Kapitel 6

Anforderungsanalyse („Requirements Analysis”)

Stand: 14.11.2018

Inhaltsübersicht

1) Das Analyse-Modell
   - Unterschiede Use Case Modell ↔ Analysemodell
2) Objektmodellierung im Analyse-Workflow
   - Entities, Boundaries und Controller
3) Dynamische Modellierung
   - Von Use Cases zum Objektverhalten
4) Der Analyse-Workflow
   - Beispiel: Von der Objektstruktur zum Objektverhalten
   - Beispiel: Kompletter Analyse-Workflow
5) Konsolidierung der Analyseergebnisse
   - Redundanzen, Mehrdeutigkeiten, Widersprüche, ... eliminieren

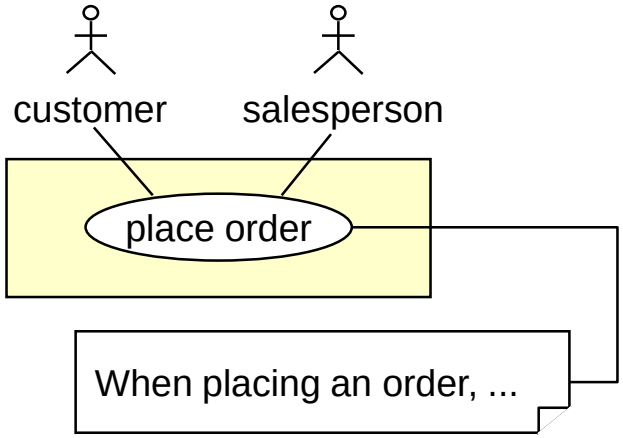
universitätbonn

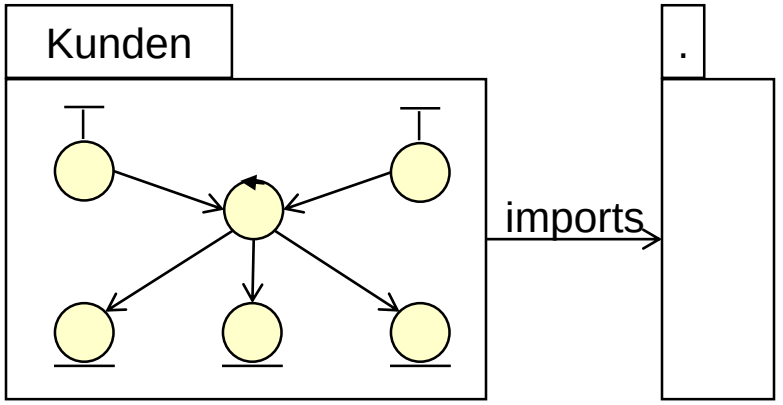
6.1 Das Analyse-Modell

Abgrenzung Anforderungserhebung zu Anforderungsanalyse

Use Case vs. Analyse Modell (1)

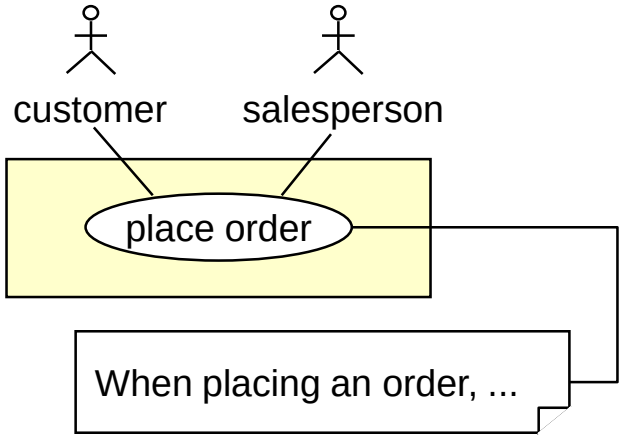
Use Case Modell	Analyse Modell
• in der Terminologie der Anwender verfasst	• in der Terminologie der Entwickler verfasst
• externe Sicht des Systems (was tut es?)	• interne Sicht des Systems (wie tut es das?)
• in „use cases“ strukturiert	• in Module und Klassen-Stereotypen strukturiert

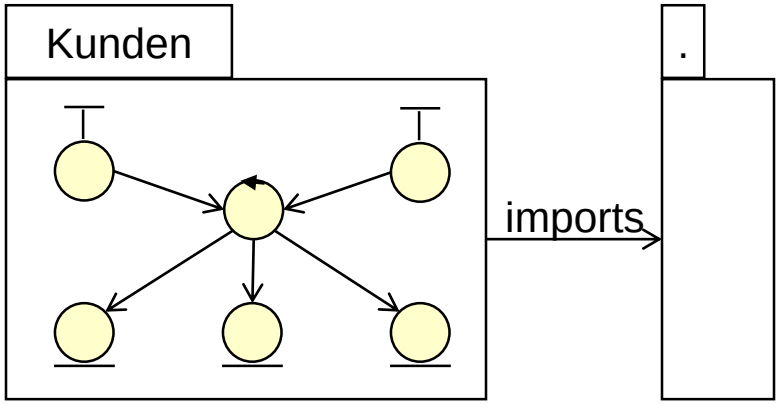




Use Case vs. Analyse Modell (2)

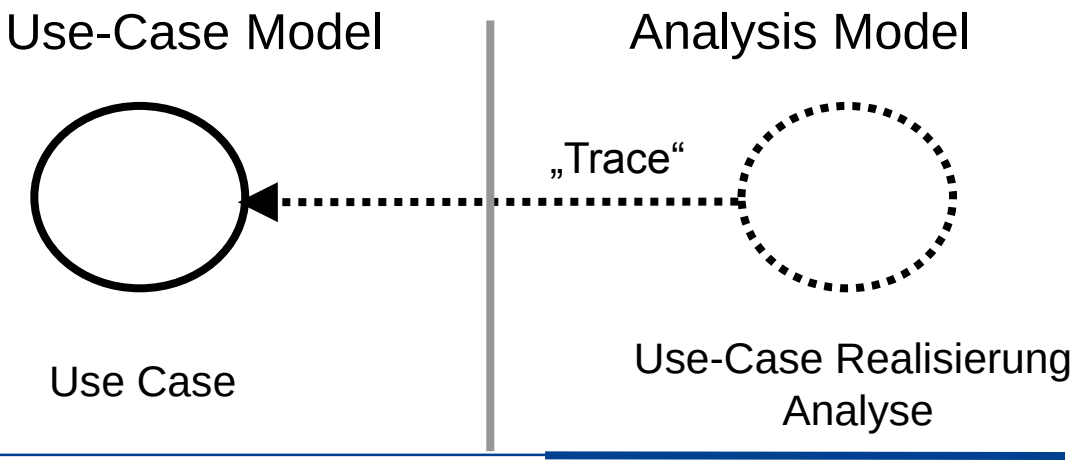
Use Case Modell	Analyse Modell
• dient vorwiegend als Kontrakt zwischen Auftraggeber und Entwickler hinsichtlich der Anforderungen an das System	• dient den Entwicklern zum Verständnis der System-Struktur
• kann redundante / inkonsistente Anforderungen enthalten	• darf keine Redundanzen / Inkonsistenzen mehr enthalten
• definiert Use Cases, die im Analyse-Modell weiter vertieft werden	• definiert die Use-Case-Realisierungen





Use-Case Realisierung – Analyse

- Beschreibt die Umsetzung eines Use-Case im Analyse-Modell
  - auf hoher Abstraktionsebene
  - enthält keine Implementierungsdetails (verwendete Bibliotheken, Application Server, ...)
- Besteht aus
  - Textuelle Beschreibung des Ereignisflusses
  - Besondere Anforderungen
  - Klassendiagrammen ← Verfeinerung des DOM
  - Interaktions- und Aktivitätsdiagrammen ← Verfeinert oder neu



universitätbonn

6.2 Objektmodellierung im Analyseworkflow

Die Besonderheit der Objektmodellierung im Analyseworkflow

→ Die Aufteilung in Boundary, Controller und Entity Stereotypen

Analysetyp (Klasse oder Interface)

- Abstrahiert eine oder mehrere Konzepte und / oder Subsysteme
  - Definiert konzeptuelle Attribute die evtl. später zu eigenen Klassen werden
  - Beschreibt noch relativ wenige Operationen
- Realisiert essentielle funktionale Anforderungen
  - Nicht-funktionale Anforderungen werden erst im Systemdesign behandelt

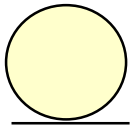
Kategorien von Analysetypen

Ein Analysetyp ist stets einer der drei folgenden Stereotypen:

- Boundary Typ = Schnittstelle zu Akteur
- Control Typ = Ereignisfluss eines Use Cases
- Entity Typ = Anwendungskonzept („Business object“)

Analysetyp ▸ Entity

«entity»
Konto



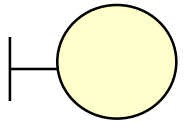
- Repräsentiert ein für das Anwendungsgebiet relevantes Konzept („Business object“)
  - Heuristik ▸ Jeder Typ im Domain Object Model ist ein Entity-Kandidat
  - Heuristik ▸ Jeder Begriff im Glossar ist ein Entity-Kandidat
- Hat oft Use-Case-übergreifende Bedeutung
  - Heuristik ▸ In verschiedenen Use Cases wiederkehrende Substantive identifizieren

Lebensdauer

- Entspricht oft den persistenten Informationen der Anwendung
  - Das ergibt sich aus der Use Case übergreifenden Bedeutung
  - Entities sind aber keine reinen Daten-Klassen
  - Sie können komplexes Verhalten besitzen (z.B. Zinsberechnung)

Analysetyp ▸ Boundary

«boundary»
Touchscreen

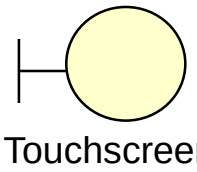


- Beschreibt Interaktionen zwischen dem System und den Akteuren
  - Heuristik ▸ Jeder Akteur sollte nur mit Boundaries verknüpft sein
  - Konsistenzcheck ▸ Jedes Boundary sollte mit mindestens einem Akteur verknüpft sein
- Typische Boundaries
  - Dateneingabeformulare und Fenster: `NotfallberichtBoundary`
  - Fragen und Nachrichten an den Nutzer: `BestätigungsBoundary`

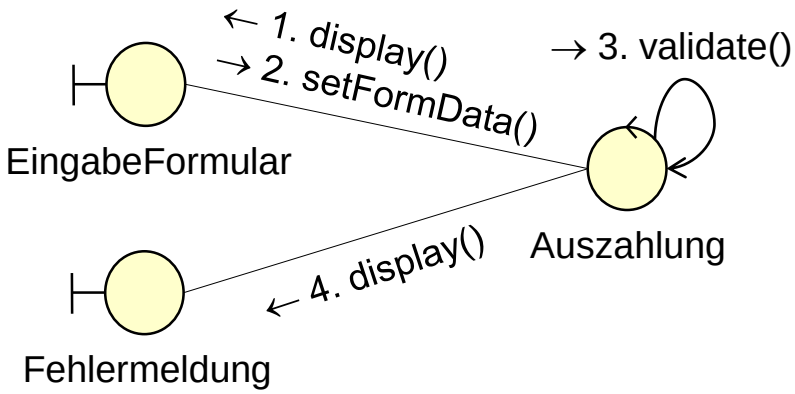
Benennung

- Verwende Termini der Anwendungsdomäne plus Suffix `Boundary` zwecks Unterscheidung von Entities
  - `Notfallbericht` bezeichnet ein Entity das den Bericht darstellt
  - `NotfallberichtBoundary` bezeichnet das Eingabeformular dafür
- Verwende keine Implementierungsbegriffe um keine voreiligen Implementierungsentscheidungen zu suggerieren
  - Nicht `Notfallbericht`~~`Tabelle`~~ oder `Bestätigungs`~~`PopUp`~~

Analysetyp ▸ Boundary ▸ Granularität



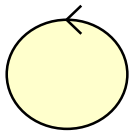
- So fein wie nötig ▸ Einheiten trennen, die im Ereignisfluss als unterschiedlich erkennbar sein müssen.
  - `EingabeformularBoundary` von `EingabefehlermeldungBoundary` trennen, um modellieren zu können, dass letzteres vom Controller als Reaktion auf eine Fehleingabe in ersterem geöffnet wird



- So grob wie möglich ▸ Möglichst große logische Einheiten zusammenfassen.
  - Nicht jeder Knopf ist ein Boundary!
  - Eine zu feine Aufteilung würde
    - ⇨ die Modellierung unnötig komplex machen (sich in Details verlieren)
    - ⇨ dauernde Änderungen des Analysemodells für jede Änderung der graphischen Oberfläche nach sich ziehen

Analysetyp ▸ Controller

«control»
Abheben



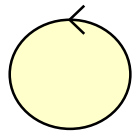
- Kapselt den Ereignisfluss eines Use-Case
  - Vermittlungsstelle zwischen Entities und Boundaries
  - Komplexe Berechnungen oder logische Zusammenhänge, die keiner Entity zugeordnet werden können

- Typische Aufgaben von Kontrollobjekten
  - Ablaufsteuerung in Formularen (z.B. „wizards“)
  - Command History und Undo-Funktionalität
  - Verteilung und Weiterleitung von Informationen

Benennung

- Name des Use-Case plus Suffix `Control`, `Controller` oder `Command`

Analysetyp ▸ Controller ▸ Granularität



- Standard ▸ Ein Kontrollobjekt pro Use Case

- Ausnahme ▸ Mehr als ein Kontrollobjekt pro Use Case
  - um problemgebundene physikalische Verteilung auszudrücken
    - ⇨ NotfallberichtControl ▸ im Einsatzfahrzeug
    - ⇨ NotfallerfassungControl ▸ in der Notfallzentrale
  - oder für sehr komplexe Use Cases

Lebensdauer

- Die Lebensdauer eines Kontrollobjektes sollte der des zugehörigen Use Case entsprechen

Warum genau diese drei Stereotypen?

Die Trennung der drei Kategorien ermöglicht

- Stabilität ▸ Modelle, die weniger änderungsanfällig sind
  - Die Grenzen eines Systems (boundaries) ändern sich häufig
    - ⇨ Darstellung auf zeilenorientiertem Terminal, im Webbrowser, ...
  - Die Geschäftsabläufe (controller) ändern sich häufig
    - ⇨ Ablauf der Kreditvergabe, Kreditwürdigkeitskriterien, ...
  - Jede dieser Änderungen soll den Rest des Systems nicht beeinflussen
    - ⇨ Insbesondere sollte die Anwendungsdomäne (entities) möglichst stabil bleiben
    - ⇨ Konten, Kredite, Zinsen, Tilgung, etc.
- Flexibilität ▸ Modelle die leichter kombinierbar sind
  - Verschiedene Geschäftsabläufe und Oberflächen sollten möglichst frei miteinander kombinierbar sein
    - ⇨ Beispiel: Kreditwürdigkeitsprüfung via Webbrowser oder Java-Oberfläche

Herkunft ▸ MVC Framework in Smalltalk 76

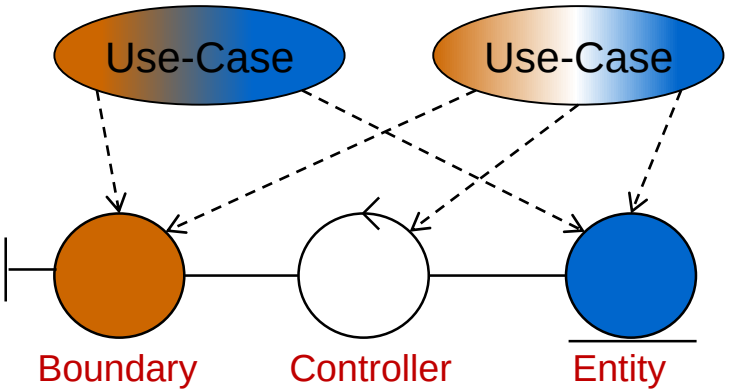
- „Entity, Boundary, Controller“ = „Model, View, Controller“ (MVC)

Analyse-Objektmodell

- Weiterentwicklung des "Domain Object Model"
  - Entity-Typen ▸ Aus DOM übernommen (evtl. auch ein paar Neue)
  - Kontroll- und Boundary-Typen ▸ Während der Analyse hinzugefügt

Aufteilung von Use-Cases auf Typen im Analyse-Objektmodell

- Jeder Use-Case verteilt sich auf mehrere Analysetypen
  - Boundary, Controller, Entity
- Gleicher Analysetyp kann Aspekte mehrerer Use Cases beinhalten

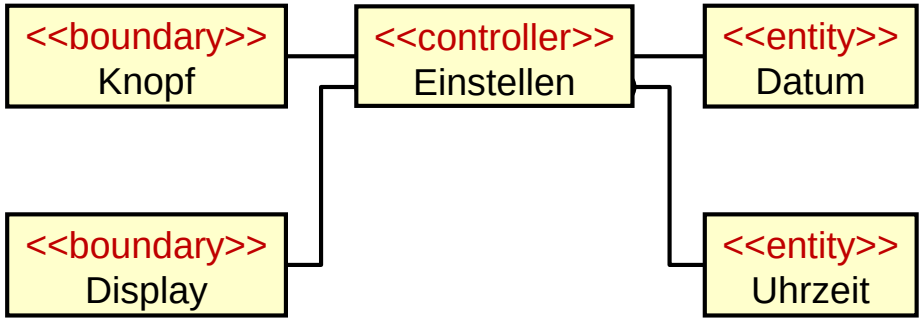


Layout von Analyse-Klassendiagrammen

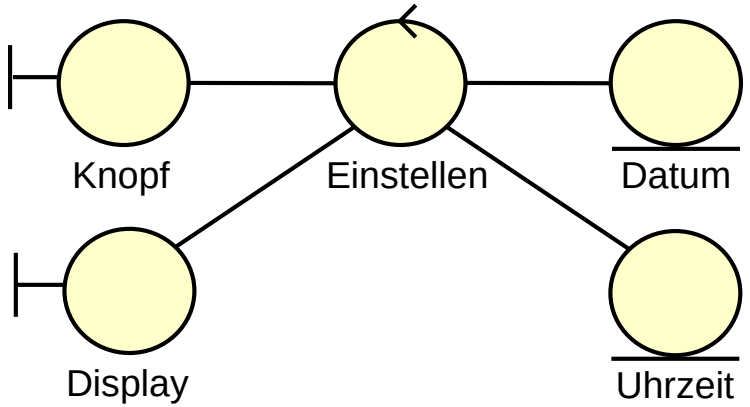
- Boundaries links, Controller in der Mitte, Entities rechts

Analyse-Objektmodell „Digitaluhr“

Textuelle Notation*



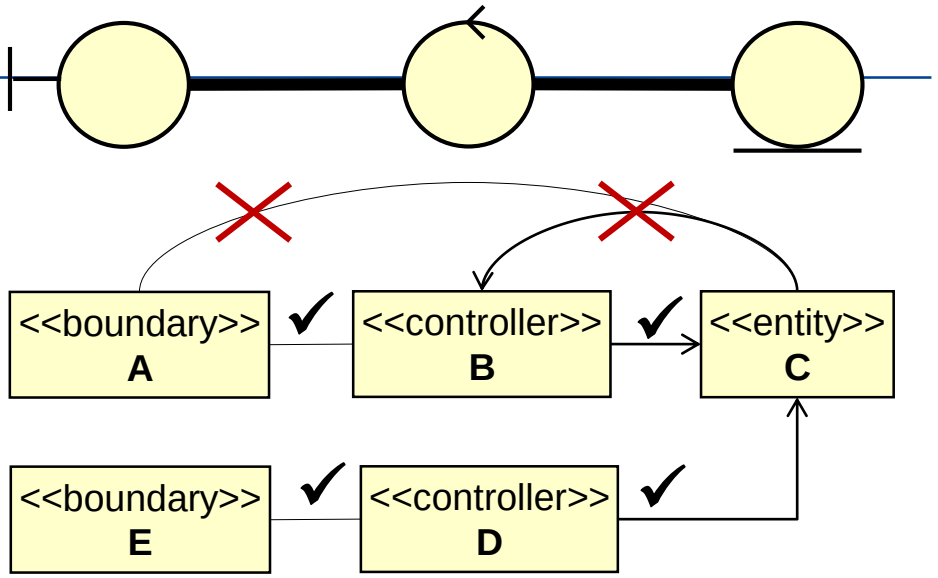
Graphische Notation*



* = Beziehungsnamen, Rollen, Kardinalitäten, Attribute und Operationen aus Platzmangel unterschlagen.

- Man kann die Stereotypen für Analyse-Klassen graphisch oder textuell notieren
- Klassendiagramme des Analysemodells die die drei Stereotypen nutzen heißen auch „Robustness Diagrams“ → Warum wohl?
- Vergleichen Sie obiges Diagramm mit dem Klassendiagram der Digitaluhr im UML-Foliensatz und diskutieren Sie die Unterschiede!

Analyse-Objektmodell ▸ Verbotene Abhängigkeiten



- Verbotene Abhängigkeiten zwischen Analyse-Typen
  - a) Boundary zu Entity
  - b) Entity zu Boundary
  - c) Entity zu Controller
- Sinn des Verbots a)
  - Boundaries sollen keine Kontrollaufgaben übernehmen
  - Wartbarkeit und automatische Codeerzeugung für graph. Oberflächen
- Sinn der Verbote b,c)
  - Entity-Typen unempfindlich machen gegen Änderungen in anderen Typen
    - ⇨ C muss nicht geändert werden wenn sich A, B, D oder E ändert
  - Nutzung eines Entity-Typs in mehreren Use Cases (= Controller-Typen) möglich
    - ⇨ Wenn C auf Interaktionen mit A und B ausgelegt wäre, könnte es nicht von D genutzt werden

universitätbonn

6.3 Workflow „Erstellung des Analyse-Objektmodells“

Von Use Cases zu Boundaries, Controllern und Entities in einer kleinen Bankanwendung

Analyse-Objektmodell-Erstellung

Ausganspunkt

(0) Vorhandenes Use-Case-Modell und Domain Object Model

Verfahren (pro Use Case)

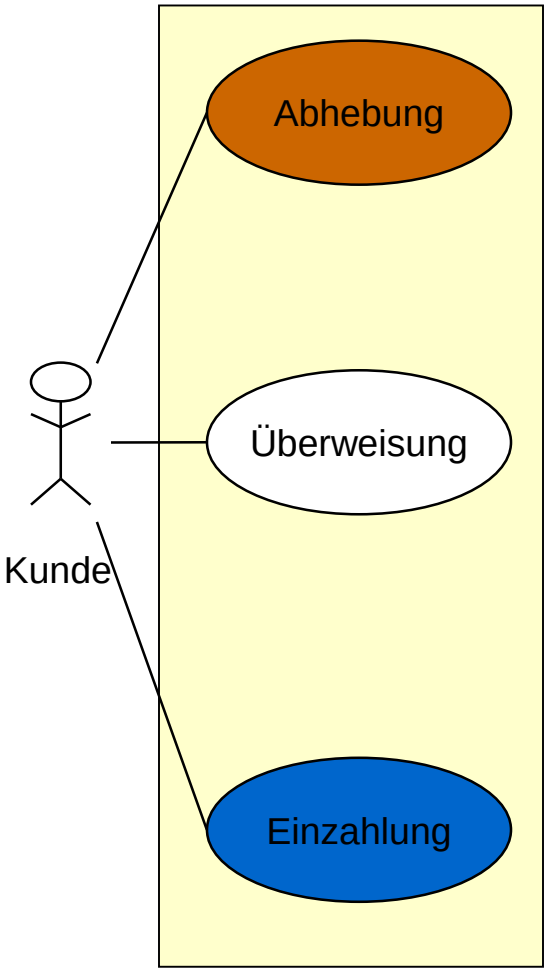
(1) Identifikation des Controllers und der Boundaries, (und Entities)
- Erzeugung entsprechender Klassen
- Erzeugung ihrer Assoziationen

(2) Eventuell Ergänzung von Entities
- Möglicherweise vorher übersehene Domänen-Konzepte

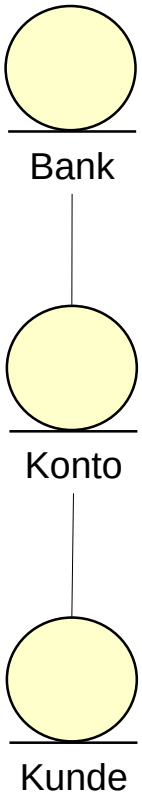
(3) Konsolidierung des erweiterten statischen Modells
- Zusammenfassung von Klassen mit ähnlichen oder identischen Funktionen

Beispiel: Ausgangspunkt

Use-Case Modell

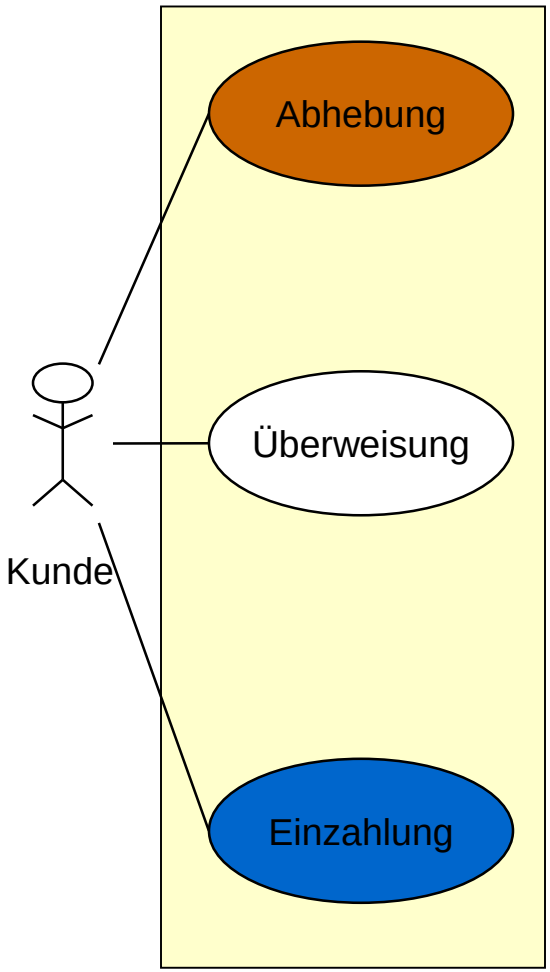


Domain-Objektmodell

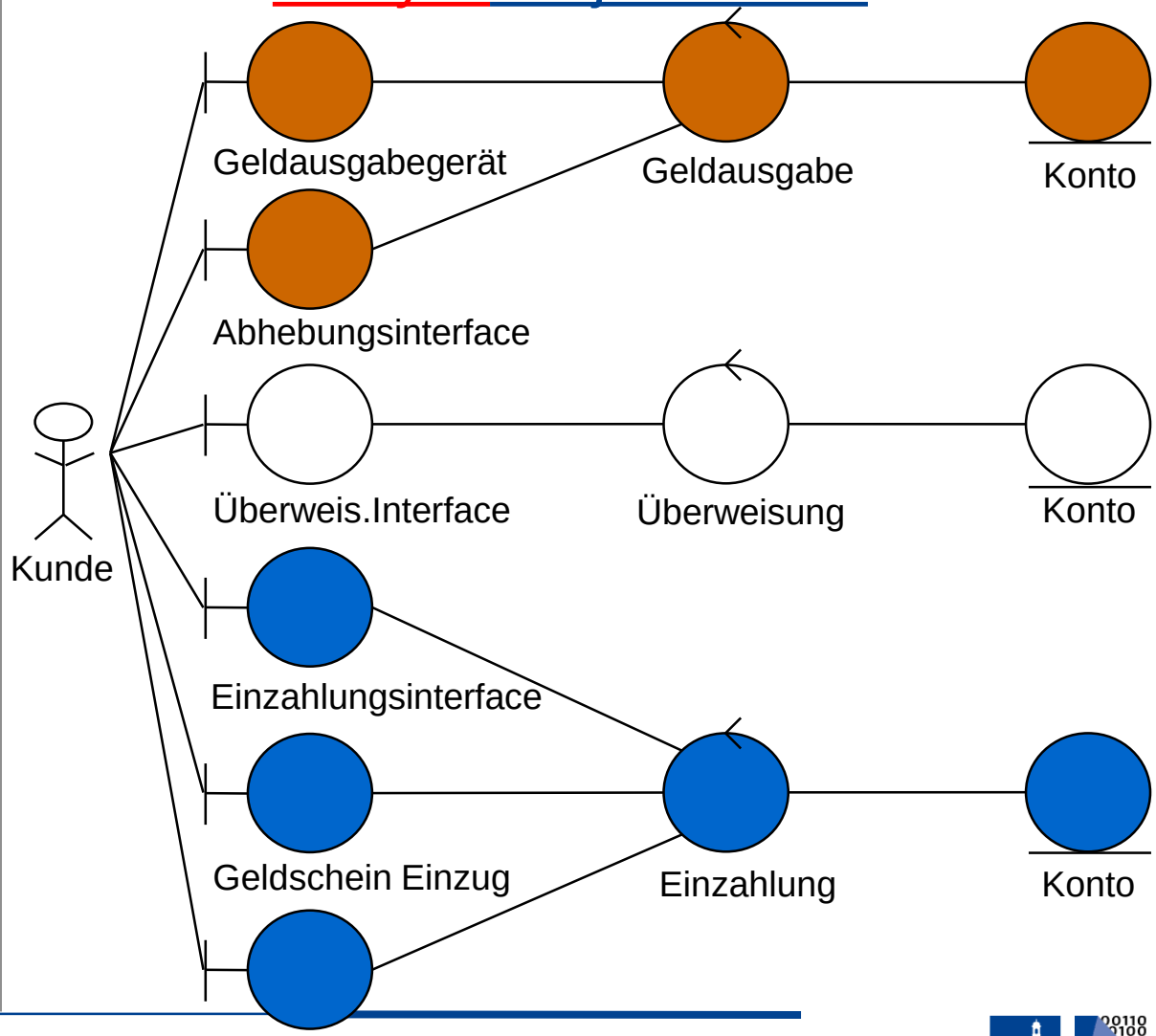


Use-Case Modell ▸ Analyse-Objektmodell

Use-Case Modell

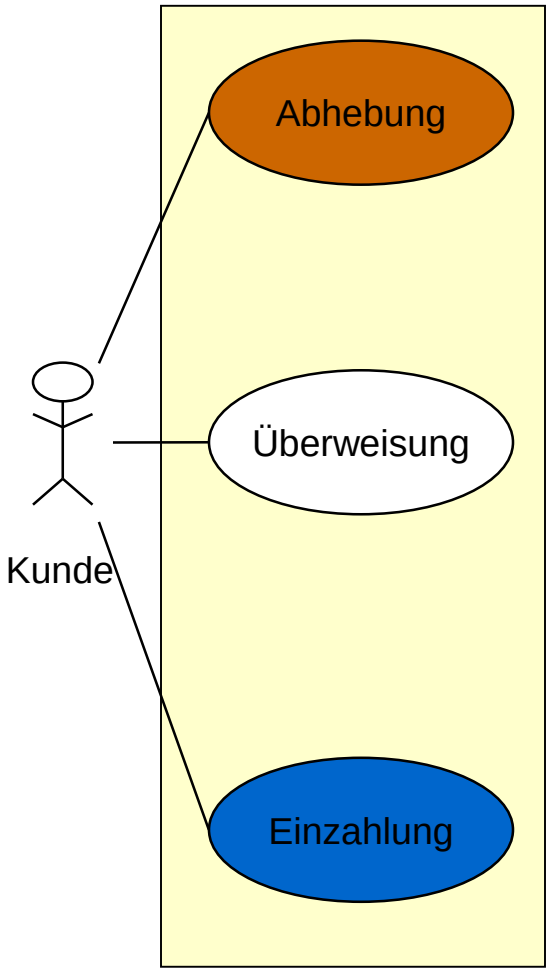


Analyse-Objektmodell

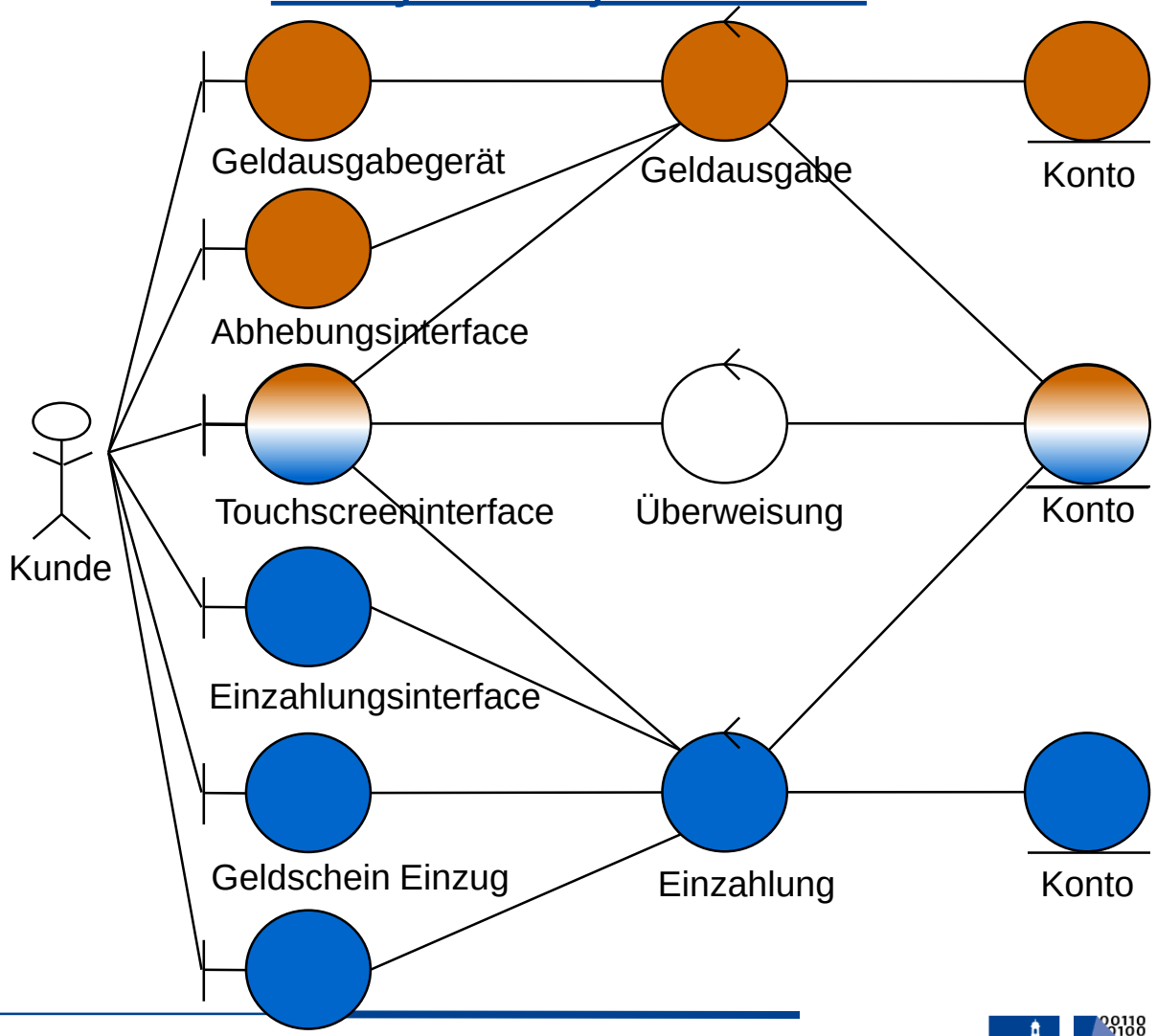


Use-Case Modell ▸ Analyse-Objektmodell

Use-Case Modell

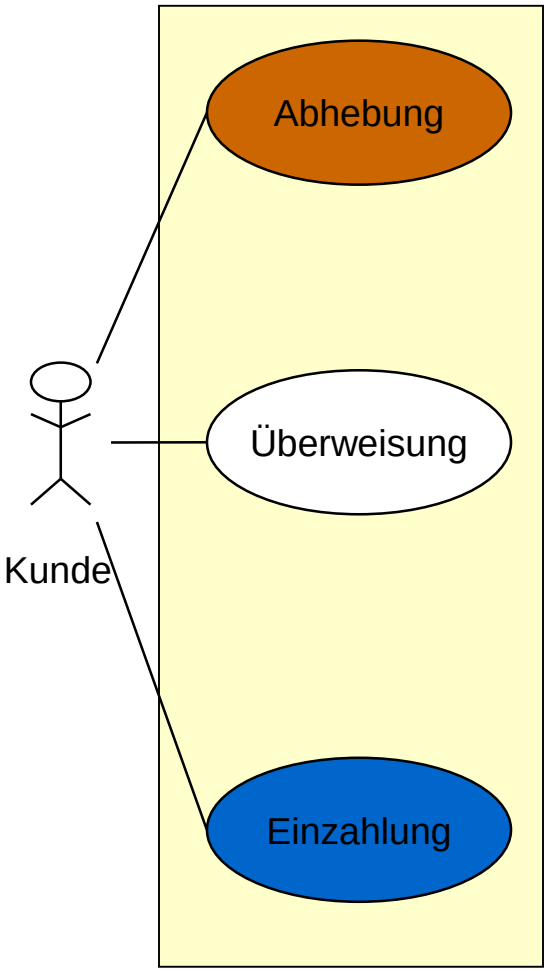


Analyse-Objektmodell

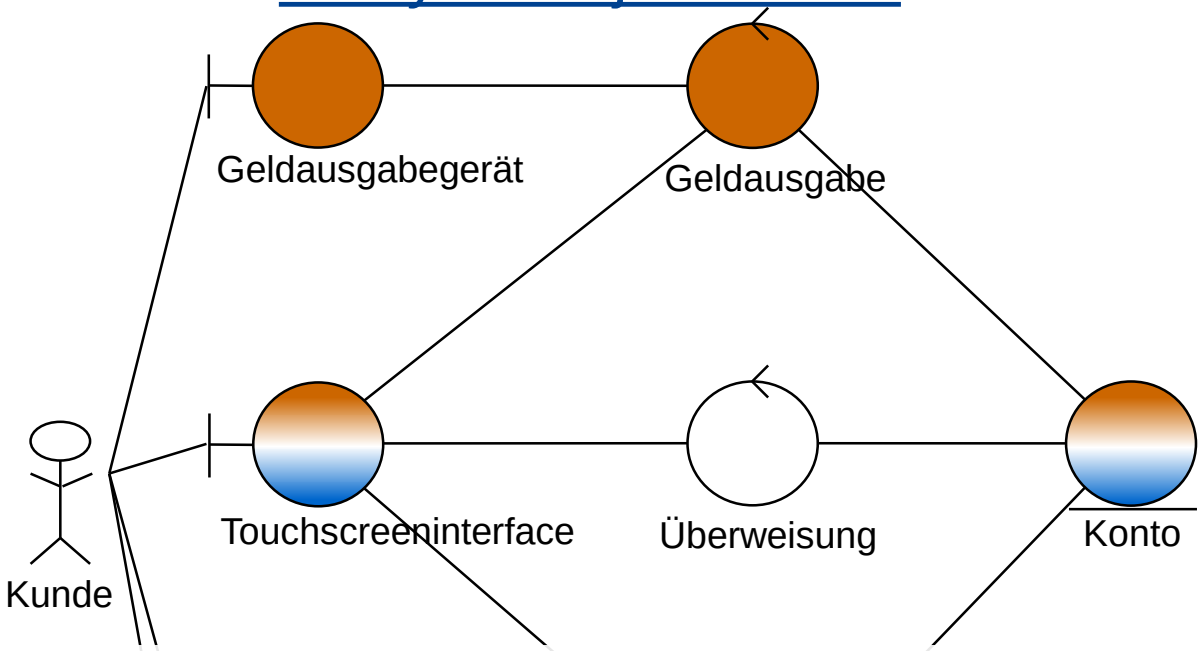


Use-Case Modell ▸ Analyse-Objektmodell

Use-Case Modell



Analyse-Objektmodell



Zusammenfassung von Objekten aus verschiedenen Use-Case-Realisierungen, die ...

- ... ähnliches tun
  - `TouchScreen` statt getrenntes `Abhebungs-` und `EinzahlungsInterface`
- ... konzeptuell identisch sind
  - `Konto`

universitätbonn

6.4 Workflow: „Verfeinerung des dynamischen Modells“

Spezifikation aller Interaktionen der Analysetypen

Verhaltensmodellierung eines Use Case

Ausganspunkt

(0) Vorhandenes Analyse-Objektmodell

Verfahren (pro Use Case)

(1) Konkretisiere Ereignisfluss
- Bilde Schritte im Ereignisfluss auf Methoden oder Ereignisse (‚events‘) ab

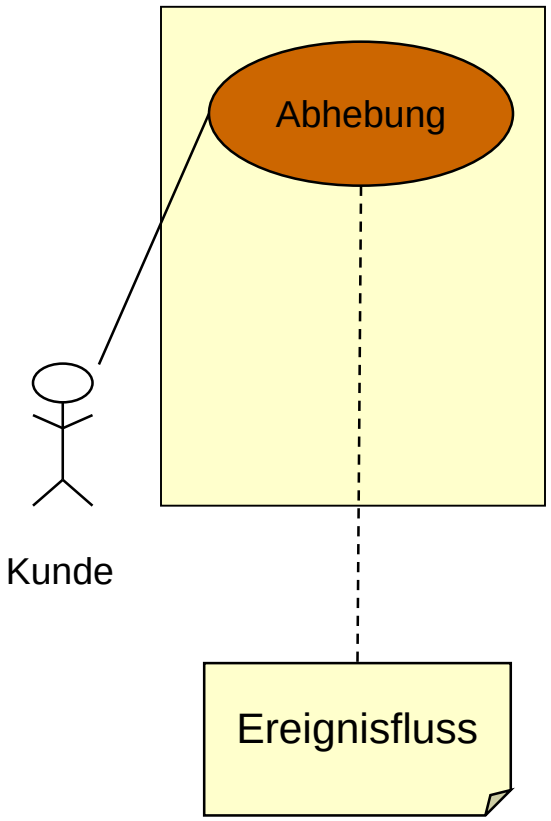
(2) Ergänze Klassendiagramm
- Erweitere Klassen um evtl. fehlende Methoden, Parameter und Attribute

(3) Modelliere Ereignisfluss
- Zusammenspiel von Objekten → Interaktionsdiagramm(e)
- Verhalten einzelner Objekte → Zustandsdiagramm(e)

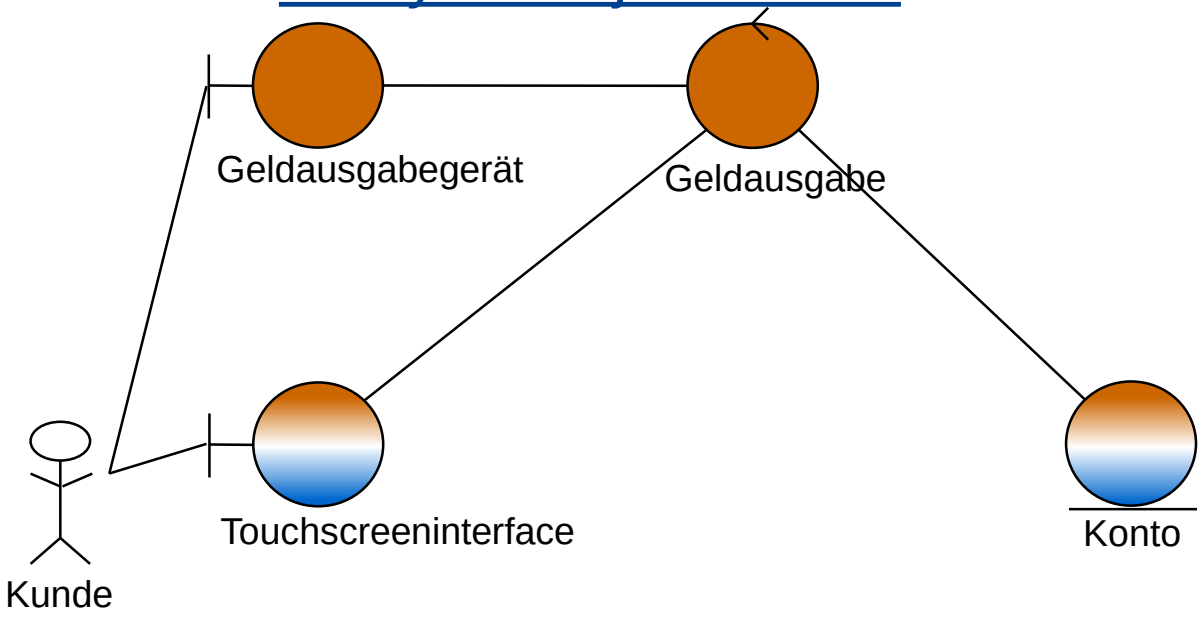
(4) Verfeinere dynamisches Modell und Objektmodell
- mehr Zwischenschritte (neue Methoden und Nachrichten)
- mehr Strukturdetails (neue Attribute, Parameter, Typen)

Use-Case Modell ▸ Verhaltensmodell der Analyse

Use-Case Modell



Analyse-Objektmodell

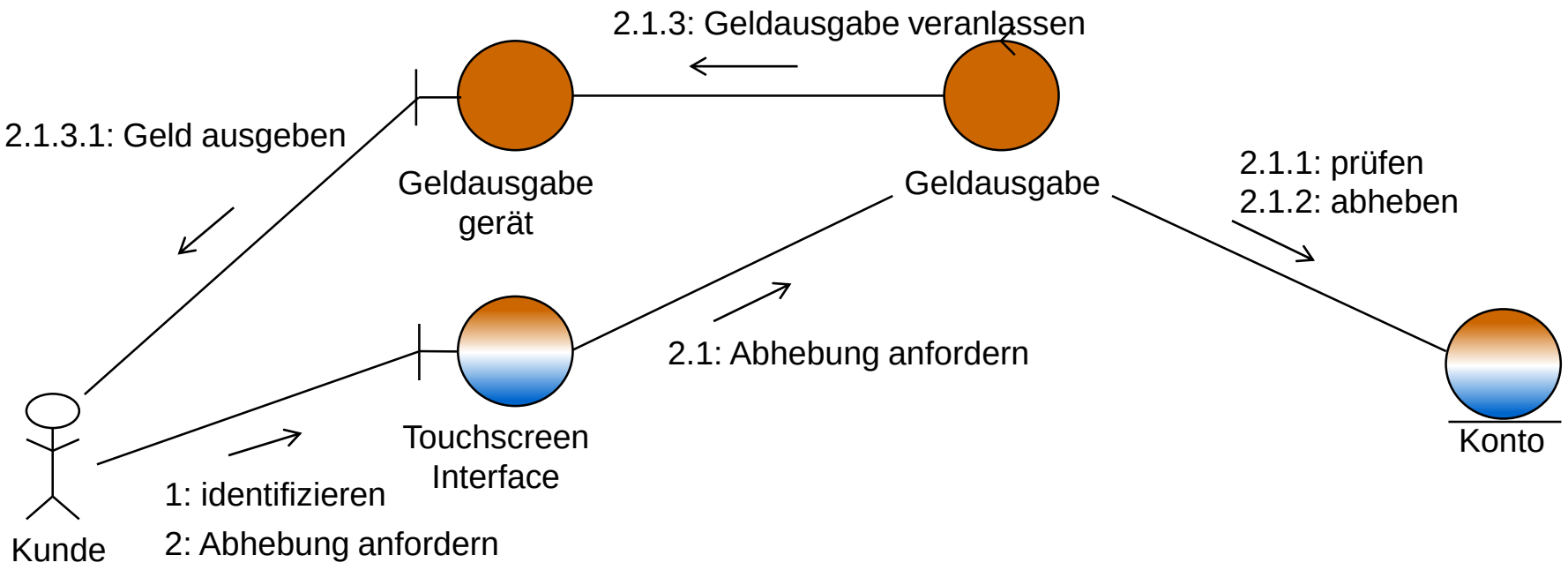


Nächster Schritt: Ereignisfluss des Use Case „Abhebung" auf Interaktionen der betroffenen Analyse-Objekte abbilden!

→ Kommunikationsdiagramm

Objektmodell ▸ Verhaltensmodell

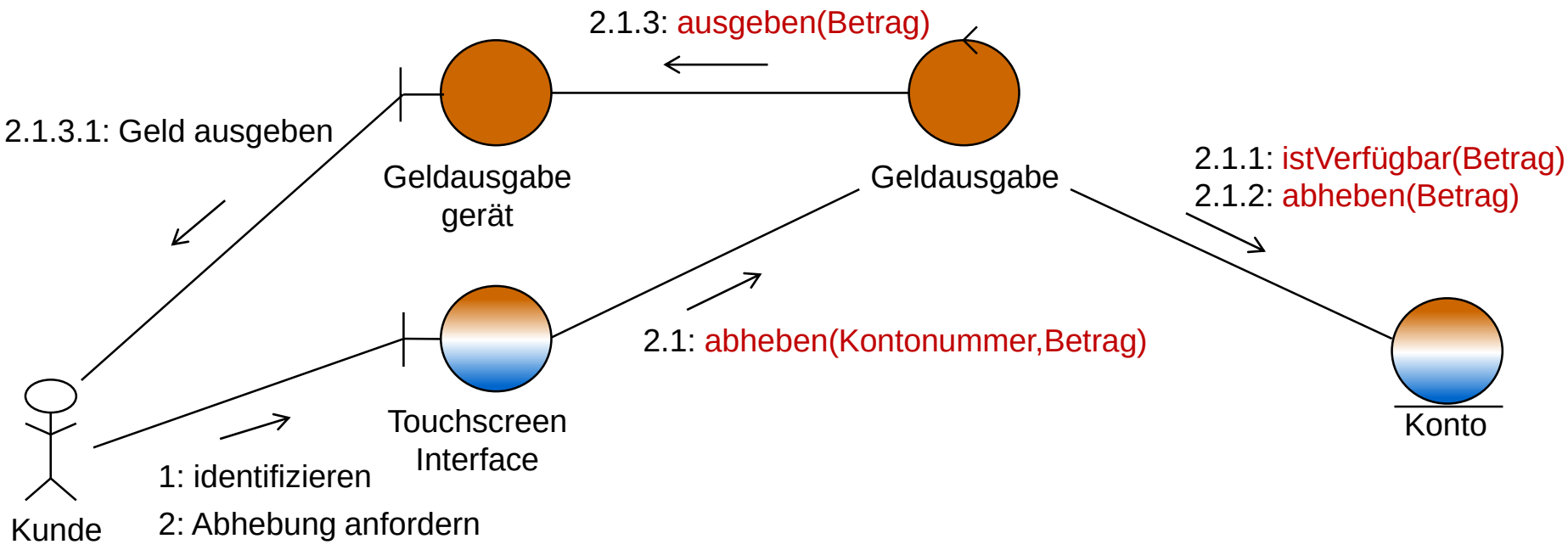
Ereignisfluss "Abhebung" auf Kommunikationsdiagramm abbilden



- Fortsetzung (1)
  - informelle Aktionen durch konkrete Nachrichten ersetzen

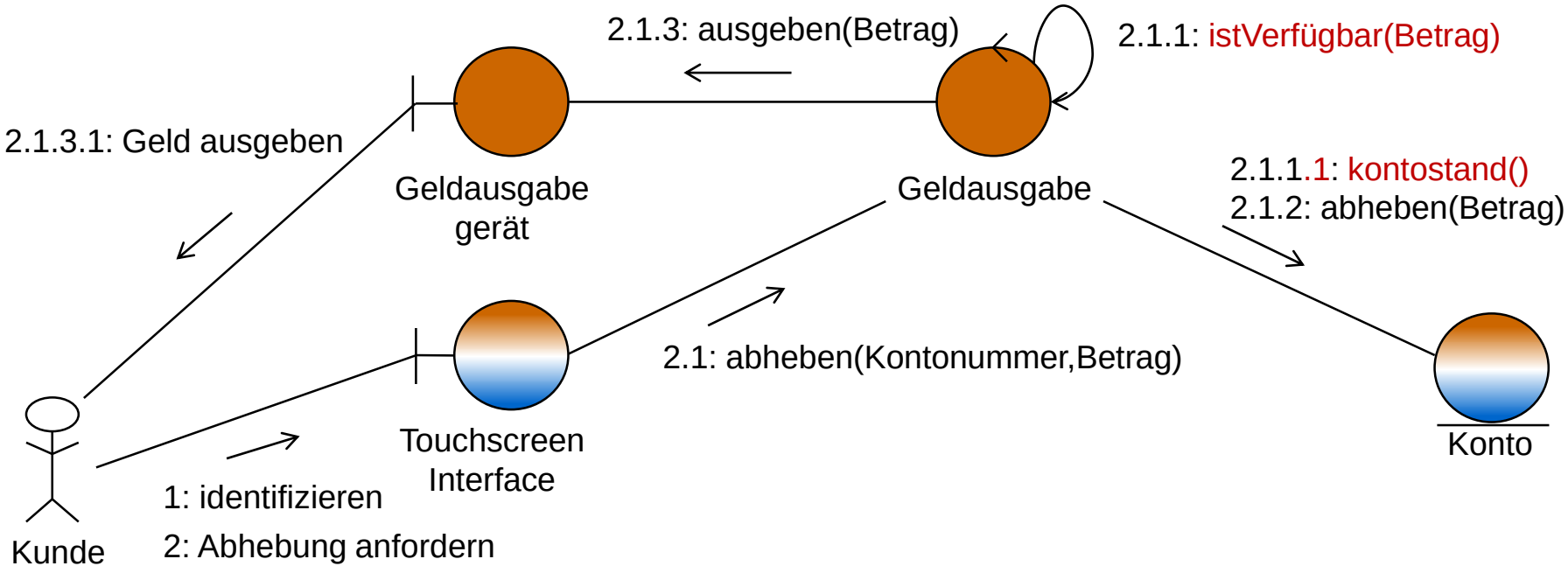
Objektmodell ▸ Verhaltensmodell

Ereignisfluss "Abhebung" auf Kommunikationsdiagramm abbilden



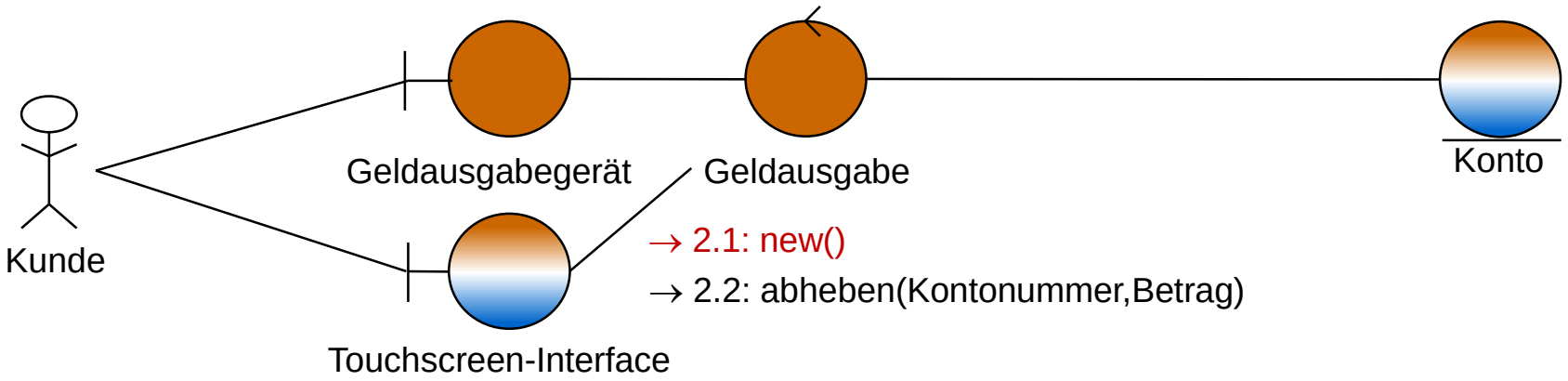
- Fortsetzung (1)
  - informelle Aktionen durch konkrete Nachrichten ersetzen

Ereignisfluss "Abhebung" auf Kommunikationsdiagramm abbilden



- Fortsetzung (2)
  - Verantwortlichkeiten der Objekte überdenken → Zuordnung von Nachrichten anpassen (Bsp: istVerfügbar() in Controller statt in Entität)
  - Methoden der Objekte ergänzen: Was braucht man für „istVerfügbar()“?

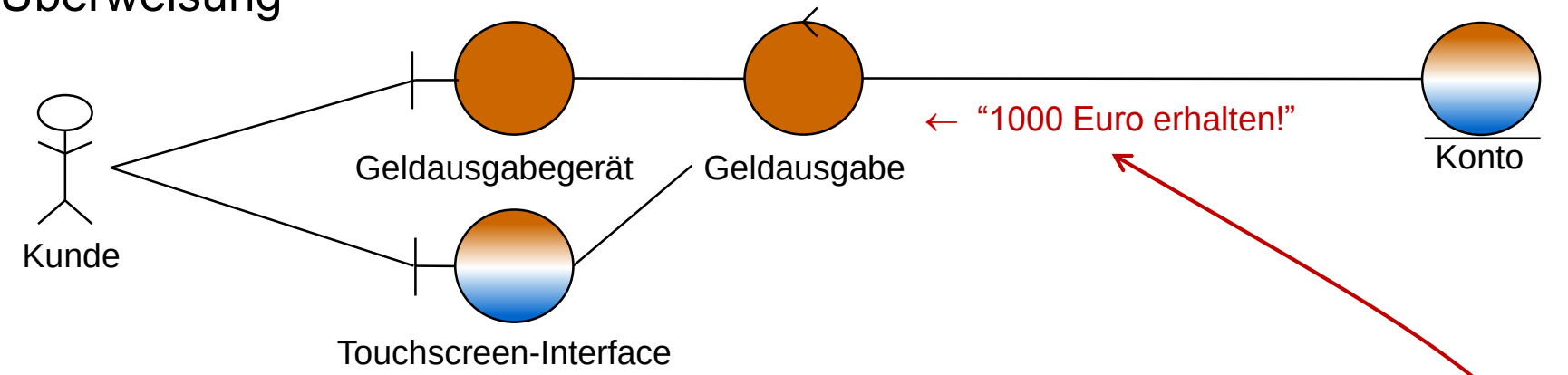
Analyse-Verhaltensmodell
Objekt-Erzeugung



- Controller-Objekte werden bei der Initiierung des Use Case erschaffen
  - **A)** In einem Boundary das der Initiierung des Use Case dient
  - **B)** In Controller eines Use Case der die Quelle einer <<include>> oder das Ziel einer <<extend>>-Beziehung zum eigenen Use Case ist
- Boundary-Objekte werden von Controller-Objekten erschaffen
  - Im obigen Beispiel ausnahmsweise nicht! → Denksport: Warum???
- Entity-Objekte existieren schon (meist persistent) oder werden von Controller-Objekten erschaffen

Analyse-Verhaltensmodell
Objekt-Zugriff

Szenario: „Sofortige Kontostandsaktualisierung bei eintreffender Überweisung“



- Objekt-Zugriff
  - Trotz der Einschränkungen auf Typebene (s. Analyse-Objektmodell „Verbotene Abhängigkeiten“) dürfen Entity-, Boundary- und Controller-Objekte beliebig miteinander interagieren!
  - Interaktionen, die scheinbar „schlechten Abhängigkeiten“ entsprechen erfordern jedoch die Ergänzung des Klassendiagramms um das Entwurfsmuster „Observer“
    - ⇨ Siehe Kapitel „Entwurfsmuster“ und „Objektentwurf“

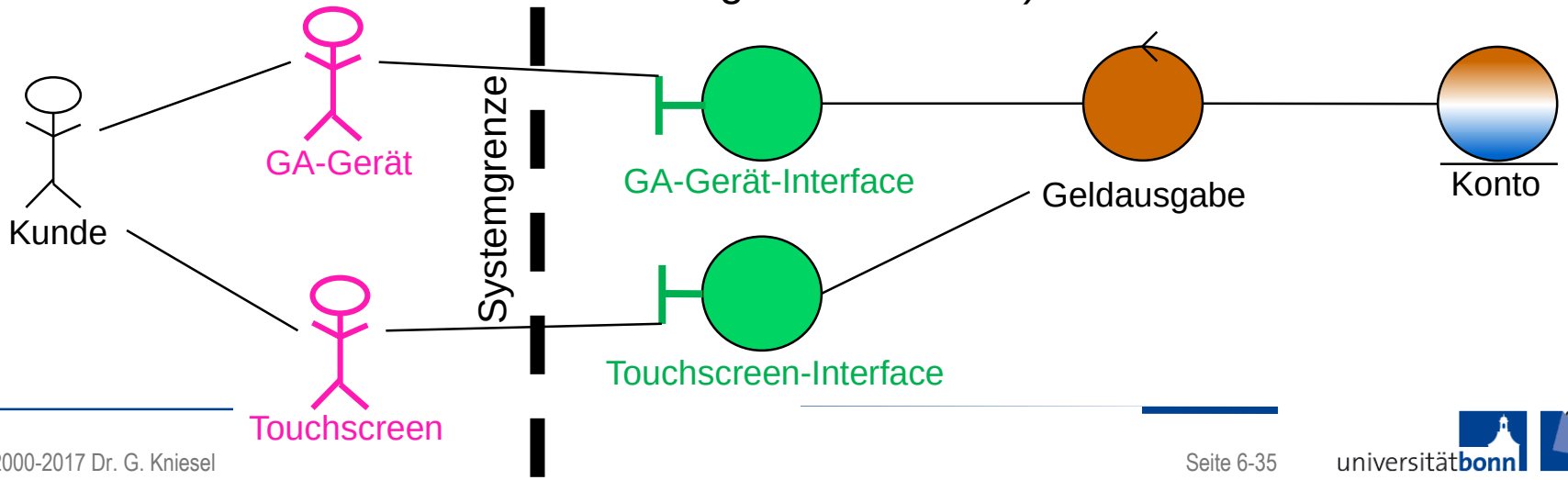
Analyse-Verhaltensmodell-Verfeinerung
Akteure versus Boundaries (1)

Akteure: Alles Äußere, womit das System das wir modellieren direkt oder indirekt interagiert.

- Beispiele: Auch die physischen Geldausgabe-Geräte und Touchscreens (die wir als Softwareentwickler in einer Bank nicht selber bauen!)

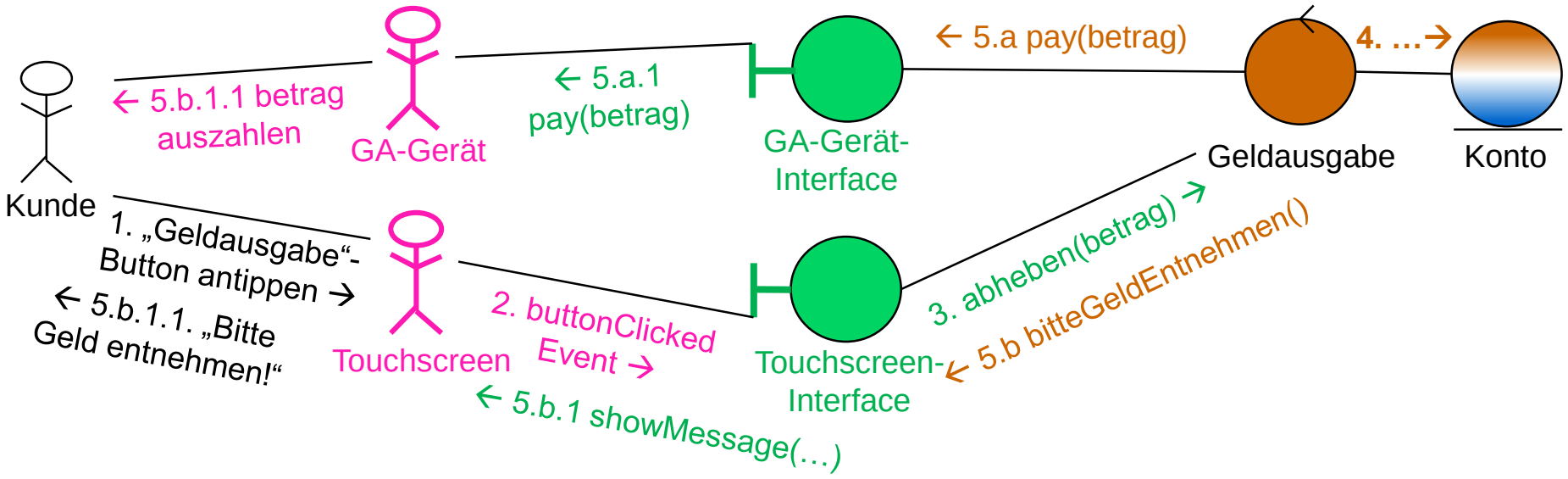
Boundaries: Die Teile unseres Systems, die direkt mit der Außenwelt (= den Akteuren) kommunizieren.

- Beispiele: Unsere Software-Schnittstelle zu Geldausgabe-Geräten und die GUI die wir auf den Touchscreens anzeigen lassen (beides müssen wir als Entwickler der Bankanwendung selber bauen!)



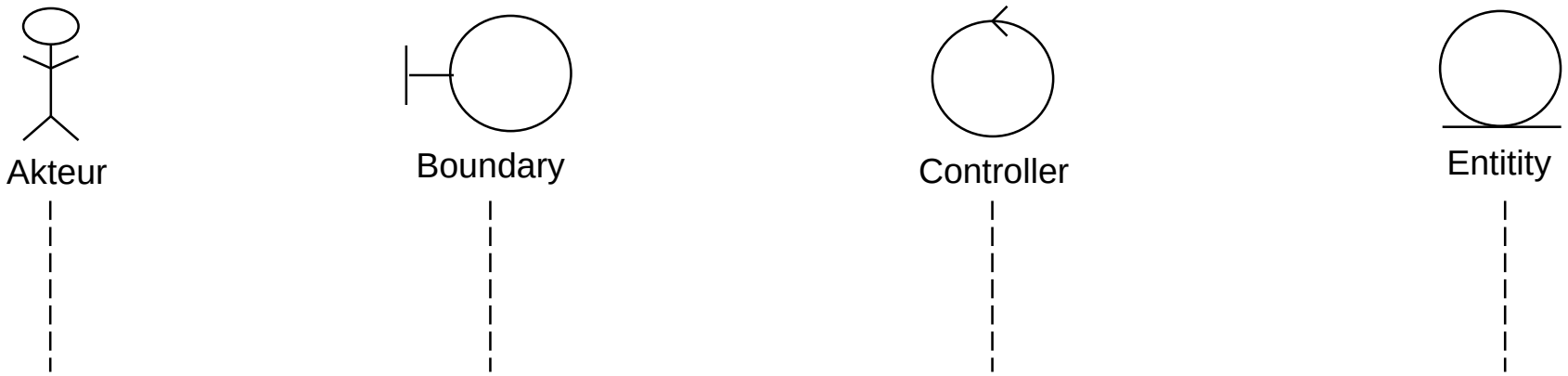
Analyse-Verhaltensmodell
Akteure versus Boundaries (2)

Die Trennung der beiden Konzepte macht Ihr Modell klarer. Sie ermöglicht zu unterscheiden zwischen Aktionen des Kunden, anderer Akteure und des Systems:



Diese Unterscheidung ermöglicht es Abläufe präziser / feiner granular zu spezifizieren (z.B. buttonClickedEvent, pay(betrag)).

Analyse-Verhaltensmodell ▸ Sequenzdiagramme für Analyseobjekte



- Layout-Konventionen
  - Spalte 1. ▸ Akteur der den Use Case initiiert hat
  - Spalte 2. ▸ Boundary-Objekt mit dem der Akteur als erstes interagiert
  - Danach ▸ Weitere Boundaries
  - Danach ▸ Kontroll-Objekt das den Use Case steuert
  - Danach ▸ Entities
  - Danach ▸ Evtl. weitere Kontroll-Objekte
    - ⇨ Erinnern Sie sich, wann es weitere Kontrollobjekte geben kann?

universitätbonn

6.5 Dynamische Modellierung von Benutzerinterfaces

Konzeptionelle Sicht der Abläufe auf dem Benutzerinterface als Navigationsgraphen bzw. Zustandsautomaten

Termine

21.11.2014

23.11.2014

2 Gäste

Art der Unterkunft

Ganze Unterkunft

Privatzimmer

Gemeinschaftszimmer

Preisspanne

8€

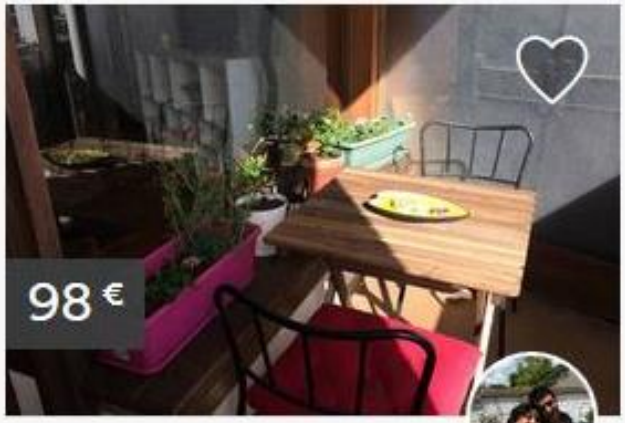
1000+€

Weitere Filter

1000+ Unterkünfte · Paris

A 2 PAS DES CHAMPS...

Ganze Unterkunft · 34 Bewertungen · ...



A deux pas de la Tour E...

Ganze Unterkunft · 23 Bewertungen · T...

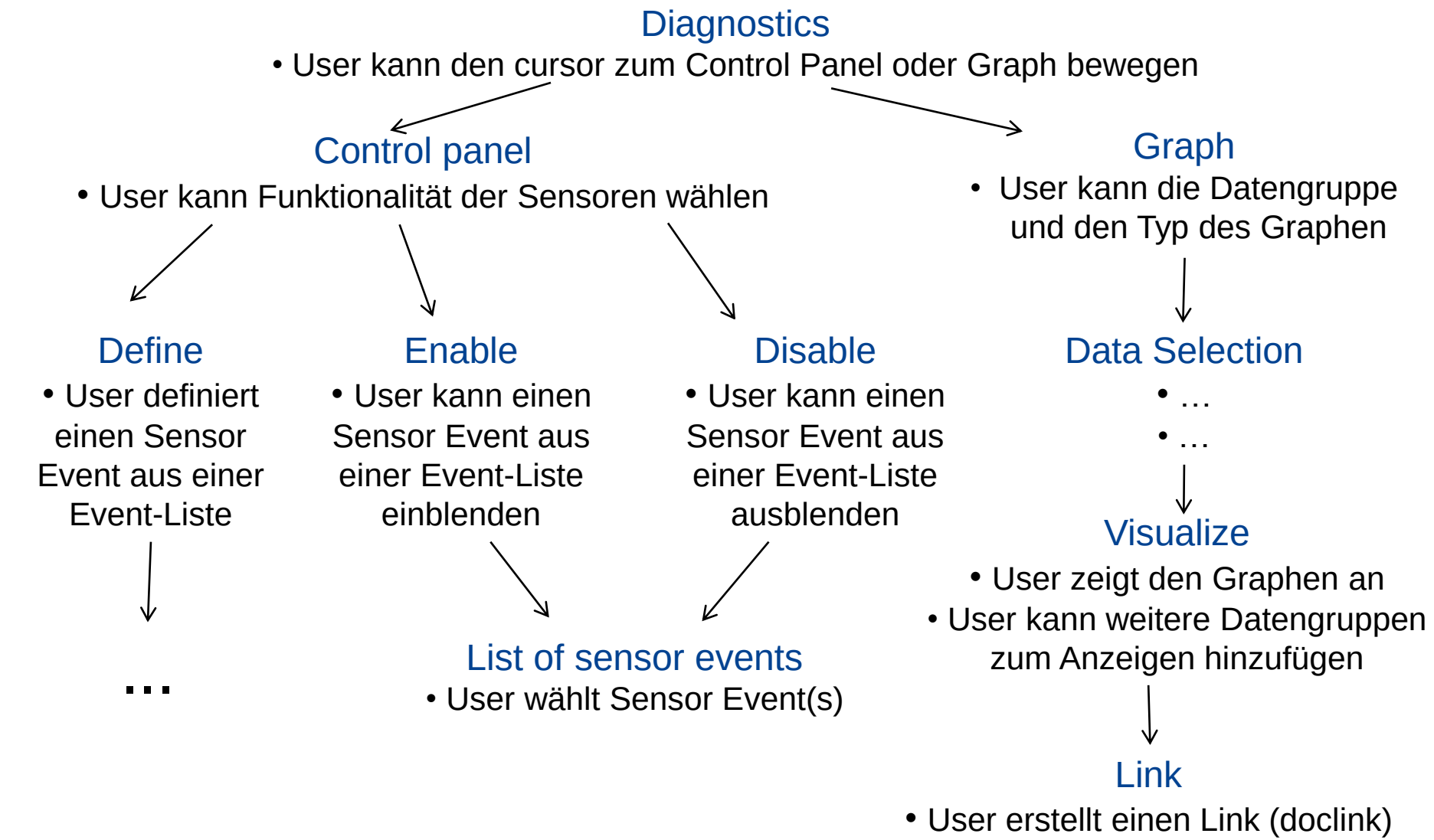
Dynamische Modellierung von Benutzerschnittstellen

- Navigationspfade
  - Eine Variation von Zustandsdiagrammen
  - Werden zum Design von Benutzerschnittstellen benutzt

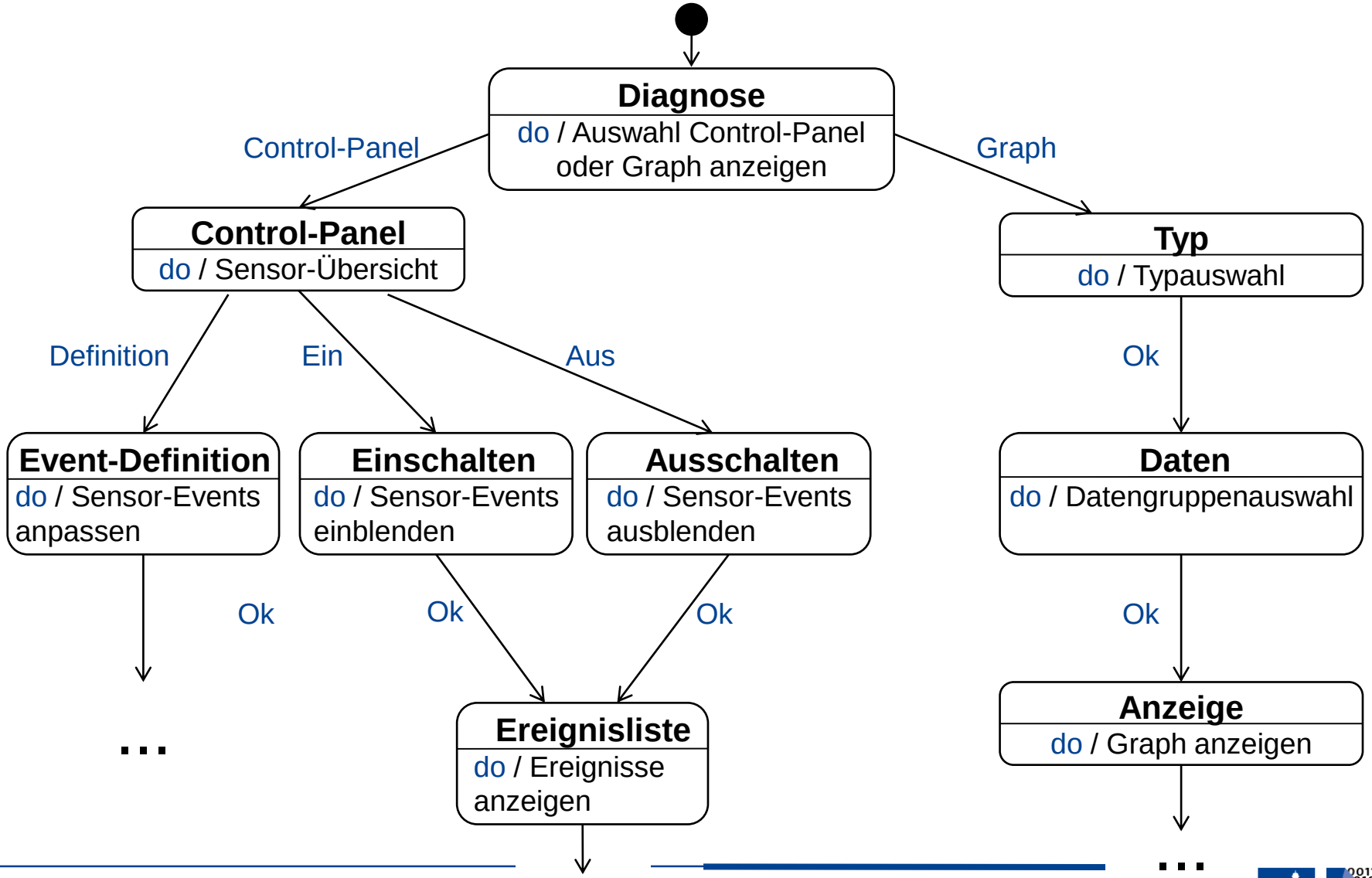
- Zustand ▸ Einzelne Bildschirmansicht („Screen“)
  - Ein grafisches Layout der mit den Zuständen assoziierten Screens hilft bei der Vorstellung des dynamischen Modells eines Benutzerinterfaces
  - Aktivitäten/Aktionen sind als Unterpunkte unter dem Screen-Namen aufgeführt
  - Oft wird nur eine Exit-Aktion angegeben

- Zustandsübergang ▸ Ergebnis einer Exit-Aktion
  - Klick auf Schaltfläche
  - Menüauswahl
  - Cursorbewegungen

Navigationspfade als Graph



Navigationspfade als Zustandsdiagramm



Termine

21.11.2014

23.11.2014

2 Gäste

Art der Unterkunft

Ganze Unterkunft

Privatzimmer

Gemeinschaftszimmer

Preisspanne

8€

1000+€

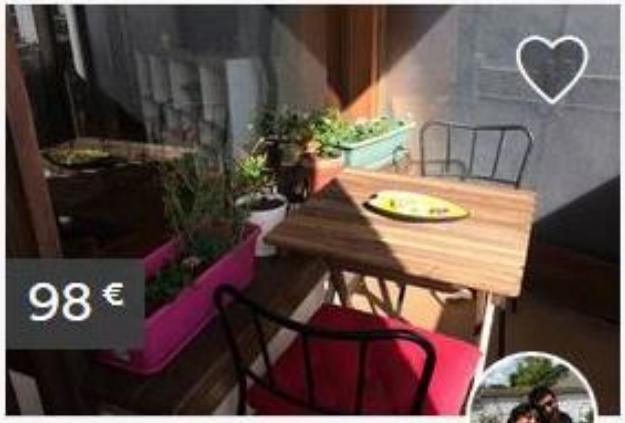
Übung: Malen Sie einige Navigationspfade für dieses Beispiel (Airbnb)

Weitere Filter

1000+ Unterkünfte · Paris

A 2 PAS DES CHAMPS...

Ganze Unterkunft · 34 Bewertungen · ...



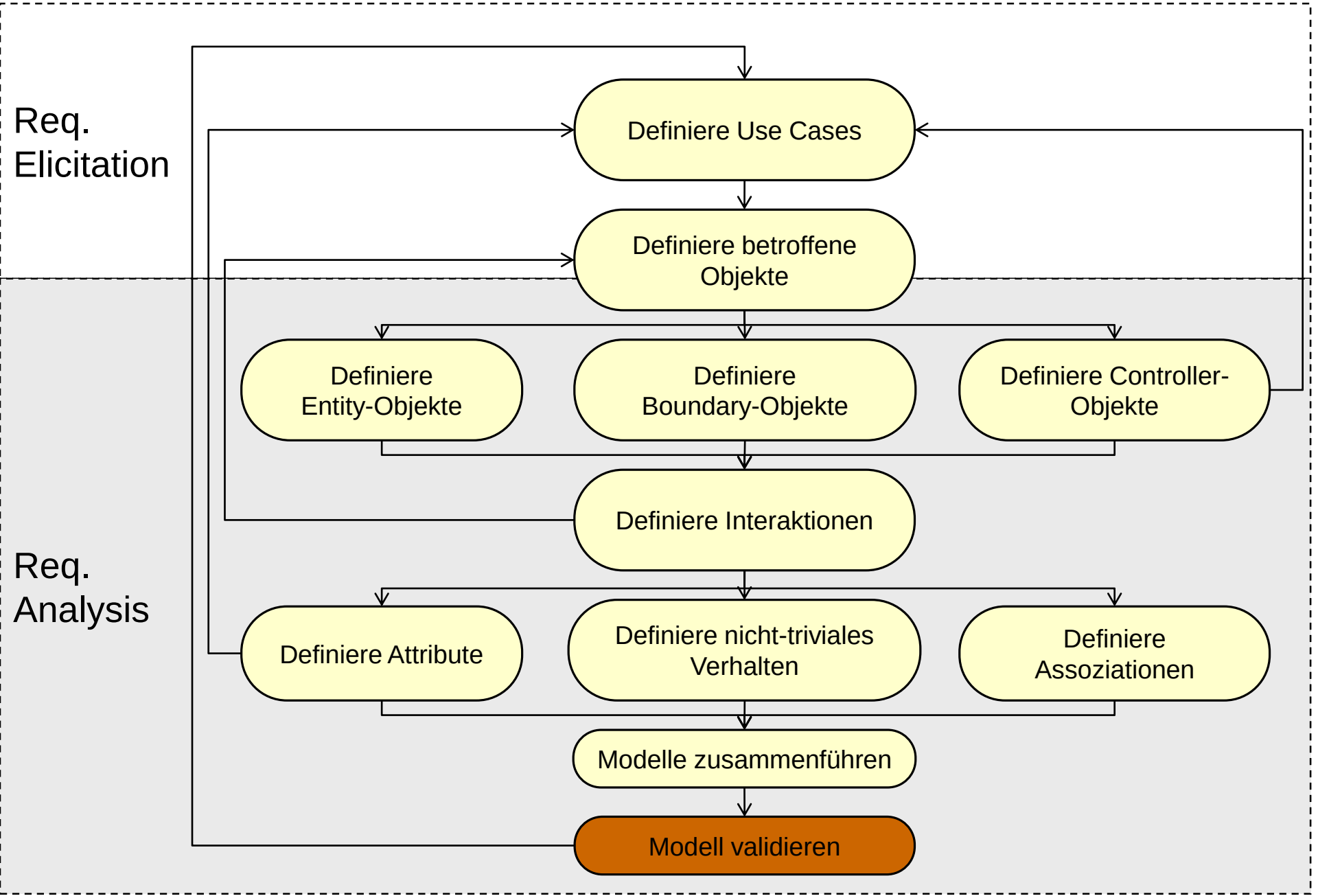
A deux pas de la Tour E...

Ganze Unterkunft · 23 Bewertungen · T...

universitätbonn

6.6 Konsolidierung der Analyse

Aktivitätsdiagramm des Analyse-Workflow



Kriterien der Anforderungsvalidierung

- Korrektheit
  - Die Anforderungen repräsentieren die Sicht des Kunden.
- Vollständigkeit
  - Alle im System möglichen Szenarien sind beschrieben, inklusive Ausnahmeverhalten von System und Benutzer
- Konsistenz
  - Es gibt keine funktionalen oder nichtfunktionalen Anforderungen die sich widersprechen
- Klarheit
  - Es gibt keine Zweideutigkeiten bei den Anforderungen.
- Realismus
  - Anforderungen können implementiert und ausgeliefert werden
- Zurückverfolgbarkeit
  - Jede Funktion des Systems kann auf einen Satz entsprechender funktionaler Anforderungen zurückgeführt werden

Konsistenz, Vollständigkeit, Mehrdeutigkeit

- Vollständigkeit
  - Identifikation von fehlenden Klassen (von einem Subsystem referenziert, aber nirgends definiert)
  - Identifikation von Assoziationen mit losen Enden (Assoziationen, die nirgends hinzeigen)
- Konsistenz
  - Identifikation von vertauschten „Verdrahtungen” zwischen Klassen
  - Identifikation von doppelt definierten Klassen
  - Benennung von Klassen, Attributen, Methoden
    - ⇨ Keine Synonyme, d.h. keine verschiedene Namen für gleiche Bedeutung
- Mehrdeutigkeiten
  - Rechtschreibfehler in Namen
  - Benennung von Klassen, Attributen, Methoden
    - ⇨ Keine Homonyme, d.h. keine gleichen Namen für unterschiedliche Bedeutungen

Anforderungsevolution

- Anforderungen ändern sich rapide während der Anforderungserhebung

- Tools zur Verwaltung von Anforderungen
  - Speichern Anforderungen in einem Repository
  - Erstellen automatisch Anforderungsdokumente aus dem Repository
  - Unterstützen Zurückverfolgbarkeit und Änderungsmanagement für den ganzen Lebenszyklus des Projektes
  - Unterstützen Multi-user Zugriff

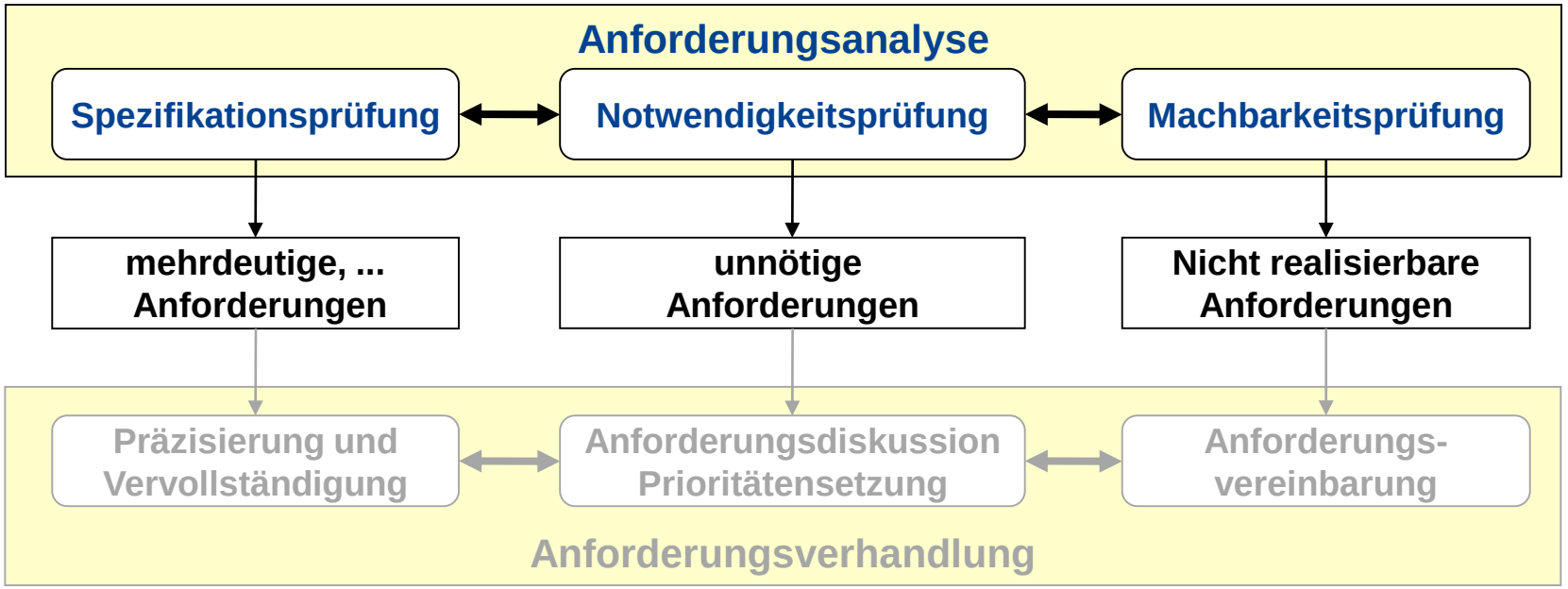
- Beispiele
  - Requisit Pro (Rational / IBM)
    - ⇨ http://www.ibm.com/developerworks/rational/products/requisitepro/
  - Jira
    - ⇨ http://www.jira.com

Formatvorlage Anforderungsanalyse-Dokument

- 1. Einführung
- 2. Momentanes System
- 3. Beabsichtigtes System
- 3.1 Überblick
- 3.2 Funktionale Anforderungen
- 3.3 Nichtfunktionale Anforderungen
- 3.4 Nebenbedingungen (“Pseudoanforderungen”)
- 3.5 Systemmodelle
- 4. Glossar

Exkurs „Analyseformatvorlage“

Anforderungsanalyse



- Spezifikationsprüfung
  - Überkreuzprüfung der Eindeutigkeit, Konsistenz, Korrektheit und Vollständigkeit
- Notwendigkeitsprüfung
  - Welche Anforderungen tragen nicht zu den Geschäftszielen der Firma bei?
- Machbarkeitsprüfung
  - Budget und Zeitplan einhaltbar?

Projektvereinbarung

- Die Projektvereinbarung steht für die Akzeptanz des Analysemodells (dokumentiert durch das Anforderungsanalyse-Dokument) durch den Kunden.

- Kunde und Entwickler einigen sich auf eine Idee, Funktionen und Features des Systems. Zusätzlich einigen sie sich auf:
  - Eine Liste der Prioritäten
  - Einen Revisionsprozess
  - Eine Liste von Kriterien zur Annahme des Systems
  - Einen Zeitplan und ein Budget

Zusammenfassung: Anforderungsanalyse

In diesem Unterkapitel haben wir uns mit folgenden Themen befasst:

- Konstruktion des statischen und dynamischen Analysemodells aus dem Use Case und Domain Object Modell
  - Entity
  - Controller
  - Boundary
- Konsolidierung der Analyse
  - Integration der Modelle verschiedener Subsysteme
  - Konsistenz, Vollständigkeit, Mehrdeutigkeit