

Datenbanken und SQL

Kapitel 4

Die Datenbankzugriffssprache SQL

Die Datenbankzugriffssprache SQL

- ▶ **Der Select-Befehl**
 - ▶ Der Hauptteil des Select-Befehls
 - ▶ From-, Where-, Select-Klausel
 - ▶ Group By und Having
 - ▶ Join
 - ▶ Union, Except, Intersect
 - ▶ Order By
 - ▶ Die Arbeitsweise des Select-Befehls
- ▶ **Delete, Update, Insert**
- ▶ **Transaktionsbetrieb**
- ▶ **Relationale Algebra**

Überblick (1)

► **SELECT * FROM Personal ;**

| Persnr | Name | Ort | Vorgesetzt | Gehalt |
|--------|------------------|------------|------------|---------|
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 |
| 3 | Ursula Rank | Frankfurt | 6 | 2700.00 |
| 4 | Heinz Rolle | Nürnberg | 1 | 3300.00 |
| 5 | Johanna Köster | Nürnberg | 1 | 2100.00 |
| 6 | Marianne Lambert | Landshut | NULL | 4100.00 |
| 7 | Thomas Noster | Regensburg | 6 | 2500.00 |
| 8 | Renate Wolters | Augsburg | 1 | 3300.00 |
| 9 | Ernst Pach | Stuttgart | 6 | 800.00 |

Überblick (2)

```
SELECT Name, Ort  
FROM Personal ;
```

| Name | Ort |
|------------------|------------|
| Maria Forster | Regensburg |
| Anna Kraus | Regensburg |
| Ursula Rank | Frankfurt |
| Heinz Rolle | Nürnberg |
| Johanna Köster | Nürnberg |
| Marianne Lambert | Landshut |
| Thomas Noster | Regensburg |
| Renate Wolters | Augsburg |
| Ernst Pach | Stuttgart |

```
SeleCT name  
, orT fROM  
Personal ;
```

Die Syntax des SELECT Befehls

Select-Befehl:

Select-Hauptteil

[{ UNION [ALL] | EXCEPT | INTERSECT }

Select-Hauptteil

]

[...]

[ORDER BY Ordnungsliste]

SELECT Befehl: Hauptteil

Select-Hauptteil:

SELECT [**ALL** | **DISTINCT**] Spaltenauswahlliste

FROM Tabellenliste

[**WHERE** Bedingung]

[**GROUP BY** Spaltenliste

 [**HAVING** Bedingung]]

Hinweise zur Syntax

- ▶ GROSSBUCHSTABEN : Reservierte Bezeichner
- ▶ [xyz] : Wahlfrei
- ▶ { xx | yy | zz } : Auswahlliste
- ▶ [xx | yy | zz] : Wahlfreie Auswahlliste
- ▶ a2, a_a, aaa, ab____33 : Erlaubte Bezeichner
Erstes Zeichen ist Buchstabe
Weitere Zeichen: Buchstabe / Ziffer / ,_‘
- ▶ ... : Wiederholzeichen

Vergleich: SQL – Relationale Algebra

| | Algebra | SQL |
|--------------|--------------------------------|------------------------------------|
| Vereinigung | $R1 \cup R2$ | UNION |
| Schnitt | $R1 \cap R2$ | INTERSECT |
| Differenz | $R1 \setminus R2$ | EXCEPT |
| Kreuzprodukt | $R1 \times R2$ | Tabellenliste |
| Restriktion | $\sigma_{\text{Bedingung}}(R)$ | WHERE - Klausel |
| Projektion | $\pi_{\text{Auswahl}}(R)$ | SELECT - Klausel |
| Verbund | $R1 \bowtie R2$ | Tabellenliste |
| Division | $R1 \div R2$ | --- |
| Umbenennung | $\rho_{R_{\text{neu}}}(R)$ | Spaltenauswahlliste, Tabellenliste |

Die FROM Klausel

Tabellenliste:

Tabellenreferenz [, ...]

Tabellenreferenz:

Tabellenname [[**AS**] Aliasname]

| (**Select-Hauptteil**) [[**AS**] Aliasname]

| (**Tabellenreferenz**) [[**AS**] Aliasname]

| **Joinausdruck** [[**AS**] Aliasname]

Die FROM Klausel: Beispiele

Füllwort AS in
Oracle nicht
erlaubt

▶ `SELECT * FROM Personal AS P ;`

▶ `SELECT * FROM (SELECT * FROM Personal) AS P2 ;`

▶ `SELECT * FROM (Personal) ;`

In SQL Server:
Klammern hier
nicht erlaubt

Aliasname hier in
MySQL und SQL
Server zwingend

▶ `SELECT * FROM Personal, Auftrag ;`

Kreuzprodukt

Kreuzprodukt

SELECT * FROM Personal, Auftrag ;

| Persnr | Name | Ort | Vorg. | Gehalt | A.Nr | Datum | K.nr | Persnr |
|--------|---------------|------------|-------|---------|------|----------|------|--------|
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 | 1 | 04.01.13 | 1 | 2 |
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 | 2 | 06.01.13 | 3 | 5 |
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 | 3 | 07.01.13 | 4 | 2 |
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 | 4 | 18.01.13 | 6 | 5 |
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 | 5 | 06.02.13 | 1 | 2 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 | 1 | 04.01.13 | 1 | 2 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 | 2 | 06.01.13 | 3 | 5 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 | 3 | 07.01.13 | 4 | 2 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 | 4 | 18.01.13 | 6 | 5 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 | 5 | 06.02.13 | 1 | 2 |
| 3 | Ursula Rank | Frankfurt | 6 | 2700.00 | 1 | 04.01.13 | 1 | 2 |
| 3 | Ursula Rank | Frankfurt | 6 | 2700.00 | 2 | 06.01.13 | 3 | 5 |
| 3 | Ursula Rank | Frankfurt | 6 | 2700.00 | 3 | 07.01.13 | 4 | 2 |
| ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... | ... |

Die SELECT Klausel

SELECT Klausel:

SELECT [**ALL** | **DISTINCT**] **Spaltenauswahlliste**

Spaltenauswahlliste:

Spaltenausdruck [[**AS**] Aliasname] [, ...]

Füllwort AS hier auch
in Oracle erlaubt

SELECT Name, I2 * Gehalt AS Jahresgehalt
FROM Personal ;

Vergleich:
SQL – Rel.Algebra

$\rho_{I2 * Gehalt \rightarrow Jahresgehalt}(\pi_{Name, I2 * Gehalt}(Personal))$

Qualifizieren von Attributen

SELECT *
FROM Personal,Auftrag ;

Alle Attribute,
Reihenfolge abhängig
von From-Klausel

SELECT Personal.*,Auftrag.*
FROM Personal,Auftrag ;

Erst alle Personalattribute,
dann alle Auftragsattribute

SELECT Personal.Persnr, Name, Ort, Vorgesetzt, Gehalt,
AuftrNr, Datum, Kundnr,Auftrag.Persnr
FROM Personal,Auftrag ;

Reihenfolge der
Attribute angeben

Skalare Funktionen (Auswahl)

| | |
|------------------|---|
| UPPER | Wandelt Kleinbuchstaben in Großbuchstaben um. Andere Zeichen bleiben unverändert. |
| LOWER | Wandelt Großbuchstaben in Kleinbuchstaben um. Andere Zeichen bleiben unverändert. |
| TRIM | Führende und schließende Leerzeichen werden entfernt |
| RTRIM | Schließende Leerzeichen werden entfernt |
| SUBSTRING | Aus einer Zeichenkette wird eine Teilzeichenkette extrahiert |

Syntax: **UPPER(String)**

analog **LOWER...**

In SQL Server:
String, Pos, Anzahl

SUBSTRING(String FROM Pos FOR Anzahl)

In Oracle: **SUBSTR(String, Pos, Anzahl)**

Skalare Funktionen (Beispiele)

```
SELECT UPPER(Name), LOWER(Name), Name  
FROM Personal ;
```

Ausgabe des Namens in Klein- und Großbuchstaben

```
SELECT Name || ' ', TRIM(Name) || '  
FROM Personal ;
```

In Oracle und ANSI SQL:
Konkatenierungsoperator ||

In ANSI SQL: Konstante
Zeichenketten in Hochkommata

Ausgabe: Leerzeichen zwischen
Name und Punkt beachten!

```
SELECT SUBSTRING(TRIM(Name) FROM 1 FOR  
POSITION(' ' IN TRIM(Name)))  
FROM Personal ;
```

In Oracle: SUBSTR(...,...,...)

Position des ersten Vorkommens eines Zeichens in
einer Zeichenkette, in Oracle: Instr(Trim(Name), ' ')

Ausgabe: Nur Vornamen!

Aggregatfunktionen in SQL

| | | |
|--------------|---------|--|
| AVG | Average | Mittelwert, ermittelt über alle Zeilen |
| COUNT | Count | Anzahl aller Zeilen |
| MAX | Maximum | Maximalwert aller Zeilen |
| MIN | Minimum | Minimalwert aller Zeilen |
| SUM | Sum | Summenwert, summiert über alle Zeilen |

```
SELECT Persnr, Name, 12*Gehalt + 1000 *(6 - Beurteilung) AS Jahresgehalt  
FROM Personal ;
```

```
SELECT SUM (12*Gehalt + 1000 *(6- Beurteilung)) AS Jahrespersonalkosten  
FROM Personal ;
```

In MySQL: hier
kein Leerzeichen

Der Bezeichner DISTINCT

SELECT Ort FROM Personal ;

9 Orte

SELECT DISTINCT Ort FROM Personal ;

6 unterschiedliche Orte

SELECT COUNT (Ort) FROM Personal ;

9

SELECT COUNT (DISTINCT Ort) FROM Personal ;

6

SELECT COUNT(*) FROM Personal ;

9, da 9 Tupel

SELECT COUNT(Vorgesetzt) FROM Personal ;

7, da 2 Nullwerte

SELECT COUNT(DISTINCT Vorgesetzt) FROM Personal ;

2, da nur 2 unterschiedliche Werte

Die WHERE Klausel

```
SELECT  MIN( Gehalt )  
FROM    Personal  
WHERE   Gehalt > 3000 ;
```

Kleinstes Gehalt
größer 3000

nicht: !=

| | |
|-----------------------------|--------------------------|
| Boolesche Operatoren | NOT , AND , OR |
| Vergleichsoperatoren | < , <= , > , >= , = , <> |
| Intervalloperator | [NOT] BETWEEN ... AND |
| Enthaltenoperator | [NOT] IN |
| Ähnlichkeitsoperator | [NOT] LIKE |
| Nulloperator | IS [NOT] NULL |
| Auswahloperatoren | ALL , ANY , SOME |
| Existenzoperator | EXISTS |

Intervalloperator

A **BETWEEN** B **AND** C  A >= B AND A <= C

A **NOT** **BETWEEN** B **AND** C  **NOT** A BETWEEN B AND C

► Beispiel:

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Gehalt BETWEEN 2300 AND 3300 ;
```

Enthaltenoperator

$A \text{ IN } (B_1, B_2, \dots, B_n) \iff A=B_1 \text{ OR } A=B_2 \text{ OR } \dots \text{ OR } A=B_n$

$A \text{ NOT IN } (B_1, B_2, \dots, B_n) \iff \text{NOT } A \text{ IN } (B_1, B_2, \dots, B_n)$

► Beispiel:

```
SELECT *
```

```
FROM Personal
```

```
WHERE Ort IN ('Regensburg', 'Nürnberg', 'Passau') ;
```

Ähnlichkeitsoperator LIKE

| Wildcardsymbole | in SQL | in Windows in Unix |
|-------------------------------|--------|-----------------------|
| Beliebig viele Zeichen (0..n) | % | * |
| Genau ein Zeichen (1..1) | _ | ? |

□ Beispiele:

```
SELECT      *  
FROM        Personal  
WHERE       Name LIKE '%Heinz%';
```

```
SELECT      *  
FROM        Personal  
WHERE       Upper(Name) LIKE '%A_E%';
```

Nulloperator

A IS NULL

true, falls A gleich Null ist

A IS NOT NULL



NOT A IS NULL

► Beispiel:

```
SELECT  *  
FROM    Personal  
WHERE   Vorgesetzt IS NULL ;
```

► nicht: **WHERE Vorgesetzt = NULL**

Einschub: NULL

- ▶ Wichtig: Alle Nullwerte unterscheiden sich voneinander
- ▶ Informell gilt also:

NULL ist ungleich NULL

- ▶ Jeder Vergleich mit Nullwerten liefert FALSE zurück!
- ▶ Folgerung: Wir verwenden den Nulloperator Is Null

- ▶ Beispiel:

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Vorgesetzt = NULL OR Vorgesetzt <> NULL
```

immer false

Ergebnis: nichts
wird ausgewählt

immer false

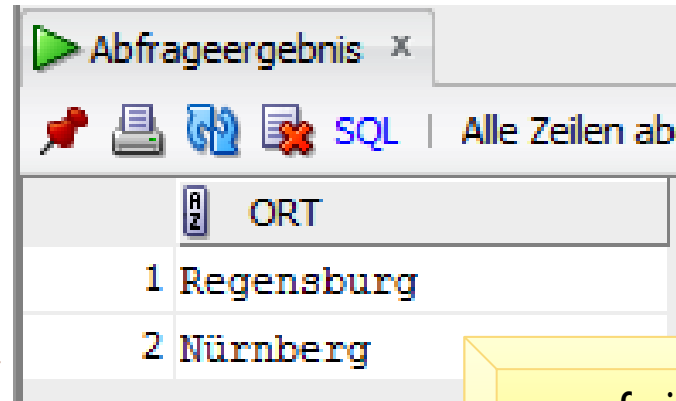
Unterabfragen (1)

- ▶ Anfrage: Gesucht sind alle Mitarbeiter, die in den gleichen Orten wie Mitarbeiterinnen 2 und 5 wohnen.

- ▶ Lösung I:

```
SELECT Ort  
FROM Personal  
WHERE Persnr IN (2, 5);
```

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Ort IN ( 'Nürnberg', 'Regensburg' );
```



| | ORT |
|---|------------|
| 1 | Regensburg |
| 2 | Nürnberg |

zu aufwändig bei
großen Zwischen-
ergebnissen

Unterabfragen (2)

- ▶ Anfrage: Gesucht sind alle Mitarbeiter, die in den gleichen Orten wie Mitarbeiterinnen 2 und 5 wohnen.

- ▶ Lösung 2:

SELECT *

FROM Personal

WHERE Ort IN (SELECT Ort
FROM Personal
WHERE Persnr IN (2, 5)) ;

Globaler Attributname
bezieht sich auf
globale Relation

Unterabfrage:
liefert alle Orte von
Mitarbeiter 2 und 5

Unterabfrage steht
in Klammern

Lokale Attributnamen
beziehen sich auf
lokale Relation

Auswahloperatoren

Ausdruck op **ANY** (Unterabfrage)

Ausdruck op **SOME** (Unterabfrage)

Ausdruck op **ALL** (Unterabfrage)

Any \triangleq Some:
True, falls
mindestens eine
Übereinstimmung

Vergleichsoperator:
<, <=, >, >=, =, <>

All:
True, falls alle
übereinstimmen

□ Beispiel:

SELECT *

FROM Personal

WHERE Ort = **ANY** (SELECT Ort
FROM Personal
WHERE Persnr IN (2, 5)) ;

„=ANY“ \triangleq „IN“

Auswahloperatoren: Beispiele

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Gehalt >= ALL ( SELECT Gehalt  
                        FROM Personal );
```

Ergebnis: Mitarbeiter mit
maximalem Gehalt

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Gehalt = MAX( Gehalt );
```

Fehler: Aggregatfunktion direkt
in Where Klausel nicht möglich!

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Gehalt IN ( SELECT MAX(Gehalt)  
                  FROM Personal );
```

Hier ist auch „=“ erlaubt

Korrekt: Aggregatfunktion
in Unterabfrage

Unterabfragen oder Kreuzprodukt?

- Gesucht: Alle Mitarbeiter, die weniger als Mitarbeiter 3 verdienen

```
SELECT *  
FROM Personal  
WHERE Gehalt < ( SELECT Gehalt  
                  FROM Personal  
                  WHERE Persnr = 3 ) ;
```

Hier erlaubt: Unterabfrage
liefert nur einen Wert

Gehalt von Mitarbeiter 3

```
SELECT P1.*  
FROM Personal AS P1, Personal AS P2  
WHERE P1.Gehalt < P2.Gehalt  
      AND P2.Persnr = 3 ;
```

Kreuzprodukt enthält 9 Tupel

P2.Gehalt

Gehalt von Mitarbeiter 3

Restriktion: P2 enthält nur ein Tupel!

Existenzoperator

- ▶ **EXISTS** liefert True, wenn die folgende Unterabfrage mindestens ein Ergebnis liefert.
- ▶ Beispiel (siehe vorherige Folie):

```
SELECT *  
FROM Personal AS PI  
WHERE EXISTS ( SELECT  
                FROM WHEI  
                AND Gehalt > PI.Gehalt );
```

Wenn PI.Gehalt < 2700,
dann liefert
Unterabfrage Ergebnis

Ändert sich von
Zeile zu Zeile:
4800, 2300, 2700, ...

Nur Mitarbeiter 3

Also: Gehalt von Mitarbeiter 3: 2700

Die GROUP BY Klausel

- ▶ **GROUP BY** Spaltenliste
- ▶ Spaltenliste:
 - ▶ Liste von Spaltennamen (Ausdrücke sind nicht erlaubt!)
- ▶ Beispiel:
 - ▶ Gesucht: Alle Wohnorte der Mitarbeiter, jeder Wohnort soll nur einmal aufgeführt werden
- ▶ `SELECT DISTINCT Ort`
- ▶ `FROM Personal ;`
- ▶ `SELECT Ort`
- ▶ `FROM Personal`
- ▶ `GROUP BY Ort ;`



Aggregatfunktionen im GROUP BY

```
SELECT      Ort, COUNT (*) AS Anzahl  
FROM        Personal  
GROUP BY    Ort ;
```

| Ort | Anzahl |
|------------|--------|
| Regensburg | 3 |
| Frankfurt | 1 |
| Nürnberg | 2 |
| Landshut | 1 |
| Augsburg | 1 |
| Stuttgart | 1 |

Zu beachten im GROUP BY

- ▶ In Select-Klausel gleichzeitig erlaubt:
 - ▶ Attributsnamen und Aggregatfunktionen
- ▶ Die Aggregatfunktionen wirken auf die gruppierten Tupel
- ▶ Group-By-Klausel enthält mindestens:
 - ▶ alle Attribute, die in Select-Klausel außerhalb der Aggregatfunktionen vorkommen.
- ▶ Fehler:

```
SELECT Name, Ort, Count(*) AS Anzahl  
FROM Personal  
GROUP BY Ort ;
```

Ein Ort kann viele Mitarbeiter haben.
Welcher wird hier angegeben???

Die HAVING Klausel

- ▶ Where Klausel: Restriktion vor der Gruppierung
- ▶ Having Klausel: Restriktion nach der Gruppierung
- ▶ Beispiel: Alle Wohnorte mit mehreren Mitarbeitern

```
SELECT      Ort, COUNT (*) As Anzahl,  
            SUM(12*Gehalt) AS Jahresgehalt,  
            12 * MAX(Gehalt) AS MaxJahresgehalt  
FROM        Personal  
GROUP BY   Ort  
HAVING     COUNT(*) > 1 ;
```

| SQL Alle Zeilen abgerufen: 2 in 0 Sekunden | | | |
|--|--------|--------------|-----------------|
| ORT | ANZAHL | JAHRESGEHALT | MAXJAHRESGEHALT |
| Nürnberg | 2 | 64800 | 39600 |
| Regensburg | 3 | 115200 | 57600 |

HAVING ist Restriktion nach Group By

- ▶ Alternative Lösung zum letzten Beispiel:

```
SELECT *  
FROM ( SELECT Ort, COUNT (*) As Anzahl,  
          SUM (12*Gehalt) As Jahresgehalt,  
          12 * MAX (Gehalt) As MaxJahresgehalt  
        FROM Personal  
        GROUP BY Ort ) AS Zwischentabelle  
WHERE Anzahl > 1 ;
```

Restriktion nach Group By:
Entspricht Having

In SQL Server, MySQL:
Aliasname ist zwingend

Zwischentabelle
liefert alle Orte

Beispiel mit SELECT in FROM Klausel

► Gesucht:

- Mittleres Auftragsvolumen über alle Aufträge

Hauptabfrage bildet
daraus den Mittelwert

```
SELECT  'Mittleres Auftragsvolumen: ',AVG( Auftragsvolumen )
FROM    ( SELECT      SUM( Gesamtpreis ) As Auftragsvolumen
          FROM        Auftragsposten
          GROUP BY    Auftrnr
        ) AS Auftragspreis;
```

Unterabfrage berechnet das
Auftragsvolumen jedes
einzelnen Auftrags aus der
Summe der Auftragspositionen

Der UNION Operator

- ▶ SELECT-Hauptteil **UNION** SELECT-Hauptteil
- ▶ $R1 \cup R2$
- ▶ Beide Hauptteile müssen zueinander kompatibel sein:
 - ▶ Gleiche Anzahl der Attribute
 - ▶ Die einzelnen Attribute müssen typverträglich sein
- ▶ Beispiel (Alle Wohnorte von Kunden und Mitarbeiter):

```
SELECT Ort FROM Personal  
UNION  
SELECT Ort FROM Kunde;
```

$$\pi_{\text{Ort}}(\text{Personal}) \cup \pi_{\text{Ort}}(\text{Kunde})$$

UNION ALL

- ▶ Union liefert eindeutige Ergebnisse:

SELECT Ort FROM Personal

9 Mitarbeiter

UNION

10 Tupel, da doppelte Einträge

SELECT Ort FROM Kunde;

6 Kunden

- ▶ Union All fasst doppelte Tupel nicht zusammen:

SELECT Ort FROM Personal

UNION ALL

$9+6=15$ Tupel

SELECT Ort FROM Kunde;

Der Verbund (Join)

Joinausdruck:

Tabellenreferenz

```
{ [ NATURAL ] [ INNER ]  
| [ NATURAL ] { LEFT | RIGHT | FULL } [ OUTER ]  
} JOIN Tabellenreferenz  
    [ ON Bedingung | USING ( Spaltenliste ) ]
```

- ▶ Genau eine der folgenden 3 Angaben muss vorkommen:
NATURAL | ON | USING
- ▶ Einfaches Beispiel: R1 **NATURAL JOIN** R2

Der JOIN Operator

▶ $R1 \bowtie R2$:

$R1$ **NATURAL INNER JOIN** $R2$

▶ $R1 \bowtie_{\text{Bedingung}} R2$:

$R1$ **INNER JOIN** $R2$ **ON** Bedingung

▶ Weitere Möglichkeit:

▶ $R1$ **INNER JOIN** $R2$ **USING** (Spaltenliste)

Natürlicher Verbund: Ein Beispiel


| Auftrnr | Datum | Kundnr | Persnr |
|---------|------------|--------|--------|
| 1 | 04.01.2013 | 1 | 2 |
| 2 | 06.01.2013 | 3 | 5 |
| 3 | 07.01.2013 | 4 | 2 |
| 4 | 18.01.2013 | 6 | 5 |
| 5 | 03.02.2013 | 1 | 2 |

- ▶ Verbund über Persnr
- ▶ Nur Persnr 2 und 5 bleiben übrig

| Persnr | Name | Ort | Vorgesetzt | Gehalt |
|--------------|-----------------------------|-----------------------|-----------------|--------------------|
| 1 | Maria Forster | Regensburg | NULL | 4800.00 |
| 2 | Anna Kraus | Regensburg | 1 | 2300.00 |
| 3 | Ursula Rank | Frankfurt | 6 | 2700.00 |
| 4 | Heinz Rolle | Nürnberg | 1 | 3300.00 |
| 5 | Johanna Köster | Nürnberg | 1 | 2100.00 |
| 6 | Marianne Lambert | Landshut | NULL | 4100.00 |
| 7 | Thomas Noster | Regensburg | 6 | 2500.00 |
| 8 | Renate Wolters | Augsburg | 1 | 3300.00 |
| 9 | Ernst Pach | Stuttgart | 6 | 800.00 |

Natürlicher Verbund (Auftrag⋈Personal)

```
SELECT *  
FROM Auftrag NATURAL INNER JOIN Personal ;
```



| AuftrNr | Datum | Kundnr | Persnr | Name | Vorgesetzt | Gehalt | Ort |
|---------|----------|--------|--------|-------------|------------|---------|------------|
| 1 | 04.01.13 | 1 | 2 | Anna Kraus | 1 | 3400.00 | Regensburg |
| 2 | 06.01.13 | 3 | 5 | Joh. Köster | 1 | 3200.00 | Nürnberg |
| 3 | 07.01.13 | 4 | 2 | Anna Kraus | 1 | 3400.00 | Regensburg |
| 4 | 18.01.13 | 6 | 5 | Joh. Köster | 1 | 3200.00 | Nürnberg |
| 5 | 06.02.13 | 1 | 2 | Anna Kraus | 1 | 3400.00 | Regensburg |

Vergleich der verschiedenen Joins

SELECT *
FROM Auftrag **NATURAL INNER JOIN** Personal ;

kein Qualifizieren möglich!
z.B. Auftrag.Datum ist Fehler

SELECT *
FROM Auftrag **INNER JOIN** Personal **USING** (Persnr) ;

Nur Qualifizieren der
Persnr ist verboten

SELECT Auftrnr, Datum, Kundnr, Personal.*
FROM Auftrag **INNER JOIN** Personal
ON Auftrag.Persnr = Personal.Persnr ;

Qualifizieren ist
beliebig möglich

Alle drei Befehle liefern die gleiche Ausgabe

Nachbilden des Verbunds

- ▶ Aus der relationalen Algebra:

- ▶ $R1 \bowtie R2 = \pi_{R1.X, R1.Y, R2.Z}(\sigma_{R1.Y=R2.Y}(R1 \times R2))$

mit $R1 = R1(X,Y)$, $R2 = R2(Y,Z)$
und Y ist gemeinsames Attribut

- ▶ $\text{Auftrag} \bowtie \text{Personal} =$

$$\pi_{\text{Auftrag.Persnr}}(\sigma_{\text{Auftrag.Persnr}=\text{Personal.Persnr}}(\text{Auftrag} \times \text{Personal}))$$

```
SELECT  Auftrnr, Datum, Kundnr, Personal.*  
FROM    Auftrag, Personal  
WHERE   Auftrag.Persnr = Personal.Persnr ;
```

Gleiche Ausgabe
wie die drei
vorherigen Befehle

Beispiel zum Verbund (1)

- ▶ Gesucht: Alle Mitarbeiter und die Anzahl der Verkäufe
- ▶ I. Versuch:

```
SELECT      Persnr, Name, COUNT (*) As AnzahlAuftrag
FROM        Personal NATURAL INNER JOIN Auftrag
GROUP BY    Persnr, Name ;
```

| Persnr | Name | AnzahlAuftrag |
|--------|----------------|---------------|
| 2 | Anna Kraus | 3 |
| 5 | Johanna Köster | 2 |

- ▶ Aber: 7 Mitarbeiter fehlen!

Beispiel zum Verbund (2)

► Versuch 2:

```
SELECT    Persnr, Name, COUNT(AuftrNr) AS AnzahlAuftrag
FROM      Personal NATURAL LEFT OUTER JOIN Auftrag
GROUP BY Persnr, Name ;
```

Count(*)
wäre falsch

| Persnr | Name | AnzahlAuftrag |
|--------|------------------|---------------|
| 2 | Anna Kraus | 3 |
| 5 | Johanna Köster | 2 |
| 1 | Maria Forster | 0 |
| 3 | Ursula Rank | 0 |
| 4 | Heinz Rolle | 0 |
| 6 | Marianne Lambert | 0 |
| 7 | Thomas Noster | 0 |
| 8 | Renate Wolters | 0 |
| 9 | Ernst Pach | 0 |

Bei Count(*):
1

Beispiel zum Verbund (3)

► Lösung ohne Outer Join:

```
SELECT      Persnr, Name, COUNT (*) AS AnzahlAuftrag
FROM        Personal NATURAL INNER JOIN Auftrag
GROUP BY    Persnr, Name
```

Count(*) korrekt

UNION

```
SELECT      Persnr, Name, 0
FROM        Personal
WHERE       Persnr NOT IN ( SELECT Persnr
                           FROM   Auftrag );
```

Alle anderen haben nichts verkauft

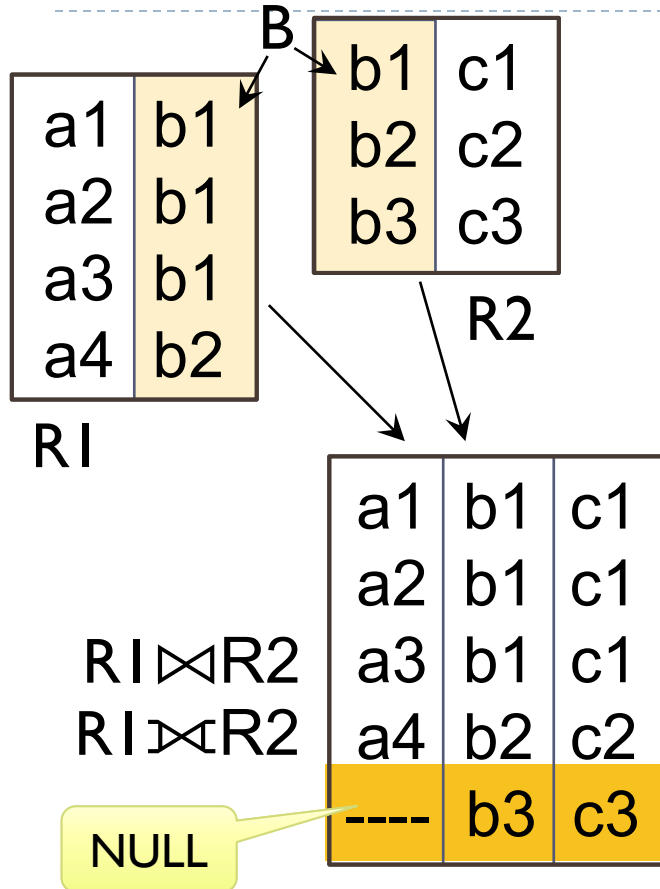
Beispiel zum Verbund (4)

- ▶ In der Praxis:
- ▶ Der Bezeichner NATURAL sollte vermieden werden, da
 - ▶ Fehler im Optimizer von Oracle
 - ▶ nicht unterstützt in SQL Server
 - ▶ das spätere Hinzufügen von Attributen falsche Ergebnisse liefern kann
- ▶ Lösung ohne Bezeichner NATURAL:

```
SELECT      P.Persnr, Name, COUNT(AuftrNr) AS AnzahlAuftrag
FROM        Personal AS P LEFT OUTER JOIN Auftrag As A
            ON P.Persnr = A.Persnr
GROUP BY P.Persnr, Name ;
```

ohne Natural: Aliasname möglich

Der äußere Verbund



- ▶ Der innere Verbund:
 - ▶ Enthält alle Elemente, deren Elemente aus B in beiden Relationen vorkommen (Schnitt)
- ▶ Der äußere Verbund:
 - ▶ Enthält alle weiteren Elemente
 - ▶ R1 Left Outer Join R2: + R1
 - ▶ R1 Right Outer Join R2: + R2
 - ▶ R1 Full Outer Join R2: + R1 + R2
- ▶ Nicht vorhandene Werte werden mit Null aufgefüllt

Der äußere Verbund: OUTER JOIN

- ▶ R1 **Left Outer Join** R2 $R1 \bowtie R2$
 - ▶ R1 Inner Join R2 vereinigt mit allen weiteren Tupel von R1
- ▶ R1 **Right Outer Join** R2 $R1 \bowtie R2$
 - ▶ R1 Inner Join R2 vereinigt mit allen weiteren Tupel von R2
- ▶ R1 **Full Outer Join** R2 $R1 \bowtie R2$
 - ▶ R1 Left Outer Join R2 Union R1 Right Outer Join R2
- ▶ Nicht vorhandene Werte werden mit NULL aufgefüllt.

Die ORDER BY Klausel

- ▶ Sortieren der Tupel eines Select-Befehls

```
SELECT      Ort, COUNT (*) AS Anzahl  
FROM        Personal  
GROUP BY    Ort  
ORDER BY    Anzahl DESC, Ort ;
```

Absteigendes Sortieren
DESC = Descending

- ▶ oder:

```
SELECT      Ort, COUNT (*) AS Anzahl  
FROM        Personal  
GROUP BY    Ort  
ORDER BY    2 DESC, 1 ;
```

Nur Namen
sind erlaubt ...

... oder Zahlen

Nullwerte sind unterschiedlich

- ▶ Ein Vergleich mit Nullwerten liefert immer FALSE !
- ▶ Dies ist auch vernünftig. Beispiel:
 - ▶ Gesucht: Alle Mitarbeiter, die den gleichen Vorgesetzten haben wie Mitarbeiter 1 (oder 2..9)

```
SELECT  Name, Gehalt, Vorgesetzt
FROM    Personal
WHERE   Vorgesetzt = ( SELECT Vorgesetzt FROM Personal
                     WHERE Persnr = 1 ) ;
```

Unterabfrage
liefert NULL

Vergleich liefert false:
Kein Mitarbeiter (auch nicht 6)
hat den gleichen Vorgesetzten,
und das ist korrekt!

Befehl liefert für 1..9 immer
korrektes Ergebnis!

Funktion Coalesce

- ▶ Nullwert in einem Ausdruck liefert als Ergebnis NULL
- ▶ Nullwerte werden in Aggregatfunktionen nicht mitgezählt
- ▶ Falsch:

Mitarbeiter 9 hat
Beurteilung NULL

```
SELECT SUM (12 * Gehalt + 1000 * ( 6- Beurteilung))  
FROM Personal ;
```

AS Jahrespersonalkosten

Also wird auch sein
Gehalt verworfen

- ▶ Korrekt:

falls NULL ...

```
SELECT SUM(12*Gehalt+COALESCE(1000 *( 6- Beurteilung),  
1000) ) AS Jahrespersonalkosten  
FROM Personal ;
```

... dann Ersatzwert

Funktion Coalesce: Komplexes Beispiel

- ▶ Beim äußeren Verbund ist COALESCE sehr wichtig!
- ▶ Gesucht: Alle Mitarbeiter mit Verkaufsumsatz
- ▶ Lösung:

```
SELECT      Persnr, Name,  
            COALESCE( SUM(Gesamtpreis), 0) AS Summe  
FROM        Personal NATURAL LEFT OUTER JOIN  
            (Auftrag NATURAL INNER JOIN Auftragsposten)  
GROUP BY    Persnr, Name ;
```

Vermeidet Null-Ausgaben

... dann
Outer Join

Inner Join über Auftrnr ...

Arbeitsweise des SELECT Befehls

| | |
|---|---|
| 1 | Kreuzprodukt, Verbund: Alle in der Tabellenliste angegebenen Relationen werden miteinander verknüpft. |
| 2 | Restriktion: Aus dieser verknüpften Relation werden die Tupel ausgewählt, die die angegebene WHERE-Bedingung erfüllen. |
| 3 | Projektion: Mittels der Spaltenauswahlliste werden die angegebenen Spalten ausgewählt. |
| 4 | Gruppierung: Jeweils gleiche Tupel werden zusammengefasst. Angegebene Aggregationen werden durchgeführt. |
| 5 | 2. Restriktion: Nach der Gruppierung werden die Tupel gewählt, die die angegebene HAVING-Bedingung erfüllen. |
| 6 | Vereinigung, Schnitt, Differenz: Alle in Schritt 1 bis 5 erstellten Hauptteile des Select-Befehls werden miteinander verknüpft. |
| 7 | Sortierung: Die Ergebnisrelation wird gemäß der Order-By-Klausel sortiert. |

Mutationsbefehle in SQL

| | |
|---------------|----------------------------------|
| UPDATE | Ändert bestehende Einträge |
| INSERT | Fügt neue Tupel (Zeilen) ein |
| DELETE | Löscht bestehende Tupel (Zeilen) |

Der DELETE Befehl

► Syntax:

DELETE FROM Tabellennamen [[**AS**] Aliasname]
[**WHERE** Bedingung]

► Beispiele:

DELETE FROM Personal
WHERE Name = 'Ursula Rank' ;

Entfernt Mitarbeiterin
Ursula Rank

DELETE FROM Personal ;

Entfernt alle
Mitarbeiter!

Der UPDATE Befehl

► Syntax:

UPDATE Tabellenname [[**AS**] Aliasname]
SET Spalte = Spaltenausdruck [,...]
[**WHERE** Bedingung]

► Beispiel:

UPDATE Personal
SET Gehalt = 1.05 * Gehalt
WHERE Gehalt < 3000 ;

Zuweisung erfolgt
immer zuletzt!

Alle Mitarbeiter mit
weniger als 3000 Euro
Gehalt erhalten 5%
Gehaltserhöhung

Bisheriges Gehalt

Der INSERT Befehl

► Syntax:

```
INSERT INTO Tabellename [ ( Spaltenliste ) ]  
  { VALUES ( Auswahlliste ) [, ... ]  
  | Select-Befehl  }
```

► Beispiel:

In Oracle: nur eine
Auswahlliste möglich

Alle anderen Attribute
werden mit NULL gefüllt

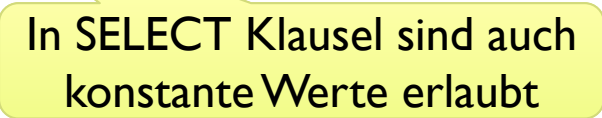
```
INSERT INTO Personal (Persnr, Name, GebDatum, Ort)  
VALUES (10, 'Lars Anger', DATE '1980-01-13', 'Augsburg') ,  
       (11, 'Karl Meier', DATE '1983-05-15', 'Darmstadt') ;
```

Cast-Operator DATE

Der INSERT Befehl: SELECT Auswahl

► Beispiel:

```
INSERT INTO Personal (Persnr, Name, GebDatum,  
                      Ort, Vorgesetzt, Gehalt)  
SELECT 10, 'Lars Anger', DATE '1980-01-13',  
        'Augsburg', Vorgesetzt, Gehalt  
FROM    Personal  
WHERE   Persnr = 7 ;
```



► Empfehlung: Select-Auswahl dann, wenn mindestens ein Wert aus Datenbank gelesen werden soll

Transaktionsbetrieb (1)

- ▶ Transaktionen mit Mutationsbefehlen enorm wichtig
- ▶ Ablauf:

[BEGIN TRANSACTION ;]

Nur in SQL Server
Sonst: automatischer Transaktionsstart

Innerhalb einer Transaktion

COMMIT ; / ROLLBACK ;

Ende einer Transaktion

[BEGIN TRANSACTION ;]

Nur in SQL Server

Innerhalb einer Transaktion

COMMIT ; / ROLLBACK ;

Alle geänderten Daten
werden zurückgesetzt

...

Alle geänderten Daten
werden dauerhaft gespeichert

Transaktionsbetrieb (2)

- ▶ Transaktionsbetrieb ist wichtig für Konsistenz der Daten
- ▶ Beispiel: Überweisung von 1000 € von Konto A nach B

UPDATE Bank SET Saldo = Saldo - 1000 WHERE Konto = 'A' ;

Hier: inkonsistenter Datenstand

UPDATE Bank SET Saldo = Saldo + 1000 WHERE Konto = 'B' ;

Hier: konsistenter Datenstand

COMMIT ;

Commit nur, wenn
Datenstand konsistent

Vergleich: Relationale Algebra – SQL

| Operator | Algebra | SQL-2 |
|--------------|---------------------------|---|
| Vereinigung | $R1 \cup R2$ | SELECT * FROM R1 UNION SELECT * FROM R2 |
| Kreuzprodukt | $R1 \times R2$ | SELECT * FROM R1, R2 |
| Restriktion | $\sigma_p(R1)$ | SELECT * FROM R1 WHERE p |
| Projektion | $\pi_{x1, \dots, xn}(R1)$ | SELECT x1, ..., xn FROM R1 |
| Differenz | $R1 \setminus R2$ | SELECT * FROM R1 EXCEPT SELECT * FROM R2 |
| Verbund | $R1 \bowtie R2$ | SELECT * FROM R1 NATURAL INNER JOIN R2 |
| Schnitt | $R1 \cap R2$ | SELECT * FROM R1 INTERSECT SELECT * FROM R2 |

Die Division in SQL

- ▶ **Gesucht:** Alle Lieferanten, die mindestens die gleichen Artikel wie Lieferant 3 liefern.
- ▶ **Lösung 1:** Nachbilden der Division (siehe rel.Algebra)
- ▶ **Lösung 2: Idee**
 - ▶ Bestimme alle Artikel des Lieferanten 3: Artikelliste3
 - ▶ Bestimme zu jedem Lieferanten alle Artikel aus Artikelliste3
 - ▶ Gib alle Lieferanten aus, deren Anzahl der Artikel aus Artikelliste3 genau so groß ist wie die Anzahl aller Artikel aus Artikelliste3

Die Division in SQL: Lösung

```
SELECT      Liefnr
FROM        Lieferung
WHERE       Anr IN ( SELECT  Anr
                     FROM    Lieferung
                     WHERE   Liefnr = 3 )
GROUP BY    Liefnr
HAVING      COUNT(*) = ( SELECT  COUNT(*)
                        FROM    Lieferung
                        WHERE   Liefnr = 3 ) ;
```

Alle Tupel mit gleicher Artikelnr wie Lieferant 3

Nach Lieferanten gruppiert, also Artikel zusammengefasst

Nur die Lieferanten ausgewählt, die gleich viele gleiche Artikel haben

Oracle, SQL Server, MySQL

| | Abweichungen zur SQL-Norm |
|------------|---|
| Oracle | <ul style="list-style-type: none">Bezeichner As ist in From-Klausel nicht erlaubtFehlerhafte Ausgabe bei geschachteltem Natural JoinDer Operator Except ist durch Minus zu ersetzenEigene Syntax für die Funktion Substring: Substr(str,pos,anz)Im Insert-Befehl ist nur eine Values-Angabe erlaubt |
| SQL Server | <ul style="list-style-type: none">Ein Select-Befehl in der From-Klausel erfordert einen AliasnamenDer Natural Join und Join...Using werden nicht unterstütztEigene Syntax für die Funktion Substring: Substring(str,pos,anz)Der Cast-Operator Date ist nicht erlaubtEine Transaktion muss mit Begin Transaction eingeleitet werden |
| MySQL | <ul style="list-style-type: none">Ein Select-Befehl in der From-Klausel erfordert einen AliasnamenDen Aggregatfunktionsnamen darf kein Leerzeichen folgenBeim Natural Inner Join ist der Bezeichner Inner nicht erlaubtDer Full Outer Join wird nicht unterstütztDie Operatoren Except und Intersect werden nicht unterstütztDer Transaktionsbetrieb wird nur in der Engine InnoDB unterstützt |