Softwaretechnik

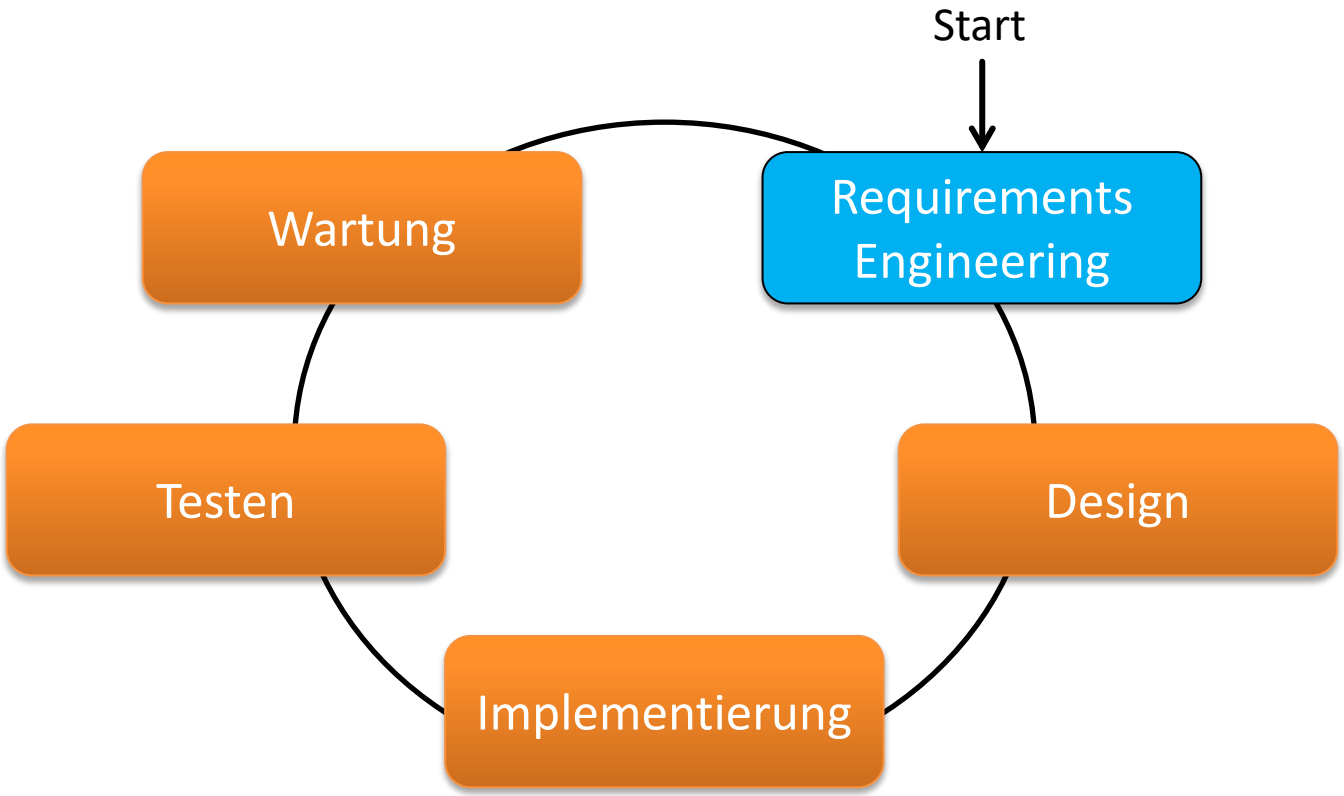
Requirements Engineering

SOFTWARE SYSTEME

UNIVERSITÄT LEIPZIG

Prof. Dr.-Ing. Norbert Siegmund
Software Systems

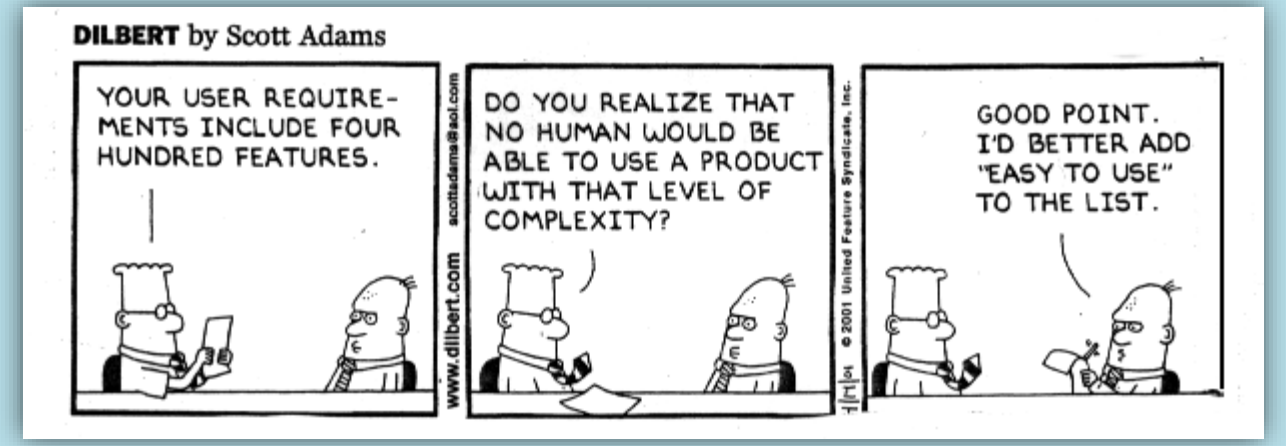
Einordnung


Start
Requirements Engineering
Design
Implementierung
Testen
Wartung

Lernziele

- Notwendigkeit von Requirements Engineering verstehen
- Typische Probleme bei der Anforderungsanalyse kennen
- Vorgehen für systematisches Finden von Anforderungen verstehen
- Anforderungen beschreiben können

Warum Requirements Engineering?



Was sind Requirements?

- Bedingung oder Eigenschaft, die ein System benötigt,
  - um ein Problem zu lösen

    oder
  - um ein Ziel zu erreichen

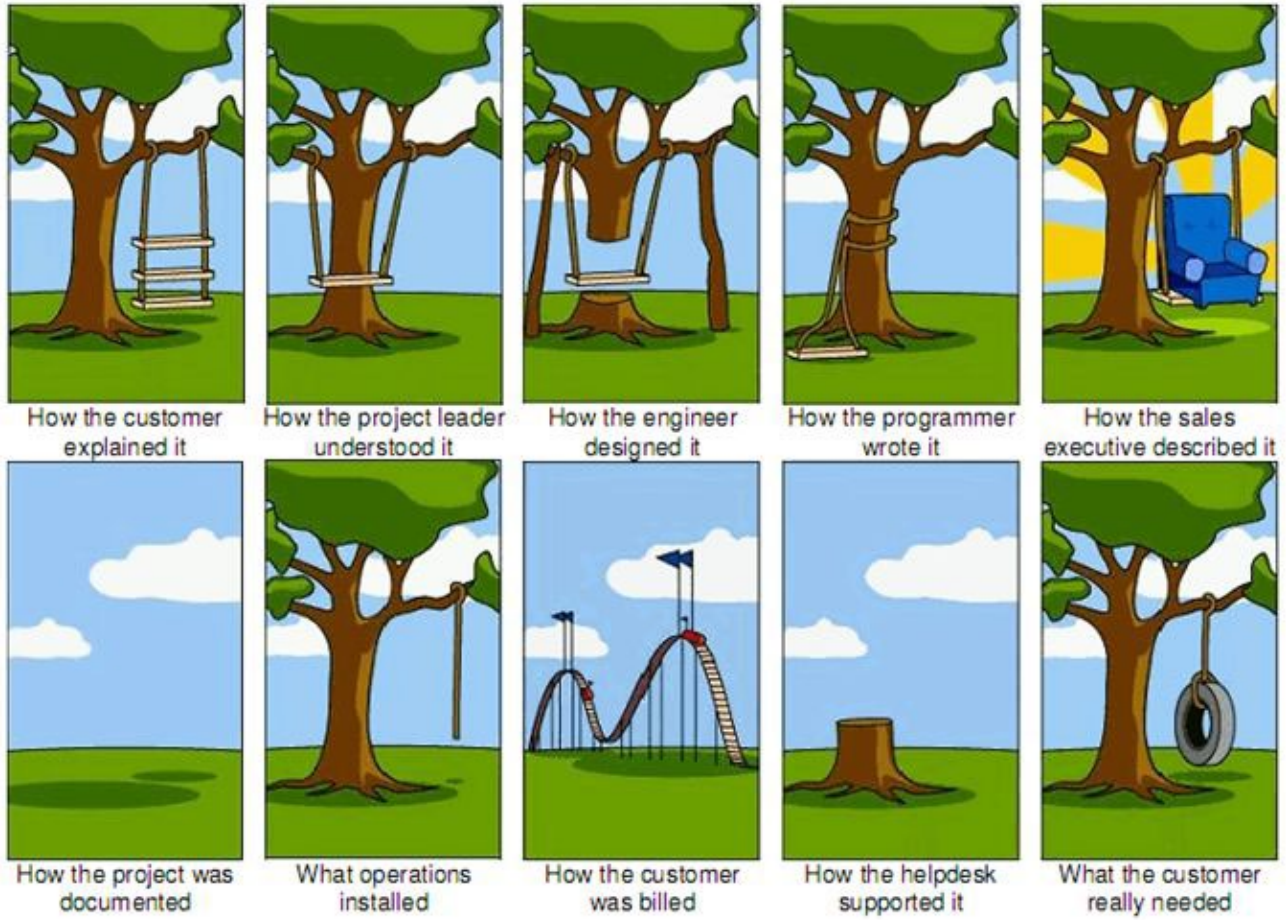
    oder
  - um einem Vertrag, Standard oder Ähnlichem zu genügen

- [Pohl. Requirements Engineering]

Was sind Requirements?

- Werden an ein Programm gestellt
- Spezifizieren:
  - Eigenschaften
  - Funktionalität
  - Einsatzsszenario
  - Qualität
- Werden von Stakeholdern bestimmt

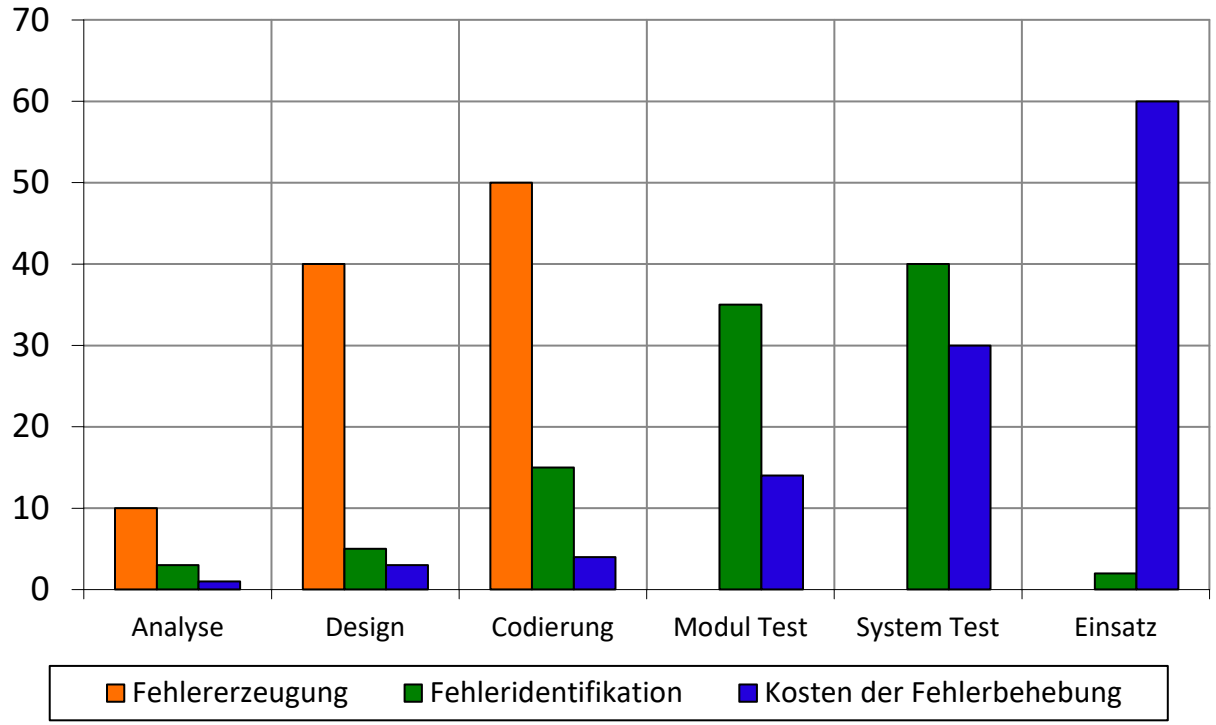
Warum Requirements Engineering?



[Quelle: http://www.interface-gmbh.de/RequirementsEngineering.htm]

Warum Requirements Engineering?

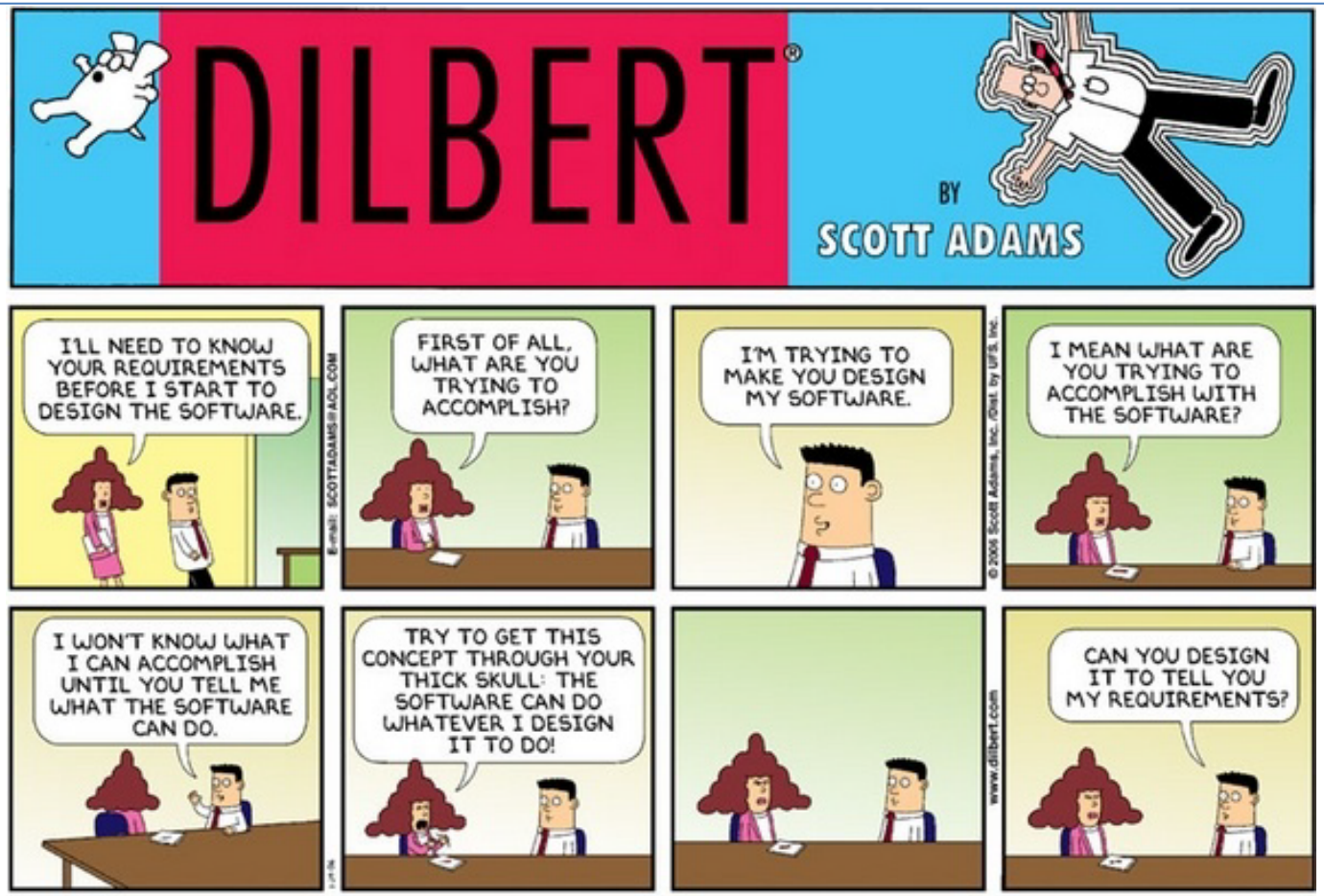
- Bauen wir das Richtige?



Überprüfbarkeit

- Szenario: Neue Firma, 3 Mitarbeiter (Gehalt 45.000 EUR)
- Bekommen Auftrag von Firma $BigCooperation
  - Geschätzter Aufwand: 9 Personenjahre
  - Festpreis 500.000 EUR, 250.000 EUR sofort, Rest nach Abnahme
- Fertigstellung nach 3 Jahren
- Firma verweigert Abnahme, fordert Nacharbeiten

Probleme

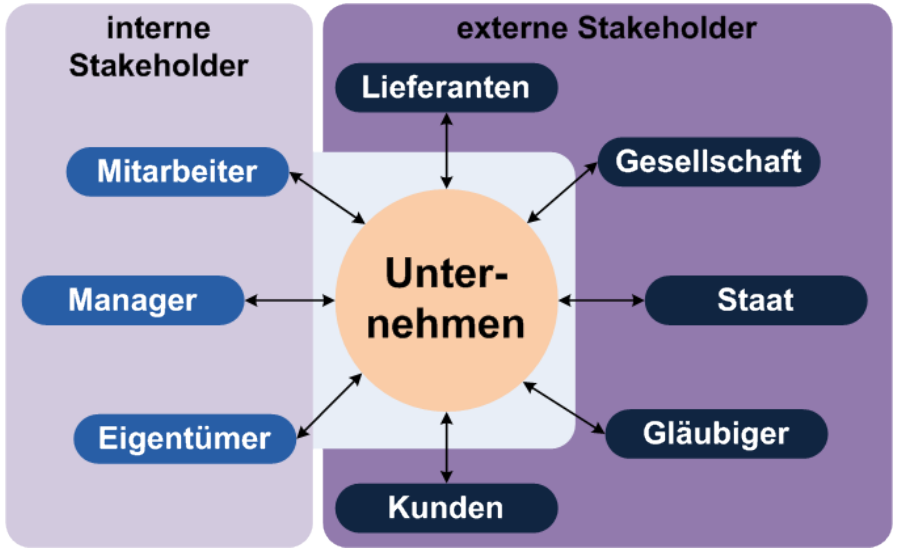

DILBERT
BY
SCOTT ADAMS
I'LL NEED TO KNOW YOUR REQUIREMENTS BEFORE I START TO DESIGN THE SOFTWARE.
FIRST OF ALL, WHAT ARE YOU TRYING TO ACCOMPLISH?
I'M TRYING TO MAKE YOU DESIGN MY SOFTWARE.
I MEAN WHAT ARE YOU TRYING TO ACCOMPLISH WITH THE SOFTWARE?
I WON'T KNOW WHAT I CAN ACCOMPLISH UNTIL YOU TELL ME WHAT THE SOFTWARE CAN DO.
TRY TO GET THIS CONCEPT THROUGH YOUR THICK SKULL: THE SOFTWARE CAN DO WHATEVER I DESIGN IT TO DO!
CAN YOU DESIGN IT TO TELL YOU MY REQUIREMENTS?
© Scott Adams, Inc./Dist. by UFS, Inc.

Probleme (2) -- Kunden

- Kunden wissen nicht, was sie wirklich wollen
  - Und sie können es oftmals auch noch nicht wissen, weil sie keine IT-Expertinnen sind
- Kunden benutzen ihre eigene Fachsprache
  - Abkürzungen, Fachbegriffe, Gesetzeslagen, implizites Wissen; all das ist relevant für die zu entwickelnde Software
- Politische und organisatorische Faktoren können Anforderungen beeinflussen
  - Datenschutzrichtlinien, Fairness und Ethik, Organisationsbereiche mit unterschiedlichen Befugnissen; all das ist relevant für die zu entwickelnde Software

Probleme (3) -- Widersprüche

- Verschiedene Stakeholder können widersprüchliche Anforderungen haben
- Neue Stakeholder mischen sich ein



© Grochim
[http://de.wikipedia.org/wiki/Stakeholder]

Problem (4) -- Evolution

- "Requirements *always evolve*"
  - Durch besseres Verständnis darüber was der Kunde wirklich braucht
  - Durch Änderungen in den Zielen der Organisation

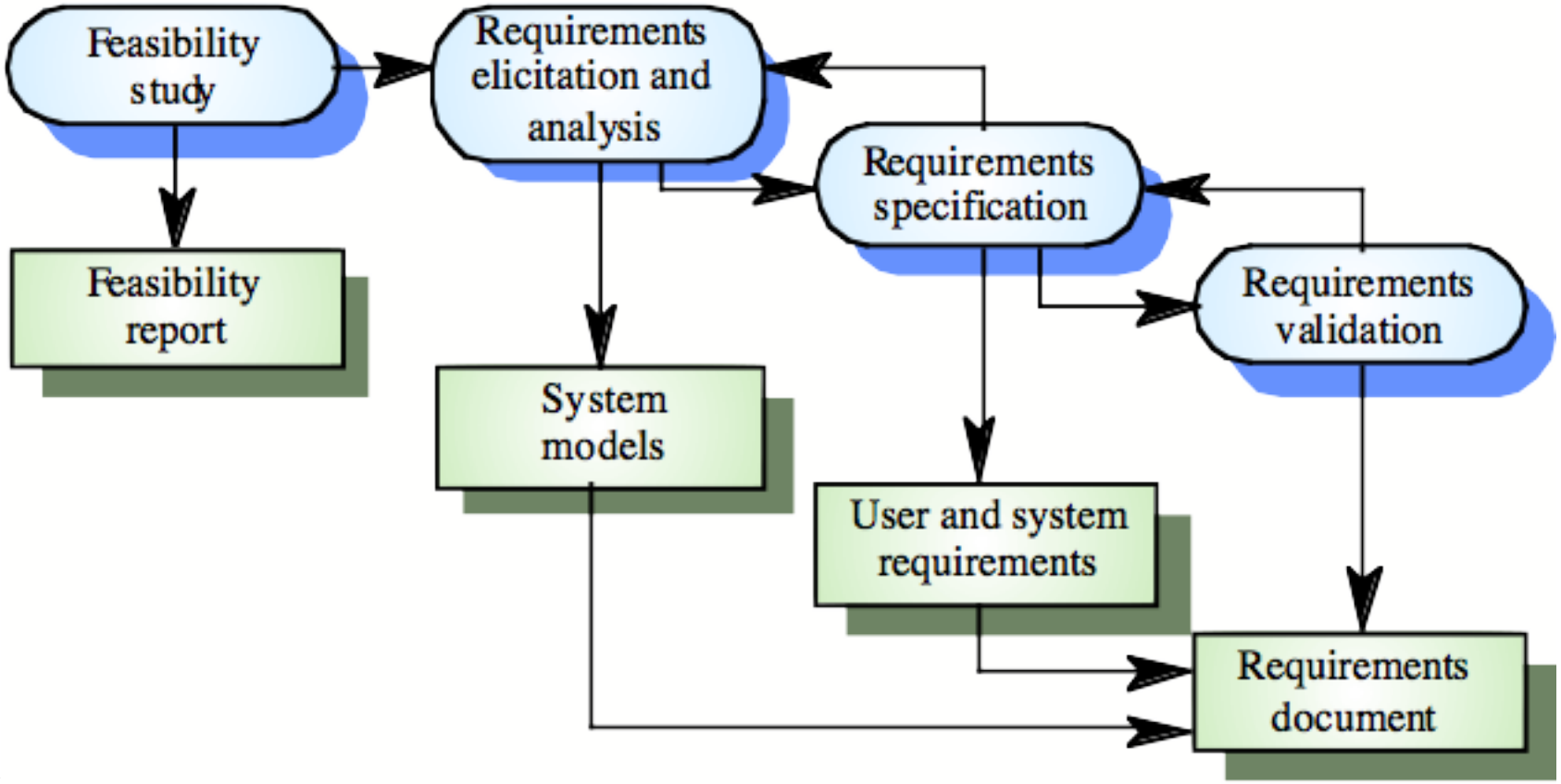
- Daher wichtig: "*plan for change*" in den Requirements

Source: https://www.cse.msu.edu/~zhangy72/netflix/

Wie funktioniert Requirements Engineering?

Requirements-Engineering Prozess

- 4 Schritte mit jeweils einer Aktivität



4 Aktivitäten

Feasibility study	Bestimmen ob *Nutzeranforderungen erfüllt* werden können mit der *verfügbaren Technologie* und *Budget*.
Requirements elicitation & analysis	Herausfinden *was Kunden* vom System *benötigen*.
Requirements specification	*Spezifiziere die Anforderungen* in einer Form die der Kunde versteht and als eine Art Vertrag zwischen Kunden und Anbieter.
Requirements validation	*Überprüfen der Anforderungen* auf Realisierbarkeit, Konsistenz und Vollständigkeit.

"Requirements sind für Kunden; Spezifikationen sind für Analysten und Entwickler"

4 Schritte

1. Anforderungsermittlung
   - Sammeln von Anforderungen
   - z.B. durch Anwendergespräche, Dokumenten-Studium

2. Anforderungsanalyse
   - Klassifizierung, Bewertung, Vergleich und Prüfung
   - z.B. Kosten-/Nutzen-Aspekte, Konsistenz, Vollständigkeit

3. Anforderungsbeschreibung
   - Beschreibung in einheitlicher Form (z.B. als Anwendungsfälle)

4. Anforderungsrevision
   - Erneute Prüfung/Änderung von Anforderungen
   - ggf. nur in formellem Änderungsverfahren

1. Anforderungsermittlung

- Stakeholder-basiert:
  - Identifikation von Stakeholdern
  - Gespräche mit allen Stakeholdern

- Szenario-basiert:
  - Szenario: konkreter, fiktiver (Arbeits-) Ablauf eines Systems
  - Erstellen von allen relevanten Szenarien
  - (Bekannt aus der Modellierungsvorlesung)

Beispiel: NoMoreWaiting (NMW)

Die Studierenden der Universität Leipzig sind mit dem Problem konfrontiert, dass sie zur Mittagszeit (12:00) keinen Tisch in der Mensa finden. Dies liegt daran, dass zu bestimmten Stoßzeiten besonders viele Studierende Essen gehen, die Mensa jedoch nur eine beschränkte Zahl von Sitzplätzen aufweist.
Findige Studierende der Lehrveranstaltung „Softwaretechnik“ möchten aus diesem Grund eine App entwickeln, mit der Studierende einen Sitzplatz zu einer bestimmten Zeit für sich reservieren können. Damit dies auch in der Praxis funktioniert, werden in der Mensa Tische ausgewiesen, die ausschließlich von Nutzern der Mensa-App genutzt werden dürfen. Die Anzahl der ausgewiesenen Tische kann vom Mensapersonal entsprechend der Reservierungen vorab angepasst werden.
Die App kann kostenlos aus dem Market heruntergeladen werden. Für die Nutzung der App ist es erforderlich, dass sich jeder Nutzer einen Account mit seiner Matrikelnummer anlegt. Ob die Matrikelnummer auch wirklich existiert, wird über das zentrale Hochschulverwaltungssystem der Universität geprüft.
Sobald die Registrierung abgeschlossen wurde, können Nutzer damit beginnen, Plätze zu reservieren. Plätze können am Tag der Nutzung ab 09:00 reserviert werden. Dabei kann der Nutzer über eine Karte, die die Anordnung der Tische in der Mensa zeigt, wählen, welchen Platz er gern hätte. Reservierungen sind immer nur für 20 Minuten gültig und sind aufgeteilt in Slots. In einer Stunde kann ein Platz also für drei Slots vergeben werden.
In der Mensa müssen Nutzer auf ihrem Platz „einchecken“. Dafür scannen sie mit ihrem Smartphone einen am Platz fixierten QR-Code. Über das Einchecken werden Statistikdaten gesammelt. So wird für jeden Nutzer ermittelt, wie oft er einen Platz reserviert, diesen dann aber nicht in Anspruch nimmt. Nutzer, die reservierte Plätze häufig nicht in Anspruch nehmen, werden über ein Credit-System bestraft. Entsprechend der Credit-Zahl der Nutzer müssen diejenigen Nutzer mit wenigen Credits bei der Reservierung einen oder gar mehrere Tage aussetzen.

Stakeholder für NMW

- Studierende, die App benutzen
- Studierende, die App nicht benutzen
- Mensa-Angestellte
- Datenschutzbeauftragte
- Mitarbeiter

Szenarien für NMW

- "Ich mache mich JETZT mit meinen X Freunden auf den Weg. Das System soll einfach und schnell Plätze finden und reservieren.“
- „Es soll möglich sein, Plätze sehr einfach wieder freizugeben.“

So, what about AI?

https://chat.openai.com/share/52cf2fe2-4e92-46d7-9813-18f1d2708abb

Aufgabe

Was sind wesentliche Anforderungen für NoMoreWaiting?

Anforderungen für NoMoreWaiting

- Stakeholder-basiert
  - Schnell
  - Einfach
  - Übersichtlich
  - Schnelle Abmeldung
  - Rückmeldung über Credits und Reservierungsstatus
  - Mitarbeiter der Mensa sollen es einfach handeln können
  - Nichtbenutzer sollen nicht eingschränkt werden
  - Mehrfachbuchen soll nicht möglich sein
  - Datenschutz (anonym)
  - Student soll Platz einfordern können, wenn andere reservierten Platz benutzen
  - Gruppenreservierung

- Szenario-basiert
  - Reservieren:
    - Kostenlos
  - Freigeben
    - System muss wissen, dass Platz frei ist
  - Registrierung
    - Ohne Matrikelnummer?
    - Fake-Reservierung?
    - Schnitsttelle zur Univerwaltung zum Validieren von MatNr.
  - Sammeln
    - Verfälschung von Statistken bei Gruppenbenutzung verhindern
  - Feedback
    - Andere müssen Gruppenreservierung annehmen
  - Verschlüsselung der Daten
  - Max. Platzbeschränkung bei Reservierung

Stakeholder- oder szenariobasiert?

- Stakeholder-basiert:
  - Vorteil: Anforderungen werden nach Personen gebündelt aufgenommen
  - Nachteil: Nutzen/Sinn/Ziel des Systems tritt in den Hintergrund

- Szenario-basiert:
  - Vorteil: Anforderungen orientieren sich an den „normalen“ Abläufen des Systems
  - Nachteil: Seltene Abläufe oder indirekt betroffene Institutionen werden leichter vergessen

Use Cases und Szenarien

- Ein *use case* ist die *Spezifikation* von einer *Sequenz von Aktionen*, einschließlich *Varianten*, dass ein System, *interagierend mit Aktoren* des Systems, ausführen kann”.
  - Beispiel: kaufen einer DVD im Internet

- Ein *Szenario* ist ein *bestimmter Pfad von auftretenden Aktionen*, startend von einem bekannten, initialen Zustand.
  - Beispiel: Verbinde zu myDVD.com, Gehe zur “search” page; Gebe eine “…”, …

Unified Modeling Language

UML ist der Industriestandard für die Dokumentierung Objekt-orientierter Modelle

Class Diagrams	visualize *logical structure* of system in terms of *classes, objects, and relationships*
Use Case Diagrams	show external *actors and use cases* they participate in
Sequence Diagrams	visualize *temporal message ordering* of a *concrete scenario* of a use case
Collaboration (Communication) Diagrams	visualize *relationships* of objects exchanging messages in a *concrete scenario*
State Diagrams	specify the *abstract states* of an object and the *transitions* between the states

Use Case Diagramme

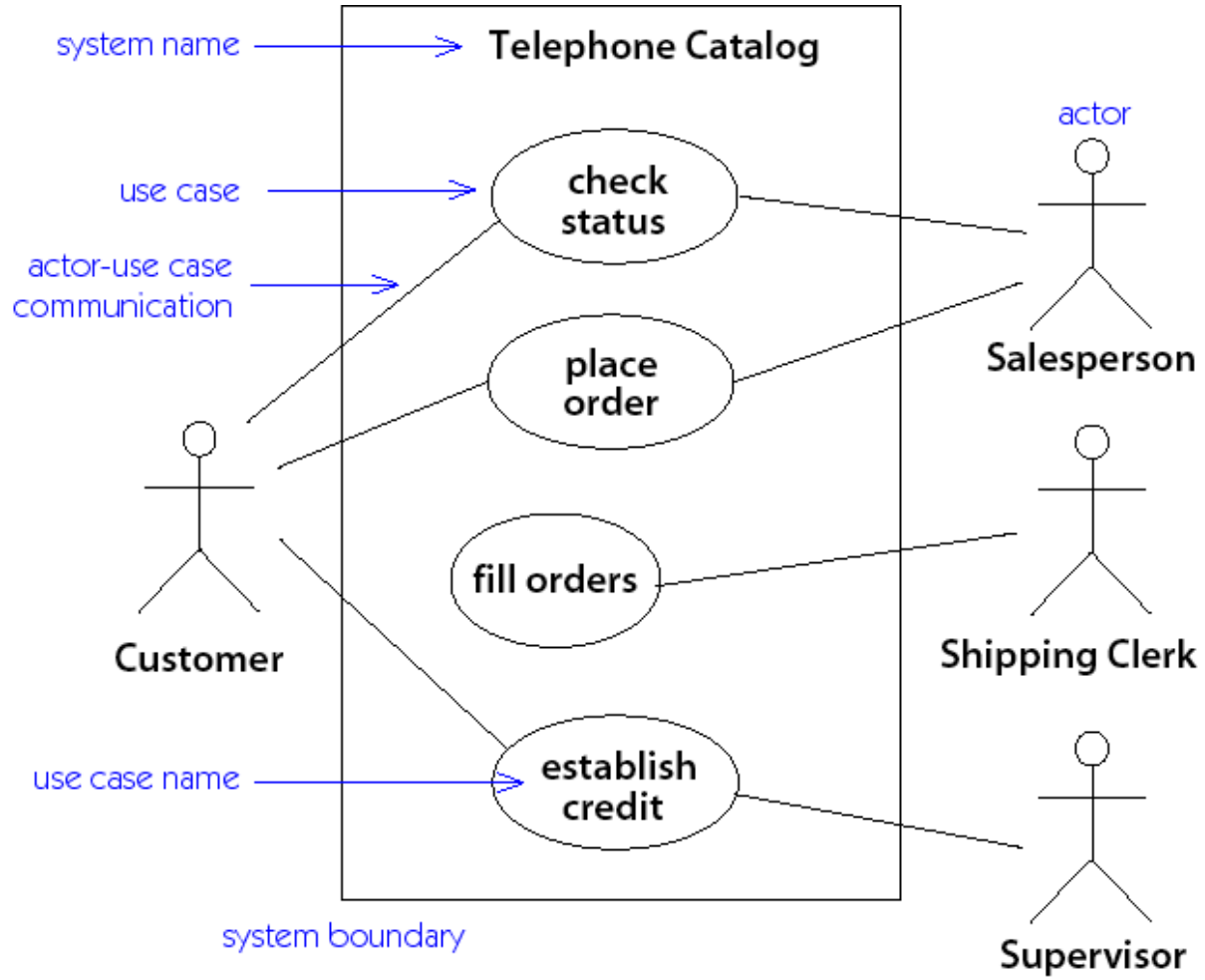


Figure 5-1. *Use case diagram*

Sequenzdiagramme

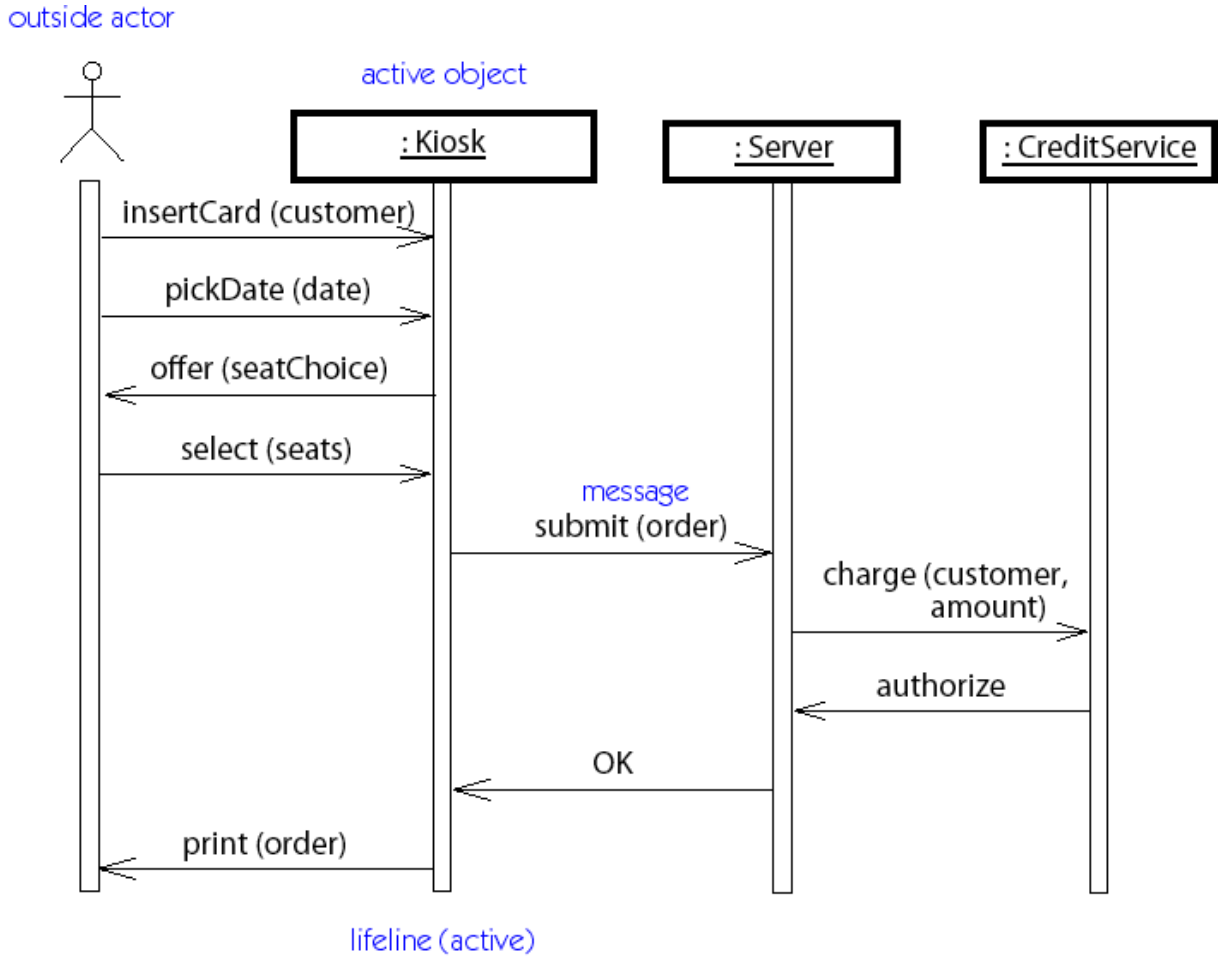


Figure 8-1. *Sequence diagram*

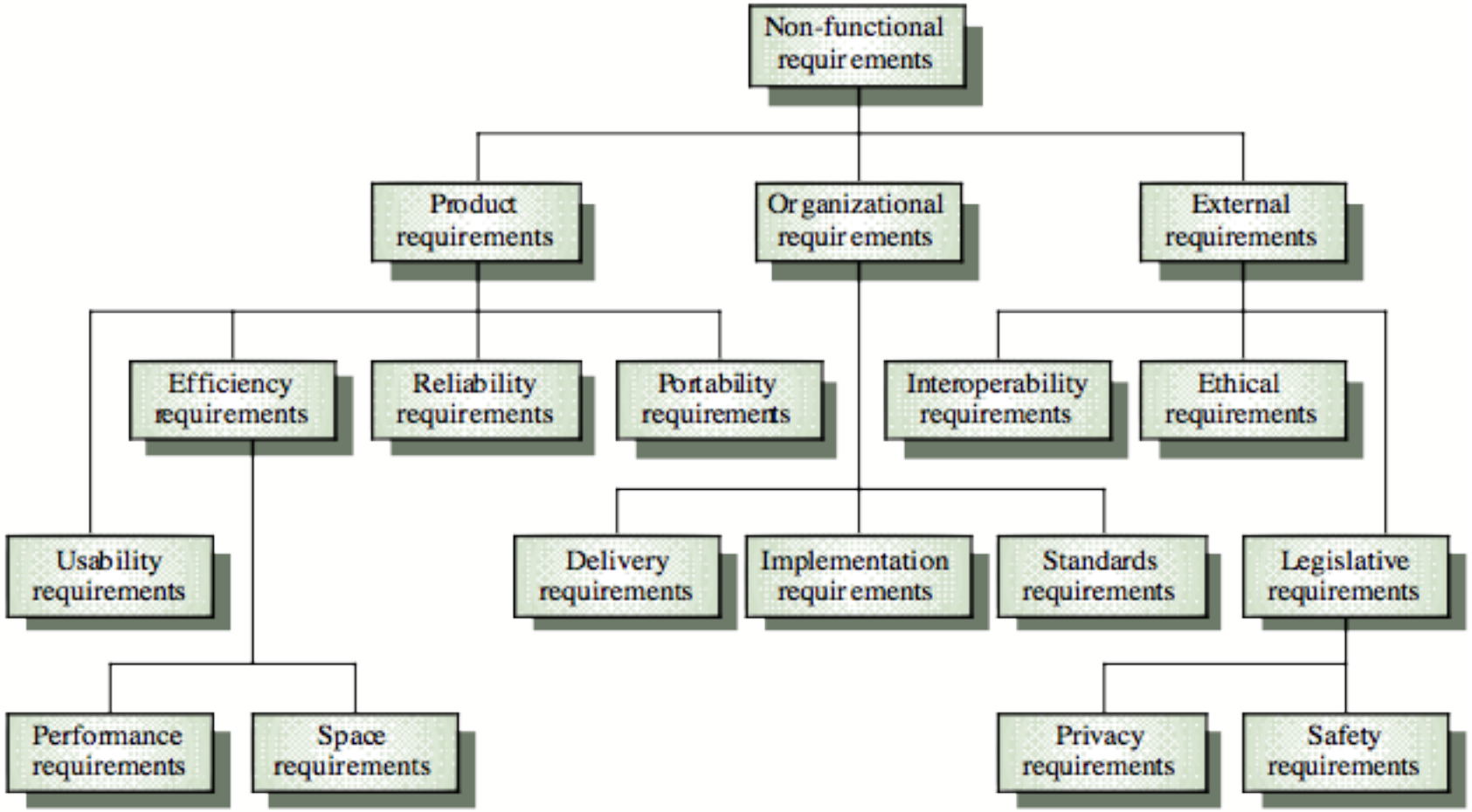
Pause

2. Anforderungsanalyse

- Funktionale Anforderungen:
  - *Was* soll das System leisten?
  - Welche Dienste soll es anbieten?
  - Eingaben, Verarbeitungen, Ausgaben
  - Verhalten in bestimmten Situationen, ggf. was soll es explizit nicht tun

- Nicht-funktionale Anforderungen:
  - *Wie* soll das System/einzelne Funktionen arbeiten?
  - Qualitätsanforderungen wie Performance und Zuverlässigkeit
  - Anforderungen an die Benutzbarkeit des Systems

Arten von Nicht-Funkt. Anforderungen



2. Anforderungsanalyse

- Stakeholder- oder szenario-basiert?
  - Funktionale Anforderungen: Szenario-basiert
  - Nicht-funktionale Anforderungen: Stakeholder-basiert

- Widersprechen sich Anforderungen?
- Sind Anforderungen konsistent?
- Sind Anforderungen umsetzbar?

Erfüllbarkeit von Anforderungen

- Generell: Anforderungen sollten so formuliert werden, dass sie objektive verifiziert werden können
- Unpräzise (Negativbeispiel):
  - Das System sollte von erfahrenen Kontrolleuren *einfach zu benutzen* sein und sollte so organisiert sein, dass *Benutzerfehler minimiert* werden.
  - Ausdrücke wie „einfach zu benutzen“ sind sinnlos
- Verifizierbar (Positivbeispiel):
  - Erfahrene Kontrolleure sollten in der Lage seien alle Funktionen des Systems *nach einem 2-stündigen Training* nutzen zu können. Die *mittl. Anzahl* von getätigten Fehlern sollte nach dem Training *nicht höher als 2 pro Tag* sein.

Präzise Metriken

Eigenschaft	*Metrik*
Performanz	Processed transactions/second User/Event response time Screen refresh time
Größe	K Bytes; Number of RAM chips
Handhabbarkeit	Training time Rate of errors made by trained users Number of help frames
Zuverlässigkeit	Mean time to failure Probability of unavailability Rate of failure occurrence
Robustheit	Time to restart after failure Percentage of events causing failure Probability of data corruption on failure
Portabilität	Percentage of target dependent statements Number of target systems

Beispiele

- Das System soll zügig reagieren
  - 80 % aller Anfragen sollen unter 0.1 Sekunde beantwortet werden, 99.99 % aller Anfragen unter 2 Sekunden
  - Test-Hardware spezifizieren!
- Das System soll auch im Mehrbenutzerbetrieb schnell reagieren
  - Auf XY-Server Verarbeitung von 200 Anfragen pro Sekunde von 10 unterschiedlichen Systemen mit 100mbit Ethernet-Anbindung
- Das System soll stabil und ausfallsicher sein
  - Verfügbarkeit von 99.99 %, Neustart innerhalb von 30 Sekunden, das System darf nicht aufgrund falscher Eingaben abstürzen

Aufgabe

- Welche der gefundenen Anforderungen sind funktional, welche nicht-funktional?
- Sind alle Anforderungen umsetzbar, gibt es Widersprüche?

Stakeholder-basiert

- Schnell
- Einfach
- Übersichtlich
- Schnelle Abmeldung
- Rückmeldung über Credits und Reservierungsstatus
- Mitarbeiter der Mensa sollen es einfach handeln können
- Nichtbenutzer sollen nicht eingschränkt werden
- Mehrfachbuchen soll nicht möglich sein
- Datenschutz (anonym)
- Student soll Platz einfordern können, wenn andere reservierten Platz benutzen
- Gruppenreservierung

Szenario-basiert

- Reservieren:
  - Kostenlos
- Freigeben
  - System muss wissen, dass Platz frei ist
- Registrierung
  - Ohne Matrikelnummer?
  - Fake-Reservierung?
  - Schnitsttelle zur Univerwaltung zum Validieren von MatNr.
- Sammeln
  - Verfälschung von Statistken bei Gruppenbenutzung verhindern
- Feedback
  - Andere müssen Gruppenreservierung annehmen
- Verschlüsselung der Daten
- Max. Platzbeschränkung bei Reservierung

Anforderungen für NoMoreWaiting

- Stakeholder-basiert
  - Schnell (nf)
  - Einfach (nf)
  - Übersichtlich (nf)
  - Schnelle Abmeldung (beides)
  - Rückmeldung über Credits und Reservierungsstatus (eher f)
  - Mitarbeiter der Mensa sollen es einfach handeln können (nf)
  - Nichtbenutzer sollen nicht eingeschränkt werden (f)
  - Mehrfachbuchen soll nicht möglich sein (f)
  - Datenschutz (anonym) (nf)
  - Student soll Platz einfordern können, wenn andere reservierten Platz benutzen (f)
  - Gruppenreservierung (f)
  - Internetreservierung, nicht nur als App (f)
- Szenario-basiert
  - Reservieren:
    - Kostenlos (nf)
  - Freigeben
    - System muss wissen, dass Platz frei ist
  - Registrierung
    - Ohne Matrikelnummer?
    - Fake-Reservierung?
    - Schnittsttelle zur Univerwaltung zum Validieren von MatNr.
  - Sammeln
    - Verfälschung von Statistken bei Gruppenbenutzung verhindern
  - Feedback
    - Andere müssen Gruppenreservierung annehmen
  - Verschlüsselung der Daten
  - Max. Platzbeschränkung bei Reservierung

3. Anforderungsbeschreibung

- Anforderungen müssen systematisch und einheitlich beschrieben werden
  - Gleiches Vorgehen (nichts vergessen)
  - Überprüfbar
  - Gleiches Schema für alle Anforderungen anwenden
- Beispiele:
  - Volere-Template (Snow card)
  - IEEE Std 830-1998
  - FURPS/FURPS+

Volere

- 5 Hauptkategorien, in denen Anforderungen genau beschrieben werden
  - Project Drivers, Project Constraints, Functional Requirements, Non-Functional Requirements, Project Issues
- Eingeteilt in Subkategorien

Volere: Project Drivers

- Warum machen wir das Projekt?
  - Zweck des Projekts
  - Stakeholder

Volere: Project Constraints

- Welche (gesetzlichen) Rahmenbedingungen müssen eingehalten werden?
  - Einschränkungen
  - Namenskonventionen und Terminologie
  - Relevante Fakten und Annahmen

  - Beispiele:
    - Datenschutz und Regulierungen
    - Einheitensystem
    - Ort von Rechenzentren

Volere: Functional Requirements

- Was ist der Sinn des Systems?
  - Rahmen der Arbeit
  - Datenmodell und Data-dictionary
  - Rahmen des Produkts
  - Funktionelle Anforderungen und Anforderungen an Daten

Volere: Non-functional Requirements

- Was sind (selbstverständliche) Erwartungen an das System?
  - Look and feel
  - Usability and humanity
  - Performance
  - Wartbarkeit- und Support
  - Sicherheit
  - Kulturell und politisch
  - Gesetzliche

Volere: Project Issues

- Sonstige Eigenschaften:
  - Offene Probleme
  - Off-the-Shelf Lösungen
  - Neue Probleme
  - Aufgaben
  - Migration auf neues Produkt
  - Risiken
  - Kosten
  - Nutzerdokumentation und –training
  - Ideen für Lösungen

Volere: Snow Card

Req-ID: Eindeutige ID

Req-Type: Kategorie

Events/UCs: Use cases/events, die diese Anforderung benötigen

Description: Informelle Beschreibung

Rationale: Begründung, warum diese Anforderung wichtig ist

Originator: Stakeholder, der die Anforderung stellt

Fit Criterion: Wie kann man die Erfüllung der Anforderung messen/testen?

Customer Satisfaction:

Customer Dissatisfaction:

Priority: Wie wichtig bzw. wie kritisch ist die Anforderung

Supporting Material: Verweise auf Dokumente, die diese Anforderung ausführlich beschreiben

Conflicts: In Konflikt/Konkurrenz stehende Anforderungen

History: Wann erstellt, welche Änderungen, letzte Bearbeiter,…

Aufgabe: Bewertungskriterien

- Welche Kriterien sollten gute Anforderungen erfüllen?
- Sind die gefundenen Anforderungen gute Anforderungen?

Bewertungskriterien

- Korrekt
- Eindeutig
- Vollständig
- Konsistent
- Gewichtet nach Wichtigkeit und Stabilität
- Überprüfbar
- Modifizierbar
- Nachvollziehbar
- Quelle: IEEE Std 830-1998

In der Praxis

- Anforderungsdefinition bestehen gewöhnlich aus *natürlicher Sprache* mit zusätzlichen *Diagrammen und Tabellen* (z.B. UML)

- 3 Arten von Probleme:
  - **Lack of clarity**: Schwierig *präzise und gleichzeitig leicht-verständliche* Dokumente zu schreiben
  - **Requirements confusion**: *Funktionale und nicht-funktionale* Anforderungen sind oft *vermischt*
  - **Requirements amalgamation**: *Mehrere unterschiedliche* Anforderungen werden *zusammen ausgedrückt*.

4. Anforderungsrevision

- *Erneute* Prüfung und ggf. Anpassung der Anforderungen

Validität	Does the system provide the functions *which best support* the customer's needs?
Konsistenz	Are there any *requirements conflicts*?
Vollständigkeit	Are *all functions* required by the customer included?
Realisierbarkeit	Can the requirements be implemented given *available budget and technology*?

Checkliste kann helfen

http://wwwis.win.tue.nl/2M390/rev_req.html

- Does the (software) product have a *succinct name*, and a *clearly described purpose*?
- Are the *characteristics of users* and of *typical usage* mentioned?
  (No user categories missing.)
- Are all *external interfaces* of the software explicitly mentioned?
  (No interfaces missing.)
- Does each specific requirement have a *unique identifier* ?
- Is each requirement *atomic* and *simply formulated* ?
  (Typically a single sentence. Composite requirements must be split.)
- Are requirements organized into *coherent groups* ?
  (If necessary, hierarchical; not more than about ten per group.)
- Is each requirement *prioritized* ?
  (Is the meaning of the priority levels clear?)
- Are all *unstable requirements* marked as such?
  (TBC=`To Be Confirmed', TBD=`To Be Defined')

Zusammenfassung

- Notwendigkeit von Requirements Engineering verstehen
- Typische Probleme bei der Anforderungsanalyse kennen
- Vorgehen für systematisches Finden von Anforderungen verstehen
- Anforderungen beschreiben können

Was Sie mitgenommen haben sollten

- Warum brauchen wir Requirements Engineering?
- [Beschreibung von Anwendung X]
  - Nennen Sie X Stakeholder. Erklären Sie Ihre Auswahl.
  - Beschreiben Sie X Szenarien. Erklären Sie Ihre Auswahl.
  - Nennen und beschreiben Sie X funktionale und X nicht-funktionale Eigenschaften. Erklären Sie Ihre Entscheidung.
  - Sind Ihre Anforderungen gute Anforderungen? Warum?
- Würden Sie den stakeholderbasierten oder szenariobasierten Ansatz zum systematischen Finden von Requirements empfehlen?

Literatur

- Pohl. Requirements Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken. 2008
- Sommerville. Software Engineering. Kapitel 6-10.