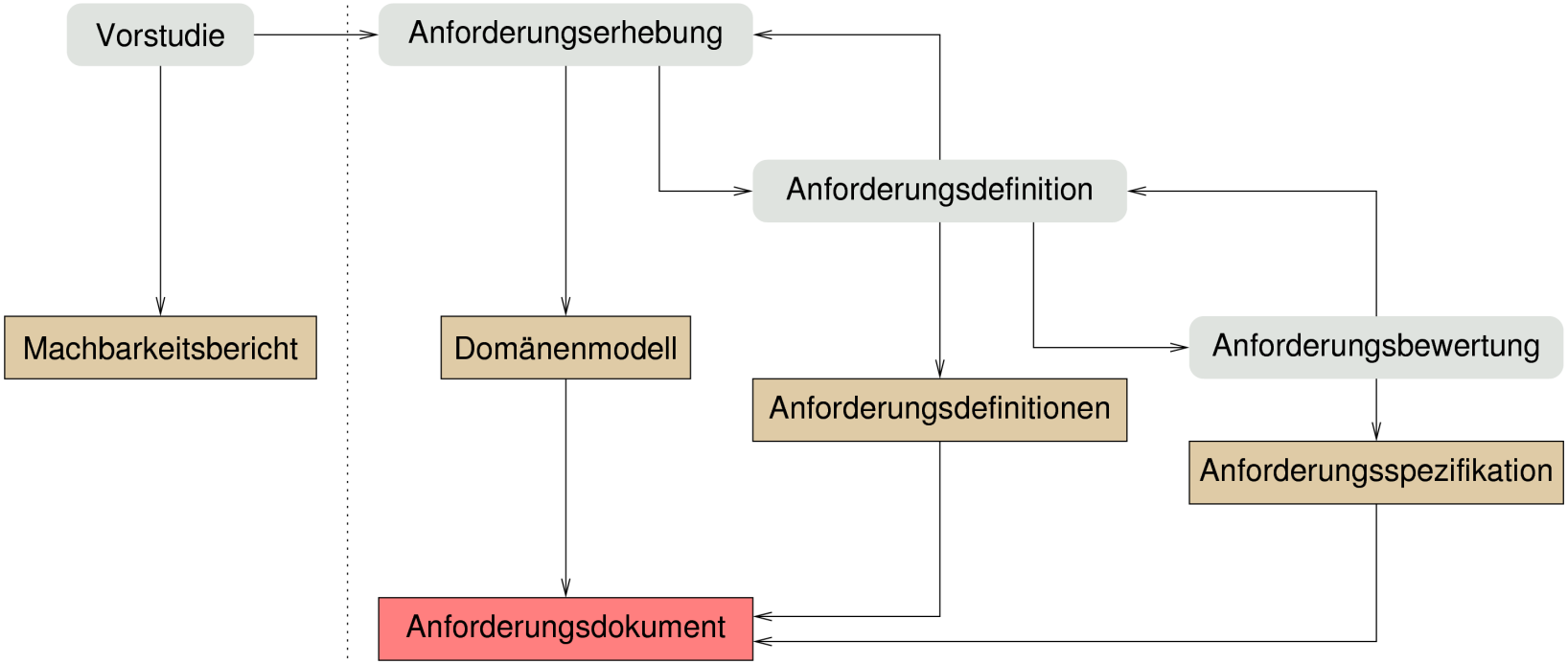
1. Anforderungserhebung
   - Kriterien zur Aufnahme von Anforderungen
     - vollständig, eindeutig definiert/abgegrenzt, verständlich
     - atomar, identifizierbar, dokumentiert, notwendig
     - nachprüfbar, rück- und vorwärtsverfolgbar
   - abschließende Erfassung der Anforderungen im Lastenheft
2. Anforderungsdefinition
   - Kriterien zur Strukturierung der Anforderung
     - abhängig, zusammengehörig, rollenbezogen
     - funktional/nichtfunktional, fachlich/technisch motiviert
   - abschließende Abstimmung zwischen Kunde und Entwickler
3. Anforderungsbewertung → Prüfung und Bewertung
   - Qualitätssicherung der Anforderungen
     - korrekt, machbar, notwendig, priorisiert, nutzbar, benutzerfreundlich
   - Ergebnis dieses Schritss ist Basis für das Pflichtenheft

Einzelschritte

Sommerville & Sawyer

Nuseiheh & Easterbrook

Prozess der Anforderungsanalyse



Typen von Anforderungen (nach SRS)

1. funktionale Anforderungen
   - Beschreibung des kompletten, deterministischen Systemverhaltens
2. externe Schnittstellen
3. Performanz (statisch/dynamisch)
4. logische Datenbasis
   - Nutzungsfrequenz, Zugriffsfähigkeiten, Daten inkl. Beziehungen
5. Entwurfseinschränkungen
   - Einhalten von Normen, Systemattributen (von Software)
6. Systemattribute von Software
   - Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Sicherheit, Wartbarkeit, Übertragbarkeit

➔ Anforderungen 2. - 6. gelten als nicht funktional

Typen von Anforderungen - Beispiele

- Name des Elements/Postens
- Gegenstandsbeschreibung
- Quelle der Eingabe und Ziel der Ausgabe
- Gültigkeitsbereich, Genauigkeit, Abweichung
- Maßeinheit
- Zeitvorgabe
- Beziehung zu anderen Ein-/Ausgaben
- Bildschirmformate/-organisation
- Fensterformate/-organisation
- Daten- und Befehlsformate

Herausfinden

- ... was der Kunde will bzw. was machbar ist

- **Erhebung** (engl. *elicitation*)
  - Identifizierung von Anforderungen, Auflagen und Einschränkungen
    - Fragebögen, offene Interviews, Besprechungen
  - Wiederverwendung von Anforderungen aus früheren Projekten

- **Abstimmung** (engl. *negotiation*)
  - Auflösung bestehender Konflikte ...
    - zwischen Fähigkeiten und Einschränkungen
    - zwischen Anforderungen und Betriebsmitteln (Ressourcen)
    - wegen inkompatibler Merkmale verschiedener Interessenvertreter
  - Verhandlung mit den Interessenvertretern (Auftraggebern)
    - Konsensfindung, Kompromisswege/-lösungen herausarbeiten

Formulieren

- ... des Problems und ggf. auch einer Lösungsidee
- **Analyse** (engl. *analysis*)
  - Grenze des Systems und Interaktion mit der Umgebung erläutern
    - ggf. verschiedene Sichten (engl. *viewpoint*) einnehmen
    - z.B. unterschiedliche Entwicklerrollen oder Beschreibungstechniken
  - widersprüchliche Anforderungen identifizieren und ggf. auflösen
- **Spezifikation** (engl. *specification*)
  - vollständige Menge zusammenhängender Anforderungen gestalten
  - Subsysteme/Komponenten definieren und Anforderungen zuordnen
- **Modellierung** (engl. *modelling*)
  - Systemeigenschaften durch konzeptionelle Modelle untersuchen
    - Daten-/Kontrollfluss-, Zustands-, Objekt-, Anwendungsfallmodelle
  - die operative Umgebung samt Daten und Kommunikation verstehen

Organisieren

- ... um die Problemkomplexität zu beherrschen
- **Dokumentation** (engl. *documenting*) → Anforderungsdok.
  - die Menge aller beschriebenen Anforderungen zusammenstellen
  - Lastenheft erzeugen, das später ins Pflichtenheft überführt wird
- **Strukturierung** (engl. *structuring*)
  - Anforderungen nach versch. Kriterien klassifizieren
    - Gruppierung nach z.B. Priorität (bei der Erfüllung der Gesamtziele), Herkunft, Gültigkeitsbereich, Stabilität usw. vornehmen
    - in funktional und nicht-funktionale Anforderungen einstufen
  - Attribute für jede Anforderung festlegen
    - Beschreibung, Grund, Urheber, Status, Akzeptanzkriterien, Implikationen, Abhängigkeiten, ...
    - dient u.a. auch der weiteren Gruppierung (s.o.)
  - den Anforderungen eindeutige Bezeichner zuordnen

Hinterfragen

- ... ob das Problem richtig verstanden wurde

- **Validierung** (engl. *validating*)
  - sicherstellen, dass das beschriebene System die ursprüngliche Intention (des Auftraggebers) adäquat wiedergibt
    - ein sich zu verschiedenen Prozesszeitpunkten wiederholender Vorgang
  - das Anforderungsdokument untersuchen, in Form von Inspektionen oder formalen Besprechungen durch Gutachtergruppen
    - Fehler, irrtümliche Annahmen, unklar bestimmte Begriffe, Abweichungen von üblichen Vorgehensweisen identifizieren
    - Gutachter sind u.a. auch Beauftragte der Benutzer des Systems
  - ggf. einen Prototypen zeigen, um die ursprüngliche Intention (s.o.) mit der eigenen Interpretation des Systems zu konfrontieren
    - manchmal genügen bereits einfache Papierskizzen

Vorbereiten

- ... für die Phasen der Systementwicklung danach

- weder **RE** noch **RM**
  - **Entwurf** (engl. *design*)
    - überlegen, wie die Anforderungen umgesetzt werden können
  - **Implementierung** (engl. *implementation*) und **Integration**
    - es tun, d.h. die Anforderungen umsetzen
  - **Verifikation** (engl. *verification*) und **Testen**
    - das Ergebnis mit dem ursprünglichen „Plan“ vergleichen
  - **Einführen** (engl. *rollout*)
    - das „Produkt“ auslieferen

Spezifikationstechniken

- allgemeine Klassifikation bzw. Ansätze
- **formal** (engl. *formal*)
  - rigorose, mathematische Grundlage → formale Notation
- **informell** (engl. *informal*)
  - wenn die Transkription („Umkodierung“) in eine formale Notation mit zugeordneten Regeln nur eingeschränkt möglich ist
    - z.B. ein Ablaufdiagramm (engl. *flowchart*)
  - bestenfalls werden Anforderungsverletzungen/-konflikte sichtbar
- **halbförmlich** (engl. *semiformal*)
  - Ansätze, die formale und informelle Züge zeigen, z.B. UML:
    - das Zustandsdiagramm (engl. *statechart*) ist formal
    - andere Konzepte sind jedoch eher pseudomathematischer Natur

Echtzeitsysteme (mit strikt einzuhaltenden Anforderungen) erfordern eine formale Begründung der Leistungscharakteristiken von Anforderungen

Natürliche Sprache

- weit verbreitete Technik
- Strukturierung durch Nummerierungs- und Gliederungsschemata
- Qualitätsverbesserung durch linguistische Methoden
  - Sätze mit Standardstruktur
  - kein Passiv
  - beschränkte Mengen von Verben mit festen Bedeutungen

Natürliche Sprache

- weit verbreitete Technik
- Strukturierung durch Nummerierungs- und Gliederungsschemata
- Qualitätsverbesserung durch linguistische Methoden
  - Sätze mit Standardstruktur
  - kein Passiv
  - beschränkte Mengen von Verben mit festen Bedeutungen

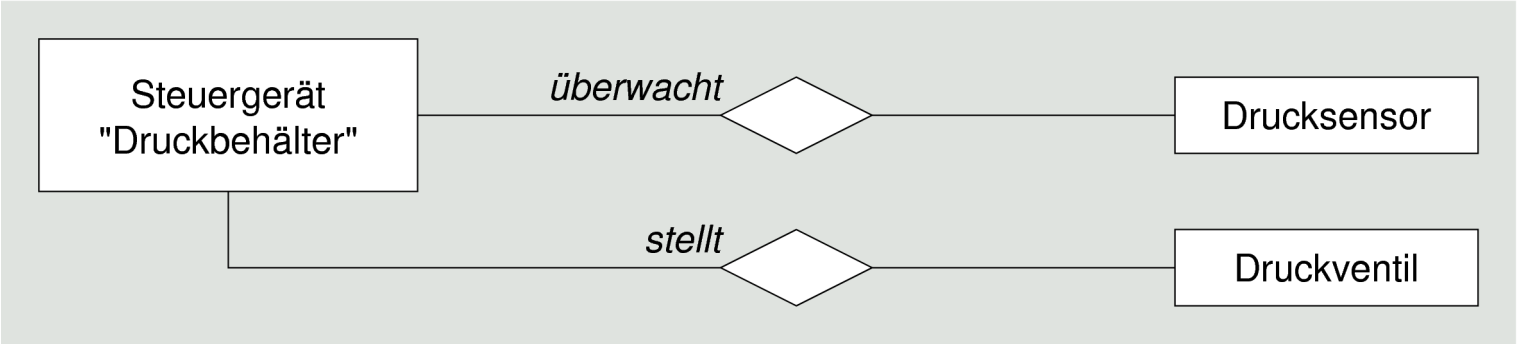
✔ leicht zu lesen/schreiben, ausdrucksmächtig

✗ unübersichtlich, fehleranfällig, mehrdeutig

➔ ungeeignet als alleiniges Beschreibungsmittel

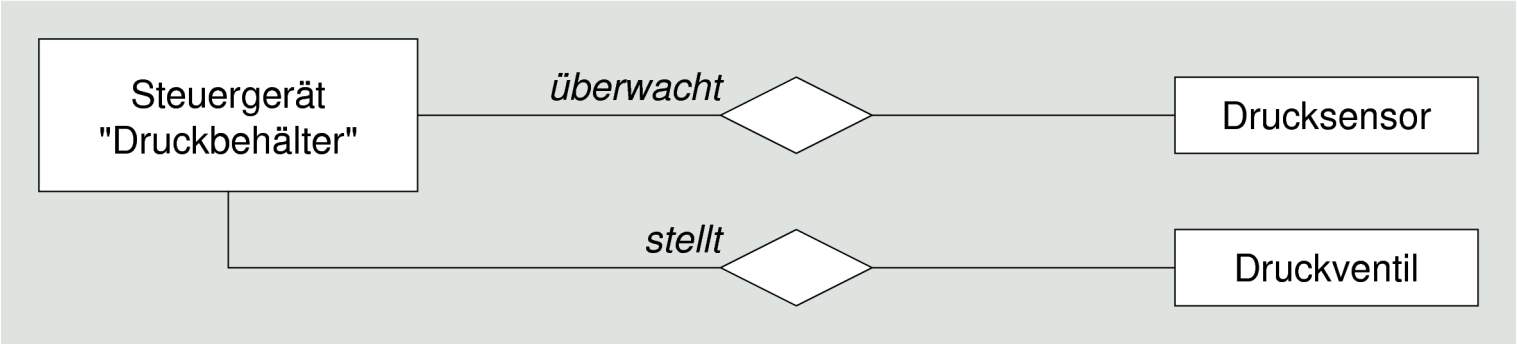
Datenmodellierung

- Grundlage ist der **Entity-Relationship**-Ansatz
- modelliert werden Ausschnitte der Realität durch ...
  - Gegenstandstypen (engl. *entity types*)
  - Beziehungstypen (engl. *relation types*)
  - Attribute (engl. *attributes*)



Datenmodellierung

- Grundlage ist der **Entity-Relationship**-Ansatz
- modelliert werden Ausschnitte der Realität durch ...
  - Gegenstandstypen (engl. *entity types*)
  - Beziehungstypen (engl. *relation types*)
  - Attribute (engl. *attributes*)

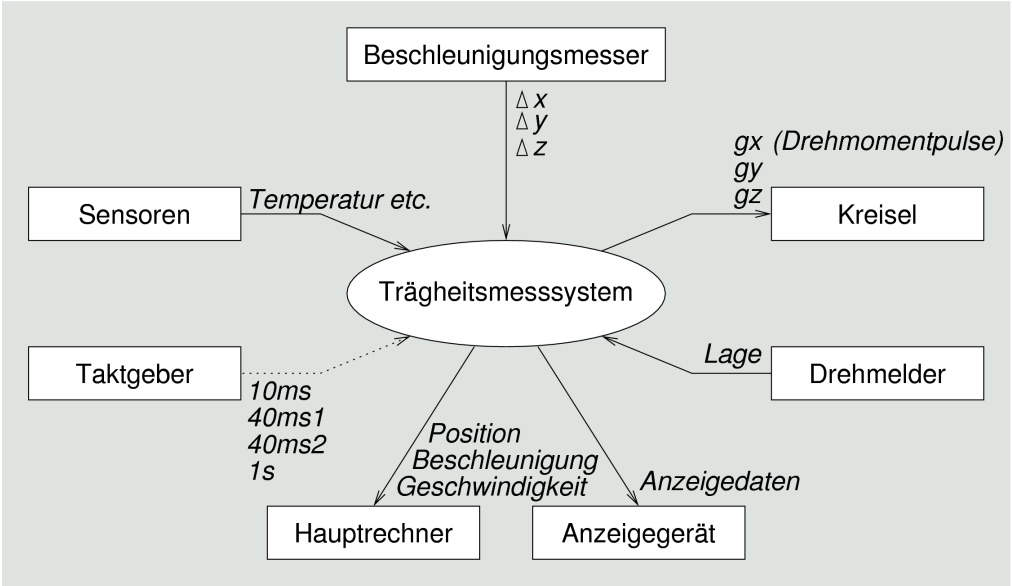


✔ vergleichsweise einfach und klar, ideal für Datenbanken

✗ weder Funktionalität noch Verhalten von Systemen, keine Mittel zur Dekomposition bzw. Datenkapselung

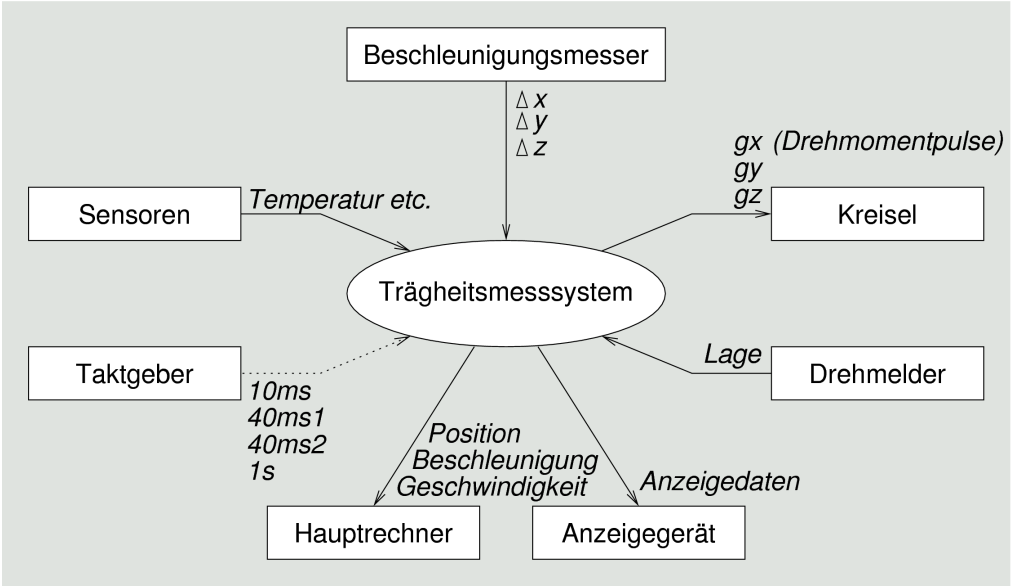
Strukturierte Analyse

- Grundlage bilden Datenflussdiagramme
- Modellierung von Systemfunktionalität
- Beschreibung des Systemkontextes
  - Interaktion
  - Ein-/Ausgabe



Strukturierte Analyse

- Grundlage bilden Datenflussdiagramme
- Modellierung von Systemfunktionalität
- Beschreibung des Systemkontextes
  - Interaktion
  - Ein-/Ausgabe



✔ vergleichsweise anschaulich, Dekomposition

✗ keine Lokalität von Daten, begrenzte Kapselungsfähigkeit, nicht-funktionale Eigenschaften nicht adäquat beschreibbar, „Strukturbruch“: Spezifikation ↔ Implementierung

Objektorientierte Spezifikation

- Modellierung der statischen Struktur eines Systems unter Verwendung von Objekt- und Klassendiagrammen
- Objekte/Klassen beschreiben Daten, Funktionen und zeitliches Verhalten

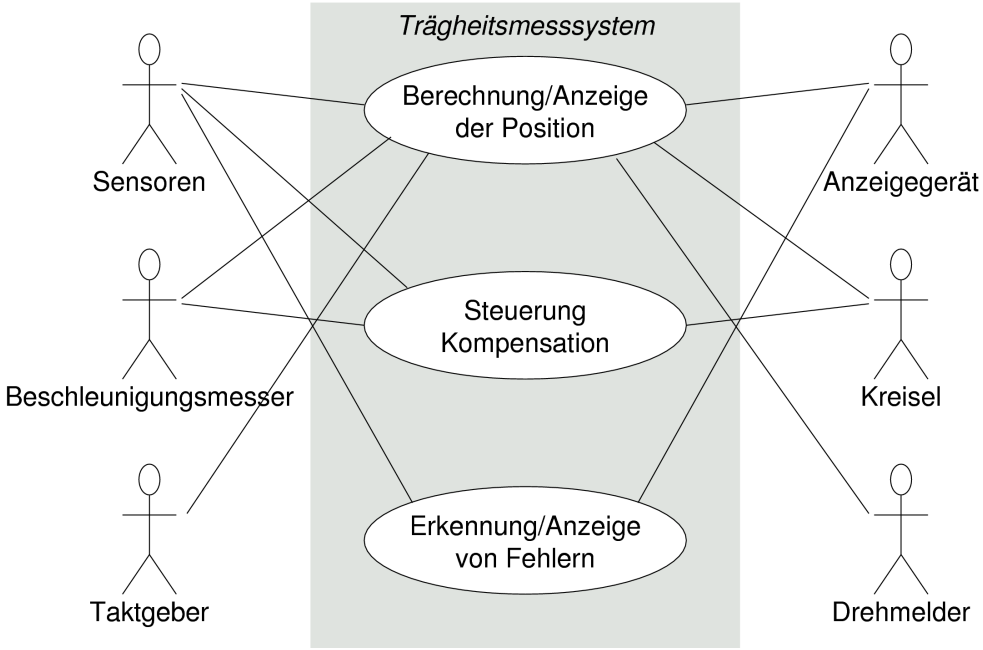
Objektorientierte Spezifikation

- Modellierung der statischen Struktur eines Systems unter Verwendung von Objekt- und Klassendiagrammen
- Objekte/Klassen beschreiben Daten, Funktionen und zeitliches Verhalten

- ✔ Beschreibung der Systemstruktur, unterstützt Lokalität von Daten und Kapselung, motiviert strukturähnliche Implementierungen, Dekomposition
- ✗ nicht-funktionale Anforderungen nicht adäquat beschreibbar

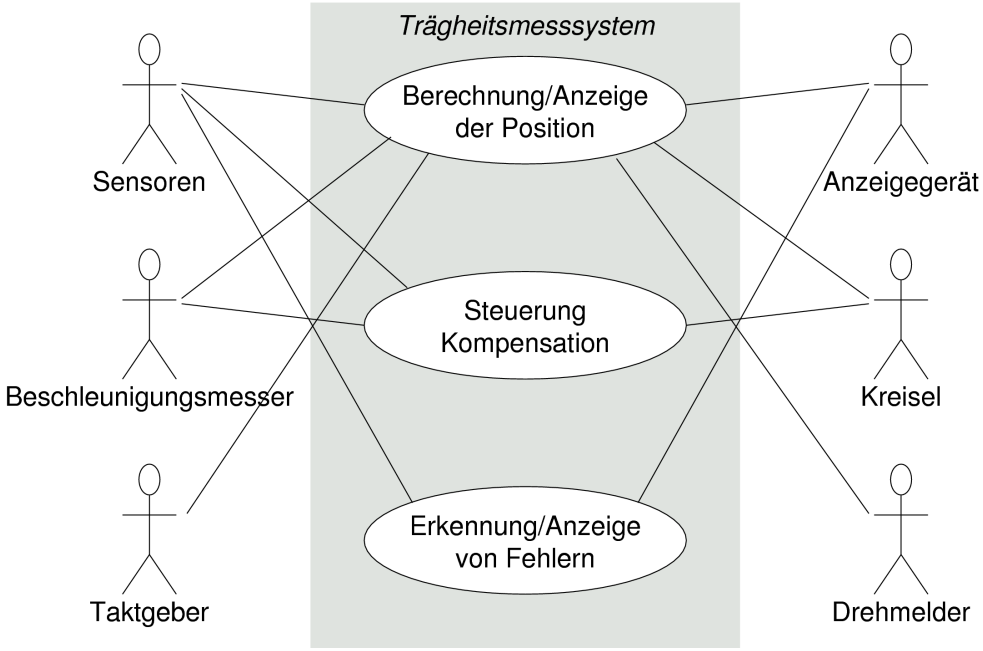
Szenarien und Anwendungsfälle

- Modellierung der Interaktion zwischen System und Umwelt
  - d.h. Akteure
- Interaktionssequenzen entsprechen Szenarien
  - Anwendungsfall
  - engl. *use case*



Szenarien und Anwendungsfälle

- Modellierung der Interaktion zwischen System und Umwelt
  - d.h. Akteure
- Interaktionssequenzen entsprechen Szenarien
  - Anwendungsfall
  - engl. *use case*



✔ leicht versteh- und prüfbar, modelliert Funktionalität aus Benutzersicht, Abgrenzung des Systems vom Kontext, Dekomposition

✗ keine Erfassung von Zusammenhängen/Abhängigkeiten von Szenarien, statische Struktur, keine Datenmodellierung

Formale Methoden

- Grundlage bilden mathematische Formalismen
  - formal definierte Syntax und Semantik
- große theoretische Vorteile, praktisch selten zu finden
  - punktueller Einsatz: sicherheitskritische Systeme

Formale Methoden

- Grundlage bilden mathematische Formalismen
  - formal definierte Syntax und Semantik
- große theoretische Vorteile, praktisch selten zu finden
  - punktueller Einsatz: sicherheitskritische Systeme

✔ Eindeutigkeit (formal definierte Semantik), Widerspruchsfreiheit, formal prüfbar, Nachweisbarkeit der Erfüllung von Anforderungen, Lösungsneutralität

✗ aufwendige Erstellung, Prüfung der Adäquatheit schwierig, umfangreiche Spezifikation auch für Fachleute schwer verständlich

Zusammenfassung

- **Einleitung**
  - Anforderung, Qualitätsmerkmal, Typen von Anforderungen
  - Anforderungsanalyse (-technik) vs. Anforderungspflege
  - Einzelschritte bzw. Prozess der Anforderungsanalyse
  - Anforderungsspezifikation: Lasten- und Pflichtenheft
- **Aufgabenfelder** → herausfinden, formulieren, organisieren, hinterfragen
  - Erhebung, Abstimmung
  - Analyse, Spezifikation, Modellierung
  - Dokumentation, Strukturierung
  - Validiederung
- **Darstellungsmethoden**
  - formal, informell, halbförmliche Spezifikationstechniken
  - natürliche Sprachen, Datenmodellierung, strukturierte Analyse, objektorientierte Spezifikation, Anwendungsfälle. formale Methoden