46. Architektur interaktiver Systeme

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann

Institut für Software- und Multimediatechnik

Lehrstuhl Softwaretechnologie

Fakultät für Informatik

TU Dresden

Version 13-1.0, 13.07.13

1) Benutzungsoberflächen und Anwendungslogik
2) Kopplung von synchronen und formularbasierten Benutzungsoberflächen und Anwendungslogik
3) Kopplung von reaktiven, graphischen Benutzungsoberflächen und Anwendungslogik
4) Controller als Steuerungsmaschinen
5) Implementierung der Konnektoren

Literatur

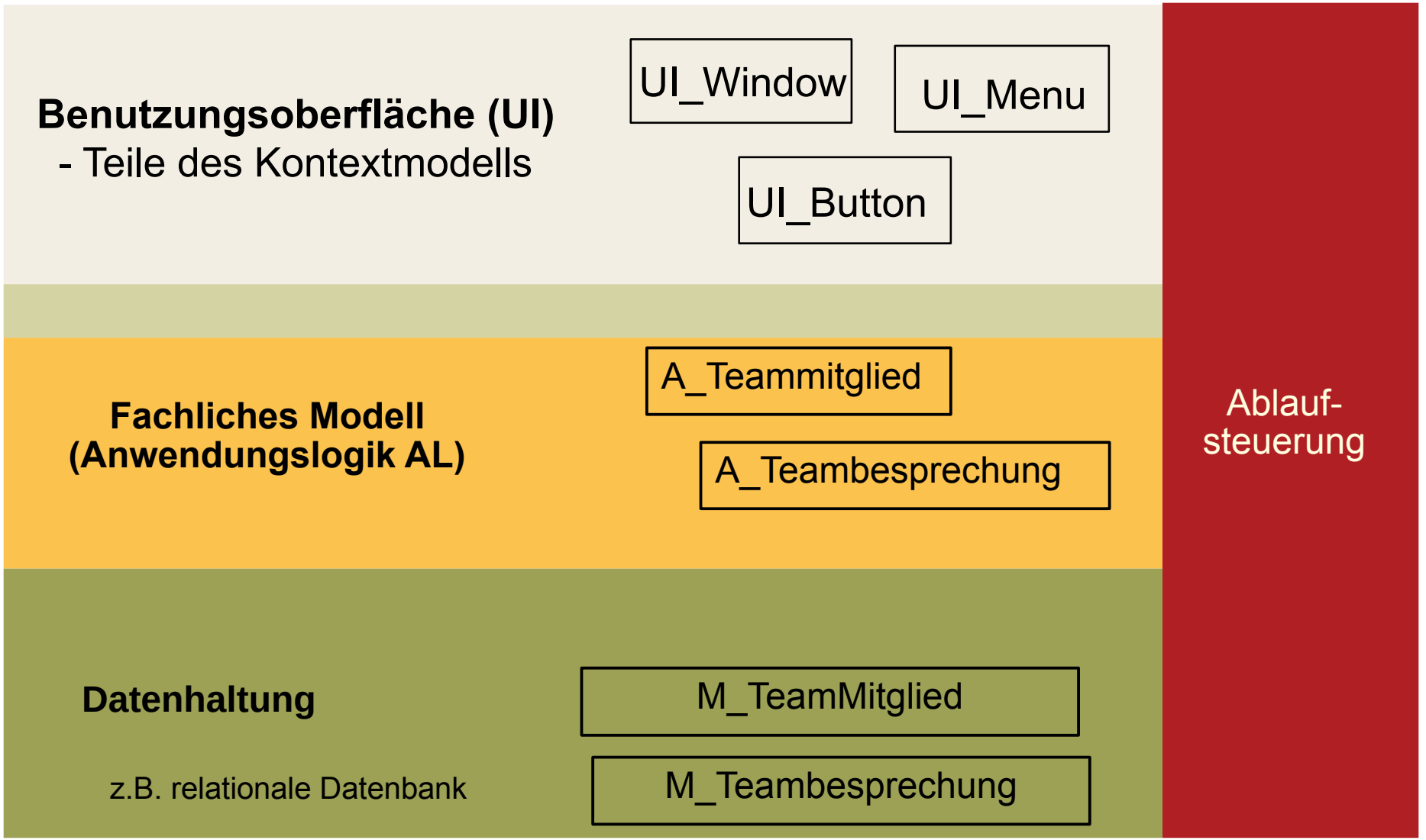
- Obligatorisch:
  - [PassiveView] Martin Fowler. Passive View. http://www.martinfowler.com/eaaDev/PassiveScreen.html. Strikte Schichtung und passiver View.
- Weitere:
  - F. Buschmann. N. Meunier, H. Rohnert, P. Sommerlad, M. Stal. Pattern-orientierte Software-Architektur. Addison-Wesley.
  - Entwurfsmuster und Architekturstile. MVC, Pipes, u.v.m.
  - [Herrmann] M. Veit, S. Herrmann. Model-View-Controller and Object Teams: A Perfect Match of Paradigms. Aspect-Oriented System Development (AOSD) 2003, ACM Press
  - Mike Potel. MVP: Model-View-Presenter The Taligent Programming Model for C++ and Java. VP & CTO Taligent, Inc.
    - ftp://www6.software.ibm.com/software/developer/library/mvp.pdf
  - html web frameworks
    - STRUTS http://exadel.com/tutorial/struts/5.2/guess/strutsintro.html
    - Web Application Component Toolkit http://www.phpwact.org/pattern/model_view_controller

- Die Architektur interaktiver Anwendungen ist eines der komplexesten Gebiete der Software-Architektur
- Um sie zu verstehen, brauchen wir *alle Teile* des Kurses:
  - Kollaborationen und Konnektoren
  - Schichten
  - Steuerungs- und Protokollmaschinen
  - Sequenzdiagramme
  - Entwurfsmuster

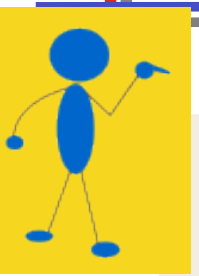
46.1 Benutzungsoberflächen (UI) und Anwendungslogik

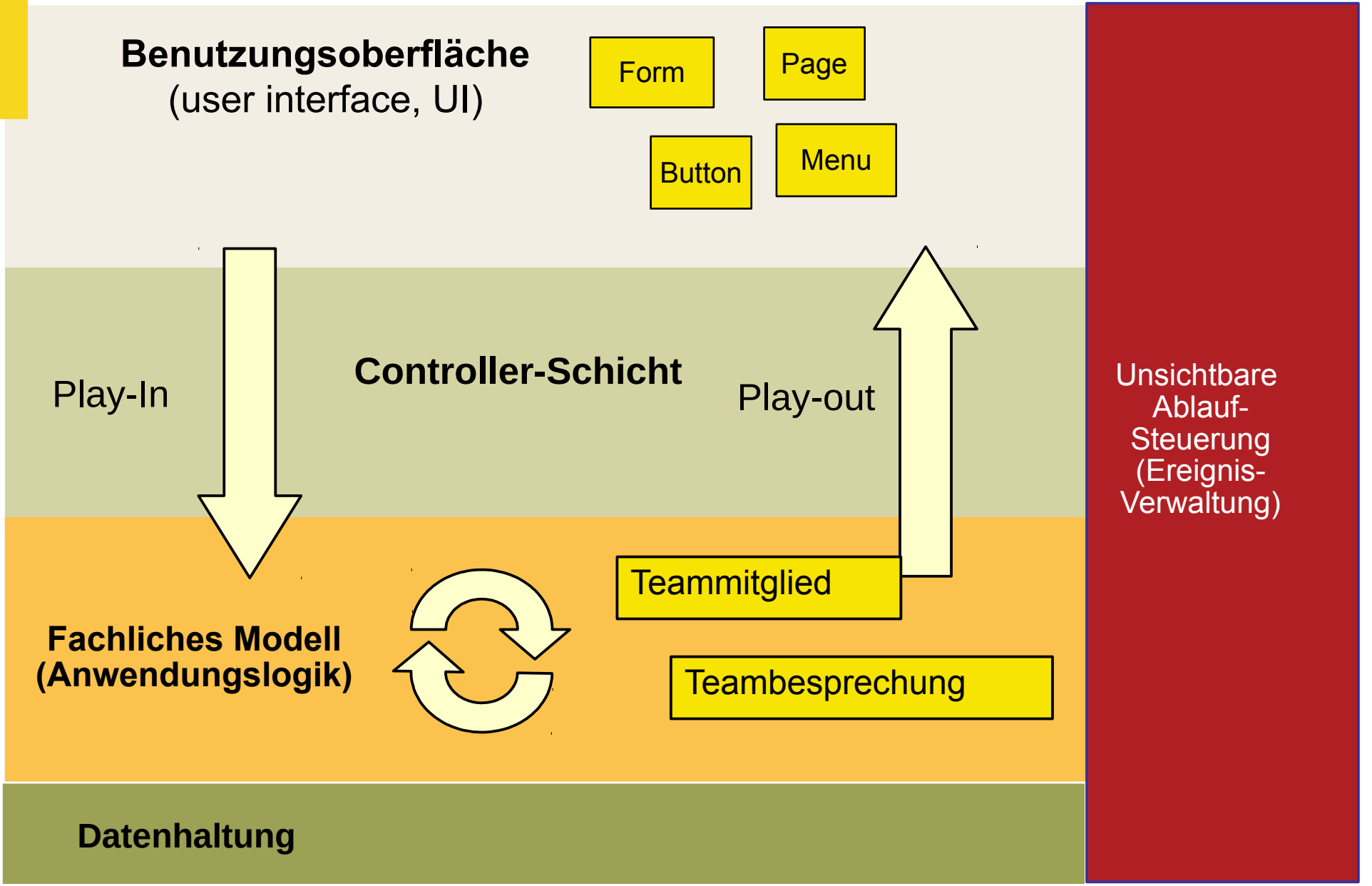
Verschiedene Arten der Kopplung zwischen Benutzer und Software

3-Schichtenarchitektur (3-tier architecture)



Controller bildet 4. Schicht zwischen der Benutzungsoberfläche (UI) und der Anwendungslogik





Arten von Benutzungsschnittstellen (User Interface, UI)

- **Synchrone UI:** die Anwendungslogik ruft die UI auf und wartet auf Eingaben (Treiber ist die Anwendungslogik)
  - Kommandozeilen-orientiert, textuelle UI (TUI)
  - Maskenorientiert (screen flow) oder formularorientiert (form flow, FUI)

    ==> dann kann der Controller entfallen
- **Asynchrone UI:** die Anwendungslogik reagiert auf die UI (Treiber ist die UI)
  - Graphische UI (GUI)
  - Tangible UI (TUI)

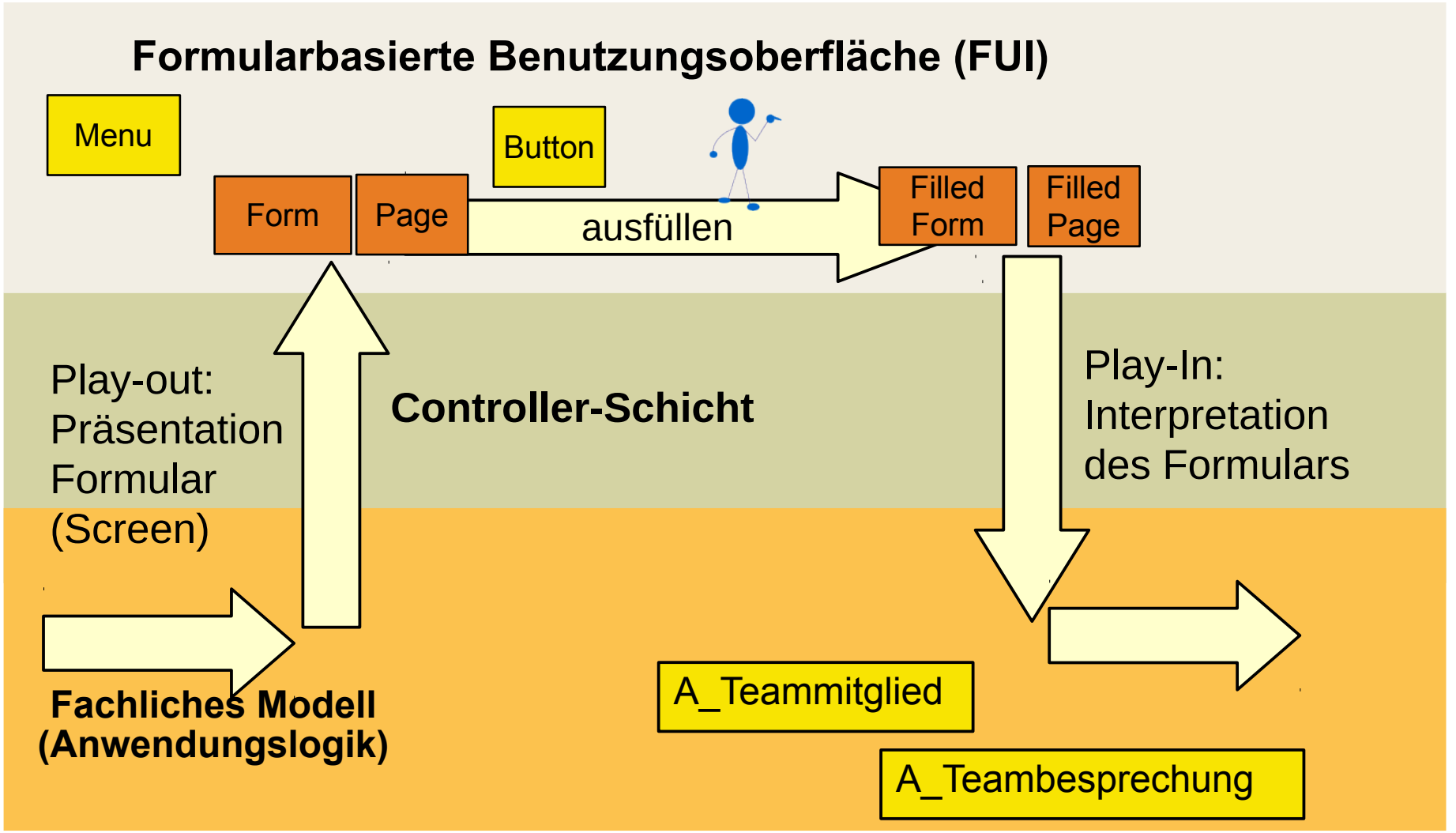
    ==> dann muss der Controller die parallele Verarbeitung steuern

46.2 Kopplung von *synchronen* Benutzeroberflächen und Anwendungslogik

- Text- und Formularbasierte Oberflächen (Form-Based UI, FUI) sind meist synchron mit der Anwendungslogik gekoppelt
- Die Anwendungslogik ruft die Oberfläche auf und wartet auf die Eingaben des Benutzers, z.B. das Ausfüllen von Formularen

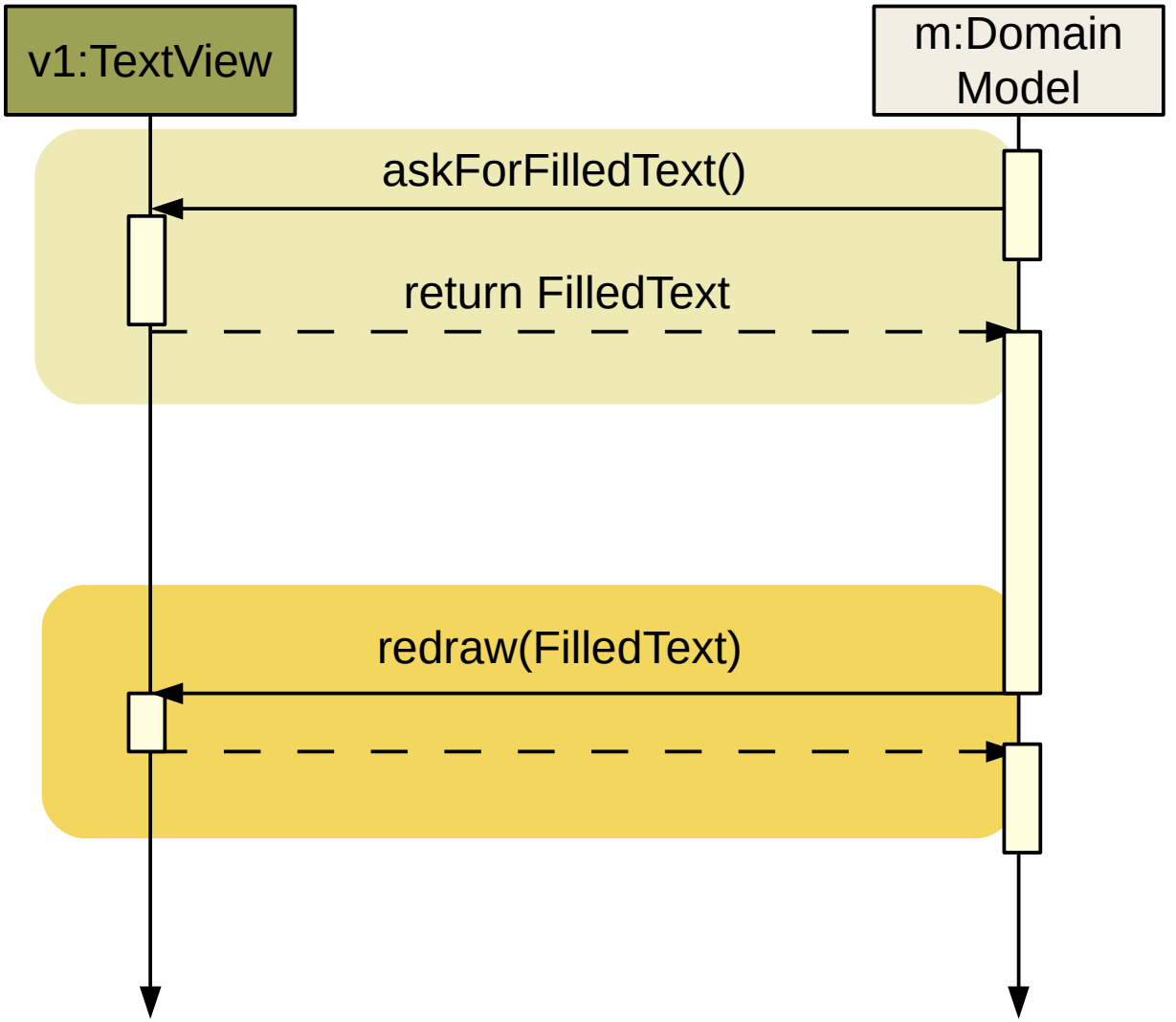
Synchrone Kopplung zwischen Anwendungslogik, Controllerschicht und FUI

- Die Anwendungslogik ruft das formularbasierte UI mit einem leeren Formular auf und warten auf das Ausfüllen des Benutzers (synchron)

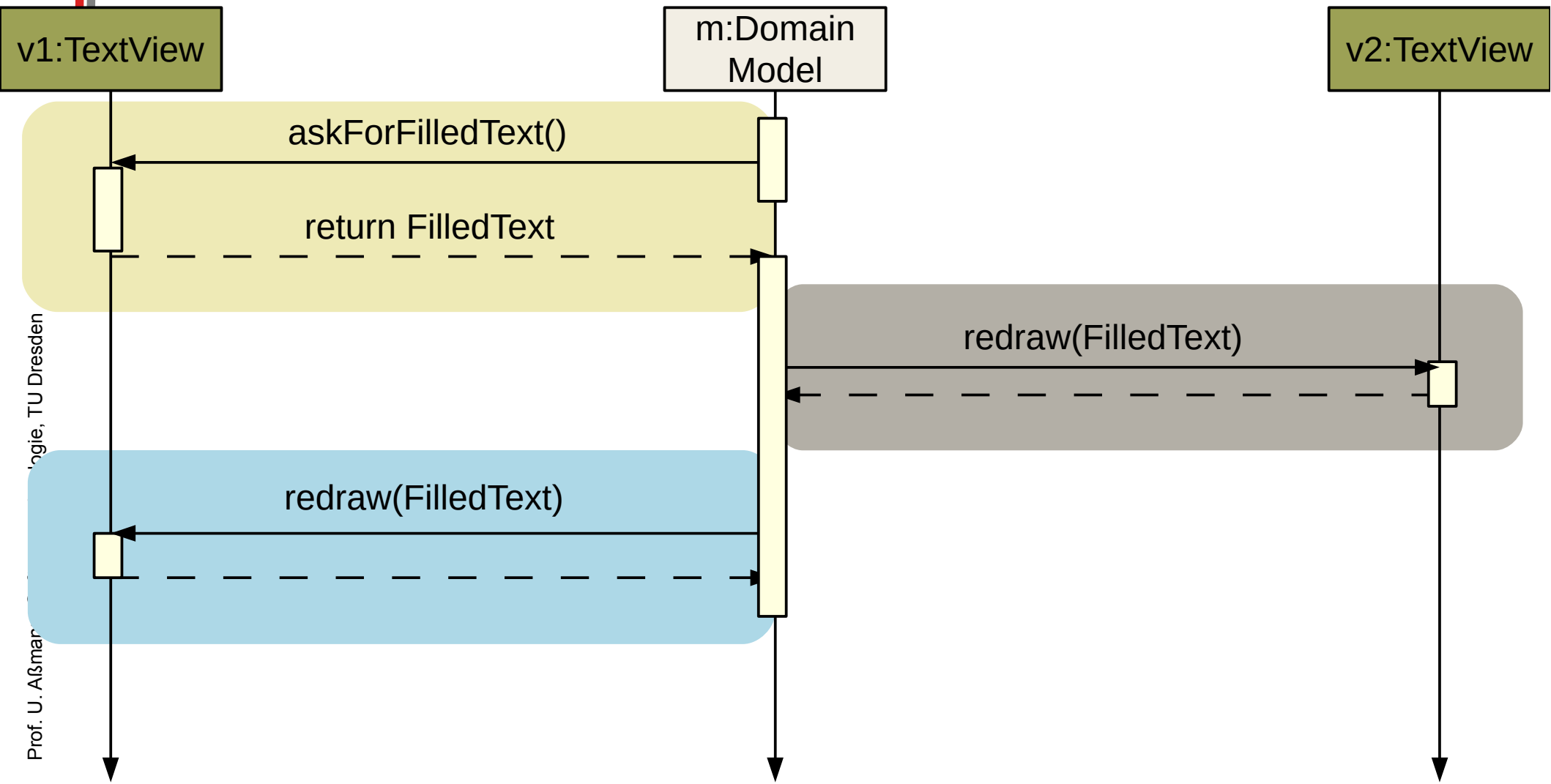


46.2.1. Textbasierte UI mit synchronem Update (*ein* View)

- In Java: Eingabe mit System.in, Ausgabe mit System.out



Textbasierte UI mit synchronem Update (mehrere Text-Views)



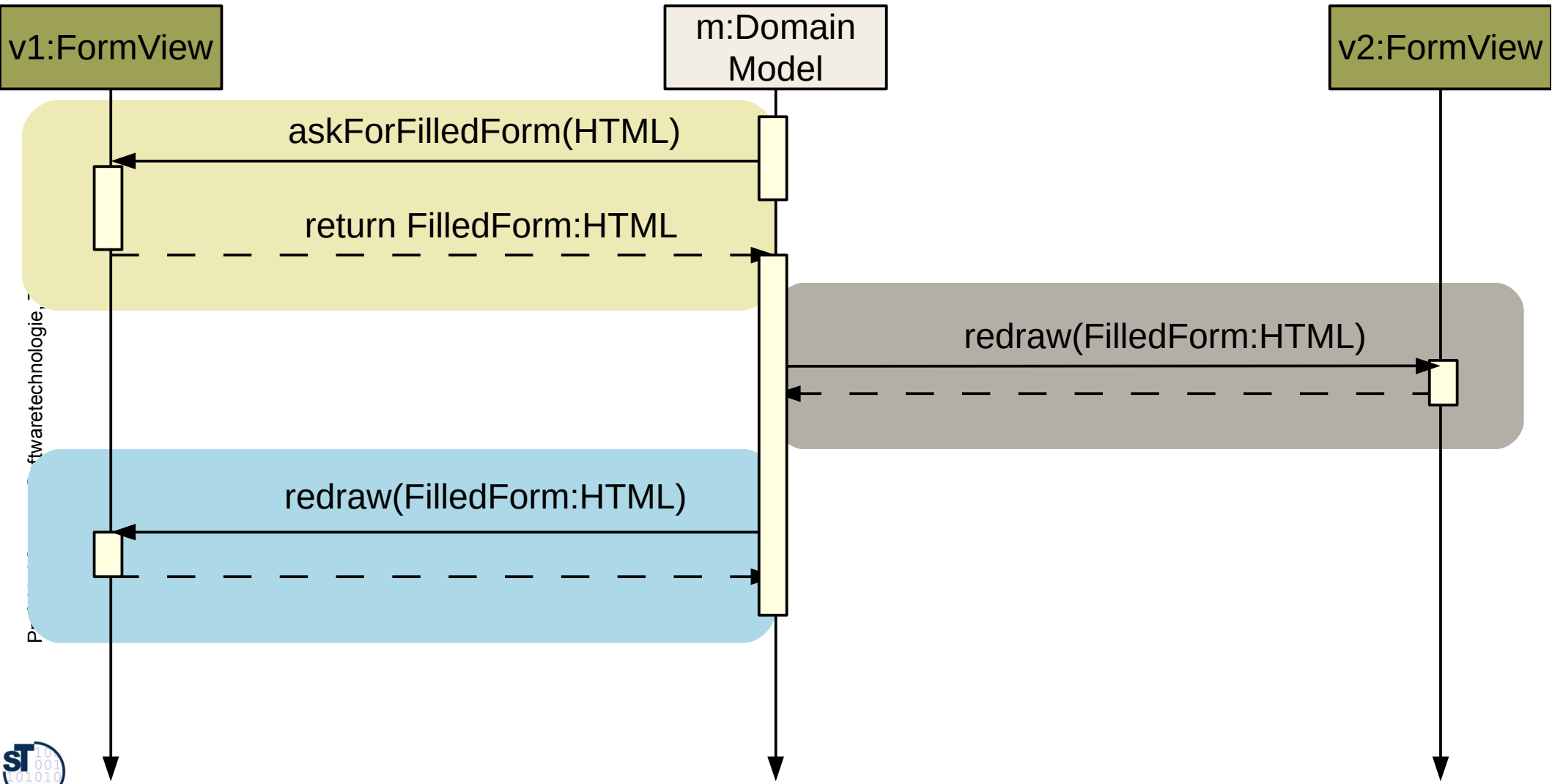
Einfache textuelle Sichten

- Textbasierte UI sind spezielle formularbasierte UI
- In Java: Aufruf der Objekte `System.in` und `System.out`

```
class PersonModel {

  … activities of the model …

  System.out.println(„Enter a number\n“);
  int num = System.in.read();

  Person p.number = num;

  foreach (view ; model.getViews()) {
    view.redraw(p);
  }

  … further activities of the model …
}
```

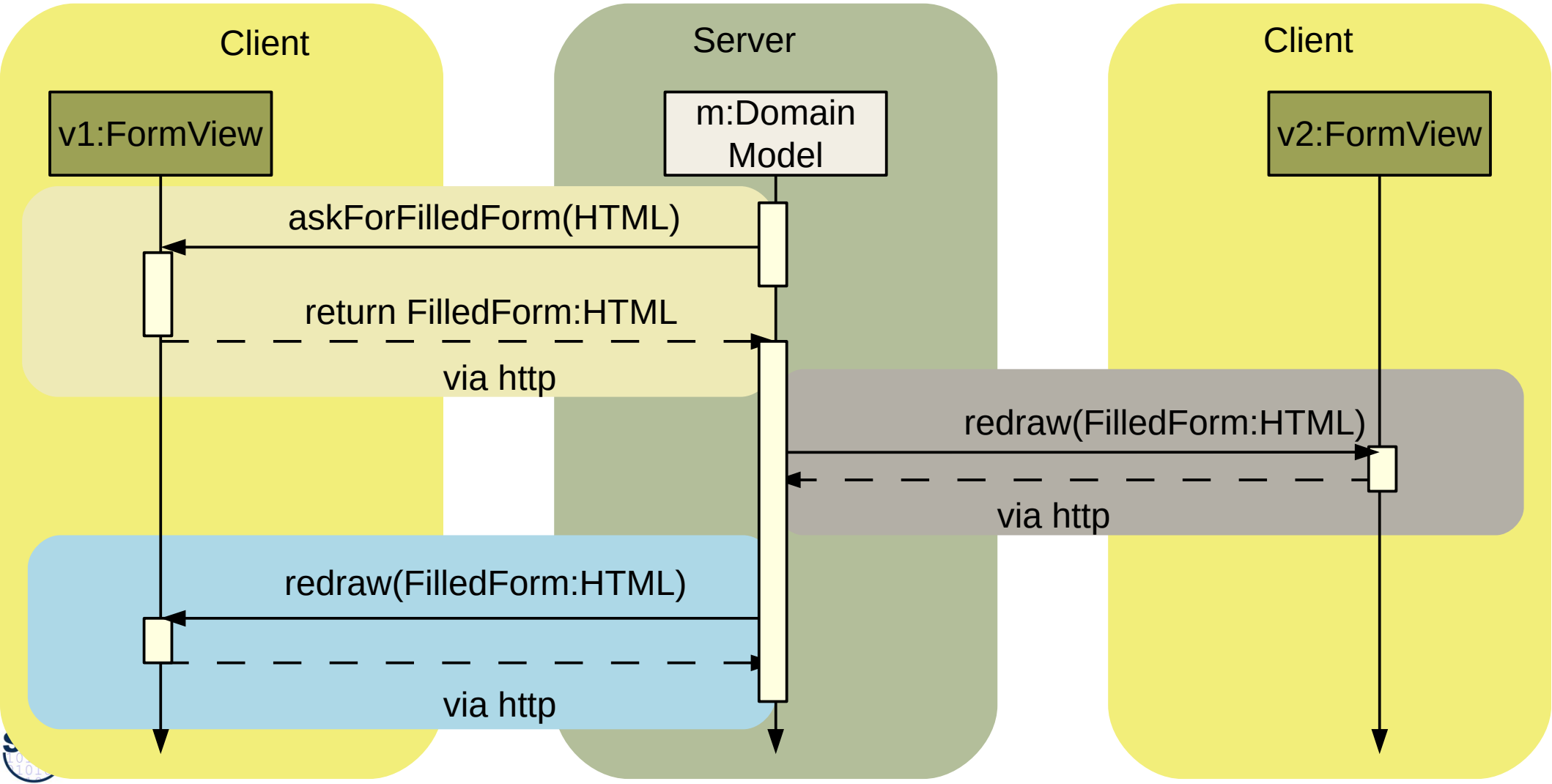
46.2.1. Formularbasierte UI mit XML

- HTML und XML bieten standardisierte Formate für Formulare an, die von Browsern dargestellt, interpretiert, und ausgefüllt werden können



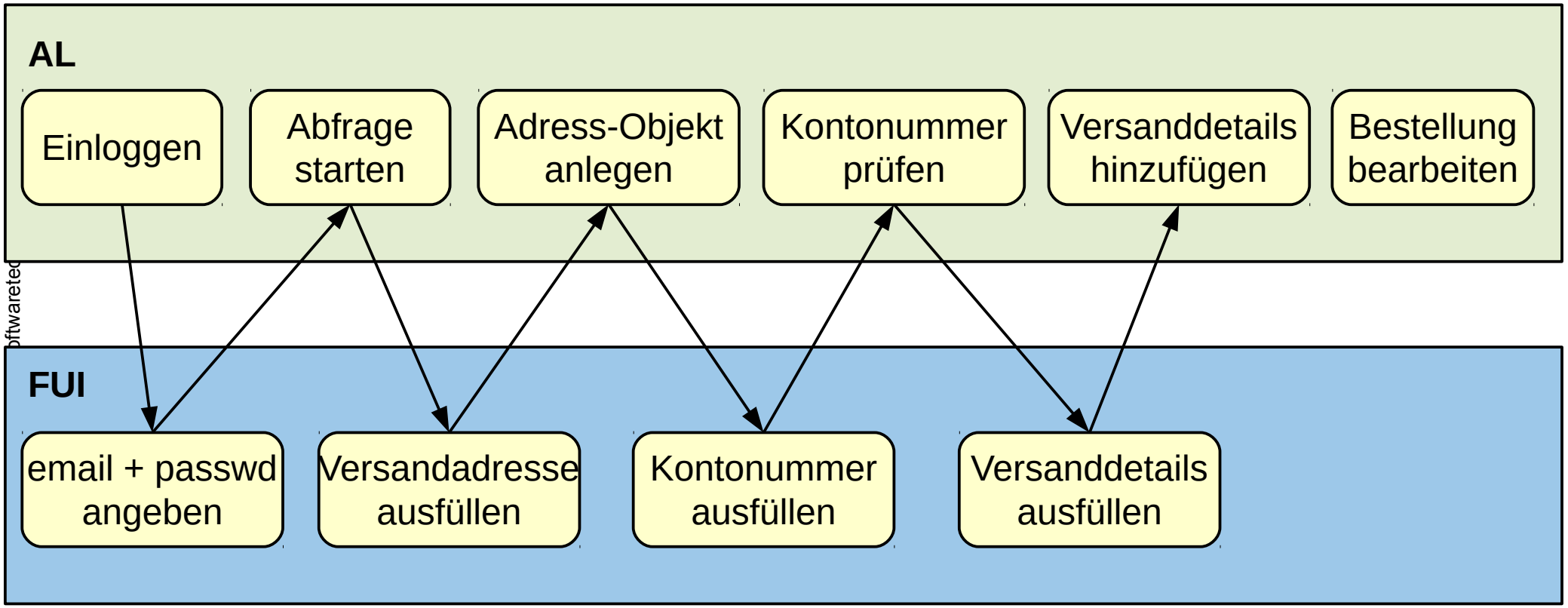
Formularbasierte UI mit XML übers Web

- HTML und XML können vom Client zum Server übertragen werden
- Kanalprotokol http oder https



Screen-Flow

- Der Fluss von Daten zwischen AL und FUI wird als **Screen Flow** bezeichnet und kann durch ein Aktivitätendiagramm mit zwei Swimlanes beschrieben werden
- Die Initiative liegt in der AL: Der FUI wird jeweils von der AL beauftragt, die Daten einzuholen

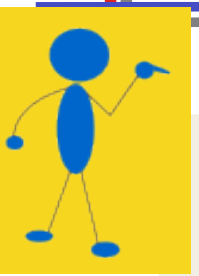


46.3 Überblick zu *reaktiven* graphischen Benutzeroberflächen (GUI)

Kopplung der GUI und Anwendungslogik durch Controller

- Bislang war es einfach, aber auch unflexibel
- Jetzt bringt ein *Controller* bzw. eine *Controllerschicht* die Ereignisse, “auslösenden” Fensterelemente (Sicht) und Modell asynchron zusammen
  - Der Controller beherrscht und kapselt die Interaktion, die Initiative geht von ihm aus
  - View und Modell sind gegenüber ihm passiv

Schichtenarchitektur der reaktiven Benutzungsoberfläche (GUI)



Graphische Benutzungsoberfläche
(Fensteroberfläche mit Widget-Hierarchie, graphical user interface, GUI)

UI_Window

UI_Menu

UI_Button

Controller-Schicht

Play-In (asynchron)

Play-out (synchron, aber multiple Sichten und pull-Steuerung)

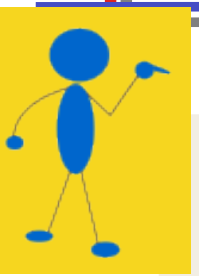
A_Teammitglied

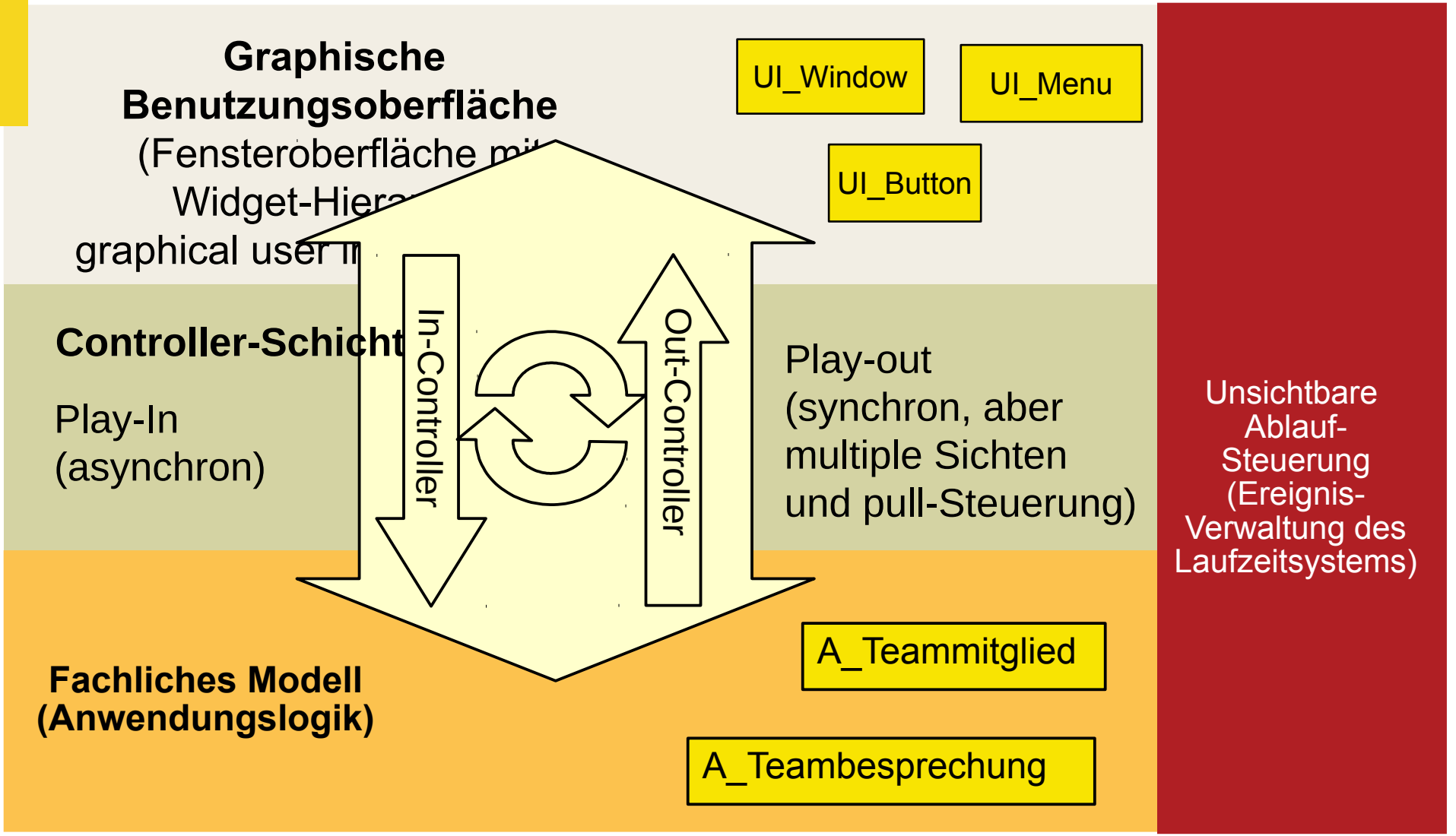
A_Teambesprechung

Fachliches Modell (Anwendungslogik)

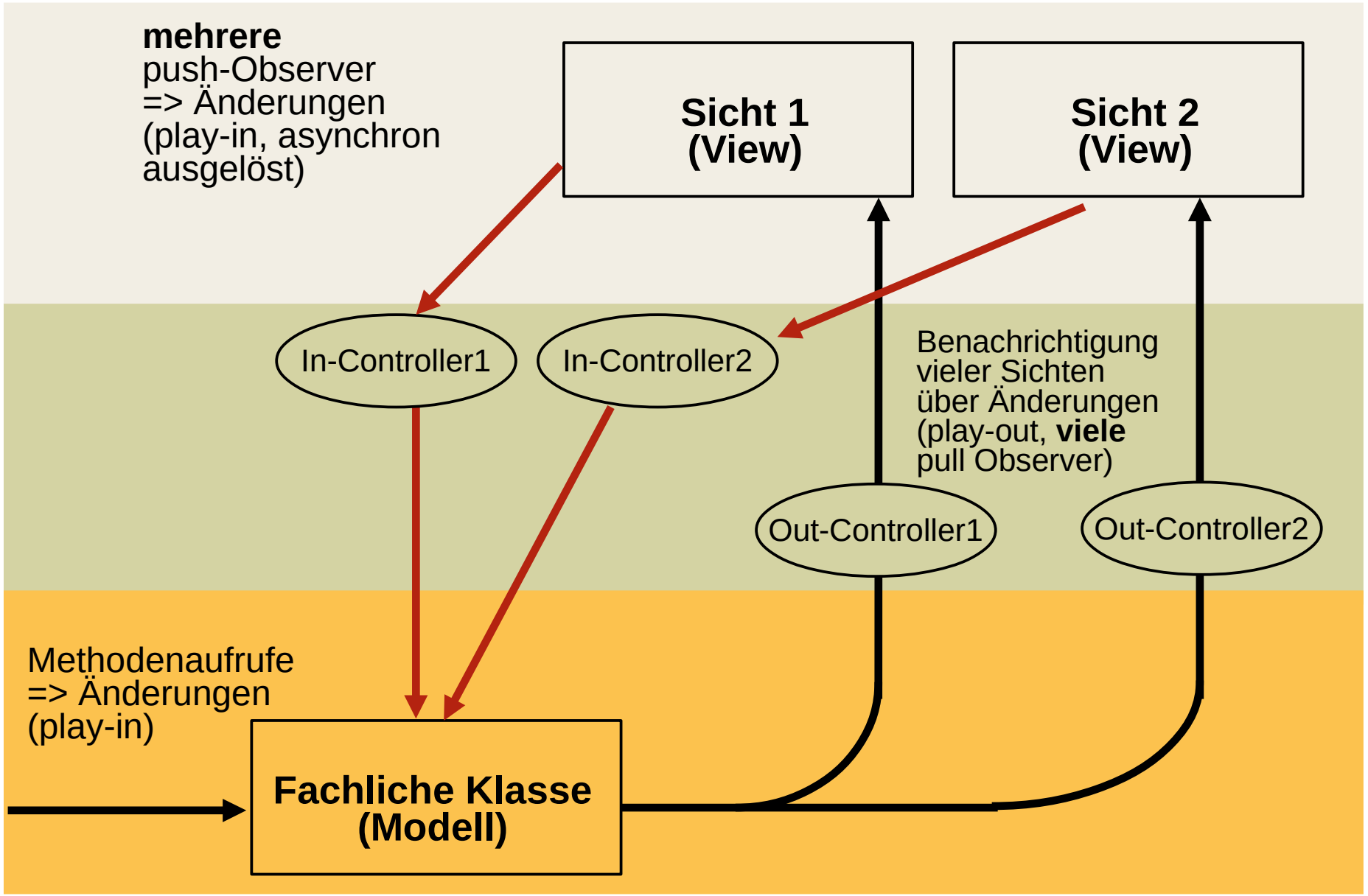
Unsichtbare Ablauf-Steuerung (Ereignis-Verwaltung des Laufzeitsystems)

Schichtenarchitektur der reaktiven Benutzungsoberfläche (GUI)



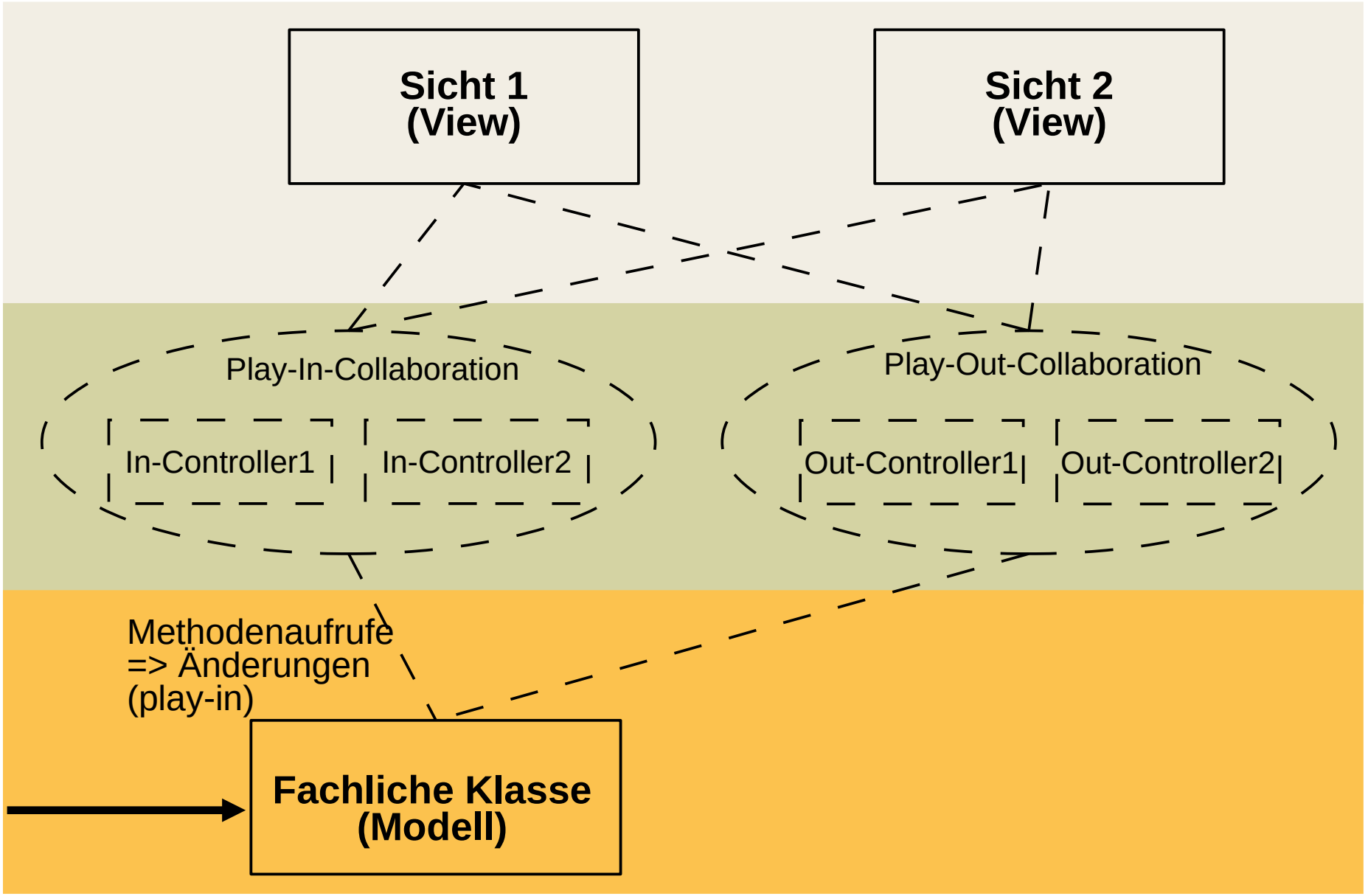


Modell, Controller und Views in strikter Schichtung



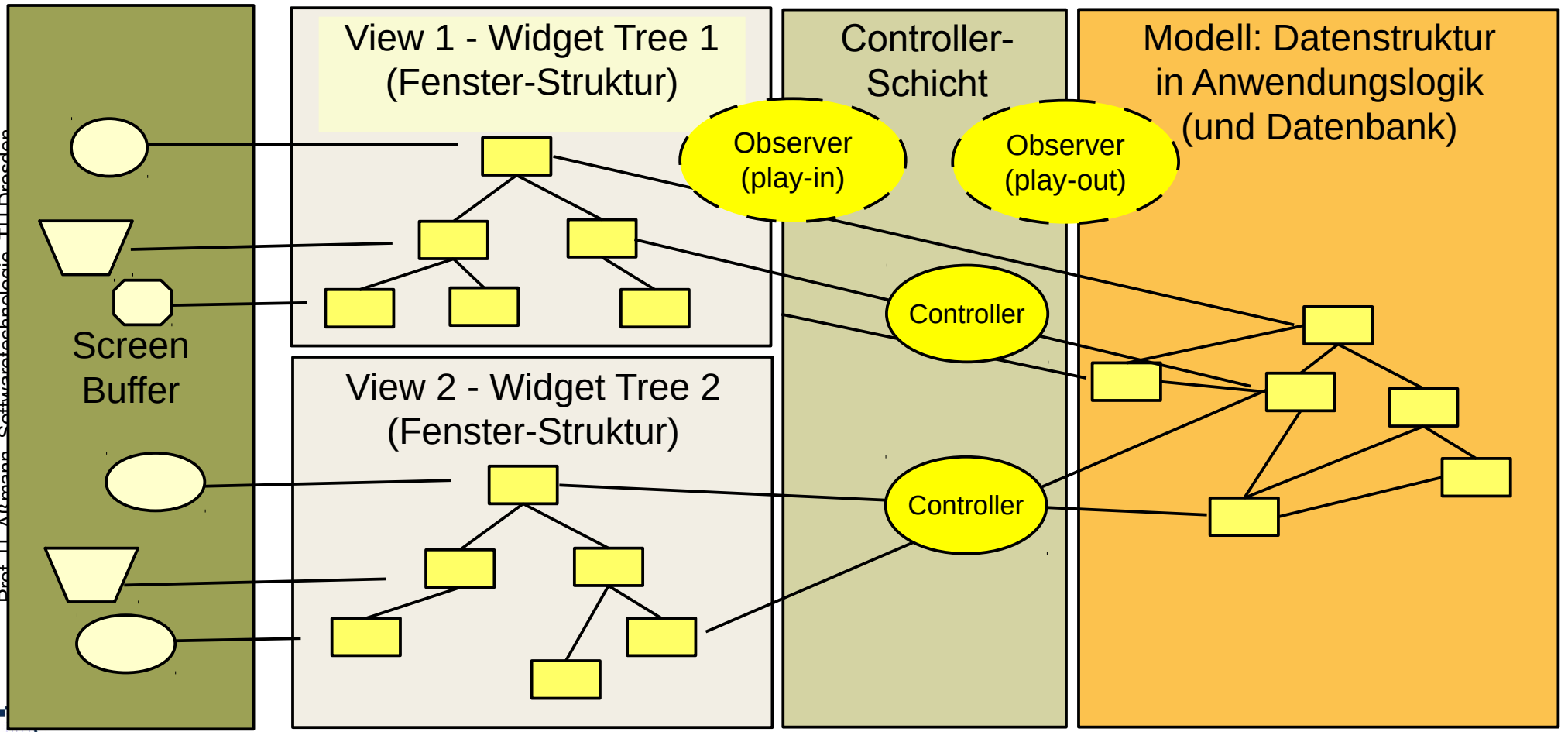
Controller sind Kollaborationen zwischen Model und View

- Gibt es ein Hauptobjekt in der Kollaboration, ist der Controller ein Konnektor



Widgets und Datenstrukturen in asynchronen GUI

- Fensterstrukturen sind hierarchisch (Einkapselung von Widgets)
- Datenstruktur in Anwendung wird den Widget-Hierarchien zugeordnet
- Screen-Buffer zeigt die Widget-Struktur bitweise (`paint()`)
- Pro View ein Controller



Programme mit asynchronen GUI laufen in 3 Phasen

- **Interaktive Anwendungen mit GUI laufen in Phasen:**

1) **Aufbau der Schichten:** Aufbau der Datenstrukturen
   a) Aufbau der Anwendungslogik
   b) Aufbau der Controllerschicht
   c) Aufbau der Widget-Schicht (widget hierarchies): Hierarchischer Aufbau der Fensteroberfläche durch Konstruktoraufrufe an Widgets und Einfügen in Fensterhierarchie (widget embodiment)

2) **Netzaufbau**
   a) Vernetzung der Fensteroberfläche mit der Anwendungslogik über die *Controller*, um Reaktionen der Anwendungslogik zu ermöglichen
      a) a) **Play-Out-Kollaboration:** Anschluß des GUI-Reaktionscodes auf Veränderungen der Modellstruktur (View wird pull-Observer des Controller, indirekt des Modells, Vorbereitung des Play-Out)
      b) b) **Play-In-Kollaboration:** Anschluß des Modell-Reaktionscode auf Benutzereingaben (Controller ist push-Observer der Widgets, Vorbereitung des Play-In)

3) **Reaktionsphase (Reaktive, asynchrone Phase)**

   s. nächste Folie

Zusammenspiel der Widget-Struktur und der Anwendungslogik

3) Reaktionsphase (Reaktive, asynchrone Phase)

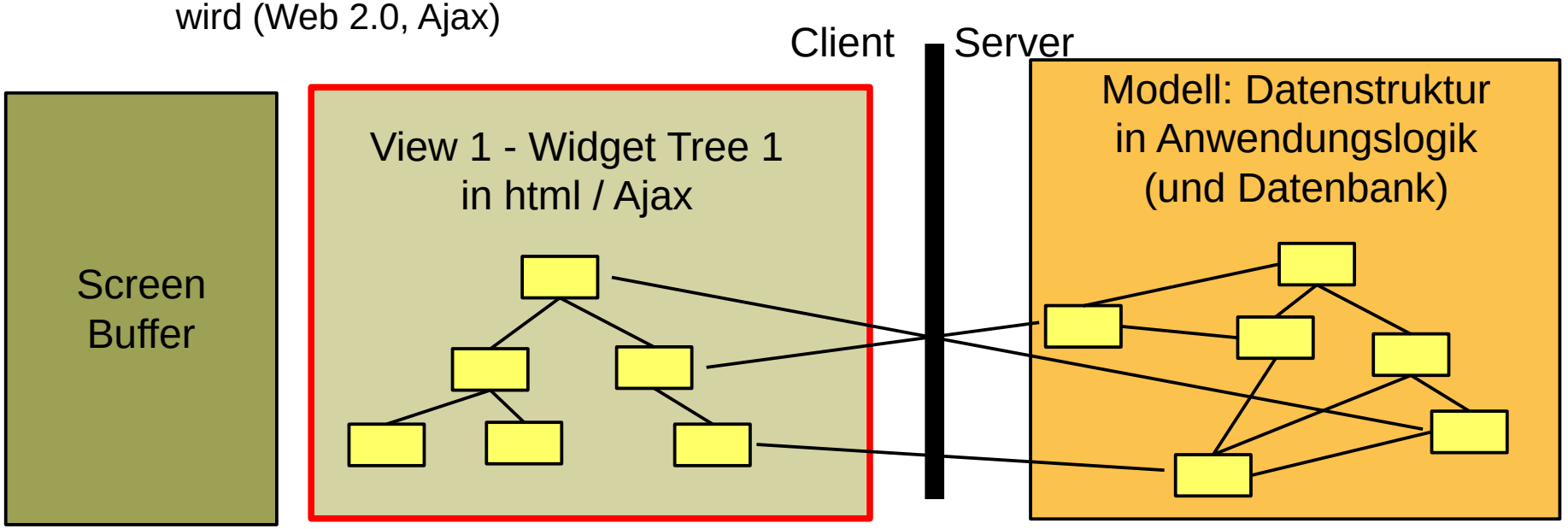
- **Play-In:** bei der die Benutzeraktionen vom System (Ereignisverwaltung) als Ereignisobjekte ins Programm gegeben werden
  - **Event notification:** Ereignismeldung, dass Benutzer etwas getan hat
  - **Data transmission:** etwaiger Transfer der Daten
- **Play-Out:** Bei der in der Anwendungslogik durchgeführten Aktionen die Fensteroberfläche auf den neuesten Stand gebracht wird
  - **Event notification:** Ereignismeldung, dass Anwendung etwas getan hat
  - **Data transmission:** Transfer der Daten zum GUI
  - **Visualization:** Neuzeichnen des GUI

- Der Steuerfluß eines GUI-Programms wird *nie* explizit spezifiziert, sondern ergibt sich aus den Aktionen des Benutzers oder des Modells
  - Die Controllerschicht hat die Kontrolle über das Verhalten
  - *reagiert* auf die Ereignisse im View und im Anwendungsmodell (reaktives System)
  - *steuert* Redraw und Aktionen auf Modell

1) Aufbauphase Schichten: Aufbau der Widget-Struktur und fachl. Modell

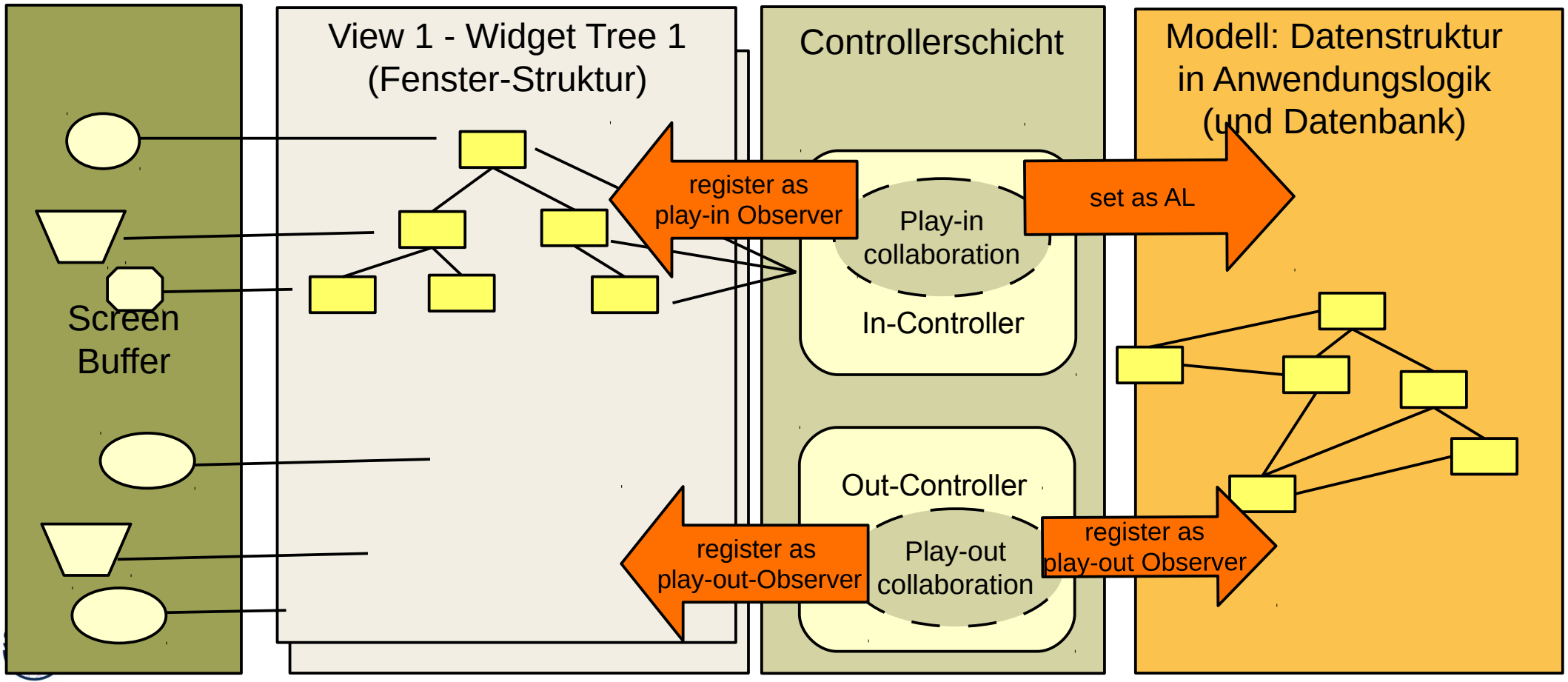
Verschiedene Techniken für den Aufbau der Datenstrukturen:

- **Rich Client:** Durch Konstruktoraufrufe und Additionen von Unterwidgets zu Oberwidgets (encapsulation)
  - rein in Java-AWT/Swing, mit expliziter Konstruktion der Widget-Hierarchien
- **App:** App-Frameworks wie Android oder iOS
- **Web:** z.B. Durch einen HTML-Baum, der von einem Brauser interpretiert wird (für Webanwendungen)
  - Durch einen XML-Baum, der von einem XML-Parser eingelesen und als Objekt-Struktur im Speicher abgelegt wird (XUL - Firefox, XAML - Vista)
  - Durch einen HTML-Baum, der bei Veränderungen inkrementell im Brauser nachgeladen wird (Web 2.0, Ajax)



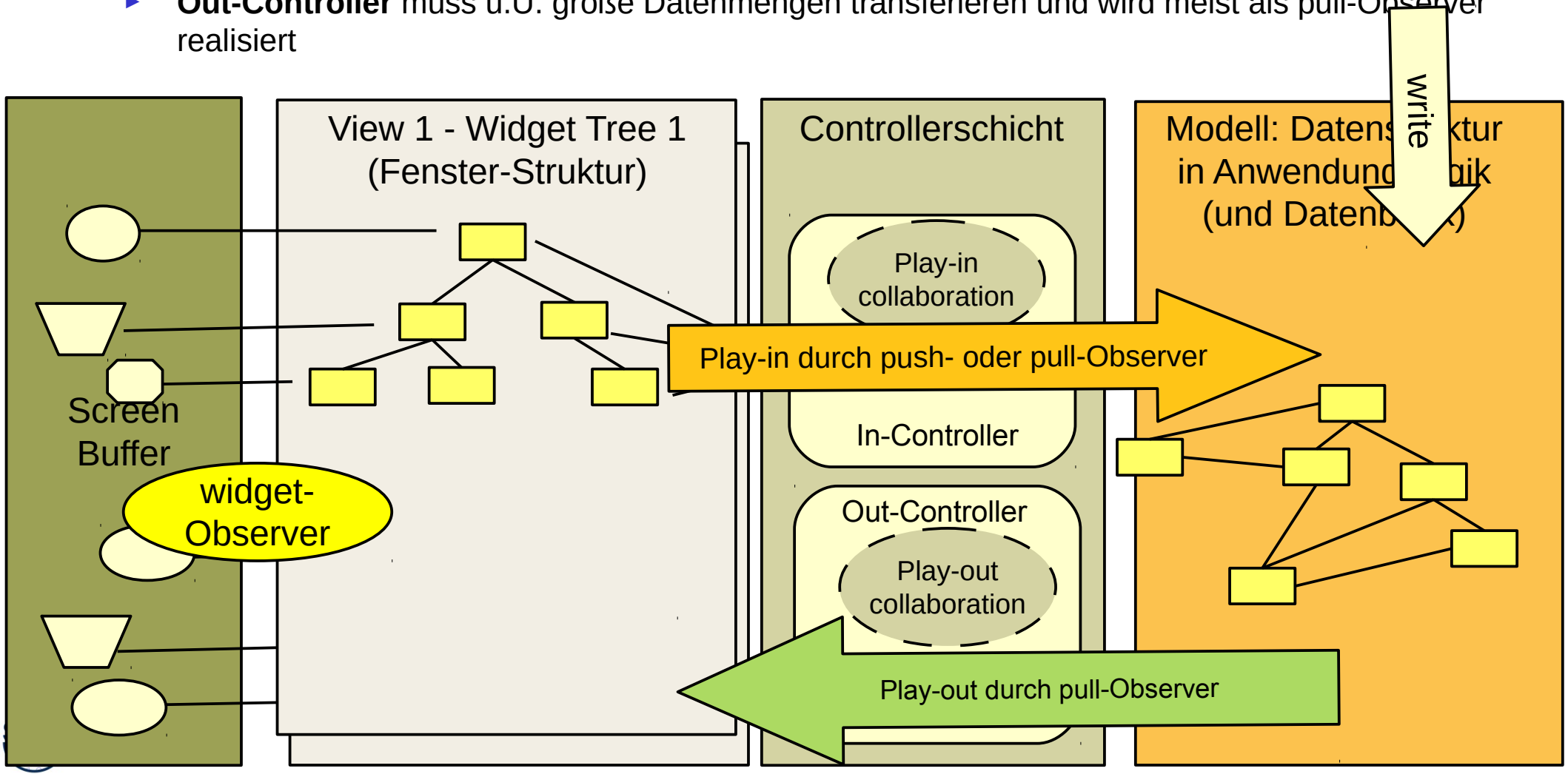
Phase 2) Netzaufbauphase: Aufbau der Verbindung

- Die Netzaufbauphase verbindet mit Kollaborationen
  - GUI, Input-Controller und AL für Play-In (In-Connector)
  - AL, Output-Controller und GUI für Play-Out (Out-Connector)



Phase 3) Überblick MVC Dynamik

- **Model** ist passiv. Der Controller interpretiert die Eingaben und schreibt das Modell entsprechend
- **View** ist weitg. passiv. Controller benachrichtigt View, wenn sich was im Modell geändert hat
- **In-Controller** ist ein Observer, der wenig Daten (Events) zu transferieren hat, kann also als push-Observer oder pull-Observer implementiert werden; meist push-Observer
- **Out-Controller** muss u.U. große Datenmengen transferieren und wird meist als pull-Observer realisiert



Phase 3 (Dynamik) trennt zwischen Ereignisverarbeitung und Datentransport

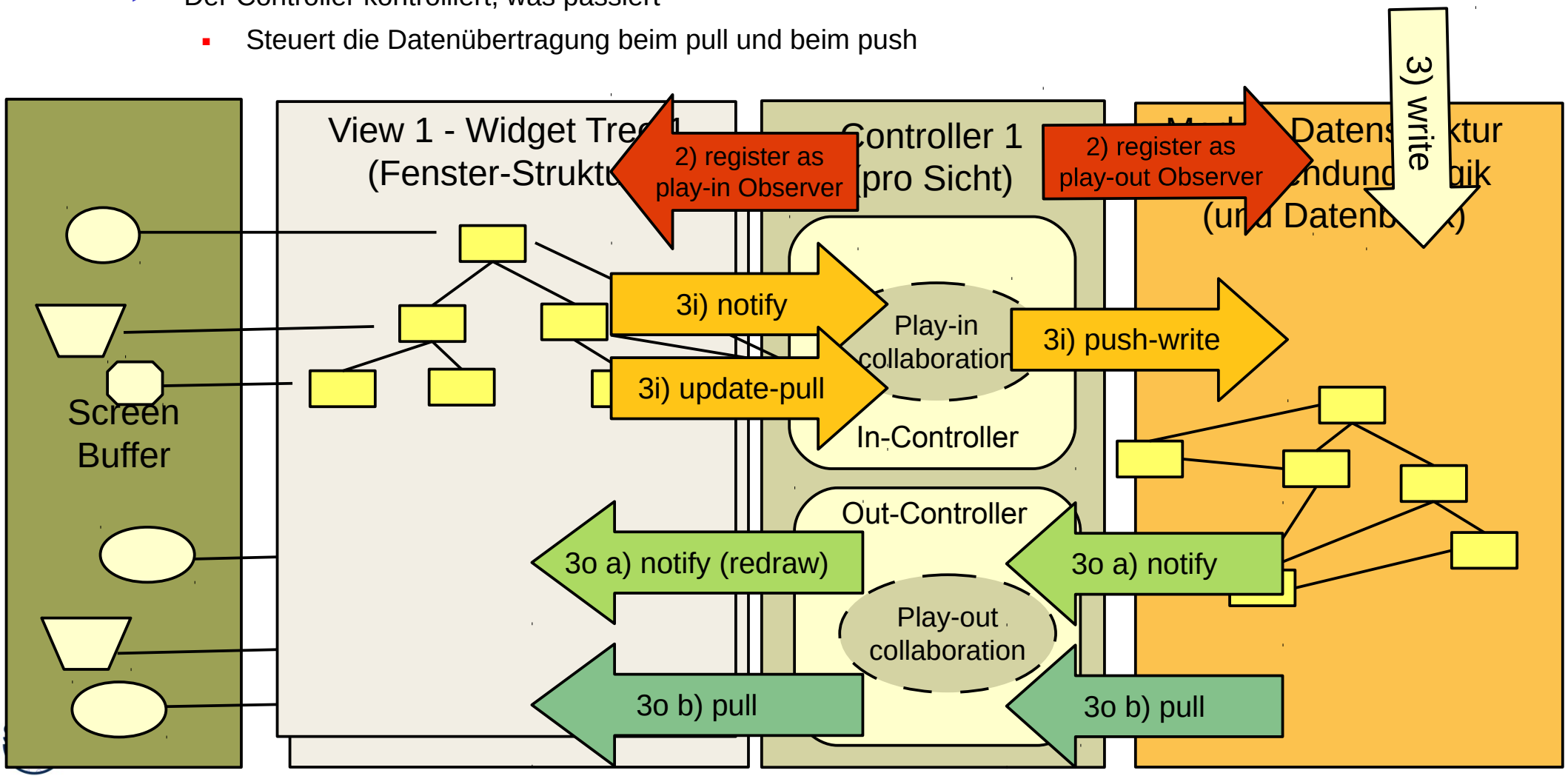
Die Konnektoren setzen push- oder pull-Observer-Muster ein

Phase 3 behandelt Verteilung (Web) mit unterschiedlichen Controller-Architekturen

Frameworks geben die Architektur vor (z.B. Spring, Grails, Ruby on Rails)

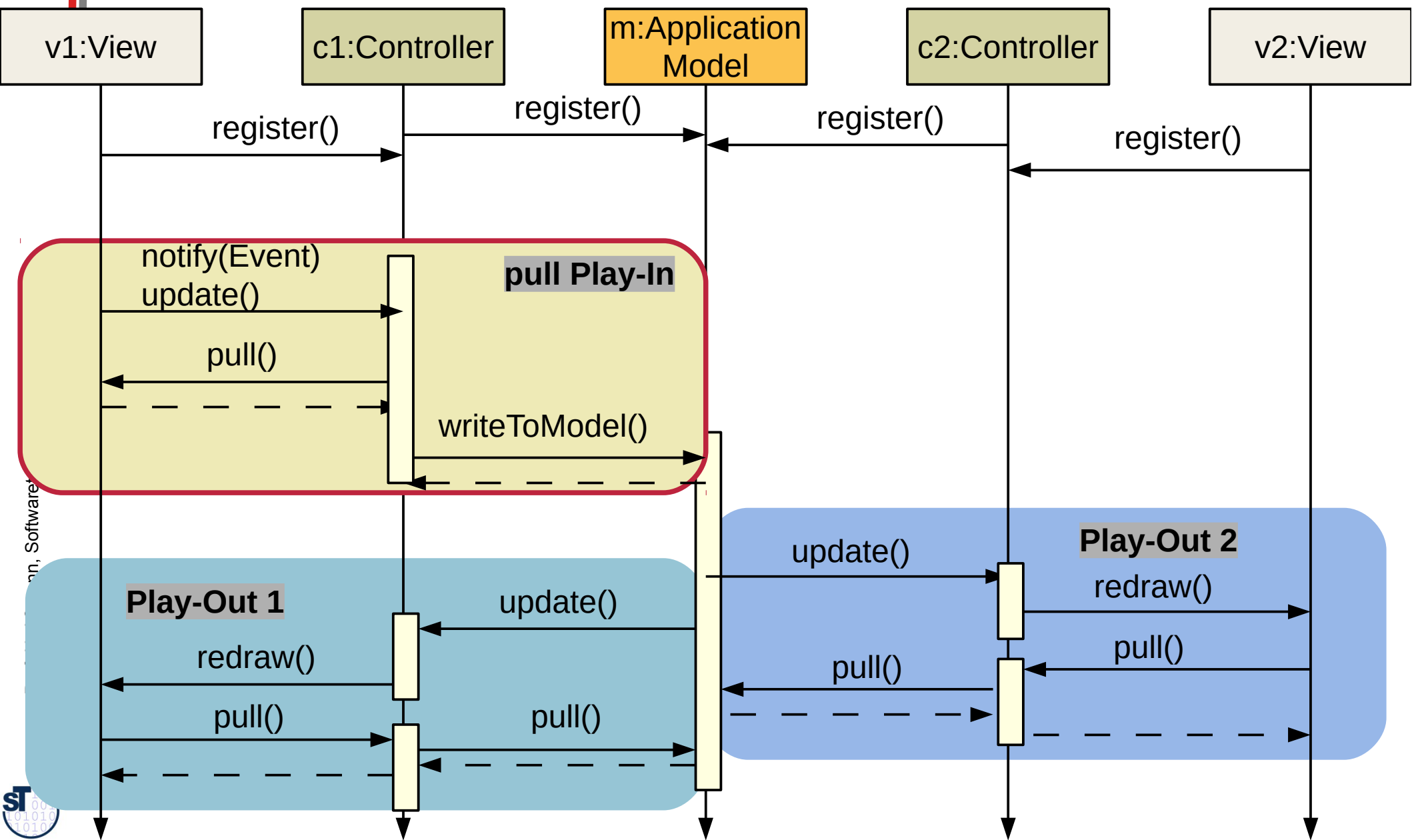
Gesamte MVC-Dynamik (indirektes Play-In und Play-Out)

- Model ist völlig passiv, wird vom Controller geschrieben
- View is ebenfalls passiv, wird vom Controller aktiviert und gelesen
- Play-Out Observers indirektem play-out:
  - greift *indirekt* über den Observer auf das Modell zu (update, data-pull)
- Der Controller kontrolliert, was passiert
  - Steuert die Datenübertragung beim pull und beim push

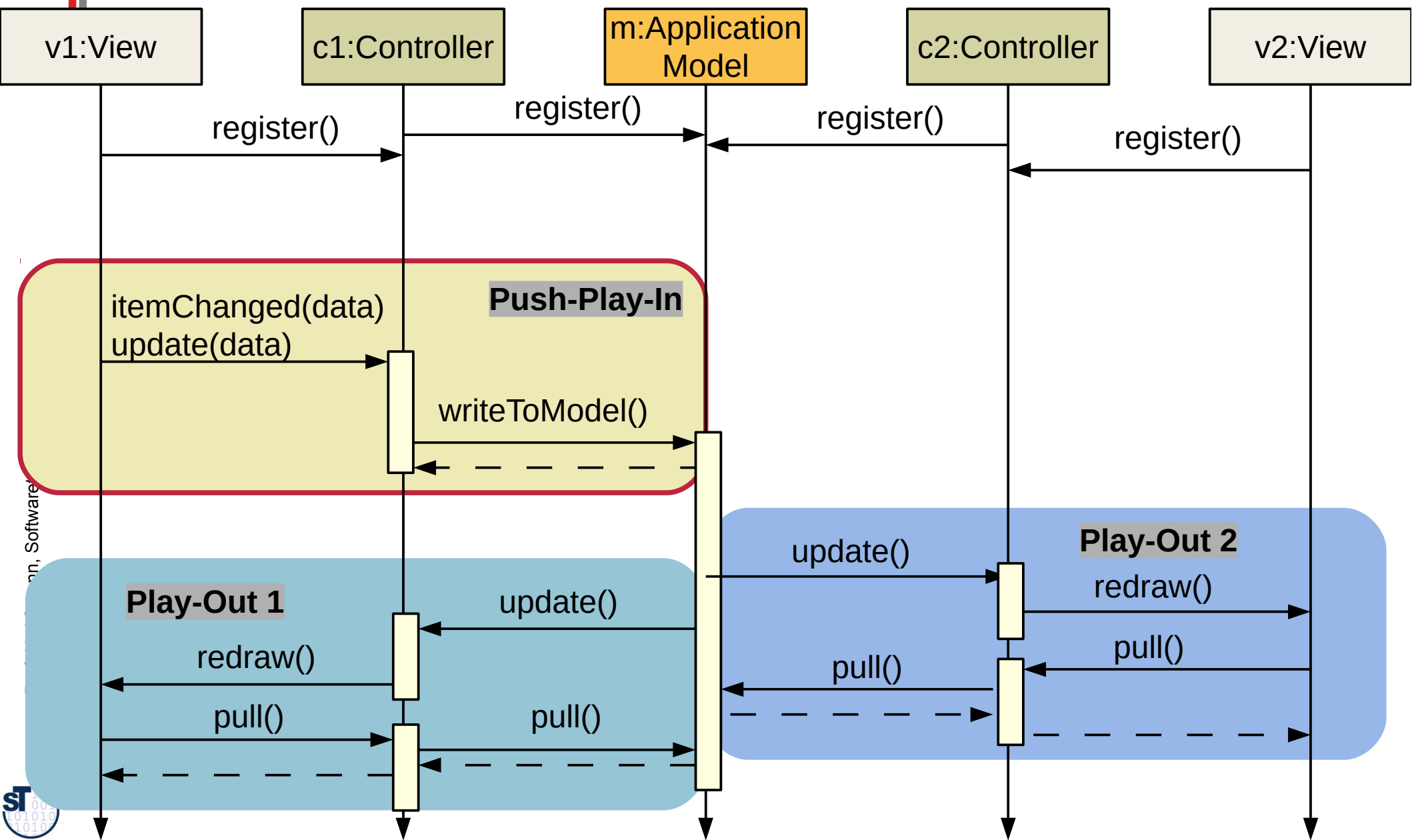


Play-In mit passivem View und pull-In-Controller; Passives Play-Out mit indirektem pull-Out-View

[PassiveView]



Variante:
Play-In mit aktivem View und push-In-Controller;
Passives Play-Out mit pull-Out-View



46.4 Controller als Steuerungsmaschinen

Implementierung der Controller

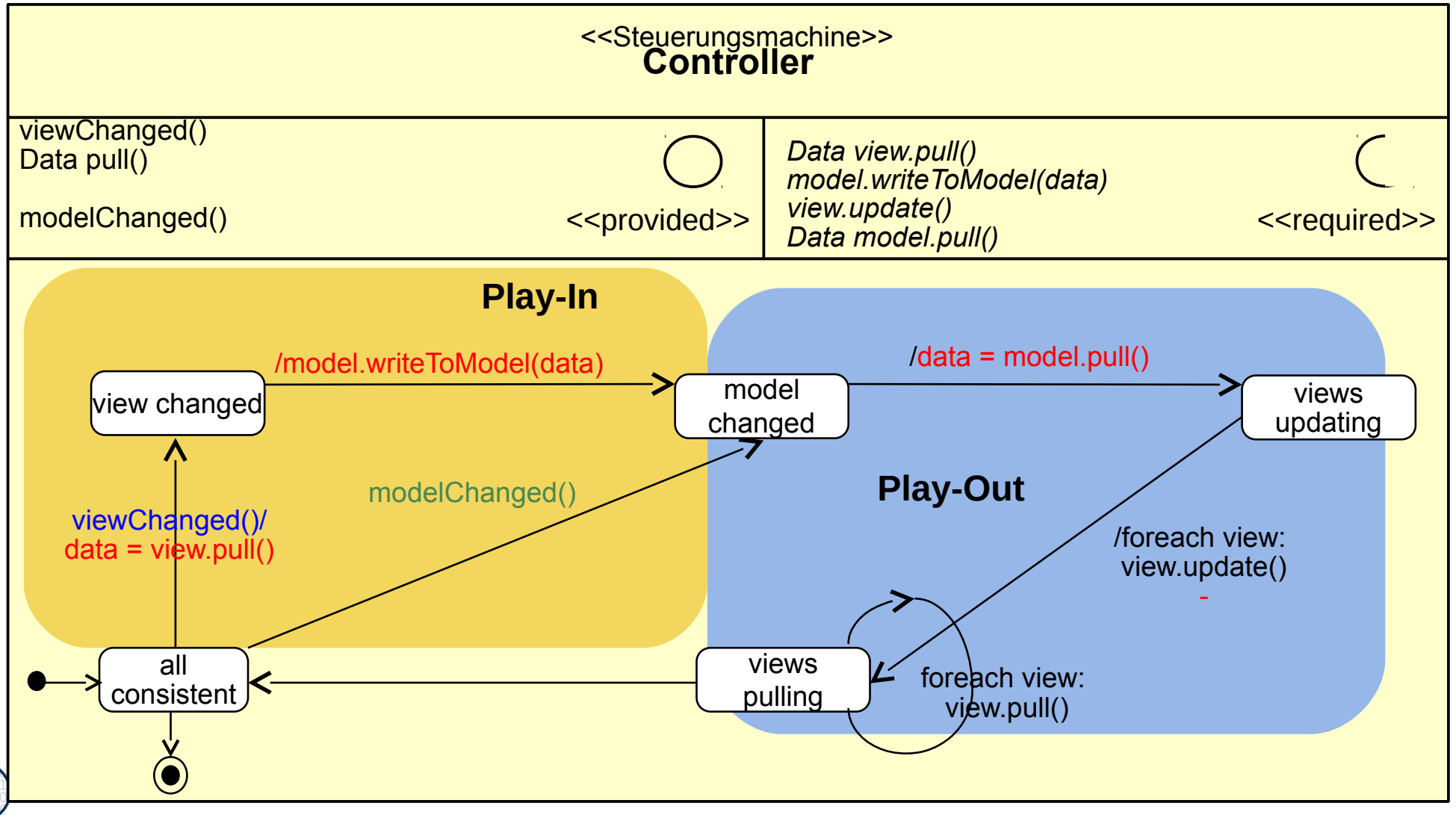
Ein Controller ist eine Steuerungsmaschine, die die Ereignisse auf der Fensterhierarchie (UI)
in die Aufrufe an die Anwendungslogik *übersetzt* (u.u.)

- Ereignisse auf der Fensterhierarchie (UI)
  - Button-Pressed, WindowClosed, MenuItemSelected, etc.
- Aufrufe an die Anwendungslogik:
  - Erzeugen von Kommandoobjekten
  - Schreiben auf Materialien (Domänenobjekte)
  - Aufrufen von Tools und Workflows

Ein In-Controller übersetzt die Ereignisse des UI in die Ereignisse der AL.
Ein Out-Controller übersetzt die Ereignisse der AL in die Ereignisse der UI.
Beide können kombiniert sein.

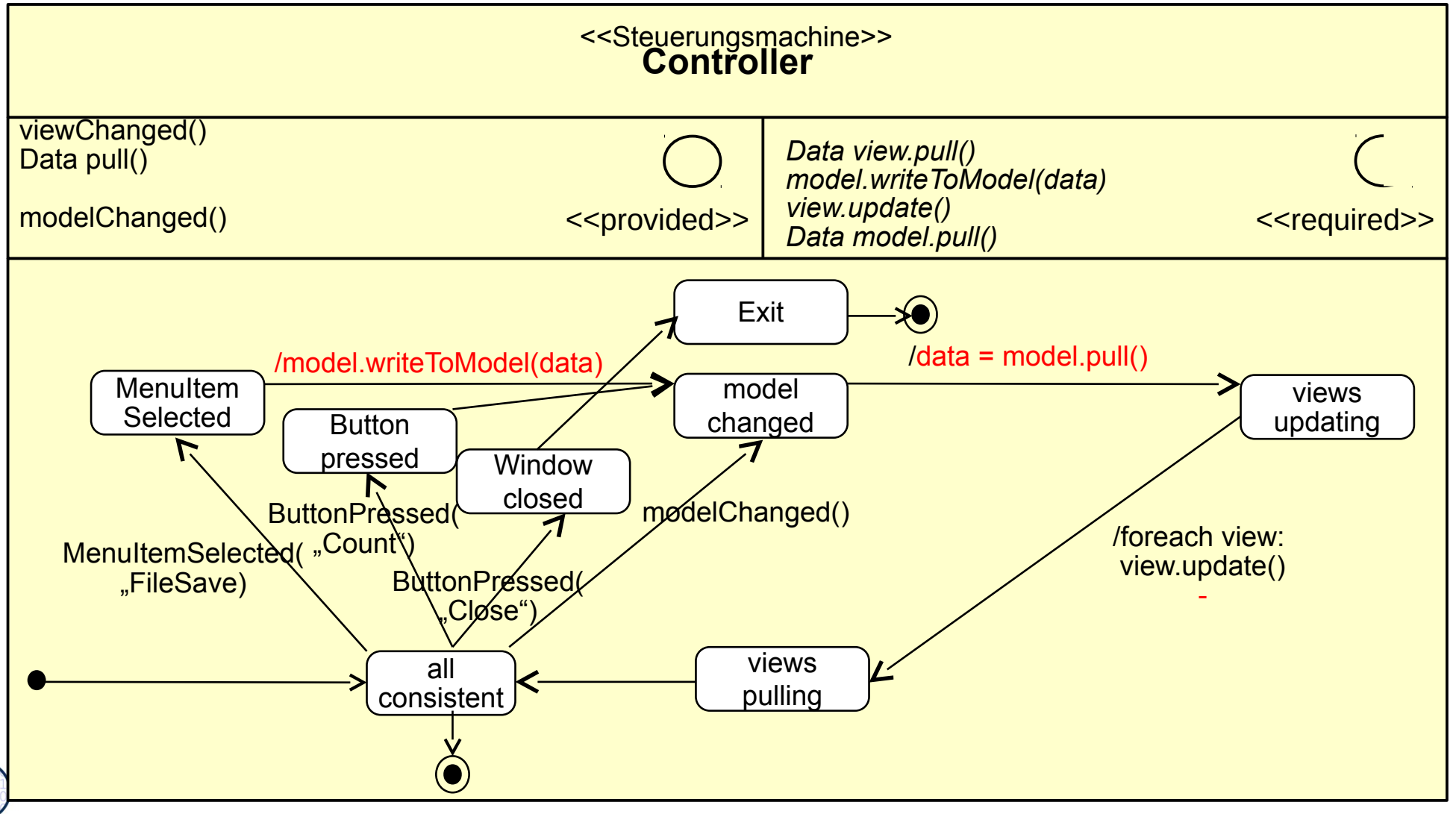
Prinzipieller Aufbau von Controllern

- Die Steuerungsmaschine (hier kombiniert) steuert View und Model an ("beherrscht" sie)
- Getriggert wird sie durch die Ereignisse viewChanged und modelChanged



Prinzipieller Aufbau von Controllern

- Die Steuerungsmaschine kennt viele verschiedene Ereignisse des UI und kann sie in spezifischen Zuständen behandeln

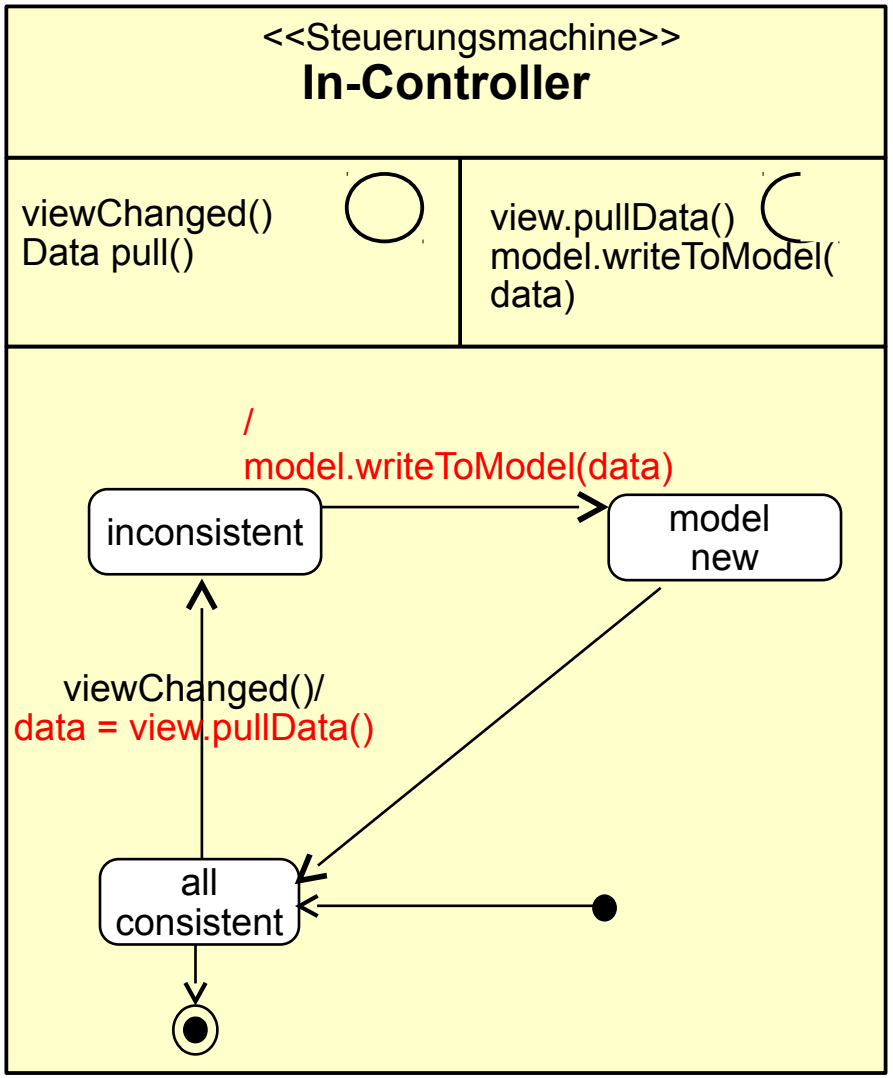


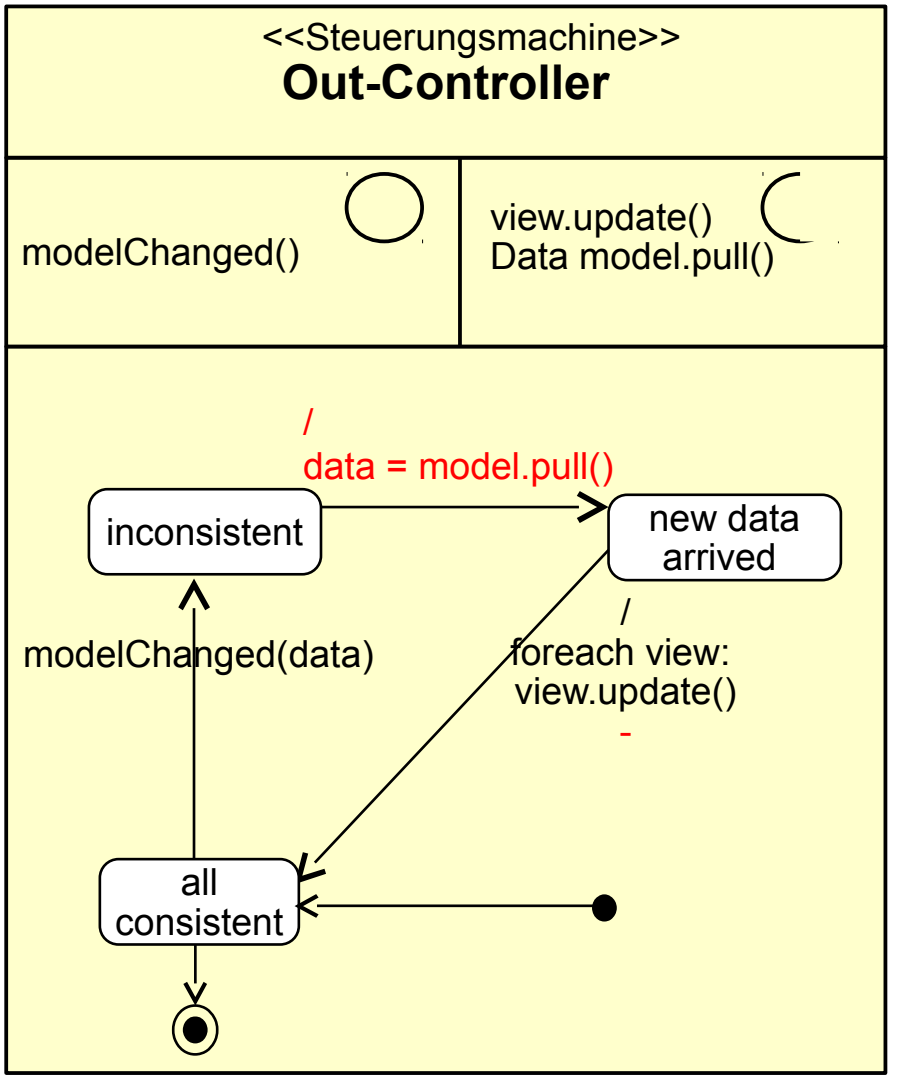
Implementierung der Controller

- Die Controllerschicht wird als Kollaborationen realisiert
- Controller können kombiniert, oder auch als Paare von kommunizierenden Steuerungsmaschinen auftreten:
  - Der **Input-Controller** ist eine Steuerungsmaschine, die die Ereignisse auf der Fensterhierarchie in die Aufrufe an die Anwendungslogik übersetzt
  - Der **Output-Controller** ist eine Steuerungsmaschine, die die Ereignisse in der Anwendungslogik in die Aufrufe an die Fensterhierarchie übersetzt

Beispiele von Paaren von Controller-Steuerungsmaschinen

- Beide Steuerungsmaschinen stecken bilden Elemente einer oder mehrerer Kollaborationen





46.5 Implementierung mit Konnektoren

Ein MVC-Konnektor (Team)

```
class MVCConnector<Model,View,Controller>{
  List<myView> views;
  myModel model;
  myController controller;
  // Phase 1: creation of layers
  MVCConnector<View,Model,View,Controller>
   () {
     views = new ArrayList<myViews>();
     model = new myModel();
     connector = new myController();
  }
  class myView extends View {
    // Inherit the View methods
  }
  class myModel extends Model {
    // Inherit the Model methods
  }
```

```
class myController extends Controller {
     // phase 2:
     wireNet() {
        registerView(); registerModel();
     }
     registerView() { .. }
     registerModel() { .. }


     // Phase 3: dynamics
     run() {
        .. Controller state machines ..
     }
  }
}
```

Was haben wir gelernt?

- GUI-Programme laufen in 3 Phasen:
  - 1) Aufbau der Fensterfronten (widget hierarchies) durch Konstruktoraufrufe und Additionen (embodiment)
  - 2) Netzaufbau, Aufbau der Controller-Kollaborationen
    - Vorbereitung Play-Out: Anschluß des View-Reaktionscodes als jdk-Observer des Modells
    - Vorbereitung Play-In: Anschluß des Controller als widget-Observer der Views
  - 3) Reaktionsphase, bei der die Benutzeraktionen vom System als Ereignisobjekte ins Programm gegeben werden:
    - der Controller als Listener benachrichtigt und ausgeführt werden (Play-In)
    - die Views bzw. der Controller als Listener des Modells benachrichtigt werden (Play-Out)
- Der Kontrollfluß eines GUI-Programms wird *nie* explizit spezifiziert, sondern ergibt sich aus den Aktionen des Benutzers
  - Die Views reagieren auf Ereignisse im Screenbuffer, die von der Ablaufsteuerung gemeldet werden
  - Der Controller auf Widget-Veränderungen im View und Änderungen im Modell
  - Der Controller steuert alles

The End

- Diese Folien sind eine überarbeitete Version der Vorlesungsfolien zur Vorlesung Softwaretechnologie von © Prof. H. Hussmann, 2002. used by permission. Verbreitung, Kopieren nur mit Zustimmung der Autoren.