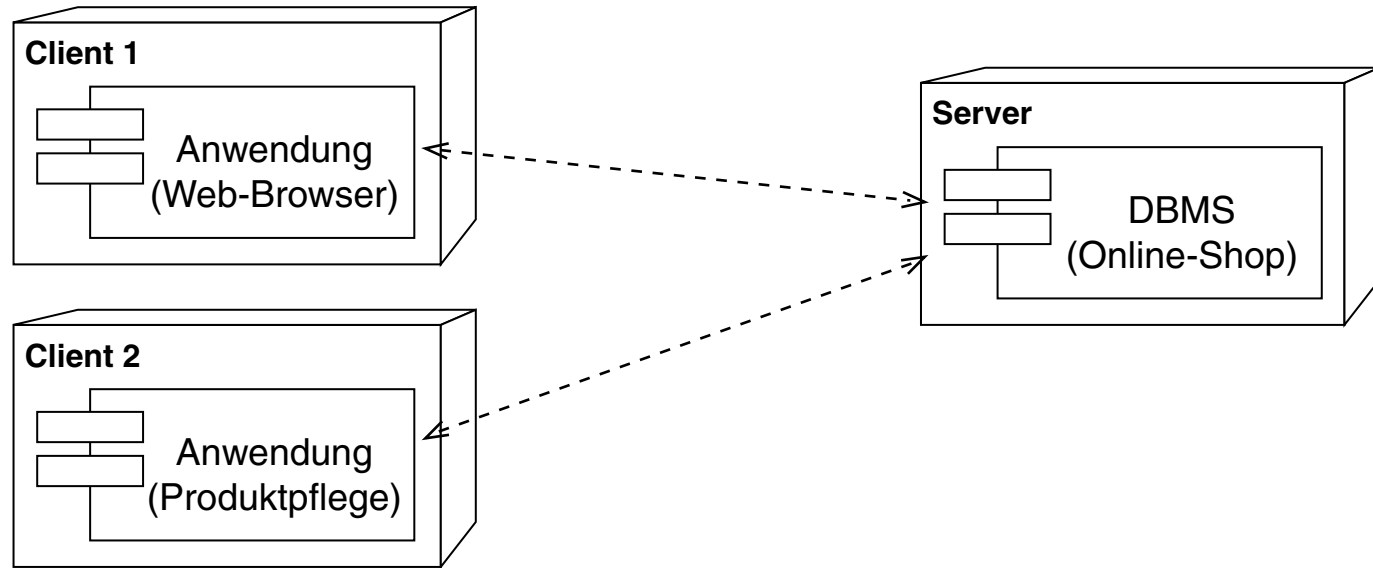


V. Die relationale Datenbanksprache SQL

- ❑ Einführung
- ❑ SQL als Datenanfragesprache
- ❑ SQL als Datendefinitionssprache
- ❑ SQL als Datenmanipulationssprache
- ❑ Sichten
- ❑ SQL vom Programm aus

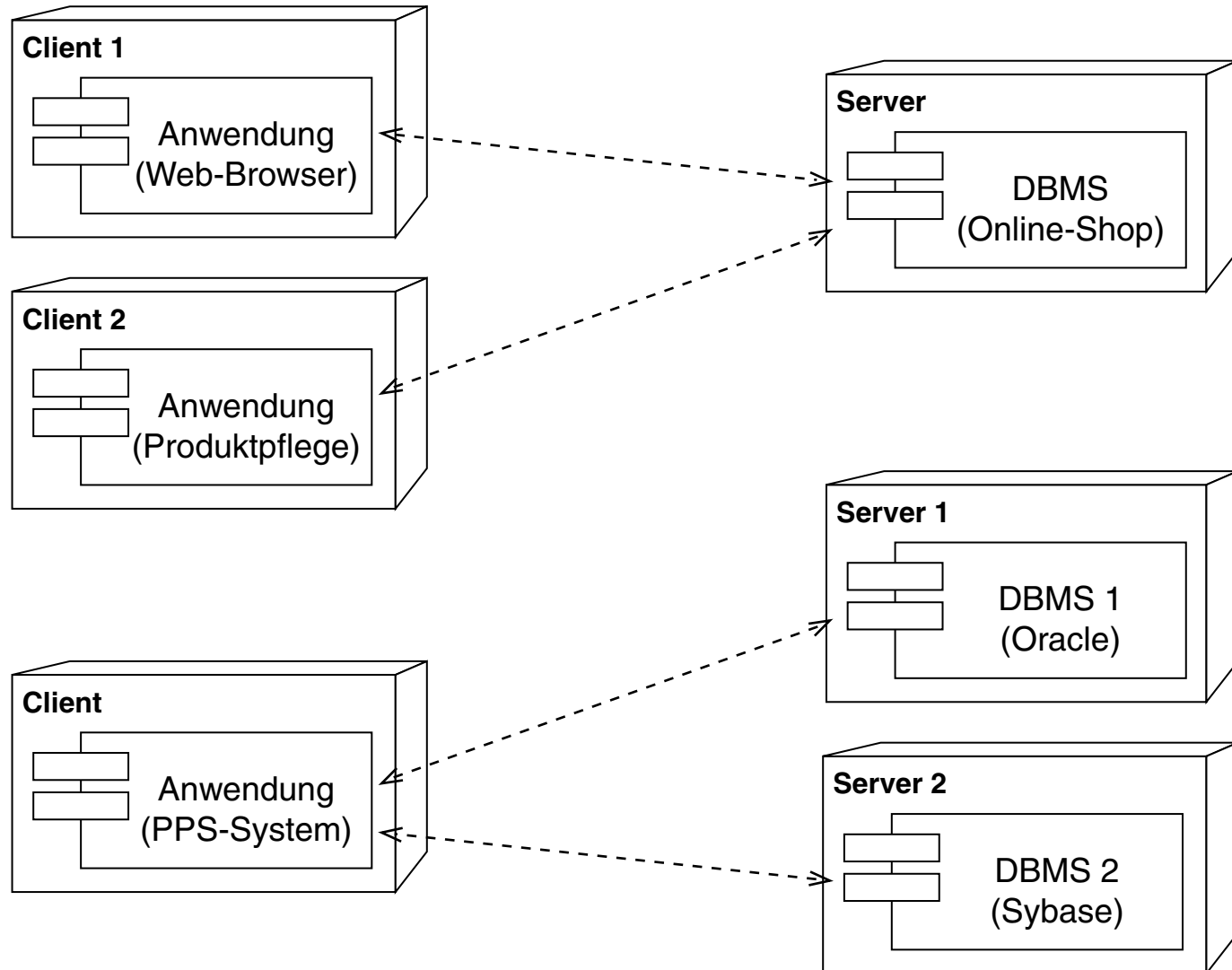
SQL vom Programm aus

Anwendungsszenarien



SQL vom Programm aus

Anwendungsszenarien



SQL vom Programm aus

Prinzipien zur DBMS-Anbindung

1. Anreicherung von Programmiersprachen durch Datenbankoperationen
2. Einbettung von SQL in Programmiersprachen: Embedded SQL
 - ❑ Prinzip: SQL-Statements werden im Programmquelltext ausgezeichnet
 - ❑ Vorteil: SQL-Statements lassen sich zur Programmübersetzungszeit prüfen und optimieren
 - ❑ Realisierungen: SQLJ (Java), Pro*C (C, C++)

SQL vom Programm aus

Prinzipien zur DBMS-Anbindung

1. Anreicherung von Programmiersprachen durch Datenbankoperationen
2. Einbettung von SQL in Programmiersprachen: Embedded SQL
 - ❑ Prinzip: SQL-Statements werden im Programm Quelltext ausgezeichnet
 - ❑ Vorteil: SQL-Statements lassen sich zur Programmübersetzungszeit prüfen und optimieren
 - ❑ Realisierungen: SQLJ (Java), Pro*C (C, C++)
3. Programmierschnittstelle (Application Programming Interface, API)
 - ❑ Prinzip: SQL-Anweisungen werden als zur Programmausführungszeit generierbarer Text an das Datenbanksystem übergeben [Beispiel: [Java](#), [Python](#)]
 - ❑ Vorteil: hohe Flexibilität
 - ❑ Realisierungen: ODBC (plattformunabhängig), JDBC (Java)

Bemerkungen:

❑ Beispielanfrage in SQLJ (Prinzip 2):

```
int maxGebuehr = 0;  
#sql [ctx] {  
    SELECT max(Gebuehr)  
    INTO :maxGebuehr  
    FROM Kursgebuehr  
};
```

❑ Obige Beispielanfrage in JDBC (Prinzip 3):

```
PreparedStatement stmt = myConnection.prepareStatement(  
    "SELECT max(Gebuehr) FROM Kursgebuehr"  
);  
ResultSet rs = statement.executeQuery();  
int maxGebuehr = rs.getInt(1);  
rs.close();  
stmt.close();
```

Bemerkungen: (Fortsetzung)

- ❑ Open Database Connectivity, ODBC, is a standard programming language middleware API for DBMS. ODBC accomplishes DBMS independence by using an ODBC driver as a translation layer between the application and the DBMS. The application uses ODBC functions through an ODBC driver manager with which it is linked, and the driver passes the query to the DBMS. An application that can use ODBC is referred to as “ODBC-compliant”. Any ODBC-compliant application can access any DBMS for which a driver is installed. Drivers exist for all major DBMSs and even for text or CSV files. [\[Wikipedia\]](#)
- ❑ Ein ODBC-Treiber macht eine Datenquelle (z.B. eine MySQL-Datenbank oder eine Textdatei) zu einer ODBC-Datenquelle und ermöglicht einer Anwendung den Zugriff hierauf:
 1. Client-Sicht. Eine Anwendung kann Anfragen an ODBC-Datenquellen senden.
 2. Server-Sicht. Eine Datenquelle kann ODBC-Anfragen beantworten.
- ❑ Java Database Connectivity, JDBC, ist eine Programmierschnittstelle (API) der Java-Plattform, die einen einheitlichen Zugriff auf relationale Datenbanken verschiedener Hersteller bietet. [\[Wikipedia: JDBC, JDBC-Treiber\]](#)
- ❑ Programmierschnittstellen verwenden sogenannte “[Cursor](#)”, um über Tupelmengen zu iterieren, die als Ergebnis einer Anfrage geliefert werden. Die entsprechende Umsetzung in JDBC geschieht durch ein Iterator-Objekt.

SQL vom Programm aus

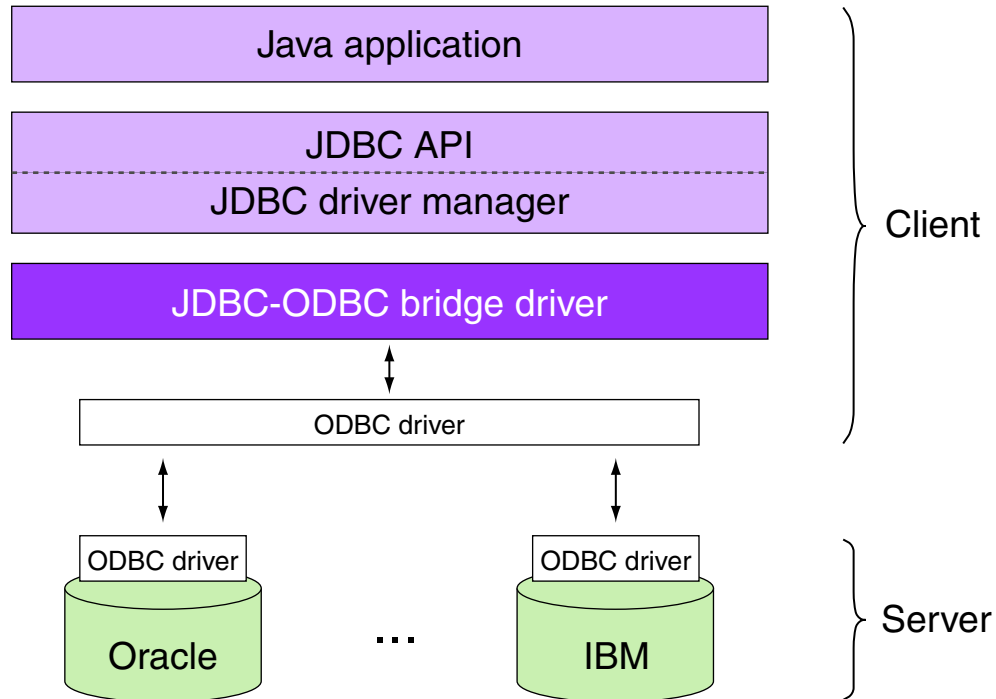
ODBC versus JDBC

Gegenüberstellung wichtiger Anwendungsoperationen, ODBC-Funktionsnamen und der JDBC-Implementierung:

Operation (Anwendungssicht)	ODBC-Funktionsname	Implementierung in JDBC <class>:<method>
Verbindung zu DBMS aufbauen	SQLConnect	DriverManager:getConnection()
SQL-Anfrage ausführen	SQLExecute	Statement:executeQuery()
Ergebnisse abholen	SQLFetch	ResultSet:next()
Fehlermeldung abfragen	SQLError	SQLException
Transaktion deklarieren	SQLTransact	Connection:setAutoCommit()
Transaktion ausführen	SQLTransact	Connection:commit()
Transaktion zurücknehmen	SQLTransact	Connection:rollback()
Verbindung zu DBMS trennen	SQLDisconnect	Connection:close()

SQL vom Programm aus

JDBC-Treibertyp 1



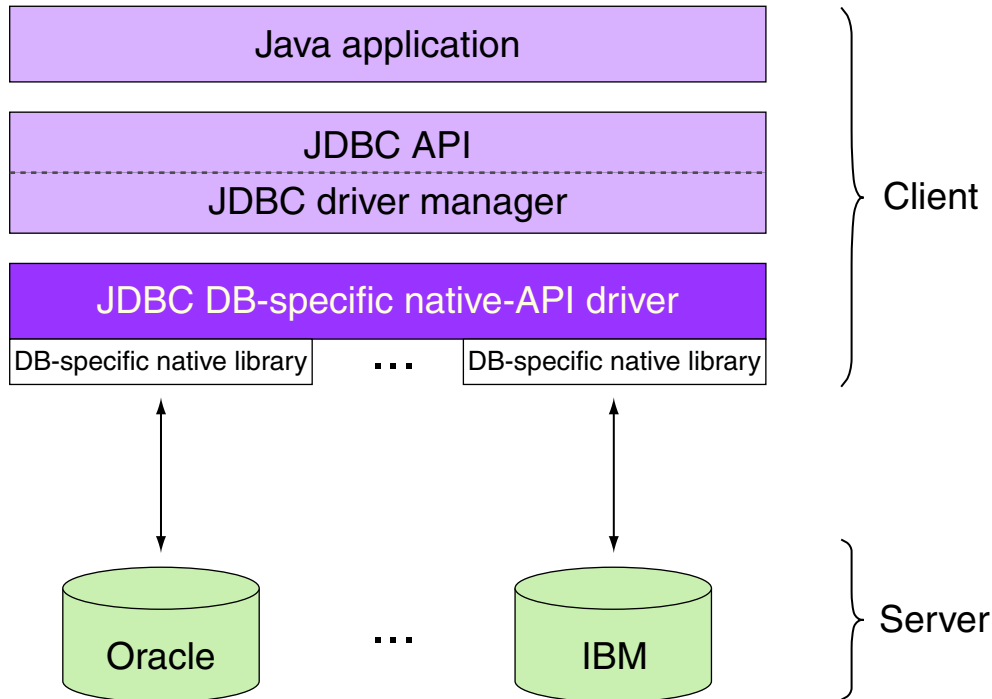
Übersetzung von JDBC-Aufrufen in ODBC-Aufrufe mittels eines sogenannten JDBC-ODBC-Bridge-Treibers. [Wikipedia: [Vorteile / Nachteile](#)]

ODBC = Open Database Connectivity

JDBC = Java Database Connectivity

SQL vom Programm aus

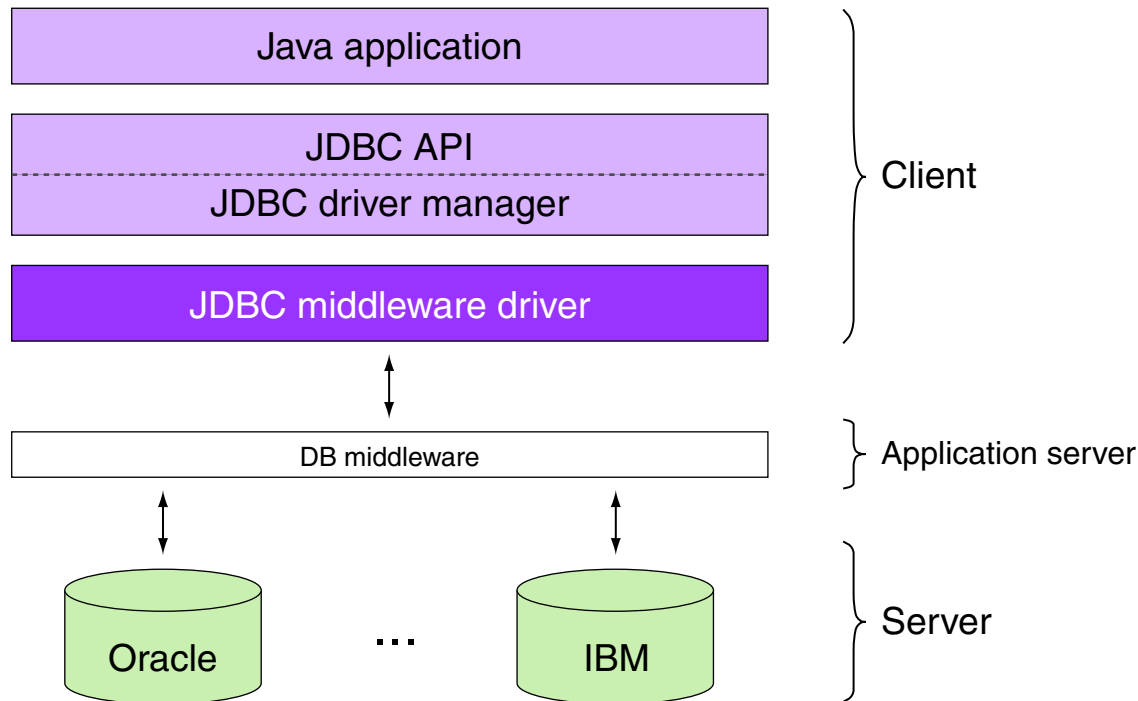
JDBC-Treibertyp 2



Übersetzung von JDBC-Aufrufen in Aufrufe für einen Datenbankserver mittels einer plattform- und datenbankspezifischen Programmbibliothek. [Wikipedia: [Vorteile / Nachteile](#)]

SQL vom Programm aus

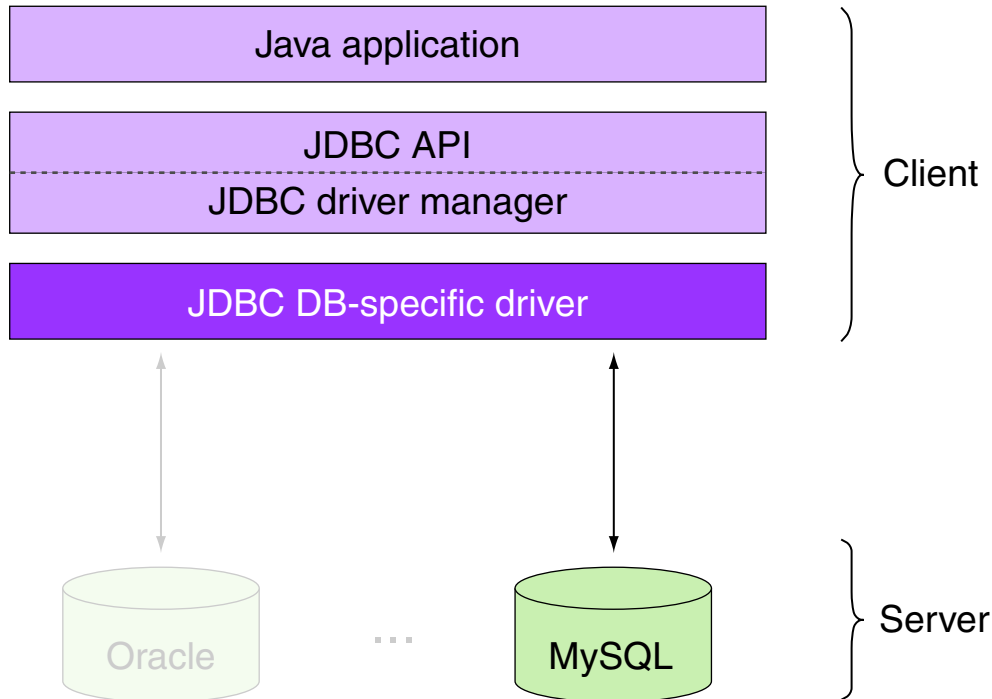
JDBC-Treibertyp 3



Übersetzung von JDBC-Aufrufen in generische DBMS-Aufrufe sowie Übermittlung an die Middleware eines Anwendungsservers, welche die Aufrufe dann für spezifische Datenbankserver übersetzt (3-Tier). [Wikipedia: [Vorteile / Nachteile](#)]

SQL vom Programm aus

JDBC-Treibertyp 4 [\[Python + SQLite\]](#)



Übersetzung von JDBC-Aufrufen für einen [MySQL](#)-Datenbankserver ohne Verwendung einer plattform- und datenbankspezifischen Programmbibliothek.

[Wikipedia: [Vorteile / Nachteile](#)]

SQL vom Programm aus

JDBC-API: Beispiel Typ-4-Treiber

```
package jdbc;
import java.sql.*;

public class JdbcDemo {
    public static void main(String[] args) throws Exception {
        JdbcDemo demo = new JdbcDemo();
        String db      = "mitarbeiterdb";
        String url      = "jdbc:mysql://localhost/" + db;    // "mysql" or "sqlite"
        String user     = "db-user";
        String pass     = "";
        String query    = "select Name, ChefPersNr "
                        + "from mitarbeiter "
                        + "where ChefPersNr < 8000";

        ResultSet result = demo.submitQuery(url, user, pass, query);
        while (result.next()) {
            String name = result.getString("Name");
            int chefPersNr = result.getInt("ChefPersNr");
            System.out.println(name + ' ' + chefPersNr);
        }
    }

    public ResultSet submitQuery ...
}
```

SQL vom Programm aus

JDBC-API: Beispiel Typ-4-Treiber (Fortsetzung)

```
package jdbc;
import java.sql.*;

public class JdbcDemo {
    public static void main ...

    public ResultSet submitQuery(
        String url, String user, String pass, String query)
        throws SQLException {
        Connection connection = DriverManager.getConnection(url, user, pass);
        Statement statement = connection.createStatement();
        ResultSet result = statement.executeQuery(query);
        return result;
    }
}
```

SQL vom Programm aus

JDBC-API: Beispiel Typ-4-Treiber (Fortsetzung)

```
package jdbc;
import java.sql.*;

public class JdbcDemo {
    public static void main ...

    public ResultSet submitQuery(
        String url, String user, String pass, String query)
        throws SQLException {
        Connection connection = DriverManager.getConnection(url, user, pass);
        Statement statement = connection.createStatement();
        ResultSet result = statement.executeQuery(query);
        return result;
    }
}
```

```
user@localhost:~$ javac jdbc/JdbcDemo.java
```

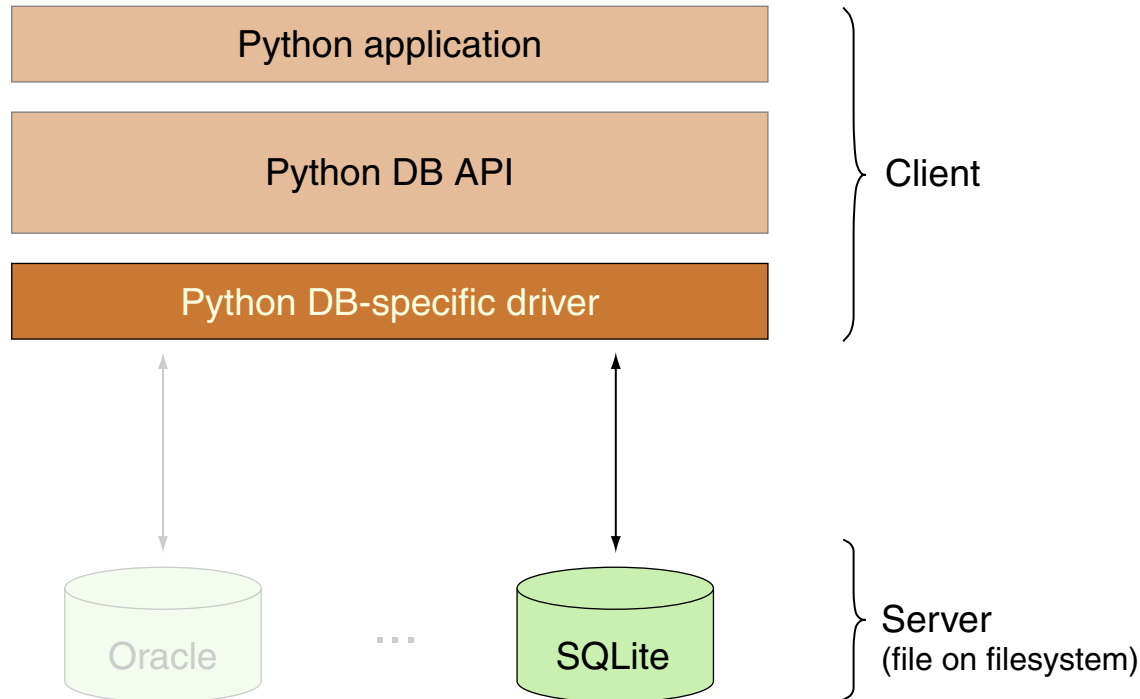
```
user@localhost:~$ java -cp ./mysql-connector-java.jar jdbc.JdbcDemo
```

```
user@localhost:~$ java -cp ./sqlite-connector-java.jar jdbc.JdbcDemo
```

```
Smith 3334
```

SQL vom Programm aus

Python-DB-Treibertyp 4 [Java + MySQL]



Übersetzung von Python-DB-Aufrufen für einen [SQLite](#)-Datenbankserver (Datei auf Dateisystem) ohne Verwendung einer plattform- und datenbankspezifischen Programmbibliothek.

SQL vom Programm aus

Python-DB-API: Beispiel Typ-4-Treiber

```
import sqlite3

def submit_query(db: str, query: str):
    connection = sqlite3.connect(db)
    cursor = connection.cursor()
    cursor.execute(query)
    connection.commit()
    result = cursor.fetchall()
    connection.close()
    return result

def main():
    db = "mitarbeiterdb.db"
    query = "select Name, ChefPersNr " \
           "from mitarbeiter " \
           "where ChefPersNr < 8000"

    result = submit_query(db, query)

    for row in result:
        name = row[0]
        chef_pers_nr = row[1]

        print(str(name) + " " + str(chef_pers_nr))
```

SQL vom Programm aus

MySQL Version 8.x

- ❑ Community Downloads [\[MySQL\]](#)
- ❑ Storage Engines:
 - `create table ...
 (...) type=InnoDB;`
 - Engines für besondere Tabellentypen [\[MySQL\]](#)
- ❑ Einschränkungen (u.a.):
 - keine Deklaration von Domains
 - Update-Klausel darf keinen SFW-Block enthalten