# Softwarearchitektur

(Architektur: *αρχή* = Anfang, Ursprung + *tectum* = Haus, Dach)

10. Betriebliche Informationssysteme – Teil 3

Vorlesung Wintersemester 2010 / 11

Technische Universität München
Institut für Informatik
Lehrstuhl von Prof. Dr. Manfred Broy

Dr. Klaus Bergner, Prof. Dr. Manfred Broy, Dr. Marc Sihling

# Inhalt

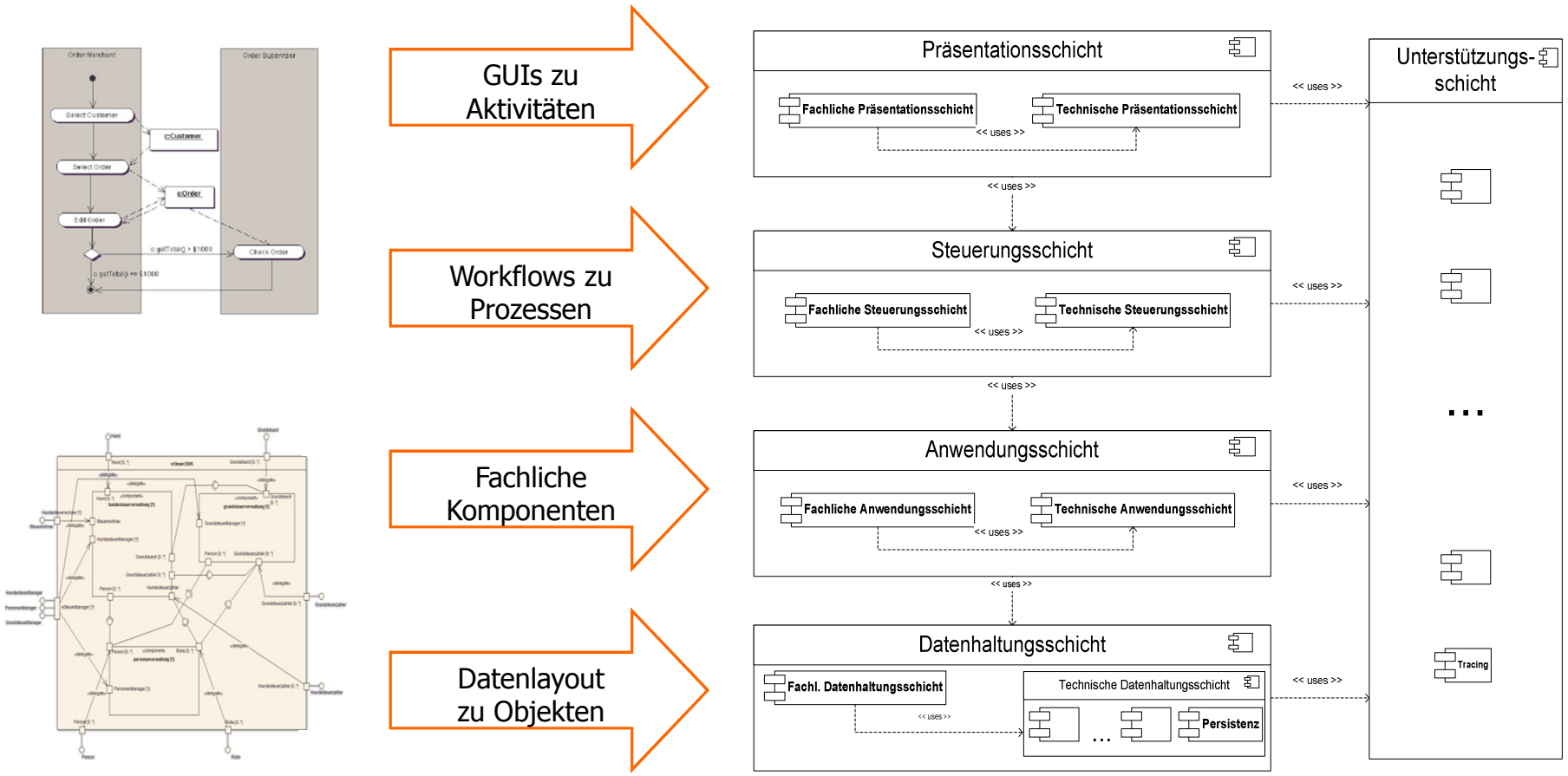
- Rekapitulation Teil 1 und 2
- Steuerungsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Dienste und Middleware
- Präsentationsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Model-View-Controller-Architekturen
- Unterstützungsschicht
- Zusammenfassung
- Literaturhinweise

# Inhalt

- Rekapitulation Teil 1 und 2
- Steuerungsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Dienste und Middleware
- Präsentationsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Model-View-Controller-Architekturen
- Unterstützungsschicht
- Zusammenfassung
- Literaturhinweise

# Logische Schichtenarchitektur

Die Aspekte der fachlichen und technischen Architektur werden vier Schichten zugeordnet. Die Unterstützungsschicht bietet querschnittliche Funktionalität.



# Inhalt

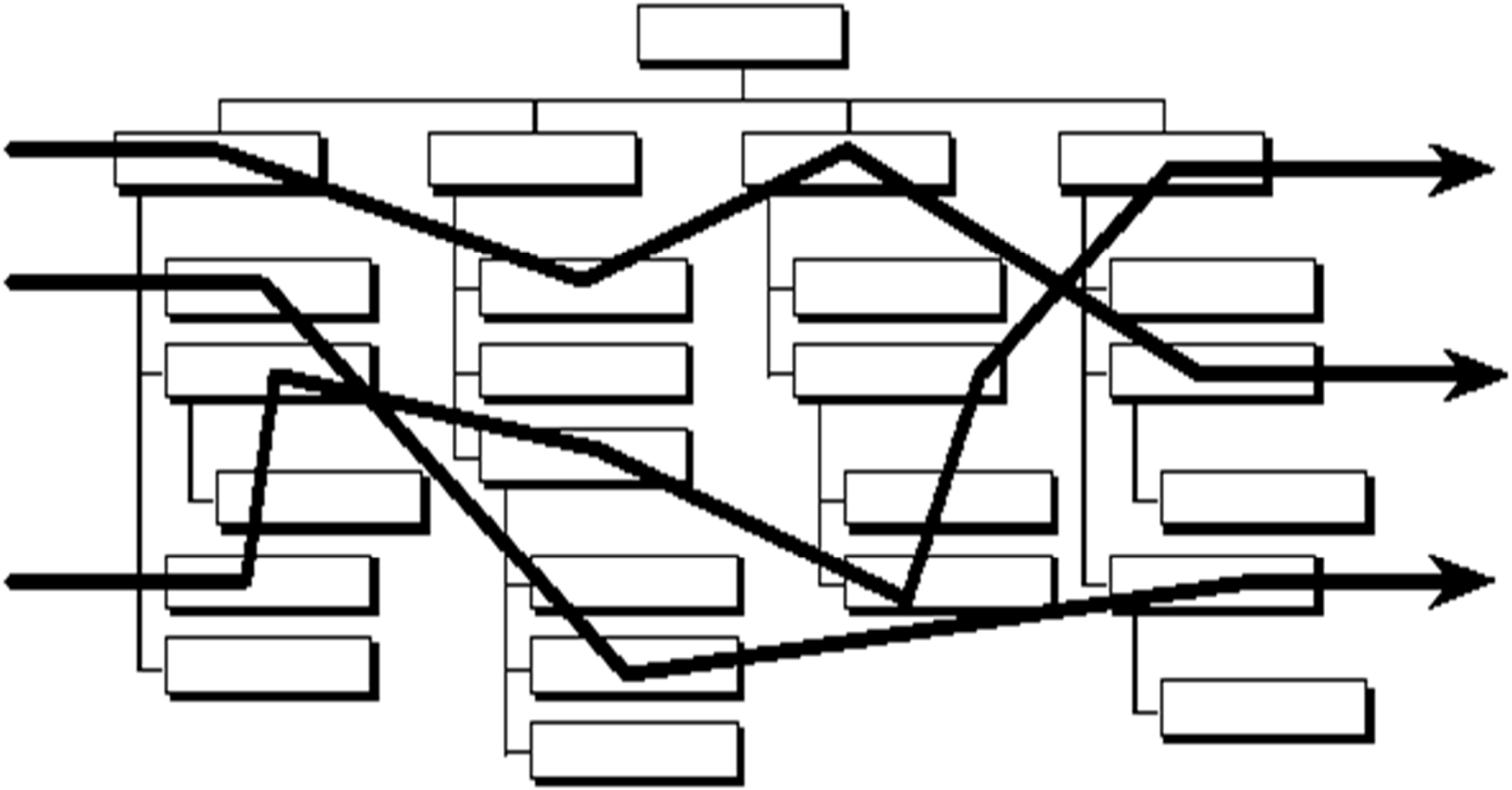
- Rekapitulation Teil 1 und 2
- Steuerungsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Dienste und Middleware
- Präsentationsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Model-View-Controller-Architekturen
- Unterstützungsschicht
- Zusammenfassung
- Literaturhinweise

# Aufgabe der Steuerungsschicht

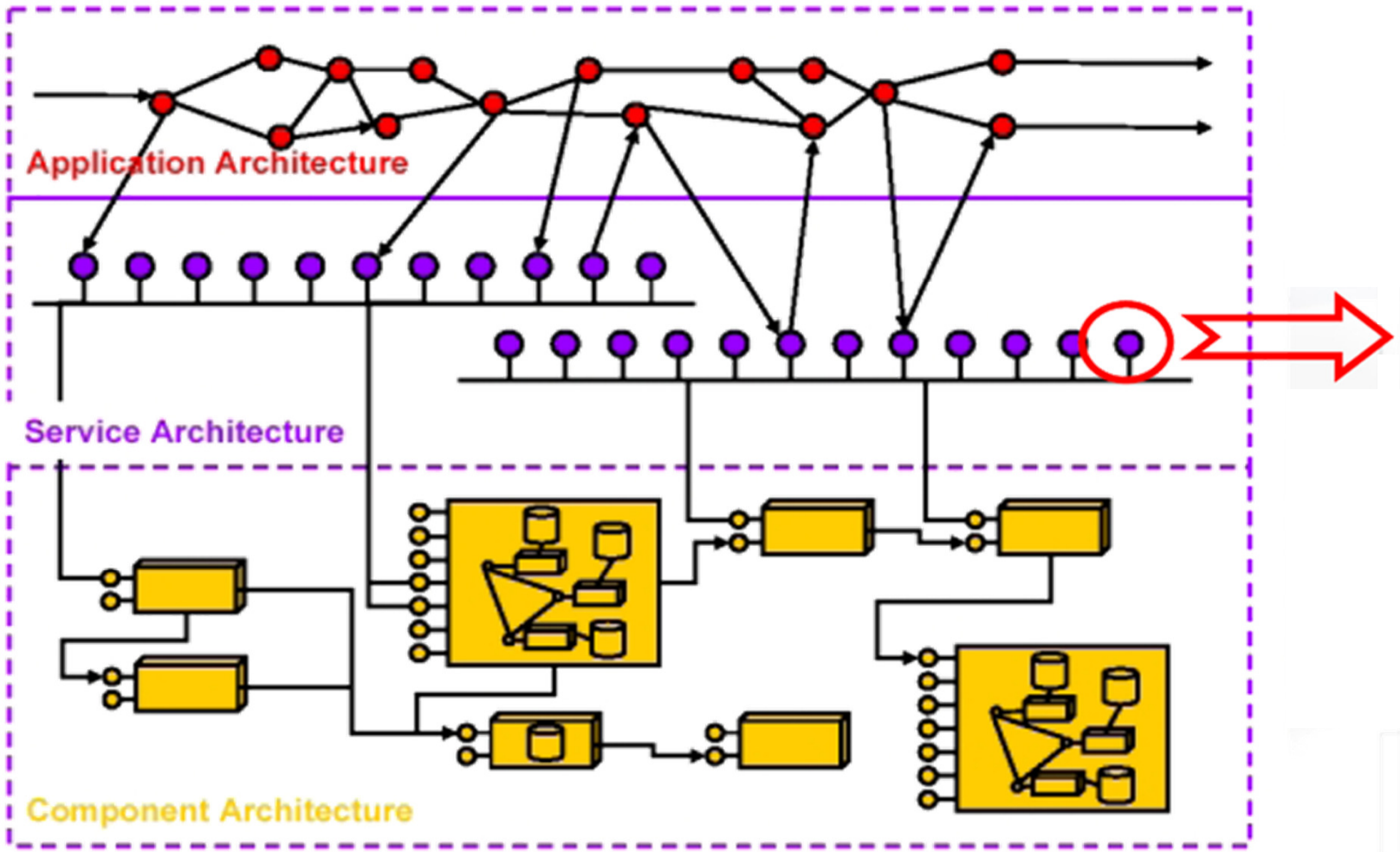
- Ziele einer expliziten Steuerungsschicht
  - Agile Unternehmen, Anpassung durch rekonfigurierbare Prozesse
  - Neue Geschäftsprozesse aus vorhandenen Aktivitäten/Services bauen
  - Einfache Kommunikation mit Partnern und Kunden
  - Einfaches Outsourcing von Teilprozessen

- Funktionen der Steuerungsschicht
  - Bietet Ablaufumgebung für die spezifizierten Geschäftsprozesse
  - Steuert den Ablauf der Aktivitäten
    - Aufruf fachlicher Funktionalität
    - Anzeige der Dialoge der Präsentationsschicht
  - Verwaltet Prozesskontext: Daten und Ressourcen
- In vielen Systemen mit Anwendungsschicht zusammengefasst

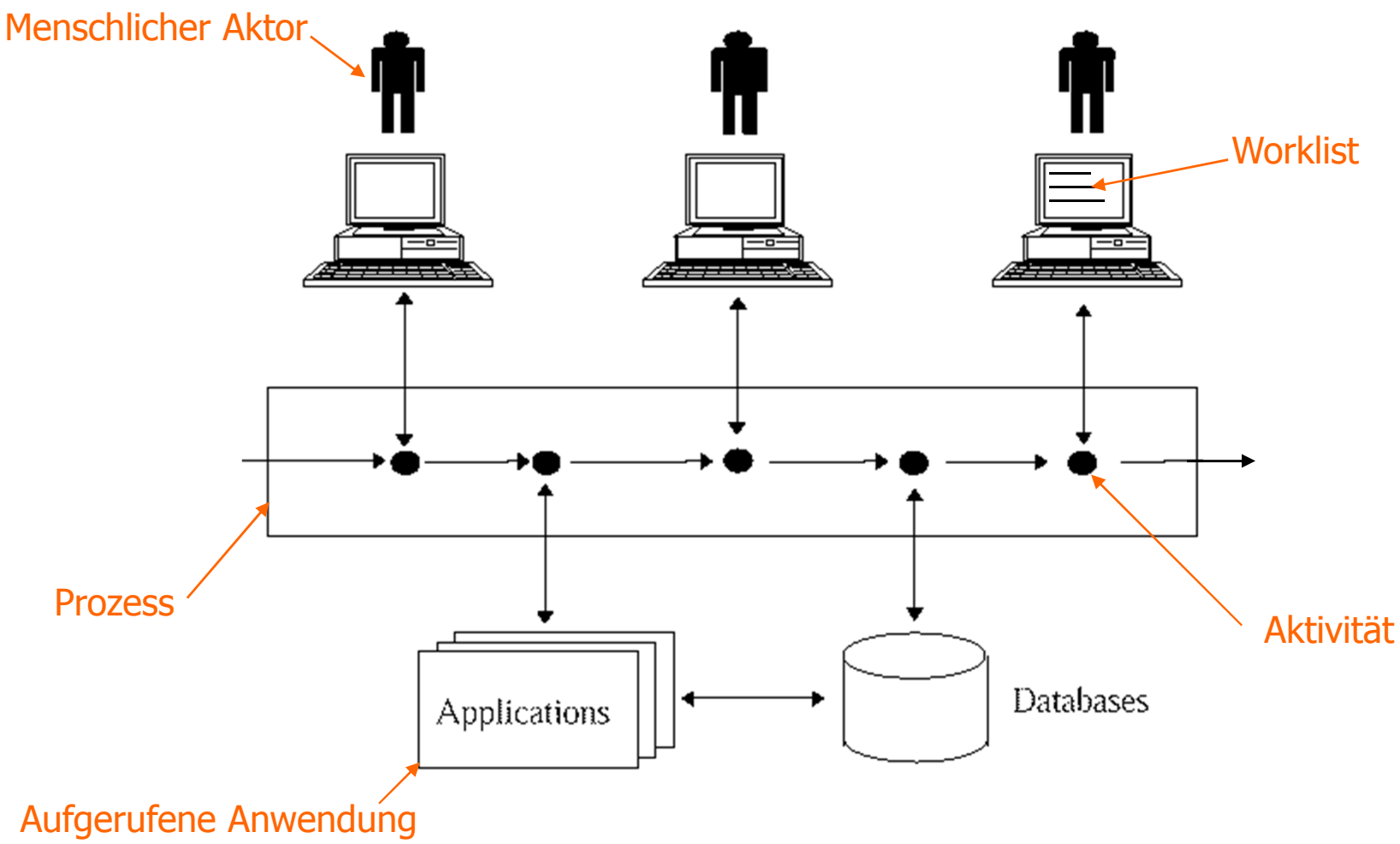
# Geschäftsprozesse und Organisationen



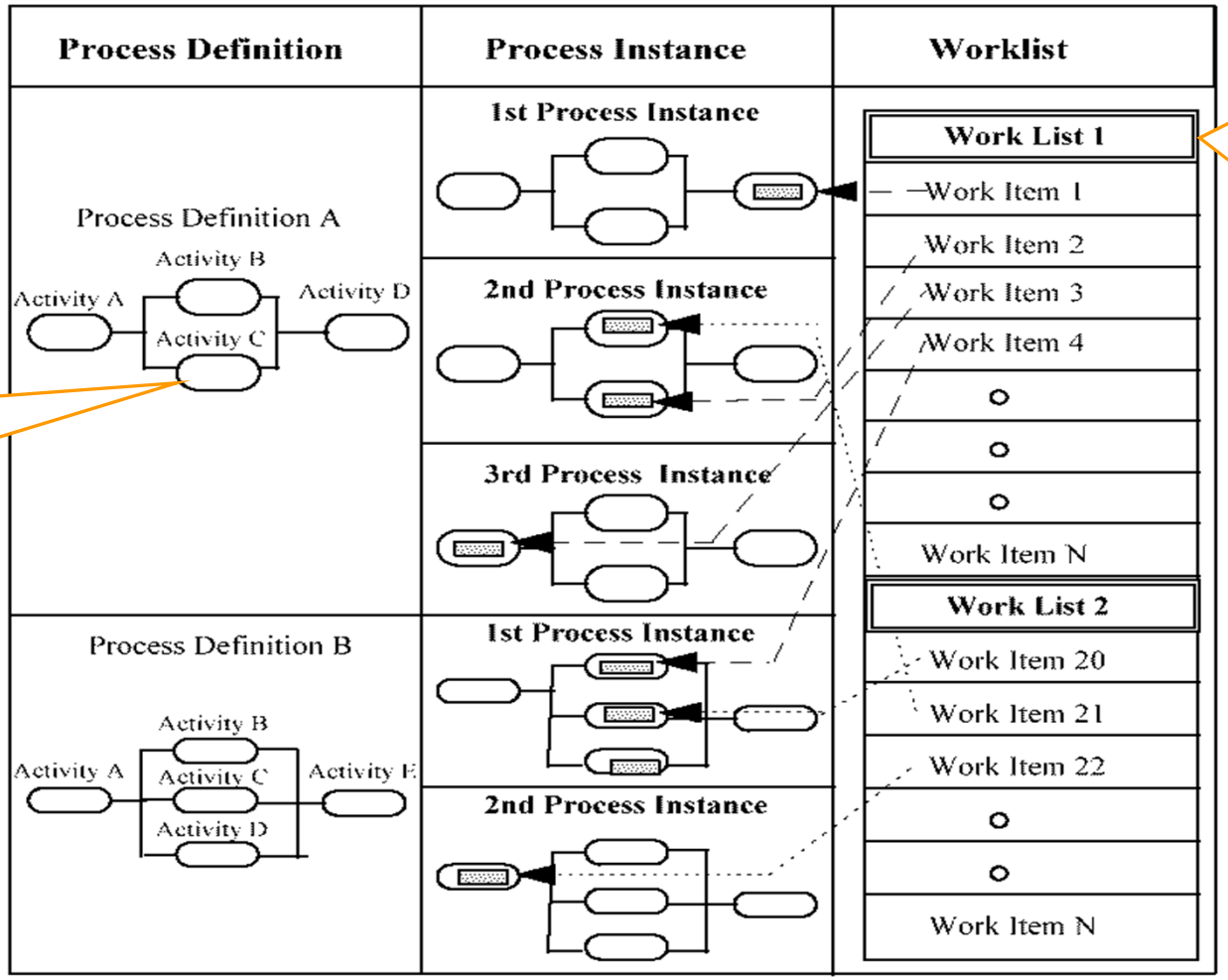
# Services als Anwendungs-Bausteine



# Workflow Management



# Workflow: Verwaltung von Abläufen und Zuständen

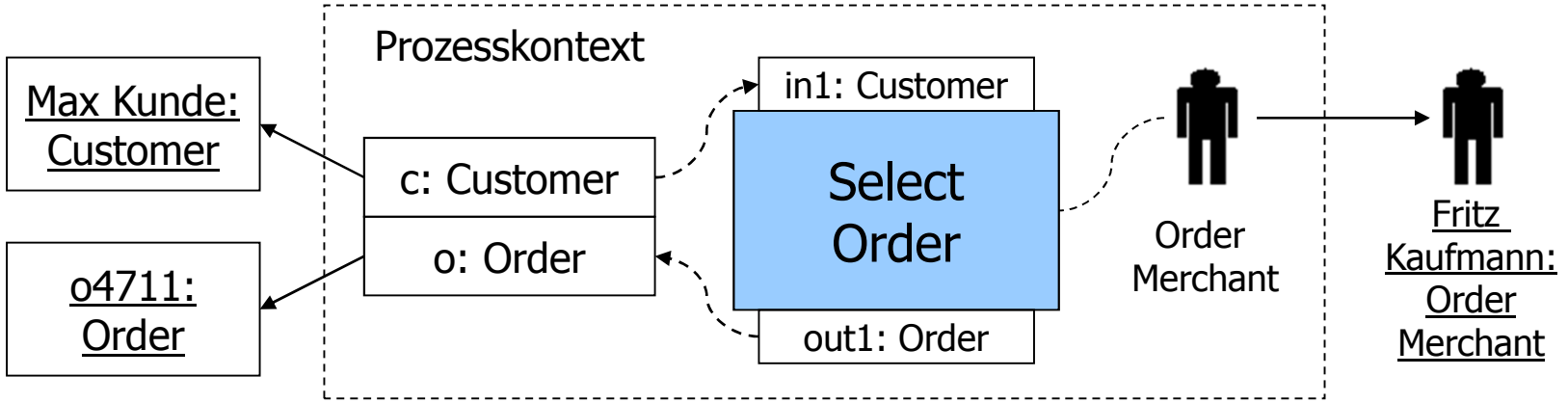



Aktivitäts-definition spezifiziert Rolle

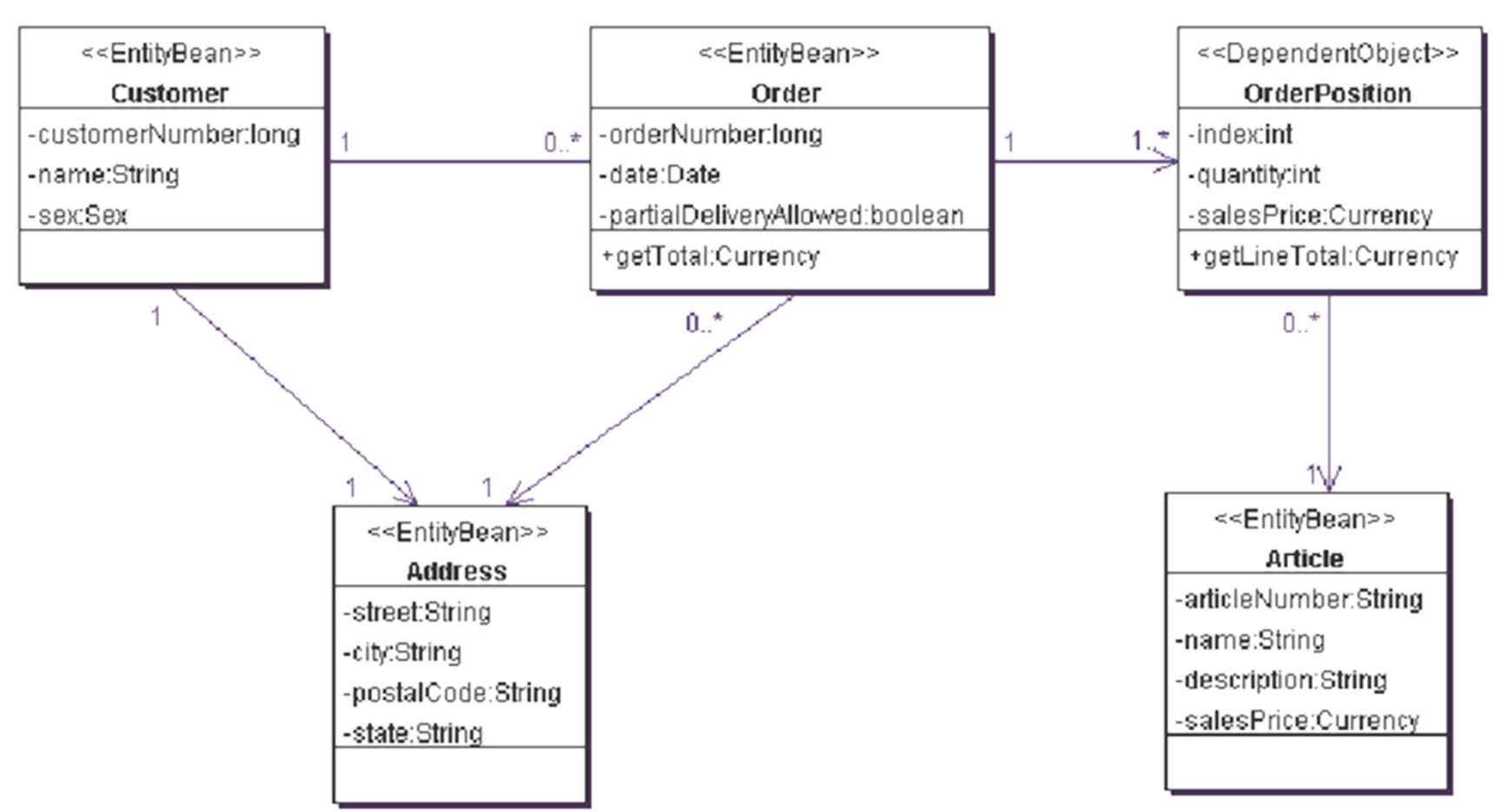
Worklist gehört zu Bearbeiter, der Rolle innehat

# Workflow: Kontext- und Ressourcenverwaltung

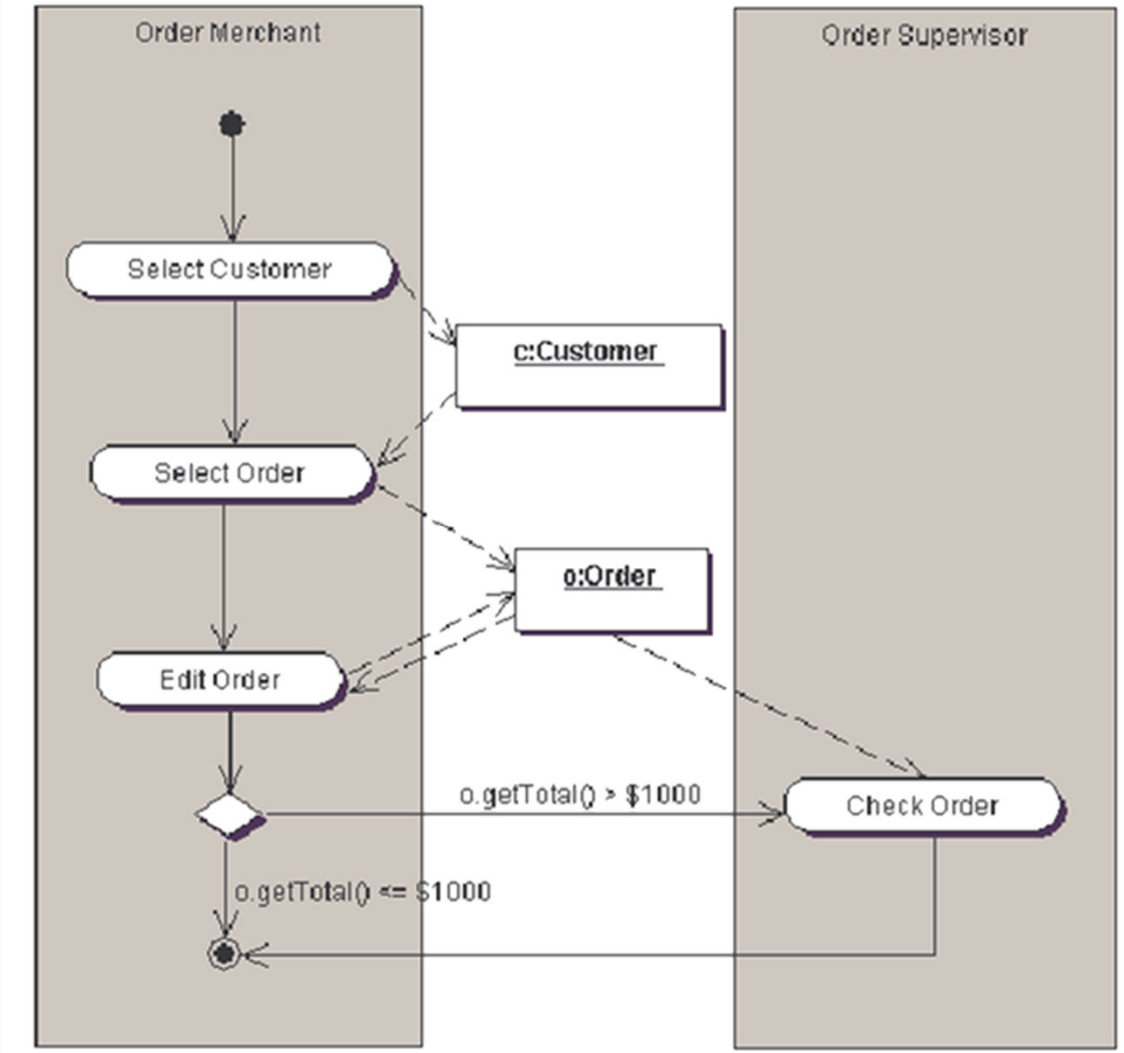
- Aktivitäten sind möglichst kontextlos (→ Service-Orientierung)
  - spezifizieren lediglich Ein-/Ausgabeschnittstelle
  - damit einsetzbar im Kontext beliebiger Prozesse
- Workflow-Engine stellt Kontext zur Verfügung
  - Versorgt Ein-/Ausgabeschnittstelle mit aktuellen Kontext-Daten
    - Per Value: Skalare Daten, Value-Objekte, Dokumente, Dateien
    - Per Reference: IDs von Geschäftsobjekten, URLs von Dokumenten
  - Ordnet Bearbeiter als Ressourcen gemäß Rollenspezifikation zu



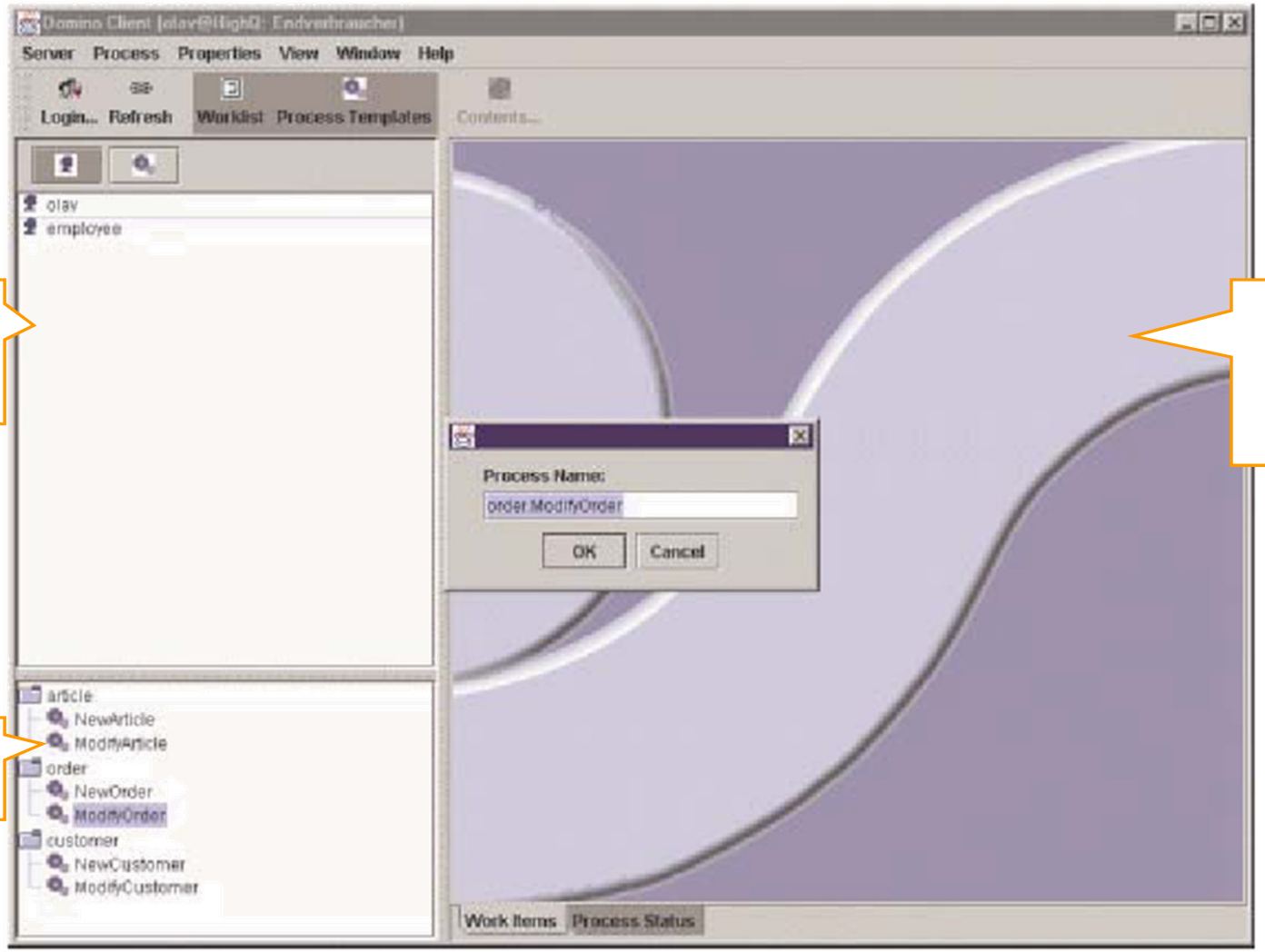
# Beispiel: Order-System



# Beispiel: Order-System



# Beispiel: Order-System (1)

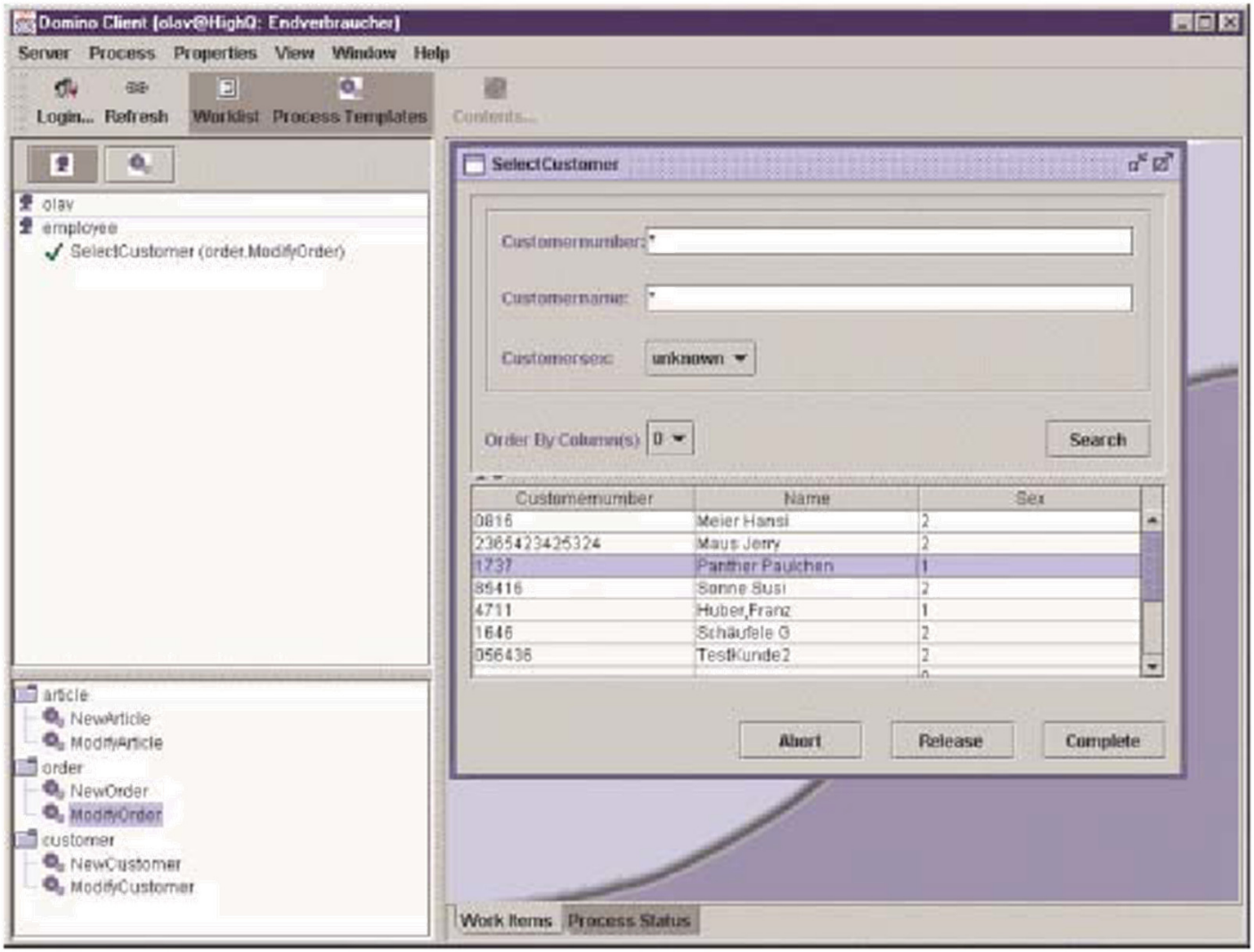



Worklist (Aktivität und Ablauf)

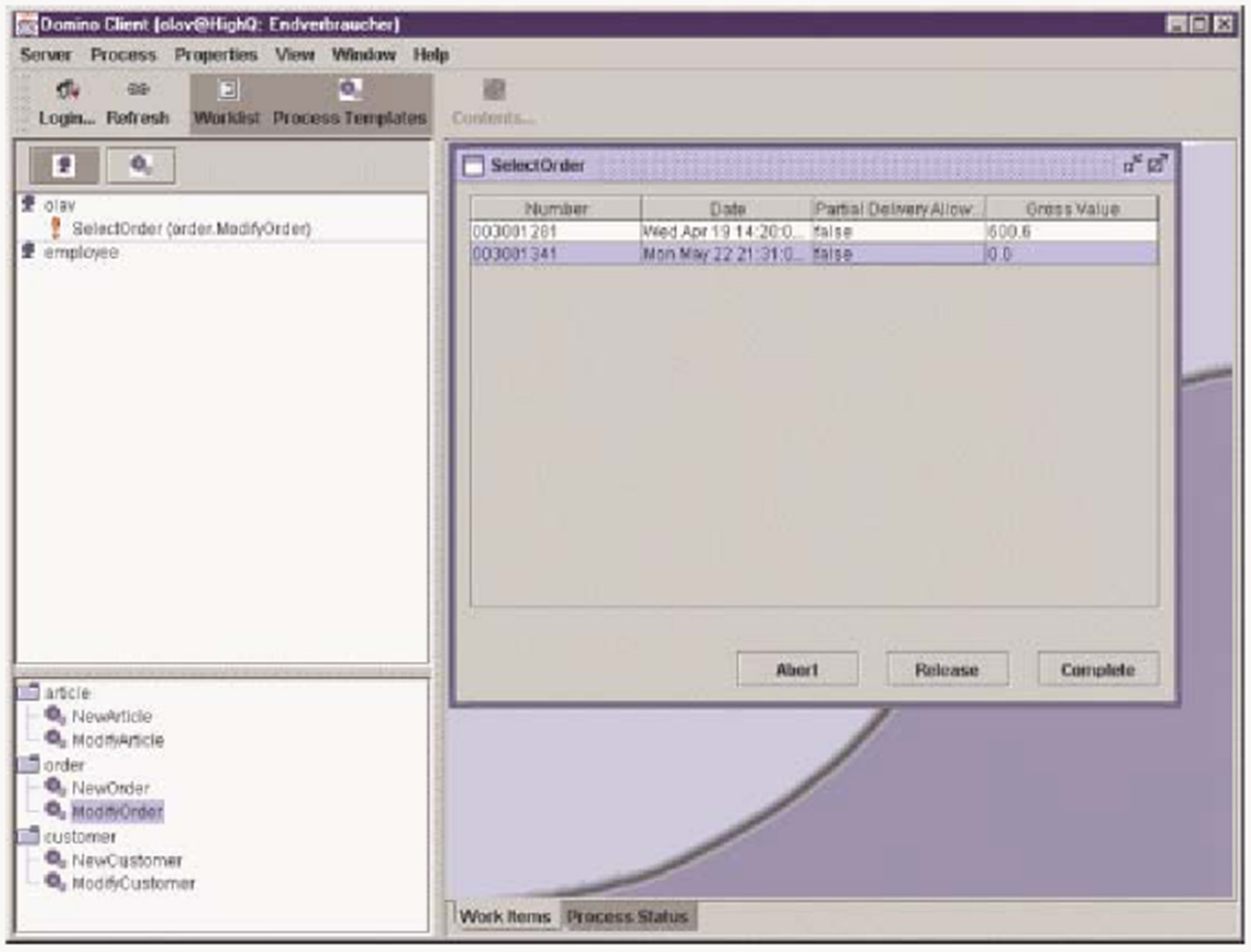
Prozess-definitionen

Arbeits-bereich: aktive Aktivitäten

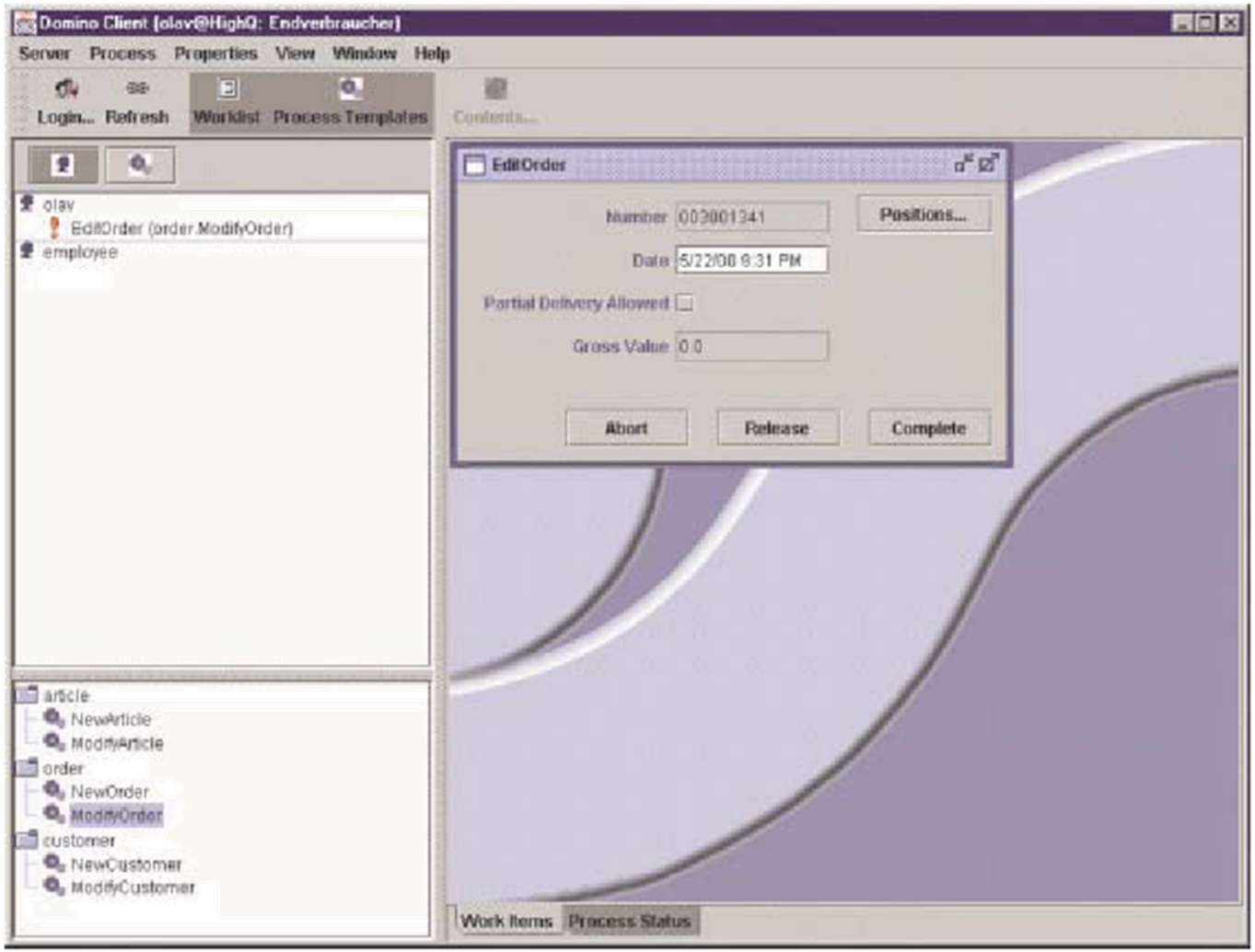
# Beispiel: Order-System (2)



# Beispiel: Order-System (3)



# Beispiel: Order-System (4)

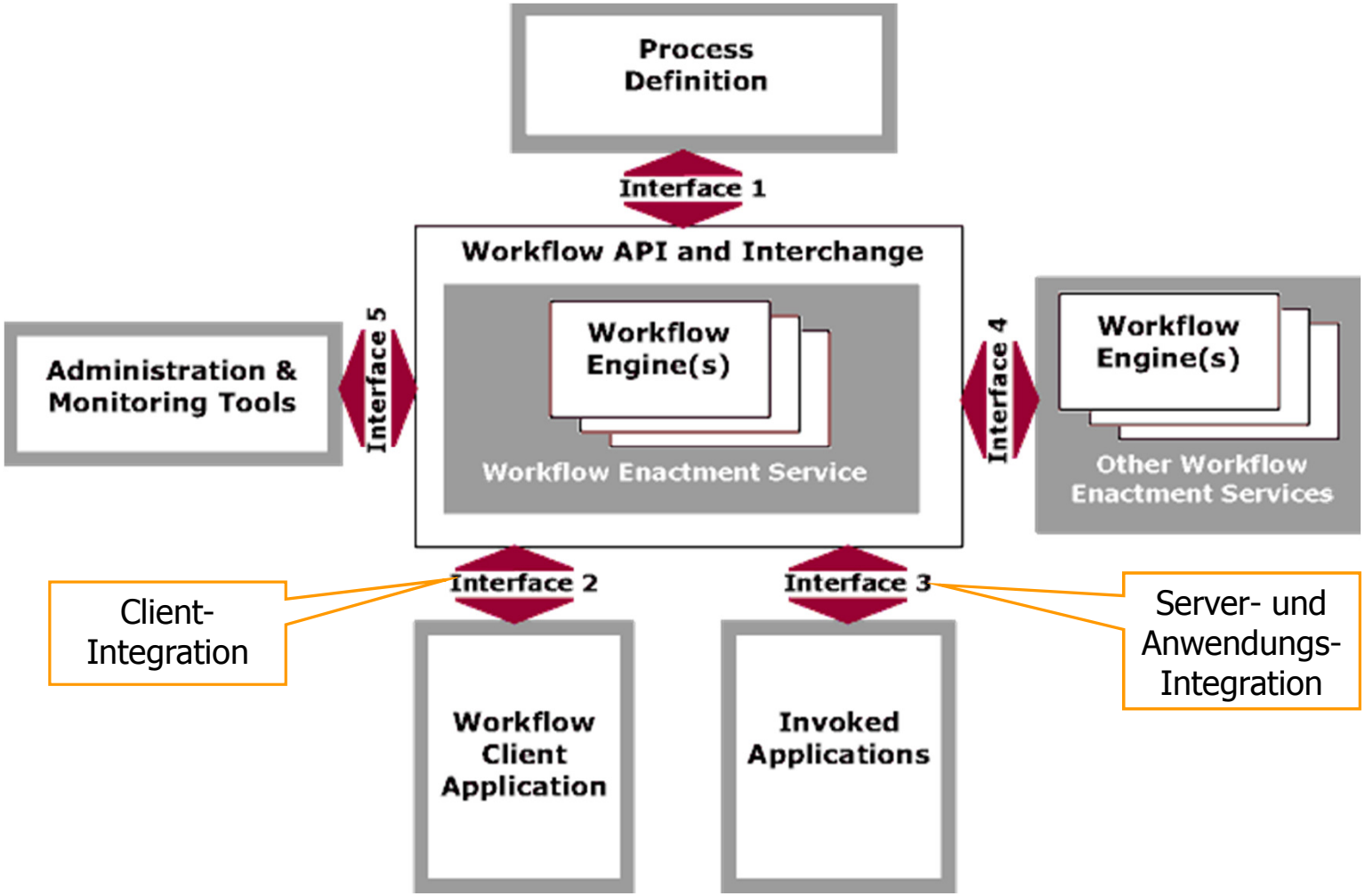


# Middleware zum Workflow Management

- Realisierung der Steuerungsschicht
  - Abläufe als Programmcode
    - ± Nur bei kleinen Systemen tragfähig
  - Verwaltung der Prozesse durch Workflow Engine
    - \+ Nutzung von mächtigen Mechanismen (s. nächste Folien)
    - \+ Konfiguration und Modellierung statt Programmierung
    - \- Ggf. Integration mit System zu leisten
    - ± Open-Source-Systeme bisher mäßig erfolgreich (Bsp. jBPM/JBOSS)

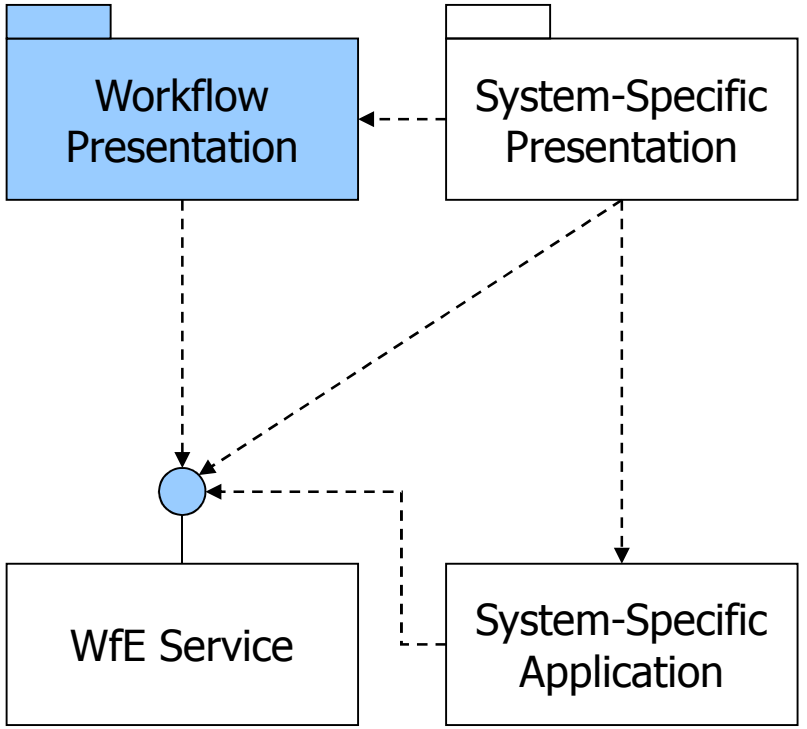
- Sehr heterogener Markt, Standards nur in Teilbereichen
  - WfMC – Workflow Management Coalition – Traditionelle Schnittstellen
  - OMG Workflow Facility – Prozesse und Aktivitäten als CORBA-Objekte
  - BPEL-Engine als Standardisierungsansatz im Umfeld Web Services, oft integrierter Dienst von ESBs (Enterprise Service Busses)

# WfMC Workflow Reference Model



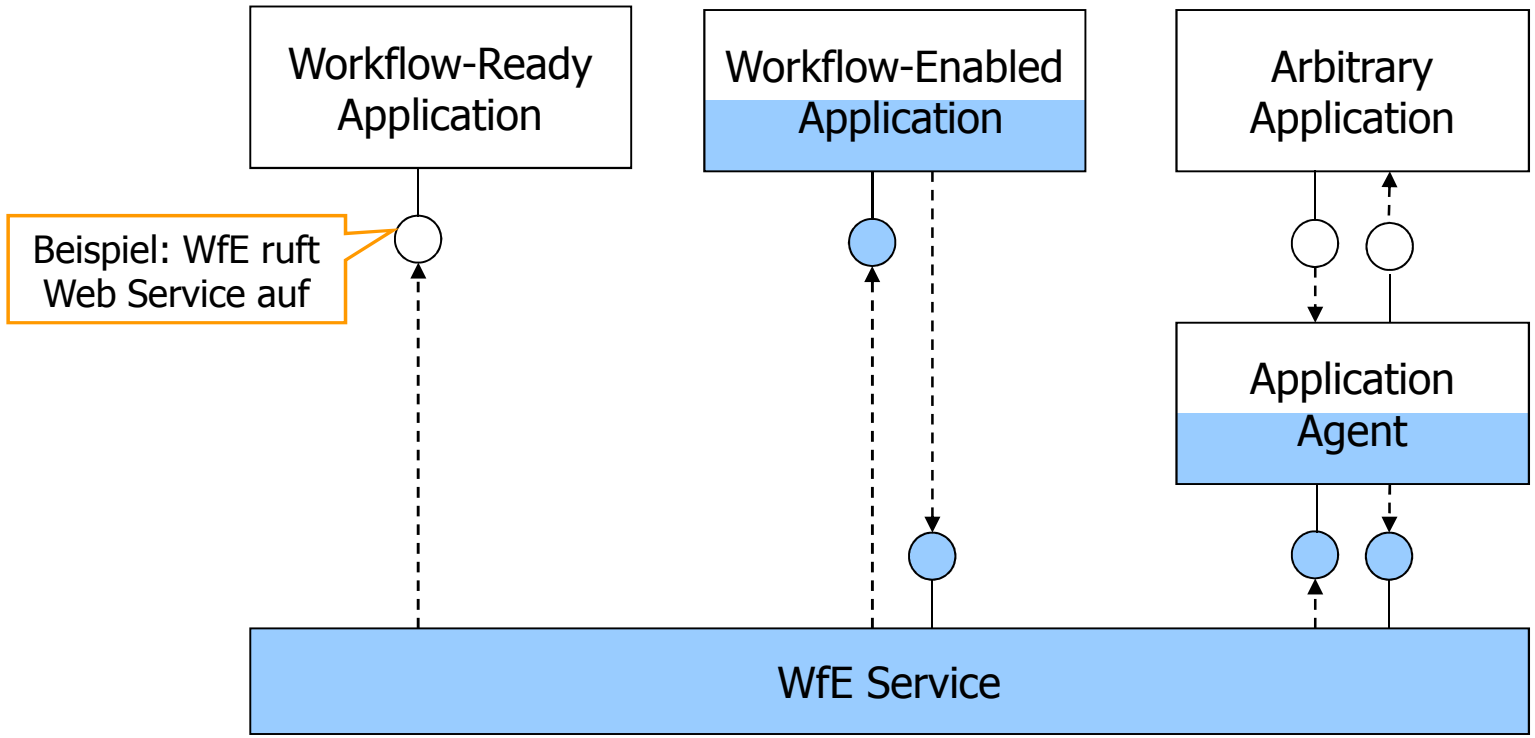
# Workflow Client Application (Interface 2)

- Workflow Presentation
  - GUI-Komponentenbibliothek für Workflow-Anwendungen mit
    - Anzeige der Worklist
    - Anzeige startbarer Prozesse
    - Ablaufvisualisierung
  - Workflow-Rahmenanwendung als Basis für „Worklets“
- Workflow Client Application Interface
  - Sitzungsmanagement
  - Prozess- und Aktivitätskontrolle
    - Starten/Abbrechen von Prozessen
    - Durchführen von Aktivitäten
  - Worklist-Manipulation
    - Anzeige der Worklist
    - Annehmen von Aktivitäten
  - Status-Abfrage von Prozessen



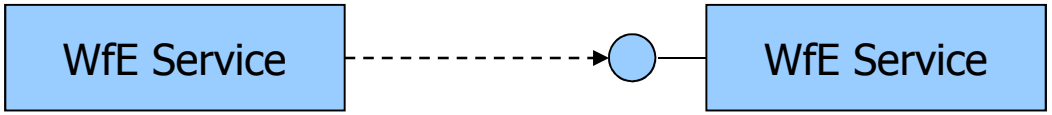
# Invoked Application (Interface 3)

- Aufruf von Anwendungen umfasst
  - Start, Parameterversorgung, Überwachung, ggf. Re-Start
  - Zuordnung zu Bearbeiter und ggf. dessen Client-Rechner



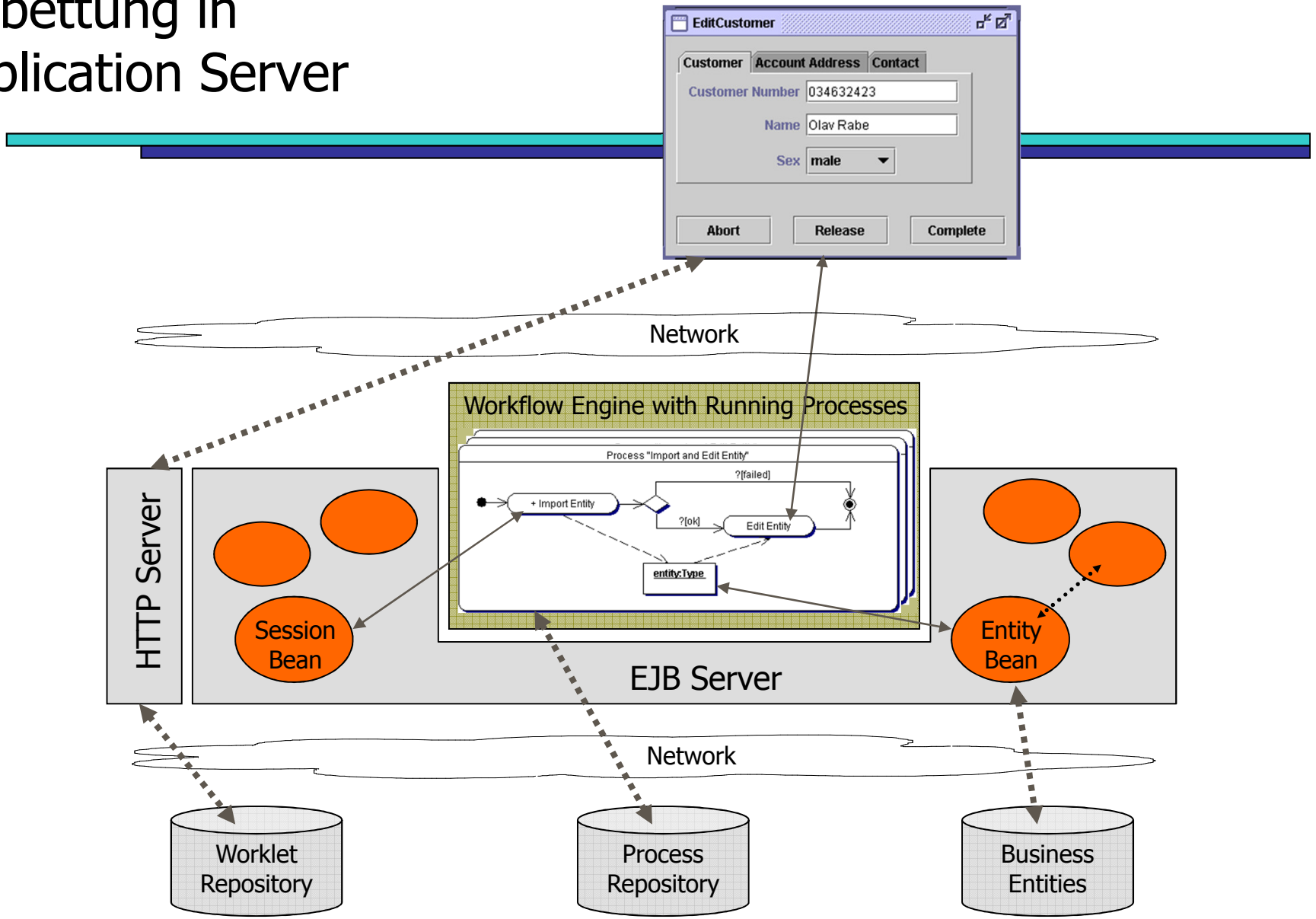
# Workflow Interoperability (Interface 4)

- Verteilung der Workflow-Steuerung
  - Auslagerung und Aufruf von Teilprozessen
  - Verteilte Ablaufsteuerung und Statusabfrage
  - Transfer der Workflow-Kontextdaten
  - Senden von Prozessdefinitionen




- Standardisierter Ansatz: BPEL, Business Process Execution Language
  - Kommunikation über Web-Services in XML-Form
    - Aufgerufene Anwendungen stellen Web-Services bereit
    - Aufruf von Prozessen erfolgt über Web-Services
  - Primitive zum Senden, Empfangen, Antworten auf Nachrichten
  - Ablaufsteuerungsfunktionen: Schleifen, Bedingungen
  - Rückgängigmachen bereits durchgeführter Aktivitäten durch Kompensation
- Konkurrent/Ergänzung: BPMN, Business Process Modeling Notation

# Einbettung in Application Server



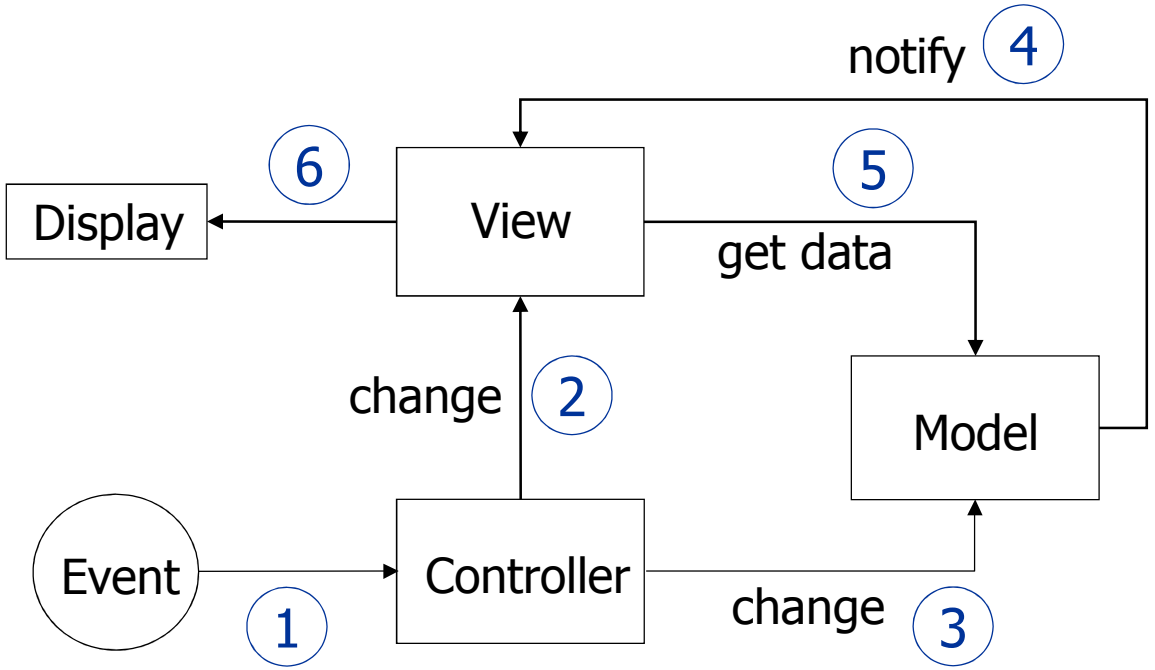
# Inhalt

- Rekapitulation Teil 1 und 2
- Steuerungsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Dienste und Middleware
- Präsentationsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Model-View-Controller-Architekturen
  - Verteilungsvarianten
- Unterstützungsschicht
- Zusammenfassung
- Literaturhinweise

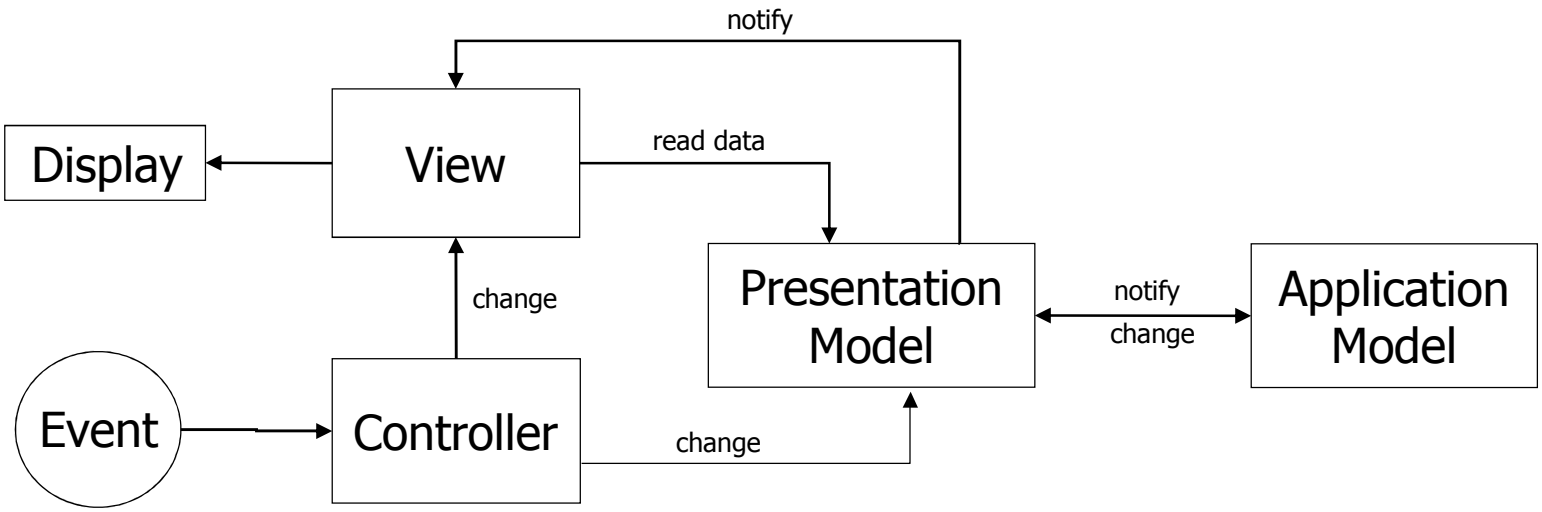
# Aufgabe der Präsentationsschicht

- Zeigt Anwendungsdaten an
  - Greift lesend auf die Anwendungsschicht zu
  - Aktualisiert die Anzeige
- Steuert die Interaktion mit dem Benutzer
  - Zeigt graphische Elemente der Bedienoberfläche an
  - Erkennt Benutzeraktionen auf unterschiedlichen Kanälen
  - Verwaltet den Kommunikationszustand
  - Ruft Anwendungsfunktionalität auf
- Führt selbständig einfache Prüfungen durch
  - Prüfung auf richtiges Eingabeformat (z.B. Eingabe einer Zahl)
  - Prüfung auf Eingabebereiche (z.B. Eingabe einer Zahl kleiner 10)

# Rekapitulation: Model-View-Controller-Muster



# Entwurfsmuster: Aufteilung des Models



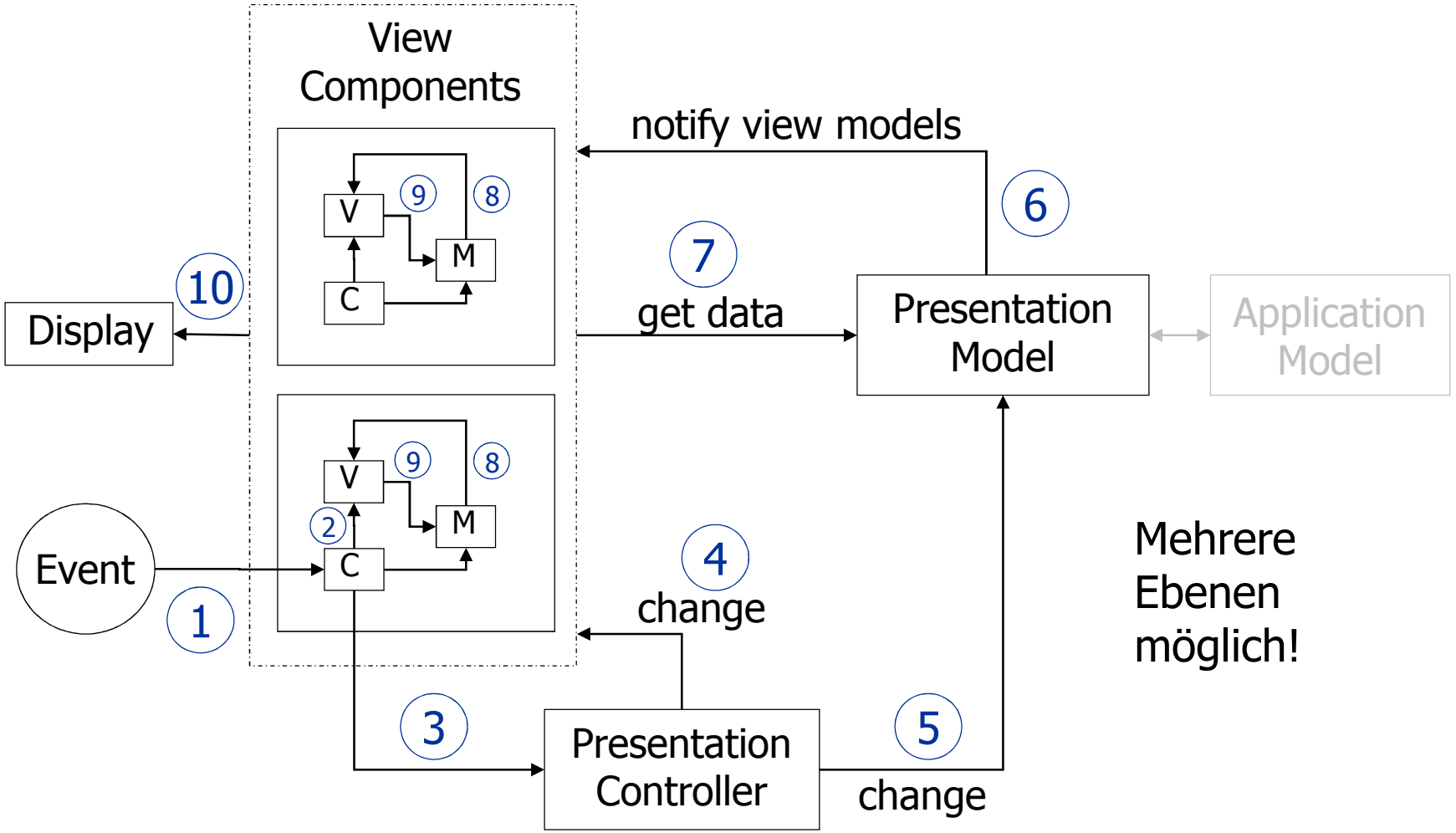

**Presentation Model**

- Bereitet Anwendungsdaten so auf, dass Views und Controller leicht damit arbeiten können (z.B. TreeModel)
- Enthält möglichst wenig Anwendungs-logik (z.B. nur Prüfungen)

**Application Model**

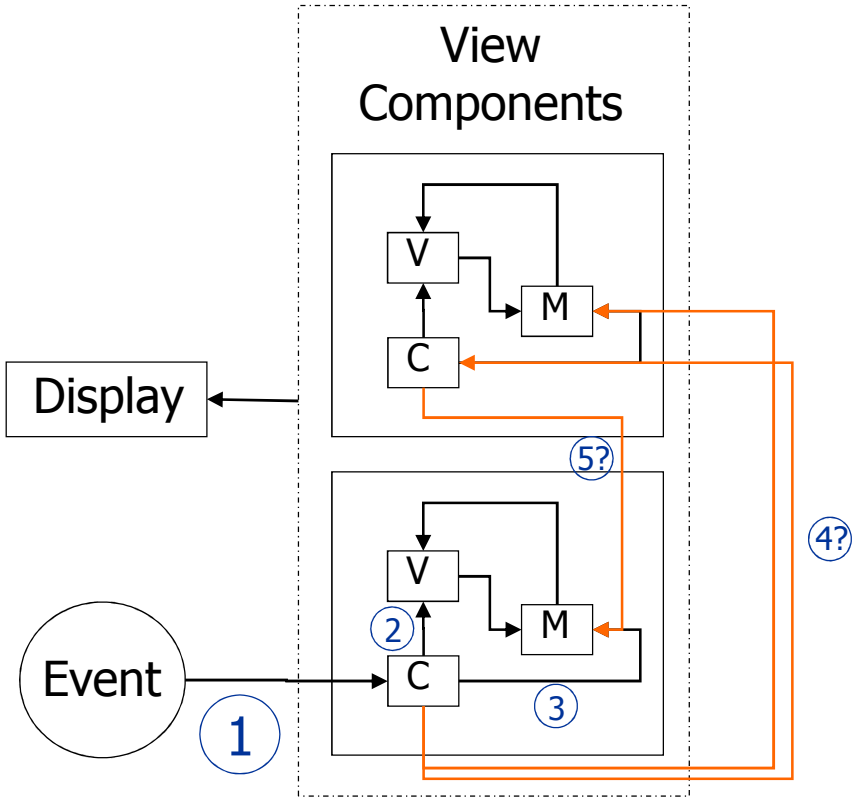
- Bildet Anwendungsfunktionalität in allgemeiner Form ab
- Enthält die Anwendungslogik

# GUI-Komponenten bei hierarchischem MVC



# Anti-Pattern: Spagetthi-Controller

- Presentation Controller und/oder Presentation Model fehlen
- Controller und Models ändern andere Controller und Models




- Schlechte Wartbarkeit und Erweiterbarkeit, da View-Komponenten nicht mehr unabhängig voneinander sind
- Hohe Wahrscheinlichkeit für Fehler, insbesondere wenn sich Schleifen beim Aufruf ergeben

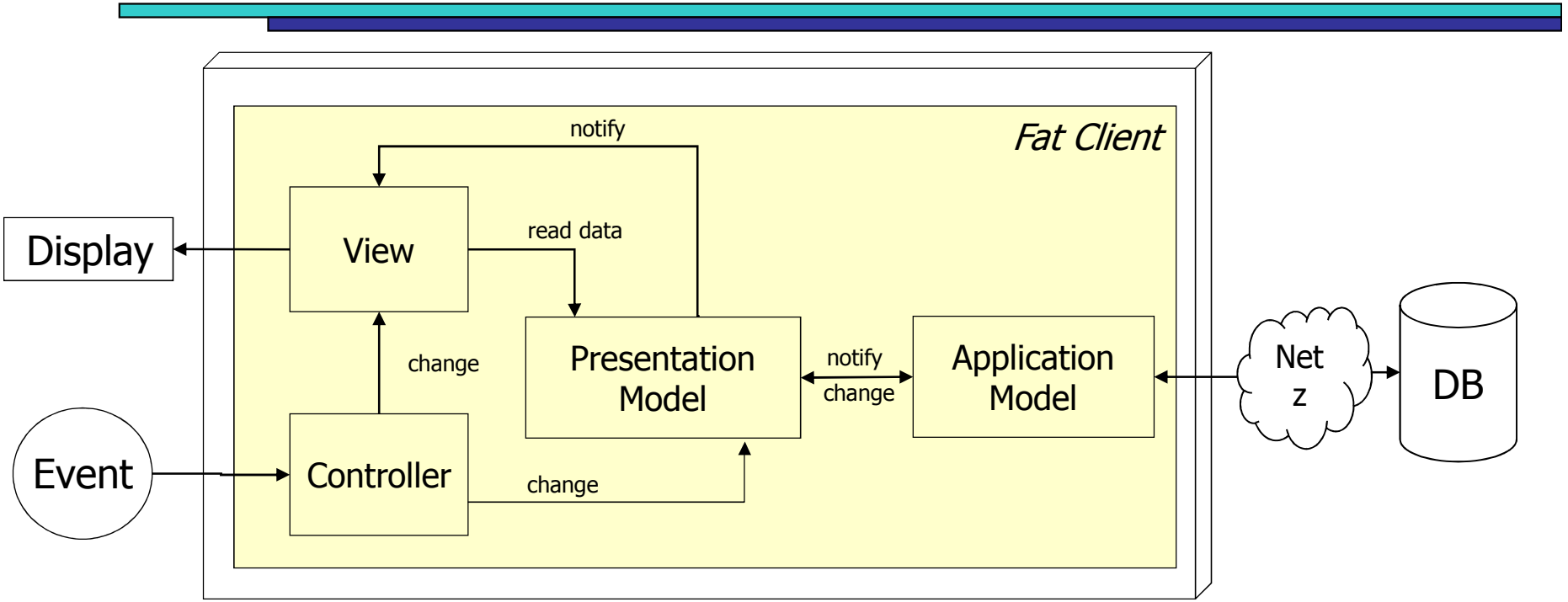
# Umsetzung und Verteilung der MVC-Architektur

Das MVC-Muster kann auf vielfältige Weise umgesetzt werden. Sie unterscheiden sich insbesondere bei der Verteilung.

Bei der Auswahl sind folgende Architekturtreiber wichtig:

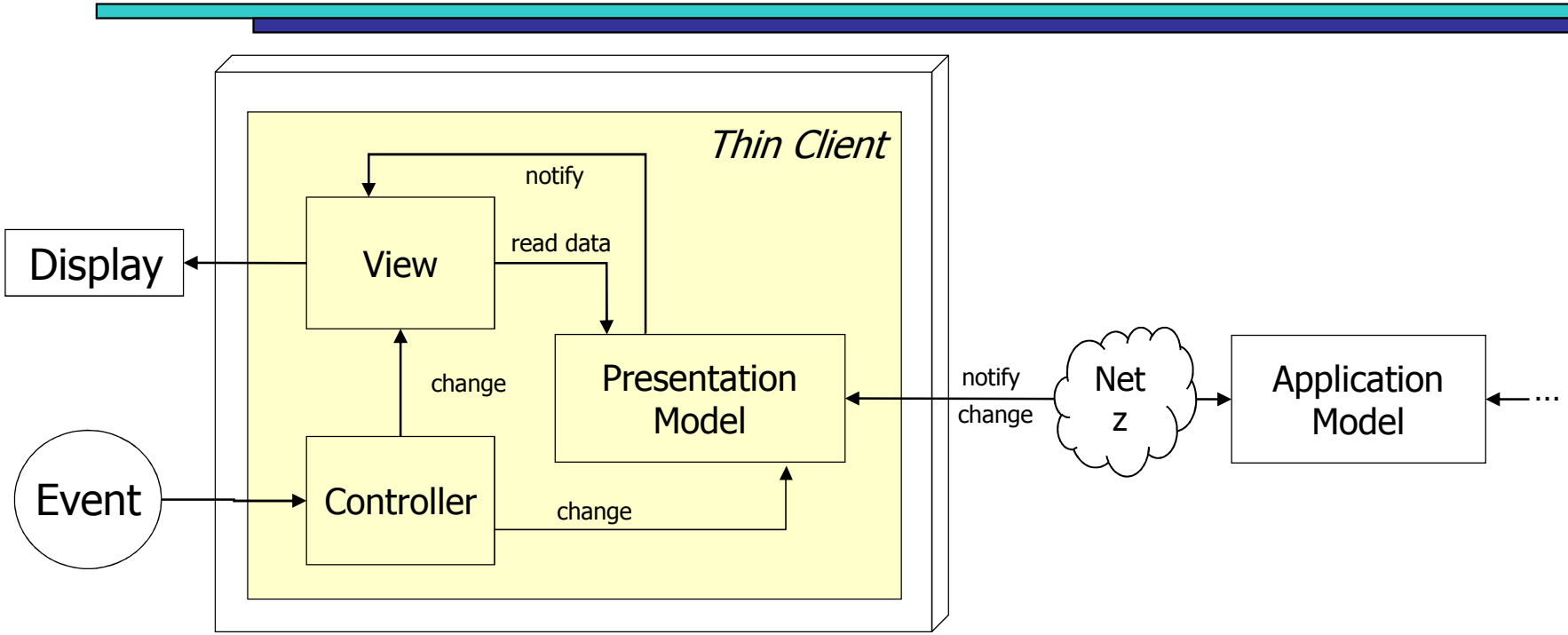
- Geforderte **Reaktivität und Performanz** der GUI
  - Wie sind Latenz und Bandbreite zwischen Client und Server?
- Notwendigkeit der **Offline-Verfügbarkeit**
  - Kann GUI auch ohne Server ausgeführt werden?
- Anforderungen bei **Installation und Deployment**
  - Welche Basis-Software ist nötig? Wie erfolgt die Verbreitung?
- **Aufwand für Entwicklung** und Test
  - Wie aufwändig ist die Erstellung von GUIs? Wie steil ist die Lernkurve?
- Erweiterbarkeit und **Zukunftssicherheit**
  - Gibt es das Framework auch morgen noch?

# Architektur beim Fat Client



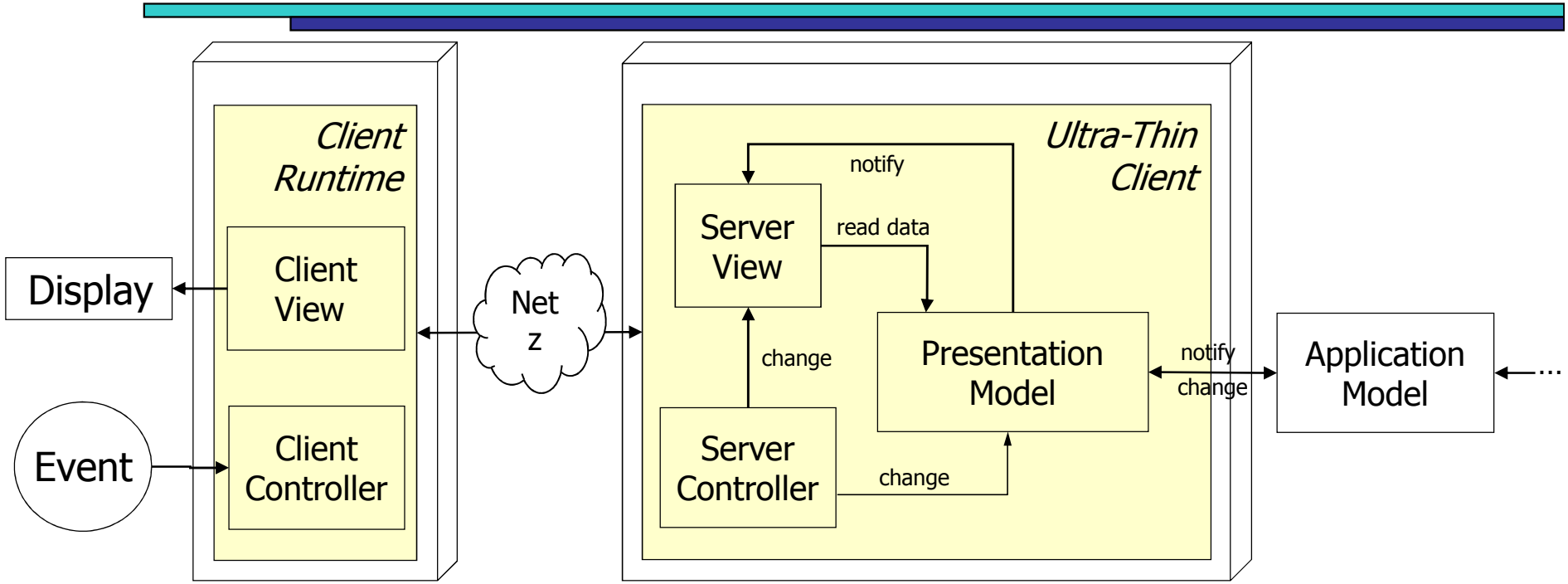

- Fat Client erfordert universell programmierbare Ablaufumgebung
  - Client wird als vollständige Anwendung installiert (Java Swing, Eclipse RCP).
  - Client wird in bestehende Runtime geladen (Java Applet, JavaFX, Adobe AIR, Microsoft Silverlight, einige AJAX-Anwendungen)
- Ansonsten sämtliche Möglichkeiten gegeben
  - Offline-Verfügbarkeit, Reaktivität, einfache Implementierung etc.

# Architektur beim Thin Client



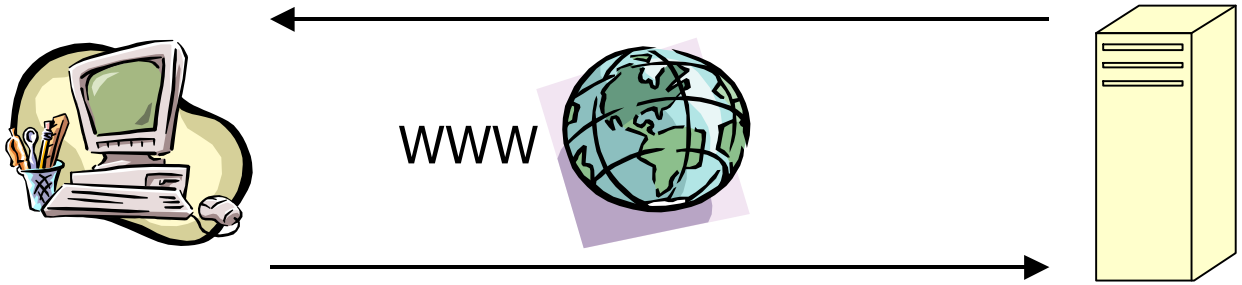

- Thin Client erfordert universell programmierbare Ablaufumgebung
- Zugriff auf Anwendungsfunktionalität über Netzkommunikation
  - Niedrigere Performanz wegen nötiger Netz-Roundtrips
  - Höhere Sicherheit, da Funktionalität vom Server erbracht wird
  - Keine Offline-Verfügbarkeit, da Funktionalität auf Client fehlt

# Architektur beim Ultra-Thin Client




- Ultra-Thin Client erfordert nur minimale Ablaufumgebung
  - Z.B. Web-Browser für Anzeige von Web-Seiten, Terminal Server, X Server
- Zugriff auf Präsentationslogik über Netzkommunikation
  - Noch niedrigere Performanz wegen vieler nötiger Netz-Roundtrips
  - Hohe Sicherheit, da gesamte Funktionalität vom Server erbracht wird
  - Keine Offline-Verfügbarkeit, da Funktionalität auf Client fehlt

# Präsentationsschicht bei “traditionellen” Web-GUIs




„Ultra thin client“

WEB/Application Server

# Basistechnik: Java Servlets

**Zahl mal zwei**

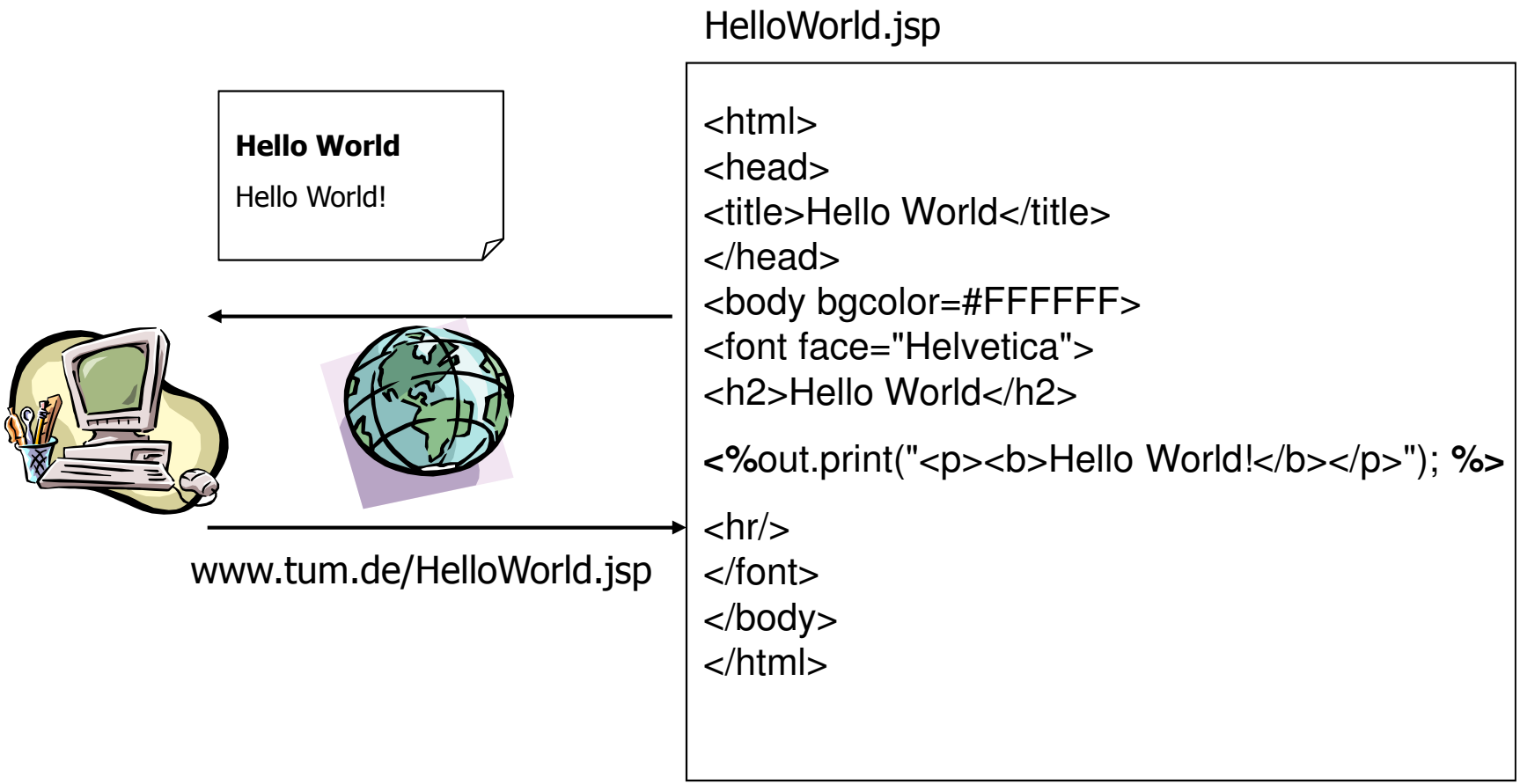
Ergebnis = 6

www.tum.de/SimpleServlet?3

SimpleServlet

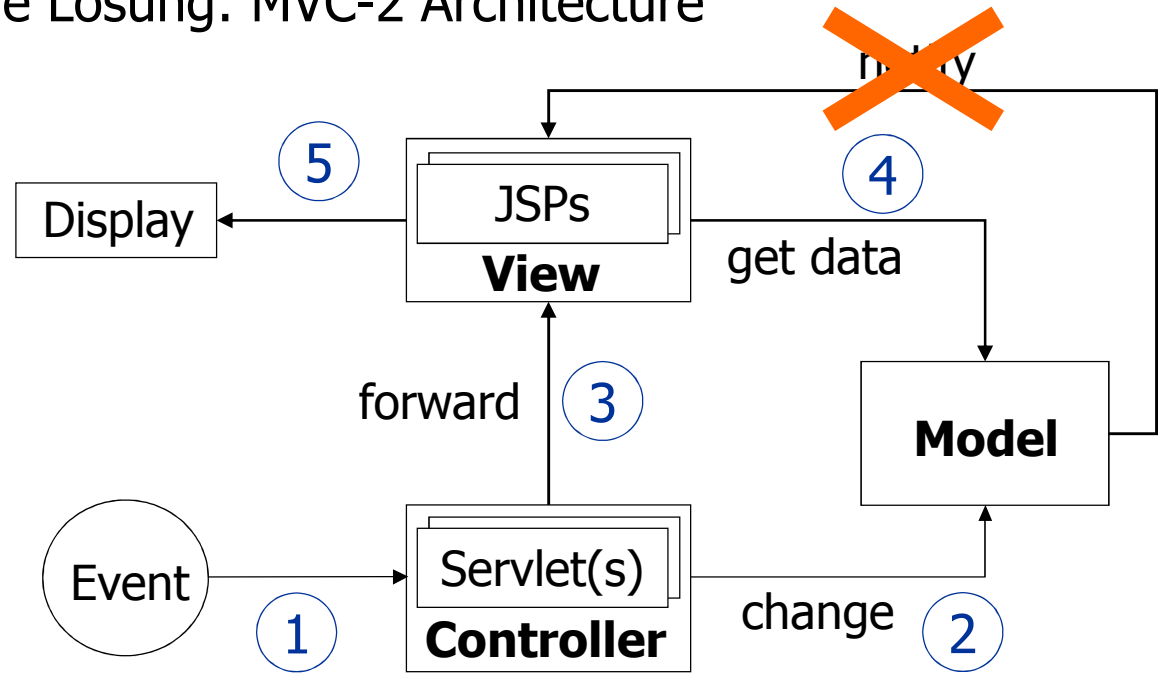
```
public class SimpleServlet extends HttpServlet {
  public void doGet (HttpServletRequest request,
                     HttpServletResponse response)  {
    PrintWriter out;
    int i = (Integer) request.getAttribute("zahl");
    response.setContentType("text/html");
    out = response.getWriter();
    out.println("<HTML><HEAD><TITLE>");
    out.println("Zahl mal zwei");
    out.println("</TITLE></HEAD><BODY><P>");
    out.println("<P>Ergebnis = " + i*2);
    out.println("</P></BODY></HTML>");
}}
```

# Basistechnik: JavaServer Pages

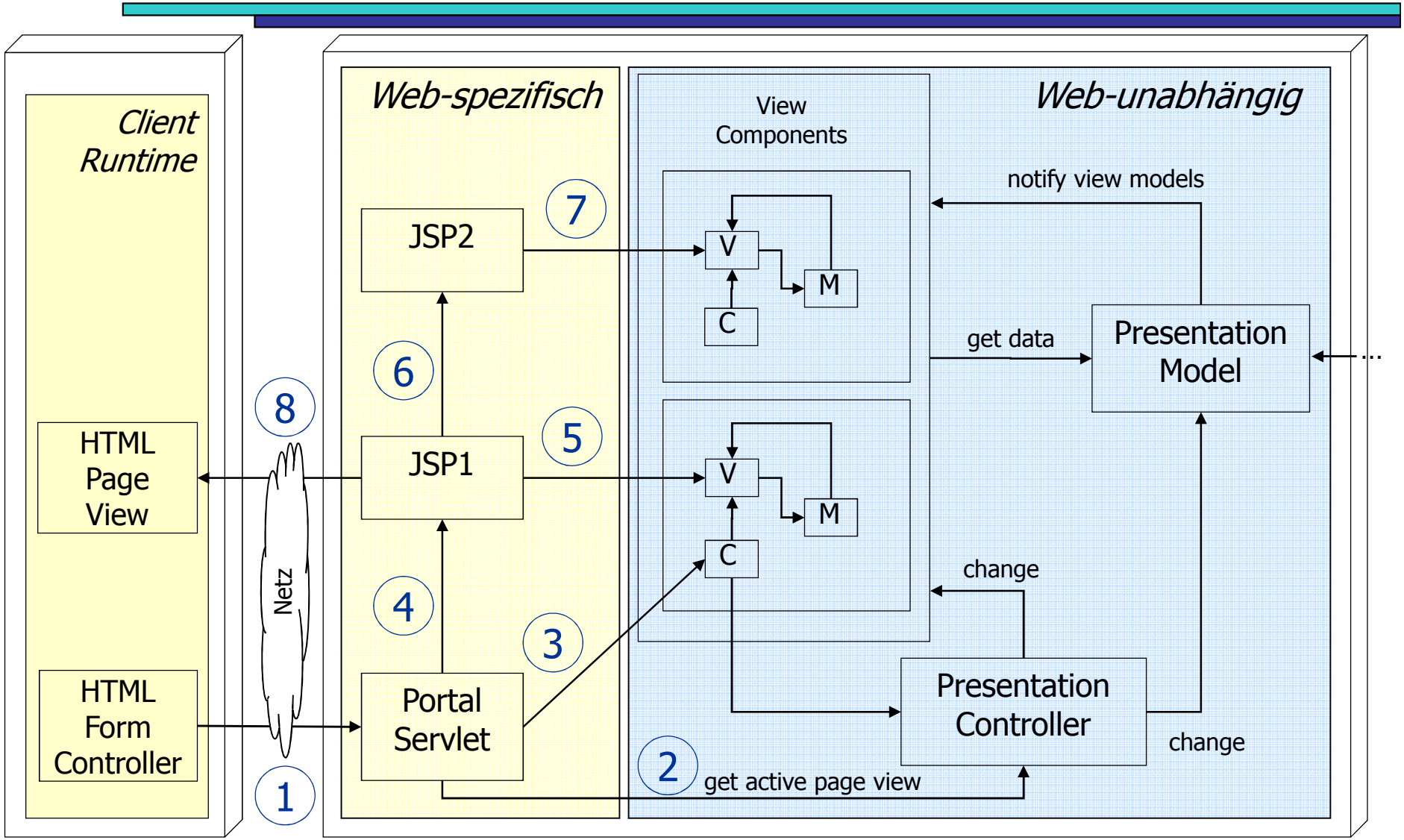


# MVC bei Ultra-Thin Clients

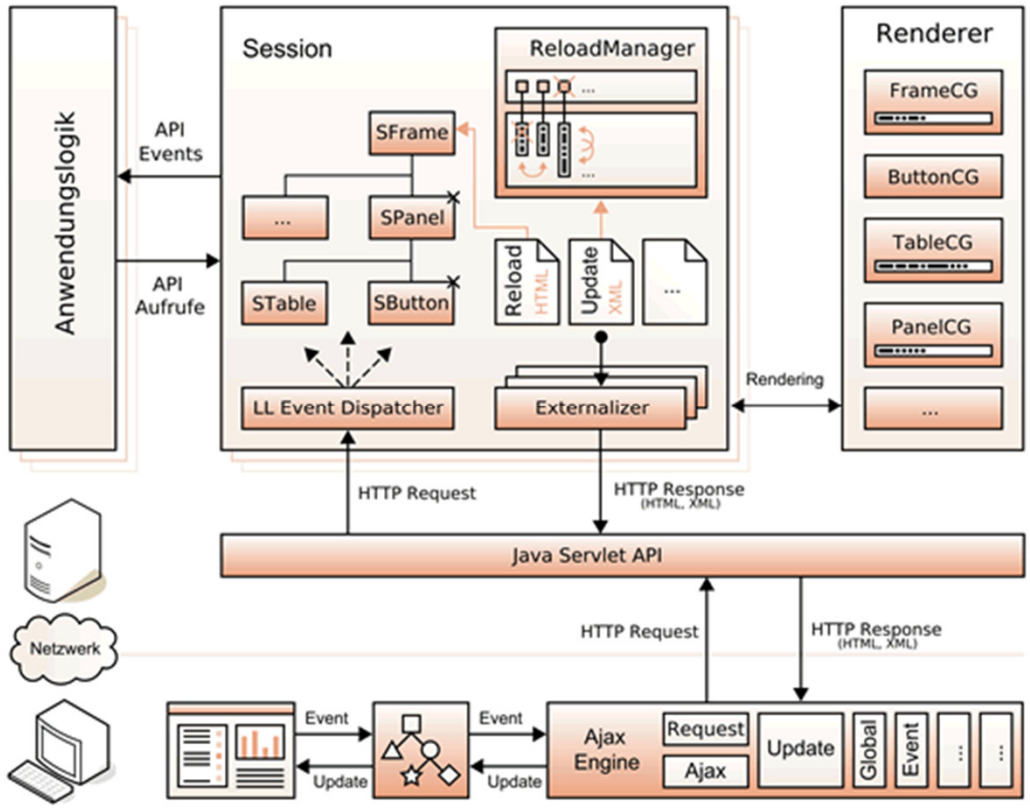
- Direkte Umsetzung von MVC scheitert, weil
  - HTML/HTTP ist seitenorientiert und zustandslos
  - Kommunikation über HTTP-Requests statt Events
  - Kommunikation wird immer vom Browser initiiert
- Mögliche Lösung: MVC-2 Architecture



# Multi-Channel-Architektur beim Ultra-Thin-Client



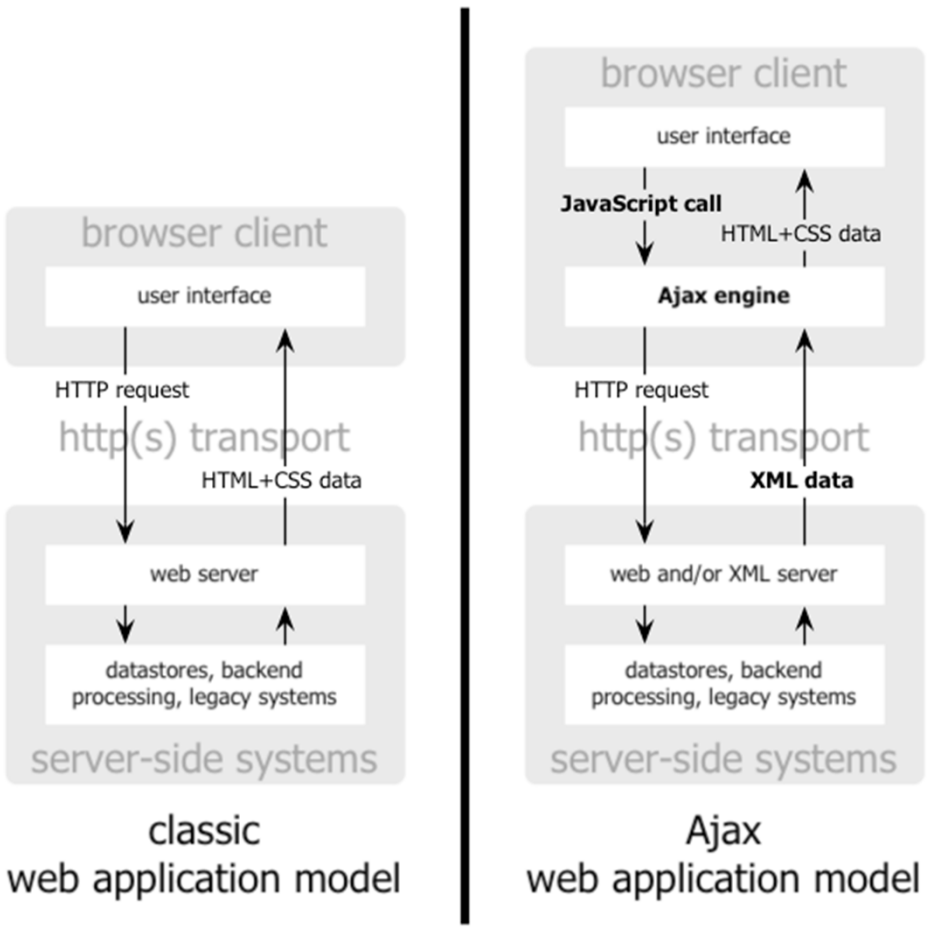
# Beispiel für Multi-Channel Framework: wingS




- Bietet Swing-Programmiermodell für das Web
- Nutzt in einer neuen Version zusätzlich AJAX-Ansätze
- Ähnliche Ansätze: Rich AJAX Platform (RAP) im Eclipse Framework, Echo2

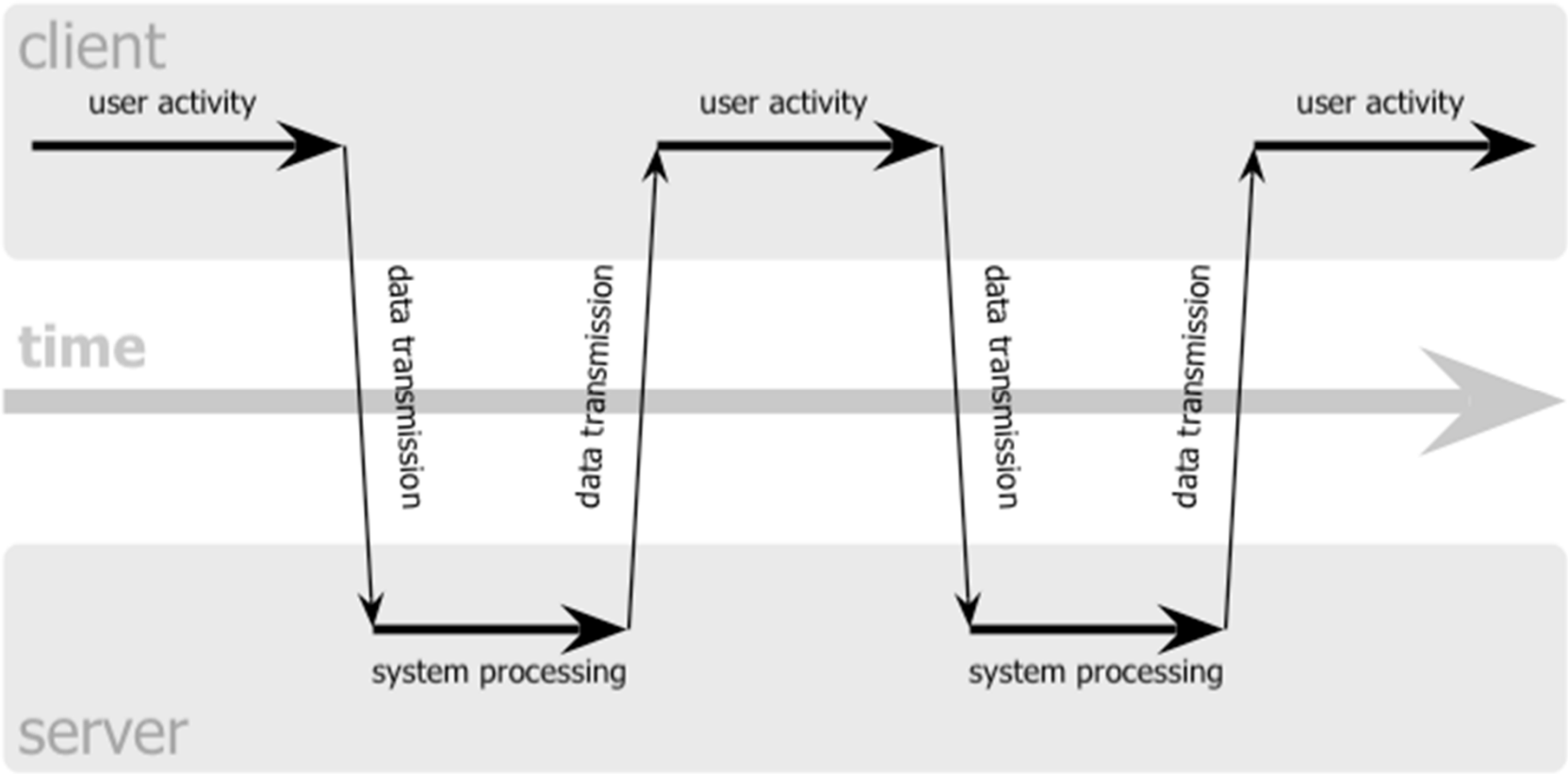
# AJAX – Asynchronous JavaScript and XML

- Ansatz für besser bedienbare, reaktive Web-Anwendungen
- Browser als Thin-Client
  - JavaScript als Verarbeitungs-sprache (muss aktiviert sein!)
  - XHTML + CSS + DOM als GUI-Framework
  - Datenrepräsentation und Manipulation mit XML + XSLT
  - Datenaustausch über Format XMLHttpRequest
- Vorteile
  - JavaScript ist universell
  - Es gibt viele Bibliotheken
- Nachteile
  - JavaScript als weitere Sprache erschwert Programmierung und Debugging (kann aber „versteckt" werden, z.B. GWT)



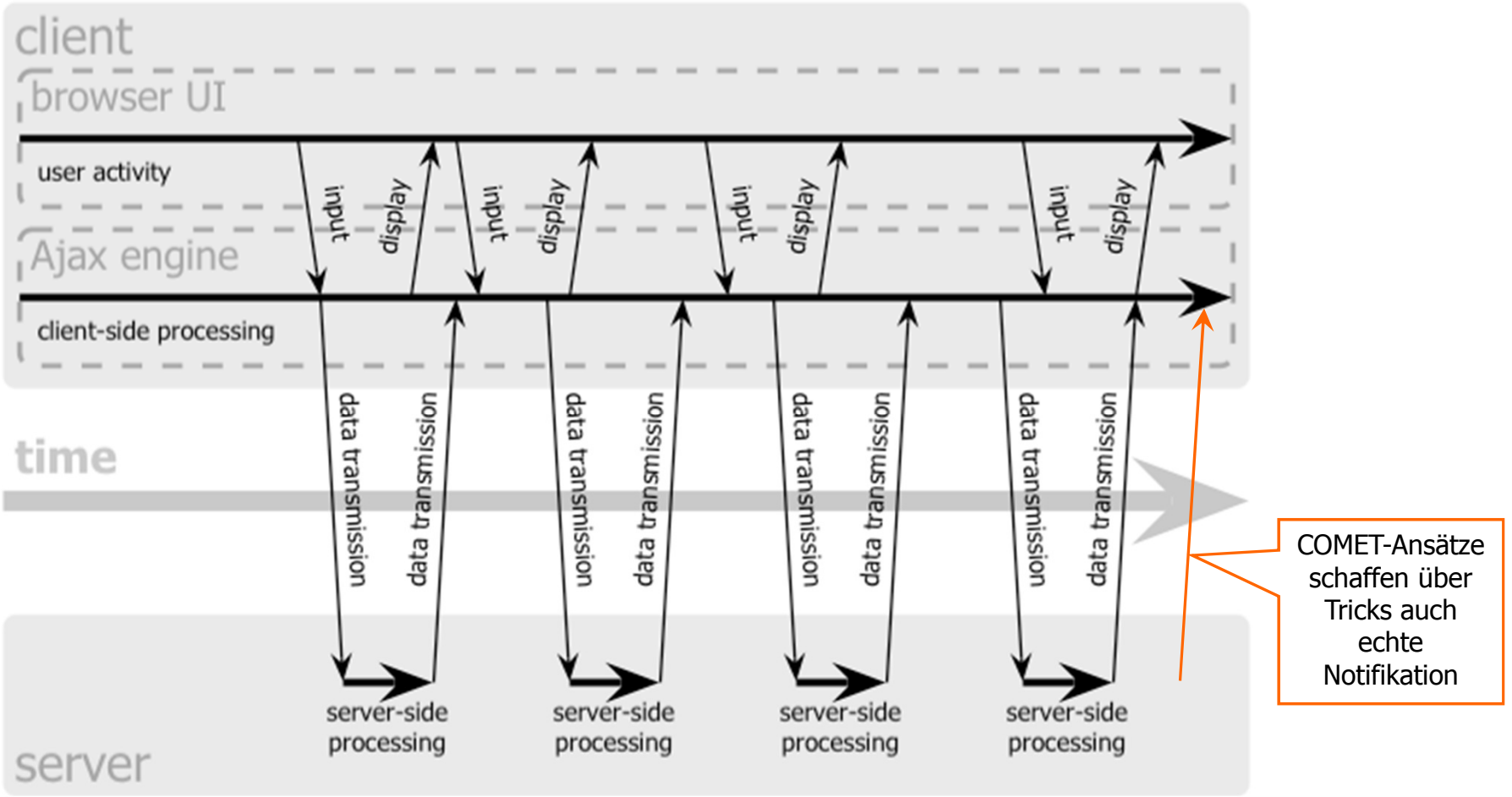
# Verarbeitungsmodell bei klassischer Web-Applikation

Synchrone Aufrufe → Benutzer muss warten



# Verarbeitungsmodell bei AJAX-Applikation

Asynchrone Aufrufe → Benutzer kann weiterarbeiten



# AJAX-Frameworks

- AJAX-Programmierung „von Hand“ ist aufwändig
  - Viele kleine browserspezfische Fehler und Unterschiede
  - Nutzung von JavaScript als Programmiersprache
  - Erstellung von XMLHttpRequest-Objekten, Reaktion auf Antworten, Manipulation der XML-DOM-Repräsentation im Browser ist umständlich
- Es gibt eine große Vielzahl von AJAX-Frameworks
  - Verstecken die unhandlichen Basis-Mechanismen hinter Schnittstellen:
    - Bereitstellung von GUI-Widgets
    - Einfachere Kommunikation mit dem Server
  - Programmierung dann i.W. wie bei „traditionellen“ GUIs (→Thin Client oder sogar →Fat Client), nur mit Hilfe der Sprache JavaScript.
  - Beispiele: JQuery, Prototype, ExtJs, SmartClient und viele mehr.
- GWT (Google Web Toolkit) als Compiler-Ansatz
  - Entwicklung in (Subset von) Java mit gewohnten Werkzeugen
  - Compiler übersetzt Anwendung in JavaScript

# Inhalt

- Rekapitulation Teil 1 und 2
- Steuerungsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Dienste und Middleware
- Präsentationsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Model-View-Controller-Architekturen
- Unterstützungsschicht
- Zusammenfassung
- Literaturhinweise

# Unterstützungsschicht

- Die Unterstützungsschicht bietet Querschnittsmechanismen, die in allen restlichen Schichten relevant sind. Dazu gehören insbesondere:
  - Fehlermanagement
  - Verwaltung von Konfigurationsinformationen
  - Authentifizierung und Autorisierung
  - Internationalisierung

- Die Architektur basiert typischerweise auf
  - Basiskomponenten für gemeinsame Funktionalität
  - Standard-Aufrufen im restlichen Code (oft gut über Aspects realisierbar oder vom Container übernommen)

# Inhalt

- Rekapitulation Teil 1 und 2
- Steuerungsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Dienste und Middleware
- Präsentationsschicht
  - Aufgaben und Charakteristika
  - Model-View-Controller-Architekturen
- Unterstützungsschicht
- Zusammenfassung
- Literaturhinweise

# Zusammenfassung

- Die Steuerungsschicht verwaltet Abläufe und Zustände sowie Kontext und Ressourcen von Geschäftsprozessen.
  - Sie setzt typischerweise auf den Services der Anwendungsschicht auf.
  - Als Middleware kommen Workflow Engines zum Einsatz.
- Die Präsentationsschicht steuert die Interaktion mit dem Benutzer und zeigt GUI-Elemente sowie Anwendungsdaten an.
  - Als Architektur kommt typischerweise eine Variante des Model-View-Controller-Architekturmusters zum Einsatz.
  - Grundlegend lassen sich Fat- und Thin-Clients (Verarbeitungslogik läuft in Laufzeitumgebung auf dem Client) und Ultra-Thin-Clients (Verarbeitungslogik läuft auf dem Server) unterscheiden.
- Die Unterstützungsschicht bietet querschnittliche Mechanismen, beispielsweise für Fehlermanagement, Logging, Internationalisierung etc.

# Literaturhinweise


- [Bi02] Adam Bien: *J2EE Patterns*, Addison-Wesley, 2002.
- [BMR+] Frank Buschmann, Regine Meunier, Hans Rohnert, Peter Sommerlad, Michael Stal: *Pattern-Oriented Software Architecture*, Wiley, 1996.
- [EJB3] Sun Microsystems: *J2EE Website*. http://java.sun.com/j2ee, 2005.
- [Fow] http://martinfowler.com/eaaDev/PresentationModel.html
- [jBPM] *jBPM WfE Homepage*, http://www.jboss.com/products/jbpm
- [Sie02] J. Siegel, *An Overview Of CORBA 3.0*, Object Management Group, 2002.
- [Spr05] Rob Harrop, Jan Machacek: *Pro Spring*, apress, 2005.
- [Spring] *Spring Framework Homepage*, http://www.springframe-work.org
- [WfMC] *Workflow Management Coalition Homepage*, http://www.wfmc.org