DBS_VL10_Zugriff auf Daten in RDBS aus Programmiersprachen

Prinzipielle Vorgehensweisen

Zugriff aus Anwendungen auf RDBMS

Probleme: Konzeptionelle Unterschiede zwischen Programmiersprache und RDBMS

- Probleme bei der Einbettung von SQL: **Impedance Mismatch**
- Unterschiede: SQL vs. imperative / objektorientierte Programmiersprache
  - SQL: **deklarativ, mengenorientiert**; Ergebnis einer Anfrage ist eine (möglicherweise sehr große) Relation
  - Programmiersprache: **imperativ und/oder objekt-orientiert; satz-orientiert**
  - Unterschiede zwischen den **Datentypen**
- Lösungen zur Überwindung des Impedance Mismatch:
  - **Iteratoren/Cursor** zur satzweisen Verarbeitung von Ergebnismengen
  - **Mapping der Typen** DBMS ←→ Programmiersprache
  - **Zugriffsfunktionen** zum Datenaustausch mit Typkonvertierung

Mögliche Herangehensweisen

Prozedurale Schnittstelle (**Call-Level Interface**, CLI):

- **Bibliothek**, die Funktionen bereitstellt, um mit der DB zu kommunizieren
- **Dynamisches SQL**: SQL wird als **String** in der Wirtssprache zusammengebaut und an Datenbank gesendet
- Ergebnisverarbeitung in der Programmiersprache
- Diese Vorlesung: JDBC als Beispiel; Alternativen: ODBC, OCI, ...

Einbettung von SQL in eine Sprache

- SQL wird in die Wirtssprache eingebettet
- **Statisches SQL**: Zur Übersetzungszeit geprüft
- Beispiel Pro*C, SQLJ

SQL um prozedurale Elemente erweitern

- Beispiel PL/SQL (Oracle)

➔ Datenbanksysteme 2

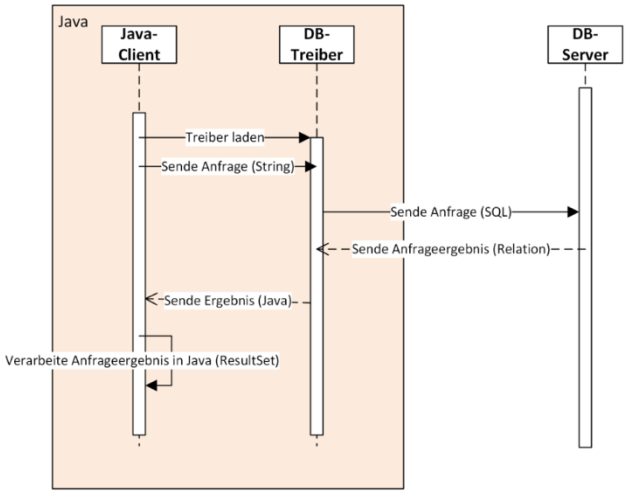
Funktionsbibliothek, mit der SQL-Statements zusammengestellt werden

- Beispiel: JOOQ

Zugriff aus Java: JDBC-Konzepte

Architektur für Java-basiertes CLI

- Java-Programm muss mit DB kommunizieren
- Erfordert Umsetzung der Java- Funktionsaufrufe in DB-Aufrufe (Netzwerkprotokoll)
- Java-Programm soll unabhängig von DB sein
- DB-spezifische Umsetzung wird daher von einem DB-Treiber (JDBC-Treiber) bereitgestellt
- Stammt vom Anbieter des DBMS, Java- Bibliothek

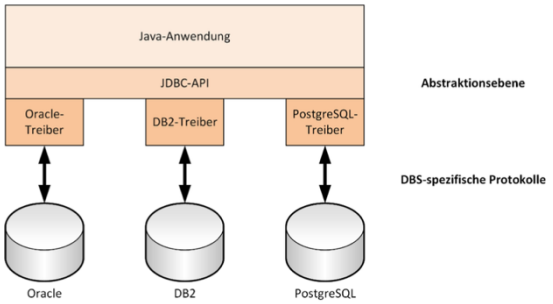


JDBC (Java Database Connectivity)

- JDBC 1.0 im Rahmen des JDK 1.1 (1996)
- Aktuelle Versionen JDBC 4.3 im Rahmen von Java SE 9
- Ziel: **Herstellerunabhängige** API zum Zugriff auf beliebige relationale DBMS (**A**pplication **P**rogramming **I**nterface, Programmierschnittstelle für Anwendungen)
- Kernfunktionen: Senden von SQL-Befehlen an das DBMS, Verarbeiten der Ergebnisse
- Dynamisches SQL: SQL wird als String in Java “zusammengebaut”

JDBC-Treiber

- Kapseln hersteller-abhängige Anteile und bieten gemeinsame Programmierschnittstelle
- Software für Connect mit DB und die Ausführung von SQL-Befehlen (inkl. Holen der Ergebnismenge); kann auch DBS-spezifische Funktionen verarbeiten
- Setzt auf Netzwerk-Protokoll auf: TCP/IP, ODBC, net8,...



Laden des JDBC-Treibers in Java

Neue Variante:

```
Connection conn = DriverManager.getConnection(
"jdbc:oracle:thin:@dboracleserv.inform.hs-hannover.de:1521:db01", "user", "password");
```

Alte Variante:

- Zu nutzen für alte DB-Treiber
  `Class.forName("oracle.jdbc.driver.OracleDriver");`
- `Class.forName` lädt die Klasse des Treibers
- Der Treiber registriert sich dabei selbst bei `DriverManager`

Damit weiß der `DriverManager`, dass `jdbc:oracle:thin` von der Klasse `oracle.jdbc.driver.OracleDriver` gehandhabt wird

Konkrete SQL-Anweisungen in JDBC

Anfragen: Grundlagen

Ausführen einer Anfrage

Hauptprobleme (Impedance Mismatch):

- **Statische Anfragen selten hilfreich**
  - Anfragen benötigen Parameter, die dynamisch gefüllt werden können
  - Verwende speziellen Code im Anfrage-String (?), der dann ersetzt wird; Identifikation über Position oder Bezeichner
- **DB arbeitet mit Relationen**
  - Relationen haben keine 1:1-Entsprechung in Java-Typen
  - Definition eines `ResultSet` in der API, das zeilenweise (Cursor-Prinzip) in Java verarbeitet werden kann
- **Übersetzung zwischen Datentypen** der DB und in Java durch spezifische Methoden in JDBC-API beim Setzen/Lesen von Werten

Ausführen einer statischen Anfrage

SQL-Anfrage erzeugen:

```
  String query = "SELECT employee_id, last_name FROM hr.employees";
  Statement stmt = conn.createStatement();
```

SQL-Anfrage ausführen:

```
  ResultSet rs = stmt.executeQuery(query);
```

Ergebnis verarbeiten:

```
  while (rs.next()) {
    long empid = rs.getLong("employee_id");
    String lastname = rs.getString("last_name");
    System.out.println("Employee: ID="+empid+" LastName="+lastname);
}
```

Ausführen einer Anfrage

Ressourcenfreigabe

```
  rs.close();
  stmt.close();
```

Besser mit Auto-Closable:

```
String query = "SELECT employee_id, last_name FROM hr.employees";
try (Statement stmt = conn.createStatement()) {
   try (ResultSet rs = stmt.executeQuery(query)) {
      while (rs.next()) {
         long empid = rs.getLong("employee_id");
         String lastname = rs.getString("last_name");
         System.out.println("Employee: ID="+empid+" LastName="+lastname);
      }
   }
} // Demo 1
```

Ausführen einer Anfrage

Nachbearbeitung/Einbettung

Fehlerbehandlung

- Fehler grundsätzlich als Ausnahmen der Klasse `SQLException` mit `try/catch`- Block abfangen
- Details zu einem aufgetretenen Fehler über `getMessage`:

```
try {
    ... Anweisungen, die eine SQLException erzeugen können
} catch (SQLException e) {
    System.out.println("SQL-Fehler beim Ausführen der Anfrage: "+query);
    System.out.println(e.getMessage());
}
```

Fehlerbehandlung

SQLException

Bei Ausführung eines SQL-Befehls wird im Fehlerfall eine Exception vom Typ `SQLException` geworfen

Für eine `SQLException e` gibt es drei Standard-Methoden

- `e.getMessage()`: String, der den Fehler beschreibt
- `e.getSQLState()`: identifiziert Fehler nach ANSI-92-SQL-Zustandscode
- `e.getErrorCode()`: identifiziert Fehler gemäß Datenbank-Hersteller

Beispiel: Select auf ungültige Spalte (`SELECT photo FROM hr.employees`)

- Message: `ORA-00904: "PHOTO": ungültiger Bezeichner`
- SQL-State: `42000`
- ErrorCode: `904`

Optimierung des DB-Zugriffs

Prepared Statements

Prepared Statements (vorbereitete Anweisungen)

- SQL-Befehl wird vor Ausführung zum RDBMS geschickt
  - vorkompilieren und (optimalen) Ausführungsplan erstellen
  - vorübersetzter Befehl mit unterschiedlichen Parametern ausführbar
  - Laufzeit-Vorteile (nur einmal geparst und auf Korrektheit geprüft)
- Verwendung von Parametern
  - Fragezeichen `?` ist Platzhalter für **Werte**, nicht für **Tabellen**- oder **Spaltennamen** im SQL-Befehl
  - Werden durch eigenen Befehl gesetzt: `setX( )` für jeden Standard-Java-Typ `X`
  - Einmal gesetzter Parameter behält Wert, bis er neu gesetzt wird

Ausführen einer parametrisierten Anfrage

SQL-Anfrage erzeugen:

```
  String query = "SELECT employee_id, last_name FROM hr.employees
    WHERE department_id = ? AND salary > ?";
  PreparedStatement stmt = conn.prepareStatement(query);
  stmt.setInt(1, 80);
  stmt.setFloat(2, 10000);
  ResultSet rs = stmt.executeQuery();
// Demo 2
```

SQL-Anfrageergebnis verarbeiten wie zuvor

Übersetzung von Standard-Datentypen

Mapping von Java-Typen auf SQL-Datentypen

- Bsp.: `String` und `VARCHAR` bzw. `int` und `NUMBER`

Handhabung von `NULL`-Werten

- Java-Objekttypen können `NULL` als `null` darstellen
    - `VARCHAR NULL` wird als `String null` zurückgegeben
- Bei primitiven Datentypen (`int` etc.) geht das nicht, daher:

Beim Abfragen:

```
int deptid = rs.getInt("department_id"); if (rs.wasNull()) { ... }
```

Beim Setzen von Werten:

```
stmt.setNull(1, Types.NUMERIC); // Demo 3 und 4
```

JDBC: Fallstricke

- Statement endet nicht mit " ; " als Terminator (wie im Oracle SQL Developer)
- SQL-Befehle sind nicht case-sensitiv Ausnahme (!): String-Literale, die in '...' stehen (z.B. in `WHERE`-Klausel)
- Zeilentrenner in Java ist nicht Zeilentrenner in SQL(!):

```
String query =
     "SELECT employee_id, last_name" +
     "FROM hr.employees";
```

DDL und DML

- JDBC-Nutzung nicht nur für Anfragen (Data Query Language) möglich
- Es können auch Daten verändert (Data Manipulation Language) werden
- Es kann auch das DB-Schema bearbeitet werden (Data Definition Language)
- Konzepte der Anfragen werden im Wesentlichen übertragen

DDL-Befehle in Java

Erzeugen einer Tabelle

1. Schritt: SQL-Befehl wird in einen String geschrieben

```
String createOrderItems =
    "CREATE TABLE order_items( " +
    "     order_id NUMBER(8), " +
    "     line_item_id NUMBER(5), " +
    "     product_name VARCHAR2(50), " +
    "     unit_price NUMBER(8,2), " +
    "     quantity NUMBER(5), " +
     "    PRIMARY KEY (order_id, line_item_id) " +
    ")";
```

2. Schritt: Statement-Objekt für Änderungen und Anfragen erzeugen

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

- Bezieht sich auf bestimmte Connection conn

3. Schritt: Ausführen des SQL-Statements

```
stmt.executeUpdate(createOrderItems); // Demo 5
```

Bemerkungen

- `CREATE TABLE` ist ein DDL-Befehl (wie `ALTER TABLE, DROP TABLE, ....`)
- Führt eine Änderung am Datenbank-Schema durch
- Deshalb wird `executeUpdate(<SQL-String>)` aufgerufen!
- Analog für andere DDL-Befehle und DML-Befehle (`INSERT, UPDATE, DELETE`)

DDL-Befehle in Java

Vollständiges Beispiel (direkt in main nur zu Demo-Zwecken!)

```
public class CreateTableDemo {
    public static void main(String[] args) {
        try (Connection conn = DriverManager.getConnection(...) ){
              String createOrderItems =
                "CREATE TABLE order_items(" +
                        "     order_id NUMBER(8), " +
                        "     line_item_id NUMBER(5)," +
                        "     product_name VARCHAR2(50)," +
                        "     unit_price NUMBER(8,2)," +
                        "     quantity NUMBER(5)," +
                       "     PRIMARY KEY (order_id, line_item_id) " +
                         ")";
                try (Statement stmt = conn.createStatement()) {
                        stmt.executeUpdate(createOrderItems);
                } catch (SQLException e) {
                        System.out.println("Fehler beim Ausführen einer Datenbank-Anfrage: ");
                        System.out.println("Message: " + e.getMessage());
                        System.out.println("Errorcode: " + e.getErrorCode());
                }
        }
   }
} // Demo 5
```

DML-Befehle in Java

Beispiel INSERT

Schritte genau wie bei `CREATE TABLE`

- `String` mit SQL-`INSERT`-Befehl füllen
- `Statement`-Objekt für ein `Connection`-Objekt erzeugen
- `executeUpdate()` für `Statement`-Objekt ausführen
  (mit dem `String` als Parameter)
- liefert Anzahl der betroffenen Datensätze, bei `INSERT` also meist 1
- `String`-Literale werden in einfache Hochkommata ' ' eingeschlossen
- Kombination mit Parametern möglich wie zuvor

```
int num = stmt.executeUpdate("INSERT INTO orderItems VALUES "
          + "(123,12,'SampleItem1',48.32,12)");
```

Vollständiges Beispiel (direkt in main nur zu Demo-Zwecken!)

```
public class InsertDemo {
  public static void main(String[] args) {
       Connection conn = ...;
       String insertItem1 = "INSERT INTO order_items VALUES (123,12,'SampleItem1',48.32,12)";
       String insertItem2 = "INSERT INTO order_items VALUES (124,12,'SampleItem2',12.1,1)";
       String insertItem3 = "INSERT INTO order_items VALUES (125,14,'SampleItem3',0.89,200)";
       try (Statement stmt = conn.createStatement()) {
             int num = stmt.executeUpdate(insertItem1);
             num += stmt.executeUpdate(insertItem2);
             num += stmt.executeUpdate(insertItem3);
             System.out.println("Tabelle orderItems "+num+" Zeilen eingefügt!");
       }
  }
} // Demo 6
```

Beispiel UPDATE

Änderungsoperation analog zu INSERT-Operation

```
Connection conn = ...;
String updateItem = "UPDATE orderItems SET unit_price = 0.69, "
        + "quantity = 250 WHERE order_id = ?";
try (PreparedStatement stmt = conn.prepareStatement(updateItem)) {
        stmt.setInt(1, 123);
        int num = stmt.executeUpdate(updateItem1);
        System.out.println(
...
```

Wichtig: Rückgabewert von `executeUpdate()` : Anzahl der geänderten Datensätze

DQL im Detail

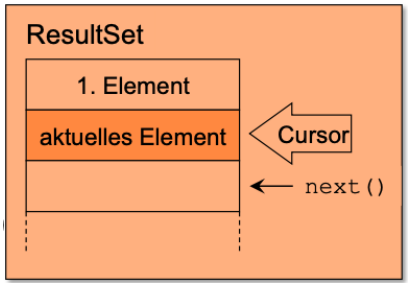
SELECT im Detail

Schritte analog

- String mit SQL-`SELECT`-Befehl zusammenbauen
- Für `Connection`-Objekt ein `Statement`-Objekt erzeugen
- `executeQuery()` –Methode für `Statement` ausführen
- erzeugt Objekt vom Typ `ResultSet` und liefert es zurück

`ResultSet`-Objekt

- enthält Treffermenge des SELECT, d.h. Menge von Datensätzen mit den selektierten Spalten (Ergebnisrelation)
- Methoden zum Iterieren der Datensätze verfügbar
- Methoden zum Zugriff auf einzelne Spalten verfügbar



Iteration durch `ResultSet`

- Jedes `ResultSet`-Objekt hat einen internen Cursor (Lesezeiger)
- Cursor zeigt auf aktuelle Zeile in Ergebnistabelle
- Methode `boolean next()`
  - positioniert den Cursor auf nächsten Datensatz zum Zugriff
  - erstes `next()` positioniert Cursor auf 1. Datensatz
  - `next()` liefert `false`, wenn es keinen weiteren Datensatz im `ResultSet` gibt
- Weitere Methoden (Auszüge)
  - `previous` eine Zeile rückwärts, liefert `false` vor der ersten Zeile
  - `first`
  - `last`

Vollständiges Beispiel→Zugriff auf Spalte per Name bzw. Position

```
  try (Statement stmt = conn.createStatement()) {
    String query = "SELECT first_name, last_name, salary "
        + " FROM hr.employees WHERE salary > 5000";
    try (ResultSet rs = stmt.executeQuery(query)) {
        while (rs.next()){
           String last_name = rs.getString("last_name");
           double sal = rs.getDouble(3);
           System.out.println(last_name + "\t" + sal);
        }
     }
  } catch(SQLException e) {
     e.printStackTrace();
}
```

SELECT auch komplexer möglich

`SELECT`-Befehle mit Verbund

- Gesucht: Mitarbeitername mit zugehörigem Abteilungsnamen

```
  String query = "SELECT first_name, last_name, department_name FROM"
     + " hr.employees LEFT OUTER JOIN hr.departments"
     + " ON (employees.department_id = departments.department_id)"
     + " WHERE salary > ?";
  PreparedStatement stmt = conn.prepareStatement(query);
  stmt.setDouble(1, 7000.0);
  ResultSet rs = stmt.executeQuery();
  String emp;
  String dept;
  while (rs.next()){
      emp = rs.getString(1)+" "+rs.getString(2);
      dept = rs.getString(3);
      System.out.println(emp+" works in "+dept);
}
```

Wichtige Methoden in Klassen

`Statement/PreparedStatement`

Methode	Parameter	Beschreibung
`executeQuery`	`String`	als Parameter übergebene SQL-Anfrage wird in der DB ausgeführt. Rückgabewert ist ein Objekt vom Typ `ResultSet` Parameterübergabe bei `prepare` bzw. `execute`
`executeUpdate`	`String`	als Parameter übergebener SQL-DML-Befehl (`INSERT, UPDATE, DELETE`) wird in der DB ausgeführt. Rückgabewert ist die Anzahl der eingefügten, geänderten bzw. gelöschten Datensätze als Parameter übergebener SQL-DDL-Befehl wird in der DB ausgeführt und liefert Rückgabewert 0 Parameterübergabe bei `prepare` bzw. `execute`
`close`	`keine`	bewirkt Schließen des `Statement`-Objekts und eventuell vorhandenen `ResultSet`-Objekts: alle DB und JDBC- Ressourcen, die dadurch belegt waren, werden unmittelbar frei gegeben (bspw. Cursor)

Datentypen

Datenbank-spezifische Anpassungen

Konvertierung von Datentypen

Problem 1: Datenbanken haben unterschiedliche Datentypen und Namen dafür;
Typnamen werden bspw. in `CREATE TABLE` genutzt
Lösung

- Schreiben von DB-unabhängigem Programm-Code
  - Datentypen benutzen, die allgemein verbreitet sind (`INTEGER, NUMERIC, VARCHAR`,...)
  - Meta-Daten über angeschlossene Datenbank erfragen (welche Datentypen gibt es in angeschlossener DB?)

Problem 2: Java-Datentypen und RDBMS-Datentypen sind verschieden Lösung

- RDBMS → Java
  - Konvertierung erfolgt über Zugriffsmethoden des ResultSet (`getInt(..), getString(..), ....`)
- Java → SQL
  - String-Literale vermeiden (nicht portabel, fehlerträchtig!)
  - PreparedStatements und Setter-Methoden verwenden (`setInt`(...), ...)

Beispiel DATE

Version 1: Oracle-Spezifisch (nicht portabel):

```
String insert1 = "INSERT INTO member VALUES (1, 'Fritz Meier', "+
    "to_date('1965-10-12','YYYY-MM-DD'))";
stmt = conn.createStatement();
stmt.executeUpdate(insert1);
```

Version 2: Prepared Statement (portabel):

```
String insert2 = "INSERT INTO member VALUES (2, 'Franz Schulze', ?)";
pstmt = conn.prepareStatement(insert2);
Date gebTag = java.sql.Date.valueOf("1972-10-17"); // java.sql.Date !
pstmt.setDate(1, gebTag);
pstmt.executeUpdate();
```

Version 3: JDBC-Literal (portabel):

```
String insert3 = "INSERT INTO member VALUES (3, 'Lena Müller', {d'1985-02-07'})";
stmt = conn.createStatement();
stmt.executeUpdate(insert3); // Demo 7
```

Spezifische SQL-Syntax

- JDBC-Treiber geben die SQL-Anweisungen unverändert an die Datenbank weiter
  - Ausnahme: Spezielle Ersetzungen, mit {} markiert (siehe Datumsliteral)
- Dies bedeutet: DBMS-spezifisches SQL ist immer möglich
- Dies ist allerdings nicht portabel!
- Beispiel:

```
SELECT sysdate, ... FROM member
```

- Funktioniert auf Oracle, aber nicht auf PostgreSQL
- Lösung: Wann immer möglich, Standard-SQL verwenden;
  in diesem Fall: `current_date` verwenden

Ein JDBC-Programm ist nur dann portabel, wenn die SQL-Statements auch portabel sind!
Verbleibendes Problem: SQL-Dialekte sind nicht vollständig kompatibel
Problematisch insb. bei speziellen Funktionen, z.B. Datumsumrechnungen:

```
String query = "SELECT add_months(dob, 1) FROM member";
stmt.executeQuery(query);
```

Obiges Beispiel funktioniert mit Oracle, aber nicht mit PostgreSQL

Metadaten aus der DB in JDBC

- **Metadaten** sind Daten, die Datenbankstrukturen und deren Eigenschaften beschreiben
- Metadaten ermöglichen es allgemeinen Zugriffsschichten oder Werkzeugen, mit beliebigen **Datenbankstrukturen zu arbeiten**
- Bspw. zur Laufzeit **Informationen über ResultSet** erhalten
  - Anwendungsbeispiel: SQL-Command-Line-Interpreter
    - erhält zur Laufzeit einen SQL-Befehl als String, soll das Ergebnis anzeigen
  - Wie viele Spalten hat ein `ResultSet`?
  - Was ist der Name und was der Datentyp einer Spalte?
  - Von welcher Tabelle stammt eine Spalte?
  - ....
- Bspw. zur Laufzeit **Informationen über Datenbank** erhalten
  - Anwendungsbeispiel: Datenbank-Browser
  - Welche Tabellen gibt es?
  - Was ist der Primärschlüssel für eine Tabelle?

JDBC verfügt über 2 Klassen für Metadaten

- `ResultSetMetaData` liefert Informationen zu `ResultSet`
- `DatabaseMetaData` liefert Informationen zu Datenbanksystem und DB-Schema (Methode in `Connection`)

Informationen zum `ResultSet`: Klasse `ResultSetMetaData`

- Liefert Methoden, um `ResultSet` zu analysieren
- Notwendig bei Anfragen, die erst zur Laufzeit erzeugt werden
- Erzeugung eines Objektes vom Typ `ResultSetMetaData` über statische Methode `getMetaData()` der Klasse `ResultSet`

```
    stmt = conn.createStatement();
    stm ResultSet rs = stmt.executeQuery(query);
    ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
```

Metadaten des Result-Set

Methoden von `ResultSetMetaData`

- Anzahl der Spalten im `ResultSet`: `int getColumnCount()`
- `rs.getString(i)` liefert den Inhalt einer Spalte beliebigen Typs als Java-String zurück
- Beispiel: unbekanntes `ResultSet` ausgeben:

```
  stmt = conn.createStatement();
  ResultSet rs = stmt.executeQuery(query);
  ResultSetMetaData rsmd = rs.getMetaData();
  int numberOfColumns = rsmd.getColumnCount(); // Ausdruck eines beliebigen ResultSets
  while (rs.next()) {
    for (int i = 1; i <= numberOfColumns; i++)
        System.out.print(rs.getString(i) + "\t");
    System.out.println();
} //Demo8
```

Typinformationen über Spalten im `ResultSet`

- Name einer Spalte: String `getColumnName(int column)`
- Bsp.: Spaltennamen in einer Titelzeile ausdrucken

```
for (int i = 1; i <= numberOfColumns; i++) {
    System.out.print(rsmd.getColumnName(i) + "\t");
}
```

- Datentyp einer Spalte: `int getColumnType(int column)` liefert `int`-Zahl entsprechend `java.sql.Types` (JDBC-Datentyp)
- Von der DB benutzter Name des Datentyps einer Spalte: `String getColumnTypeName(int column)`

```
for (int i = 1; i <= numberOfColumns; i++) {
    System.out.print(rsmd.getColumnTypeName(i) + "\t");
}
```

- Anzahl der Ziffern eines numerischen Datentyps:
  `int getPrecision(int column)`
- Anzahl der Nachkommastellen eines numerischen Datentyps:
  `int getScale(int column)`
- müssen in eine Spalte Werte eingetragen werden:
  `boolean isNullable(int column)`
- ... (siehe JDBC-API)

Metadaten zum DB-Schema

Beispielmethoden der Klasse DatabaseMetaData (Details und Weiteres siehe JDBC-API):

Signatur	**Beschreibung**
`ResultSet getCatalogs()`	Gibt verfügbare Katalognamen zurück
`ResultSet getSchemas()`	Gibt verfügbare Schemanamen zurück
`ResultSet getTables(String catalog, String schemaPattern, String tableNamePattern, String[] types)`	Gibt eine Beschreibung der passenden Tabellen zurück (Ergebnis hat 10 Spalten mit Details zu den Tabellen)
`boolean supportsX()` `Beispiel: supportsFullOuterJoins()`	Gibt zurück, ob die DB eine spezifische Funktionalität X besitzt
`ResultSet getPrimaryKeys(String catalog, String schema, String table)`	Gibt eine Beschreibung der Primärschlüssel passender Tabellen zurück

Zusammenfassung

- Unterschiedliche Methoden zum Zugriff auf Daten in einer DB aus Programmen möglich
- Häufigste Variante: Client-Treiber, der Zugriffe in nativer DB-Sprache in Programmiersprache kapselt
  → hier: Java und JDBC
- JDBC Ausführung klassischer Datenbankoperationen
- Auslesen von Metadaten zur Datenbank in einer Java-Anwendung