

4. SQL-Einführung

- Grundlagen: Anfragekonzept, Befehlsübersicht
- SELECT: mengenorientierte Anfragen deskriptiver Art
 - einfache Selektions- und Projektionsanfragen
 - Join-Anfragen
 - geschachtelte Anfragen, Aggregatfunktionen, Gruppenanfragen
 - Suchbedingungen: Vergleichs-, LIKE-, BETWEEN-, IN-Prädikate, Nullwertbehandlung, quantifizierte Prädikate (ALL/ANY, EXISTS)
 - mengentheoretische Operationen: UNION, INTERSECT, EXCEPT
 - Verallgemeinerte Verwendung von Sub-Queries
- Änderungsoperationen INSERT, DELETE, UPDATE
- Vergleich mit der Relationenalgebra

Kap. 6: Datendefinition und -kontrolle in SQL

DBS2: Kopplung mit einer Wirtssprache



Entwicklung von SQL

- unterschiedliche Entwürfe für relationale Anfragesprachen
 - SEQUEL: Structured English Query Language (System R) -> SQL
 - QUEL (Ingres), . . .
- SQL: vereinheitlichte Sprache für alle DB-Aufgaben
 - einfache Anfragemöglichkeiten für den gelegentlichen Benutzer
 - mächtige Sprachkonstrukte für den besser ausgebildeten Benutzer
 - spezielle Sprachkonstrukte für den DBA
- Standardisierung von SQL durch ANSI und ISO
 - erster ISO-Standard 1987
 - verschiedene Addenda (1989)
 - 1992: Verabschiedung von „SQL2“ bzw. SQL-92 (Entry, Intermediate, Full Level)
 - 1999/2003: SQL:1999 („SQL3“) und SQL:2003 („SQL4“) mit objektorientierten Erweiterungen etc. (-> objekt-relationale DBS)



Abbildungsorientierte Anfragen in SQL

- SQL: strukturierte Sprache, die auf englischen Schlüsselwörtern basiert
 - Zielgruppe umfasst auch Nicht-Programmierer
 - Auswahlvermögen umfasst das der Relationenalgebra (relational vollständig)
- Grundbaustein

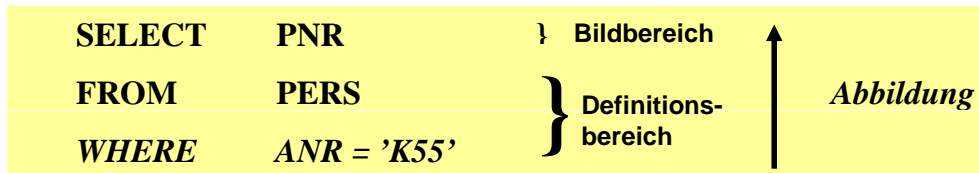


Abbildung: Eingaberelationen (FROM) werden unter Auswertung von Bedingungen (WHERE) in Attribute einer Ergebnistabelle (SELECT) abgebildet

■ Allgemeines Format

- <Spezifikation der Operation>
- <Liste der referenzierten Tabellen>
- [WHERE Boolescher Prädikatsausdruck]



Erweiterungen zu einer vollständigen DB-Sprache

- Datenmanipulation
 - Einfügen, Löschen und Ändern von individuellen Tupeln und von Mengen von Tupeln
 - Zuweisung von ganzen Relationen
- Datendefinition
 - Definition von Wertebereichen, Attributen und Relationen
 - Definition von verschiedenen Sichten auf Relationen
- Datenkontrolle
 - Spezifikation von Bedingungen zur Zugriffskontrolle
 - Spezifikation von Zusicherungen (assertions) zur semantischen Integritätskontrolle
- Kopplung mit einer Wirtssprache
 - deskriptive Auswahl von Mengen von Tupeln
 - sukzessive Bereitstellung einzelner Tupeln

	Retrieval	Manipulation	Datendefinition	Datenkontrolle
Stand-Alone DB-Sprache	SQL RA	SQL	SQL	SQL
Eingebettete DB-Sprache	SQL	SQL	SQL	SQL



Befehlsübersicht (Auswahl)

Datenmanipulation (DML):

SELECT
INSERT
UPDATE
DELETE

Aggregatfunktionen: COUNT, SUM, AVG, MAX, MIN

Datenkontrolle:

Constraints-Definitionen bei CREATE TABLE
CREATE ASSERTION
DROP ASSERTION
GRANT
REVOKE
COMMIT
ROLLBACK

Datendefinition (DDL):

CREATE SCHEMA
CREATE DOMAIN
CREATE TABLE
CREATE VIEW
ALTER TABLE
DROP SCHEMA
DROP DOMAIN
DROP TABLE
DROP VIEW

Eingebettetes SQL:

DECLARE CURSOR
FETCH
OPEN CURSOR
CLOSE CURSOR
SET CONSTRAINTS
SET TRANSACTION
CREATE TEMPORARY TABLE



Anfragemöglichkeiten in SQL

```
select-expression ::=
    SELECT [ALL | DISTINCT] select-item-list
    FROM table-ref-commalist
    [WHERE cond-exp]
    [GROUP BY column-ref-commalist]
    [HAVING cond-exp]
    [ORDER BY order-item-commalist ]

select-item ::= derived-column | [range-variable.] *
derived-column ::= scalar-exp [AS column]
order-item ::= column [ ASC | DESC ]
```

- Mit *SELECT* * werden alle Attribute der spezifizierten Relation(en) ausgegeben
- FROM-Klausel spezifiziert die Objekte (Relationen, Sichten), die verarbeitet werden sollen
- WHERE-Klausel kann eine Sammlung von Prädikaten enthalten, die mit NOT, AND und OR verknüpft sein können
- dabei sind Vergleichsprädikate der Form $A_i \theta a_i$ bzw. $A_i \theta A_j$ möglich ($\theta \in \{ =, <>, <, \leq, >, \geq \}$)



SQL-Training in LOTS (<http://lots.uni-leipzig.de>)

- „freies Üben“ auf einer SQL-Datenbank (SELECT-Anweisungen)
 - Realisierung auf Basis von Postgres
- „aktives“ SQL-Tutorial

Leipzig Online-Test-System

UNIVERSITÄT LEIPZIG
 Fakultät für Mathematik und Informatik
 Institut für Informatik
 Abteilung Datenbanken

Logout
News
Training
SQL-Training
XQuery
Mein Profil
Impressum

Tutorial

- 1 Einleitung
- 2 Datenbankmodellierung und Relationenmodell
- 3 SQL
- 4 Einfache SQL-Anfragen
 - 4.1 Vorbemerkungen
 - 4.2 Einfache Selektion und Projektion
 - 4.3 Ausgabebearbeitung
- 5 Verbund-Anfragen
- 6 Unterabfragen
- 7 Aggregatfunktionen
- 8 Partitionierung in Gruppen und Auswahl
- 9 Suchbedingungen
- 10 Mengentheoretische Operationen
- 11 Datendefinition
- 12 Datenmanipulation auf

Zurück Weiter Hoch | zurück zum SQL-Anfrageformular

4.2 Einfache Selektion und Projektion

Die Projektion aus der [Relationenalgebra](#) stellt sich dar als Auflistung der Attribute nach dem Wort SELECT. Folgende SQL-Anfrage repräsentiert eine sehr einfache Projektion.

Beispiel:

BNF: [select-ausdruck](#) diese Anfrage ausführen

```
SELECT name
FROM verlag
```

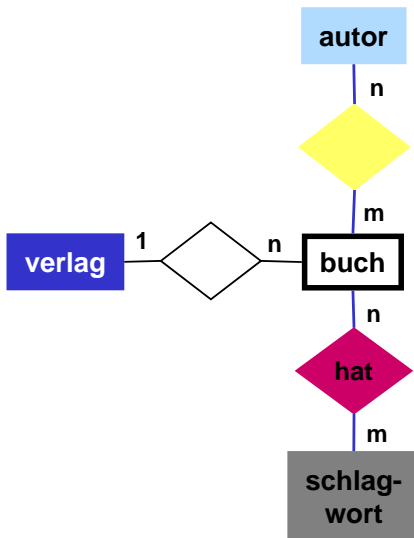
Erklärung:

Es werden alle Attributwerte des Attributes "name" aus der Relation "verlag" ausgegeben. In der Reihenfolge der Zeilen ist keine Information codiert. Die Zeilen werden so ausgegeben, wie sie sich (zufällig) in der Relation befinden.

Eine Selektion der [Relationenalgebra](#) ist eigentlich eine Auswahl von Zeilen in der Relation. In der WHERE-Klausel werden logische Bedingungen angegeben. Für jede Zeile der Tabelle wird ausgewertet, ob die Bedingung erfüllt ist. Bei positivem Ergebnis wird die Zeile der Auswahlmenge hinzugefügt, andernfalls ignoriert.

WS07/08, © Prof. Dr. E. Rahm
4 - 7

Test-Datenbank



autor autorid | nachname | initialen | vornamen | zusatz

verlag verlagsid | name | ort

buch buchid | titel | isbn | auflage | jahr | preis | waehrung | signatur | verlagsid

schlagwort swid | schlagwort

buch_aut buchid | autorid | rolle | rang

buch_sw buchid | swid

buch_aut.rolle kann sein: Herausgebers (H), Verfasser (V), Übersetzer (U), Mitarbeiter (M)

buch_aut.rang: Position des Autors in der Autorenliste (z.B. 1 für Erstautor)

autor.zusatz: Namenszusatz wie „von“ oder „van“

buch.signatur entspricht der Signatur in der IfI-Bibliothek (Stand 1998)

■ Mengengerüst (ca. 18.000 Sätze)

- „buch“ : 4873 Datensätze, „verlag“ : 414 Datensätze
- „autor“ : 5045 Datensätze, „buch_aut“ : 5860 Datensätze
- „schlagwort“ : 843 Datensätze, „buch_sw“ : 789 Datensätze



Einfache Selektionen und Projektionen

Q1: Welche (Berliner) Verlage gibt es?

Q2: Welche Bücher erschienen vor 1980 in einer Neuauflage?



The screenshot shows the Leipzig Online-Test-System (OTS) interface. At the top, there is a navigation bar with links for Logout, News, Training, SQL-Training (highlighted), XQuery, Mein Profil, and Impressum. The main header includes the OTS logo and the text 'Leipzig Online-Test-System' and 'UNIVERSITÄT LEIPZIG Fakultät für Mathematik und Informatik Institut für Informatik Abteilung Datenbanken'.

The central part of the interface is titled 'SQL Anfrage' and contains a text area with the following SQL query:

```
SELECT Name
FROM Verlag
WHERE Ort='Berlin'
```

Below the query area are two buttons: 'ausführen' and 'löschen'. To the right of the query area, there are two sections: 'aktuelle' with a link 'Bibliothe' and 'DB Sche', and 'Zwische' with a dashed box.

Below the query area, there is a status bar that reads 'zeige Datensätze 1 - 14 (14 insgesamt)'. Below this, there are two input fields: 'Zeige: 14' and 'Datensätze, beginnend ab 1'.

The result of the query is displayed as a list of publisher names under the heading 'name':

- LunetIX Softfair
- Dt. Verl. der Wissenschaften
- Akademie Verl.
- Schmidt
- Radio-Foto-Kinotechnik
- Die Wirtschaft
- Byblos Verl.
- Cornelsen
- Heldermann
- Paschke
- Sigma
- Konrad-Zuse-Zentr.
- Bertz
- Akad. Verl.

At the bottom of the result area, there is another status bar that reads 'Zeige: 14 Datensätze, beginnend ab 1'.



Ausgabebearbeitung

■ Sortierte Ausgabe (ORDER BY-Klausel)

Q3: wie Q2, jedoch sortiert nach Jahr (absteigend), Titel (aufsteigend)

```
SELECT
FROM
WHERE
```

- ohne ORDER-BY ist die Reihenfolge der Ausgabe durch das DBS bestimmt (Optimierung der Auswertung)
- statt Attributnamen können in der ORDER BY-Klausel auch relative Positionen der Attribute aus der Select-Klausel verwendet werden

■ Duplikateliminierung

- Default-mäßig werden Duplikate in den Attributwerten der Ausgabe nicht eliminiert (ALL)
- DISTINCT erzwingt Duplikateliminierung

Q4: Welche Verlagsorte gibt es?



The screenshot shows the LOTS interface with a navigation bar and a main content area. The SQL query is as follows:

```
SELECT titel, jahr
FROM buch
WHERE jahr < 1980 and auflage > 1
ORDER BY 2 desc, 1 asc
```

The results are displayed in a table with 11 rows:

titel	jahr
Computer data-base organisation	1977
The theory of error-correcting codes	1977
Prädikatenkalkül der ersten Stufe	1975
Introduction to switching theory and logical design	1974
Introduction to switching theory and logical design	1974
Logic and logic design	1973
Grundzüge der theoretischen Logik	1972
Moderne Logik : Abriß der formalen Logik	1972
List Processing	1968
Wörterbuch der Datenverarbeitung : Englisch-Deutsch	1968
Matrizen und ihre technischen Anwendungen	1961



Ausgabebearbeitung (2)

■ Benennung von Ergebnis-Spalten

```
SELECT titel AS Buchtitel, (preis/2) AS Preis_in_Euro
FROM buch
WHERE waehrung = 'DM'
ORDER BY 2 DESC
```

- Umbenennung von Attributen (AS)
- Vergabe von Attributnamen für Texte und Ausdrücke

■ Umbenennung von Tabellen (FROM-Klausel)

- Einführung sogenannter Alias-Namen bzw. **Korrelationsnamen**
- Schlüsselwort AS optional
- Alias-Name überdeckt ursprünglichen Namen

```
SELECT B.titel
FROM buch AS B
WHERE B.preis > 300
```



Skalare Funktionen (Auswahl)

■ CASE

```
SELECT MATNR, PUNKTE,
       CASE WHEN PUNKTE > 90 THEN 'Sehr gut'
            WHEN PUNKTE > 75 THEN 'Gut'
            WHEN PUNKTE > 60 THEN 'O.K.'
            ELSE 'SCHLECHT' END AS NOTE
FROM ...
```

- fehlender ELSE-Zweig: NULL-Wert für sonstige Fälle

■ String-Funktionen

- || (String-Konkatenation), CHAR_LENGTH, BIT_LENGTH
- SUBSTRING *Bsp.:* SUBSTRING (NAME FROM 1 FOR 20)
- POSITION, LOWER, UPPER
- TRIM *Bsp.:* TRIM (TRAILING ' ' FROM NAME)

■ Verschiedene Funktionen

- USER, CURRENT_USER, SESSION_USER, SYSTEM_USER
- CURRENT_TIME, CURRENT_DATE, CURRENT_TIMESTAMP
- EXTRACT (Herausziehen von YEAR, MONTH, ... aus Datum)
- CAST (Typkonversionen) *Bsp.:* CAST ('2006-04-24' AS DATE) ...



Join-Anfragen

Q5: Welche Buchtitel wurden von Berliner Verlagen herausgebracht?

```
SELECT
FROM
WHERE
```

- Angabe der beteiligten Relationen in FROM-Klausel
- WHERE-Klausel enthält Join-Bedingung sowie weitere Selektionsbedingungen
- analoge Vorgehensweise für Equi-Join und allgemeinen Theta-Join
- Formulierung der Join-Bedingung erfordert bei gleichnamigen Attributen Hinzunahme der Relationennamen oder von Alias-Namen (Korrelationsnamen)

Q6: Welche Bücher sind von Autor „Rahm“ vorhanden?

```
SELECT
FROM
WHERE
```



Join-Anfragen (2)

■ Hierarchische Beziehung auf einer Relation (PERS)

Beispielschema:

```
PERS (PNR int, NAME, BERUF, GEHALT, ..., MNR int, ANR int,
      PRIMARY KEY (PNR), FOREIGN KEY (MNR) REFERENCES PERS)
```

Q7: Finde die Angestellten, die mehr als ihre (direkten) Manager verdienen
(Ausgabe: NAME, GEHALT, NAME des Managers)

```
SELECT
FROM
WHERE
```

■ Verwendung von Korrelationsnamen obligatorisch!

<u>PNR</u>	GEHALT	MNR
34	32000	37
35	42500	37
37	41000	-

<u>PNR</u>	GEHALT	MNR
34	32000	37
35	42500	37
37	41000	-



Join-Ausdrücke

- unterschiedliche Join-Arten können direkt spezifiziert werden

```
join-table-exp ::= table-ref [NATURAL] [join-type] JOIN table-ref
                [ON cond-exp | USING (column-commalist) ]
                | table ref CROSS JOIN table-ref | (join-table-exp)
table-ref ::= table | (table-exp) | join-table-exp
join type ::= INNER | { LEFT | RIGHT | FULL } [OUTER] | UNION
```

- Beispiel:

```
SELECT *
FROM buch B, verlag V
WHERE B.verlagsid = V.verlagsid
```

```
SELECT * FROM buch NATURAL JOIN verlag
SELECT * FROM buch JOIN verlag USING (verlagsid)
SELECT * FROM buch B JOIN verlag V ON B.verlagsid = V.verlagsid
```

Q6: Welche Bücher sind von Autor „Rahm“ vorhanden?

SQL Anfrage

```
SELECT titel, auflage, jahr
FROM buch b, buch_aut ba, autor a
WHERE nachname='Rahm' AND
      b.buchid = ba.buchid AND
      ba.autorid = a.autorid
```

SQL Anfrage

```
SELECT titel, auflage, jahr
FROM buch NATURAL JOIN buch_aut
      NATURAL JOIN autor a
WHERE nachname='Rahm'
```

zeige Datensätze 1 - 7 (7 insgesamt)

Zeige: 7 Datensätze, beginnend ab 1

titel	auflage	jahr
Datenbanksysteme - Konzepte und Techniken der Implementierung	2. Auflage	2001
Mehrrechner-Datenbanksysteme : Grundlagen der verteilten und parallelen Datenbankverarbeitung	1. Aufl.	1994
Synchronisation in Mehrrechner-Datenbank-Systemen : Konzepte, Realisierungsformen und quantitative Bewertung		1988
Datenbanksysteme - Konzepte und Techniken der Implementierung	1. Auflage	1999
Hochleistungs-Transaktionssysteme : Konzepte und Entwicklungen moderner Datenbankarchitekturen		1993
Mehrrechner-Datenbanksysteme. Grundlagen der verteilten und parallelen Datenbankverarbeitung		1997
Web & Datenbanken		2002

Zeige: 7 Datensätze, beginnend ab 1

Join-Ausdrücke (2)

■ Outer Joins: LEFT JOIN, RIGHT JOIN, FULL JOIN

```
schlagwort LEFT OUTER JOIN buch_sw USING (swid)
```

■ Kartesisches Produkt:

```
A CROSS JOIN B <=> SELECT * FROM A, B
```

Geschachtelte Anfragen (Sub-Queries)

■ Auswahlbedingungen können sich auf das Ergebnis einer „inneren“ Anfrage (Sub-Query) beziehen

Q5': Welche Buchtitel wurden von Berliner Verlagen herausgebracht?

```
SELECT titel
FROM buch
WHERE verlagsid IN
      (SELECT verlagsid
       FROM verlag
       WHERE ort = 'Berlin')
```

- innere und äußere Relationen können identisch sein
- eine geschachtelte Abbildung kann beliebig tief sein
- Join-Berechnung mit Sub-Queries
 - teilweise prozedurale Anfrageformulierung
 - weniger elegant als symmetrische Notation
 - schränkt Optimierungsmöglichkeiten des DBS ein

Sub-Queries (2)

■ Einfache Sub-Queries

- 1-malige Auswertung der Sub-Query
- Ergebnismenge der Sub-Query (Zwischenrelation) dient als Eingabe der äußeren Anfrage

■ Korrelierte Sub-Queries (verzahnt geschachtelte Anfragen)

- Sub-Query bezieht sich auf eine äußere Relation
- Sub-Query-Ausführung erfolgt für jedes Tupel der äußeren Relation
- Verwendung von Korrelationsnamen i.a. erforderlich

Q5“: Welche Buchtitel wurden von Berliner Verlagen veröffentlicht?

```
SELECT B.titel
FROM buch B
WHERE 'Berlin' IN
      (SELECT V.ort
       FROM verlag V
       WHERE V.verlagsid = B.verlagsid)
```

```
SELECT B.titel
FROM buch B
WHERE B.verlagsid IN
      (SELECT V.verlagsid
       FROM verlag V
       WHERE V.ort = 'Berlin')
```

■ besser: Join-Berechnung ohne Sub-Queries

Benutzung von Aggregat (Built-in)- Funktionen

```
aggregate-function-ref ::= COUNT(*) | {AVG | MAX | MIN | SUM | COUNT}
                        ([ALL | DISTINCT] scalar-exp)
```

■ Standard-Funktionen: AVG, SUM, COUNT, MIN, MAX

- Elimination von Duplikaten : DISTINCT
- keine Elimination : ALL (Defaultwert)
- Typverträglichkeit erforderlich

Q8: Bestimme das Durchschnittsgehalt aller Angestellten

```
SELECT AVG (GEHALT)
FROM PERS
```

■ Auswertung

- Built-in-Funktion (AVG) wird angewendet auf einstellige Ergebnisliste (GEHALT)
- keine Eliminierung von Duplikaten
- Verwendung von arithmetischen Ausdrücken ist möglich: AVG (GEHALT/12)

Aggregatfunktionen (2)

Q9: Wie viele Verlage gibt es?

```
SELECT  
FROM
```

Q10: An wie vielen Orten gibt es Verlage?

```
SELECT  
FROM
```

Q11: Für wie viele Bücher ist der Verlag bekannt?

```
SELECT  
FROM
```

Q12: Für wie viele Bücher ist der Verlag nicht bekannt?

```
SELECT  
FROM
```

Q13: Zu wie vielen Verlagen gibt es Bücher ?

```
SELECT  
FROM
```



Aggregatfunktionen (3)

- keine Aggregatfunktionen in WHERE-Klausel
- keine geschachtelte Nutzung von Funktionsreferenzen!

Q14: An welchen Orten gibt es mehr als drei Verlage?

```
SELECT  
FROM  
WHERE
```

Q15: Welches Buch (Titel, Jahr) ist am ältesten?

```
SELECT  
FROM
```



SQL Anfrage

```

SELECT DISTINCT ort
FROM verlag v
WHERE 3 < (SELECT count(*)
           FROM verlag v2
           WHERE v2.ort=v.ort)

```

ausführen löschen

aktuelle DB

Bibliothek
[DB Schema](#)

Zwischenablage

löschen

zeige Datensätze 1 - 20 (23 insgesamt)

Zeige: 20
Datensätze, beginnend ab 21
>
>>

ort
Amsterdam [u. a.]
Augsburg
Berlin
Berlin [u. a.]
Düsseldorf
Hamburg
Heidelberg
Indianapolis, Ind.
Konstanz
London
London [u. a.]
Mannheim [u. a.]
München
München [u. a.]
New York
New York [u. a.]
Oxford
Sankt Augustin
Stuttgart
Stuttgart [u. a.]

Zeige: 20
Datensätze, beginnend ab 21
>
>>



Partitionierung einer Relation in Gruppen

```

SELECT ... FROM ... [WHERE ...]
[ GROUP BY column-ref-commalist ]

```

■ Gruppenbildung auf Relationen: GROUP-BY-Klausel

- Tupel mit übereinstimmenden Werten für Gruppierungsattribut(e) bilden je eine Gruppe
- *ausgegeben werden können nur:*
Gruppierungsattribute, Konstante, Ergebnis von Aggregatfunktionen (-> 1 Satz pro Gruppe)
- die Aggregatfunktion wird jeweils auf die Tupeln einer Gruppe angewendet

Q16: Liste alle Abteilungen und das Durchschnitts- sowie Spitzengehalt ihrer Angestellten auf.

```

SELECT
FROM

```

Q17: Liste alle Abteilungen (ANR und ANAME) sowie die Anzahl der beschäftigten Angestellten auf

```

SELECT
FROM

```



Group-By: Beispiel

PERS

<u>PNR</u>	Name	Alter	Gehalt	ANR
234	Meier	23	42000	K53
235	Schmid	31	32500	K51
237	Bauer	21	21000	K53
321	Klein	19	27000	K55
406	Abel	47	52000	K55
123	Schulz	32	43500	K51
829	Müller	36	42000	K53
574	Schmid	28	36000	K55

Auswahl von Gruppen (HAVING-Klausel)

```
SELECT ... FROM ... [WHERE ...]  
[ GROUP BY column-ref-commalist ]  
[ HAVING cond-exp ]
```

■ Fragen werden in den folgenden Reihenfolge bearbeitet:

1. Tupeln werden ausgewählt durch die WHERE-Klausel.
2. Gruppen werden gebildet durch die GROUP-BY-Klausel.
3. Gruppen werden ausgewählt, wenn sie die HAVING-Klausel erfüllen

Q18: Für welche Abteilungen zwischen K50 und K54 ist das Durchschnittsalter kleiner als 30?

```
SELECT  
FROM  
WHERE
```

HAVING-Klausel (2)

Q19: Bestimme die Gehaltssummen der Abteilungen mit mehr als 5 Mitarbeitern

```
SELECT  
FROM
```

Q14': An welchen Orten gibt es mehr als drei Verlage? „Profi-Version“

```
SELECT ORT  
FROM VERLAG
```



Suchbedingungen

- Sammlung von Prädikaten
 - Verknüpfung mit AND, OR, NOT
 - Auswertungsreihenfolge ggf. durch Klammern
- nicht-quantifizierte Prädikate:
 - Vergleichsprädikate
 - LIKE-, BETWEEN-, IN-Prädikate
 - Test auf Nullwert
 - UNIQUE-Prädikat: Test auf Eindeutigkeit
 - MATCH-Prädikat: Tupelvergleiche
 - OVERLAPS-Prädikat: Test auf zeitliches Überlappen von DATETIME-Werten
- quantifizierte Prädikate
 - ALL
 - ANY
 - EXISTS



Vergleichsprädikate

```
comparison-cond ::= row-constructor  $\theta$  row-constructor
row-constructor ::= scalar-exp | (scalar-exp-commalist) | (table-exp)
```

- Skalarer Ausdruck (scalar-exp): Attribut, Konstante bzw. Ausdrücke, die einfachen Wert liefern
- Tabellen-Ausdruck (table-exp) darf hier höchstens 1 Tupel als Ergebnis liefern (Kardinalität 1, Row Sub-Query)
- Vergleiche zwischen Tupel-Konstruktoren (row constructor) mit mehreren Attributen
 - $(a_1, a_2, \dots, a_n) = (b_1, b_2, \dots, b_n) \Leftrightarrow a_1 = b_1 \text{ AND } a_2 = b_2 \dots \text{ AND } a_n = b_n$
 - $(a_1, a_2, \dots, a_n) < (b_1, b_2, \dots, b_n) \Leftrightarrow (a_1 < b_1) \text{ OR } ((a_1 = b_1) \text{ AND } (a_2 < b_2)) \text{ OR } (\dots)$

SELECT ...

WHERE („Leipzig“, 2000) =
(Select Ort, Gründungsjahr FROM Verein ...)



LIKE-Prädikate

```
char-string-exp [ NOT ] LIKE char-string-exp
[ ESCAPE char-string-exp ]
```

- Suche nach Strings, von denen nur Teile bekannt sind (pattern matching)
- LIKE-Prädikat vergleicht einen Datenwert mit einem „Muster“ („Maske“)
- Aufbau einer Maske mit Hilfe zweier spezieller Symbole
 - % bedeutet „null oder mehr beliebige Zeichen“
 - _ bedeutet „genau ein beliebiges Zeichen“
- Das LIKE-Prädikat ist TRUE, wenn der entsprechende Datenwert der aufgebauten Maske mit zulässigen Substitutionen von Zeichen für „%“ und „_“ entspricht
- Suche nach „%“ und „_“ durch Voranstellen eines **Escape-Zeichens** möglich.

LIKE-Klausel	Wird z.B. erfüllt von
NAME LIKE '%SCHMI%'	'H. SCHMIDT' 'SCHMIED'
ANR LIKE '_7%'	'17' 'K75'
NAME NOT LIKE '%-%'	
STRING LIKE '%_%' ESCAPE '\'	



BETWEEN-Prädikate

row-constr [NOT] BETWEEN row-constr AND row-constr

■ Semantik

y BETWEEN x AND z \Leftrightarrow $x \leq y$ AND $y \leq z$
 y NOT BETWEEN x AND z \Leftrightarrow NOT (y BETWEEN x AND z)

■ Beispiel

```
SELECT ANR
FROM PERS
WHERE ANR NOT BETWEEN 'K50' AND 'K54'
GROUP BY ANR
HAVING AVG (Alter) BETWEEN 20 AND 35
```



SQL Anfrage

```
select ort, count(*) from verlag
group by ort
having ort between 'Berlin' and 'Leipzig'
```

zeige Datensätze 1 - 20 (108 insgesamt)

Zeige: 20 Datensätze, beginnend ab 21 > >>

ort	count
Chichester, New York [u.a.]	1
Englewood Cliffs, Englewood Cliffs, NJ, München, London, Englewood Cliffs, N.J., Scarborough, Canada, New York, Upper Saddle River, NJ, Sydney, Mountain View, Calif., Hemel Hempstead, 49, Upple Saddle River, NJ, Ontario, Singapore, Upper Saddle River, Upper Saddle, River, NJ [u.a.]	1
Haar	2
Ghent	1
Düsseldorf	7
Heidelberg, Berlin [u.a.]	1
Chichester [u.a.]	1
Bonn, Reading, Mass., München, Wokingham, Redwood City, Calif., Amsterdam, Redwood, Calif., Sydney, Menlo Park, Calif., Reading, Mass., Berlin, Harlow, Harlowe, Reading, Mass. [u.a.]	1
Korschenbroich	1
Ehningen, Renningen-Malmsheim	1
Frankfurt/M., Frankfurt/Main [u.a.]	1
Bonn, Reading, Mass. [u.a.]	1
Hildesheim [u.a.]	2
Bornheim	1
Landsberg/Lech	1
Frankfurt a.M., Frankfurt am Main [u.a.]	1
Leipzig	1
Hamburg	5
Charleston, SC, Charlston, SC	1
Kaiserslautern	2

Zeige: 20 Datensätze, beginnend ab 21 > >>



IN-Prädikate

```
row-constr [NOT] IN (table-exp) |
scalar-exp [NOT] IN (scalar-exp-commalist)
```

- Ein Prädikat in einer *WHERE*-Klausel kann ein Attribut auf Zugehörigkeit zu einer Menge testen:

- *explizite Mengendefinition*: $A_i \text{ IN } (a_1, a_j, a_k)$

- *implizite Mengendefinition*: $A_i \text{ IN } (\text{SELECT } \dots)$

■ Semantik

$x \text{ IN } (a, b, \dots, z) \quad \Leftrightarrow \quad x = a \text{ OR } x = b \dots \text{ OR } x = z$

$x \text{ NOT IN erg} \quad \Leftrightarrow \quad \text{NOT } (x \text{ IN erg})$

Q20: Finde die Autoren mit Nachname Maier, Meier oder Müller

```
SELECT *
FROM autor
WHERE NACHNAME IN („Maier“, „Meier“, „Müller“)
```

Q21: Finde die Schlagworte, die nicht verwendet wurden

```
SELECT *
FROM schlagwort
WHERE
```



SQL Anfrage

```
SELECT *
FROM schlagwort
WHERE swid NOT IN (SELECT swid
                  FROM buch_sw)
```

zeige Datensätze 1 - 20 (285 insgesamt)

Zeige: 20

Datensätze, beginnend ab 21

> >>

swid	schlagwort
43	Wissensbasierte Systeme
138	Sprachverarbeitung
216	Datenbankmanagement
313	KI
341	objektorientiertes DB-System
357	Datenbanksysteme
405	Simulation
495	Genetische Algorithmen
498	objekt-orientierte Modellierung
559	Lastbalancierung
560	Parallele Datenbanksysteme
575	Compiler
581	Schaltkreis
588	Dokumenten-Retrieval
594	Poolkalkül
602	Zahlentheorie
606	Parallelcomputer
613	Biologie
639	Programmiersystemgenerator
643	GKS

Zeige: 20

Datensätze, beginnend ab 21

> >>



NULL-Werte

- pro Attribut kann Zulässigkeit von Nullwerten festgelegt werden
 - unterschiedliche Bedeutungen: Datenwert ist momentan nicht bekannt
 - Attributwert existiert nicht für ein Tupel
- Behandlung von Nullwerten
 - Das Ergebnis einer arithmetischen Operation (+, -, *, /) mit einem NULL-Wert ist ein NULL-Wert
 - Tupel mit NULL-Werten im Verbundattribut nehmen am Verbund nicht teil
 - Auswertung eines NULL-Wertes in einem Vergleichsprädikat mit irgendeinem Wert ist UNKNOWN (?)
- Bei Auswertung von Booleschen Ausdrücken wird 3-wertige Logik eingesetzt
 - Das Ergebnis ? bei der Auswertung einer WHERE-Klausel wird wie FALSE behandelt.

NOT	
T	F
F	T
?	?

AND	T F ?
T	T F ?
F	F F F
?	? F ?

OR	T F ?
T	T T T
F	T F ?
?	T ? ?



NULL-Werte: Problemfälle

- 3-wertige Logik führt zu unerwarteten Ergebnissen

Bsp.: `PERS (Alter <= 50)` vereinigt mit `PERS (Alter > 50)`

ergibt nicht notwendigerweise Gesamtrelation PERS

- Nullwerte werden bei SUM, AVG, MIN, MAX nicht berücksichtigt, während COUNT(*) alle Tupel (inkl. Null-Tupel, Duplikate) zählt.

```
SELECT AVG (GEHALT) FROM PERS → Ergebnis X
SELECT SUM (GEHALT) FROM PERS → Ergebnis Y
SELECT COUNT (*) FROM PERS → Ergebnis Z
```

Es gilt nicht notwendigerweise, dass $X = Y / Z$
 (-> ggf. Verfälschung statistischer Berechnungen)

- spezielles SQL-Prädikat zum Test auf NULL-Werte:

```
row-constr IS [NOT] NULL
```

```
SELECT PNR, PNAME
FROM PERS
WHERE GEHALT IS NULL
```



Quantifizierte Prädikate

■ All-or-Any-Prädikat

row-constr θ { **ALL** | **ANY** | **SOME** } (table-exp)

θ ALL: Prädikat wird zu "true" ausgewertet, wenn der θ -Vergleich für alle Ergebniswerte von table-exp "true" ist.

θ ANY/ θ SOME: analog, wenn der θ -Vergleich für einen Ergebniswert "true" ist.

Q22: Finde die Manager, die mehr verdienen als alle ihre Angestellten

```
SELECT M.PNR
FROM PERS M
WHERE M.Gehalt
```

Q23: Finde die Manager, die weniger als einer ihrer Angestellten verdienen



Existenztests

[NOT] EXISTS (table-exp)

■ Prädikat wird "false", wenn table-exp auf die leere Menge führt, sonst "true"

■ Im EXISTS-Kontext darf table-exp mit (SELECT * ...) spezifiziert werden (Normalfall)

■ Semantik

$x \theta$ ANY (SELECT y FROM T WHERE p) \Leftrightarrow

EXISTS (SELECT * FROM T WHERE (p) AND (x θ T.y))

$x \theta$ ALL (SELECT y FROM T WHERE p) \Leftrightarrow

NOT EXISTS (SELECT * FROM T WHERE (p) AND NOT (x θ T.y))

Q22': Finde die Manager, die mehr verdienen als alle ihre Angestellten.

```
SELECT M.PNR
FROM PERS M
WHERE
```



Existenztests (2)

Q24: Finde die Schlagworte, die für mindestens ein (... kein) Buch vergeben wurden

```
SELECT S.*
FROM schlagwort S
WHERE
```

Q25: Finde die Bücher, die alle Schlagworte des Buchs mit der ID 3545 abdecken
(andere Formulierung: Finde die Bücher, zu denen kein Schlagwort „existiert“, das nicht auch für Buch 3545 existiert).

```
SELECT B.titel
FROM buch B
WHERE
```



SQL Anfrage

```
SELECT buchid, titel
FROM buch b
WHERE NOT EXISTS
  (SELECT *
   FROM buch_sw
   WHERE buchid=3545 AND
        swid NOT IN
  (SELECT swid
   FROM buch_sw bsw
   WHERE b.buchid=bsw.buchid) )
```

aktuelle DB

Bibliothek
[DB Schema](#)

Zwischenablage

zeige Datensätze 1 - 2 (2 insgesamt)

Zeige: Datensätze, beginnend ab

buchid	titel
3545	Design and implementation of symbolic computation systems : international symposium, DISCO 92, Bath, U.K. , April 13 - 15, 1992 , proceedings
4443	Design and implementation of symbolic computation systems : international symposium, DISCO 93, Gmunden, Austria, September 15 - 17, 1993 , proceedings

Zeige: Datensätze, beginnend ab



Einsatz von Mengen-Operatoren

- Vereinigung (UNION), Durchschnitts- (INTERSECT) und Differenzbildung (EXCEPT) von Relationen bzw. Query-Ergebnissen

```
table-exp { UNION | EXCEPT | INTERSECT }  
          [ALL][CORRESPONDING [BY (column-commalist)]] table-exp
```

- vor Ausführung werden Duplikate entfernt (außer für ALL)
- für die Operanden werden Vereinigungsverträglichkeit und übereinstimmende Attributnamen gefordert (ggf. vorher umbenennen)
- Abschwächung:
 - *CORRESPONDING BY (A1, A2, ...An)*: Operation ist auf Attribute Ai beschränkt, die in beiden Relationen vorkommen müssen (-> n-stelliges Ergebnis)
 - *CORRESPONDING*: Operation ist auf gemeinsame Attribute beschränkt

Q21': Welche Schlagworte wurden nie verwendet ? (Q24')

(SELECT swid FROM schlagwort) **EXCEPT**

(SELECT swid FROM buch-sw)

Weitergehende Verwendung von Sub-Queries

- 3 Arten von Sub-Queries
 - Table Sub-Queries (mengenwertige Ergebnisse)
 - Row Sub-Queries (Tupel-Ergebnis)
 - Skalare Sub-Queries (atomarer Wert; Kardinalität 1, Grad 1)
- Im SQL-Standard können Table-Sub-Queries überall stehen, wo ein Relationenname möglich ist, insbesondere in der FROM-Klausel.

```
SELECT  ANAME  
FROM    (Select ANR, Sum (GEHALT) AS GSUMME  
         FROM PERS GROUP BY ANR)  
        AS GSUM JOIN ABT USING (ANR)  
WHERE   GSUMME > 100000
```

- Skalare Sub-Queries können auch in SELECT-Klausel stehen

```
SELECT  P.PNAME, (SELECT  A.ANAME FROM  ABT  A  
                 WHERE   A.ANR = P.ANR) AS  ABTEILUNG  
FROM    PERS  P  
WHERE   BERUF = 'Programmierer'
```

Einfügen von Tupeln (INSERT)

```
INSERT INTO table [ (column-commalist) ]  
  { VALUES row-constr-commalist |  
    table-exp |  
    DEFAULT VALUES }
```

■ Satzweises Einfügen (direkte Angabe der Attributwerte)

Bsp.: Füge den Schauspieler Garfield mit der PNR 4711 ein

- alle nicht angesprochenen Attribute erhalten Nullwerte
- falls alle Werte in der richtigen Reihenfolge versorgt werden, kann Attributliste entfallen (NICHT zu empfehlen)
- Integritätsbedingungen müssen erfüllt werden



INSERT (2)

■ mengenorientiertes Einfügen: einzufügende Tupeln werden aus einer anderen Relation mit Hilfe einer SELECT-Anweisung ausgewählt

Bsp.: Füge die Schauspieler aus L in die Relation TEMP ein

- (leere) Relation TEMP mit kompatiblen Attributen sei vorhanden
- die spezifizierte Tupelmenge wird ausgewählt und in die Zielrelation kopiert
- die eingefügten Tupel sind unabhängig von denen, von denen sie abgeleitet/kopiert wurden.



Ändern von Tupeln (UPDATE)

```
sourced-update ::= UPDATE table
                  SET update-assignment-commalist
                  [WHERE cond-exp]
update-assignment ::= column = {scalar-exp | DEFAULT | NULL }
```

Gib den Schauspielern am Schauspielhaus eine Gehaltserhöhung von 2% (Attribute GEHALT und THEATER seien in SCHAUSPIELER).

Löschen von Tupeln (DELETE)

```
sourced-delete ::= DELETE FROM table [WHERE cond-exp]
```

- Aufbau der WHERE-Klausel entspricht dem der SELECT-Anweisung.

Lösche den Schauspieler mit der PNR 4711

Lösche alle Schauspieler, die nie gespielt haben.

```
DELETE FROM SCHAUSPIELER
WHERE
```


Relationenalgebra vs. SQL (Retrieval)

Relationenalgebra	SQL
$\pi_{A_1, A_2, \dots, A_k}(R)$	SELECT
$\sigma_P(R)$	SELECT
$R \times S$	SELECT
$R \bowtie_{R.A \theta S.B} S$	SELECT
$R \bowtie S$	
$R \rightrightarrows S$	
$R \boxtimes S$	
$R \cup S$	
$R \cap S$	
$R - S$	
$R \div S$	



Zusammenfassung

- SQL wesentlich mächtiger als Relationenalgebra
- Hauptanweisung: SELECT
 - Projektion, Selektion, Joins
 - Aggregatfunktionen
 - Gruppierung (Partitionierungen)
 - quantifizierte Anfragen
 - Unteranfragen (einfache und korrelierte Sub-Queries)
 - allgemeine Mengenoperationen UNION, INTERSECT, EXCEPT
- Datenänderungen: INSERT, UPDATE, DELETE
- hohe Sprachredundanz
- SQL-Implementierungen weichen teilweise erheblich von Standard ab (Beschränkungen / Erweiterungen)

