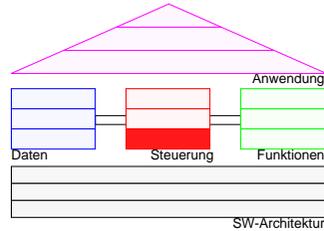


9. Workflow-Management

- GBIS-Rahmen: Einordnung



- Aspekte von Workflows

- Was, Wer, Womit, Wann

- Zusammenspiel der Komponenten

- Workflow-Referenzmodell der WfMC
- Ausführung von Workflows

- Transaktionen und Workflows

- Einsatz persistenter Warteschlangen
- Transaktionsgestützte Wf-Ausführung

- Funktionale Architektur eines WfMS

- Anforderungen an ein WfMS
- Was sind TP-Monitore?
- Komponenten der WfMS-Ausführungskomponente

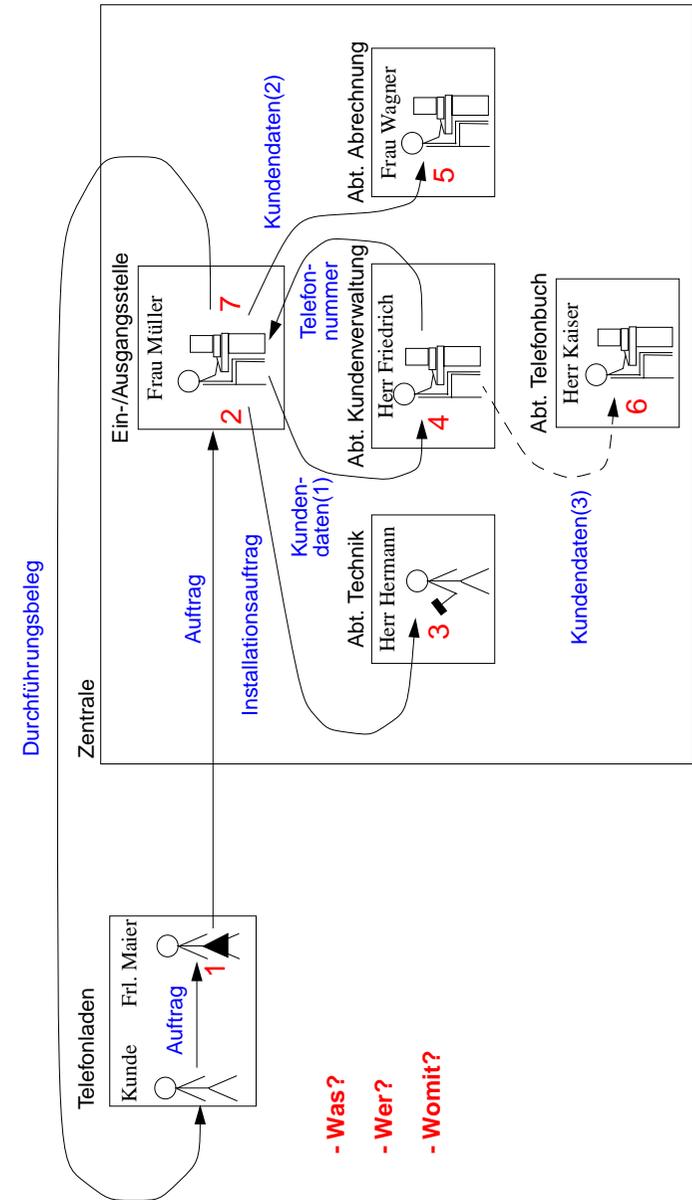
- Integration von Anwendungen

- Enterprise Application Integration
- Adapter, Connector, Wrapper, Channel
- Neuer Lösungsansatz: Message Broker und Web Services

- Beziehungen zwischen den grundlegenden Begriffen

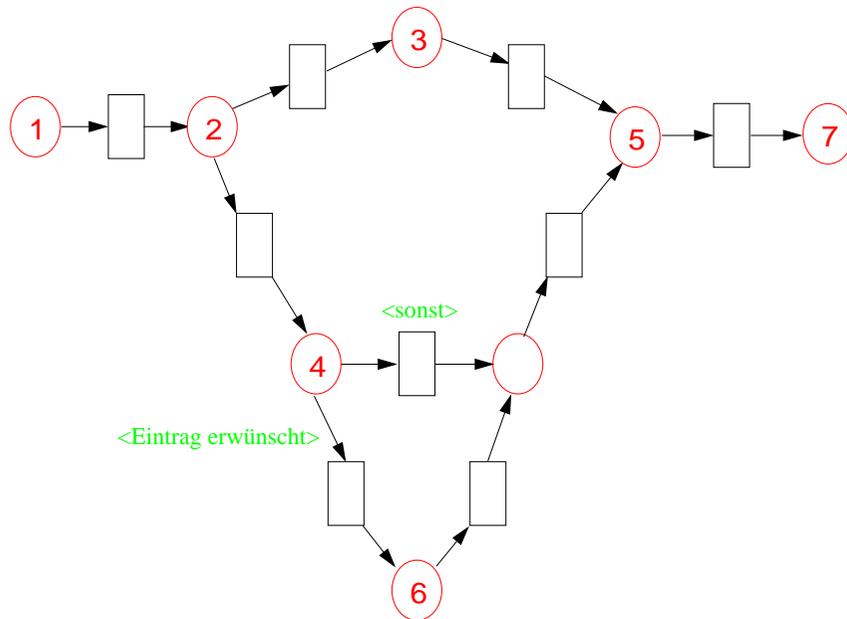
Workflows

- Beispiel: Telefonanschluss



Workflows (2)

- WANN?



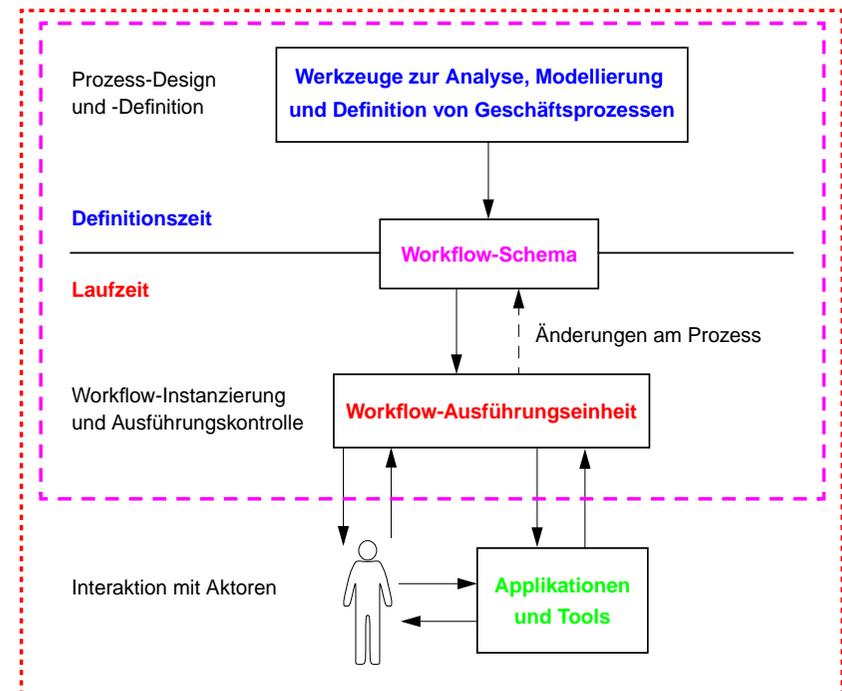
- Graph beschreibt zeitliche Abhängigkeiten zwischen einzelnen Tätigkeiten
- Parallelausführung verschiedener Tätigkeiten möglich
- optionale Ausführung von Tätigkeiten möglich
- Datenfluss i. Allg. verschieden von Kontrollfluss

Workflow-System als Gesamtsystem

- Workflow-System (WfS)

- besteht aus WfMS, Aktoren und allen zur Aktorenanbindung benötigten Komponenten
- WfMS besitzt Komponenten für die **Definitionszeit** und für die **Laufzeit**
- Wf-Ausführungseinheit wird auch als **Workflow-Engine** bezeichnet; sie kann durch mehrere Workflow-Engines realisiert sein

- Funktionsbereiche eines WfS



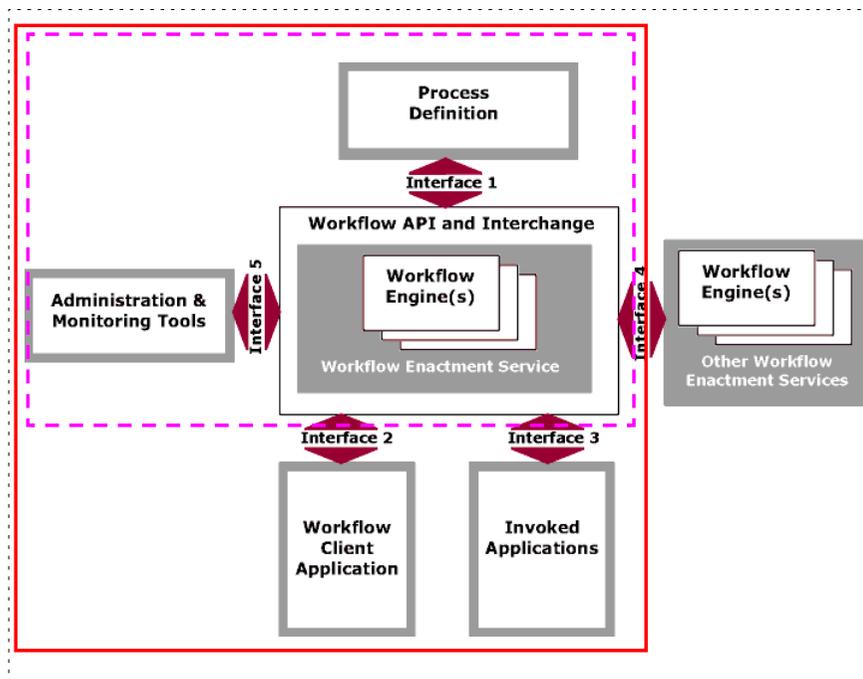
: Workflow-Management-System (WfMS)

: Workflow-System (WfS)

Workflow-Referenzmodell der WfMC

- **Workflow Management Coalition (WfMC)**

- beschreibt eine generische WfS-Architektur
- definiert die Schnittstellen und Komponenten
- Kern des Systems: Wf-Ausführungseinheit (Wf Enactment Service)
- Schnittstellen 1 und 5 trennen unterschiedliche Funktionsschichten im WfMS
- Schnittstellen 2, 3 und 4 beschreiben die Grenzen des WfMS-Kontrollbereichs

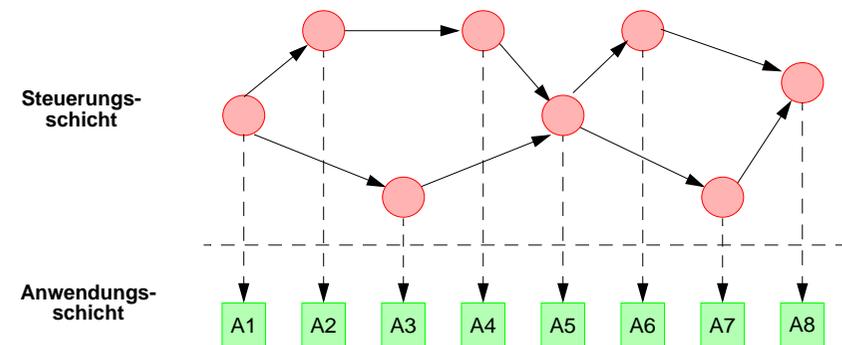


 : Verteiltes WfS, bei dem Sub-Workflows auf eigenständigen WfMS ausgeführt werden

Ausführung von Workflows

- **Eigenschaften von Workflows**

- verteilt, parallel, heterogen, hierarchisch organisiert, langlebig
- Aktionen auf getrennten und gemeinsamen Datenbereichen (Wf- und AW-spezifisch)
- Kooperation zwischen unabhängigen Komponenten (z. B. als Ressourcen-Mgr (RM) realisiert)



- **Sicherung durch TA-Konzept?**

- Workflows als globale Transaktionen? - nicht erreichbar, aber auch nicht wünschenswert
- ACID zumindest selektiv erforderlich
- kritische Kooperationen erfordern Transaktionsschutz durch spezielle RM-Protokolle

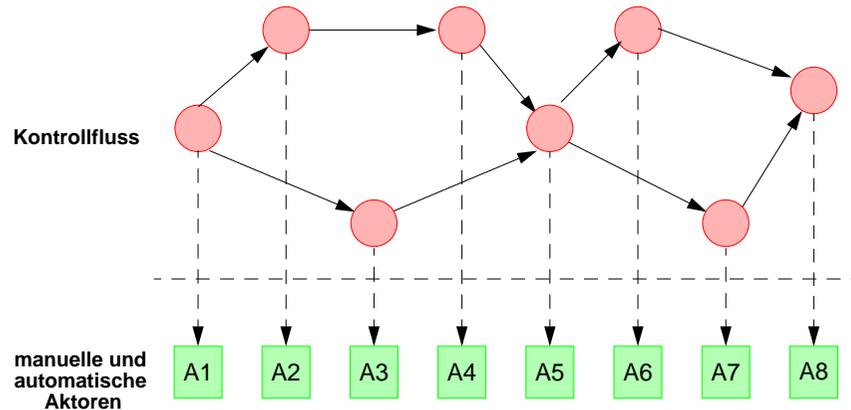
- **Konsequenzen für die WF-Ausführung**

- frühzeitige, aber trotzdem kontrollierte Freigabe von Änderungen auf gemeinsamen Daten
- Verwaltung der Ausführungshistorie und der Kontextdaten erlauben Unterbrechbarkeit sowie oft eine Wiederholbarkeit von Aktivitäten
- persistente Zwischenergebnisse und Nachrichten

Ausführung von Workflows (2)

- **Zwei Arten von Datenhaltung erforderlich**

- Kontrolldaten (durch WfMS verwaltet)
- Produktionsdaten (durch DBMS oder Anwendung verwaltet)



- **Anforderungen an die Wf-Ausführung**

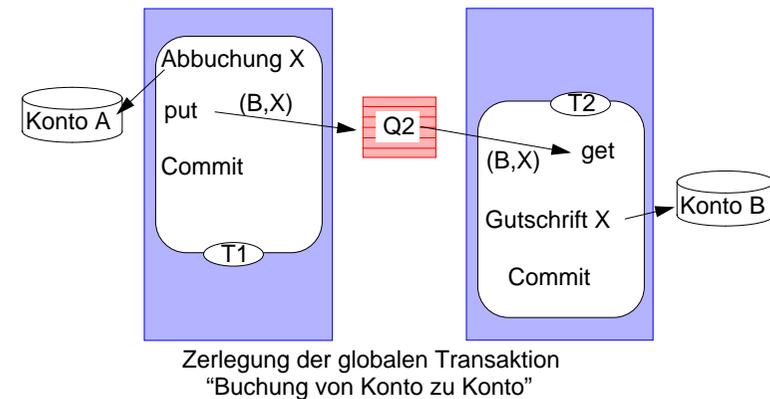
- Kosteneffektivität, Verlustminimierung im Fehlerfall
- einfache ACID-Transaktionssemantik ist nicht anwendbar
- ➔ **semantisch reichhaltigere Fehlerbehandlungsmodelle zwingend erforderlich**
- frühzeitige Freigabe von Betriebsmitteln (v.a. Daten), Recovery im Fehlerfall
- ➔ **Semantik der Wf-Ausführung?**

Transaktionen und Workflows

- **Workflow als eine globale Transaktion T**

- Einfluss auf Durchsatz und Leistungsverhalten des Systems
- ACID-Eigenschaft, dass alle Operationen zur gleichen Zeit erfolgreich beendet werden, aus AW-Sicht oft nicht erforderlich
- ➔ **Garantie ausreichend, dass nach erfolgreicher Beendigung einiger Operationen die restlichen „irgendwann“ erfolgreich ausgeführt werden**

- **Einsatz von „Persistenten Warteschlangen“ (recoverable messaging)**



- **Semantisch reichhaltigere Fehlermodelle**

- Kombination von ungeschützten Aktionen und Transaktionen
- Wiederanlauf: persistente Warteschlangen erlauben Wiederholung von TA und Vorwärts-Recovery
- Scheitern des WF:
Rücksetzen und Kompensation von TA-Ergebnissen

Transaktionen und Workflows (2)

- **AW-orientierte Zerlegung von Transaktion T**

- in T_1, \dots, T_n
- mit persistenten Warteschlangen Q_1, \dots, Q_n
- lineare Reihenfolge nicht zwingend

- **Einsatz von persistenten Warteschlangen**

- zeitliche Unabhängigkeit der Funktionsausführung
- ➔ höhere Unabhängigkeit der Komponenten,
höhere Verfügbarkeit des Gesamtsystems

- **Ausführung der Transaktion T**

- T_i schreibt in Q_{i+1} , T_{i+1} liest aus Q_{i+1}
- Verkettung der T_i durch spezielles Protokoll (XA-Protokoll von X/Open)
- jede T_i macht unabhängig Commit
- es soll sichergestellt werden, dass alle Transaktionen T_i in T erfolgreich beendet werden

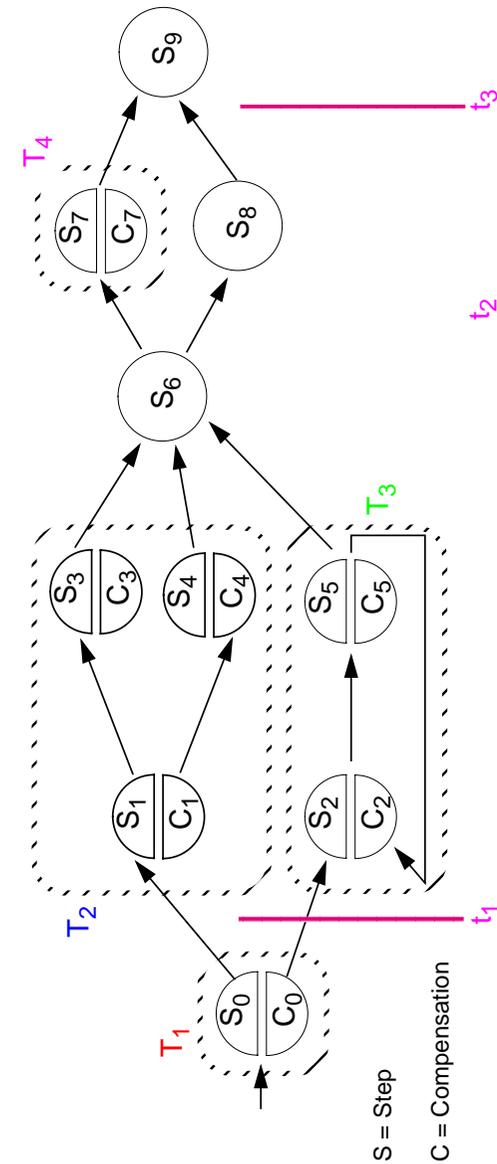
➔ Voraussetzung: alle aktualisierten Ressourcen (auch Nachrichten) sind wiederherstellbar

- **Scheitern der Transaktion T**

- zunächst Vorwärts-Recovery bei Crash
- Weiterführung scheitert auch bei wiederholten Versuchen
- Rücksetzen offener T_i
- Kompensation erfolgreich beendeter T_i

Transaktionen und Workflows (3)

- **Transaktionsgestütztes Workflow-Szenario – allgemeine Problemstellung**



- ➔ **Recovery-Aktionen bei**

- Rücksetzen von T_2
- Crash bei t_1, t_2, t_3

- **Was passiert mit den ungeschützten Aktionen?**

Transaktionen und Workflows (4)

• Crash in Workflows

- offene Transaktionen werden bei Crash zurückgesetzt
- abgeschlossene Transaktionen bleiben vom Crash unbeeinflusst; bei Rollback des Workflow müssen sie, wenn sie betroffen sind, vollständig kompensiert werden
- Aktionen, die nicht dem Transaktionsschutz unterliegen, gehen verloren

• Voraussetzungen für Crash-Recovery

- alle persistenten Statusinformationen aller aktiven Workflows können für Vorwärts-Recovery (Fortführung des Wf) benutzt werden
- persistente Kontexte können einer Anwendungsfunktion wiederholt zur Verfügung gestellt werden
- persistente Ausführungshistorie gestattet ein Rollback mit zeitlich gestaffelten Aufsetzmöglichkeiten

• Semantisch reichere Fehlermodelle erforderlich

- Es geht immer nach vorne!
Ein „Zurück“ ist **eigentlich** nicht vorgesehen
- frühzeitige Freigabe von Änderungen auf gemeinsamen Daten
- Verwaltung der Ausführungsgeschichte und der Kontextdaten erlauben Unterbrechbarkeit sowie eine gewisse Art von Vorwärts-Recovery
- **persistente** Zwischenergebnisse und Nachrichten

➔ **Kombination von TA, persistenten Warteschlangen und Kompensation bei Blockierung, Wiederanlauf sowie Rücksetzen von TA-Ergebnissen**

Anforderungen an ein WfMS

• AW-bezogene Anforderungen

- Einsatz als Middleware-Komponente
- Unterstützung verschiedenster Anwendungsgebiete (Flexibilität)
- Erweiterbarkeit des Wf-Modells
- Offenheit des Wf-Modells
(neue Einsatzbereiche, Integration von Altsystemen)
- dynamische Anpassbarkeit von Wfs an neue AW-Situationen
(Versions- und Konfigurationsverwaltung)

• Systembezogene Anforderungen

- allgemeine Systemeigenschaften:
Zuverlässigkeit, Wartbarkeit, Korrektheit, . . .
- Integration verteilter und heterogener Plattformen
- Portabilität der WfMS-Implementierung
- . . .

• Systemdienste für die TA-orientierten Verarbeitung

Gewährleistung der ACID-Eigenschaften für DB-Daten und auch für andere Betriebsmittel (BM wie persistente Warteschlangen, Nachrichten)

➔ **Weitere Funktionalität erforderlich neben den beiden Arten der Datenverwaltung, geschützt durch TA-Mgr**

• Einsatz eines TP-Monitors

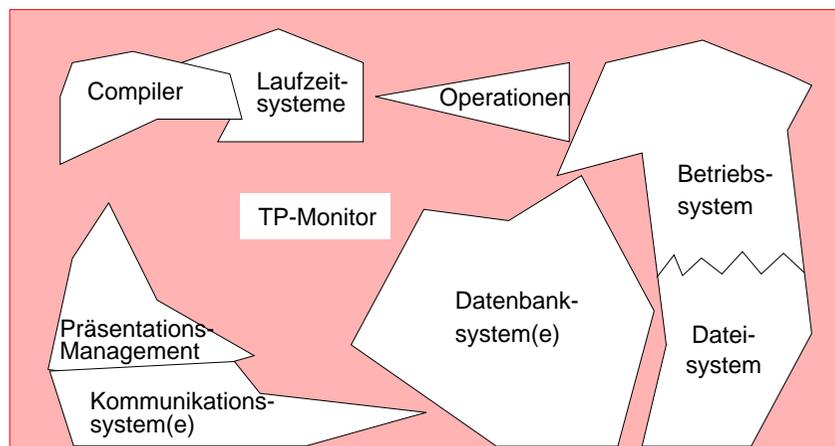
- Scheduling in Wfs - Ausführung von AW-Funktionen:
TA-orientiertes BM-Scheduling
(kurzfristige Aspekte, Allokation von Ressourcen für Anforderungen)
 - Verantwortung für Korrektheit der verteilten TA-Verarbeitung und für einheitliche Fehlersemantik (zusammen mit TA-Mgr)
- ➔ **alle TP-Monitor-Aufgaben fallen bei jeder Anforderung an:
Authentifikation, Autorisierung, Prozess-, Speicher-Allokation**

Was sind TP-Monitore?

- **TP-Monitore (Transaction Processing Monitor)**

- bieten schon seit ~ 1970 auf Mainframes robuste Laufzeitumgebungen für große OLTP-Anwendungen (*on-line transaction processing*)
- liefern den „Klebstoff“ für das Zusammenwirken vieler Komponenten, Betriebsmittel (BM), Protokolle usw. bei der TA-Abwicklung
- realisieren und optimieren Funktionen, die von BS typischerweise nur sehr schlecht oder gar nicht unterstützt werden
- verwalten Prozesse und starten/überwachen TAPs. Sie erlauben die Integration unabhängiger Dienste und ihre Abwicklung als TAs

- **TP-Monitor¹ und zugeordnete Systemkomponenten**



Der TP-Monitor integriert verschiedenartige Systemkomponenten, um gleichförmige Schnittstelle für Anwendungen und Operationen mit demselben Verhalten im Fehlerfall (*failure semantics*) zu bieten.

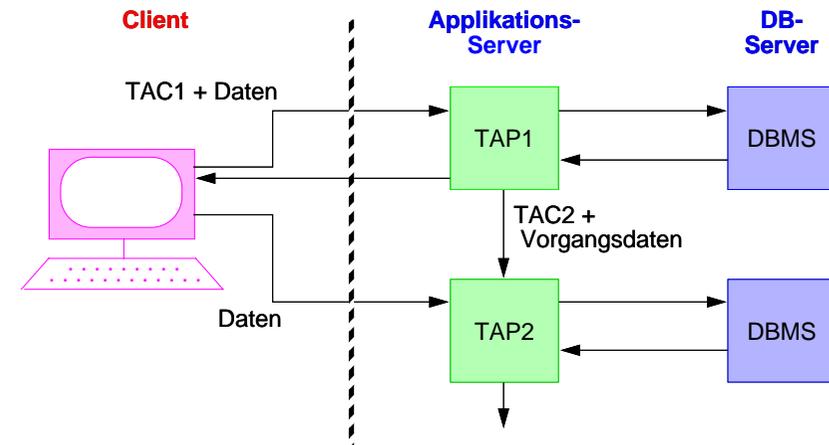
1. "In a contest for the least well-defined software term, TP-Monitor would be a tough contender" (J. Gray)

Was sind TP-Monitore? (2)

- **Wie sind TP-Monitor-basierte Anwendungen aufgebaut?**

- TP-Monitor bietet ein vordefiniertes Framework für Entwicklung, Betrieb und Administration von C/S-Applikationen
- Auf der **Client-Seite** sind Tools zur Entwicklung/Definition von GUIs (Fenster, Formulare, Masken usw.) verfügbar
- Auf der **Server-Seite** lassen sich modulare, wiederbenutzbare Dienste entwickeln, die von Ressourcen-Mgr (RM) gekapselt werden.
- TP-Monitore stellen **allgemeine Server-Klassen** zur Verfügung, für die Prozesse erzeugt werden können, in denen die Dienste der Applikation abgewickelt werden (ein oder mehrere Prozesse pro Server-Klasse)
- Sie führen auf Server-Seite einen **ereignisgetriebenen Programmierstil** ein (TACs initiieren TAPs)

- **Prinzipieller Ablauf eines Vorgangs**



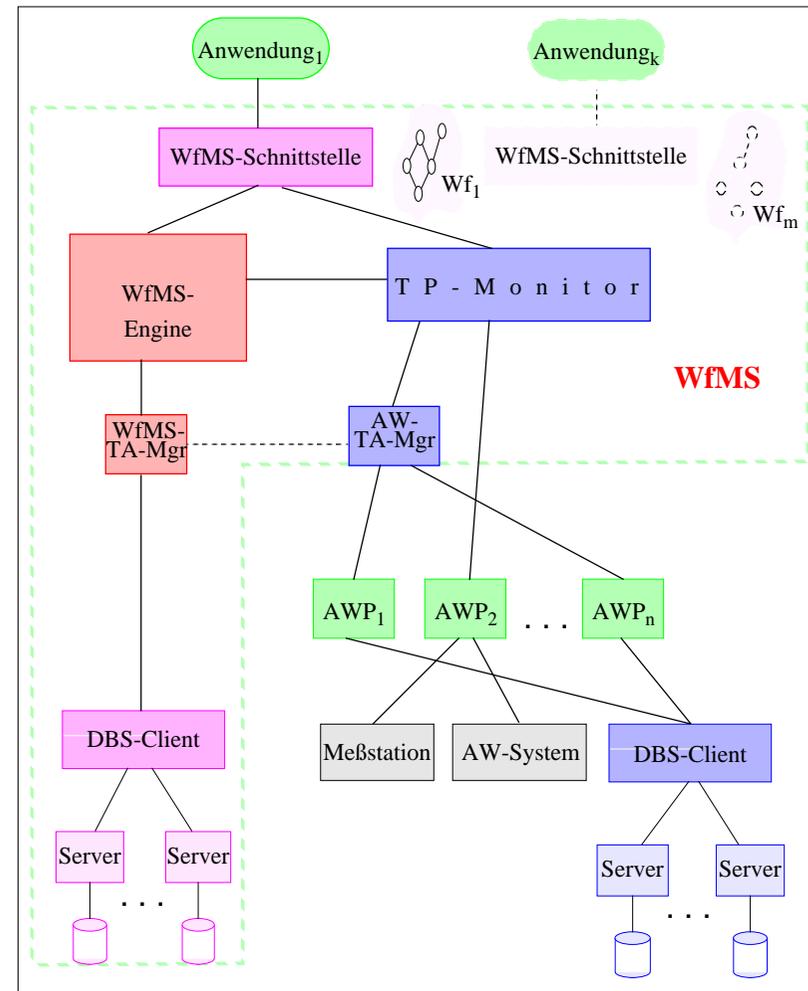
Was sind TP-Monitore? (3)

• Was ist nun genau ein TP-Monitor?

- Er läßt sich als BS für transaktionsgeschützte Applikationen auffassen
- Er ist ein Framework für Applikations-Server
- **Er erledigt drei Aufgaben extrem gut:**
 - **Prozeßverwaltung:**
Sie schließt das Starten von Server-Prozessen, das Initiieren von TAPs, das Kontrollieren ihres Ablaufs und die Lastbalancierung ein
 - **Transaktionsverwaltung¹:**
Sie garantiert die ACID-Eigenschaften von allen Programmen, die unter ihrem „Schutz“ ablaufen. Dazu muß sie im Normalbetrieb Logging (z. B. Protokollieren von Nachrichten) durchführen, um im Fehlerfall Recovery-Maßnahmen ergreifen zu können
 - **C/S-Kommunikationsverwaltung:**
Es ist Client/Server- und Server/Server-Kommunikation zu unterstützen. Sie erlaubt den Client- und Server-Programmen, die an einer Anwendung beteiligten Dienste und Komponenten auf verschiedene Weise aufzurufen: RPCs, Konversationen, asynchrone Nachrichten über persistente Warteschlangen (MOM: *message-oriented middleware*), Broadcasts, ...

Funktionale Architektur von WfMS

• Funktionale Architektur im Überblick



1. The Standish Group estimates that the world electronically processes 68 million transactions every second. 53 million of the 68 million use a TP Monitor (Jim Johnson, Oct. 1998)

Integration von Anwendungen

• Stufen der Integration

- Die meisten Funktionen eines Unternehmens werden durch SW unterstützt
- ➔ **Geschäftsprozess-Integration**, um weitere Automatisierung und Optimierung der Abläufe zu erreichen
- Interaktion zwischen mehreren AW-Systemen ist zunehmend auch **unternehmensübergreifend** erforderlich
- ➔ **Enterprise Application Integration (EAI)**, z. B. zwischen CRM-System (Customer Relationship Management) des Lieferanten und e-Procurement-System (Beschaffung) des Kunden
- Schwierigere Integrationsanforderungen, wenn **Daten aus verschiedenen SW-Systemen** verknüpft werden müssen
- ➔ **Enterprise Information Integration (EII)** verlangt Behandlung semantischer Aspekte

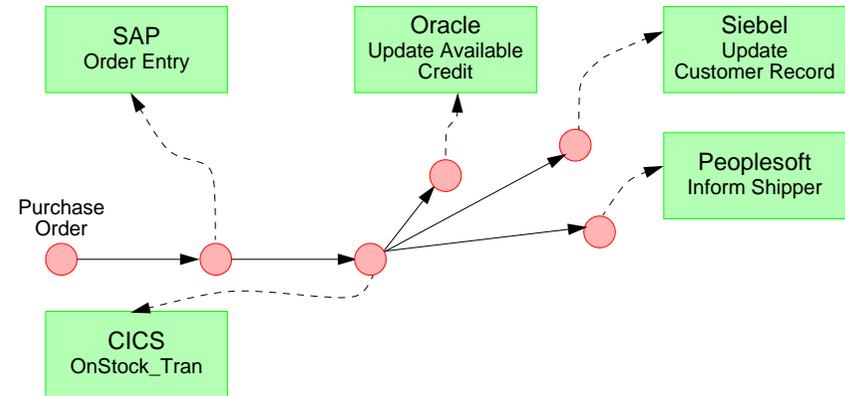
• Typische Probleme der Integration

- Plattformabhängigkeit
 - Systeme sind oft auf Betriebssystemplattform zugeschnitten
 - keine Interaktionsmöglichkeiten mit anderen Systemen (-> Adapter)
- Datenformatabhängigkeit
 - unterschiedliche Datenformate und Datenmodelle
- Prozessabhängigkeit
 - Ablauf, der Interaktion mehrerer Komponenten erfordert, kann oft nur ganz oder gar nicht verändert werden
 - Fehlerbehandlung ist eine Herausforderung
- Management und Optimierung nach Integration
 - Beurteilung der Sicherheit, Verfügbarkeit und Leistungsfähigkeit des Gesamtsystems ist schwierig: keine Garantie für Ausfall- und Antwortzeiten?
 - Optimierung (Lastbalancierung, Caching) ist schwierig
- ➔ **Neue Techniken: Autonomic Computing, Grid Computing usw.**

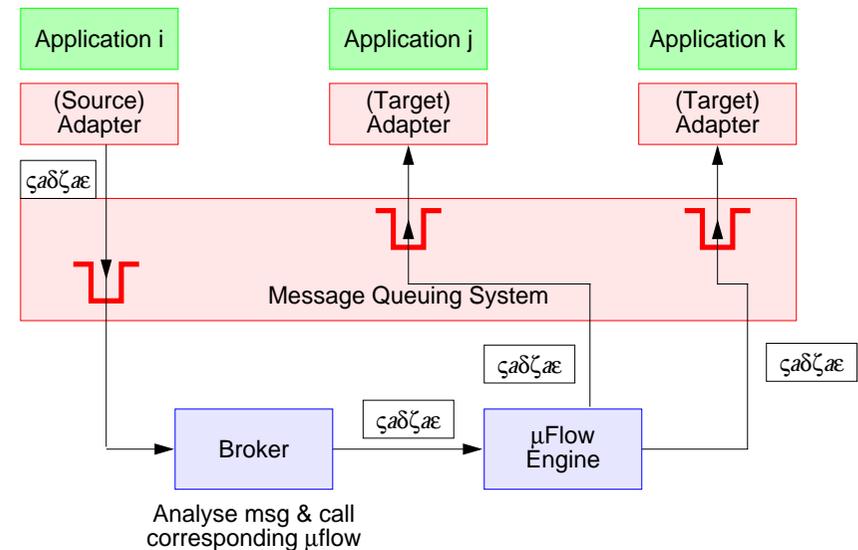
Integration von Anwendungen (2)

• Problemstellung der EAI

- heterogene Systeme
- unternehmensübergreifende Interaktion (Transaktionsschutz)

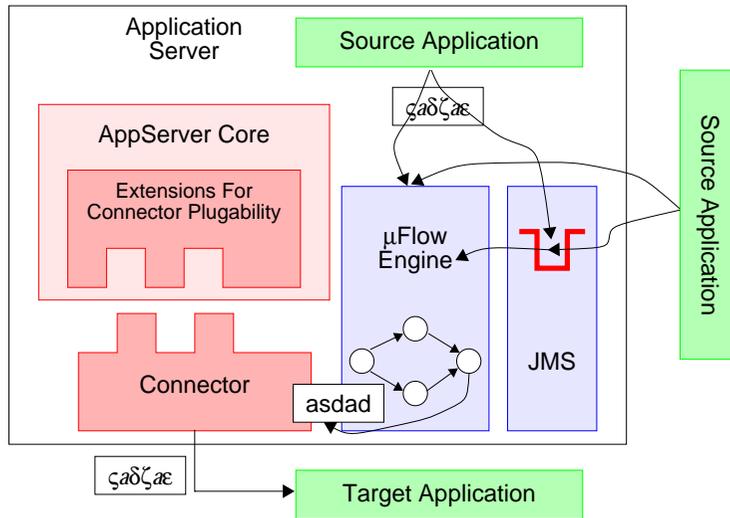


• Flows & Adapters: „Traditionelle“ EAI



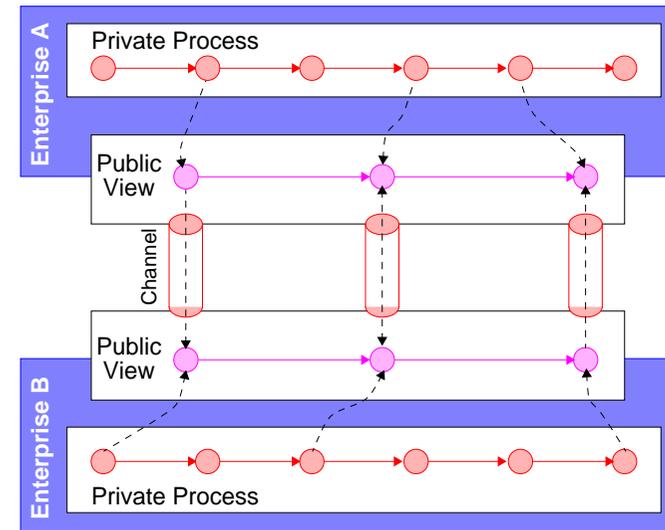
Integration von Anwendungen (3)

- Flows & Connectors: „Moderne“ EAI

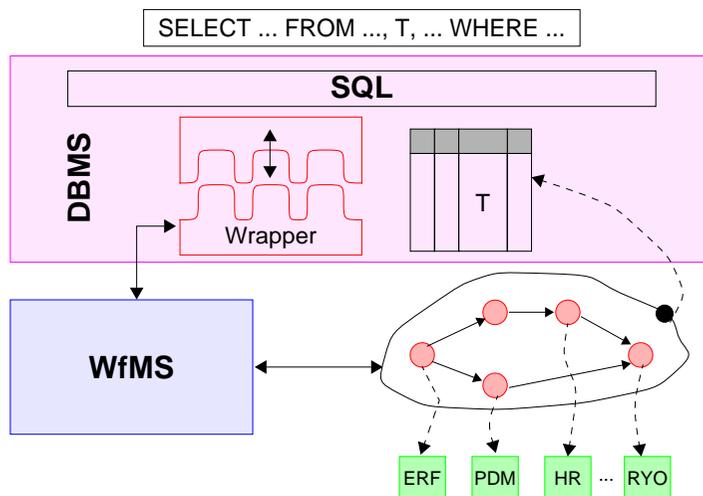


Integration von Anwendungen (4)

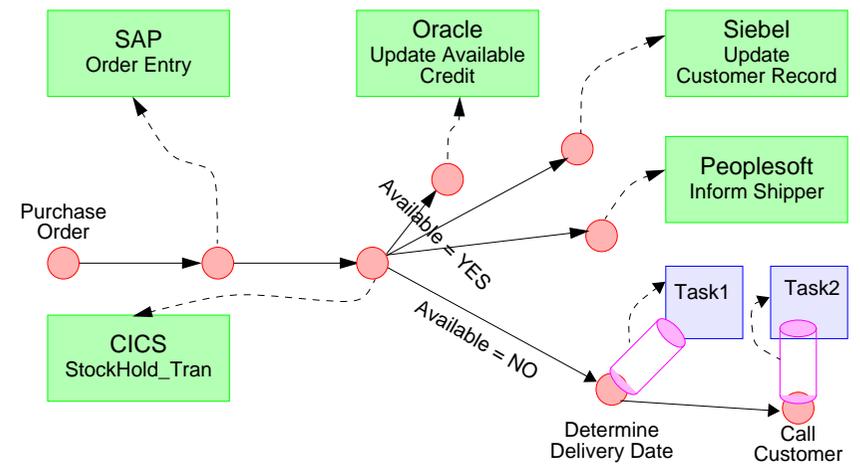
- Flows & Channels: B2B-Interaktionen



- Flows & Wrappers: Funktionsintegration mit Datenbanksystemen



- Flows & People: Exception Handling



Integration von Anwendungen (5)

- Diese EAI-Technologie ist sehr verwirrend

- Adapter
- Connector
- Wrapper
- Channel
- ...

- Neuer Lösungsansatz nach folgenden vier Prinzipien

- Lose Kopplung

- Systeme bleiben autonom und kommunizieren über Nachrichten
- gemeinsames Kompilieren und Binden findet nicht statt: unabhängige Weiterentwicklung

- Virtualisierung

- Austauschbarkeit von Komponenten
- Kommunikationspartner werden häufig dynamisch bestimmt

- Einheitliche Konventionen

- Dienste unterstützen viele unterschiedliche Datenformate, protokolle und Mechanismen
- verwendete Technologien werden nicht eingeschränkt

- Standards

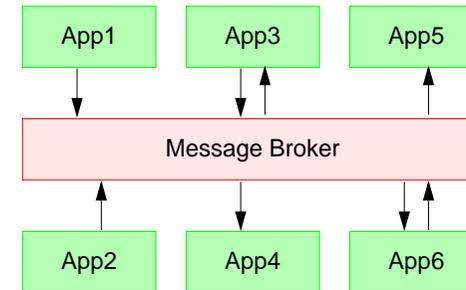
- Erfolgsrezept ist Festlegung von Standards
- alle großen Plattform-Anbieter (wie BEA, IBM, Microsoft, ...), Anbieter von Softwareanwendungen (wie SAP, Siebel, ...) und Anwender halten sich daran!

- ➔ Sprachansatz: BPEL4WS

(Business Process Execution Language for Web Services)

Integration von Anwendungen (6)

- Umsetzung durch Middleware-Architektur für EAI



- Message Broker

- leistet eine logische Zentralisierung der Integrationsaufgaben
- setzt die geforderten vier Prinzipien um
 - lose Kopplung wird erreicht, indem Anwendungen sich nicht direkt aufrufen
 - Virtualisierung wird durch Regelmenge (zur Weiterleitung, Transformation und Protokollierung von Nachrichten) im Message Broker erreicht
 - einheitliche Konventionen und
 - Standards werden durch Message Broker erzwungen

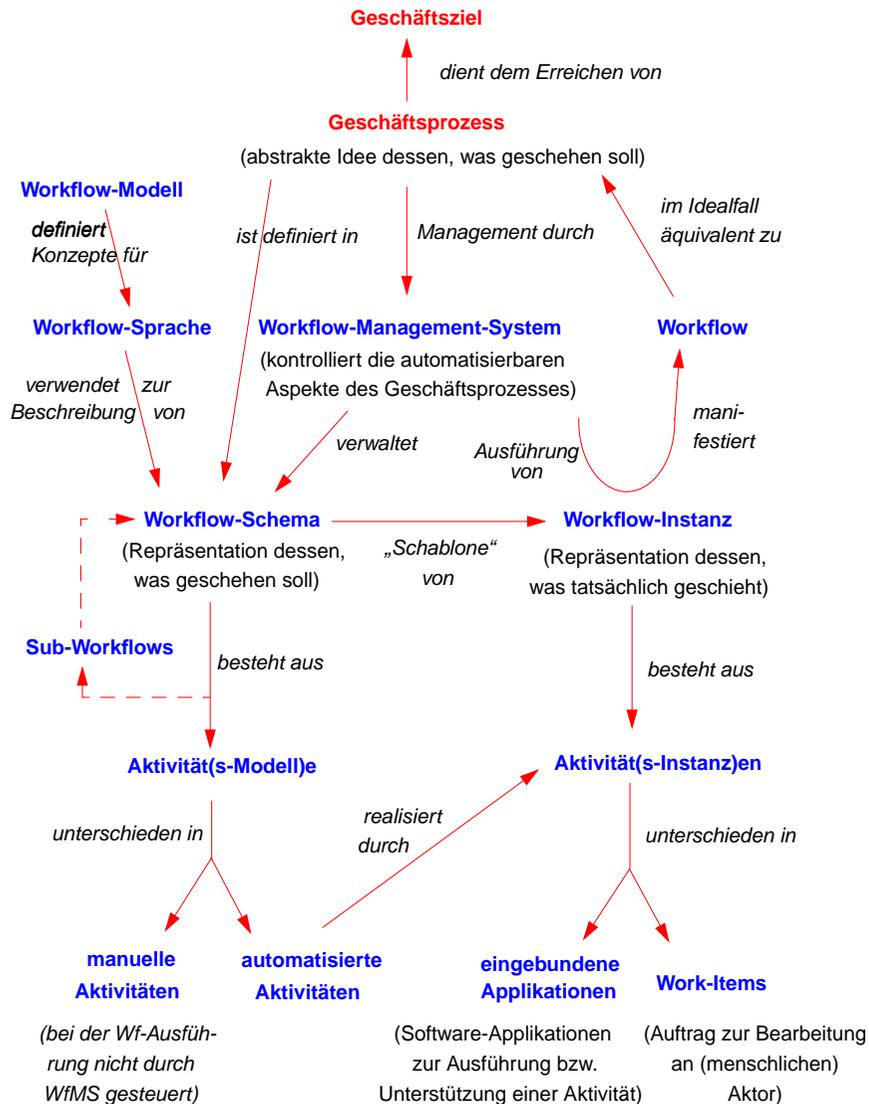
- Neue Technologie: Web Services¹

- Web Service wird durch einen URI (Uniform Resource Identifier) identifiziert
- Schnittstelle eines Web Service ist maschinenlesbar und wird durch WSDL (Web Service Definition Language) beschrieben
- Web Service kommuniziert mit anderen SW-Komponenten durch XML-Nachrichten insbesondere mit Hilfe von Internet-Protokollen (HTTP, SMTP)
- Web Services sind autonom. Man kann nicht beeinflussen, ob und wie eine Nachricht vom Web Service verarbeitet wird. Qualitätseigenschaften wie Antwortzeitgarantien müssen durch zusätzliche Vereinbarungen geregelt werden

1. W3C-Definition: A Web Service is a software system designed to support interoperable machine-to-machine interaction over a network. It has an interface described in a machine-processable format (specifically WSDL). Other systems interact with the Web Service in a manner prescribed by its description using SOAP-messages, typically conveyed using HTTP with an XML serialization in conjunction with other Web-related standards.

Zusammenfassung – Workflow-System

• Beziehungen zwischen den grundlegenden Begriffen (nach WfMC)



Zusammenfassung

• Eigenschaften von Workflows

- verteilt, langlebig, parallel, heterogen, hierarchisch organisiert
- TA-geschützte und ungeschützte Aktivitäten
- Workflow als globale TA? – nicht erreichbar, aber auch nicht wünschenswert

• Anforderungen an die Wf-Ausführung

- Kosteneffektivität, Verlustminimierung im Fehlerfall
- semantisch reichhaltigere Fehlerbehandlungsmodelle zwingend erforderlich
- frühzeitige Freigabe von Betriebsmitteln (v.a. Daten),
- Kompensation / Recovery oder manuelle Behebung im Fehlerfall

➔ **kein globales ACID, aber zumindest selektiv erforderlich**

• Prozeß- und Anwendungsintegration

- Geschäftsmodelle und -Prozesse im Web: Beschreibung der Abläufe (Workflows): BPEL4WS
- Schutz durch Geschäftstransaktionen (BTs), die ACID-TA als „Bausteine“ benutzen (zur Sicherung unternehmenskritischer Aktivitäten)

• TAs in einer WS-Umgebung (BTs)

- sind komplex, mehrere (nicht-vertrauenswürdige) Teilnehmer
- überspannen Organisationsgrenzen und sind langlebig
- benutzen Web Services zur Realisierung (XML, WSDL, SOAP, UDDI)
- neue Formen der Atomarität erforderlich: Verbindlichkeits-, Konversations-, Vertrags-, Zahlungs-, Warenatomarität sowie als komplexeste Form Atomarität bei zertifizierter Lieferung

➔ **Alle Konzepte beruhen auf Kompensationen, meist erforderlich wegen vorzeitiger Freigabe von Daten**