Embedded SQL, JDBC

Kopplungsarten zwischen Datenbank- und Programmiersprachen

- Erweiterung der Datenbanksprache um Programmierkonstrukte (z.B. PL/SQL)
- Erweiterung von Programmiersprachen um Datenbankkonstrukte: Persistente Programmiersprachen, Datenbank-Programmiersprachen
- Datenbankzugriff aus einer Programmiersprache
- Einbettung der Datenbanksprache in eine Programmiersprache: “Embedded SQL”

Embedded SQL

- C, Pascal, C++

Impedance Mismatch bei der SQL-Einbettung

- Typsysteme passen nicht zusammen
- Unterschiedliche Paradigmen:
  Mengenorientiert vs. einzelne Variablen

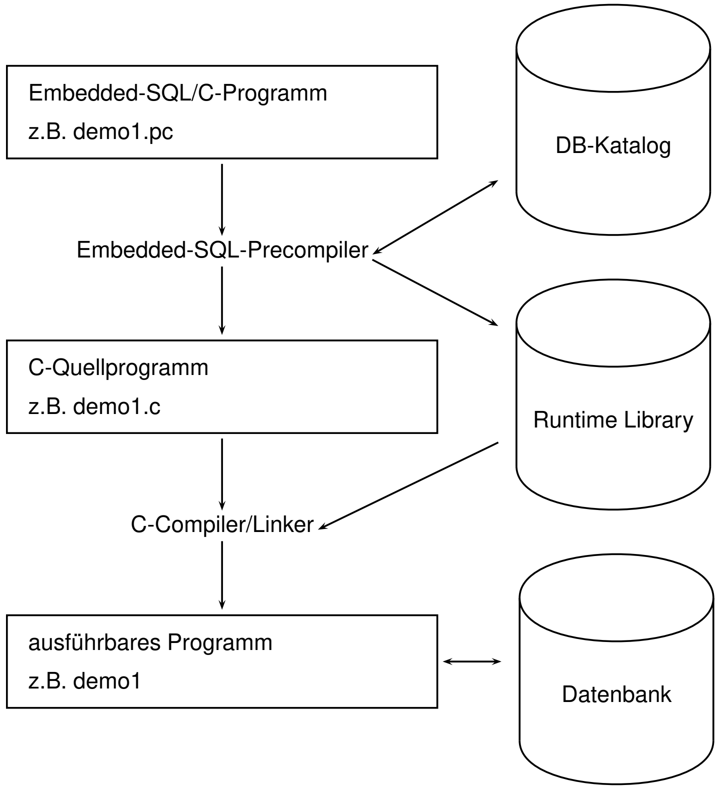
Realisierte Lösung

- Abbildung von Tupeln bzw. Attributen auf Datentypen der Hostsprache
- Iterative Verarbeitung der Ergebnismenge mittels Cursor

Auswirkungen auf die Hostsprache

- Struktur der Hostsprache bleibt unverändert
- Jede SQL-Anweisung kann eingebettet werden
- SQL-Anweisungen wird `EXEC SQL` vorangestellt
- Wie kommunizieren Anwendungsprogramm und Datenbank?

Entwicklung einer Embedded SQL-Applikation



Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Verbindungsaufbau

Embedded-Anwendung: Verbindung zu einer Datenbank muss explizit hergestellt werden.

```
EXEC SQL CONNECT :username IDENTIFIED BY :passwd;
```

- `username` und `passwd` Hostvariablen vom Typ `CHAR` bzw. `VARCHAR`..
- Strings sind hier nicht erlaubt!

Äquivalent:

```
EXEC SQL CONNECT :uid;
```

wobei `uid` ein String der Form `"name/passwd"` ist.

Hostvariablen

- Kommunikation zwischen Datenbank und Anwendungsprogramm
- Output-Variablen übertragen Werte von der Datenbank zum Anwendungsprogramm
- Input-Variablen übertragen Werte vom Anwendungsprogramm zur Datenbank.
- jeder Hostvariablen zugeordnet: Indikatorvariable zur Verarbeitung von NULL-Werten.
- werden in der *Declare Section* deklariert:

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
 int population;        /* host variable */
 short population\_ind;   /* indicator variable */
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
```

- in SQL-Statements wird Hostvariablen und Indikatorvariablen ein Doppelpunkt (“:”) vorangestellt
- Datentypen der Datenbank- und Programmiersprache müssen kompatibel sein

Indikatorvariablen

Verarbeitung von Nullwerten

Indikatorvariablen für Output-Variablen:

- -1 : der Attributwert ist `NULL`, der Wert der Hostvariablen ist somit undefiniert.
- 0 : die Hostvariable enthält einen gültigen Attributwert.
- $>$0 : die Hostvariable enthält nur einen Teil des Spaltenwertes. Die Indikatorvariable gibt die ursprüngliche Länge des Spaltenwertes an.
- -2 : die Hostvariable enthält einen Teil des Spaltenwertes wobei dessen ursprüngliche Länge nicht bekannt ist.

Indikatorvariablen für Input-Variablen:

- -1 : unabhängig vom Wert der Hostvariable wird `NULL` in die betreffende Spalte eingefügt.
- $>=$0 : der Wert der Hostvariable wird in die Spalte eingefügt.

Cursore

- Analog zu PL/SQL
- notwendig zur Verarbeitung einer Ergebnismenge, die mehr als ein Tupel enthält

Cursor-Operationen

- DECLARE <cursor-name> CURSOR FOR <sql statement>
- OPEN <cursor-name>
- FETCH <cursor-name> INTO <varlist>
- CLOSE <cursor-name>

Fehlersituationen

- der Cursor wurde nicht geöffnet bzw. nicht deklariert
- es wurden keine (weiteren) Daten gefunden
- der Cursor wurde geschlossen, aber noch nicht wieder geöffnet

Current of-**Klausel** analog zu PL/SQL

Beispiel

```
int main() {
   EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
      char cityName[25];    /* output host var */
      int cityEinw;         /* output host var */
      char* landID = "D";    /* input host var */
      short ind1, ind2;      /* indicator var */
      char* uid = "/";
   EXEC SQL END DECLARE SECTION;
   /* Verbindung zur Datenbank herstellen */
   EXEC SQL CONNECT :uid;
   /* Cursor deklarieren */
   EXEC SQL DECLARE StadtCursor CURSOR FOR
      SELECT Name, Einwohner
      FROM Stadt
      WHERE Code = :landID;
   EXEC SQL OPEN StadtCursor;  /* Cursor oeffnen */
   printf("Stadt                  Einwohner\n");
   while (1)
   {EXEC SQL FETCH StadtCursor INTO :cityName:ind1 ,
                              :cityEinw INDICATOR :ind2;
    if(ind1 != -1 && ind2 != -1)
    {  /* keine NULLwerte ausgeben */
       printf("%s     %d \n", cityName, cityEinw);
    }};
   EXEC SQL CLOSE StadtCursor; }
```

Hostarrays

- sinnvoll, wenn die Größe der Antwortmenge bekannt ist oder nur ein bestimmter Teil interessiert.
- vereinfacht Programmierung, da häufig auf Cursor verzichtet werden kann.
- verringert zudem Kommunikationsaufwand zwischen Client und Server.

```
EXEC SQL BEGIN DECLARE SECTION;
   char cityName[25][20];    /* host array */
   int cityPop[20];          /* host array */
EXEC SQL END DECLARE SECTION;
...
EXEC SQL SELECT Name, Population
         INTO :cityName, :cityPop
         FROM City
         WHERE Code = 'D';
```

holt 20 Tupel in die beiden Hostarrays.

PL/SQL

- Oracle Pro*C/C++ Precompiler unterstützt PL/SQL-Blöcke.
- PL/SQL-Block kann anstelle einer SQL-Anweisung verwendet werden.
- PL/SQL-Block verringt Kommunikationsaufwand zwischen Client und. Server
- Übergabe in einem Rahmen:

```
EXEC SQL EXECUTE
DECLARE
  ...
BEGIN
  ...
END;
END-EXEC;
```

Statisches vs. Dynamisches SQL

SQL-Anweisungen können durch Stringoperationen zusammengestellt werden. Zur Übergabe an die Datenbank dienen unterschiedliche Befehle, abhängig von den in der Anweisung auftretenden Variablen.

Transaktionen

- Anwendungsprogramm wird als geschlossene Transaktion behandelt, falls es nicht durch `COMMIT`- oder `ROLLBACK`-Anweisungen unterteilt ist
- In Oracle wird nach Beendigung des Programms automatisch ein `COMMIT` ausgeführt
- DDL-Anweisungen generieren vor und nach ihrer Ausführung implizit ein `COMMIT`
- Verbindung zur Datenbank durch
  `EXEC SQL COMMIT RELEASE;` oder
  `EXEC SQL ROLLBACK RELEASE;`
  beenden.

Savepoints

- Transaktion lässt sich durch Savepoints unterteilen.
- Syntax : `EXEC SQL SAVEPOINT <name>`
- Ein `ROLLBACK` zu einem Savepoint löscht alle danach gesetzten Savepoints.

Mechanismen für Ausnahmebehandlung

- SQL Communications Area (SQLCA)
- `WHENEVER`-Statement

SQLCA

enthält Statusinformationen bzgl. der zuletzt ausgeführten SQL-Anweisung

```
struct sqlca {
   char    sqlcaid[8];
   long    sqlcabc;
   long    sqlcode;
   struct { unsigned short sqlerrml;
            char sqlerrmc[70];
   } sqlerrm;
   char    sqlerrp[8];
   long    sqlerrd[6];
   char    sqlwarn[8];
   char    sqlext[8];
};
```

Interpretation der Komponente `sqlcode`:

- 0: die Verarbeitung einer Anweisung erfolgte ohne Probleme.
- $>$0: die Verarbeitung ist zwar erfolgt, dabei ist jedoch eine Warnung aufgetreten.
- $<$0: es trat ein ernsthafter Fehler auf und die Anweisung konnte nicht ausgeführt werden.

WHENEVER-Statement

spezifiziert Aktionen die im Fehlerfall automatisch vom DBS ausgeführt werden sollen.

```
EXEC SQL WHENEVER <condition> <action>;
```

`<condition>`

- `SQLWARNING` : die letzte Anweisung verursachte eine “no data found” verschiedene Warnung (siehe auch `sqlwarn`). Dies entspricht `sqlcode` $>$ 0 aber ungleich 1403.
- `SQLERROR` : die letzte Anweisung verursachte einen (ernsthaften) Fehler. Dies entspricht `sqlcode` $<$ 0.
- `NOT FOUND` : `SELECT INTO` bzw. `FETCH` liefern keine Antworttupel zurück. Dies entspricht `sqlcode` 1403.

`<action>`

- `CONTINUE` : das Programm fährt mit der nächsten Anweisung fort.
- `DO flq proc_name>` : Aufruf einer Prozedur (Fehlerroutine); `DO break` zum Abbruch einer Schleife.
- `GOTO <label>` : Sprung zu dem angegebenen Label.
- `STOP`: das Programm wird ohne `commit` beendet (exit()), stattdessen wird ein `rollback` ausgeführt.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

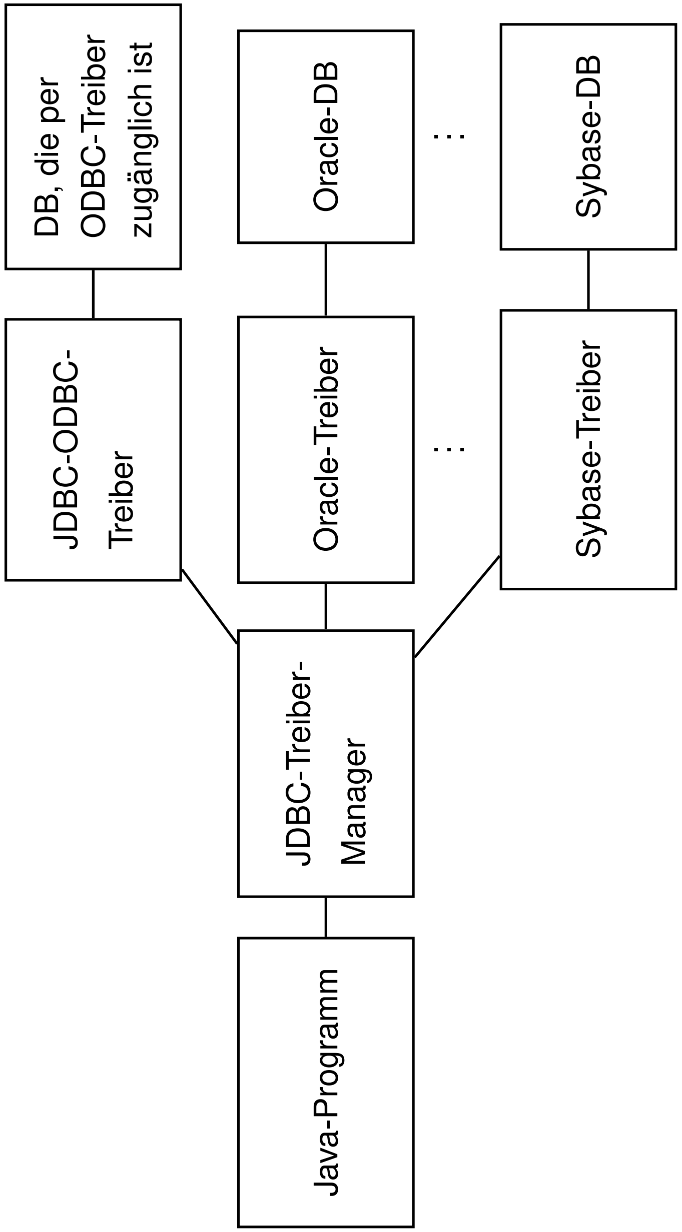
Java und Datenbanken

- Java: plattformunabhängig
- überall, wo *Java Virtual Machine* läuft, können Java-Programme ablaufen.
- API’s: Application Programming Interfaces; Sammlungen von Klassen und Schnittstellen, die eine bestimmte Funktionalität bereitstellen.

JDBC: Datenbankzugriff-API

- Interface für den (entfernten) Datenbankzugriff von Java-Programmen aus
- Applikation kann unabhängig vom darunterliegenden DBMS programmiert werden
- setzt die Idee von ODBC auf Java um
- gemeinsame Grundlage ist der X/Open SQL CLI (Call Level Interface) Standard

JDBC-Architektur



JDBC-Architektur

- Kern: Treiber-Manager
- darunter: Treiber für einzelne DBMS'e

Arten von Treibern:

- Angestrebt:
  - DBMS-Client-Server-Netzwerk-Protokoll mit *pure Java*-Treiber: JDBC-Aufrufe werden in das DBMS-Netzwerkprotokoll umgesetzt. JDBC-Client ruft direkt den DBMS-Server auf.
  - JDBC-Netz mit *pure Java*-Treiber: JDBC-Aufrufe werden in das JDBC-Netzwerkprotokoll übersetzt, und dann auf einem Server in ein bestimmtes DBMS-Protokoll übersetzt.
- als Übergangslösungen:
  - JDBC-ODBC-Bridge und ODBC-Treiber: Über die JDBC-ODBC-Bridge werden die ODBC-Treiber verwendet.
  - Natives API: Die JDBC-Aufrufe werden in Aufrufe von Client-APIs der entsprechenden Datenbankhersteller übersetzt.

JDBC-API

- flexibel:
  - Applikation kann unabhängig vom darunterliegenden DBMS programmiert werden
  - de facto: Portabilität nur im SQL-2 Standard gesichert (stored procedures, objektrelationale Features)
- “low-level”:
  - Statements werden durch Strings übertragen
  - im Gegensatz zu Embedded SQL keine Verwendung von Programmvariablen in den SQL-Befehlen

Darauf aufbauend in Entwicklung:

- Embedded SQL für Java
- direkte Darstellung von Tabellen und Tupeln in Form von Java-Klassen

JDBC-Funktionalität

- Aufbau einer Verbindung zur Datenbank (`DriverManager`, `Connection`)
- Versenden von SQL-Anweisungen an die Datenbank (`Statement` und Subklassen)
- Verarbeitung der Ergebnismenge (`ResultSet`)

JDBC-Treiber-Manager

`DriverManager`

- verwaltet (registriert) Treiber
- wählt bei Verbindungswunsch den passenden Treiber aus und stellt Verbindung zur Datenbank her.

- Es wird nur ein `DriverManager` benötigt.

⇒ Klasse `DriverManager`:
  - nur `static` Methoden (operieren auf Klasse)
  - Konstruktor ist `private` (keine Instanzen erzeugen)

Benötigte Treiber müssen angemeldet werden:

```
DriverManager.registerDriver(driver*)
```

Im Praktikum für den Oracle-Treiber:

```
DriverManager.registerDriver
    (new oracle.jdbc.driver.OracleDriver());
```

erzeugt eine neue Oracle-Treiber-Instanz und “gibt” sie dem DriverManager.

Verbindungsaufbau

- Aufruf an den `DriverManager`:

  ```
  Connection <name> =
    DriverManager.getConnection
     (<jdbc-url>, <user-id>, <passwd>);
  ```

- Datenbank wird eindeutig durch JDBC-URL bezeichnet

JDBC-URL:

- `jdbc:<subprotocol>:<subname>`
- `<subprotocol>` bezeichnet Treiber und Zugriffsmechanismus
- `<subname>` bezeichnet Datenbank

Bei uns:

```
jdbc:oracle:<driver-name>:
  @<IP-Address DB Server>:<Port>:<SID>
```

```
String url =
  'jdbc:oracle:thin:@132.230.150.11:1521:dev';
Connection conn =
  DriverManager.getConnection(url,'jdbc_1','jdbc_1');
```

liefert eine offene Verbindungs-Instanz `conn` zurück.

Verbindung beenden: `conn.close();`

Versenden von SQL-Anweisungen

`Statement`-Objekte

- werden durch Aufruf von Methoden einer bestehenden Verbindung `<connection>` erzeugt.
- `Statement`: einfache SQL-Anweisungen ohne Parameter
- `PreparedStatement`: Vorcompilierte Anfragen, Anfragen mit Parameter
- `CallableStatement`: Aufruf von gespeicherten Prozeduren

Klasse “Statement”

```
Statement <name> = <connection>.createStatement();
```

Sei `<string>` ein SQL-Statement *ohne Semikolon*.

- `ResultSet <statement>.executeQuery(<string>)`: *Anfragen* an die Datenbank. Dabei wird eine Ergebnismenge zurückgegeben.
- `int <statement>.executeUpdate(<string>)`: SQL-Statements, die eine Veränderung an der Datenbasis vornehmen. Der Rückgabewert gibt an, wieviele Tupel von der SQL-Anweisung betroffen waren.
- `<statement>.execute(<string>)`: Statement gibt mehr als eine Ergebnismenge zurück (Folge von Anweisungen). Ergebnismengen etc. sind ueber das Statement-Objekt abfragbar (siehe später).

Ein `Statement`-Objekt kann beliebig oft wiederverwendet werden, um SQL-Anweisungen zu übermitteln.

Mit der Methode `close()` kann ein Statement-Objekt geschlossen werden.

Behandlung von Ergebnismengen

Klasse "`ResultSet`":

```
ResultSet <name> = <statement>.executeQuery(<string>);
```

- virtuelle Tabelle, auf die von der "Hostsprache" – hier also Java – zugegriffen werden kann.
- `ResultSet`-Objekt unterhält einen Cursor, der mit

  `<result-set>.next();`

  auf das nächste Tupel gesetzt wird.
- `<result-set>.next()`
  liefert den Wert `false` wenn alle Tupel gelesen wurden.

```
ResultSet countries =
  stmt.executeQuery(``SELECT Name, Code, Population
                      FROM Country'');
```

Name	**code**	**Population**
Germany	D	83536115
Sweden	S	8900954
Canada	CDN	28820671
Poland	PL	38642565
Bolivia	BOL	7165257
..	..	..

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Behandlung von Ergebnismengen

- Zugriff auf die einzelnen Spalten des Tupels unter dem Cursor mit

  `<result-set>.get<type>(<attribute>)`

- `<type>` ist dabei ein Java-Datentyp,

Java-Typ	get-Methode
INTEGER	getInt
REAL, FLOAT	getFloat
BIT	getBoolean
CHAR, VARCHAR	getString
DATE	getDate
TIME	getTime

  `<getString>` funktioniert immer.

- `<attribute>` kann entweder durch Attributnamen, oder durch die Spaltennummer gegeben sein.

```
countries.getString(``Code'');
countries.getInt(``Population'');
countries.getInt(3);
```

- Bei `get<type>` werden die Daten des Ergebnistupels (SQL-Datentypen) in Java-Typen konvertiert.

Behandlung von Ergebnismengen

```
class Hello {
public static void main (String args []) throws SQLException {
  // ORACLE-Treiber laden
  DriverManager.registerDriver(new oracle.jdbc.dnlddriver.OracleDriver());
  // Verbindung zur Datenbank herstellen
  String url = "jdbc:oracle:dnldthin:@132.230.150.161:1521:test";
  Connection conn = DriverManager.getConnection(url,:username,:passwd);
  // Anfrage an die Datenbank
  Statement stmt = conn.createStatement();
  ResultSet rset = stmt.executeQuery("SELECT Name, Population FROM City");
  while (rset.next ()) { // Verarbeitung der Ergebnismenge
   String s = rset.getString(1);
   int i = rset.getInt("Population");
   System.out.println (s + " " + i "\ n");
   }
  }
}
```


Arbeiten mit Ergebnismengen

JDBC-Datentypen

- JDBC steht zwischen Java (Objekttypen) und SQL (Typen mit unterschiedlichen Namen).
- `java.sql.types` definiert *generische* SQL-Typen, mit denen JDBC arbeitet:

Java-Typ	JDBC-SQL-Typ
String	CHAR, VARCHAR
java.math.BigDecimal	NUMBER, NUMERIC, DECIMAL
boolean	BIT
byte	TINYINT
short	SMALLINT
int	INTEGER
long	BIGINT
float	REAL
double	FLOAT, DOUBLE
java.sql.Date	DATE (Tag, Monat, Jahr)
java.sql.Time	TIME (Stunde, Minute, Sekunde)

Diese werden auch verwendet, um Meta-Daten zu verarbeiten.

Behandlung von Ergebnismengen

Informationen über die Spalten der Ergebnismenge:

```
ResultSetMetaData <name> = <result-set>.getMetaData();
```

erzeugt ein `ResultSetMetaData`-Objekt, das Informationen über die Ergebnismenge enthält:

Methode	Beschreibung
int getColumnCount()	Spaltenanzahl der Ergebnismenge
String getColumnLabel(int)	Attributname der Spalte <int>
String getTableName(int)	Tabellenname der Spalte <int>
String getSchemaName(int)	Schemaname der Spalte <int>
int getColumnType(int)	JDBC-Typ der Spalte <int>
String getColumnTypeName(int)	Unterliegender DBMS-Typ der Spalte <int>

Behandlung von Ergebnismengen

- keine NULL-Werte in Java:
  `<resultSet>.wasNULL()`
  testet, ob der zuletzt gelesene Spaltenwert NULL war.

Beispiel: Ausgabe der aktuellen Zeile eines ResultSets

```
ResultSetMetaData rsetmetadata = rset.getMetaData();
int numCols = rsetmetadata.getColumnCount();
for(i=1; i<=numCols; i++) {
String returnValue = rset.getString(i);
if (rset.wasNull())
   System.out.println ("null");
else
   System.out.println (returnValue);
}
```

- Mit der Methode `close()` kann ein ResultSet-Objekt explizit geschlossen werden.

Prepared Statements

```
PreparedStatement <name> =
  <connection>.prepareStatement(<string>);
```

- SQL-Anweisung `<string>` wird vorcompiliert.
- damit ist die Anweisung fest im Objektzustand enthalten
- effizienter als `Statement`, wenn ein SQL-Statement häufig ausgeführt werden soll.
- Abhängig von `<string>` ist nur eine der (parameterlosen!) Methoden
  - `<prepared-statement>.executeQuery()`,
  - `<prepared-statement>.executeUpdate()` oder
  - `<prepared-statement>.execute()`

  anwendbar.

Prepared Statements: Parameter

- Eingabeparameter werden durch “?” repräsentiert

```
PreparedStatement pstmt =
  conn.prepareStatement("SELECT Population
                FROM Country
                WHERE Code = ?");
```

- “?”-Parameter werden mit

  `<prepared-statement>.set<type>(<pos>,<value>);`

  gesetzt, bevor ein `PreparedStatement` ausgeführt wird.
- `<type>`: Java-Datentyp,
- `<pos>`: Position des zu setzenden Parameters,
- `<value>`: Wert.

```
pstmt.setString(1,"D");
ResultSet rset = pstmt.ExecuteQuery();
...
pstmt.setString(1,"CH");
ResultSet rset = pstmt.ExecuteQuery();
...
```

- Nullwerte werden durch

  `setNULL(<pos>,<type>);`

  gesetzt, wobei `<type>` den JDBC-Typ dieser Spalte bezeichnet:

  `pstmt.setNULL(1,Types.String);`

Callable Statements: Gespeicherte Prozeduren

- Erzeugen von Prozeduren und Funktionen mit

  ```
  <statement>.executeUpdate(<string>);
  ```

  (<string> von der Form `CREATE PROCEDURE ...`)

  ```
  s = 'CREATE PROCEDURE bla() IS BEGIN ... END';
  stmt.executeUpdate(s);
  ```

- der *Aufruf der Prozedur* wird als `CallableStatement`-Objekt erzeugt:
- Aufrufsyntax von Prozeduren bei den verschiedenen Datenbanksystemen unterschiedlich

⇒ JDBC verwendet eine *generische* Syntax per Escape-Sequenz (Umsetzung dann durch Treiber)

```
CallableStatement <name> =
  <connection>.prepareCall("{call <procedure>}");
cstmt = conn.prepareCall("{call bla()}");
```


Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Callable Statements mit Parametern

```
s = 'CREATE FUNCTION
            distance(city1 IN Name, city2 IN Name)
     RETURN NUMBER IS BEGIN ... END';
stmt.executeUpdate(s);
```

- Parameter:

```
CallableStatement <name> =
  <connection>.prepareCall("{call <procedure>(?,...,?)}");
```

- Rückgabewert bei Funktionen:

  ```
  CallableStatement <name> =
    <connection>.prepareCall
        ("{? = call <procedure>(?,...,?)}");
  cstmt = conn.prepareCall("{? = call distance(?,?)}");
  ```

- Für `OUT`-Parameter sowie den Rückgabewert muss zuerst der JDBC-Datentyp der Parameter mit

  ```
  <callable-statement>.registerOutParameter
        (<pos>,java.sql.Types.<type>);
  ```

  registriert werden.

  ```
  cstmt.registerOutParameter(1,java.sql.types.number);
  ```

Callable Statements mit Parametern

- Vorbereitung (s.o.)

```
cstmt = conn.prepareCall("{? = call distance(?,?)}");
cstmt.registerOutParameter(1,java.sql.types.number);
```

- `IN`-Parameter werden über `set<type>` gesetzt.

```
cstmt.setString(2,'Freiburg');
cstmt.setString(3,'Berlin');
```

- Aufruf mit

```
ResultSet <name> =
  <callable-statement>.executeQuery();
```

oder

```
<callable-statement>.executeUpdate();
```

oder

```
<callable-statement>.execute();
```

```
Im Beispiel:   cstmt.execute();
```

- Lesen des `OUT`-Parameters mit `get<type>`:

```
int distance = cstmt.getInt(1);
```


Sequentielle Ausführung

- SQL-Statements, die mehrere Ergebnismengen zurückliefern:
- `<statement>.execute(<string>)`, `<prepared-statement>.execute()`, `<callable-statement>.execute()`
- Häufig: `<string>` dynamisch generiert
- `getResultSet()` bzw. `getUpdateCount()`: nächsten Rückgabewert bzw. Update-Zähler abrufen.
- `getMoreResults()` und dann wieder `getResultSet()` bzw. `getUpdateCount()`: nächstes Ergebnis abrufen.

Sequentielle Ausführung

- `getResultSet()`: Falls nächstes Ergebnis eine Ergebnismenge ist, wird diese zurückgegeben; falls kein nächstes Ergebnis mehr vorhanden, oder nächstes Ergebnis ein Update-Zähler ist: `null` zurückgeben.
- `getUpdateCount()`: Falls nächste Ergebnis ein Update-Zähler ist, wird dieser ($n \geq 0$) zurückgegeben; falls kein nächstes Ergebnis mehr vorhanden, oder nächstes Ergebnis eine Ergebnismenge ist, wird -1 zurückgegeben.
- `getMoreResults()`: `true`, wenn das nächste Ergebnis eine Ergebnismenge ist, `false`, wenn es ein Update-Zähler ist, oder keine weiteren Ergebnisse.
- alle Ergebnisse verarbeitet:

```
((<stmt>.getResultSet() == null) &&
 (<stmt>.getUpdateCount() == -1))
```

bzw.

```
((<stmt>.getMoreResults() == false) &&
 (<stmt>.getUpdateCount() == -1))
```


Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

Folge von Ergebnissen verarbeiten

```
stmt.execute(queryStringWithUnknownResults);
while (true) {
    int rowCount = stmt.getUpdateCount();
    if (rowCount > 0) {
       System.out.println("Rows changed = " + count);
       stmt.getMoreResults();
       continue;
    }
    if (rowCount == 0) {
       System.out.println("No rows changed");
       stmt.getMoreResults();
       continue;
    }
    ResultSet rs = stmt.getResultSet();
    if (rs != null) {
       .....  // verarbeite Metadaten
       while (rs.next())
          { ....}  // verarbeite Ergebnismenge
       stmt.getMoreResults();
       continue;
    }
    break;
}
```

Weitere SQL/Oracle-Werkzeuge

- Dynamic SQL: SQL-Statements können *in PL/SQL* bei Laufzeit als Strings zusammengesetzt und an die Datenbank übermittelt werden.
- ORACLE8i: Mit eingebauter Java Virtual Machine, Zugriff auf das Filesystem,
  i= internet: XML-Schnittstelle, Web-Application-Server etc.
- ORACLE-Web Server/Internet Application Server (9i): HTML-Seiten werden mit abhängig vom Datenbankinhalt erstellt.
- mit den neuesten Paketen (IAS, Internet File System Server) verwischt der Unterschied zwischen Datenbank und Betriebssystem.

Praktikum: Datenbankprogrammierung in SQL/ORACLE

ORACLE8?

+ Komplexe Datentypen
+ Objekte: Objektmethoden, Objektreferenzen, Pfadausdrücke ⇒ sehr benutzerfreundliches Interface möglich
  (vgl. *add_member*, *is_member*)
– Nested Tables:
  – Speicherung: als separate Tabellen (`STORE AS ...`)
  – DML: umständlich `SELECT FROM THE`, `TABLE ...`, `CAST MULTISET`
  – Handhabung: Anfrage darf nur eine Nested Table betrachten ⇒ Cursor notwendig
  – Eigentlich keine Vorteile ??
– Veränderungen an Objekttypen nicht möglich ⇒ Objekttypen zur *Speicherung* wenig geeignet.
- *I think this is the power of the system. Object Views.*