Kapitel 1

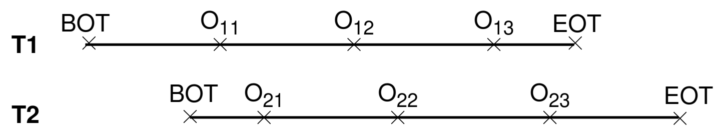
Grundlagen / Wiederholung

Inhalt

- ❑ Transaktionen
- ❑ Transaktionssysteme
- ❑ Zusammenspiel der Transaktionsdienste
- ❑ TP-Monitor
- ❑ Transaktionen in der Middleware
- ❑ Zusammenfassung

Transaktionen (2)

- ❑ Ablaufkontrollstruktur: Transaktion



- ❑ Eigenschaften
  - ➪ Atomicity (Atomarität)
    - TA ist kleinste, nicht mehr weiter zerlegbare Einheit
    - „alles-oder-nichts“-Prinzip
  - ➪ Consistency
    - TA hinterläßt einen konsistenten DB-Zustand
    - Zwischenzustände dürfen inkonsistent sein
    - Endzustand muß Integritätsbedingungen erfüllen
  - ➪ Isolation
    - Nebenläufige TA dürfen sich nicht gegenseitig beeinflussen
  - ➪ Durability (Dauerhaftigkeit)
    - Wirkung erfolgreich abgeschlossener TA bleibt dauerhaft in der DB
    - TA-Verwaltung muß sicherstellen, daß dies auch nach einem Systemfehler gewährleistet ist
    - Wirkung einer erfolgreich abgeschlossenen TA kann nur durch eine sog. kompensierende TA aufgehoben werden

Transaktionen (3)

❑ DB-bezogene Definition der Transaktion:

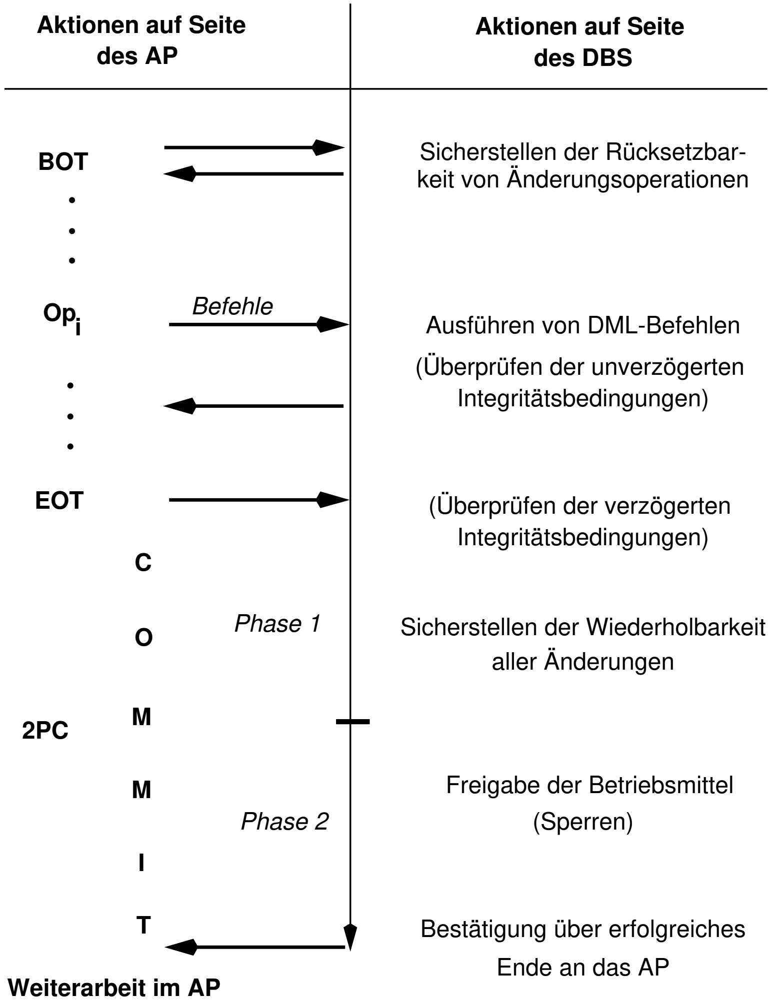
Eine TA ist eine ununterbrechbare Folge von DML-Befehlen, welche die Datenbank von einem logisch konsistenten Zustand in einen neuen logisch konsistenten Zustand überführt.

❑ Transaktionsverwaltung

- ➪ koordiniert alle DBS-seitigen Maßnahmen, um ACID zu garantieren
- ➪ besitzt zwei wesentliche Komponenten
  - Synchronisation
  - Logging und Recovery
- ➪ kann zentralisiert oder verteilt (z.B. bei VDBS) realisiert sein
- ➪ soll Transaktionsschutz für heterogene Komponenten bieten

Transaktionen (4)

❑ Schnittstelle zwischen AP und DBS



Transaktionen (5)

- Integritätskontrolle
  - modellinherente Integritätsbedingungen (relationale Invarianten)
  - semantische Integritätsbedingungen
  - Trigger
  - Regeln
- semantische Integritätsbedingungen
  - Reichweite
    - Attribut
    - Tupel
    - Relation
    - mehrere Relationen
  - Zeitpunkt der Überprüfung
    - immediate
    - deferred
  - Art der Überprüfbarkeit
    - Zustand
    - Übergang
  - Anlaß für Überprüfung
    - Datenänderung
    - Zeitpunkt

Transaktionen (6)

- Synchronisation
  - Ziel: Vermeidung von Anomalien
    - Abhängigkeit von nicht freigegebenen Änderungen *(dirty read)*
    - Verlorengegangene Änderung *(lost update)*
    - Inkonsistente Analyse *(non-repeatable read)*
    - Phantom-Problem
  - Formales Korrektheitskriterium: *Serialisierbarkeit:*

    *Die parallele Ausführung einer Menge von TA ist **serialisierbar**, wenn es eine serielle Ausführung derselben TA-Menge gibt, die den **gleichen DB-Zustand** und die **gleichen Ausgabewerte** wie die ursprüngliche Ausführung erzielt.*
  - Verfahren
    - Sperrverfahren
    - optimistische Verfahren
    - Zeitmarkenverfahren
    - Mehrversionenverfahren
    - Spezialverfahren

Transaktionen (7)

- Synchronisation (Forts.)
  - Verfahren (Forts.)
    - Beispiel: Sperrverfahren
      - 2PL-Regeln:
        1. vor jedem Objektzugriff muß Sperre mit ausreichendem Modus angefordert werden
        2. gesetzte Sperren anderer TA sind zu beachten
        3. eine TA darf nicht mehrere Sperren für ein Objekt anfordern
        4. ***Zweiphasigkeit:*** Wachstumsphase vor Schrumpfungsphase (Beachte Varianten: *strikt* und *preclaiming*)
        5. spätestens bei Commit sind alle Sperren freizugeben
      - Beispiel: Hierarchische Sperren

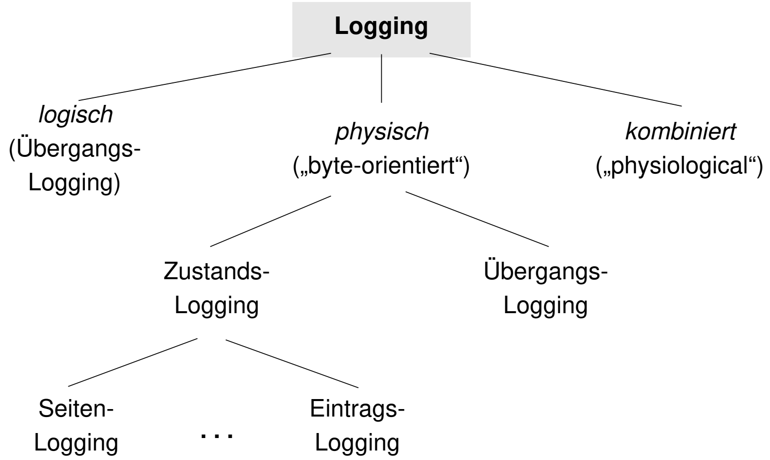
	IR	IX	R	RIX	U	X
IR	+	+	+	+	-	-
IX	+	+	-	-	-	-
R	+	-	+	-	-	-
RIX	+	-	-	-	-	-
U	-	-	+	-	-	-
X	-	-	-	-	-	-

Transaktionen (8)

- Logging und Recovery
  - Recovery-Arten
    - Transaktions-Recovery
      - vollständiges Zurücksetzen (TA-UNDO)
      - partielles Zurücksetzen auf Rücksetzpunkt (Savepoint)
    - Crash-Recovery nach Systemfehler
      - (partielles) REDO für erfolgreiche Transaktionen (Wiederholung verlorengegangener Änderungen)
      - UNDO aller durch Ausfall unterbrochenen Transaktionen (Entfernen der Änderungen aus der permanenten DB)
    - Medien-Recovery nach Gerätefehler
      - Spiegelplatten
      - vollständiges Wiederholen (REDO) aller Änderungen auf einer Archivkopie
    - Katastrophen-Recovery
      - Nutzung einer aktuellen DB-Kopie in einem “entfernten” System oder
      - stark verzögerte Fortsetzung der DB-Verarbeitung mit repariertem/neuem System auf der Basis gesicherter Archivkopien (Datenverlust!)

Transaktionen (9)

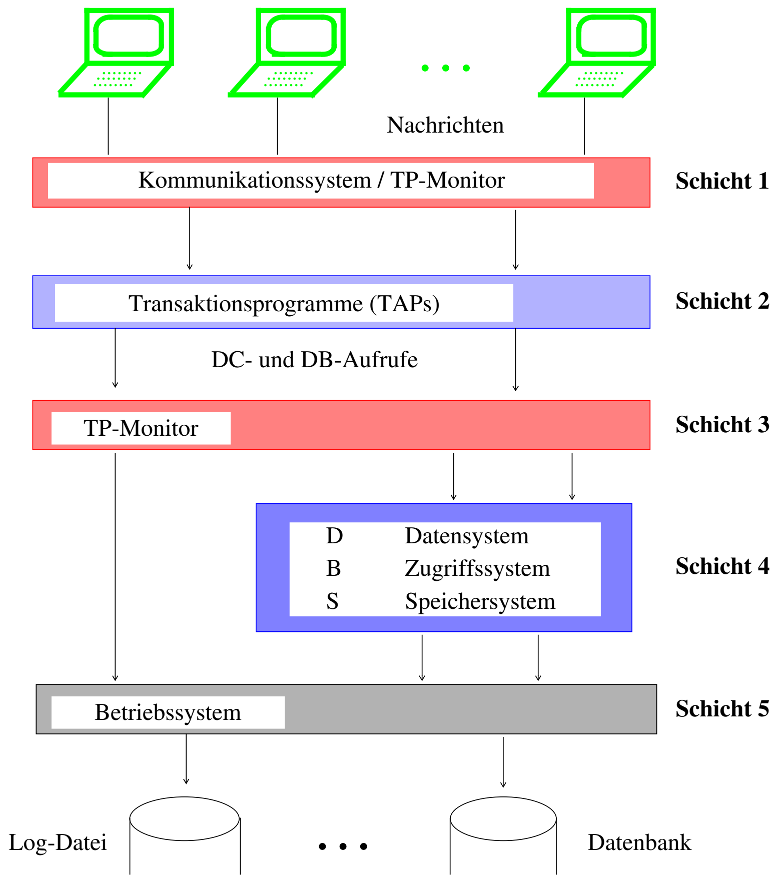
- Logging und Recovery (Forts.)
  - Logging-Verfahren



  - Abhängigkeiten zu anderen Systemkomponenten
    - Einbringstrategie
      - direkt (NON-ATOMIC, Update-in-Place)
      - verzögert (ATOMIC, Bsp.: Schattenspeicherkonzept)
    - DB-Pufferverwaltung
      - Verdrängen ‚schmutziger‘ Seiten (STEAL vs. NOSTEAL)
      - Ausschreibstrategie für geänderte Seiten (FORCE vs. NOFORCE)
    - Empfehlenswert: NON-ATOMIC / STEAL / NOFORCE
    - Sperrverwaltung
      - Log-Granulat kleiner gleich Sperrgranulat!

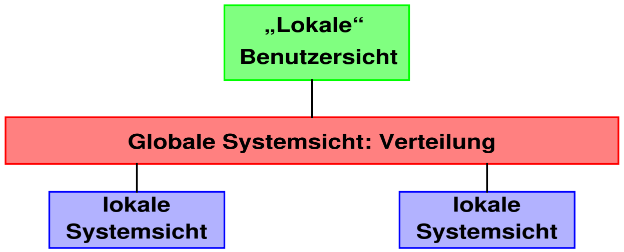
Transaktionssysteme (1)

- Schichtenmodell eines Transaktionssystems



Transaktionssysteme (2)

- Wichtige Aspekte eines (verteilten) **TP-Systems**
  - verteilt, heterogen
  - Werkzeuge zur Unterstützung der Anwendungsprogrammierung, -ausführung und -verwaltung
  - Anfragen und Änderungsanforderungen werden über ein Netz von Geräten weitergeleitet und mit Hilfe von DBS verarbeitet
  - Ausgaben treiben Aktuatoren und Geräte, die den Zustand der Miniwelt verändern oder kontrollieren
  - Anwendungen, Datenbanken und Netzwerke wachsen oft über mehrere Jahrzehnte
  - Es wird ein unterbrechungsfreier Betrieb verlangt (continuous operation, keine geplanten Abschaltzeiten)
  - strikte Antwortzeitanforderungen
  - **TP-Monitor** verkörpert Menge zentraler Dienste, die den Fluß der TA durchs System verwalten und koordinieren
  - Prinzipien: Funktions-, Daten- und Lastverteilung
  - gewünschte Sichtbarkeit



Transaktionssysteme (3)

- Klassifikation
  - Verteilung unter Kontrolle des TP-Monitors *(Verteilte DC-Systeme)*
    - TP-Monitor verbirgt weitgehend Heterogenität bezüglich Kommunikationsprotokollen, Netzwerken, BS und Hardware
    - DBS bleiben weitgehend unabhängig (keine Kooperation zwischen DBS)
    - heterogene DBS möglich: Einsatz von DBS-Gateways
    - geringe Implementierungskomplexität
  - Drei wesentliche Alternativen:

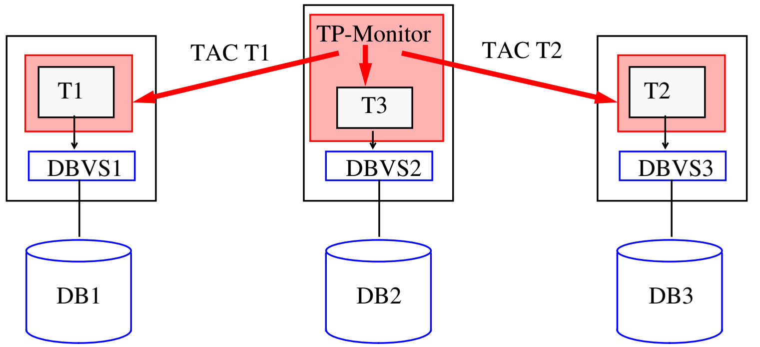
    1. ***Transaction Routing***
       - globale Sicht in Schicht 1 (Kommunikationssystem)
       - Einheit der Verteilung ist die Transaktion (TA-Typ)

    1. ***Programmierte Verteilung***
       - globale Sicht in Schicht 2 (im AP)
       - Einheit der Verteilung ist eine Teil-Transaktion (Programmfragment)

    1. ***Verteilung von DB-Operationen***
       - globale Sicht in Schicht 3 (TP-Monitor)
       - Einheit der Verteilung ist ein DML-Befehl

Transaktionssysteme (4)

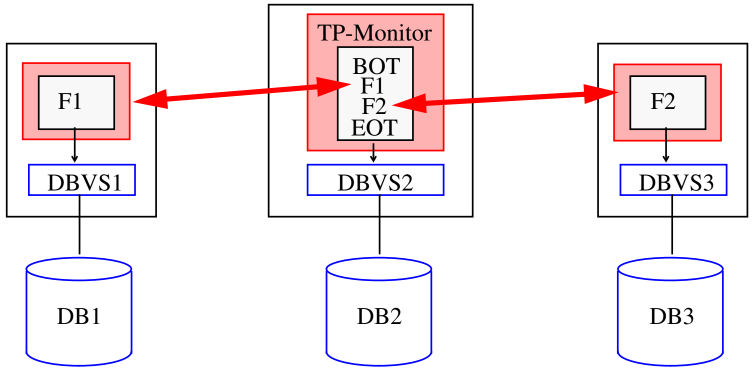
- Transaction Routing
  - Prinzip
    - jeder TA-Typ ist einem Rechner fest zugeordnet
    - TP-Monitor kennt TA-Typ-Zuordnung: Erkennung und Weiterleitung des TAC (→ Ortstransparenz)
    - lokale Transaktionsausführung innerhalb eines Rechners
    - Ausgabenachricht muß ggf. über Zwischenrechner an Benutzer zurückgesendet werden



  - Keine Kooperation zwischen DBVS
    - pro Rechner eigene DB/Schemata
    - heterogene DBS möglich
  - Als alleiniges Verteilgranulat zu inflexibel (keine echt verteilte Transaktionsausführung)
  - Beispiel: IMS MSC (*multiple systems coupling*)

Transaktionssysteme (5)

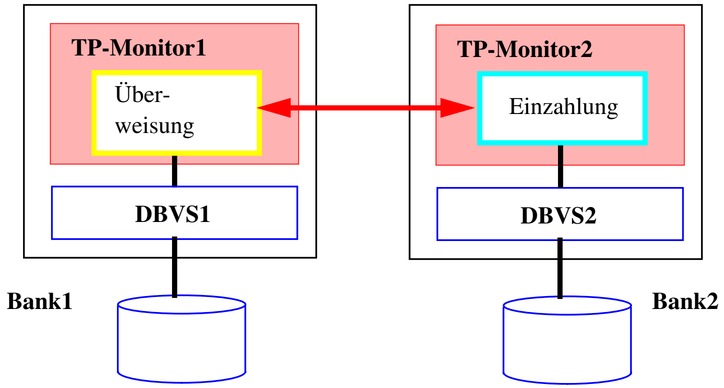
- Programmierte Verteilung
  - Verteilung auf Ebene von Anwendungsprogrammen
    - Zugriff auf externe DB durch Aufruf eines Teilprogramms (RPC) auf dem betreffenden Rechner
    - jedes Teilprogramm greift nur auf lokale DB zu (mit jeweiliger Anfragesprache)



  - Transaktionsverwaltung
    - TP-Monitor koordiniert verteiltes Commit-Protokoll
    - DBS müssen DB-Operationen von nicht-lokalen Transaktionen akzeptieren sowie am Commit-Protokoll teilnehmen
    - Auflösung globaler Deadlocks über Timeout
  - Ortstransparenz kann prinzipiell durch TP-Monitor erreicht werden
  - *Beispiele:* Tandem Pathway, UTM-D, CICS Distributed Transaction Processing

Transaktionssysteme (6)

- Programmierte Verteilung (Forts.)
  - Beispiel: Überweisung zwischen unabhängigen Banken

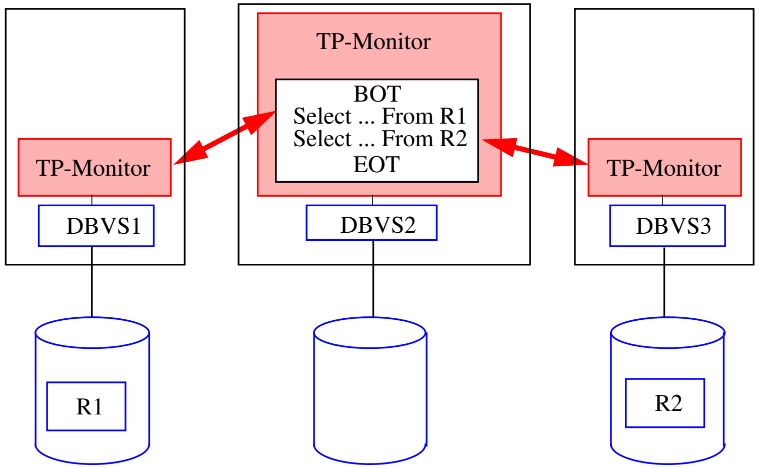


Eingabenachricht (Parameter) lesen
BEGIN WORK
{ Zugriff auf lokale DB zur Abhebung des Betrags }
UPDATE ACCOUNT
SET BALANCE = BALANCE - :S
WHERE ACCT_NO = :K1;
• • •
CALL EINZAHLUNG (Bank2, S, K2)
COMMIT WORK
Ausgabenachricht ausgeben

Parameter übernehmen
• • •
UPDATE GIROKTO
SET KSTAND := KSTAND+ :S
WHERE KNUMMER = :K2;
• • •
Ausführung zurückmelden

Transaktionssysteme (7)

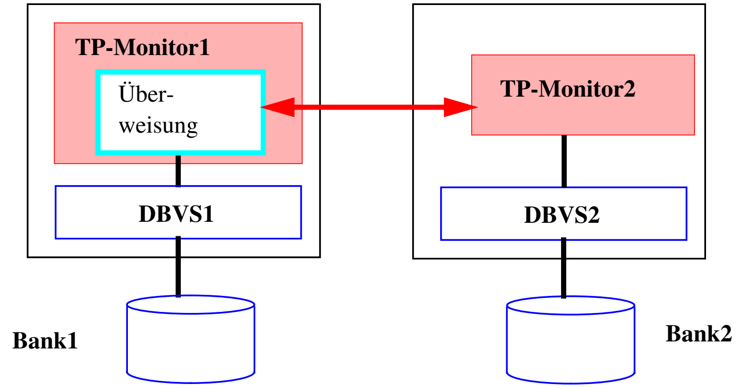
- Verteilung von DB-Operationen (durch TP-Monitor)



- DB-Operationen als Verteileinheiten
  - AP können auf entfernte Datenbanken zugreifen; Aufrufweiterleitung durch *Function Request Shipping*
  - Programmierer sieht mehrere Schemata; jede Operation muß innerhalb eines Schemas (DB-Partition) ausführbar sein
  - gemeinsame Anfragesprache wünschenswert
  - Ort der Verteilung kann für AP prinzipiell transparent gehalten werden
  - Transaktionsverwaltung im Prinzip wie bei Programmierter Verteilung
- Beispiel: CICS *Function Request Shipping*

Transaktionssysteme (8)

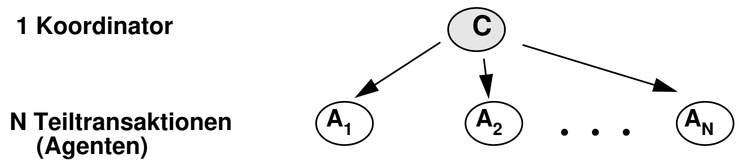
- ❑ Verteilung von DB-Operationen (Forts.)
  - ➪ Beispiel



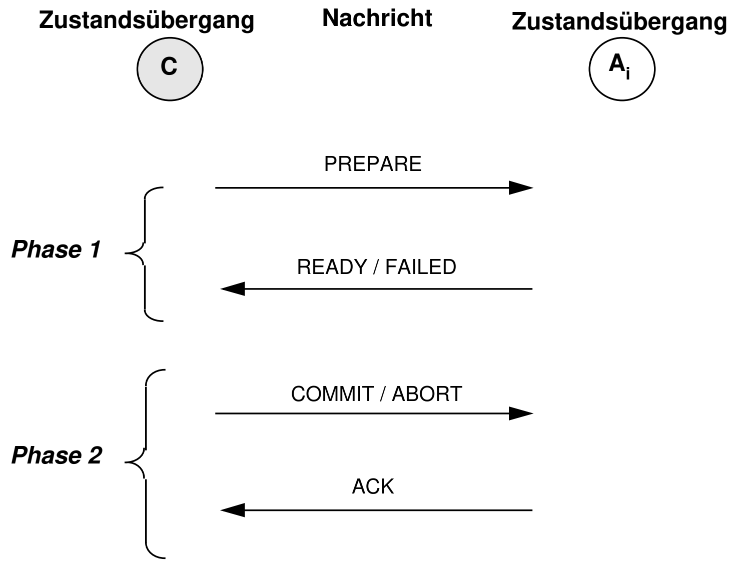
Eingabenachricht (Parameter) lesen
BEGIN WORK
CONNECT TO R1.DB1 ...
UPDATE ACCOUNT
SET BALANCE = BALANCE - :S
WHERE ACCT_NO = :K1;
CONNECT TO R2.DB2 ...
UPDATE GIROKTO
SET KSTAND := KSTAND+ :S
WHERE KNUMMER = :K2;
• • •
COMMIT WORK
DISCONNECT ...
Ausgabenachricht ausgeben

Transaktionssysteme (9)

- ❑ Verteilte Transaktionsbearbeitung

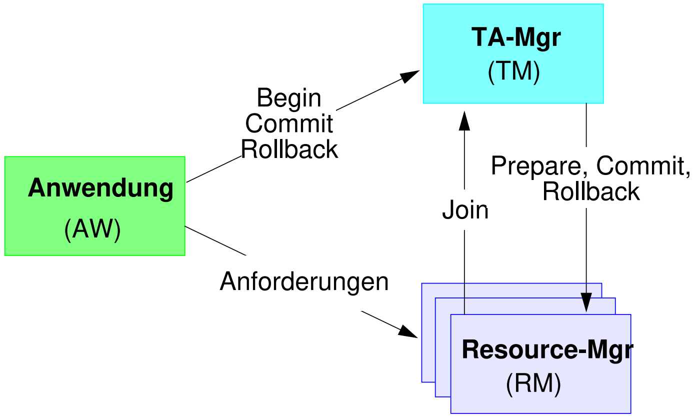


- ❑ Zweiphasen-Commit-Protokoll



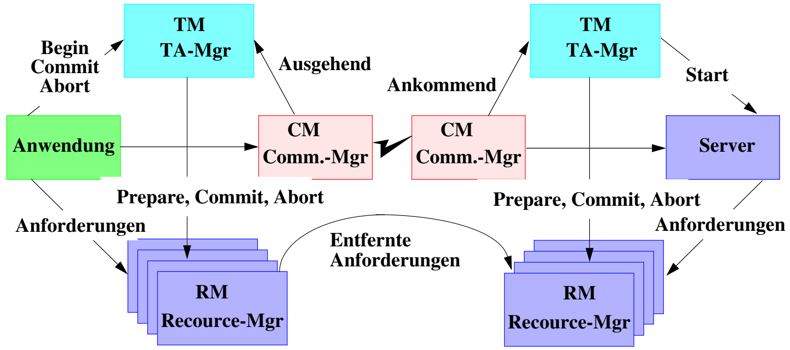
Zusammenspiel der Transaktionsdienste (1)

- Verteilte Transaktionsverwaltung nach X/OPEN DTP (1991)



Zusammenspiel der Transaktionsdienste (2)

- Verteiltes TP-Modell nach X/Open



Zusammenspiel der Transaktionsdienste (3)

- ❑ Strikte Unterscheidung zwischen TP-Monitor und TA-Mgr
  - ➪ viele Systembenutzer benötigen den TP-Monitor nicht: z. B. Stapel-AW, Ad-hoc-Anfragen über eine direkte SQL-Schnittstelle
  - ➪ spezielle AW-Systeme (z. B. CAD) haben ihre eigene Terminalumgebung
  - ➪ alle Aktivitäten brauchen jedoch Transaktionsunterstützung
- ❑ Eine Konsequenz ist die Trennung der Komponenten zur Durchführung
  - ➪ der **Transaktionskontrolle** (TA-Mgr) und
  - ➪ des **transaktionsorientierten Betriebsmittel-Scheduling** (TP-Monitor)

Zusammenspiel der Transaktionsdienste (4)

- ❑ TP-Monitor-Unterstützung für RM
  - ➪ *Start und Restart des Systems*
    - alle RM der spezifizierten Konfiguration müssen zunächst gestartet werden
    - das Recovery-Protokoll bei Crash wird zwischen RM und TA-Mgr direkt abgewickelt
    - der TP-Monitor hat hierbei nur Kontrollfunktion
  - ➪ *Definition eines neuen RM*
    - Übernahme der Beschreibungsdaten in den Katalog und Aktualisierung der Konfigurationsdaten
  - ➪ *Änderung der Prozeßkonfiguration*
    - z. B. Erweiterung einer Server-Klasse
  - ➪ *Handhabung von TRPCs*
    - als grundlegender Mechanismus für die Zusammenarbeit aller Komponenten

TP-Monitor (1)

❑ Grundlage: Resource Manager (RM)

➩ Systemkomponenten, die **Transaktionsschutz für ihre Betriebsmittel** (BM) in der Art bieten, daß diese BM in globale Transaktionsdienste eines TP-Monitors integriert werden können, heißen **Resource Manager**.

❑ Aufgaben

➩ **Bewältigung der Heterogenität**:

- Zugriff auf heterogene DB oder verschiedenartige RM bei gleichzeitiger Gewährleistung von ACID für die gesamte Funktion

➩ **Kontrolle der Kommunikation**:

- Bei verteilter Verarbeitung unterliegt die Kommunikation auch der TA-Kontrolle. Das kann erreicht werden durch einen Mechanismus wie ‘transactional remote procedure call’ (TRPC).
- Der Kommunikations-Manager handhabt und kontrolliert Nachrichten und Sitzungen; er ist deshalb ein RM.

➩ **Verwaltung der Terminals**:

- Nachrichtenkommunikation mit unterschiedlichsten Terminals (Workstations, . . ., Zapfsäulen)
- Nachrichtenkommunikation muß Teil der TA sein, damit für den Endbenutzer die ACID-Eigenschaften gewährleistet werden können.
- Der TP-Monitor muß diese Aufgabe übernehmen (schwierige Probleme im Fehlerfall)

TP-Monitor (2)

❑ Aufgaben (Forts.)

➩ **Präsentationsdienste**:

- Um ACID für den Endbenutzer zu realisieren, ist im Fehlerfall seine “Sicht” wiederherzustellen.
- Wenn er bspw. ein X-Window-System verwendet, sind Fenster, Cursorpositionen u. a. wieder aufzubauen, d. h., ein X-Client muß in einer TA-orientierten Umgebung als RM agieren.

➩ **Kontextverwaltung**:

- Kontexte sind bspw. bei Mehrschritt-TA oder bei Abwicklung einer langen TA durch “Mini-Batches” erforderlich.
- Die Speicherung und Wiederherstellung von Kontexten ist gebunden an die SoC der TA, die einen Kontext erzeugte oder zuletzt modifizierte.
- Wartung der Kontexte ist Aufgabe des TP-Monitors.

➩ **Start/Restart**:

- Praktisch alle Komponenten einer TA-orientierten Ablaufumgebung benötigen Transaktionsdienste.
- Deshalb muß der TP-Monitor auch den Restart nach einem Fehler übernehmen, um einen konsistenten Zustand nach den ACID-Regeln aufzubauen.

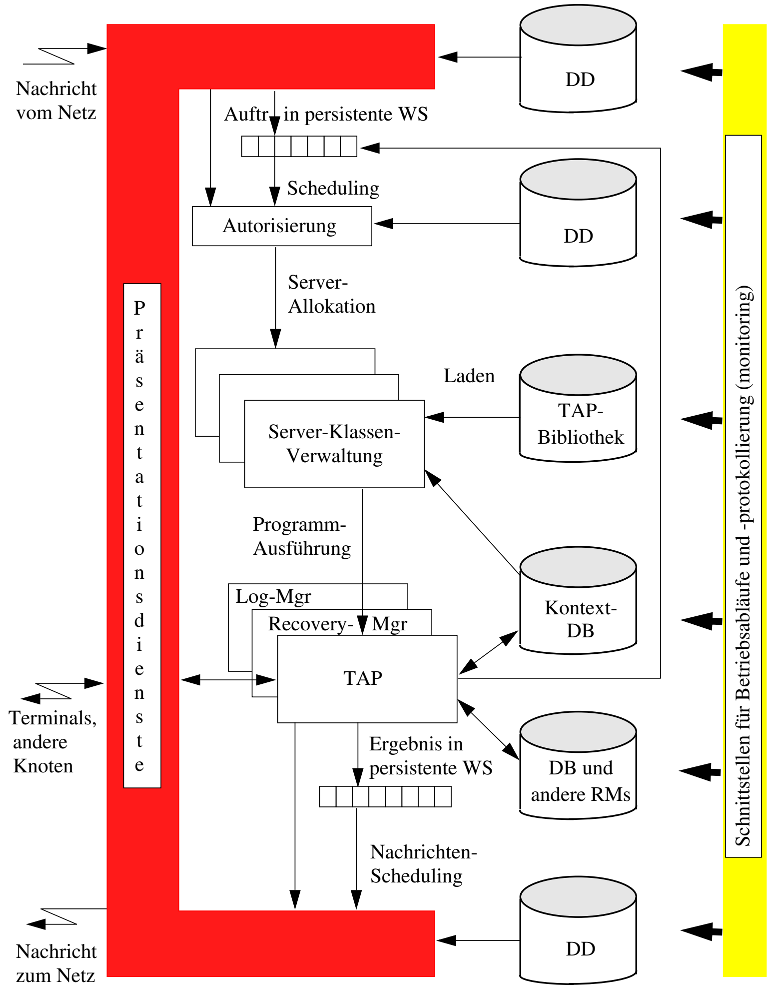
TP-Monitor (3)

❑ Aufgaben (Forts.)

- **Programmverwaltung**
  (siehe oben: TP-Monitor-Unterstützung für RM)
- **Konfigurationsverwaltung**
  (siehe oben: TP-Monitor-Unterstützung für RM)
- **Lastbalancierung**
- **Autorisierung**
- **Bereitstellung von Administrationsschnittstellen**

TP-Monitor (4)

❑ Kontrollfluß durch einen TP-Monitor (vereinfacht)



TP-Monitor (5)

❑ **Middleware-Aspekt**

➩ TA-Konzept als Basis für (DB-)Middleware

- TA-Schutz für verteilte Abläufe notwendig
- damit sind die Prinzipien der Verteilten Transaktionsverwaltung grundlegend für jede Art der Middleware-Integration
- TP-Monitor/TA-Manager bzw. proprietäre Komponente, die Transaktionskontrolle durchführt, als notwendige Komponente jeder DB-Middleware

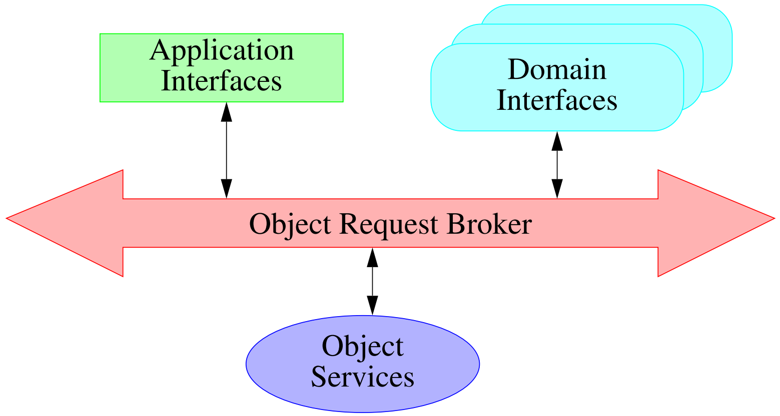
➩ TP-Monitor selbst gehört zur DB-Middleware

- Integration von verteilten, heterogenen RM
- Herstellung von globalen Sichten (TA-Routing, Vert. Progr., Vert. v. DB-Ops.)

TA in der Middleware - CORBA (1)

❑ Beispiel: CORBA

❑ Object Management Architecture (OMA)



❑ Interfaces in unterschiedlichen Kategorien

➩ Object Services (horizontal)

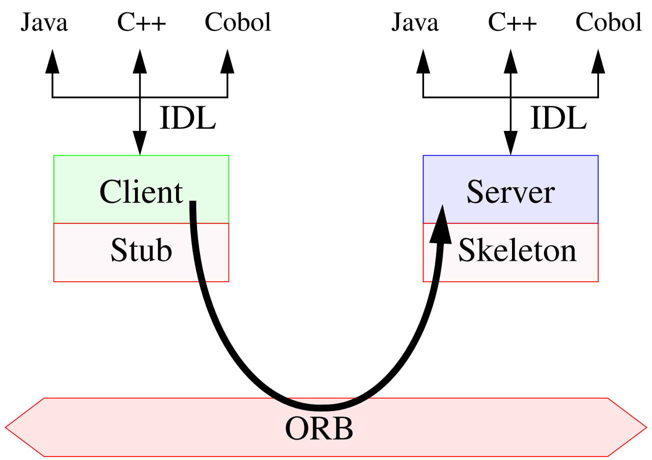
➩ Domain Interfaces (vertikal)

- Telekommunikation
- Finanzdienstleistungen
- E-Commerce
- Medizin
- ...

➩ Application Interfaces

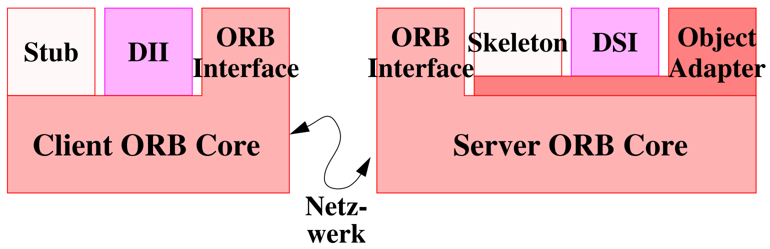
CORBA (2)

- Object Request Broker (ORB)
  - Vermittlung der Dienstaufrufe zwischen verschiedenen Interfaces



CORBA (3)

- CORBA-Kernkomponenten
  - Objektreferenzen (Interoperable Object References, IOR)
  - Object Request Broker (ORB)
  - Objektadapter
  - Stubs und Skeletons
  - Dynamic Invocation/Skeleton Interface (DII/DSI)



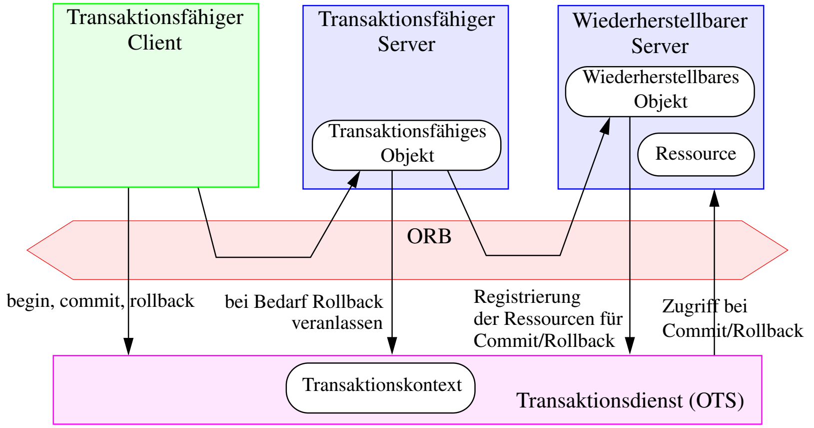
  - Dienst-spezifisch
    - Stub
    - Skeleton
  - identisch für alle Anwendungen
    - ORB Interface
    - DII
    - DSI

CORBA (4)

- CORBA-Service: Transactions
  - flache, geschachtelte Transaktionen
  - X/OPEN DTP
  - Aufgaben des Object Transaction Service (OTS) entsprechen im wesentlichen denen des TA-Managers im X/OPEN-Modell

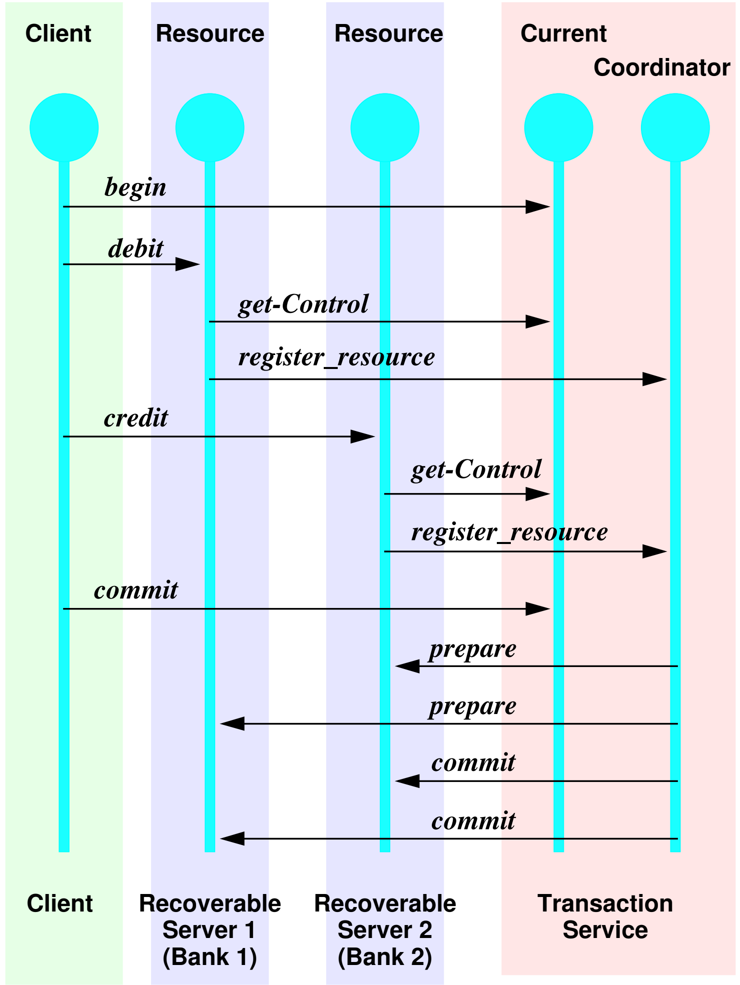
CORBA (5)

- Object Transaction Service (OTS)



CORBA (6)

❑ OTS - Schnittstellen



CORBA (8)

❑ CORBA-Service: Concurrency

- ➪ Interfaces zum Anfordern und Freigeben von Sperren auf *shared resources*
- ➪ falls im Dienst eines transaktionalen Clients: Freigabe von Sperren wird durch den OTS veranlaßt
- ➪ falls im Dienst eines nicht-transaktionalen Clients: Verantwortlichkeit für die Sperrfreigabe bei Client
- ➪ Serialisierbarkeit
- ➪ R/X/Intention/U-Sperren
- ➪ Methode *try_lock* gibt Kontrolle zurück, statt zu blokkieren
- ➪ Locksets
  - Menge von Sperren , die später als Einheit freigegeben werden sollen
  - mehrere Locksets können miteinander assoziiert werden
- ➪ Lock-Coordinator
  - koordinierte Freigabe von Locksets
  - wird vom OTS genutzt

Zusammenfassung

- Wiederholung:
  - Transaktionen im zentralen Fall
  - Verteilte Transaktionssysteme / TP-Monitore
  - Transaktionen in der Middleware
- Ausblick