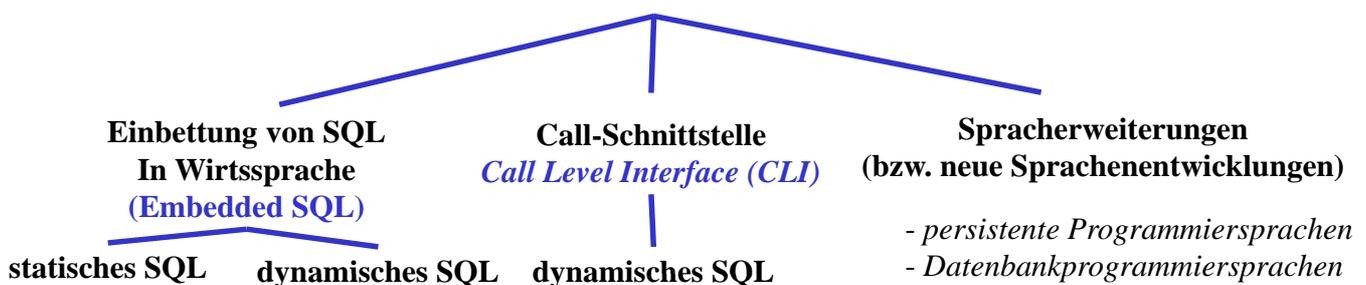


2. DB Anwendungsprogrammierung und Web-Anbindung

- Einleitung: Kopplung DBS - Wirtssprache
- Eingebettetes SQL
 - Cursor-Konzept
 - positionierte Änderungsoperationen (UPDATE, DELETE)
 - Dynamisches SQL
- Call-Level-Interface
- JDBC und SQLJ
- Gespeicherte Prozeduren (Stored Procedures)
 - Prozedurale Spracherweiterungen von SQL (PSM)
 - Gespeicherte Prozeduren mit Java
- Web-Anbindung
 - Architekturen Web-Informationssysteme
 - CGI, JSP, PHP



Kopplung mit einer Wirtssprache



- Einbettung von SQL (Embedded SQL)
 - Spracherweiterung um spezielle DB-Befehle (EXEC SQL ...)
 - Vorübersetzer (Prä-Compiler) wandelt DB-Aufrufe in Prozeduraufrufe um
- Call-Schnittstelle (CLI)
 - DB-Funktionen werden durch Bibliothek von Prozeduren realisiert
 - Anwendung enthält lediglich Prozeduraufrufe
 - weniger komfortable Programmierung als mit Embedded SQL
- Statisches SQL: Anweisungen müssen zur Übersetzungszeit feststehen
 - Optimierung zur Übersetzungszeit ermöglicht hohe Leistung
- Dynamisches SQL: Konstruktion von SQL-Anweisungen zur Laufzeit



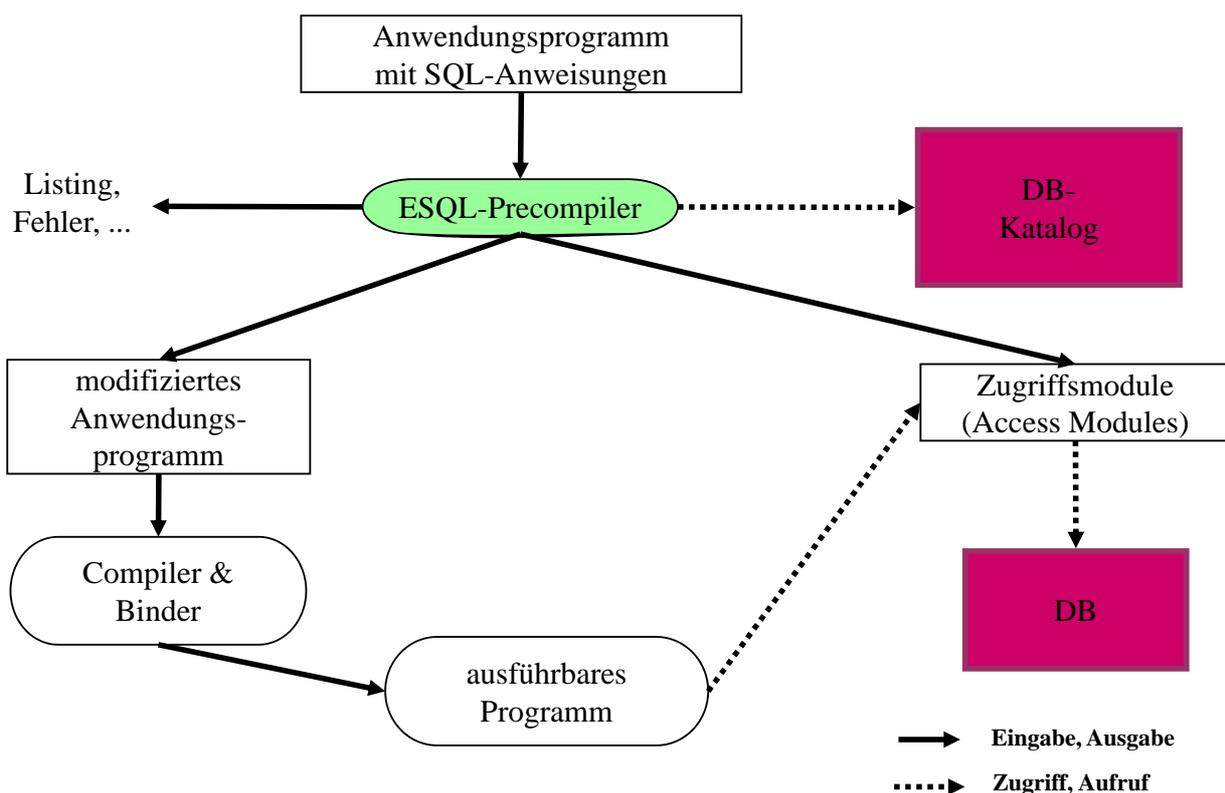
Statisches SQL: Beispiel für C

```
exec sql include sqlca; /* SQL Communication Area */
main ()
{
exec sql begin declare section;
    char  X[8];
    int   GSum;
exec sql end declare section;
exec sql connect to dbname;
exec sql insert into PERS (PNR, PNAME) values (4711, 'Ernie');
exec sql insert into PERS (PNR, PNAME) values (4712, 'Bert');
printf("ANR ? "); scanf(" %s", X);
exec sql select sum (GEHALT) into :GSum from PERS where ANR = :X;
printf("Gehaltssumme: %d\n", GSum)
exec sql commit work;
exec sql disconnect;
}
```

- eingebettete SQL-Anweisungen werden durch "EXEC SQL" eingeleitet und spezielles Symbol (hier ";") beendet, um Compiler Unterscheidung von anderen Anweisungen zu ermöglichen
- Verwendung von AP-Variablen in SQL-Anweisungen verlangt Deklaration innerhalb eines "declare section"-Blocks sowie Angabe des Präfix ":" innerhalb von SQL-Anweisungen
- Werteabbildung mit Typanpassung durch INTO-Klausel bei SELECT
- Kommunikationsbereich SQLCA (Rückgabe von Statusanzeigern u. ä.)



Verarbeitung von ESQL-Programmen



Cursor-Konzept

- Kernproblem bei SQL-Einbettung in konventionelle Programmiersprachen: Abbildung von Tupelmengen auf die Variablen der Programmiersprache
- Cursor-Konzept zur satzweisen Abarbeitung von DBS-Ergebnismengen
 - Cursor ist ein **Iterator**, der einer Anfrage (Relation) zugeordnet wird und mit dessen Hilfe die Tupeln des Ergebnismenge einzeln (one tuple at a time) im Programm bereitgestellt werden
 - Trennung von Qualifikation (Query-Spezifikation) und Bereitstellung/Verarbeitung von Tupeln im Query-Ergebnis



Cursor-Konzept (2)

- Operationen auf einen Cursor C1
 - **DECLARE** C1 **CURSOR** FOR table-exp
 - **OPEN** C1
 - **FETCH** C1 **INTO** VAR1, VAR2, . . . , VARn
 - **CLOSE** C1
- Anbindung einer SQL-Anweisung an die Wirtssprachen-Umgebung
 - Übergabe der Werte eines Tupels mit Hilfe der INTO-Klausel bei **FETCH**
=> INTO target-commalist (Variablenliste d. Wirtsprogramms)
 - Anpassung der Datentypen (Konversion)
- kein Cursor erforderlich für Select-Anweisungen, die nur einen Ergebnissatz liefern (**SELECT INTO**)



Cursor-Konzept (3)

■ Beispielprogramm in C (vereinfacht)

```
...
exec sql begin declare section;
char X[50];
char Y[8];
double G;
exec sql end declare section;
exec sql declare c1 cursor for
    select NAME, GEHALT from PERS where ANR = :Y;
printf("ANR ? "); scanf(" %s", Y);
exec sql open C1;
while (sqlcode == ok) {
    exec sql fetch C1 into :X, :G;
    printf("%s\n", X);
}
exec sql close C1;
...
```

- DECLARE C1 ... ordnet der Anfrage einen Cursor C1 zu
- OPEN C1 bindet die Werte der Eingabevariablen
- Systemvariable SQLCODE zur Übergabe von Fehlermeldungen (Teil von SQLCA)



Scroll-Cursor

```
DECLARE cursor [INSENSITIVE] [SCROLL] CURSOR FOR table-exp
    [ORDER BY order-item-commalist]
    [FOR {READ ONLY | UPDATE [OF column-commalist]}]
```

■ Erweiterte Positionierungsmöglichkeiten durch SCROLL

- Cursor-Definition (Bsp.):

```
EXEC SQL DECLARE C2 SCROLL CURSOR FOR
SELECT NAME, GEHALT FROM PERS
ORDER BY GEHALT ASCENDING
```

■ Erweitertes FETCH-Statement:

```
EXEC SQL FETCH [[<fetch orientation>] FROM <cursor> INTO <target list>
```

Fetch orientation: NEXT, PRIOR, FIRST, LAST,
ABSOLUTE <expression>, RELATIVE <expression>

■ Beispiele:



DB-Aktualisierung über Cursor

- Wenn die Tupeln, die ein Cursor verwaltet (active set), eindeutig Tupeln einer Relation entsprechen, können sie über Bezugnahme durch den Cursor geändert werden

```
positioned-update ::= UPDATE table SET update-assignment-commalist
                    WHERE CURRENT OF cursor
```

```
positioned-delete ::= DELETE FROM table WHERE CURRENT OF cursor
```

- Beispiel:

```
while (sqlcode == ok) {
    exec sql fetch C1 into :X, :G;
        /* Berechne das neue Gehalt in Z */
    exec sql update PERS
        set GEHALT = :Z
        where current of C1;
}
```

- keine Bezugnahme bei INSERT möglich!



Verwaltung von Verbindungen

- Zugriff auf DB erfordert i.a. zunächst, eine Verbindung herzustellen, v.a. in Client/Server-Umgebungen
 - Aufbau der Verbindung mit CONNECT, Abbau mit DISCONNECT
 - jeder Verbindung ist eine Session zugeordnet
 - Anwendung kann Verbindungen (Sessions) zu mehreren Datenbanken offenhalten
 - Umschalten der "aktiven" Verbindung durch SET CONNECTION

```
CONNECT TO target [AS connect-name] [USER user-name]
```

```
SET CONNECTION { connect-name | DEFAULT }
```

```
DISCONNECT { CURRENT | connect-name | ALL }
```



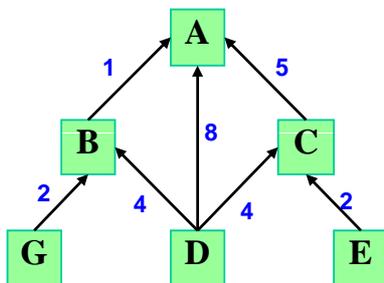
Beispiel: Stücklistenauflösung

■ Darstellungsmöglichkeit im RM:

TEIL (TNR, BEZ, MAT, BESTAND)

STRUKTUR (OTNR, UTNR, ANZAHL)

Goes Into-Graph



TEIL

TNR	BEZ	MAT	BESTAND
A	Getriebe	-	10
B	Gehäuse	Alu	0
C	Welle	Stahl	100
D	Schraube	Stahl	200
E	Kugellager	Stahl	50
F	Scheibe	Blei	0
G	Schraube	Chrom	100

STRUKTUR

OTNR	UTNR	ANZAHL
A	B	1
A	C	5
A	D	8
B	D	4
B	G	2
C	D	4
C	E	2

■ Aufgabe: Ausgabe aller Endprodukte sowie deren Komponenten



Beispiel: Stücklistenauflösung (2)

■ max. Schachtelungstiefe sei bekannt (hier: 2)

```

exec sql begin declare section; char T0[10], T1[10], T2[10]; int ANZ;
exec sql end declare section;
exec sql declare C0 cursor for select distinct OTNR from STRUKTUR S1
  where not exists (select * from STRUKTUR S2 where S2.UTNR = S1.OTNR);
exec sql declare C1 cursor for
  select UTNR, ANZAHL from STRUKTUR where OTNR = :T0;
exec sql declare C2 cursor for
  select UTNR, ANZAHL from STRUKTUR where OTNR = :T1;
exec sql open C0;
while (1) {
  exec sql fetch C0 into :T0;
  if (sqlcode == notfound) break;
  printf ("%s\n", T0);
  exec sql open C1;
  while (2) { exec sql fetch C1 into :T1, :ANZ;
    if (sqlcode == notfound) break;
    printf ("  %s: %d\n", T1, ANZ);
    exec sql open C2;
    while (3) { exec sql fetch C2 INTO :T2, :ANZ;
      if (sqlcode == notfound) break;
      printf ("    %s: %d\n", T2, ANZ); }
    exec sql close C2; }
  exec sql close C1; } /* END WHILE */
exec sql close (C0);
  
```



Dynamisches SQL

- dynamisches SQL: Festlegung von SQL-Anweisungen zur Laufzeit
-> Query-Optimierung i.a. erst zur Laufzeit möglich
- SQL-Anweisungen werden vom Compiler wie Zeichenketten behandelt
 - Deklaration DECLARE STATEMENT
 - Anweisungen enthalten SQL-Parameter (?) statt Programmvariablen
- 2 Varianten: **Prepare-and-Execute** bzw. **Execute Immediate**

```
exec sql begin declare section;  
    char  Anweisung[256], X[6];  
exec sql end declare section;  
exec sql declare SQLanw statement;  
Anweisung = "DELETE FROM PERS WHERE ANR = ? AND ORT = ?"; /*bzw. Einlesen  
exec sql prepare SQLanw from :Anweisung;  
exec sql execute SQLanw using  
scanf(" %s", X);  
exec sql execute SQLanw using
```

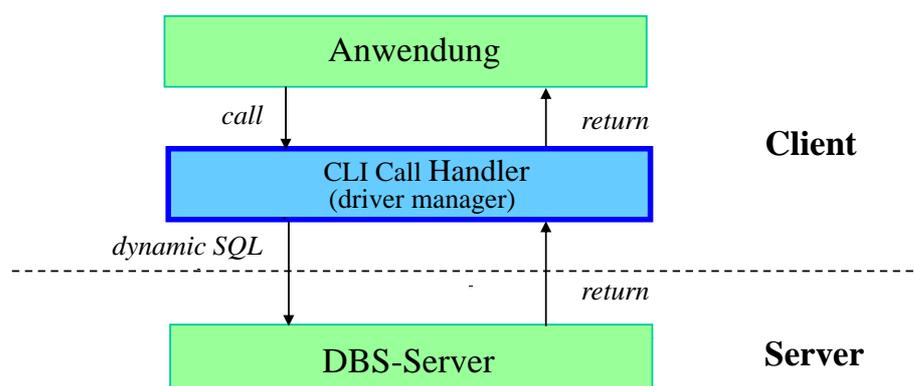
- bei einmaliger Ausführung EXECUTE IMMEDIATE ausreichend

```
scanf(" %s", Anweisung);  
exec sql execute immediate :Anweisung;
```



Call-Level-Interface

- alternative Möglichkeit zum Aufruf von SQL-Befehlen innerhalb von Anwendungsprogrammen: direkte Aufrufe von Prozeduren/Funktionen einer standardisierten Bibliothek (API)
- Hauptvorteil: keine Präkompilierung von Anwendungen
 - Anwendungen mit SQL-Aufrufen brauchen nicht im Source-Code bereitgestellt zu werden
 - wichtig zur Realisierung von kommerzieller Anwendungs-Software bzw. Tools
- Einsatz v. a. in Client/Server-Umgebungen



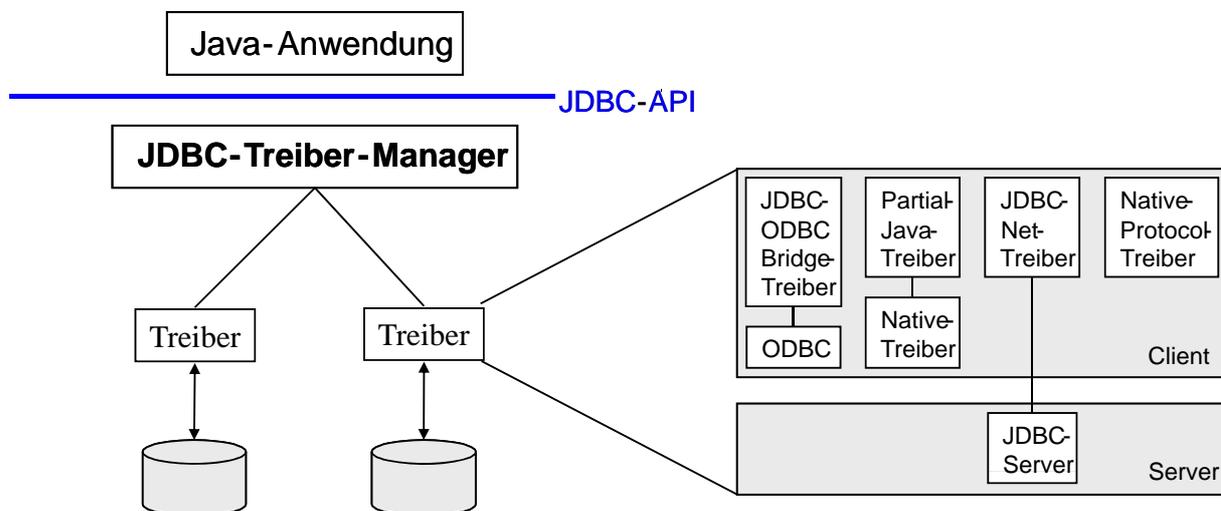
Call-Level-Interface (2)

- Unterschiede in der SQL-Programmierung zu eingebettetem SQL
 - CLI impliziert i.a. dynamisches SQL (Optimierung zur Laufzeit)
 - komplexere Programmierung
 - explizite Anweisungen zur Datenabbildung zwischen DBS und Programmvariablen
 - einheitliche Behandlung von mengenwertigen und einfachen Selects (<-> Cursor-Behandlung bei ESQL)
- SQL-Standardisierung des CLI erfolgte 1996
 - vorgezogener Teil von SQL99
 - starke Anlehnung an ODBC
 - über 40 Routinen: Verbindungskontrolle, Ressourcen-Allokation, Ausführung von SQL-Befehlen, Zugriff auf Diagnoseinformation, Transaktionsklammerung
- JDBC: neuere Variante



JDBC (Java Database Connectivity)*

- Standardschnittstelle für den Zugriff auf SQL-Datenbanken unter Java
- basiert auf dem SQL/CLI (call-level-interface)
- Grobarchitektur



- durch Auswahl eines anderen JDBC-Treibers kann ein Java-Programm ohne Neuübersetzung auf ein anderes Datenbanksystem zugreifen



JDBC: Grundlegende Vorgehensweise

■ Schritt 1: Verbindung aufbauen

```
import java.sql.*;
...
Class.forName ( "COM.ibm.db2.jdbc.net.DB2Driver" );
Connection con =
    DriverManager.getConnection ( "jdbc:db2://host:6789/myDB", "login", "pw" );
```

■ Schritt 2: Erzeugen eines SQL-Statement-Objekts

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

■ Schritt 3: Statement-Ausführung

```
ResultSet rs = stmt.executeQuery ( "SELECT matrikel FROM student" );
```

■ Schritt 4: Iterative Abarbeitung der Ergebnisdatensätze

```
while (rs.next())
    System.out.println ( "Matrikelnummer: " + rs.getString("matrikel") );
```

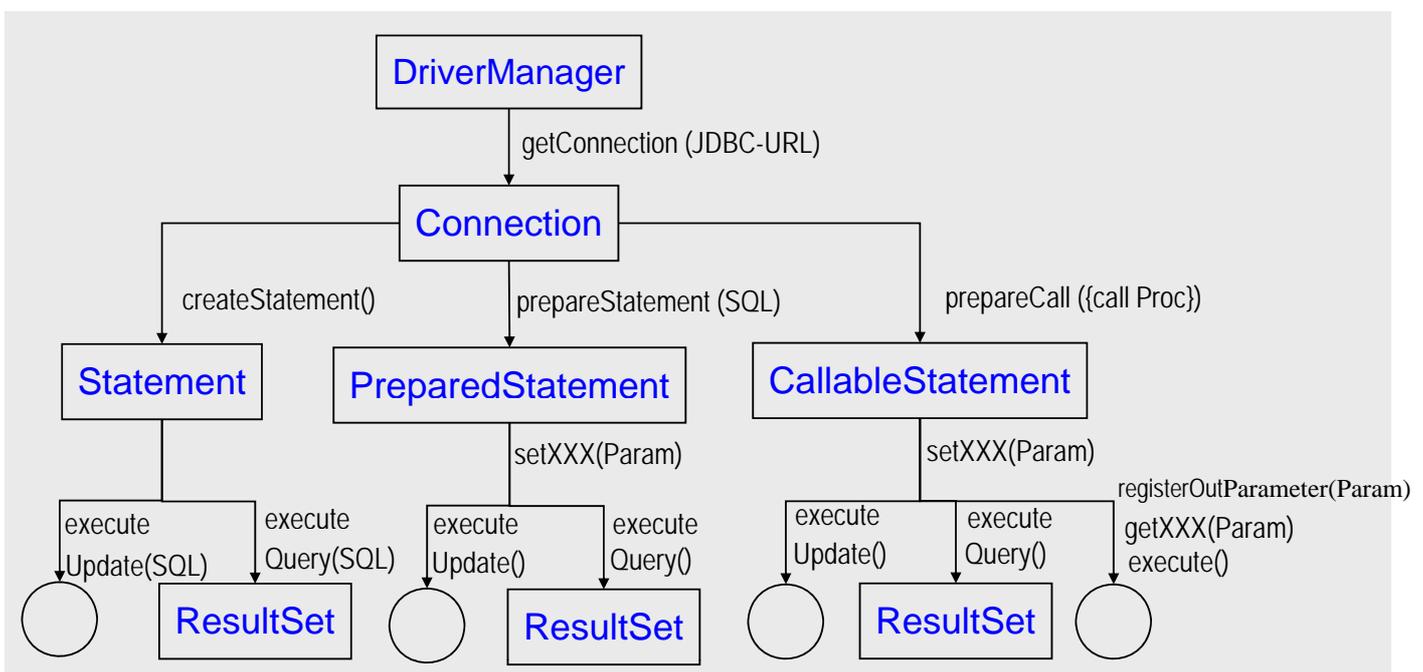
■ Schritt 5: Schließen der Datenbankverbindung

```
con.close();
```



JDBC-Klassen

- streng typisierte objekt-orientierte API
- Aufrufbeziehungen (Ausschnitt)



JDBC: Beispiel

- Beispiel: Füge alle Matrikelnummern aus Tabelle 'Student' in eine Tabelle 'Statistik' ein

```
import java.sql.*;
...
public void copyStudents() {
    try {
        Class.forName („COM.ibm.db2.jdbc.net.DB2Driver");// lade JDBC-Treiber (zur Laufzeit)
    } catch (ClassNotFoundException e) { // Fehlerbehandlung}
    try {
        String url = "jdbc:db2://host:6789/myDB"// spezifiziert JDBC-Treiber, Verbindungsdaten
        Connection con = DriverManager.getConnection(url, "login", "password");
        Statement stmt = con.createStatement()// Ausführen von Queries mit Statement-Objekt
        PreparedStatement pstmt = con.prepareStatement("INSERT INTO statistik (matrikel)
                                                    VALUES (?)");
                                                    // Prepared-Stmts für wiederholte Ausführung

        ResultSet rs = stmt.executeQuery("SELECT matrikel FROM student");// führe Query aus

        while (rs.next()) { // lese die Ergebnisdatensätze aus
            String matrikel = rs.getString(1); // lese aktuellen Ergebnisdatensatz
            pstmt.setString (1, matrikel); // setze den Parameter der Insert-Anweisung
            pstmt.executeUpdate(); // führe Insert-Operation aus
        }
        con.close();
    } catch (SQLException e) { // Fehlerbehandlung}
}
```



JDBC: Transaktionskontrolle

- **Transaktionskontrolle** durch Methodenaufrufe der Klasse `Connection`
 - `setAutoCommit`: Ein-/Abschalten des Autocommit-Modus (jedes Statement ist eigene Transaktion)
 - `setReadOnly`: Festlegung ob lesende oder ändernde Transaktion
 - `setTransactionIsolation`: Festlegung der Synchronisationsanforderungen (None, Read Uncommitted, Read Committed, Repeatable Read, Serializable)
 - `commit` bzw. `rollback`: erfolgreiches Transaktionsende bzw. Transaktionsabbruch

- Beispiel

```
try {
    con.setAutoCommit (false);
    // einige Änderungsbefehle, z.B. Inserts
    con.commit ();
} catch (SQLException e) {
    try { con.rollback (); } catch (SQLException e2) {}
} finally {
    try { con.setAutoCommit (true); } catch (SQLException e3) {}
}
```



SQLJ*

- Eingebettetes SQL (Embedded SQL) für Java
 - direkte Einbettung von SQL-Anweisungen in Java-Code
 - SQLJ-Programme müssen mittels Präprozessor in Java-Quelltext transformiert werden
- Spezifikation besteht aus
 - Embedded SQL für Java (Teil 0), *SQL Object Language Binding (OLB)*
 - Java Stored Procedures (Teil 1)
 - Java-Klassen für UDTs (Teil 2)
- Vorteile
 - Syntax- und Typprüfung zur Übersetzungszeit
 - Vor-Übersetzung (Performance)
 - einfacher/kompakter als JDBC
 - streng typisierte Iteratoren (Cursor-Konzept)

* <http://www.sqlj.org>



SQLJ (2)

- eingebettete SQL-Anweisungen: `#sql [[<context>]] { <SQL-Anweisung> }`
 - beginnen mit `#sql` und können mehrere Zeilen umfassen
 - können Variablen der Programmiersprache (`:x`) bzw. Ausdrücke (`:y + :z`) enthalten
 - können Default-Verbindung oder explizite Verbindung verwenden
- Vergleich SQLJ – JDBC (1-Tupel-Select)

SQLJ

```
#sql [con]{ SELECT name INTO :name  
            FROM student WHERE matrikel = :mat};
```

JDBC

```
java.sql.PreparedStatement ps =  
    con.prepareStatement („SELECT name “+  
        „FROM student WHERE matrikel = ?“);  
ps.setString (1, mat);  
java.sql.ResultSet rs = ps.executeQuery();  
rs.next()  
name= rs.getString(1);  
rs.close;
```



SQLJ (3)

■ Iteratoren zur Realisierung eines Cursor-Konzepts

- Eigene Iterator-Klassen
- **benannte Iteratoren**: Zugriff auf Spalten des Ergebnisses über Methode mit dem Spaltennamen
- **Positionsiteratoren**: Iteratordefinition nur mit Datentypen; Ergebnisabruf mit *FETCH*-Anweisung ; *endFetch()* zeigt an, ob Ende der Ergebnismenge erreicht

■ Vorgehensweise (benannte Iteratoren)

1. Definition Iterator-Klasse und Iterator-Objekt

```
#sql public iterator IK (String a1, String a2);
```

2. Zuweisung mengenwertiges Select-Ergebnis an Iterator-Objekt

```
IK io;  
#sql io = { SELECT a1, a2 FROM ...};
```

3. Satzweiser Abruf der Ergebnisse

```
while io.next() { ...;  
    String s1 = io.a1();  
    String s2 = io.a2(); ... }
```

4. Schließen Iterator-Objekt

```
io.close();
```



SQLJ (4)

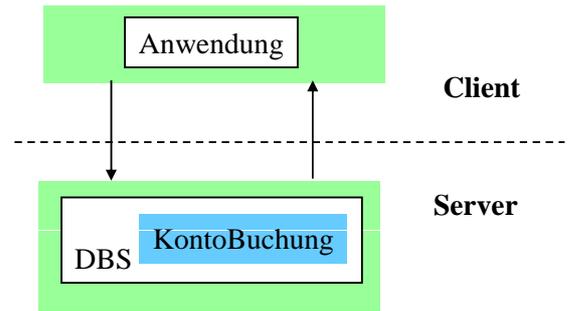
■ Beispiel: Füge alle Matrikelnummern aus Tabelle 'Student' in eine Tabelle 'Statistik' ein.

```
import java.sql.*;  
import sqlj.runtime.ref.DefaultContext;  
...  
public void copyStudents() {  
    String drvClass= „COM.ibm.db2.jdbc.net.DB2Driver“;  
    try {  
        Class.forName(drvClass);  
    } catch (ClassNotFoundException e) { // errorlog }  
    try {  
        String url = “jdbc:db2://host:6789/myDB”  
        Connection con = DriverManager.getConnection  
            (url, “login”, “password”);  
        // erzeuge einen Verbindungskontext  
        // (ein Kontext pro Datenbankverbindung)  
        DefaultContext ctx = new DefaultContext(con);  
        // definiere Kontext als Standard-Kontext  
        DefaultContext.setDefaultContext(ctx);  
        // deklariere Typ für benannten Iterator  
        #sql public iterator MatrikelIter (String matrikel);  
        // erzeuge Iterator-Objekt  
        MatrikelIter mIter;  
        // Zuordnung und Aufruf der SQL-Anfrage  
        #sql mIter = { SELECT matrikel FROM student };  
        // navigiere über der Ergebnismenge  
        while (mIter.next()) {  
            // füge aktuelles Ergebnis in Tabelle Statistik ein  
            #sql {INSERT INTO statistik (matrikel)  
                VALUES ( mIter.matrikel() )};  
        }  
        mIter.close();  
    } catch (SQLException e) { // errorlog }  
}
```



Gespeicherte Prozeduren (Stored Procedures)

- Prozeduren, ähnlich Unterprogrammen einer prozeduralen Programmiersprache, werden durch DBS gespeichert und verwaltet
 - benutzerdefinierte Prozeduren oder Systemprozeduren
 - Programmierung der Prozeduren in SQL oder allgemeiner Programmiersprache



■ Vorteile:

- als gemeinsamer Code für verschiedene Anwendungsprogramme wiederverwendbar
- Anzahl der Zugriffe des Anwendungsprogramms auf die DB werden reduziert
- Performance-Vorteile v.a. in Client-Server-Umgebungen
- höherer Grad der Isolation der Anwendung von DB wird erreicht

■ Nachteile ?



Persistente SQL-Module (PSM)

- in SQL geschriebene Prozeduren erfordern Spracherweiterungen gegenüber SQL1992
 - u.a. allgemeine Kontrollanweisungen IF, WHILE, etc.
 - 1996: SQL-Standardisierung zu Persistent Storage Modules (PSM)
 - herstellereigenspezifische Festlegungen existieren bereits seit 1987 (Sybase Transact-SQL)
- PSM: vorab (1996) fertiggestellter Teil des SQL99-Standards
 - Routinen sind Schema-Objekte (wie Tabellen etc.) und können im Katalog aufgenommen werden (beim DBS/Server)
 - Routinen: Prozeduren und Funktionen
 - geschrieben in SQL (SQL routine) oder in externer Programmiersprache (external routine)
- zusätzliche DDL-Anweisungen
 - CREATE PROCEDURE, DROP PROCEDURE,
 - CREATE FUNCTION, DROP FUNCTION



PSM: Externe Routinen

- **externe Routinen** in beliebiger Programmiersprache (C, PASCAL, FORTRAN, ...)
 - Nutzung bestehender Bibliotheken
 - Akzeptanz
 - aber 2 Sprachen / Typsysteme
 - Typkonversion erforderlich
 - Typüberwachung außerhalb von SQL
- **Beispiel einer externen Funktionsspezifikation:**

```
DECLARE EXTERNAL sinus (FLOAT)
  RETURNS FLOAT LANGUAGE FORTRAN;
```



PSM: SQL-Routinen

- **SQL-Routinen:** in SQL geschriebene Prozeduren/Funktionen
 - Deklarationen lokaler Variablen etc. innerhalb der Routinen
 - Nutzung zusätzlicher Kontrollanweisungen: Zuweisung, Blockbildung, IF, LOOP, etc.
 - Exception Handling (SIGNAL, RESIGNAL)
 - integrierte Programmierumgebung
 - keine Typkonversionen
- **Beispiel**

```
CREATE PROCEDURE KontoBuchung
  (IN konto INTEGER, IN betrag DECIMAL (15,2));
  BEGIN DECLARE C1 CURSOR FOR ...;

  UPDATE account
  SET balance = balance + betrag
  WHERE account_# = konto;

  ...

END;
```

- Prozeduren werden über **CALL-Anweisung** aufgerufen:

```
EXEC SQL CALL KontoBuchung (:account_#, :balance);
```



PSM: SQL-Routinen (2)

■ Beispiel einer SQL-Funktion:

```
CREATE FUNCTION vermoegen (kunr INTEGER)
    RETURNS DECIMAL (15,2);

BEGIN    DECLARE vm INTEGER;
        SELECT sum (balance) INTO vm
        FROM    account
        WHERE account_owner = kunr;
        RETURN vm;

END;
```

■ Aufruf persistenter Funktionen (SQL und externe) in SQL-Anweisungen wie Built-in-Funktionen

```
SELECT *
FROM kunde
WHERE vermoegen (KNR) > 100000.00
```

■ Prozedur- und Funktionsaufrufe können rekursiv sein



Prozedurale Spracherweiterungen: Kontrollanweisungen

Compound Statement	BEGIN ... END;
SQL-Variablendeklaration	DECLARE var type;
If-Anweisung	IF condition THEN ... ELSE ... :
Case-Anweisung	CASE expression WHEN x THEN ... WHEN ... :
Loop-Anweisung	WHILE i < 100 LOOP ... END LOOP;
For-Anweisung	FOR result AS ... DO ... END FOR;
Leave-Anweisung	LEAVE ...;
Prozeduraufruf	CALL procedure_x (1, 2, 3);
Zuweisung	SET x = "abc";
Return-Anweisung	RETURN x;
Signal/Resignal	SIGNAL division_by_zero;



PSM Beispiel

```
outer: BEGIN
  DECLARE account INTEGER DEFAULT 0;
  DECLARE balance DECIMAL (15,2);
  DECLARE no_money EXCEPTION FOR SQLSTATE VALUE 'xxxxx';
  DECLARE DB_inconsistent EXCEPTION FOR SQLSTATE VALUE 'yyyyy';

  SELECT account_#, balance INTO account, balance FROM accounts ...;
  IF (balance - 10) < 0 THEN SIGNAL no_money;
  BEGIN ATOMIC
    DECLARE cursor1 SCROLL CURSOR ...;
    DECLARE balance DECIMAL (15,2);
    SET balance = outer.balance - 10;
    UPDATE accounts SET balance = balance WHERE account_# = account;
    INSERT INTO account_history VALUES (account, CURRENT_DATE, 'W', balance); ....
  END;
EXCEPTION
  WHEN no_money THEN
    CASE (SELECT account_type FROM accounts WHERE account_# = account)
      WHEN 'VIP' THEN INSERT INTO send_letter ....
      WHEN 'NON-VIP' THEN INSERT INTO blocked_accounts ...
    ELSE SIGNAL DB_inconsistent;

  WHEN DB_inconsistent THEN
    BEGIN .... END;

  END;
```



Gespeicherte Prozeduren in Java

■ Erstellen einer Stored Procedure (z. B. als Java-Methode)

```
public static void kontoBuchung(int konto,
                                java.math.BigDecimal betrag,
                                java.math.BigDecimal[] kontostandNeu)
throws SQLException {
  Connection con = DriverManager.getConnection
    ("jdbc:default:connection");
    // Nutzung der aktuellen Verbindung
  PreparedStatement pStmt1 = con.prepareStatement(
    "UPDATE account SET balance = balance + ?
    WHERE account_# = ?");
  pStmt1.setBigDecimal( 1, betrag);
  pStmt1.setInt( 2, konto);
  pStmt1.executeUpdate();
  PreparedStatement pStmt2 = con.prepareStatement(
    "SELECT balance FROM account WHERE account_# = ?");
  pStmt2.setInt( 1, konto);
  ResultSet rs = pStmt2.executeQuery();
  if (rs.next()) kontostandNeu[0] = rs.getBigDecimal(1);
  pStmt1.close(); pStmt2.close(); con.close();
  return;
}
```



Gespeicherte Prozeduren in Java (2)

■ Deklaration der Prozedur im Datenbanksystem mittels SQL

```
CREATE PROCEDURE KontoBuchung(    IN konto INTEGER,
                                IN betrag DECIMAL (15,2),
                                OUT kontostandNeu DECIMAL (15,2))

LANGUAGE java
PARAMETER STYLE java
EXTERNAL NAME 'myjar:KontoClass.kontoBuchung'

        // Java-Archiv myjar enthält Methode
```



Gespeicherte Prozeduren in Java (3)

■ Aufruf einer Stored Procedure in Java

```
public void ueberweisung(Connection con, int konto1, int konto2,
java.math.BigDecimal betrag)
throws SQLException {

    con.setAutoCommit (false);

    CallableStatement cStmt = con.prepareCall("{call KontoBuchung (?, ?, ?)}");
    cStmt.registerOutParameter(3, java.sql.Types.DECIMAL);

    cStmt.setInt(1, konto1);
    cStmt.setBigDecimal(2, betrag.negate());
    cStmt.executeUpdate();

    java.math.BigDecimal newBetrag = cStmt.getBigDecimal(3);
    System.out.println("Neuer Betrag: " + konto1 + " " + newBetrag.toString());

    cStmt.setInt(1, konto2);
    cStmt.setBigDecimal(2, betrag);
    cStmt.executeUpdate();

    newBetrag = cStmt.getBigDecimal(3);
    System.out.println("Neuer Betrag: " + konto2 + " " + newBetrag.toString());

    cStmt.close();
    con.commit ();

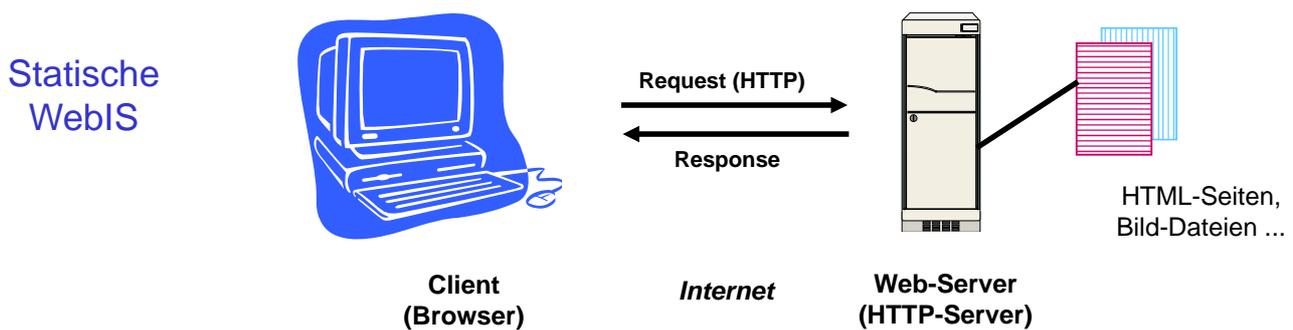
    return;
}
```



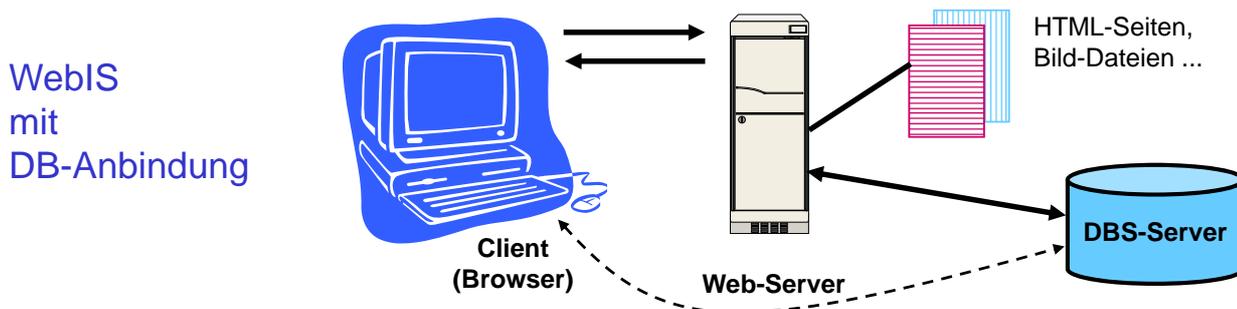
Web-Informationssysteme

■ statische Ansätze ohne DB

- Daten liegen nur in Dateien
- statisch festgelegter Informationsgehalt
- relativ einfache Datenbereitstellung (HTML)
- einfache Integration von Multimedia-Objekten (Bild, Video, ...) sowie externen Quellen
- Aktualitätsprobleme für Daten und Links
- oft Übertragung wenig relevanter Daten, hohe Datenvolumen ...



Architektur-Varianten (2)



■ Anbindung von Datenbanksystemen

- dynamischer Informationsgehalt durch Zugriff auf Datenbanken
- Bereitstellung aktueller Informationen
- bessere Skalierbarkeit
- Transaktionsunterstützung / Mehrbenutzerfähigkeit (auch bei Änderungen) ...

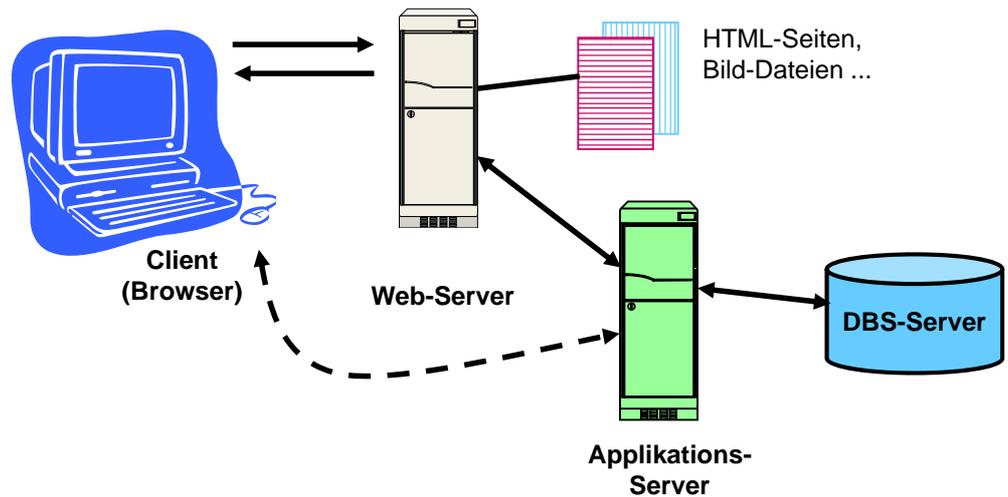
■ Verwaltung/Speicherung von HTML/XML-Seiten, Dokumenten, Multimedia-Daten etc. durch DBS

- Content Management / Website Management
- hohe Flexibilität, bessere Konsistenzwahrung für Links ...



Architektur-Varianten (3)

Applikations-
Orientierte
WebIS

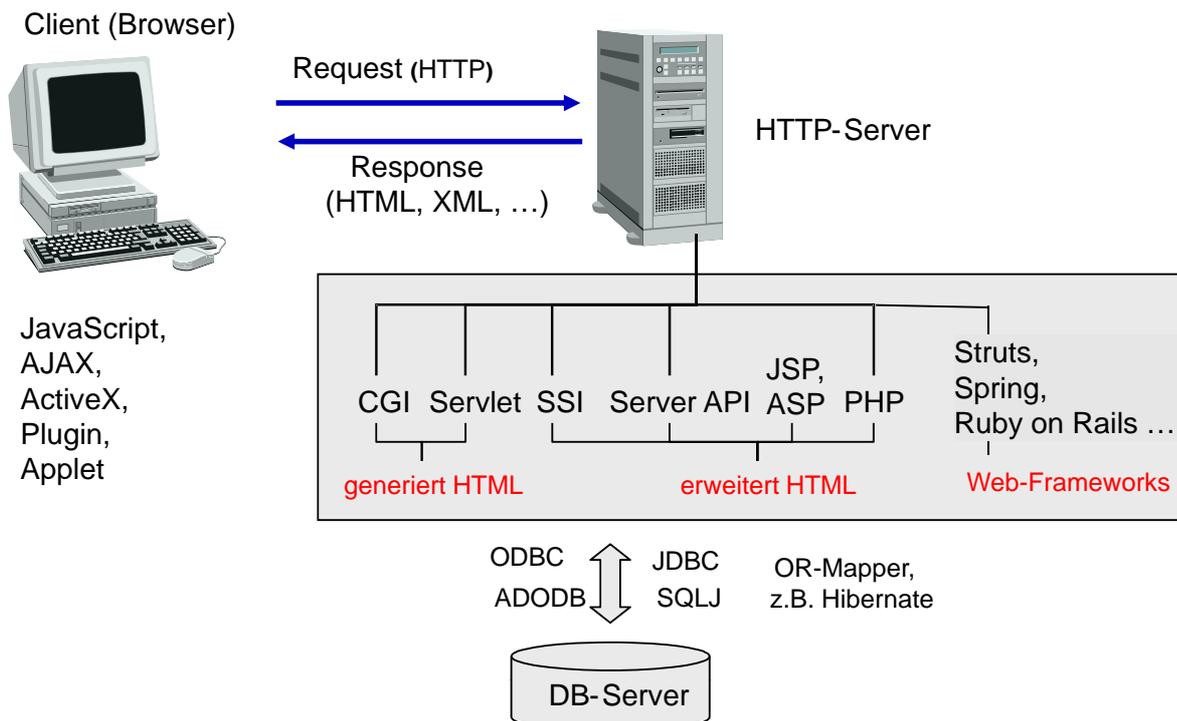


■ Vorteile der Applikations-Server-Architektur

- Unterstützung komplexer (Geschäfts-) Anwendungen
- Skalierbarkeit (mehrere Applikations-Server)
- Einbindung mehrerer DBS-Server / Datenquellen
- Transaktions-Verwaltung
- ggf. Unterstützung von Lastbalancierung, Caching, etc.



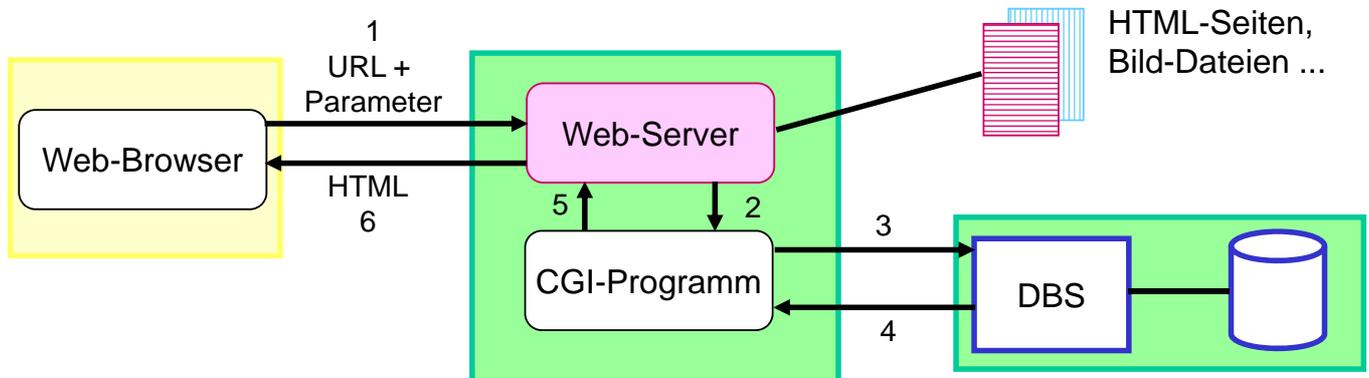
Übersicht Techniken zur Web-Anbindung von Datenbanken



Server-seitige Anbindung: CGI-Kopplung

■ CGI: Common Gateway Interface

- plattformunabhängige Schnittstelle zwischen Web-Server (HTTP-Server) und externen Anwendungen
- wird von jedem Web-Server unterstützt



■ CGI-Programme (z.B. realisiert in Perl, PHP, Python, Ruby, Shell-Skripte)

- erhalten Benutzereingaben (aus HTML-Formularen) vom Web-Server als Parameter
- können beliebige Berechnungen vornehmen und auf Datenbanken zugreifen
- Ergebnisse werden als dynamisch erzeugte HTML-Seiten an Client geschickt



CGI-Kopplung (2)

■ CGI-Programme generieren HTML-Ausgabe

■ aufwendige / umständliche Programmierung

■ mögliche Performance-Probleme

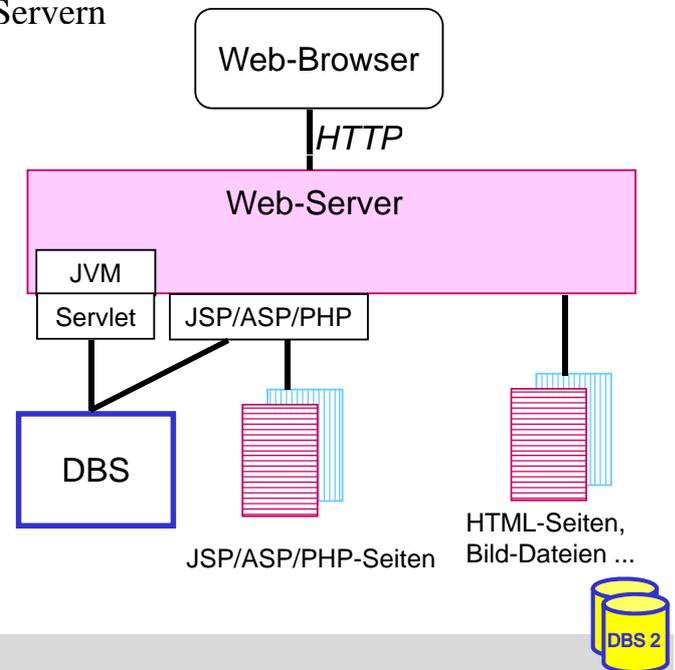
- Eingabefehler werden erst im CGI-Programm erkannt
- für jede Interaktion erneutes Starten des CGI-Programms
- für jede Programmaktivierung erneuter Aufbau der DB-Verbindung

```
#!/bin/perl
use Mysql;
# Seitenkopf ausgeben:
print "Content-type: text/html\n\n";
# [...]
# Verbindung mit dem DB-Server herstellen:
$testdb = Mysql->connect;
$testdb->selectdb("INFBIBLIOTHEK");
# DB-Anfrage
$q = $testdb->query
("select Autor, Titel from ...");
# Resultat ausgeben:
print "<TABLE BORDER=1>\n"; print "<TR>\n
<TH>Autor<TH>Titel</TR>";
$rows = $q -> numrows;
while ($rows>0) {
    @sqlrow = $q->fetchrow;
    print "<tr><td>",@sqlrow[0],
"</td><td>",
@sqlrow[1],</td></
tr>\n";
    $rows--; }
print "</TABLE>\n";
# Seitenende ausgeben
```



Server-seitige Web-Anbindung: weitere Ansätze

- Integration von CGI-Programmen in Web-Server
 - kein Starten eigener CGI-Prozesse
 - DB-Verbindungen können offen bleiben
- Einsatz von Java-Servlets
 - herstellerunabhängige Erweiterung von Web-Servern (Java Servlet-API)
 - Integration einer Java Virtual Machine (JVM) im Web-Server -> Servlet-Container
- server-seitige Erweiterung von HTML-Seiten um Skript-/Programmlogik
 - Java Server Pages
 - Active Server Pages (Microsoft-Lösung)
 - PHP-Anweisungen
- Integration von Auswertungslogik in DB-Prozeduren (stored procedures)



Java Server Pages (JSP)

- Entwurf von dynamischen HTML-Seiten mittels HTML-Templates und XML-artiger Tags
 - Trennung Layout vs. Applikationslogik durch Verwendung von Java-Beans
 - Erweiterbar durch benutzerdefinierte Tags (z.B. für DB-Zugriff, Sprachlokalisierung, ...)
- JSP-Prozessor oft als Servlet realisiert
 - JSP-Seite wird durch JSP-Prozessor in ein Servlet übersetzt
 - JSP kann überall eingesetzt werden, wo ein Servlet-Container vorhanden ist

JSP-Seite:

```
<HTML>
<BODY>
<jsp:useBean id="EmpData" class="FetchEmpDataBean,, scope="session">
<jsp:setProperty name="EmpData",, property="empNumber" value="1" />
</jsp:useBean>
<H1>Employee #1</H1>
<B>Name:</B> <%=EmpData.getName()%><BR>
<B>Address:</B> <%=EmpData.getAddress()%><BR>
<B>City/State/Zip:</B>
<%=EmpData.getCity()%>,
<%=EmpData.getState()%>
<%=EmpData.getZip()%>
</BODY>
</HTML>
```

Employee #1

Name: Jaime Husmillo
Address: 2040 Westlake N
City/State/Zip: Seattle, WA 98109



JSP (2)

Bean:

```
class FetchEmpDataBean {
    private String name, address, city, state, zip;
    private int empNumber = -1;

    public void setEmpNumber(int nr) {
        empNumber = nr;
        try {
            Connection con = DriverManager.getConnection("jdbc:db2:myDB","login","pwd");
            Statement stmt = con.createStatement();
            ResultSet rs = stmt.executeQuery ("SELECT * FROM Employees WHERE EmployeeID=" + nr);
            if (rs.next()) {
                name = rs.getString ("Name");
                address=rs.getString("Address");
                city = rs.getString ("City");
                state=rs.getString("State");
                zip=rs.getString("ZipCode");
            }
            rs.close();
            stmt.close();
            con.close();
        } catch (SQLException e) { //...}
    }
    public String getName() { return name; }
    public String getAddress() { return address; } ...
}
```



PHP (PHP: Hypertext Preprocessor)

- Open Source Skriptsprache zur Einbettung in HTML-Seiten
 - angelehnt an C, Java und Perl
 - besonders effizient bei der Erzeugung und Auswertung von HTML-Formularen
- erweiterbare Funktionsbibliothek (viele Module frei erhältlich)
 - Funktionen zum Datenbankzugriff sind DBS-spezifisch
 - DBS-unabhängiger Zugriff über ODBC oder Abstraktionsmodule (z. B. dbx, Pear::DB)

```
<html>
<body>
  <h1>Employee #1</h1>
  <?php
    $con = dbx_connect(DBX_PGSQL, "host", "myDB", "login", "password")
    or die("Verbindungsfehler!</body></html>");
    $result = dbx_query($con, "SELECT * FROM Employees WHERE EmployeeID = 1");
    if ( is_object($result) and ($result->rows > 0) ) {
  ?>
  <b>Name:</b> <?php echo $result->data[0]["Name"] ?> <br>
  <b>Address:</b>    <?php echo $result->data[0]["Address"] ?> <br>
  <b>City/State/ZIP:</b> <?php echo $result->data[0]["City"].",".
    $result->data[0]["State"].",".$result->data[0]["ZipCode"]
    ?><br>
  <?php } else { echo "Unknown employee!"; } ?>
</body>
</html>
```

Employee #1

Name: Jaime Husmillo
Address: 2040 Westlake N
City/State/Zip: Seattle, WA 98109



Vergleich JSP - PHP

- beides sind serverseitige Skriptsprachen zur Einbindung in HTML-Seiten
 - Seiten müssen gelesen und interpretiert werden
- JSP
 - Java-basiert, plattformunabhängig,
 - Nutzung von JDBC für einheitlichen DB-Zugriff
 - unterstützt Trennung von Layout und Programmlogik (Auslagerung in Beans möglich)
 - großer Ressourcenbedarf für Java-Laufzeitumgebung
- PHP
 - einfache Programmierung durch typfreie Variablen und dynamische Arraystrukturen, fehlertolerant, Automatismen zur Verarbeitung von Formularfeldern
 - viele Module z. B. für Bezahldienste, XML-Verarbeitung
 - PHP-Nachteile: unterstützte DB-Funktionalität abhängig von jeweiligem DBS; umfangreiche Programmlogik muss als externes Modul (meist in C, C++) realisiert werden



Zusammenfassung

- Cursor-Konzept zur satzweisen Verarbeitung von Datenmengen
 - Operationen: DECLARE CURSOR, OPEN, FETCH, CLOSE
 - Erweiterungen: Scroll-Cursor, Sichtbarkeit von Änderungen
- Statisches (eingebettetes) SQL
 - hohe Effizienz, relativ einfache Programmierung
 - begrenzte Flexibilität (Aufbau aller SQL-Befehle muss zur Übersetzungszeit festliegen, es können nicht zur Laufzeit verschiedene Datenbanken angesprochen werden)
 - SQLJ: eingebettetes SQL für Java
- Call-Level-Interface (z.B. ODBC, JDBC)
 - keine Nutzung eines Präcompilers
 - Einsatz v.a. in Client-Server-Systemen
- JDBC: Standardansatz für DB-Zugriff mit Java
- Stored Procedures: Performance-Gewinn durch reduzierte Häufigkeit von DBS-Aufrufen
 - SQL-Standardisierung: Persistent Storage Modules (PSM)
 - umfassende prozedurale Spracherweiterungen von SQL



Zusammenfassung (2)

- Notwendigkeit dynamisch erzeugter HTML-Seiten mit Zugriff auf Datenbanken
- server-seitige Programmierschnittstellen: CGI, ASP, JSP, PHP ...
- CGI
 - Standardisierte Schnittstelle, die von allen HTTP-Server unterstützt wird
 - pro Interaktion erneutes Starten des CGI-Programms + Aufbau der DB-Verbindung notwendig
 - keine Unterstützung zur Trennung von Layout und Programmlogik
- Java Server Pages (JSP), Active Server Pages (ASP), PHP
 - Einbettung von Programmcode in HTML-Seiten
 - Programmlogik kann in externe Komponenten (z. B. Beans, COM) ausgelagert werden
 - JSP: Verwendung von Java (Servlets) mit Datenbankzugriff über JDBC, SQLJ
- Weitergehende Programmiererleichterung durch Web-Frameworks
- komplexe Anwendungen erfordern Einsatz von Applikations-Servern

