



Vorlesung
Datenbanksysteme I
Wintersemester 2014/2015

Kapitel 11: Anwendungsentwicklung

Vorlesung: PD Dr. Arthur Zimek
Übungen: Sebastian Goebel, Jan Stutzki
Skript © 2004 Christian Böhm

<http://www.dbs.ifi.lmu.de/Lehre/DBS>



Client-Server-Architektur

- Datenbank Anwendungen unterstützen gleichzeitige Arbeit von vielen Benutzern
- Dienstnehmer (Client) nimmt Dienste eines Dienstleisters (Server) zur Erfüllung seiner Aufgaben in Anspruch:





Client-Server-Architektur

- Für jeden Server bekannt, welche Dienste er erbringen kann
- Protokoll:
Regelt Interaktionen (d.h. Aufbau der Anforderung und der Antwort)
- Asymmetrische Beziehung zw. Client und Server
 - Möglich, dass ein Client seinerseits wieder Server für einen anderen Dienst ist:



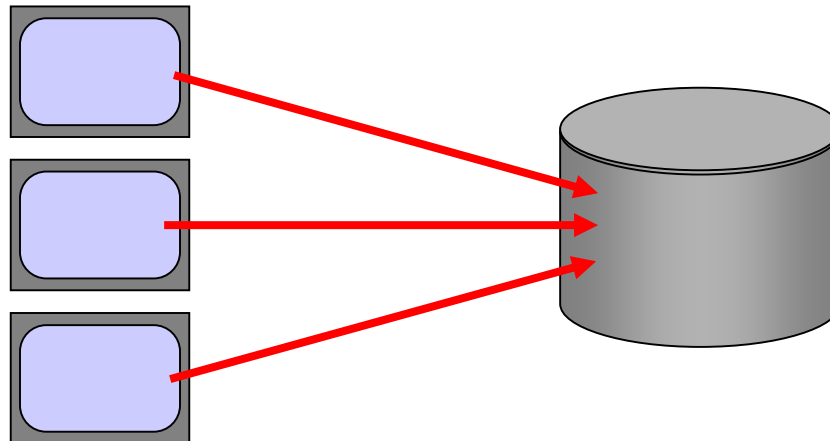


DB-Server

- Datenbankanwendungen:
 - Mehrere Benutzer arbeiten auf gemeinsamen Daten
 - Zentrale Kontrollinstanz ist erforderlich
 - PCs sind Frontends zur Darstellung und benutzerfreundlichen Manipulation der Daten

Clients

Server



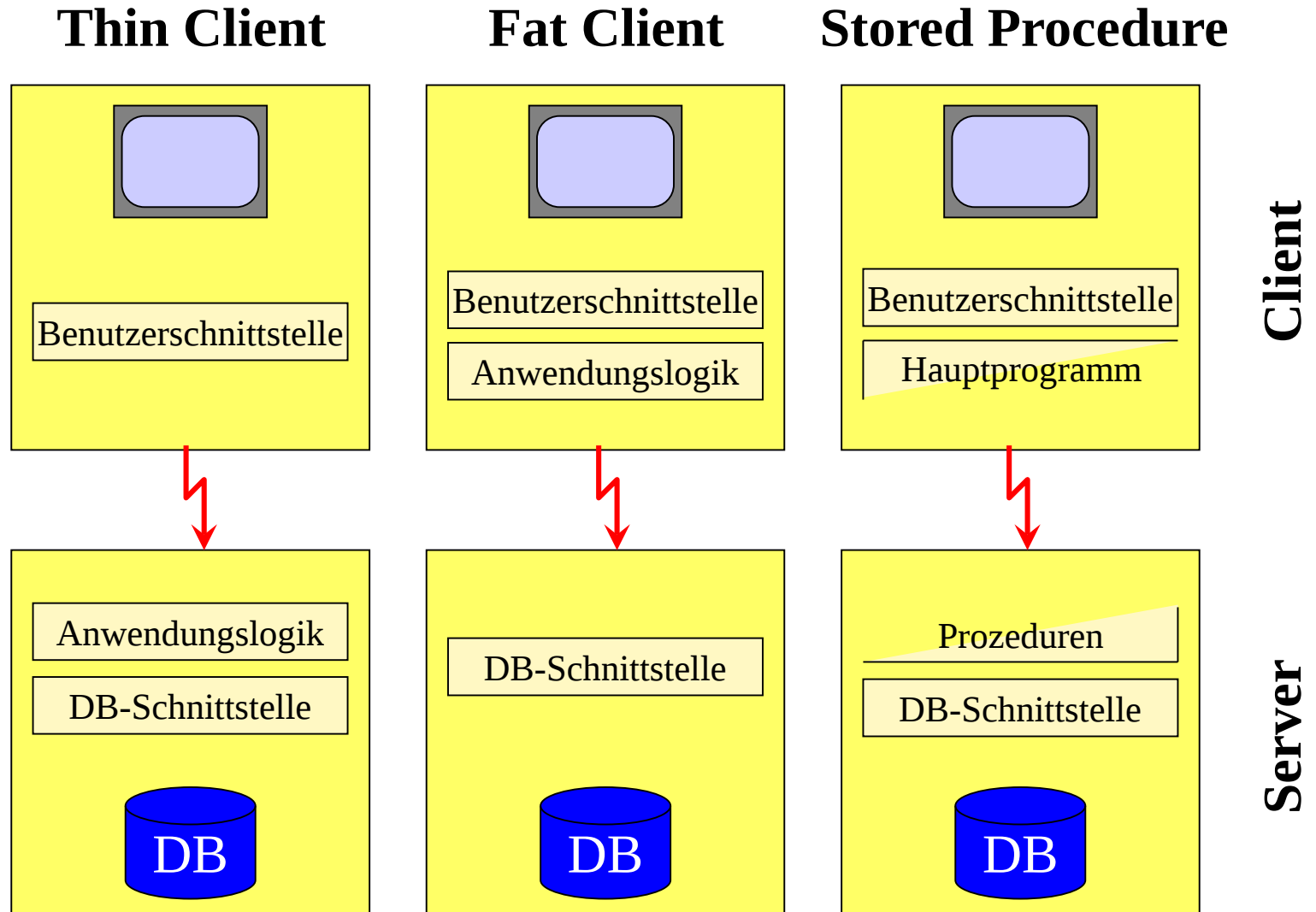


Aufteilung der Funktionalität

- Funktionsgruppen von Datenbank Anwendungen:
 - Präsentation und Benutzerinteraktion
 - Anwendungslogik (im eigentlichen Sinn)
 - Datenmanagement (Anfragebearbeitung)
- Trennung an jeder beliebigen Stelle:
 - Präsentation und Interaktion meist vollst. im Client
 - Datenmanagement meist vollständig im Server
 - Anwendungslogik:
 - meist im Client
 - im Server: typ. Großrechner-Anwendungen
 - Aufteilung der Logik: „gespeicherte Prozeduren“



Aufteilung der Funktionalität



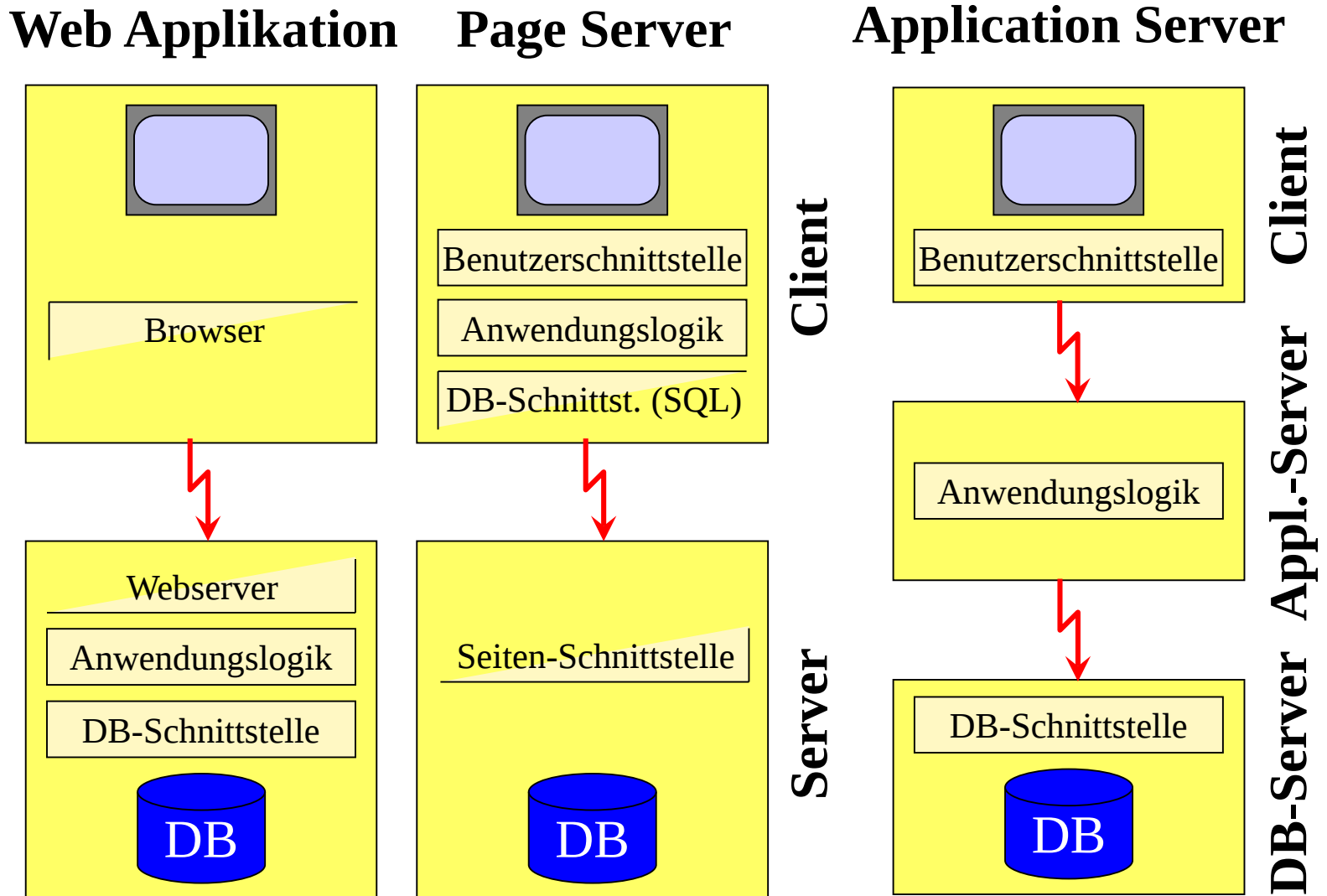


Aufteilung der Funktionalität

- Trennung zwischen Client und Server auch innerhalb einer Funktionsgruppe möglich:
 - Web-Anwendung:
Server erbringt teilweise Präsentationsfunktionalität
Client hat nur Standard-Darstellungsfunktionalität
 - Seiten-Server:
Teil der Anfragefunktionalität (SQL) liegt im Client
Server hat nur die Funktionalität, Datenblöcke gem. Adresse zu speichern und zu laden
- 3-stufige Hierarchie:
 - Applikationslogik bildet eigenes Client-Server-Modell
 - Applikations-Server ist Datenbank-Client



Aufteilung der Funktionalität





Protokoll

- Client und Server können
 - auf dem selben Rechner laufen
 - auf verschiedenen Rechnern laufen, die über ein Netzwerk miteinander kommunizieren
- Die Kommunikation zwischen Client und Server wird in jedem Fall durch ein **Protokoll** geregelt:
 - Bei Web-Anwendungen: **http**
 - Anw.-Logik/DB-Schnittstelle: Spez. Protokoll des DBMS
 - Anforderung: im wesentlichen SQL-Anfrage
 - Antwort: Tabelle bzw. Liste von Tupeln
 - Bei Applikationsservern:
Standard-Protokolle wie RMI, CORBA



Vor-/Nachteile der Varianten

- Kriterien:
 - Netzbelastung
 - Belastung des Server-Rechners
(gemeinsame Ressource für alle)
 - Belastung der Clients-Rechner
(oft schlecht ausgestattete Bürorechner)
 - Flexibilität
 - Entwicklungsaufwand



SQL



Java

Ausdrucksmächtigkeit →

← Optimierbarkeit

← Terminierung

- SQL: keine Schleifen, etc.
- Anwendungslogik:
Konventionelle Programmiersprache nötig
- SQL wird mit herkömmlicher Programmiersprache
(**Hostsprache**) gekoppelt



Kopplung SQL/Host-Sprache

- Idee:
 - Java-Programm (z.B.) enthält SQL-Anfragen.
 - Diese werden an DB-Server gesandt.
 - Server schickt als Antwort Ergebnistabelle.
 - Java-Programm verarbeitet diese Tabelle:
 - Darstellung der Tupel am Bildschirm
 - ggf. weitere Anforderungen an die DB
- Probleme:
 - Wie können die SQL-Anfragen in das Programm integriert werden (verschiedene Sprachen)?
 - Unterschiedliche Datenstruktur-Konzepte
 - Java kann nicht Tabellen verarbeiten



Integration der Anfragen

Grundsätzlich zwei verschiedene Möglichkeiten:

- Call-Level-Schnittstellen:

Es gibt eine Bibliothek mit speziellen Prozeduren, die die Anfrage als Parameter enthalten:

- CLI, ODBC, OCI, **JDBC**:

- Statement stmt = con.createStatement () ;

- ResultSet rs = stmt.executeQuery ("select * from ...") ;

- Einbettung (Embedded SQL):

Ein spezielles Schlüsselwort oder Zeichen kennzeichnet SQL-Anfrage (Vorübersetzung):

- Embedded SQL-C (und versch. andere), JSQL, **SQLJ**:

- #sql {insert into Mitarbeiter values (25, "Meier", 1) } ;



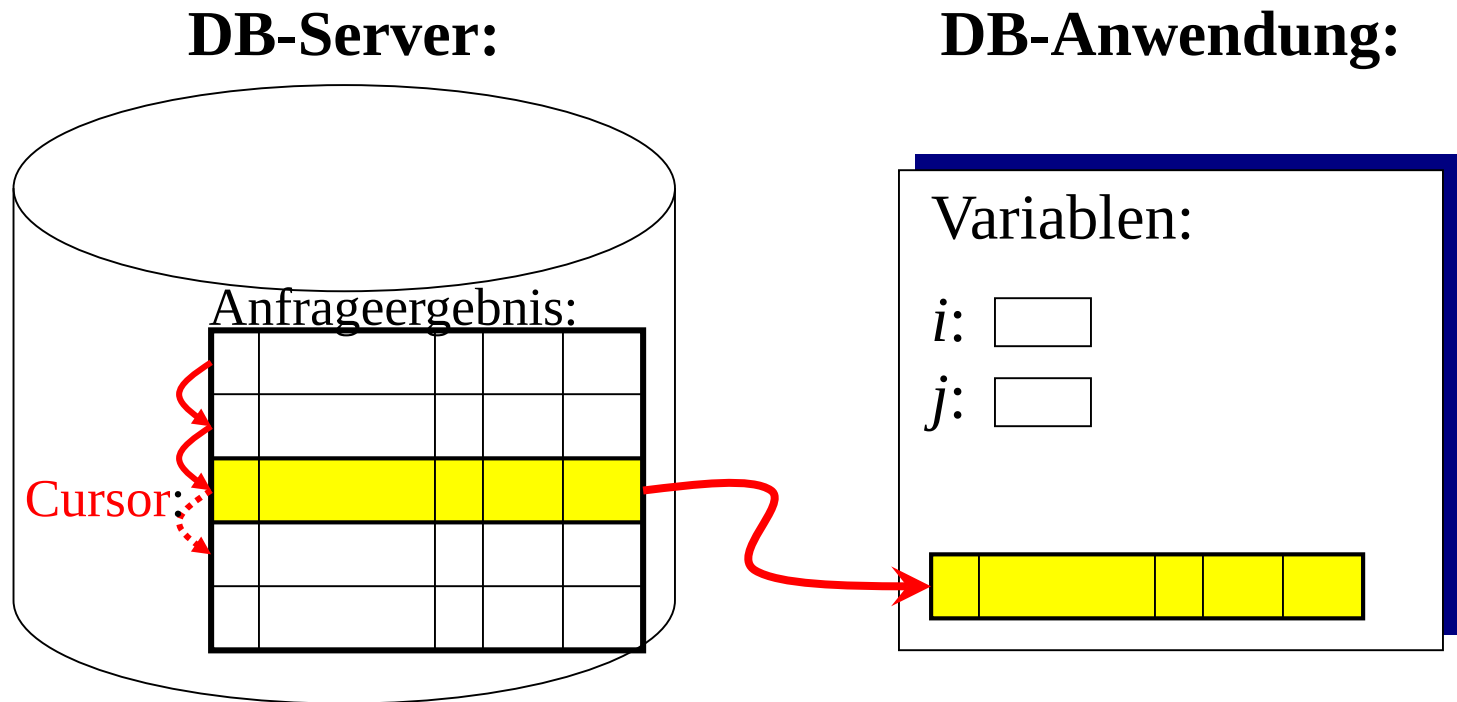
Das Cursor-Konzept

- In beiden Fällen nicht möglich/sinnvoll, sofort die gesamte Ergebnis-Tabelle an das Hostprogramm zu übergeben:
 - Nicht möglich wegen sog. **Impedance Mismatch**:
 - SQL beruht auf der Datenstruktur „Tabelle“
 - Java beruht auf der Datenstruktur „Datensatz“ (bzw. Tupel, Klasse)
 - Nicht sinnvoll, weil Ergebnis sehr groß werden kann:
 - Client-Rechner oft schwach ausgestattet
 - Übertragung des gesamten Ergebnisses kostet Zeit, in der der Benutzer warten muß (erste Ergebnisse)
 - Anwendungsprogramm braucht oft nur einen Teil der Ergebnistupel



Das Cursor-Konzept

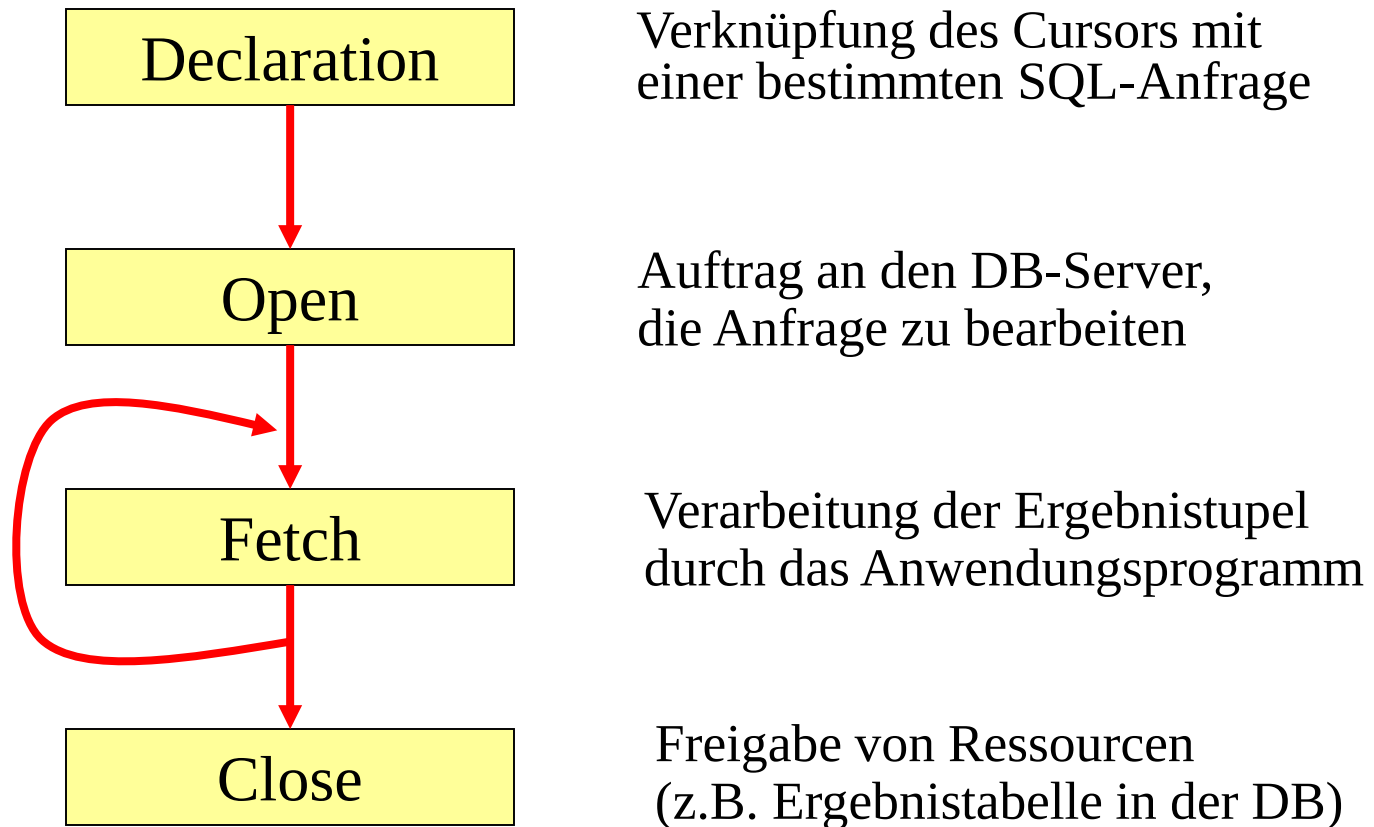
- Deshalb wird die Ergebnistabelle grundsätzlich **tupelweise** an das Hostprogramm übergeben.
- **Cursor**: Position des aktuellen Tupels





Programmierschritte beim Cursor

- Grundsätzlich sind 4 Schritte erforderlich:





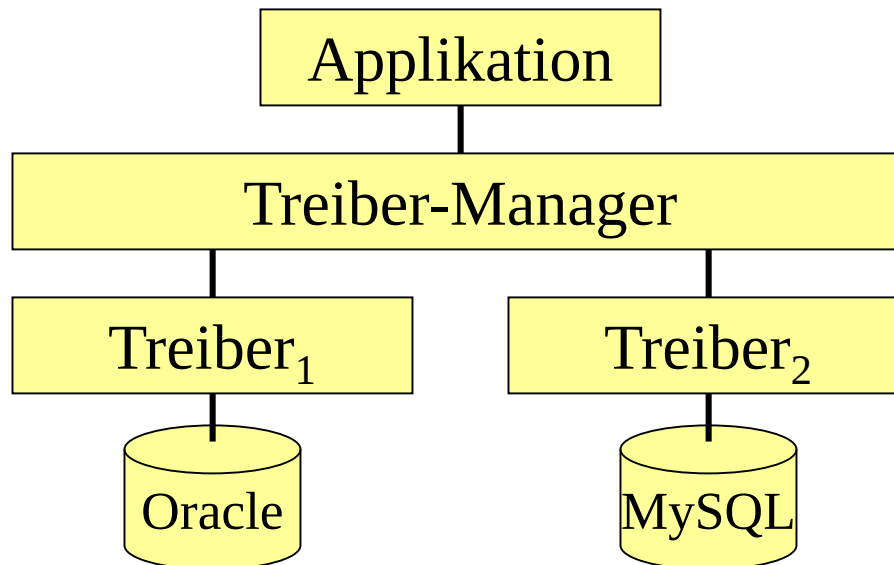
Weitere Aufgaben

- Über das reine Absetzen von Anfragen hinaus sind weitere Interaktionen mit dem DBS nötig:
 - Verwalten der Verbindung:
 - Verbindungsaufbau zu einer oder mehreren DBs
 - Verbindungsabbau
 - Authentifizierung mit Benutzername/Passwort
 - Management von Transaktionen
 - commit
 - rollback
 - Fehlerbehandlung
 - Aufruf von gespeicherten Prozeduren sowie deren Verwaltung



Java Database Connectivity JDBC

- Call Level Interface (Bibliotheksfunktionen)
- Eng verwandt mit Microsofts ODBC
 - ähnliches Konzept für verschiedene Wirtssprachen
- Idee:
Hersteller-Unabhängigkeit durch Treiber





Verbindungsaufbau

- Der prinzipielle Ablauf einer DB-Anwendung umfasst die folgenden Einzelschritte:
 - Laden des geeigneten Treibers
 - Aufbau einer Verbindung zur Datenbank
 - Senden einer SQL-Anweisung
 - Verarbeiten der Anfrageergebnisse
- Diesen Schritten sind jeweils Java-Klassen zugeordnet:
 - `java.sql.DriverManager`
 - `java.sql.Connection`
 - `java.sql.Statement`
 - `java.sql.ResultSet`



Treiber und Verbindungsaufbau

- Es muß also `java.sql.*` importiert werden.
- Laden des Datenbank-Treibers für Oracle:
`Class.forName ("oracle.jdbc.driver.OracleDriver") ;`
- Einrichten einer Verbindung durch Treiber-Manager:
`Connection con = DriverManager.getConnection (`
`"jdbc:oracle:oci8:@dbis01", "scott", "tiger") ;`
richtet folgende Verbindung ein:
 - Datenbankname: dbis01
 - Benutzername: scott
 - Passwort: tiger
- Connection-Objekt (hier: *con*) ist Ausgangspunkt für alle weiteren Aktionen



Änderungs-Anweisungen

- Ausgangspunkt: das Connection-Objekt
- Zunächst muß ein Statement-Objekt erzeugt werden (dient für Verwaltungszwecke)
- insert, delete und update mittels der Methode **executeUpdate**:

```
Statement stmt = con.createStatement () ;
```

```
int rows = stmt.executeUpdate
```

```
    (“update Produkt set Bestand=5 where ProdID=3“);
```

Transaktionssteuerung:

- Nach Verbindungsherstellung Auto-Commit-Modus (jede Änderung wird ohne explizites Commit sofort permanent)



Retrieval-Anweisungen

- Ausgangspunkt: Wieder Connection-Objekt
- Für Verwaltungszwecke: Statement-Objekt
- Ein Cursor wird deklariert *und* geöffnet durch die Methode `executeQuery (query)`:
`Statement stmt = con.createStatement () ;`
`ResultSet rs = stmt.executeQuery ("select * from Mitarbeiter") ;`
- Das Rückgabeobjekt (hier *rs*) vom Typ `ResultSet` ist aber noch nicht die Ergebnistabelle selbst sondern eine ID für den entsprechenden Cursor
- Um 1. (2., 3,...) Datensatz zu laden, Methode **next**:
`while (rs.next ( ) ) {` ← **false**, wenn kein Datensatz (mehr) vorhanden ist
 `/* Datensatz verarbeiten */`
`}` ← Schließen in JDBC implizit durch Garbage Collection



Retrieval-Anweisungen

- Zugriff auf die einzelnen Attribute durch Spalten-Indizes (beginnend bei 1) über die Funktionen:
 - getString (*i*)
 - getDouble (*i*)
 - getInt (*i*) usw.die einen Wert des entsprechenden Typs liefern.

- Beispiel:

```
Statement stmt = con.createStatement ( ) ;  
ResultSet rs = stmt.executeQuery ("select * from Mitarbeiter") ;  
while (rs.next ( ) ) {  
    int pnr = rs.getInt (1) ;  
    String name = rs.getString (2) ;  
    double gehalt = rs.getDouble (5) ;  
    System.out.println (pnr + " " + name + " " + gehalt) ;  
}
```



Fehlerbehandlung

- Datenbankanweisungen können fehlschlagen, z.B.
 - Connect mit einer nicht existenten Datenbank
 - Select auf eine nicht existente Tabelle
 - Username oder Password falsch oder nicht berechtigt usw.
- In Java generell mit folgendem Konstrukt:

```
try {  
    // Aufruf von JDBC-Anweisungen,  
    // die möglicherweise Fehler generieren  
} catch (SQLException exc) {  
    // Fehlerbehandlung  
}
```



Vorübersetzte SQL-Anfragen

- Bisher:
Jede Anfrage wird als String an DBMS übergeben
 - Vorteil: Flexibel
 - Nachteil: Jedes mal Übersetzungsaufwand
 - Werden oft ähnliche Anfragen gestellt, empfiehlt sich, auf wiederholte Übersetzung zu verzichten
 - Parametrisierbarkeit ist wichtig
- ```
PreparedStatement stmt = con.prepareStatement
 (" insert into Mitarbeiter values (?, ?, ?, NULL, 0.0) ");
```
- Die einzelnen Platzhalter müssen vor dem Ausführen mit SetInt, SetString, ... besetzt werden
    - Spaltenindizes (beginnend bei 1)



# Vorübersetzte SQL-Anfragen

- Beispiel:

```
PreparedStatement stmt = con.prepareStatement
 (" insert into Mitarbeiter values (?, ?, ?, NULL, 0.0) ");
// erstes Insert:
stmt.setInt (1, 25) ;
stmt.SetString (2, "Wagner") ;
stmt.SetString (3, "Richard") ;
stmt.executeUpdate () ;
// zweites Insert:
stmt.setInt (1, 26) ;
...
stmt.executeUpdate () ;
```