# Datenbanksysteme

## Programmieren von Datenbankzugriffen mit JDBC

Burkhardt Renz

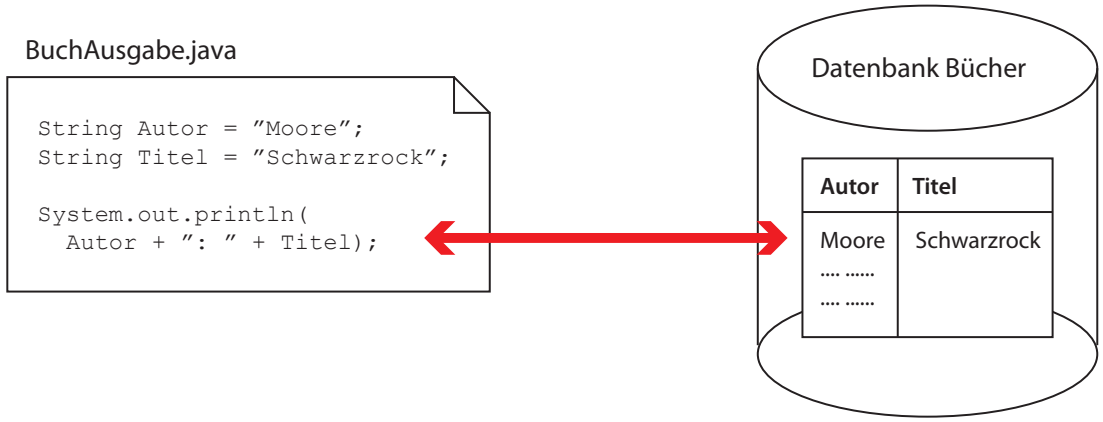
Fachbereich MNI
Technische Hochschule Mittelhessen

Sommersemester 2021

# Übersicht

- Architektur von JDBC
  - Ziele von JDBC
  - Grundstruktur eines JDBC-Programms
  - Grundlegendes Beispiel
  - Überblick über das Package `java.sql`
- Datenretrieval mit JDBC
  - Parametrisierte Anweisungen
  - Metadaten
- Datenmodifikation mit JDBC
  - Ändernde Anweisungen
  - Änderungen über einen Cursor
- Transaktionen mit JDBC
  - Arbeiten mit Transaktionen
  - Einstellen des Isolationslevels

# Fragestellung




- Wie kommen Werte aus der Datenbank in die Variablen unserer Anwendungen?
- Wie können wir Werte in unserem Programm in der Datenbank speichern?

# Varianten der Zugriffstechnik

## SLI – Statement Level Interface

Einbettung von SQL-Anweisungen in den Programmcode
Verarbeitung durch einen Präprozessor
Beispiele: embedded SQL in C (eSQL/C), SQLJ

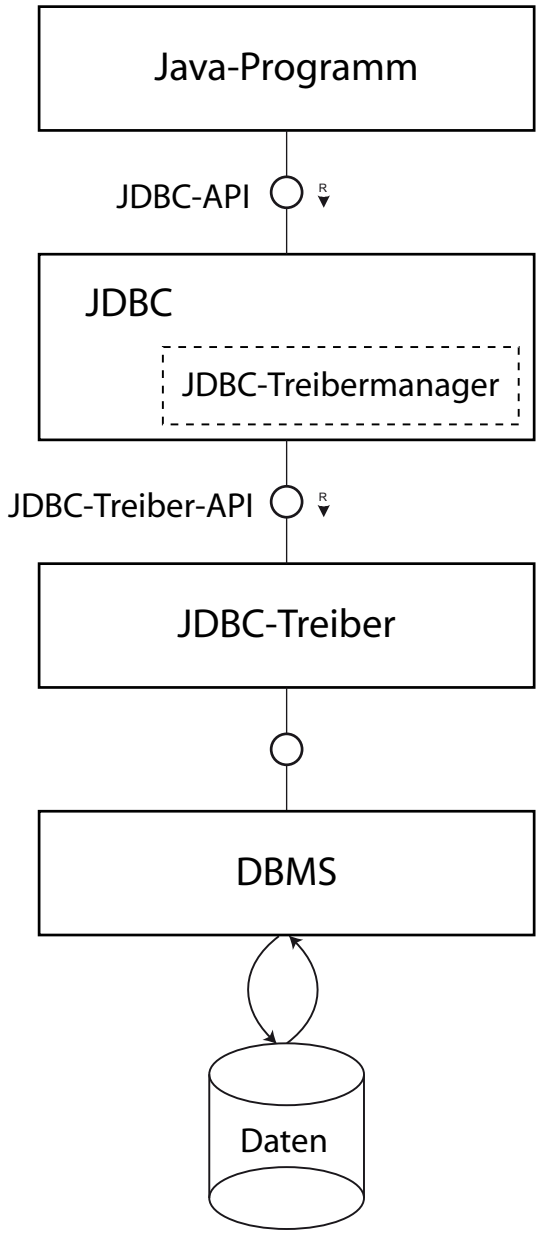
## CLI – Call Level Interface

Bibliothek mit Funktionen bzw. Klassen und Methoden für den Zugriff auf das DBMS
Beispiele: ODBC (C/C++), JDBC (Java), ADO.NET (C#)

# Ziele von JDBC

- SQL als Sprache für den Datenbankzugriff
- Gleichzeitiger Zugriff auf mehrere DBMS bzw. Datenbanken
- „Adaptives“ Programmiermodell
- Einfachheit („Keep it simple“)
- Robustheit, Verfügbarkeit, Skalierbarkeit
- Grundlage für andere Zugriffstechniken wie SQLJ oder JPA (Java Persistence API)

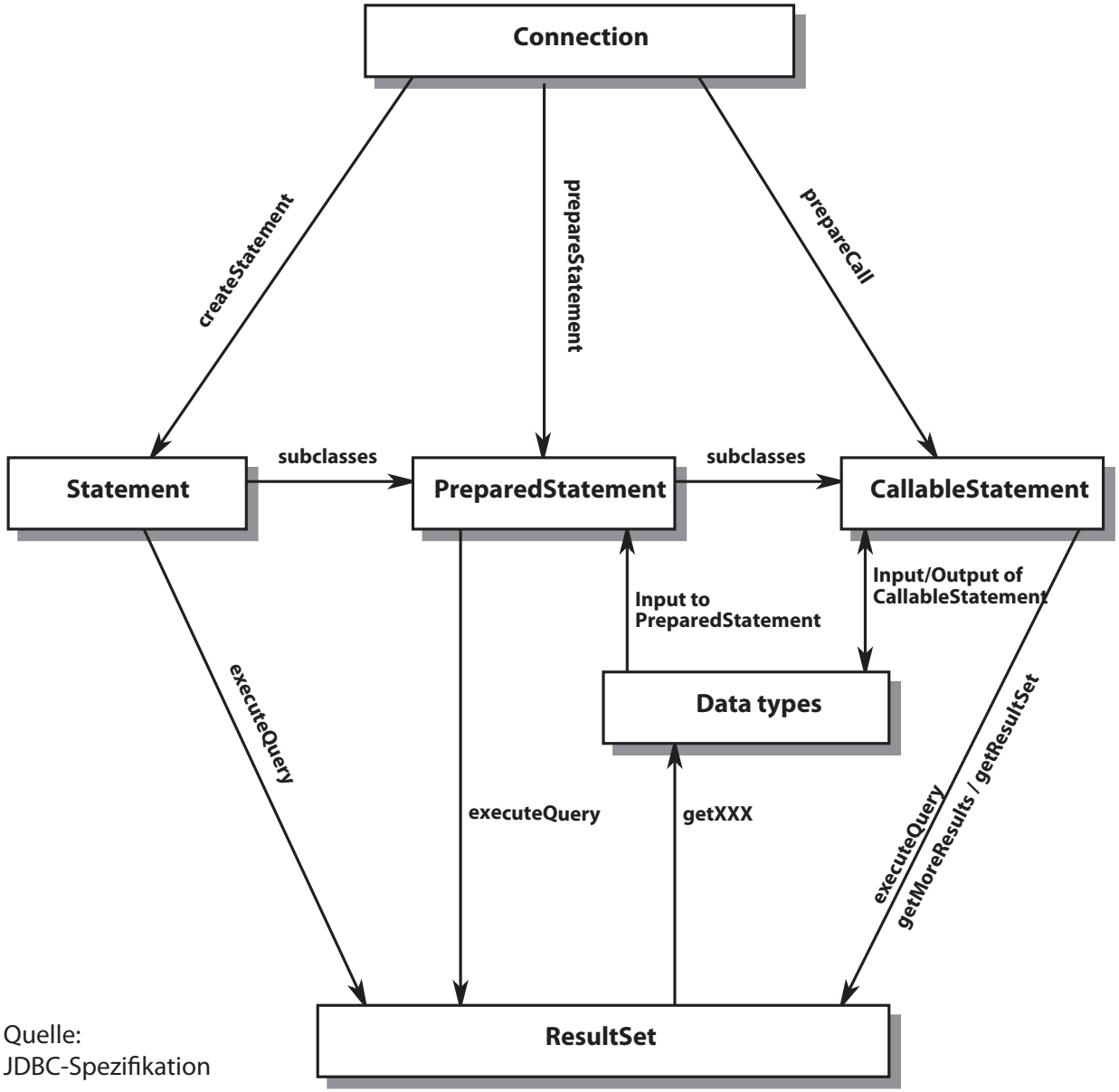
# Architektur



# Grundlegendes Beispiel

- Beispiel BuchJDBC.java in IntelliJ
- Einbinden des JDBC-Treibers, hier: JDBC-Treiber für PostgreSQL
- Schritt 1: JDBC-Treiber laden
- Schritt 2: Verbindung zum DBMS und zur Datenbank herstellen
- Schritt 3: Objekt für SQL-Anweisung erzeugen
- Schritt 4: DBMS Anweisung direkt ausführen lassen
- Schritt 5: Ergebnis anzeigen durch Iteration über den Cursor auf die Ergebnismenge
- Schritt 6: Fehler abfangen und Ressourcen freigeben

# Interfaces und Klassen von JDBC




Quelle:
JDBC-Spezifikation

# Übersicht

- Architektur von JDBC
  - Ziele von JDBC
  - Grundstruktur eines JDBC-Programms
  - Grundlegendes Beispiel
  - Überblick über das Package `java.sql`
- Datenretrieval mit JDBC
  - Parametrisierte Anweisungen
  - Metadaten
- Datenmodifikation mit JDBC
  - Ändernde Anweisungen
  - Änderungen über einen Cursor
- Transaktionen mit JDBC
  - Arbeiten mit Transaktionen
  - Einstellen des Isolationslevels

# Arten von Statements

- `Statement`
  wird vom DBMS übersetzt, optimiert und ausgeführt
- `PreparedStatement`
  zweistufiges Verfahren
  Schritt 1: DBMS übersetzt und optimiert
  Schritt 2: Anweisung kann mehrfach mit immer neuen Parametern ausgeführt werden
- `CallableStatement`
  zum Aufruf von Stored Procedures

# Beispiel einer parametrisierten Anweisung

- Wir möchten Bücher bestimmter Autoren suchen, siehe BuchSuche.java
- Parametrisierte Anweisungen verwenden *Platzhalter*
- Zuerst wird im DBMS der Zugriffsplan erstellt
- In der Schleife wird derselbe Zugriffsplan immer wieder aufgerufen

# SQL-Injection

- Implementierung der Suche nach Büchern ohne Platzhalter, siehe BuchInjection.java
- Auf den ersten Blick erfüllt es dieselbe Funktionalität
- Aber: der Inhalt der Benutzereingabe wird vom DBMS interpretiert
- Deshalb ist SQL-Injection möglich
- Demo:
  Neue Tabelle `demo` mit einem Feld `msg` anlegen
  Einen Datensatz einfügen
- Angriff: Der Angreifer möchte die Tabelle `demo` löschen
  Was muss er eingeben?
- Diskussion

# Ermitteln der Metadaten zu einer Ergebnismenge

- Interface `ResultSetMetaData` mit den Methoden:
- `getColumnCount()`
- `getColumnName(int column)`
- `getColumnType(int column)`

# DatabaseMetaData

- Informationen über das DBMS und die Datenbank erhält man via das Interface `DatabaseMetaData`, zum Beispiel:
- `getDatabaseProductName()`
- `getDriverName()`
- `getTables(....)`
- `getColumns(....)`
- `supportsANSI92FullSQL()`
- ...
  unzählige Informationsfunktionen

# Übersicht

- Architektur von JDBC
  - Ziele von JDBC
  - Grundstruktur eines JDBC-Programms
  - Grundlegendes Beispiel
  - Überblick über das Package `java.sql`
- Datenretrieval mit JDBC
  - Parametrisierte Anweisungen
  - Metadaten
- Datenmodifikation mit JDBC
  - Ändernde Anweisungen
  - Änderungen über einen Cursor
- Transaktionen mit JDBC
  - Arbeiten mit Transaktionen
  - Einstellen des Isolationslevels

# Ändernde Anweisungen

- `executeQuery` für „select ...“
  gibt ein Objekt vom Typ `ResultSet` zurück
- `executeUpdate` Methode von `Statement` für
  „update ...“ oder
  „insert ...“
  gibt die Zahl der betroffenen Zeilen zurück
- Was tun, wenn man den Typ der Anweisung zur Compile-Zeit nicht kennt?
- `execute` Methode von `Statement` für beliebige Anweisungen
  gibt einen boolschen Wert zurück:
  `true` bedeutet, dass eine Ergebnismenge erstellt wurde, kann man abholen mit `getResultSet`
  `false` bedeutet, dass Daten geändert wurden, die Zahl der geänderten Zeilen kann man abholen mit `getUpdateCount`

# Arten von ResultSets

- Art der Bewegung des Cursors
  - `TYPE_FORWARD_ONLY`
  - `TYPE_SCROLL_INSENSITIVE`
  - `TYPE_SCROLL_SENSITIVE`
- Lesender oder ändernder Cursor
  - `CONCUR_READ_ONLY`
  - `CONCUR_UPDATABLE`

# Navigieren in ResultSets

- `next()`
- `previous()`
- `first()`
- `last()`
- `beforeFirst()`
- `afterLast()`
- `relative(int rows)`
- `absolute(int r)`

# Cursor verwenden in ResultSets

- Werte lesen
  - `rs.getString(1)`
  - `rs.getString("author")`
- Werte ändern
  - auf den entsprechenden Datensatz navigieren
  - `rs.updateString("author", "Geänderter Autor")`
  - `rs.updateRow()`
- Datensätze einfügen
  - `rs.moveToInsertRow()`
  - `rs.UpdateString("author", "Neuer Autor")`
  - `rs.UpdateString("title", "Neuer Titel")`
  - ...
  - `rs.insertRow()`

# Übersicht

- Architektur von JDBC
  - Ziele von JDBC
  - Grundstruktur eines JDBC-Programms
  - Grundlegendes Beispiel
  - Überblick über das Package `java.sql`
- Datenretrieval mit JDBC
  - Parametrisierte Anweisungen
  - Metadaten
- Datenmodifikation mit JDBC
  - Ändernde Anweisungen
  - Änderungen über einen Cursor
- Transaktionen mit JDBC
  - Arbeiten mit Transaktionen
  - Einstellen des Isolationslevels

# Auto-Commit-Modus

- Auto-Commit-Modus = Jede einzelne SQL-Anweisung wird automatisch in einer Transaktion durchgeführt, also automatisch bestätigt
- Für welche Art von Anwendungen ist der Auto-Commit-Modus *nicht* geeignet?
- Ausschalten des Auto-Commit-Modus:
  `con.setAutoCommit( false )`
- Nun muss man im Programm das Transaktionsende bestätigen oder ein „Rollback“ veranlassen:
  `con.commit()`
  `con.rollback()`

# Blaupause für Transaktionen

```
boolean autoCommit = con.getAutoCommit();
Statement stmt;
try {
  con.setAutoCommit( false );
  stmt = con.createStatement();
  stmt.execute(...);
  stmt.execute(...);
  stmt.execute(...);
  ...
  con.commit();
} catch(SQLException sqle) {
  con.rollback();
} finally {
  stmt.close();
  con.setAutoCommit( autoCommit );
}
```

# Isolationslevel in JDBC

- Im Interface `Connection` werden die Isolationslevel definiert:
  `TRANSACTION_NONE`
  `TRANSACTION_READ_UNCOMMITTED`
  `TRANSACTION_READ_COMMITTED` (Default in JDBC)
  `TRANSACTION_REPEATABLE_READ`
  `TRANSACTION_SERIALIZABLE`
- Einstellen durch
  `con.setTransactionIsolation( int Level )`
- Das eingestellte Level gilt dann für alle folgenden Transaktionen, bis es umgestellt wird