

# Datenbanken 1

## SQL

Nikolaus Augsten  
nikolaus.augsten@plus.ac.at  
FB Informatik  
Universität Salzburg



Sommersemester 2025

Version 6. Mai 2025

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Literatur und Quellen

Lektüre zum Thema “SQL”:

- Kapitel 4 aus Kemper und Eickler: Datenbanksysteme: Eine Einführung. 8. Auflage, Oldenbourg Verlag, 2011.

## Literaturquellen

- Elmasri and Navathe: Fundamentals of Database Systems. Fourth Edition, Pearson Addison Wesley, 2004.
- Silberschatz, Korth, and Sudarashan: Database System Concepts, McGraw Hill, 2006.

Danksagung Die Vorlage zu diesen Folien wurde entwickelt von:

- Michael Böhlen, Universität Zürich, Schweiz
- Johann Gamper, Freie Universität Bozen, Italien

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Geschichte/1

- Die IBM Sprache **Sequel** wurde als Teil des System R Projekts am IBM San Jose Research Laboratory entwickelt.
- Umbenannt in **Structured Query Language (SQL)**
- ANSI und ISO standard SQL:
  - SQL-86, SQL-89: erste Standards, sehr ähnlich
  - **SQL-92** (auch SQL2): größere Revision
    - entry level: entspricht in etwa SQL-89
    - weiters gibt es: intermediate level, full level
  - SQL:1999 (auch SQL3) – Rekursion, reguläre Ausdrücke, Trigger u.A.
  - **SQL:2003** – Bug fixes zu SQL:1999, erste XML Unterstützung, WINDOW Funktionen, MERGE Befehl
  - SQL:2006 – Verbesserte XML Unterstützung, Einbindung von XQuery
  - SQL:2008 – viele kleinere Zusätze und Verbesserungen
  - **SQL:2011** – Temporal Database Funktionalität
- **Kommerzielle Systeme** bieten:
  - einen Grossteil der Funktionen von SQL-92
  - eine Anzahl von Funktionen von späteren Standards
  - zusätzliche, proprietäre Funktionen

# Geschichte/2

- Don Chamberlin holds a Ph.D. from Stanford University.
- He worked at IBM Almaden Research Center doing research on database languages and systems.
- He was a member of the System R research team that developed much of today's relational database technology.
- He designed the original SQL database language (together with Ray Boyce, 1947–1974).



<http://researcher.watson.ibm.com/researcher/view.php?person=us-dchamber>

# Modell und Terminologie

- SQL verwendet die Begriffe **Tabelle**, **Spalte** und **Zeile**.
- Vergleich der **Terminologie**:

| <b>SQL</b> | <b>Relationale Algebra</b>    |
|------------|-------------------------------|
| Tabelle    | Relation                      |
| Spalte     | Attribut                      |
| Zeile      | Tupel                         |
| Anfrage    | relationaler Algebra Ausdruck |

- In einer Tabelle kann die **gleiche Zeile mehrmals** vorkommen.
- Zwischen den Zeilen der Tabelle besteht **keine Ordnung**.

# DDL, DML und DCL

SQL besteht aus drei unterschiedlichen Teilen:

- DDL – Data Definition Language (Datendefinitionssprache): Schema erstellen, z.B. **CREATE TABLE**
- DML – Data Manipulation Language (Datenmanipulationssprache), weiter unterteilt in
  - Anfragesprache: Anfragen, die keine Daten ändern, z.B. **SELECT**
  - Sonstige DML-Befehle: Anfragen, die Daten ändern können, z.B. **UPDATE, INSERT, DELETE, COMMIT**
- DCL – Data Control Language (Datenkontrollsprache): Zugriffsrechte verwalten, z.B. **GRANT**

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 **Datendefinitionssprache (DDL)**
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Datendefinitionssprache

Erlaubt die Spezifikation unterschiedlicher Eigenschaften einer Tabelle, zum Beispiel:

- Das **Schema** einer Tabelle.
- Die **Domäne** zu jeder Spalte.
- **Integritätsbedingungen**, welche alle Instanzen erfüllen müssen.
- **Indexe** (Schlagwortverzeichnisse), die für Tabellen aufgebaut werden sollen.
- Die **physische Speicherstruktur** jeder Tabelle.

# Vordefinierte Domänen in SQL

`char(n)` Zeichenkette von maximal  $n$  Zeichen; nicht genutzte Zeichen werden mit Leerzeichen aufgefüllt.

`varchar(n)` Zeichenkette von maximal  $n$  Zeichen; variable Speicherlänge

`integer` Eine ganze Zahl (maximale Grösse ist maschinenabhängig).

`smallint` Eine kleine ganze Zahl (max. Grösse maschinenabhängig).

`numeric(p,d)` Festkommazahl mit einer Präzision von  $p$  Ziffern, wovon  $d$  von diesen Ziffern rechts vom Komma stehen.

`real, double precision` Gleitkommazahl mit einfacher bzw. doppelter Genauigkeit. Die Genauigkeit ist maschinenabhängig.

`float(n)` Gleitkommazahl mit einer Genauigkeit von mindestens  $n$  binären Ziffern.

# Create Table

- Eine SQL Tabelle wird mit dem Befehl **create table** definiert:

```
create table R(  
    A1 D1, A2 D2, ..., An Dn,  
    (Integritätsbedingung1),  
    ...,  
    (Integritätsbedingungk))
```

- *R* ist der Name der Tabelle
  - *A*<sub>*i*</sub>,  $1 \leq i \leq n$ , ist eine Spalte der Tabelle
  - *D*<sub>*i*</sub> ist die Domäne von Spalte *A*<sub>*i*</sub>
  - *D*<sub>*i*</sub> ist von **not null** gefolgt, falls Spalte *A*<sub>*i*</sub> keine *null*-Werte erlaubt
- Beispiel:

```
create table Filialen(  
    FiName varchar(15) not null,  
    TlfNr varchar(10),  
    Umsatz integer)
```

# Integritätsbedingungen

- Bedingungen auf Spalten: **not null**, **check** (Bedingung auf Spalte)
- Bedingungen auf Tabelle:
  - **unique** ( $A_1, \dots, A_n$ )
  - **primary key** ( $A_1, \dots, A_n$ )
  - **foreign key** ( $A_1, \dots, A_n$ ) **references**  $T(B_1, \dots, B_n)$
  - **check** (Bedingung auf eine oder mehrere Spalten)
- Beispiel: *KoNr* als Primärschlüssel der Tabelle *Konten* definieren:  
**create table** *Konten*(  
    *KoNr* integer, *FiName* varchar(30), *Guthaben* integer,  
    **check** (*Guthaben*  $\geq$  0),  
    **primary key** (*KoNr*)
- Beispiel: *KoNum* als Fremdschlüssel in der Tabelle *Kontoinhaber*:  
**create table** *Kontoinhaber*(  
    *KuName* varchar(15), *KoNum* integer,  
    **foreign key** (*KoNum*) **references** *Konten*(*KoNr*))

# Notation/1

- SQL ist eine **umfangreiche Sprache** und stellt verschiedene syntaktische Konstrukte zur Verfügung, um Tabellen und Integritätsbedingungen zu definieren.
- Oft gibt es **mehrere Möglichkeiten**, um etwas auszudrücken.
- Die **genaue Syntax** hängt auch vom **Datenbanksystem** und oft sogar von der verwendeten **Version** ab.
- Bei Syntaxproblemen ist die **genaue Syntax nachzuschlagen** (Manual, Web, Forum).
- **Wir verwenden einen kleinen Kern von SQL**, der allgemein und mehrheitlich unabhängig vom Datenbanksystem und der Version ist.

# Notation/2

- Groß- und Kleinschreibung von reservierten Wörtern:
  - In SQL ist Gross- und Kleinschreibung von reservierten Wörtern irrelevant (z.B. SELECT, select, SeLEct).
  - Im Programmcode werden reservierte Wörter meistens groß geschrieben (z.B. SELECT).
  - In den Vorlesungsunterlagen verwenden wir Fettschrift für reservierte Wörter (z.B. **select**).
- Groß- und Kleinschreibung von Bezeichnern:
  - In Bezeichnern kann Gross- und Kleinschreibung eine Rolle spielen (z.B. Tabellennamen in MySQL Linux).
  - Gross- und Kleinschreibung ist relevant, falls man den Bezeichner unter Anführungszeichen stellt (select "KundenName").
  - PostgreSQL verwenden doppelte Hochkommas für Bezeichner ("abcde"), MySQL erlaubt wahlweise Backticks (`abcde`) oder doppelte Hochkommas.
- Das Ende eines SQL Befehls wird oft durch einen Strichpunkt markiert  
**select \* from Konten;**

# Drop und Alter Table

- Der **drop table** Befehl löscht alle Informationen einer Tabelle von der Datenbank, z.B. **drop table *Filialen***
- Der **alter table** Befehl wird verwendet, um neue Spalten zu einer Tabelle hinzuzufügen. Die Werte für die neue Spalte sind:
  - x, falls **default** x für die Spalte spezifiziert ist,
  - ansonsten *null*

Beispiel: Spalte *AnzMitarbeiter* als neuen Spalte vom Typ **integer** in Tabelle *Filialen* einfügen (neue Werte sind *null*)

**alter table *Filialen* add *AnzMitarbeiter* integer**

- Der **alter table** Befehl kann auch verwendet werden, um eine Spalte von einer Tabelle zu löschen:

**alter table *Filialen* drop *TlfNr***

wobei *TlfNr* der Name einer Spalte von Tabelle *Filialen* ist.

# Zusammenfassung: DDL

- SQL DDL erlaubt
  - das Schema einer Tabelle zu definieren
  - jeder Spalte eine Domäne zuzuordnen
  - Integritätsbedingungen für Spalten anzugeben

Viele weitere Möglichkeiten, z.B., Indices festlegen.
- Vordefinierte Domänen: **varchar**, **integer**, **float**, ...
- Integritätsbedingungen:  
**not null**, **unique**, **primary key**, **foreign key**, **check**  
SQL kennt noch viele weitere Integritätsbedingungen.
- Schema kann nachträglich mit **alter table** geändert werden.
- Tabellen können mit **drop table** gelöscht werden.

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 **Anfragesprache**
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Ausdrücke und Prädikate

- **Ausdrucksstarke Ausdrücke und Prädikate** (Bedingungen) machen Computersprachen **anwenderfreundlich**.
- **Datenbankfirmen messen sich** anhand der angebotenen Ausdrücke und Prädikate (sowohl Funktionalität als auch Geschwindigkeit).
- Die **effiziente Auswertung** von Prädikaten ist ein wichtiger Aspekt von Datenbanksystemen.
- **Beispiel:** 1 Milliarde Tupel und die folgenden Prädikate:

Nachname = 'Miller'

Nachname like 'Ester%'

Nachname like '%mann'

length(Nachname) < 5

- Eine alphabetische Ordnung unterstützt die effiziente Evaluierung des **1. und 2. Prädikats** nicht aber des **3. und 4. Prädikats**.
- Das ist einer der Gründe warum die Definition von Prädikaten und Funktionen durch den Benutzer limitiert war/ist.

# Struktur von SQL Anfragen/1

- SQL **basiert auf Relationen** und relationalen Operatoren mit gewissen Änderungen und Erweiterungen (z.B. Duplikate).
- SQL ist **sehr weit verbreitet** in der Geschäftswelt.
- SQL ist weit **mehr als einfache select-from-where** Anfragen wie z.B.:

**select \***

**from Kunden**

**where KundenName = 'Bohr'**

- Viele Benutzer/Programmierer...
  - unterschätzen SQL
  - verstehen nicht die Konzepte, die sich hinter der Syntax verbergen
  - verstehen nicht, wie mit einer deklarativen Sprache und mit Mengen zu arbeiten ist (dies braucht eine gewisse Übung)

# Struktur von SQL Anfragen/2

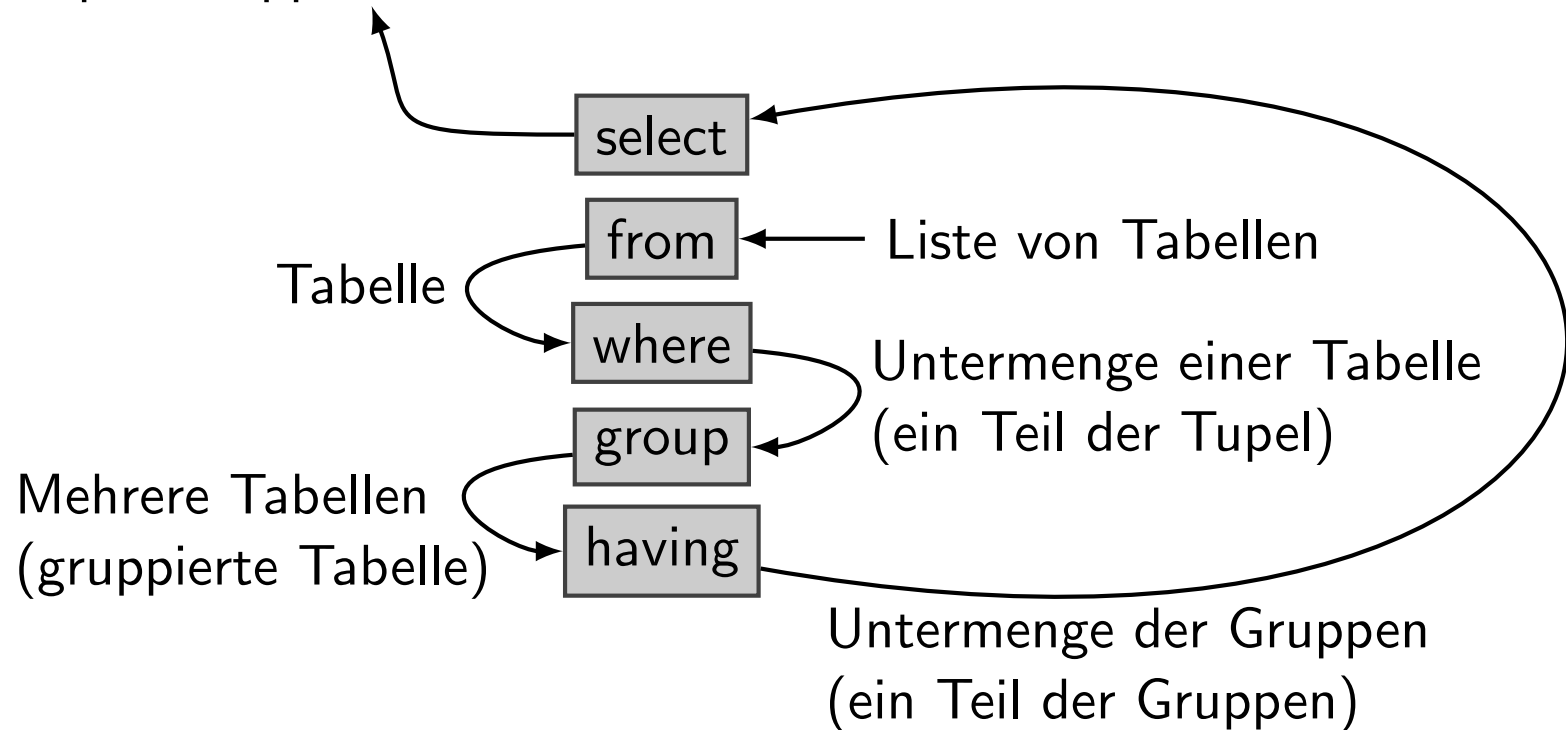
- Eine typische SQL Anfrage hat folgende Form:

|                                   |   |                                   |
|-----------------------------------|---|-----------------------------------|
| <b>select</b> Teil                | } | <i>Anfrage—<br/>spezifikation</i> |
| <b>from</b> Teil                  |   |                                   |
| <b>where</b> Teil                 |   |                                   |
| <b>group</b> Teil                 |   |                                   |
| <b>having</b> Teil                |   |                                   |
| <b>union / except / intersect</b> | } | <i>Anfrage—<br/>ausdruck</i>      |
| <b>select</b> Teil                |   |                                   |
| <b>from</b> Teil                  |   |                                   |
| <b>where</b> Teil                 |   |                                   |
| <b>group</b> Teil                 |   |                                   |
| <b>having</b> Teil                | } | <i>Anfrage—<br/>spezifikation</i> |
| <b>order</b> Teil                 |   |                                   |

- Das Resultat einer SQL Anfrage ist eine (virtuelle) Tabelle.

# Illustration: Evaluierung einer Anfragespezifikation/1

Berechnet eine Zeile pro Gruppe; oft wird eine Aggregation pro Gruppe berechnet



Aggregation: min, max, sum, count, avg einer Menge von Werten.

# Illustration: Evaluierung einer Anfragespezifikation/2

1. FROM: bilden des Kreuzprodukts aller Tabellen im **from** Teil



2. WHERE: eliminiert Tupel die die Bedingung im **where** Teil nicht erfüllen

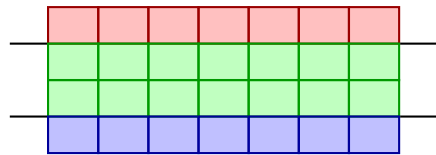


3. GROUP BY: gruppiert Tupel gemäss den Spalten im **group** Teil

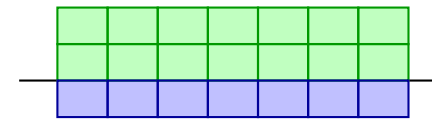


# Illustration: Evaluierung einer Anfragespezifikation/3

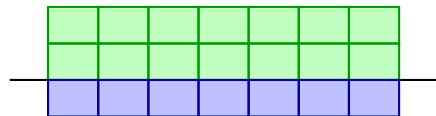
4. HAVING: eliminiert Gruppen welche die Bedingung des **having** Teil nicht erfüllen



HAVING



5. SELECT: evaluiert die Ausdrücke im **select** Teil und produziert ein Ergebnistuple für jede Gruppe



SELECT



# Konzeptionelle Evaluierung eines Anfrageausdrucks

1. Bilden des Kreuzprodukts aller Tabellen im **from** Teil.
2. Eliminierung aller Tupel die den **where** Teil nicht erfüllen.
3. Gruppierung der verbleibenden Tupel gemäss **group** Teil.
4. Eliminierung der Gruppen die den **having** Teil nicht erfüllen.
5. Evaluierung der Ausdrücke im **select** Teil.
6. Für jede Gruppe wird genau ein Resultattupel berechnet
7. Duplikate werden eliminiert falls **distinct** spezifiziert wurde.
8. Anfragespezifikationen werden unabhängig ausgewertet und anschliessend werden die Teilresultate durch die angegebenen **Mengenoperationen** (union, except, intersect) kombiniert.
9. Sortierung des Resultats gemäss **order** Teil.

# Der from Teil

- Der **from** Teil listet die Tabellen, die in der Anfrage involviert sind.
  - Entspricht dem kartesischen Produkt in der relationalen Algebra.
- Kartesisches Produkt von *Kreditnehmer* und *Kredite*  
**from** *Kreditnehmer, Kredite*
- Kartesisches Produkt von *Kreditnehmer* und *Kredite* mit Umbenennung:  
**from** *Kreditnehmer as T, Kredite as S*
- Umbenennung wird notwendig, wenn die gleiche Tabelle mehrmals im **from** Teil vorkommt.  
**from** *Kredite as K1, Kredite as K2*

# Der where Teil/1

- Der **where** Teil **spezifiziert Bedingungen**, die Ergebnistupel erfüllen müssen.
- **Input:** Der **where** Teil arbeitet mit der virtuellen Tabelle, die der **from** Teil produziert und behält alle Zeilen, welche die Bedingung erfüllen.
- **Beispiel:** Kredite der Brugg Filiale, die grösser als \$1200 sind.

**from** *Kredite*

**where** *FiName* = 'Brugg' **and** *Betrag* > 1200

| <i>KrNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Betrag</i> |
|-------------|---------------|---------------|
| L-260       | Brugg         | 1700          |

- Der **where** Teil entspricht dem **Selektionsprädikat**.
- Prädikate können über die **logischen Operatoren** **and**, **or**, und **not** verknüpft werden.

# Der where Teil/2

- Der **where** Teil kann verwendet werden, um **Join- oder Selektionsbedingungen** zu spezifizieren.
- **Selektionsbedingung**: schränkt Attributwerte einer einzigen Tabelle aus dem **from** Teil ein.
  - **from** Filialen **where** FiName = 'Brugg'
  - **from** Filialen, Kredite **where** Betrag > 12000
- **Joinbedingung**: verknüpft Tupel von zwei Tabellen durch Prädikate, die jeweils Attribute beider Tabellen enthalten.
  - **from** Kreditnehmer, Kredite **where** KrNo = KrNr

# Integrierte Übung 5.1

Übersetzen Sie die folgenden Ausdrücke der relationalen Algebra in äquivalente SQL Fragmente:

1.  $R \times S$

4.  $\sigma_{A>5}(\sigma_{B=4}(R))$

2.  $(R \times S) \times T$

5.  $\sigma_{A=X}(R \times S)$

3.  $\sigma_{A>5}(R)$

6.  $\sigma_{A>5}(R) \times \sigma_{X=7}(S)$

# Der group Teil

- Der **group** Teil *partitioniert eine Tabelle* in nicht-überlappende Teilmengen von Tupeln (=Gruppen).
- *Input*: Der **group** Teil nimmt die Tabelle, die der **where** Teil produziert hat und berechnet darauf die Gruppen.
- Konzeptionell gibt **group** *mehrere Tabellen* zurück.
- *Beispiel*: Konten gruppiert nach Filialen.

*from Konten*  
*group by FiName*

| Konten      |               |                 |
|-------------|---------------|-----------------|
| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
| A-101       | Chur          | 500             |
| A-215       | Brugg         | 700             |
| A-102       | Brugg         | 400             |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-201       | Aarau         | 900             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

# Der having Teil/1

- **Input:** Der **having** Teil nimmt eine gruppierte Tabelle und berechnet eine neue gruppierte Tabelle (mit ausgewählten Gruppen).
- Die **having Bedingung** wird auf jede Gruppe angewandt; nur jene Gruppen, welche die Bedingung erfüllen werden zurückgegeben.
- Die **having** Bedingung kann sich nur auf **gruppierte oder aggregierte Attribute** beziehen (weil die Bedingung entweder alle oder kein Tupel einer Gruppe auswählen muss).
- **Alles oder nichts:** Der **having** Teil gibt nie individuelle Tupel einer Gruppe zurück (entweder die gesamte Gruppe oder nichts).

## Der having Teil/2

- Filialen mit mehr als einem Konto:

**from** *Konten*

**group by** *FiName*

**having count**(KoNr) > 1

- Dieser **having** Teil gibt alle Gruppen mit mehr als einem Tupel zurück:

Konten

| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
|-------------|---------------|-----------------|
| A-215       | Brugg         | 700             |
| A-102       | Brugg         | 400             |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-201       | Aarau         | 900             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

# Integrierte Übung 5.2

- Welche der folgenden SQL Fragmente sind korrekt?

**from** Konten  
**group by** FiName  
**having** Guthaben < 730

**from** Konten  
**group by** FiName  
**having** FiName = 'Chur'  
**or** FiName = 'Aarau'

**from** Konten  
**group by** FiName  
**having** sum(Guthaben) < 1000

Konten

| KoNr  | FiName | Guthaben |
|-------|--------|----------|
| A-101 | Chur   | 500      |
| A-215 | Brugg  | 700      |
| A-102 | Brugg  | 400      |
| A-305 | Brugg  | 350      |
| A-222 | Brugg  | 700      |
| A-201 | Aarau  | 900      |
| A-217 | Aarau  | 750      |

# Der select Teil/1

- Der **select** Teil **spezifiziert die Spalten**, die im Resultat vorkommen sollen.
- Entspricht der **Projektion** in der relationalen Algebra.
- **Beispiel**: Namen aller Kunden:

```
select KuName  
from Kunden
```

- **Äquivalente Anfrage** in relationaler Algebra (Beachte: *KuName* ist Primärschlüssel und hat keine Duplikate):

$$\pi_{KuName}(Kunden)$$

## Der select Teil/2

- SQL erlaubt **Duplikate** in Tabellen und im Resultat einer Anfrage.
- Duplikate können in SQL durch **distinct** eliminiert werden.
- **Beispiel:** Die Namen aller Filialen, die Kredite vergeben:

- SQL:

1. **select** *FiName*  
**from** *Kredite*

2. **select distinct** *FiName*  
**from** *Kredite*

- Relationale Algebra:

$\pi_{FiName}(Kredite)$

- **SQL 1** ist **nicht äquivalent** zu  $\pi_{FiName}(Kredite)$ :
  - durch die Projektion entstehen **Duplikate** (mehrere Tupel von *Kredite* können denselben Wert für *FiName* haben)
  - relationale Algebra: die Duplikate im Ergebnis werden eliminiert
  - SQL: Duplikate werden nicht eliminiert
- **SQL 2** ist **äquivalent** zu  $\pi_{FiName}(Kredite)$ :
  - **select distinct** eliminiert Duplikate im Ergebnis

# Der select Teil/3

- Im **select** Teil können **Aggregationsfunktionen** verwendet werden:
  - **avg**: Durchschnittswert
  - **min**: kleinster Wert
  - **max**: grösster Wert
  - **sum**: Summe aller Werte
  - **count**: Anzahl Werte
- Die Aggregatfunktionen verarbeiten alle Zeilen einer Gruppe und berechnen einen aggregierten Wert für diese Gruppe.
- Falls es einen **group** Teil gibt, dürfen im **select** Teil nur folgende Attribute vorkommen:
  - gruppierte Attribute: kommen im **group** Teil vor
  - aggregierte Attribute: beliebiges Attribut als Argument einer Aggregatfunktion
- Falls der **group** Teil fehlt und Aggregationsfunktionen verwendet werden, bildet die gesamte Tabelle die einzige Gruppe.

# Der select Teil/4

- Der Stern **\*** im **select** Teil bedeutet “alle Spalten”  
**select \***  
**from Kredite**
- **count(\*)** berechnet die Anzahl der Tupel pro Gruppe
  - **count(\*)** zählt Tupel, auch wenn diese nur *null*-Werten speichern
  - **count(A)** zählt nur Attributwerte von *A*, die *nicht null* sind
- Beispiel:

|                                                                                                              |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------|------------------------|------------------------|-------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|---|---|-------------|------------------------------------------------------------------|--------------|---|------------------------------------------------------------------|--------------|---|
| <i>R</i>                                                                                                     | <b>select *</b> | <b>select count(*)</b> | <b>select count(A)</b> |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <b>from R</b>                                                                                                | <b>from R</b>   | <b>from R</b>          | <b>from R</b>          |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <table><tr><td><i>A</i></td></tr><tr><td>3</td></tr><tr><td>3</td></tr><tr><td><i>null</i></td></tr></table> | <i>A</i>        | 3                      | 3                      | <i>null</i> | <table><tr><td><i>A</i></td></tr><tr><td>3</td></tr><tr><td>3</td></tr><tr><td><i>null</i></td></tr></table> | <i>A</i> | 3 | 3 | <i>null</i> | <table><tr><td><i>count</i></td></tr><tr><td>3</td></tr></table> | <i>count</i> | 3 | <table><tr><td><i>count</i></td></tr><tr><td>2</td></tr></table> | <i>count</i> | 2 |
| <i>A</i>                                                                                                     |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| 3                                                                                                            |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| 3                                                                                                            |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <i>null</i>                                                                                                  |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <i>A</i>                                                                                                     |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| 3                                                                                                            |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| 3                                                                                                            |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <i>null</i>                                                                                                  |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <i>count</i>                                                                                                 |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| 3                                                                                                            |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| <i>count</i>                                                                                                 |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |
| 2                                                                                                            |                 |                        |                        |             |                                                                                                              |          |   |   |             |                                                                  |              |   |                                                                  |              |   |

# The select Teil/5

- Das durchschnittliche Guthaben auf den Konten der Brugg Filiale.

```
select avg(Guthaben)  
from Konten  
where FiName = 'Brugg'
```

- Anzahl der Tupel in der Kunden Tabelle.

```
select count(*)  
from Kunden
```

- Die Anzahl der Konten pro Filiale.

```
select count(KoNr), FiName  
from Konten  
group by FiName
```

## Integrierte Übung 5.3

Formulieren Sie die folgenden Anfragen in SQL:

1. Die Nummern jener Kredite, deren Betrag grösser als 1200 ist

|                                             |
|---------------------------------------------|
| Filialen[ <u>FiName</u> , Stadt, Umsatz]    |
| Kunden[ <u>KuName</u> , Strasse, Ort]       |
| Konten[ <u>KoNr</u> , FiName, Guthaben]     |
| Kredite[ <u>KrNr</u> , FiName, Betrag]      |
| Kontoinhaber[ <u>KuName</u> , <u>KoNr</u> ] |
| Kreditnehmer[ <u>KuName</u> , <u>KrNo</u> ] |

2. Die Namen aller Kunden, die einen Kredit bei der Brugg Filiale haben

# Integrierte Übung 5.4

Formulieren Sie die folgenden Anfragen in SQL:

1. Von jeder Filiale das grösste Guthaben.

2. Von jeder Filiale das grösste und kleinste Guthaben.

Filialen[FiName, Stadt, Umsatz]  
Kunden[KuName, Strasse, Ort]  
Konten[KoNr, FiName, Guthaben]  
Kredite[KrNr, FiName, Betrag]  
Kontoinhaber[KuName, KoNr]  
Kreditnehmer[KuName, KrNo]

Konten

| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
|-------------|---------------|-----------------|
| A-101       | Chur          | 500             |
| A-215       | Brugg         | 700             |
| A-102       | Brugg         | 400             |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-201       | Aarau         | 900             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

# Anfrageausdruck/1

- Die **Mengenoperationen** **union**, **intersect**, und **except** entsprechen den relationalen Operatoren  $\cup$ ,  $\cap$ ,  $-$
- **Keine Duplikate**: Jeder der Operatoren wird auf Tabellen ohne Duplikate angewandt und gibt ein Resultat ohne Duplikate zurück.
- Um **Duplikate zu bewahren** werden erweiterte Mengenoperationen verwendet: **union all**, **intersect all**, und **except all**.

Annahme: ein Tupel kommt  $m$  mal in  $R$  und  $n$  mal in  $S$  vor. In diesem Fall kommt das Tupel:

- $m + n$  mal in  $R$  **union all**  $S$  vor
- $\min(m, n)$  mal in  $R$  **intersect all**  $S$  vor
- $\max(0, m - n)$  mal in  $R$  **except all**  $S$  vor
- **Union compatibility**:
  - Im Unterschied zur relationalen Algebra müssen die Attributnamen in den Schemata nicht übereinstimmen.
  - Die Typen der entsprechenden Spalten müssen jedoch kompatibel sein.

# Anfrageausdruck/2

- Alle Kunden die Kredite oder Konten haben:

```
(select KuName from Kontoinhaber)  
union  
(select KuName from Kreditnehmer)
```

- Kunden die sowohl einen Kredite wie auch ein Konto haben:

```
(select KuName from Kontoinhaber)  
intersect  
(select KuName from Kreditnehmer)
```

- Kunden die ein Konto aber keinen Kredit haben:

```
(select KuName from Kontoinhaber)  
except  
(select KuName from Kreditnehmer)
```

# Notation

- Um Namenskonflikte aufzulösen können **qualifizierte Bezeichner** verwendet werden:
  - T.C anstatt C
  - T.C bedeutet Spalte C aus Tabelle T
- Tabellen (und Spalten) können mit **as umbenannt** werden:
  - **from** Kunden **as** K
  - **select** max(Lohn) **as** GroessterLohn
- **Eigenheiten** realer Systeme:
  - In MySQL und PostgreSQL kann **as** in **from** und **select** Teil weggelassen werden
  - In Oracle muss **as** im **from** Teil weggelassen werden und kann im **select** weggelassen werden
  - Oracle verwendet MINUS statt EXCEPT für Mengendifferenz.
  - In MySQL existiert keine Mengendifferenz (EXCEPT) und kein Mengendurchschnitt (INTERSECT).

# Integrierte Übung 5.5

- Formulieren Sie folgende Anfrage in SQL:

Bestimmen Sie das größte Guthaben von Filialen, welche ein Guthabenvolumen (Summe aller Guthaben in einer Filiale) von mehr als 2000 haben.

Filialen[FiName, Stadt, Umsatz]  
Kunden[KuName, Strasse, Ort]  
Konten[KoNr, FiName, Guthaben]  
Kredite[KrNr, FiName, Betrag]  
Kontoinhaber[KuName, KoNr]  
Kreditnehmer[KuName, KrNo]

Konten

| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
|-------------|---------------|-----------------|
| A-101       | Chur          | 500             |
| A-215       | Brugg         | 700             |
| A-102       | Brugg         | 400             |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-201       | Aarau         | 900             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

# Integrierte Übung 5.6

- Identifizieren Sie Probleme der folgenden SQL Anfrage:

Bestimmen Sie für jede Filiale die Konten mit dem grössten Guthaben.

```
select max(Guthaben), KoNr, FiName  
from Konten  
group by FiName
```

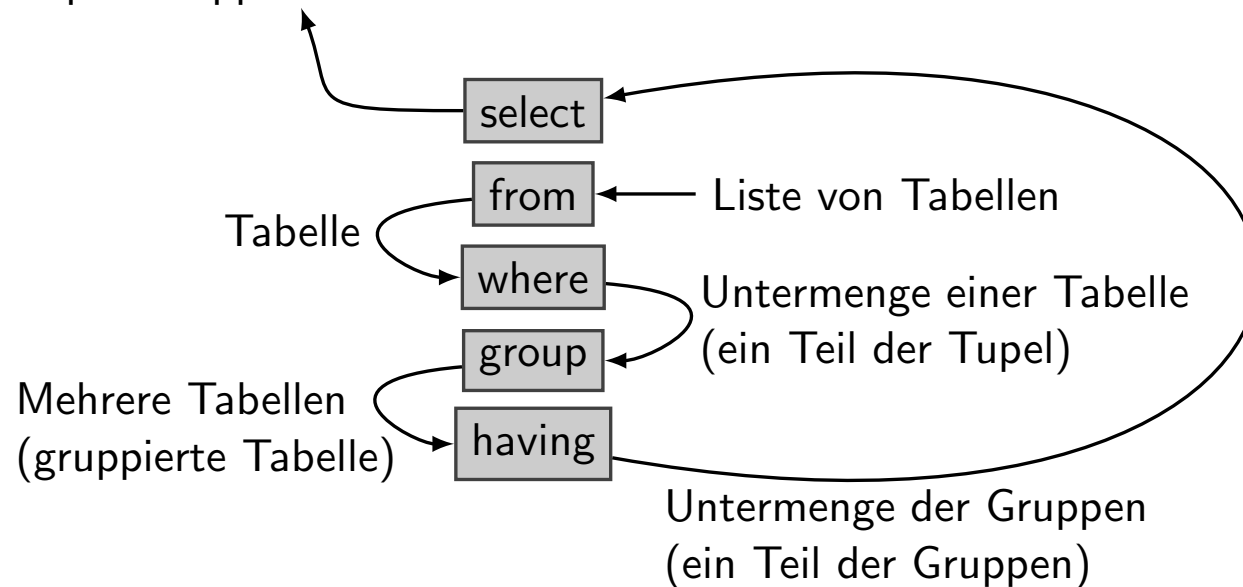
Konten

| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
|-------------|---------------|-----------------|
| A-101       | Chur          | 500             |
| A-215       | Brugg         | 700             |
| A-102       | Brugg         | 400             |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-201       | Aarau         | 900             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

# Zusammenfassung: Grundstruktur von SQL

- **Anfrageausdruck** verbindet **Anfragespezifikationen** mit **union, except, intersect**
- **Konzeptionelle Auswertung** von Anfragespezifikation muss verstanden werden:

Berechnet eine Zeile pro Gruppe; oft wird eine Aggregation pro Gruppe berechnet



# Nullwerte/1

- Es ist möglich, dass Attribute einen Nullwert *null* haben.
- *null* steht für einen unbekannten Wert oder einen Wert der nicht existiert oder einen Wert der zurückgehalten wird oder ...
- Das Prädikat **is null** muss verwendet werden um auf Nullwerte zu prüfen.
  - Beispiel: Alle Kredite, für die der Betrag ein Nullwert ist.  

```
select KrNr  
from Kredite  
where Betrag is null
```
- Arithmetische Ausdrücke ergeben immer *null*, falls ein Teil *null* ist.
  - $5 + \text{null}$  ergibt *null*
  - $0 * \text{null}$  ergibt *null*

# Nullwerte/2

- Intuition: Nullwerte sind Platzhalter für unterschiedliche Werte.

Konten (ohne Nullwerte)

| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
|-------------|---------------|-----------------|
| A-101       | Chur          | 500             |
| A-215       | Brugg         | 700             |
| A-102       | Brugg         | 400             |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-201       | Aarau         | 900             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

Konten (mit Nullwerten)

| <i>KoNr</i> | <i>FiName</i> | <i>Guthaben</i> |
|-------------|---------------|-----------------|
| A-101       | Chur          | 500             |
| A-215       | null          | 700             |
| A-102       | null          | null            |
| A-305       | Brugg         | 350             |
| A-201       | null          | 900             |
| A-222       | Brugg         | 700             |
| A-217       | Aarau         | 750             |

- Nullwerte sind also nicht als Variable mit Name *null* zu verstehen. Insbesondere ist (*null* = *null*) nicht wahr.

# Nullwerte/3

- SQL verwendet **dreiwertige Logik** mit dem zusätzlichen Wahrheitswerte *unknown*.
- Jeder **Vergleich mit *null*** ergibt (den dritten logischen Wert) *unknown*  
Beispiele:  $5 < null$  oder  $null <> null$  oder  $null = null$
- Wahrheitswerte **logischer Verknüpfungen** sind wie erwartet:
  - **OR**  $(unknown \text{ or } true) = true$ ,  
 $(unknown \text{ or } false) = unknown$   
 $(unknown \text{ or } unknown) = unknown$
  - **AND**  $(true \text{ and } unknown) = unknown$ ,  
 $(false \text{ and } unknown) = false$   
 $(unknown \text{ and } unknown) = unknown$
  - **NOT**  $(\text{not } unknown) = unknown$
- *unknown* als Ergebnis des Prädikates **im where bzw. having Teil** wird gleich behandelt wie *false* (d.h., Tupel bzw. Gruppe wird nicht zurückgegeben).

# Nullwerte/4

## Aggregatfunktionen:

- Ignorieren Nullwerte in den aggregierten Attributen.
- Ausnahme: **count(\*)** zählt die Anzahl der Zeilen in einer Tabelle.
- Beispiel: Die Anzahl vergebener Kredite?

```
select count(Betrag)  
from Kredite
```

- Die SQL Anfrage zählt keine Kredite mit einem Nullwert als Betrag.
- Das Resultat ist 0 falls alle Kreditbeträge null sind.

## Gruppierung:

- **group** betrachtet alle Nullwerte als wären sie identisch.
- Nullwerte in aggregierten Attributen werden als Gruppe zusammengefasst.
- Beispiel:  $R[A, B, C] = \{[1, null, 100], [1, null, 200], [null, null, 100]\}$   
gruppiert nach den Attributen *A* und *B* ergibt die Gruppen
  - $\{[1, null, 100], [1, null, 200]\}$
  - $\{[null, null, 100]\}$

# Duplikate/1

- Für Tabellen mit Duplikaten muss definiert werden, wie oft ein Tuple im Resultat einer Anfrage vorkommt (d.h. die reine Mengenlehre ist nicht mehr ausreichend).
- Beispiel:

R

| A | B |
|---|---|
| 1 | 4 |
| 1 | 2 |
| 1 | 3 |
| 1 | 3 |

S

| X |
|---|
| 1 |
| 1 |

**select A  
from R**

| A |
|---|
| 1 |
| 1 |
| 1 |
| 1 |

**select \* from R, S**

| A | B | X |
|---|---|---|
| 1 | 4 | 1 |
| 1 | 2 | 1 |
| 1 | 3 | 1 |
| 1 | 3 | 1 |
| 1 | 4 | 1 |
| 1 | 2 | 1 |
| 1 | 3 | 1 |
| 1 | 3 | 1 |

**select A from R  
except all  
select X from S**

| A |
|---|
| 1 |
| 1 |

# Duplikate/2

- Um SQL abbilden zu können, wird die **relationale Algebra auf Multimengen** (Mengen mit Duplikaten) erweitert.
- Beispiele:
  - $\sigma_p(R)$  Für ein Tupel  $t$  das  $c$  mal in  $R$  vorkommt gilt: Falls  $t$  das Selektionsprädikat  $p$  erfüllt, dann sind  $c$  Kopien von  $t$  in  $\sigma_p(R)$ , andernfalls keine.
  - $\pi_A(R)$  Für jede Kopie eines Tupels  $t$  von  $R$  gibt es eine Kopie des Tupels  $t.[A]$  in  $\pi_A(R)$ .
  - $R_1 \times R_2$  Wenn es  $c_1$  Kopien von  $t_1$  in  $R_1$  gibt und  $c_2$  Kopien von  $t_2$  in  $R_2$ , dann gibt es  $c_1 * c_2$  Kopien des Tupels  $t_1 \circ t_2$  in  $R_1 \times R_2$ .

# Duplikate/3

- SQL-Anfrage

**select**  $A_1, A_2, \dots, A_n$

**from**  $R_1, R_2, \dots, R_m$

**where**  $p$

ist äquivalent zu Ausdruck der Relationalen Algebra mit Multimengen:

$$\pi_{A_1, A_2, \dots, A_n}(\sigma_p(R_1 \times R_2 \times \dots \times R_m))$$

# Ordnung der Tupel

- Die Zeilen einer **Tabelle** sind nicht geordnet.
- **order by Teil**: Das Ergebnis einer Anfrage lässt sich mit **order by** ordnen.
- **Beispiel**: Alphabetisch geordnete Liste aller Namen von Kunden die einen Kredit von der Brugg Filiale haben.

```
select distinct KuName  
from Kreditnehmer, Kredite  
where KrNo = KrNr and FiName = 'Brugg'  
order by KuName
```

- **Sortierung**: Es ist möglich zwischen **desc** (absteigende Sortierung) oder **asc** (aufsteigende Sortierung, Default) auszuwählen.
  - Beispiel: **order by** *KuName* **desc**

# Integrierte Übung 5.7

- Erklären Sie das Resultat des folgenden SQL Befehls

```
select count(*) as Cnt1,  
       count(Umsatz) as Cnt2  
from Filiale
```

| Cnt1 | Cnt2 |
|------|------|
| 123  | 87   |

## Integrierte Übung 5.8

1. Was macht folgende Anfrage?

**select \* from PC where SpeedGHz > 1 or SpeedGHz < 4**

Wie könnte eine äquivalente, bessere Anfrage lauten.

2. Was ergibt folgende Anfrage?

**select \* from R where X <> null**

3. Was ergibt folgende Anfrage für eine Tabelle R[X]?

**select \* from R group by X**

# Zusammenfassung: Nullwerte, Duplikate, Ordnung

- **Nullwerte:** Wert nicht vorhanden.
  - Platzhalter für unterschiedliche Werte
  - dreiwertige Logik mit *unknown*
  - Aggregatfunktionen ignorieren Nullwerte (außer **count(\*)**)
- **Duplikate:**
  - SQL erlaubt Duplikate
  - relationale Algebra für Multimengen erforderlich
- **Ordnung:**
  - Tupel in Tabelle sind nicht sortiert
  - Ergebnis einer Anfrage kann mit **order by** sortiert werden

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)**
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Geschachtelte Anfragen

- In SQL können **select**-Anweisungen geschachtelt werden.
- Eine **Unteranfrage** ist ein **Anfrageausdruck** der innerhalb einer anderen Anfrage geschachtelt ist:
  - im **from**-Teil: sogenannte “abgeleitete Tabelle”
  - im **where**-Teil: typischerweise Mengenvergleiche, Tests auf Mengenzugehörigkeit und Kardinalitäten von Mengen

# Abgeleitete Tabellen

- SQL erlaubt eine Unteranfrage im **from** Teil (anstelle eines Tabellennamens kann eine SQL Anfrage verwendet werden).
- Das ist wichtig für die **Geschlossenheit** einer Sprache.
- Eine abgeleitete Tabelle wird durch einen Anfrageausdruck definiert.
- Den durchschnittlichen Kontostand von Filialen die einen durchschnittlichen Kontostand von mehr als \$1200 haben.

```
select FiName, AvgGuthaben
```

```
from FilialeAvg
```

```
where AvgGuthaben > 1200
```

```
select FiName, AvgGuthaben
```

```
from (select FiName, avg(Guthaben) as AvgGuthaben
```

```
      from Konten
```

```
      group by FiName) as FilialeAvg
```

```
where AvgGuthaben > 1200
```

# Geschachtelte Anfragen im WHERE-Teil

## 1. Unteranfragen im **where** Teil können folgende Konstrukte verwenden:

- **exists, not exists**
- **in, not in**
- **= some, < some, <> some** usw.  
**any** ist ein Synonym für **some**
- **= all, < all, <> all** usw.

Beispiele:

- **select \* from Kr where KrNr in (select KrNo from KrNe)**
- **select \* from Kr where KrNr = some (select KrNo from KrNe)**
- **select \* from Kr where KrNr <> all (select KrNo from KrNe)**

## 2. Weiters kann die Unteranfrage über einen Operator verknüpft sein.

- Die Unteranfrage darf nur eine einzige Zeile zurückliefern.
- Typischerweise berechnet die Unteranfrage eine Aggregationsfunktion.

Beispiel:

- **select \* from Kr where Betrag = (select avg(Betrag) from Kr)**

# Anfragen mit EXISTS

- Die **exists** (und **not exists**) Unteranfragen werden oft verwendet. **exists** ist erfüllt falls die Unteranfrage nicht leer ist.
  - **exists** ( $q$ )  $\Leftrightarrow q \neq \emptyset$
  - **not exists** ( $q$ )  $\Leftrightarrow q = \emptyset$
- Bsp: Kontoinhaber die auch Kreditnehmer sind?
  - **select** KuName  
**from** Kontoinhaber **as** KI  
**where exists** (**select** \*  
                  **from** Kreditnehmer **as** KN  
                  **where** KI.KuName = KN.KuName )
- Bsp: Kontoinhaber die nicht Kreditnehmer sind?
  - **select** KuName  
**from** Kontoinhaber **as** KI  
**where not exists** (**select** \*  
                  **from** Kreditnehmer **as** KN  
                  **where** KI.KuName = KN.KuName)

# Integrierte Übung 5.9

- Gegeben ist Tabelle  $R$  wie folgt:

$R$

|   |
|---|
| A |
| 1 |
| 2 |
| 3 |

Geben Sie einen SQL Befehl, der den grössten Wert in  $R$  mithilfe einer geschachtelten Anfrage bestimmt. Der SQL Befehl soll ohne Aggregationsfunktion auskommen.

# Anfragen mit IN

- **$a$  in  $(R)$** 
  - $a$  ist ein Ausdruck, z.B. ein Attributname oder eine Konstante
  - $R$  ist eine Anfrage und liefert gleich viele Spalten zurück wie der Ausdruck  $a$  (eine Spalte, falls  $a$  ein Attributname)
  - ist wahr, falls mindestens ein Ergebnistupel von  $R$  gleich  $a$  ist
- **$a$  not in  $(R)$** 
  - ist wahr, falls kein Ergebnistupel von  $R$  gleich mit  $a$  ist

# Beispiele: Anfragen mit IN

- Alle Kunden die sowohl ein Konto als auch einen Kredit haben.

```
select KuName  
from Kreditnehmer  
where KuName in (select KuName  
                     from Kontoinhaber)
```

Bestimmt alle Zeilen in der Tabelle *Kreditnehmer* deren Kundennamen auch in der Tabelle *Kontoinhaber* vorkommt

- Alle Kunden die einen Kredit aber kein Konto haben.

```
select KuName  
from Kreditnehmer  
where KuName not in (select KuName  
                          from Kontoinhaber)
```

# Integrierte Übung 5.10

- Sind die folgenden SQL Befehle äquivalent?
  - **select A from R, S where R.A = S.X**
  - **select A from R where A in ( select X from S )**

# Anfragen mit SOME

- $a <\text{comp}> \text{some } (R) \Leftrightarrow \exists t \in R (a <\text{comp}> t)$   
wobei  $<\text{comp}>$  eines der folgenden Prädikate sein kann:  
 $<, \leq, \geq, >, =, \neq$

- Beispiele:

$$(5 < \text{some } \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline 5 \\ \hline 6 \\ \hline \end{array}) = \text{true} \quad (\text{Bedeutung: } 5 < \text{ein Tupel in der Tabelle})$$

$$(5 < \text{some } \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline 5 \\ \hline \end{array}) = \text{false}$$

$$(5 = \text{some } \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline 5 \\ \hline \end{array}) = \text{true}$$

$$(5 \neq \text{some } \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline 5 \\ \hline \end{array}) = \text{true} \quad (\text{weil } 0 \neq 5)$$

## Beispiel: Anfragen mit SOME

- Alle Konten, deren Betrag höher ist als der Umsatz einer Filiale in Salzburg.

```
select distinct KoNr  
from Konten, Filiale  
where Konten.Betrag > Filiale.Umsatz and  
        Filiale.Stadt = 'Salzburg'
```

- Die gleiche Anfrage wie oben aber mit > **some** Konstrukt

```
select KoNr  
from Konten  
where Betrag > some (select Umsatz  
                        from Filiale  
                        where Stadt = 'Salzburg')
```

# SOME vs. IN/1

- = **some** und **in** sind äquivalent.
- **Beispiel:** Kontoinhaber die auch Kreditnehmer sind?

```
select KuName  
from Kontoinhaber as KI  
where KI.KuName in (select KN.KuName  
                     from Kreditnehmer KN)
```

```
select KuName  
from Kontoinhaber as KI  
where KI.KuName = some (select KN.KuName  
                       from Kreditnehmer KN)
```

# SOME vs. IN/2

- $\neq$  **some** und **not in** sind nicht äquivalent.
- **Beispiel:** Kontoinhaber die nicht Kreditnehmer sind?

## Richtig:

```
select KuName
from Kontoinhaber as KI
where KI.KuName not in (select KN.KuName
                        from Kreditnehmer KN)
```

## Falsch:

```
select KuName
from Kontoinhaber as KI
where KI.KuName <> some (select KN.KuName
                        from Kreditnehmer KN)
```

# Anfragen mit ALL

- $a <\text{comp}> \mathbf{all} (R) \Leftrightarrow \forall t \in R (a <\text{comp}> t)$

$$(5 < \mathbf{all} \begin{array}{|c|} \hline 0 \\ \hline 5 \\ \hline 6 \\ \hline \end{array}) = \text{false}$$

$$(5 < \mathbf{all} \begin{array}{|c|} \hline 6 \\ \hline 10 \\ \hline \end{array}) = \text{true}$$

$$(5 = \mathbf{all} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline 5 \\ \hline \end{array}) = \text{false}$$

$$(5 \neq \mathbf{all} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline 6 \\ \hline \end{array}) = \text{true (since } 5 \neq 4 \text{ and } 5 \neq 6)$$

$(\neq \mathbf{all}) \equiv \mathbf{not\ in}$

Aber:  $(= \mathbf{all}) \not\equiv \mathbf{in}$

# Beispiel: Anfragen mit ALL

- Die Namen aller Filialen die ein grösseres Guthaben als alle Banken in Aarau haben.

```
select FiName
from Filiale
where Umsatz > all
      (select Umsatz
from Filiale
where FiOrt = 'Aarau')
```

# EXISTS statt SOME/ANY, IN, ALL

- Die Konstrukte **in**, **all**, **any**, **some** können unübersichtlich und **schwer** zu **interpretieren** werden.
- **Beispiel:** Nullwerte und leere Mengen müssen berücksichtigt werden.

$$(5 < \mathbf{all} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \text{null} \\ \hline \end{array}) = \text{false}$$

$$(5 > \mathbf{all} \begin{array}{|c|} \hline 4 \\ \hline \text{null} \\ \hline \end{array}) = \text{unknown}$$

$$(5 <> \mathbf{all} \emptyset) = \text{true}$$

- Mithilfe von **exists** können **alle Anfragen ausgedrückt** werden, die **in**, **all**, **any**, **some** verwenden.
- Manche **Implementierungen** schreiben alle geschachtelten Anfragen im **where** Teil in **exists**-Anfragen um.

# Zusammenfassung

- Geschachtelte Anfragen sind Anfragen mit Unteranfragen.
- Unteranfragen im **where** Teil können folgende Konstrukte verwenden:
  - **(not) exists**
  - **(not) in**
  - **some/any**
  - **all**
- Alle Unteranfragen können mit **(not) exists** ausgedrückt werden (empfohlen).
- Eine **abgeleitete Tabellen** ist eine Unteranfragen im **from** Teil.

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)**
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Löschen von Tupeln

- Löschen aller Konten der Brugg Filiale.

```
delete from Konten  
where FName = 'Brugg'
```

- Löschen aller Kredite zu denen kein Kreditnehmer erfasst ist.

```
delete from Kredite  
where KrNr not in ( select KrNo  
                     from Kreditnehmer )
```

- **delete** vs. **drop**:

- “**delete from** Konten” löscht alle Zeilen der Tabelle *Konten*, das Schema bleibt jedoch erhalten
- “**drop table** Konten” löscht alle Zeilen, Schemadefinition, Indexes usw. der Tabelle *Konten*

# Einfügen von Tupeln/1

- Neues Tupel zur Tabelle *Konten*[KoNr, *FiName*, *Guthaben*] hinzufügen:

```
insert into Konten  
values ('A-9732', 'Brugg', 1200)
```

- Ein neues Tupel zur Tabelle *Konten* hinzufügen. Das Guthaben soll **null** sein.

```
insert into Konten  
values ('A-9732', 'Brugg', null)
```

# Einfügen von Tupeln/2

- Nur die **ersten zwei Werte** werden gesetzt:

```
insert into Konten  
  values ('A-9732', 'Brugg')
```

- Nicht angegebene Werte sind *null* bzw. erhalten den Wert, der mit **default** festgelegt wurde.
- Ein **Wert** in der Mitte **wird ausgelassen**:

```
insert into Konten(KoNr, Guthaben)  
  values ('A-9732', 1200)
```

Äquivalente Anfrage (falls *FiName* keinen Default-Wert hat):

```
insert into Konten  
  values ('A-9732', null, 1200)
```

# Einfügen von Tupeln/3

- Außer konstanten Tupeln kann auch das **Ergebnis** einer Anfrage eingefügt werden.
- **Beispiel:** Füge *Kredite* als Konten mit negativem Guthaben in die Tabelle *Konten* ein:

**insert into** *Konten*

**select** *KrNr, FiName, –Betrag from Kredite*

# Ändern von Tupeln

- Die Guthaben aller Konten mit Guthaben über \$10,000 um 6% erhöhen. Die Guthaben aller anderen Konten um 5% erhöhen.
  - Kann mit Hilfe zweier **update** Befehle erreicht werden:  
*update Konten*  
*set Guthaben = Guthaben \* 1.06*  
*where Guthaben > 10000*  
  
*update Konten*  
*set Guthaben = Guthaben \* 1.05*  
*where Guthaben ≤ 10000*
- Die Ordnung dieser Befehle ist wichtig. Die umgekehrte Reihenfolge der SQL Befehle ist falsch.

# Zusammenfassung

- Die Daten einer Tabelle können durch folgende Befehle geändert werden:
  - **delete**: Zeilen löschen
  - **insert**: neue Zeilen einfügen
  - **update**: Werte in einer oder mehrerer Zeilen ändern

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)**
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Sichten (Views)

- Nutzen von Sichten
- Erstellung und Verwendung von Sichten
- Behandlung von Sichten durch das DBMS
- Temporäre Sichten

# Nutzen von Sichten

- In manchen Fällen ist es wünschenswert, dass
  - nicht alle Benutzer das gesamte logische Modell sehen (d.h. alle Tabellen der Datenbank)
  - Benutzer auf berechnete Tabellen zugreifen können (statt auf die tatsächlich gespeicherten Basistabellen)
- **Beispiel:** Ein Benutzer braucht Zugang zu Kundenname, Kreditnummer und Name der Filiale, soll aber den Kreditbetrag nicht sehen. Dieser Benutzer sollte eine Relation sehen, die in SQL so ausgedrückt wird:

```
select KuName, Kredite.KrNr, FiName  
from Kredite, Kreditnehmer  
where Kreditnehmer.KrNo = Kredite.KrNr
```

- Eine **Sicht** (**view**) stellt einen Mechanismus zur Verfügung um:
  - Daten vor bestimmte Benutzergruppen zu verstecken
  - Benutzern Zugang zu Ergebnissen (komplexer) Anfragen zu geben

# Erstellen von Sichten

- Eine Sicht wird durch den **Befehl create view** erstellt:

**create view**  $v(A_1, A_2, \dots, A_n)$  **as** <Anfrageausdruck>

- wobei  $v$  der Name der Sicht ist
  - <Anfrageausdruck> ein gültiger SQL Ausdruck, der  $n$  Spalten liefert
  - $A_i$  den Namen der  $i$ -ten Spalte festlegt
- **Spaltennamen optional:** Falls die Spaltennamen im Anfrageausdruck eindeutig sind und keine Funktionen enthalten, müssen keine neuen Namen angegeben werden.
- Eine Sicht ist eine **virtuelle Tabelle**; der Name  $v$  der Sicht kann in Anfragen wie eine Tabelle verwendet werden.
- Die Sichtdefinition (Name und Anfrageausdruck) wird als **Metadaten** in der Datenbank gespeichert.

## Beispiel: Erstellen von Sichten

- Eine Sicht auf Filialen und deren Kunden:

```
create view Alle_Kunden as  
  (select FiName, KuName  
   from Kontoinhaber, Konten  
   where Kontoinhaber.KoNr = Konten.KoNr)  
union  
  (select FiName, KuName  
   from Kreditnehmer, Kredite  
   where Kreditnehmer.KrNo = Kredite.KrNr)
```

- Finde alle Kunden der Filiale 'Brugg':

```
select KuName  
from Alle_Kunden  
where FiName = 'Brugg'
```

# Auswertung von Sichten (View Expansion)

- Die Definition einer Sicht ist in den Metadaten definiert.
- **View Expansion:** Bei der Auswertung einer Anfrage, wird der Name der Sicht durch den entsprechenden Anfrageausdruck ersetzt.
- View Expansion wird durch folgenden **Algorithmus** beschrieben:  
    **repeat**  
        finde alle Sichten  $v_i$  im Anfrageausdruck  $e_1$   
        ersetze  $v_i$  in  $e_1$  durch den Anfrageausdruck von  $v_i$   
    **until**  $e_1$  enthält keine Sichten mehr
- Für Sichten die nicht rekursiv sind **terminiert** dieser Algorithmus.

# Änderbarkeit von Sichten

- Eine Sicht ist **änderbar (update-fähig)**, wenn das Datenbanksystem die Umkehrabbildung von der Sicht zu den Basistabellen herstellen kann.
- In **SQL-92** sind Sichten **not updatable** (nicht änderbar), wenn die Anfrage in der Sichtdefinition eine der folgenden Bedingungen erfüllt:
  1. das Schlüsselwort **distinct** wird benutzt
  2. ein **group by** Teil wird benutzt
  3. ein **having** Teil wird benutzt
  4. die **select** Liste enthält Ausdrücke, die verschieden von Spaltennamen sind, oder Spaltennamen kommen mehrfach vor
  5. der **from** Teil enthält mehr als eine Sicht/Tabelle oder eine nicht änderbare Sicht
- **Theoretisch** könnte die Umkehrabbildung auch für Sichten erstellt werden, die laut SQL nicht änderbar sind:

$\text{SQL änderbare Sichten} \subset \text{theoretisch änderbare Sichten} \subset \text{alle Sichten}$

# Integrierte Übung 5.11

Betrachten Sie folgenden DDL Befehl:

```
create view v as  
select FiName, KuName  
from Konten ko, Kontoinhaber ki  
where ko.KoNr = ki.KoNr
```

Warum wird folgender DML Befehl abgewiesen?

```
update v  
set FiName = 'Brugg'  
where KuName = 'Tschurtschenthaler';
```

# Temporäre Sichten mit **with**

- Der **with** Teil ermöglicht die Definition von **temporären Sichten**, welche nur innerhalb desselben Anfrageausdrucks gültig sind.
- **Beispiel:** Finde alle Konten mit dem maximalen Kontostand:

**with**

*Max\_Kontostand (Wert) as (*

**select max(Guthaben)**

**from Konten**

*)*

**select KoNr**

**from Konten, Max\_Kontostand**

**where Konten.Guthaben = Max\_Kontostand.Wert**

# Beispiel

Korrekte Anfrage für *Integrierte Übung 5.6*.

Bestimmen Sie für jede Filiale die Konten mit dem größten Guthaben.

**with**

Max\_Guthaben\_Filiale (FiName, MaxG) **as** (

**select** FiName, **max**(Guthaben)

**from** Konten

**group by** FiName

)

**select** K.KoNr, K.FiName, M.MaxG

**from** Konten K, Max\_Guthaben\_Filiale M

**where** M.MaxG = K.Guthaben **and**

M.FiName = K.FiName;

## Beispiel: Temporäre Sichten mit **with**

- Finde alle Filialen, in denen das Gesamtguthaben der Konten über dem durchschnittlichen Gesamtguthaben aller Filialen liegt.

**with**

```
Filiale_Guthaben ( FiName, Wert) as (  
    select FiName, sum(Guthaben)  
    from Konten  
    group by FiName
```

```
),
```

```
Filiale_Guthaben_Avg (Wert) as (  
    select avg(Wert)  
    from Filiale_Guthaben
```

```
)
```

```
select FiName
```

```
from Filiale_Guthaben, Filiale_Guthaben_Avg
```

```
where Filiale_Guthaben.Wert > Filiale_Guthaben_Avg.Wert
```

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language**
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# DCL: Data Control Language

- Autorisierung und Zugriffsrechte
- Befehl **grant**
- Befehl **revoke**

Literatur:

Kemper&Eikler. Datenbanksysteme – Eine Einführung. Kapitel 12.2.

# Authorisierung und Zugriffsrechte

- **Autorisierung** schränkt den Zugriff und die Änderung von Daten durch Benutzer ein.
- Beschränkungen können sich beziehen auf:
  - Objekte wie z.B. Schemas, Tabellen, Spalten, Zeilen
  - Ressourcen wie z.B. Zeit (CPU, Verbindung, oder Wartezeiten).
- Es gibt **Zugriffsrechte** auf verschiedenen Ebenen:
  - System: tablespace, ...
  - Schema: Cluster, Index, Trigger, Datenbank, ...
  - Tabellen: create, alter, index, references, drop, select, delete, insert, update, ...
  - View: create, select, delete, insert, update
  - Prozeduren: create, alter, drop
  - Typen: create, alter, drop, execute
- Zugriffsrechte können an **Benutzer oder Rollen** (Role Based Access Control) vergeben werden

# Der GRANT Befehl

- Der **grant** Befehl überträgt Zugriffsrechte:  
    **grant** <Liste von Zugriffsrechte>  
    **on** <Tabelle oder View> **to** <Liste von Benutzern>
- <Liste von Benutzer> kann sein:
  - ein Benutzername
  - eine Rolle
  - **public**: alle gültigen Benutzer
- Vergeber eines Zugriffsrechtes müssen dieses selber besitzen (oder Administrator sein).

# Einige Zugriffsrechte auf Tabellen

**select:** Direktes Leserecht über select-Anfragen oder indirektes Leserecht über Views.

- Beispiel: **select** Zugriffsrecht für Benutzer  $U_1$ ,  $U_2$  und  $U_3$  auf Relation *Filialen* vergeben:

**grant select on *Filialen* to  $U_1, U_2, U_3$**

**insert:** erlaubt Einfügen von Zeilen mit dem **insert** Befehl

**update:** erlaubt Ändern von Werten mit dem **update** Befehl

**delete:** erlaubt Löschen von Zeilen mit dem **delete** Befehl (**drop table** ist jedoch *nicht* erlaubt!)

# Der REVOKE Befehl

- Der **revoke** Befehl nimmt Zugriffsrechte zurück.

**revoke** <Liste von Zugriffsrechte>  
**on** <Tabelle oder View> **from** <Liste von Benutzern>

- Beispiel:

**revoke select on** *Filialen* **from**  $U_1, U_2, U_3$

- <Liste von Zugriffsrechte> kann **all** sein, um alle Zugriffsrechte zurückzunehmen
- Falls <Liste von Benutzern> **public** enthält, verlieren alle Benutzer die angegebenen Rechte, außer die Rechte wurden explizit gewährt.
- Falls dasselbe Zugriffsrecht von zwei verschiedenen Benutzern gewährt wurde (also doppelt), kann es auch nach dem **revoke** Befehl erhalten bleiben.

# Inhalt

- 1 SQL: Einleitung
- 2 Datendefinitionssprache (DDL)
- 3 Anfragesprache
  - Grundstruktur von SQL Anfragen
  - Nullwerte, Duplikate und Ordnung
- 4 Geschachtelte Anfragen (Subqueries)
- 5 Datenmanipulationssprache (DML)
- 6 Sichten (Views)
- 7 DCL: Data Control Language
- 8 Zugriff auf die Datenbank

# Zugriff auf die Datenbank

Zugriff auf die Datenbank über Programmiersprachen:

- Embedded SQL
- Dynamic SQL
- ODBC
- JDBC

# Datenbankzugriff

- API (application program interface) für die Interaktion mit einem Datenbankserver.
- API übernimmt:
  - Verbindung zu Datenbankserver herstellen (connection)
  - SQL Befehle an den Datenbankserver schicken
  - Ergebnistupel abrufen und in Programmvariablen speichern
- **Embedded SQL**: viele Sprachen erlauben die Einbettung von SQL in den Programm Code. Embedded SQL kann sein:
  - statisch (d.h. bekannt zum Zeitpunkt der Compilierung)
  - dynamisch (d.h. Code ist zum Zeitpunkt der Compilierung nicht bekannt und wird erst zur Laufzeit erzeugt)
- **ODBC** (Open Database Connectivity) ist ein Microsoft Standard und funktioniert mit C, C++, C#, und Visual Basic
- **JDBC** (Java Database Connectivity) ist von Sun Microsystems und funktioniert mit Java

# JDBC

- **JDBC** ist ein Java API zur Kommunikation mit SQL Datenbanken
- JDBC unterstützt eine Vielzahl von Funktionen um Daten anzufragen, zu ändern und die Ergebnistupel einzulesen.
- JDBC unterstützt auch Anfragen auf die Metadaten, z.B. Namen und Typen von Spalten.
- Ablauf der Kommunikation mit der Datenbank:
  - Netzwerkverbindung herstellen (*Connection* Objekt)
  - *Statement* Objekt erzeugen (ist einer *Connection* zugeordnet)
  - das *Statement* Objekt wird benutzt, um Anfragen auszuführen und Ergebnisse auszulesen
  - Exceptions werden zur Fehlerbehandlung verwendet

# Beispiel: JDBC/1

- Wir schreiben ein Java Programm, das sich über JDBC mit PostgreSQL Datenbank verbindet.
- Zugangsdaten:
  - Hostname: `dumbo.cosy.sbg.ac.at`
  - Port: 5432
  - Datenbankname: `ss2013`
  - Benutzername: `augsten`
  - Passwort: `xxx`
- Aufruf des Programmes  

```
java -cp .:postgresql_jdbc.jar PostgresqlJDBC
```

wobei folgende Dateien im aktuellen Pfad zu finden sein müssen:
  - `PostgresqlJDBC.class`
  - `postgresql_jdbc.jar`: ein JDBC Driver für PostgreSQL
- Das Programm gibt die Namen aller Tabellen zurück, deren Besitzer `augsten` ist.

# Beispiel: JDBC/2

```
import java.sql.*;

public class PostgresqlJDBC {

    public static void main(String[] args) throws Exception {

        Class.forName("org.postgresql.Driver");
        Connection conn =
            DriverManager.getConnection(
                "jdbc:postgresql://dumbo.cosy.sbg.ac.at:5432/ss2013",
                "augsten", "xxx");

        Statement stmt = conn.createStatement();

        ResultSet rset = stmt.executeQuery(
            "select tablename from pg_tables where tableowner='augsten'");

        while (rset.next())
            System.out.println(rset.getString(1));
    }
}
```