

Datenbanken 1

SQL

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



Sommersemester 2026

Version 22. Mai 2026

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 Sudarshan: 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**:

SQL	Relationale Algebra
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*_{*i*}, $1 \leq i \leq n$, ist eine Spalte der Tabelle
 - *D*_{*i*} ist die Domäne von Spalte *A*_{*i*}
 - *D*_{*i*} ist von **not null** gefolgt, falls Spalte *A*_{*i*} 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

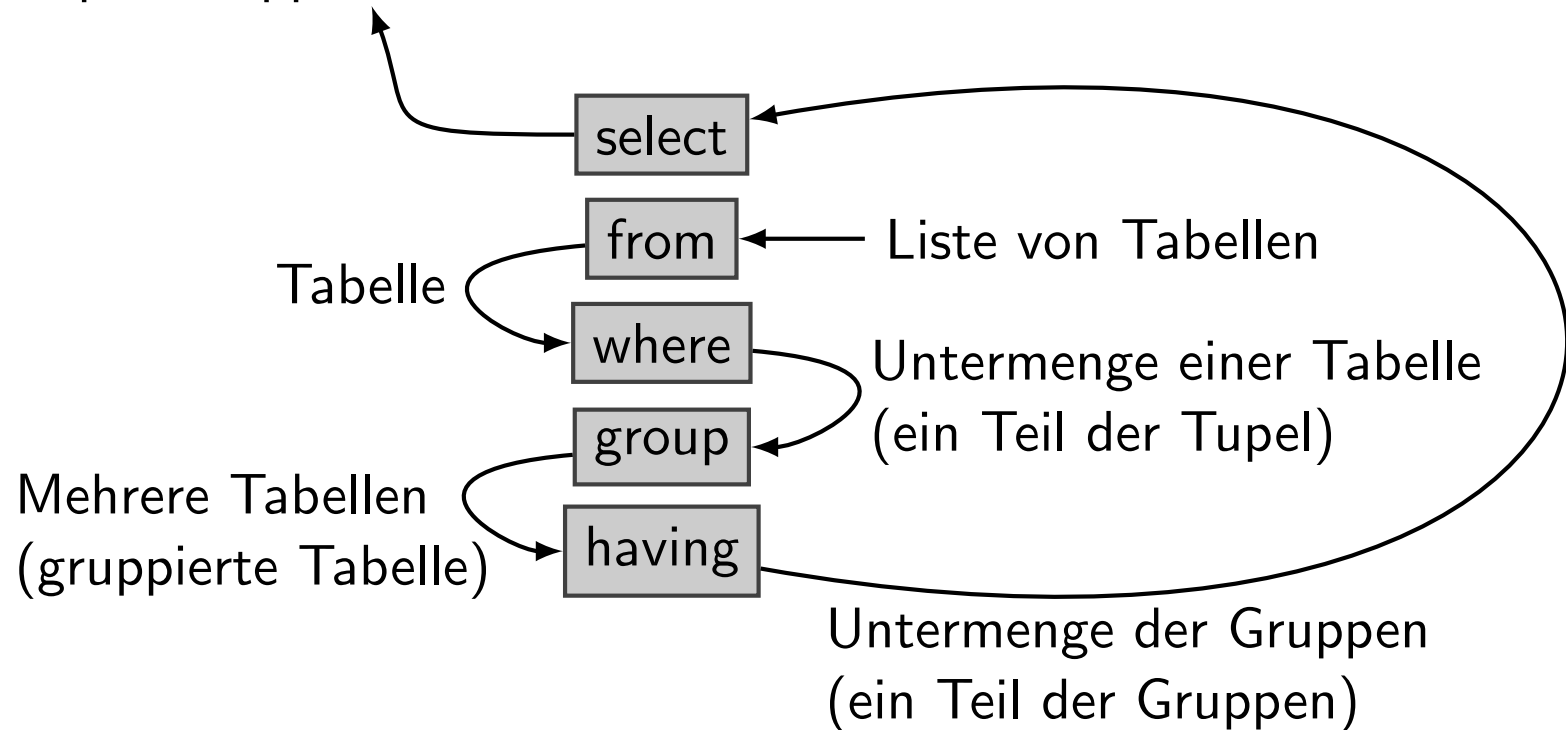
- Eine typische SQL Anfrage hat folgende Form:

select Teil	}	<i>Anfrage— spezifikation</i>
from Teil		
where Teil		
group Teil		
having Teil		
union / except / intersect		
select Teil	}	<i>Anfrage— ausdruck</i>
from Teil		
where Teil		
group Teil		
having Teil		
order 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 < 600

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>	select *	select count(*)	select count(A)												
from R	from R	from R	from R												
<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
```

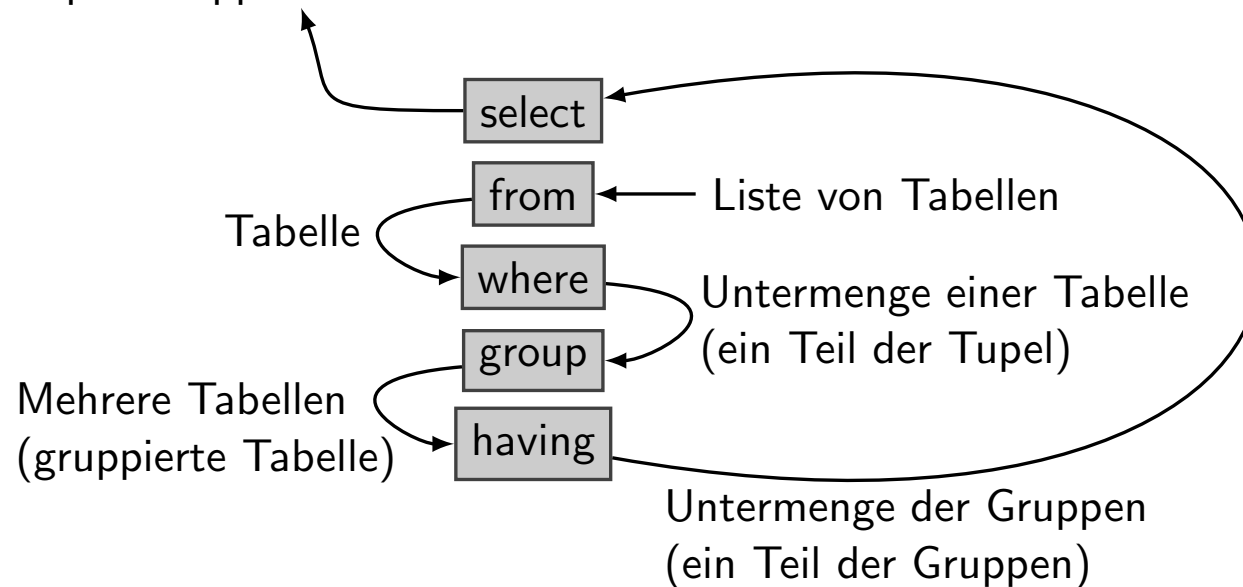
Konten

<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.
 - $5 + null$ ergibt *null*
 - $0 * null$ 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 Aggregationsfunktionen 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

- **Authorisierung** 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));
    }
}
```