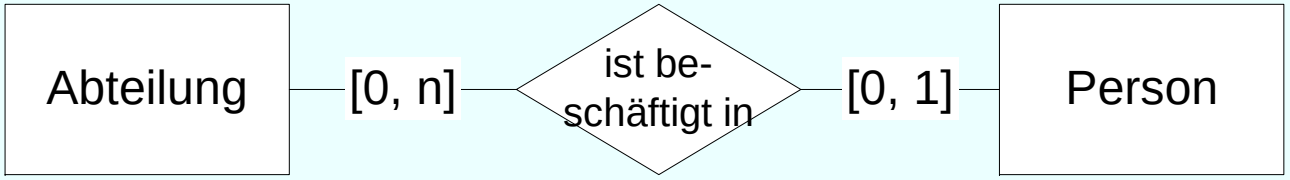
Diskussion: Personal (1)

ER-Diagramm:



Umsetzung ins Relationenmodell?

Diskussion: Personal (2)

Zusätzliche Regel:

In jeder Abteilung (Person) muss mindestens eine beschäftigt sein ([1, N])

Umsetzung ins Relationenmodell?

Zusätzliche Regel:

Jeder Angestellte (Person) muss in einer Abteilung beschäftigt sein ([1, 1])

Umsetzung ins Relationenmodell?

Generated Values

Artificial values, surrogates, no semantic, mostly as keys:

- Directly in the table definition:

```
create table dept (
        deptno   serial primary key,
        deptname varchar(50) not null);
```

insert with:

```
insert into dept values(default, 'I3')or
        insert into dept values('I3');
```

Sequences to share

CREATE [TEMPORARY | TEMP] SEQUENCE name
[INCREMENT [BY] increment]

[MINVALUE minvalue | NO MINVALUE] [MAXVALUE maxvalue | NO MAXVALUE]

[START [WITH] start] [CACHE cache]

[[NO] CYCLE]

```
CREATE SEQUENCE artificial_key START 101;

CREATE TABLE Dept (deptno INT DEFAULT
nextval('artificial_key') NOT NULL,...)

INSERT INTO dept VALUES
(nextval('artificial_key'), 'I3');
```

Die relationale Algebra

- σ Selektion
- π Pojektion
- x Kreuzprodukt
- $\bowtie$ Join (Verbund)
- ρ Umbenennung
- $\ltimes$ Semi-Join (linker)
- $\rtimes$ Semi-Join (rechter)
- $⟕$ linker äußerer Join
- $⟖$ rechter äußerer Join

Allg. Mengenoperationen:

- $-$ Differenz
- $\div$ Division
- $\cup$ Vereinigung
- $\cap$ Durchschnitt

Beispiel Mengendurchschnitt

Finde die *PersNr* aller C4-Professoren, die mindestens eine Vorlesung halten.

$$\Pi_{\text{PersNr}}(\rho_{\text{PersNr}\leftarrow\text{gelesenVon}}(\text{Vorlesungen})) \cap \Pi_{\text{PersNr}}(\sigma_{\text{Rang=C4}}(\text{Professoren}))$$

→ prozedural !

Relationaler Tupelkalkül

Eine Anfrage im Relationenkalkül hat die Form

$$\{t \mid P(t)\}$$

mit t Tupelvariable und P Prädikat

einfaches **Beispiel:**

C4-Professoren

$$\{p \mid p \in \text{Professoren} \wedge p.\text{Rang} = \text{'C4'}\}$$

Relationaler Tupelkalkül: weiteres Beispiel

Studenten mit mindestens einer Vorlesung von Curie

$$\{s \mid s \in \text{Studenten} \wedge \exists h \in \text{hören}(s.\text{MatrNr}=h.\text{MatrNr} \wedge \exists v \in \text{Vorlesungen}(h.\text{VorlNr}=v.\text{VorlNr} \wedge \exists p \in \text{Professoren}(p.\ \text{PersNr}=v.\text{gelesenVon} \wedge p.\text{Name} = \text{'Curie'}))))\}$$

Dieselbe Anfrage in SQL …
… belegt die Verwandtschaft

```
select s.*
from Studenten s
where exists (
        select h.*
        from hören h
        where h.MatrNr = s.MatrNr and exists (
              select *
              from Vorlesungen v
              where v.VorlNr = h.VorlNr and exists (
                    select *
                     from Professoren p
                     where p.Name =‚Curie' and
                                  p.PersNr= v.gelesenVon )))
```

Relationaler Domänenkalkül

Anfrage im Domänenkalkül hat die Form:

$\{[v1, v2, \ldots, vn] \mid P(v1, \ldots, vn)\}$

mit v1, . . . , v2 Domänenvariablen und P Prädikat

Beispiel:

MatrNr und Namen der Prüflinge von Sokrates

$$\{[m, n] \mid \exists\, ([m, n, s] \in Studenten$$
$$\wedge \exists\, p, v, g\, ([m, p, v, g] \in prüfen$$
$$\wedge \exists\, a, r, b\, ([p, a, r, b] \in Professoren$$
$$\wedge\, a = \text{‘Sokrates’}))\}$$

Ausdruckskraft

Die drei Sprachen

- relationale Algebra
- relationaler Tupelkalkül, eingeschränkt auf sichere Ausdrücke
- relationaler Domänenkalkül, eingeschränkt auf sichere Ausdrücke

sind gleich mächtig

$\{n \mid \neg(n \in Professoren)\}$ *z.B. ist nicht sicher, da das Ergebnis* unendlich ist

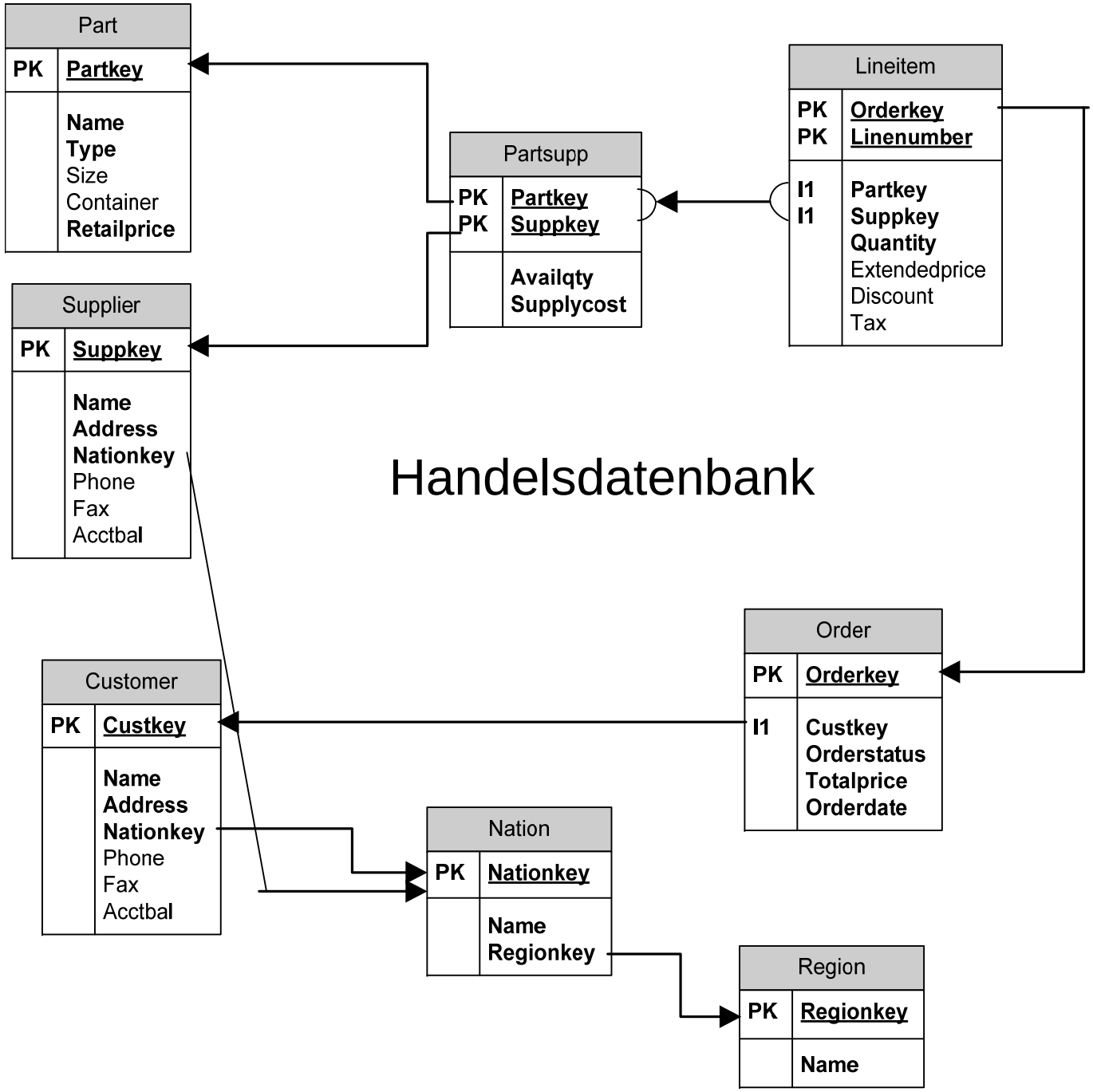
SQL - DRL

Tutorials für erste Einblicke in SQL:

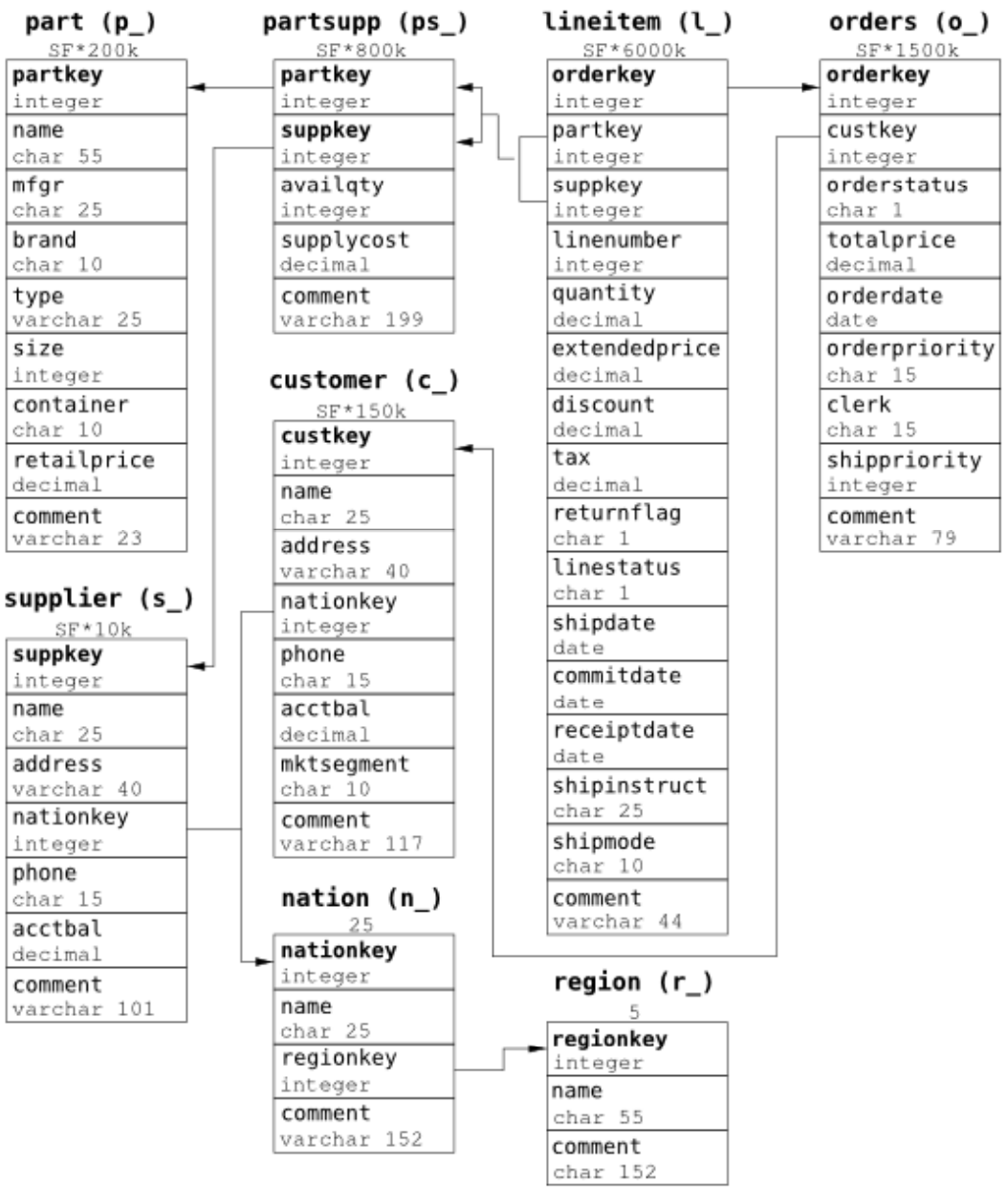
- sql.lernenhoch2.de/lernen/
- www.w3schools.com/sql

Webschnittstellen für SQL:

- sqlfiddle.com (MySQL, Oracle, PostgreSQL, SQLite, MS SQL):
  auch Tabellen anlegen möglich
- hyper-db.com/interface.html (HyPer):
  Universitätsdatenbank, TPC-H Schema
  Query-Ausführungspläne


Part
PK Partkey
Name
Type
Size
Container
Retailprice
Partsupp
PK Partkey
PK Suppkey
Availqty
Supplycost
Lineitem
PK Orderkey
PK Linenumber
I1 Partkey
I1 Suppkey
Quantity
Extendedprice
Discount
Tax
Supplier
PK Suppkey
Name
Address
Nationkey
Phone
Fax
Acctbal
Handelsdatenbank
Order
PK Orderkey
I1 Custkey
Orderstatus
Totalprice
Orderdate
Customer
PK Custkey
Name
Address
Nationkey
Phone
Fax
Acctbal
Nation
PK Nationkey
Name
Regionkey
Region
PK Regionkey
Name

TPC-H Schema


part (p_)
SF*200k
partkey integer
name char 55
mfgr char 25
brand char 10
type varchar 25
size integer
container char 10
retailprice decimal
comment varchar 23
partsupp (ps_)
SF*800k
partkey integer
suppkey integer
availqty integer
supplycost decimal
comment varchar 199
lineitem (l_)
SF*6000k
orderkey integer
partkey integer
suppkey integer
linenumber integer
quantity decimal
extendedprice decimal
discount decimal
tax decimal
returnflag char 1
linestatus char 1
shipdate date
commitdate date
receiptdate date
shipinstruct char 25
shipmode char 10
comment varchar 44
orders (o_)
SF*1500k
orderkey integer
custkey integer
orderstatus char 1
totalprice decimal
orderdate date
orderpriority char 15
clerk char 15
shippriority integer
comment varchar 79
customer (c_)
SF*150k
custkey integer
name char 25
address varchar 40
nationkey integer
phone char 15
acctbal decimal
mktsegment char 10
comment varchar 117
supplier (s_)
SF*10k
suppkey integer
name char 25
address varchar 40
nationkey integer
phone char 15
acctbal decimal
comment varchar 101
nation (n_)
25
nationkey integer
name char 25
regionkey integer
comment varchar 152
region (r_)
5
regionkey integer
name char 55
comment char 152

Gerüst SQL-Anfrage

select	<Attributliste>		5
from	<Relationenliste>		1
[where	<Prädikatsliste>		2
group by	<Attributliste>		3
having	<Prädikatsliste>		4
order by	<Attributliste>		6
fetch first	<Anzahl Ergebnistupel>	**]**	7

Einfaches Beispiel

Anfrage:
"Gib mir die gesamte Information über alle Professoren„

select *

from Professoren

Professoren

PersNr	Name	Rang
2136	Curie	C4
2137	Kant	C4
2126	Russel	C4
2125	Sokrates	C4
2134	Augustinus	C3
2127	Kopernikus	C3
2133	Popper	C3

Ergebnis

PersNr	Name	Rang
2136	Curie	C4
2137	Kant	C4
2126	Russel	C4
2125	Sokrates	C4
2134	Augustinus	C3
2127	Kopernikus	C3
2133	Popper	C3

Attribute selektieren

Anfrage:
"Gib mir die PersNr und den Namen aller Professoren„

select PersNr, Name

from Professoren

Professoren

PersNr	Name	Rang
2136	Curie	C4
2137	Kant	C4
2126	Russel	C4
2125	Sokrates	C4
2134	Augustinus	C3
2127	Kopernikus	C3
2133	Popper	C3

Ergebnis

PersNr	Name
2136	Curie
2137	Kant
2126	Russel
2125	Sokrates
2134	Augustinus
2127	Kopernikus
2133	Popper

Duplikateliminierung

• Im Gegensatz zur relationalen Algebra (Mengen!) eliminert SQL keine Duplikate

• Falls Duplikateliminierung erwünscht, muss das Schlüsselwort **distinct** benutzt werden

• Beispiel:
Anfrage: „Welche Ränge haben Professoren?„

select distinct Rang

from Professoren

Ergebnis:

Rang
C3
C4

Where Klausel: Tupel selektieren

Anfrage:
"Gib mir die PersNr und den Namen aller Professoren, die den Rang C4 haben„

```
select   PersNr, Name
from     Professoren
where    Rang= ´C4´;
```

Ergebnis:

PersNr	Name
2125	Sokrates
2126	Russel
2136	Curie
2137	Kant

Where Klausel: Prädikate

• Prädikate in der where-Klausel können logisch kombiniert werden mit:

AND, OR, NOT

• Als Vergleichsoperatoren können verwendet werden:

=, <,<=, >,>=, between, like

Beispiel für between

Anfrage:
"Gib mir die Namen aller Studenten, die zwischen 1987-01-01 und 1989-01-01 geboren wurden„

```
select Name
from   Student
where Geburtstag between 1987-01-01 and 1989-01-01;
```

Anfrage äquivalent zu:

```
select Name
from Student
where Geburtstag >= 1987-01-01
        and Geburtstag <= 1989-01-01;
```

String-Vergleiche

• Stringkonstanten müssen in einfachen Anführungszeichen eingeschlossen sein

Anfrage:
"Gib mir alle Informationen über den Professor
mit dem Namen Kant„

```
select *
from   Professoren
where Name = 'Kant';
```

Suche mit Jokern (Wildcards)

Anfrage:
"Gib mir alle Informationen über Professoren,
deren Namen mit einem K anfängt“

select *
from Professoren
where Name **like** ’K%’;

Mögliche Joker:
- _ steht für ein beliebiges Zeichen
- % steht für eine beliebige Zeichenkette (auch der Länge 0)

Nullwerte

- In SQL gibt es einen speziellen Wert **NULL**
- Dieser Wert existiert für alle verschiedenen Datentypen und repräsentiert Werte, die
  - *unbekannt* oder
  - *nicht verfügbar* oder
  - *nicht anwendbar* sind.
- Nullwerte können auch im Zuge der Anfrageauswertung entstehen
- Auf NULL wird mit **is NULL** geprüft:

Beispiel:

```
select   *
from     Professoren
where    Raum is NULL;
```

Nullwerte cont.

- Nullwerte werden in arithmetischen Ausdrücken durchgereicht: mindestens ein Operand NULL → Ergebnis ebenfalls NULL
- manchmal sehr überraschende Anfrageergebnisse, wenn Nullwerte vorkommen, z.B.:

```
select count (*)
from Studenten
where Semester < 13 or Semester > = 13
```

- Wenn es Studenten gibt, deren Semester-Attribut den Wert NULL hat, werden diese nicht mitgezählt
- Der Grund liegt in dreiwertiger Logik unter Einbeziehung von NULL-Werten:

Auswertung bei Null-Werten

- SQL: dreiwertige Logik, mit den Werten **true**, **false** und **unknown**
- **unknown** liefern Vergleichsoperationen zurück, wenn mindestens eines ihrer Argumente NULL ist.
- In einer **where**-Bedingung werden nur Tupel weitergereicht, für die die Bedingung **true** ist. Insbesondere werden Tupel, für die die Bedingung zu **unknown** auswertet, nicht ins Ergebnis aufgenommen.
- Bei einer Gruppierung wird NULL als ein eigenständiger Wert aufgefasst und in eine eigene Gruppe eingeordnet.
- Logische Ausdrücke werden nach den folgenden Tabellen berechnet:

Dreiwertige Logik-Tabellen

not	
true	false
unknown	unknown
false	true

and	true	unknown	false
true	true	unknown	false
unknown	unknown	unknown	false
false	false	false	false

or	true	unknown	false
true	true	true	true
unknown	true	unknown	unknown
false	true	unknown	false

Professoren

PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
2133	Popper	C3	52
2134	Augustinus	C3	309
2136	Curie	C4	36
2137	Kant	C4	7

Studenten

MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12
26120	Fichte	10
26830	Aristoxenos	8
27550	Schopenhauer	6
28106	Carnap	3
29120	Theophrastos	2
29555	Feuerbach	2

Vorlesungen

VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

hören

MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
28106	5041
28106	5052
28106	5216
28106	5259
29120	5001
29120	5041
29120	5049
25403	5022
29555	5022
29555	5001

voraussetzen

Vorgänger	Nachfolger
5001	5041
5001	5043
5001	5049
5041	5216
5043	5052
5041	5052
5052	5259

Assistenten

PersNr	Name	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	Ideenlehre	2125
3003	Aristoteles	Syllogistik	2125
3004	Wittgenstein	Sprachtheorie	2126
3005	Rhetikus	Planetenbewegung	2127
3006	Newton	Keplersche Gesetze	2127
3007	Spinoza	Gott und Natur	2126

prüfen

MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1
25403	5041	2125	2
27550	4630	2137	2

Anfragen über mehrere Relationen: Kreuzprodukt

• Falls mehrere Relationen in der from-Klausel auftauchen, werden sie mit einem Kreuzprodukt verbunden

• Beispiel:
Anfrage: "Gib alle Professoren und Vorlesungen aus„

select *
from Vorlesung, Professor**;**

Ergebnis???

Anfragen über mehrere Relationen: Joins

- Kreuzprodukte machen meistens keinen Sinn, interessanter sind Joins
- Joinprädikate werden in der where-Klausel angegeben:

```
select *
from Vorlesung, Professor
where gelesenVon = PersNr;
```

Anfragen über mehrere Relationen: Joins cont.

Welcher Professor liest "Mäeutik"?

```
select Name, Titel
from Professoren, Vorlesungen
where PersNr = gelesenVon
        and Titel = ‘Mäeutik‘;
```

Beispiel

Professoren			
PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
⋮	⋮	⋮	⋮
2137	Kant	C4	7

Vorlesungen			
VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
⋮	⋮	⋮	⋮
5049	Mäeutik	2	2125
⋮	⋮	⋮	⋮
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

PersN	Name	Rang	Raum	VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
2125	Sokrates	C4	226	5001	Grundzüge	4	2137
1225	Sokrates	C4	226	5041	Ethik	4	2125
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2125	Sokrates	C4	226	5049	Mäeutik	2	2125
⋮	⋮		⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2126	Russel	C4	232	5001	Grundzüge	4	2137
2126	Russel	C4	232	5041	Ethik	4	2125
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
2137	Kant	C4	7	4630	Die 3 Kritiken	4	2137

↓ Auswahl

PersNr	Name	Rang	Raum	VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
2125	Sokrates	C4	226	5049	Mäeutik	2	2125

↓ Projektion

Name	Titel
Sokrates	Mäeutik

Namenskollision

- gleichnamige Attribute in verschiedenen Relationen müssen aufgelöst werden

Beispiel:
Welche Studenten hören welche Vorlesungen?

```
select Name, Titel
from Studenten, hören, Vorlesungen
where Studenten.MatrNr = hören.MatrNr and
    hören.VorlNr = Vorlesungen.VorlNr;
```

Namenskollision cont.

Welche Studenten hören welche Vorlesungen?

Alternativ:

```
select s.Name, v.Titel
from Studenten s, hören h, Vorlesungen v
where s. MatrNr = h. MatrNr and
      h.VorlNr = v.VorlNr
```

Mengenoperationen

- In SQL gibt es auch die üblichen Operationen auf Mengen:
  Vereinigung, Schnitt und Differenz
- Setzen wie in der relationalen Algebra gleiches Schema der verknüpften Ausgabe-Relationen voraus

```
( select Name
  from Assistenten )
union
( select Name
  from Professoren);
```

Duplikateliminierung

- Im Gegensatz zu **select** eliminiert **union** automatisch Duplikate

- Falls Duplikate im Ergebnis erwünscht sind, muss der **union all**-Operator benutzt werden

Schnitt, Mengendifferenz

Professoren **und** Assistenten

```
select Name  from Professoren
intersect
select Name from Assistenten;
```

Professoren, **aber nicht** Assistenten

```
select Name from Professoren
except
select Name from Assistenten;
```

Sortierung

- Tupel in einer Relation sind nicht (automatisch) sortiert
- Ergebnis einer Anfrage kann mit Hilfe der **order by**-Klausel sortiert werden
- Es kann aufsteigend oder absteigend sortiert werden
- Default Sortierung: aufsteigend

Beispiel

```
select *
from Studenten
order by Name, Semester desc;
```

Geschachtelte Anfragen

- Anfragen können in anderen Anfragen geschachtelt sein, d.h. es kann mehr als eine select-Klausel geben
- Geschachteltes select kann in der where-Klausel, in der from-Klausel und sogar in einer select-Klausel selbst auftauchen
- Im Prinzip wird in der "inneren" Anfrage ein Zwischenergebnis berechnet, das in der "äußeren" benutzt wird

Select in Where-Klausel

- Zwei verschiedene Arten von Unteranfragen: korrelierte und unkorrelierte
- unkorreliert: Unteranfrage bezieht sich nur auf "eigene" Attribute
- korreliert: Unteranfrage referenziert auch Attribute der äußeren Anfrage

Professoren

PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
2133	Popper	C3	52
2134	Augustinus	C3	309
2136	Curie	C4	36
2137	Kant	C4	7

Studenten

MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12
26120	Fichte	10
26830	Aristoxenos	8
27550	Schopenhauer	6
28106	Carnap	3
29120	Theophrastos	2
29555	Feuerbach	2

Vorlesungen

VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

hören

MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
28106	5041
28106	5052
28106	5216
28106	5259
29120	5001
29120	5041
29120	5049
25403	5022
29555	5022
29555	5001

voraussetzen

Vorgänger	Nachfolger
5001	5041
5001	5043
5001	5049
5041	5216
5043	5052
5041	5052
5052	5259

Assistenten

PersNr	Name	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	Ideenlehre	2125
3003	Aristoteles	Syllogistik	2125
3004	Wittgenstein	Sprachtheorie	2126
3005	Rhetikus	Planetenbewegung	2127
3006	Newton	Keplersche Gesetze	2127
3007	Spinoza	Gott und Natur	2126

prüfen

MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1
25403	5041	2125	2
27550	4630	2137	2

Unkorrelierte Unteranfrage

Namen aller Studenten, die VorlNr 5041 hören

```
select S.Name
from Studenten S
where S.MatrNr in
(select h.MatrNr
from hoeren h
where h.VorlNr = 5041);
```

- Unteranfrage wird einmal ausgewertet
- für jedes Tupel der äußeren Anfrage wird geprüft, ob die MatrNr im Ergebnis der Unteranfrage vorkommt

Korrelierte Unteranfrage

Finde alle Professoren, für die Assistenten mit voneinander unterschiedlichen Fachgebieten arbeiten

```
select distinct P.Name
from Professoren P, Assistenten A
where A.Boss = P.PersNr
and exists
(select *
from Assistent B
where B.Boss = P.PersNr and A.Fachgebiet <> B.Fachgebiet);
```

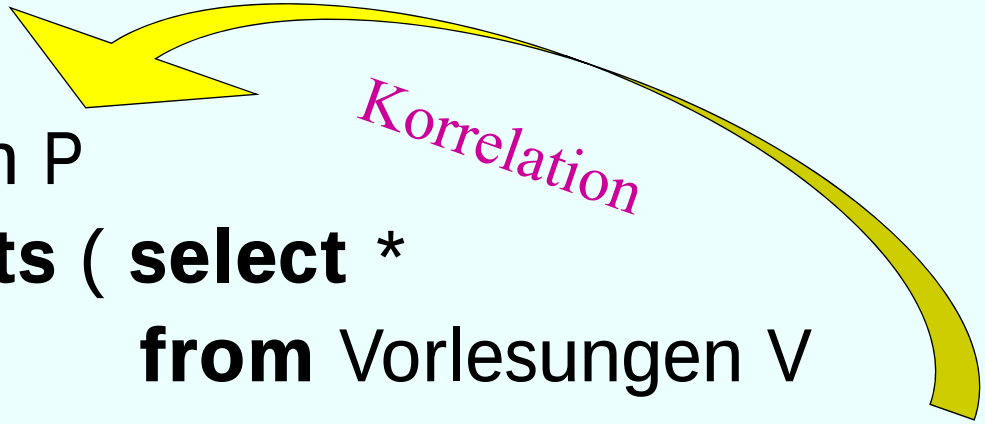
- Für jedes Tupel der äußeren Anfrage hat innere Anfrage verschiedene Werte
- das exists-Prädikat ist wahr, wenn die Unteranfrage mind. ein Tupel enthält

Existenzquantor exists

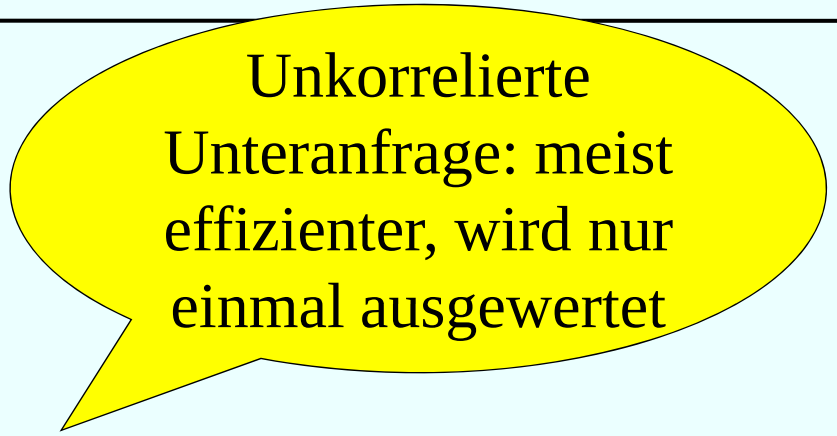
```
select P.Name
from Professoren P
where not exists ( select *
                   from Vorlesungen V
                   where V.gelesenVon = P.PersNr );
```

Existenzquantor exists

```
select P.Name
from Professoren P
where not exists ( select *
                   from Vorlesungen V
                   where V.gelesenVon = P.PersNr );
```



Mengenvergleich




```
select Name
from Professoren
where PersNr not in ( select gelesenVon
                      from Vorlesungen );
```

Unkorrelierte versus korrelierte Unteranfragen

- korrelierte Formulierung

```
select s.*
from Studenten s
where exists
        (select p.*
        from Professoren p
        where p.GebDatum > s.GebDatum);
```

Umformulierung

- Äquivalente unkorrelierte Formulierung

```
select s.*
from Studenten s
where s.GebDatum <
        (select max (p.GebDatum)
         from Professoren p);
```

- Vorteil: Unteranfrageergebnis kann materialisiert werden
- Unteranfrage braucht nur einmal ausgewertet zu werden

Entschachtelung korrelierter Unteranfragen -- Forts.

```
select a.*
from Assistenten a
where exists
    ( select p.*
      from Professoren p
      where a.Boss = p.PersNr and p.GebDatum>a.GebDatum);
```

- Entschachtelung durch Join

```
select a.*
from Assistenten a, Professoren p
where a.Boss=p.PersNr and p.GebDatum > a.GebDatum;
```

Aggregatfunktion und Gruppierung

Aggregatfunktionen **avg, max, min, count, sum**

```
select avg (Semester)
   from Studenten ;

select gelesenVon, sum (SWS)
   from Vorlesungen
   group by gelesenVon;
```

Aggregatfunktion und Gruppierung

```
select gelesenVon, Name, sum (SWS)
   from Vorlesungen, Professoren
   where gelesenVon = PersNr and Rang = ´C4´
   group by gelesenVon, Name
       having avg (SWS) >= 3;
```

Besonderheiten bei Aggregatoperationen

- SQL erzeugt pro Gruppe ein Ergebnistupel
- alle in der **select**-Klausel aufgeführten Attribute - außer den aggregierten – müssen auch in der **group by**-Klausel aufgeführt werden
- Nur so kann SQL sicherstellen, dass sich das Attribut nicht innerhalb der Gruppe ändert
- NULL Wert ist eigene Gruppe

Anfrage mit group by (Equi-Join, Selektion Rang=‚C4‘)

Vorlesung x Professoren							
Vorl Nr	Titel	SWS	gelesen Von	PersNr	Name	Rang	Raum
5001	Grundzüge	4	2137	2125	Sokrates	C4	226
5041	Ethik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
...	...	...	...	...	...	C3	...
4630	Die 3 Kritiken	4	2137	2137	Kant	C4	7

⇓ **where**-Bedingung

Gruppieren nach gelesenVon, Name

VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von	PersNr	Name	Rang	Raum
5001	Grundzüge	4	2137	2137	Kant	C4	7
5041	Ethik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
5043	Erkenntnistheorie	3	2126	2126	Russel	C4	232
5049	Mäeutik	2	2125	2125	Sokrates	C4	226
4052	Logik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126	2126	Russel	C4	232
5216	Bioethik	2	2126	2126	Russel	C4	232
4630	Die 3 Kritiken	4	2137	2137	Kant	C4	7

⇓ Gruppierung

Professoren

PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
2133	Popper	C3	52
2134	Augustinus	C3	309
2136	Curie	C4	36
2137	Kant	C4	7

Studenten

MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12
26120	Fichte	10
26830	Aristoxenos	8
27550	Schopenhauer	6
28106	Carnap	3
29120	Theophrastos	2
29555	Feuerbach	2

Vorlesungen

VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

hören

MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
28106	5041
28106	5052
28106	5216
28106	5259
29120	5001
29120	5041
29120	5049
25403	5022
29555	5022
29555	5001

voraussetzen

Vorgänger	Nachfolger
5001	5041
5001	5043
5001	5049
5041	5216
5043	5052
5041	5052
5052	5259

Assistenten

PersNr	Name	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	Ideenlehre	2125
3003	Aristoteles	Syllogistik	2125
3004	Wittgenstein	Sprachtheorie	2126
3005	Rhetikus	Planetenbewegung	2127
3006	Newton	Keplersche Gesetze	2127
3007	Spinoza	Gott und Natur	2126

prüfen

MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1
25403	5041	2125	2
27550	4630	2137	2

Nur Gruppen mit mindestens 3 SWS im Schnitt

VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon	PersNr	Name	Rang	Raum
5041	Ethik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
5049	Mäeutik	2	2125	2125	Sokrates	C4	226
4052	Logik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
5043	Erkenntnistheorie	3	2126	2126	Russel	C4	232
5052	Wissenschaftstheo.	3	2126	2126	Russel	C4	232
5216	Bioethik	2	2126	2126	Russel	C4	232
5001	Grundzüge	4	2137	2137	Kant	C4	7
4630	Die 3 Kritiken	4	2137	2137	Kant	C4	7

⇓ **having**-Bedingung

Summenbildung über SWS und Projektion

VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon	PersNr	Name	Rang	Raum
5041	Ethik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
5049	Mäeutik	2	2125	2125	Sokrates	C4	226
4052	Logik	4	2125	2125	Sokrates	C4	226
5001	Grundzüge	4	2137	2137	Kant	C4	7
4630	Die 3 Kritiken	4	2137	2137	Kant	C4	7

⇓ Aggregation (**sum**) und Projektion

Ergebnis

gelesenVon	Name	**sum** (SWS)
2125	Sokrates	10
2137	Kant	8

Maximum / Minimum

Gib mir den Studenten mir der größten MatrNr

```
select  MatrNr, Name
from Student
where MatrNr =
   (select max(MatrNr)
    from Student);
```

NICHT

```
select Name, max(MatrNr)
from Student;
```

Verwertung der Ergebnismenge einer Unteranfrage

```
select tmp.MatrNr, tmp.Name, tmp.VorlAnzahl
from (select s.MatrNr, s.Name, count(*) as VorlAnzahl
        from Studenten s, hoeren h
        where s.MatrNr=h.MatrNr
        group by s.MatrNr, s.Name)  tmp
where tmp.VorlAnzahl > 2;
```

MatrNr	Name	VorlAnzahl
28106	Carnap	4
29120	Theophrastos	3

… oder auch

```
select tmp.MatrNr, tmp.Name, tmp.VorlAnzahl
from (select s.MatrNr, s.Name, count(*) as VorlAnzahl
        from Studenten s, hoeren h
        where s.MatrNr = h.MatrNr
        group by s.MatrNr, s.Name
        having count(*) > 2)  tmp;
```

Decision-Support-Anfrage mit geschachtelten Unteranfragen

```
select  h.VorlNr, h.AnzProVorl, g.GesamtAnz,
        h.AnzProVorl/g.GesamtAnz as Marktanteil
from    ( select VorlNr, count(*) as AnzProVorl
          from hoeren
          group by VorlNr ) h,
        ( select count (*) as GesamtAnz
          from Studenten) g;
```

Das Ergebnis der Anfrage ?!

VorlNr	AnzProVorl	GesamtAnz	Marktanteil
4052	1	8	0
5001	3	8	0
5022	2	8	0
...	...	...	...

Casting der Integer zu Decimal

```
select  h.VorlNr, h.AnzProVorl, g.GesamtAnz,
        cast(h.AnzProVorl as decimal(6,2)) / g.GesamtAnz
        as Marktanteil
from    ( select VorlNr, count(*) as AnzProVorl
          from hören
          group by VorlNr ) h,
        ( select count (*) as GesamtAnz
          from Studenten) g;
```

Professoren

PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226
2126	Russel	C4	232
2127	Kopernikus	C3	310
2133	Popper	C3	52
2134	Augustinus	C3	309
2136	Curie	C4	36
2137	Kant	C4	7

Studenten

MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12
26120	Fichte	10
26830	Aristoxenos	8
27550	Schopenhauer	6
28106	Carnap	3
29120	Theophrastos	2
29555	Feuerbach	2

Vorlesungen

VorlNr	Titel	SWS	gelesen Von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

hören

MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
28106	5041
28106	5052
28106	5216
28106	5259
29120	5001
29120	5041
29120	5049
25403	5022
29555	5022
29555	5001

voraussetzen

Vorgänger	Nachfolger
5001	5041
5001	5043
5001	5049
5041	5216
5043	5052
5041	5052
5052	5259

Assistenten

PersNr	Name	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	Ideenlehre	2125
3003	Aristoteles	Syllogistik	2125
3004	Wittgenstein	Sprachtheorie	2126
3005	Rhetikus	Planetenbewegung	2127
3006	Newton	Keplersche Gesetze	2127
3007	Spinoza	Gott und Natur	2126

prüfen

MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1
25403	5041	2125	2
27550	4630	2137	2

Das Ergebnis der Anfrage

VorlNr	AnzProVorl	GesamtAnz	Marktanteil
4052	1	8	.125
5001	3	8	.375
5022	2	8	.25
...	...	...	...

Weitere Anfragen mit Unteranfragen

```
select Name
from Professoren
where PersNr not in ( select gelesenVon
                      from Vorlesungen );

select Name
from Studenten
where Semester > = all ( select Semester
                         from Studenten );
```

Das case-Konstrukt

```
select MatrNr, ( case when Note < 1.5 then ´sehr gut´
                      when Note < 2.5 then ´gut´
                      when Note < 3.5 then ´befriedigend´
                      when Note < 4.0 then ´ausreichend´
                      else ´nicht bestanden´ end)
from prüfen;
```

Die **erste** qualifizierende **when**-Klausel wird ausgeführt

Joins in SQL-92

- **cross join:** volles Kreuzprodukt (nicht in allen DBS!)
- **natural join:** natürlicher Join, Gleichheitstest auf alle gleichnamigen Attribute in den Relationen, Ausgabe aller Attribute, die gleichnamigen nur jeweils einmal (nicht in allen DBS!)
- **join** oder auch genannt **inner join**: Theta-Join, Theta Prädikat über Attribute
- **left**, **right** oder **full outer join**: äußerer Join
- semi-join: kein Operator in SQL, ausgedrückt mit **exists** oder **in** Konstrukte

(Inner) Join

select *
from R_1, R_2
where $R_1.A = R_2.B$;

oder auch

select *
from R_1 **join** R_2 **on** $R_1.A = R_2.B$;

Äußere Joins (links)

```
select p.PersNr, p.Name, f.PersNr, f.Note,
   f.MatrNr, s.MatrNr, s.Name
from Professoren p left outer join
    (prüfen f left outer join Studenten s
                on f.MatrNr = s.MatrNr)
                            on p.PersNr = f.PersNr;
```

Ergebnis

PersNr	p.Name	f.PersNr	f.Note	f.MatrNr	s.MatrNr	s.Name
2126	Russel	2126	1	28106	28106	Carnap
2125	Sokrates	2125	2	25403	25403	Jonas
2137	Kant	2137	2	27550	27550	Schopen-hauer
2136	Curie	-	-	-	-	-
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Äußere Joins (rechts)

```
select p.PersNr, p.Name, f.PersNr, f.Note,
   f.MatrNr, s.MatrNr, s.Name
from Professoren p right outer join
    (prüfen f right outer join Studenten s
                on f.MatrNr = s.MatrNr)
                        on p.PersNr = f.PersNr;
```

Ergebnis

PersNr	p.Name	f.PersNr	f.Note	f.MatrNr	s.MatrNr	s.Name
2126	Russel	2126	1	28106	28106	Carnap
2125	Sokrates	2125	2	25403	25403	Jonas
2137	Kant	2137	2	27550	27550	Schopen-hauer
-	-	-	-	-	26120	Fichte
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

Äußere Joins (full)

```
select p.PersNr, p.Name, f.PersNr, f.Note,
   f.MatrNr, s.MatrNr, s.Name
from Professoren p full outer join
    (prüfen f full outer join Studenten s
                on f.MatrNr = s.MatrNr)
                        on p.PersNr = f.PersNr;
```

Veränderung am Datenbestand: Einfügen

Einfügen von Tupeln durch **Anfrage**

```
insert into hören
    select MatrNr, VorlNr
    from Studenten, Vorlesungen
    where Titel= `Logik´;
```

Einfügen von Tupeln durch **explizite Wertangabe**

```
insert into Studenten (MatrNr, Name)
    values (28121,  `Archimedes´), (4711, ‚Pythagoras‘);
```

Veränderung am Datenbestand: Einfügen

Einfügen von Tupeln aus **Datei**

Datenbankspezifische Dienstprogramme, z.B. DB2:

- **Import:**

```
IMPORT FROM studis.tbl OF DEL
INSERT INTO Studenten;
```

```
Analog: EXPORT TO studis.tbl OF DEL
        SELECT * FROM Studenten;
```

- **Load:**

High-Performance Alternative zu Import

Oracle: Load, Datapump, ...

Veränderung am Datenbestand: Löschen, Verändern

delete Studenten

where Semester > 13;

Achtung: **delete** Studenten löscht gesamten **Inhalt** der Relation

update Studenten

set Semester= Semester + 1;

Zweistufiges Vorgehen bei Änderungen

1. die Kandidaten für die Änderung werden ermittelt und "markiert"
2. die Änderung wird an den in Schritt 1. ermittelten Kandidaten durchgeführt

Anderenfalls könnte die Änderungsoperation von der Reihenfolge der Tupel abhängen, wie folgendes Beispiel zeigt:

```
delete from voraussetzen
   where Vorgänger in (select Nachfolger
                       from voraussetzen);
```

Beispiel

voraussetzen	
Vorgänger	Nachfolger
5001	5041
5001	5043
5001	5049
5041	5216
5043	5052
5041	5052
5052	5229

Ohne einen Markierungsschritt hängt das Ergebnis dieser Anfrage von der Reihenfolge der Tupel in der Relation ab. Eine Abarbeitung in der Reihenfolge der Beispielausprägung würde das letzte Tupel (5052, 5229) fälschlicherweise erhalten, da vorher bereits alle Tupel mit 5052 als *Nachfolger* entfernt wurden.

Veränderungen am Schema

- **drop table** <Tabellenname>
- **alter table** <Tabellenname>
  drop| add column <Attributname> <Datentyp>
  alter column <Attributname> **set default** <default>
  …

Weitere datenbankspezifisch, z.B. Oracle:

- **alter table** <Tabellenname>
  - **modify | add column** <Attributname> <Datentyp>
  - **drop column** <Attributname>
  - **add | drop | enable | disable** <constraint-Klausel>

Sichten ...

- gehören zur DDL:
  create view <viewname> **as** <select-statement>
- oft verwendet, um Anfragen übersichtlicher zu gestalten
- stellen eine Art "virtuelle Relation" dar
- zeigen einen Ausschnitt aus der Datenbank
- Vorteile
  - vereinfachen den Zugriff für bestimmte Benutzergruppen
  - können eingesetzt werden, um den Zugriff auf die Daten einzuschränken
- Nachteil
  - nicht auf allen Sichten können Änderungsoperationen ausgeführt werden

Erinnerung

```
select tmp.MatrNr, tmp.Name, tmp.VorlAnzahl
from (select s.MatrNr, s.Name, count(*) as VorlAnzahl
        from Studenten s, hoeren h
        where s.MatrNr=h.MatrNr
        group by s.MatrNr, s.Name)  tmp
where tmp.VorlAnzahl > 2;
```

… auch möglich

```
with tmp (MatrNr, Name, VorlAnzahl) as
(select s.MatrNr, s.Name, count(*)
        from Studenten s, hoeren h
        where s.MatrNr=h.MatrNr
        group by s.MatrNr, s.Name)
select *
from tmp
where VorlAnzahl > 2;
```

→ temporäre Tabelle, nur gültig innerhalb der Query

Vereinfachung mit Sichten

Komplexe Anfrage: Finde die Namen aller Professoren, die Vorlesungen halten, die mehr als der Durchschnitt an Credits wert sind, und die mehr als drei Assistenten beschäftigen.

- nicht alles gleich auf einmal machen → kleinere übersichtlichere Teile
- diese Teile können mit Hilfe von Sichten realisiert werden oder auch mit benannten Zwischenergebnissen

Vereinfachung

1. Finde alle Vorlesungen mit überdurchschnittlich viel Credits:

```
create view ÜberSchnittCredit as
   select Nr, ProfPersNr
   from Vorlesung
   where Credits >
      (select avg (Credits)
       from Vorlesung);
```

Vereinfachung

2. Finde alle Professoren mit mehr als drei Assistenten:

```
create view VieleAssistenten as
   select Boss
   from Assistent
   group by Boss
   having count(*) > 3;
```

Vereinfachung

- alles zusammensetzen
- Sichten können wie eine herkömmliche Relation angesprochen werden

```
select Name
from Professor
where PersNr in
   (select  PersNr
   from ÜberSchnittCredit) and
            PersNr in
   (select Boss
   from VieleAssistenten);
```

Sichten ...

für den Datenschutz

```
create view prüfenSicht as
    select MatrNr, VorlNr, PersNr
    from prüfen
```

Sichten ...

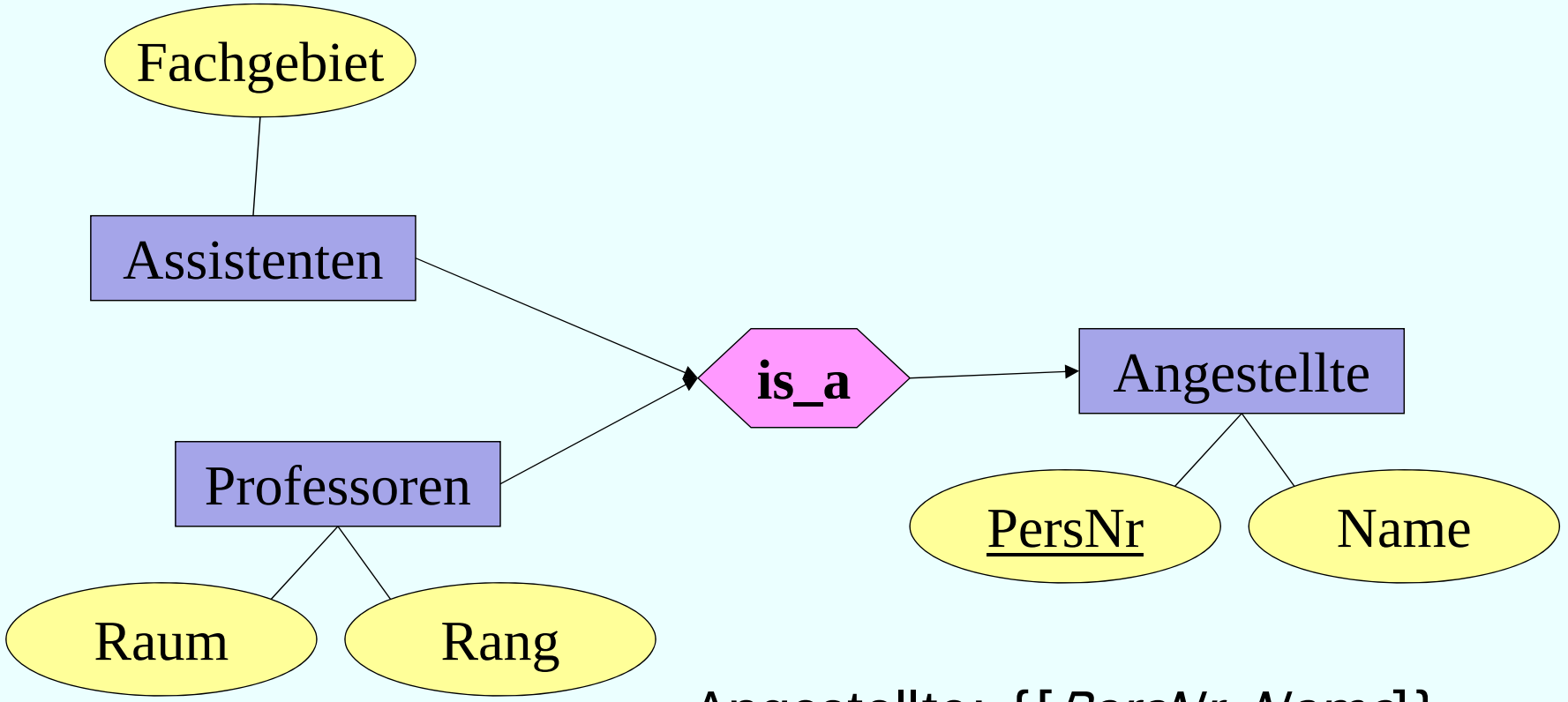
für den Datenschutz

```
create view prüfenSicht as
    select MatrNr, VorlNr, PersNr
    from prüfen
```

für Statistik

```
create view PruefGuete(Name, GueteGrad) as
      (select prof.Name, avg(pruef.Note)
       from Professoren prof join pruefen pruef on
                        prof.PersNr = pruef.PersNr
       group by prof.Name, prof.PersNr
       having count(*) > 50)
```

Relationale Modellierung der Generalisierung



Angestellte: {[*PersNr, Name*]}

ProfDaten: {[*PersNr, Rang, Raum*]}

AssiDaten: {[*PersNr, Fachgebiet*]}

Tabellendefinitionen

```
create table Angestellte
        (PersNr     integer not null,
        Name        varchar (30) not null);
create table ProfDaten
        (PersNr     integer not null,
        Rang        character(2),
        Raum        integer);
create table AssiDaten
        (PersNr             integer not null,
        Fachgebiet          varchar(30) );
```

Sichten zur Modellierung von Generalisierung

```
create view Professoren as
        select *
        from Angestellte a, ProfDaten d
        where a.PersNr=d.PersNr;

create view Assistenten as
        select *
        from Angestellte a, AssiDaten d
        where a.PersNr=d.PersNr;
```

➔ Untertypen als Sicht

Tabellendefinitionen

```
create table Professoren
        (PersNr integer not null,
        Name            varchar (30) not null,
        Rang            character (2),
        Raum            integer);

create table Assistenten
        (PersNr integer not null,
        Name            varchar (30) not null,
        Fachgebiet      varchar (30) );

create table AndereAngestellte
        (PersNr integer not null,
        Name            varchar (30) not null);
```

Sichten zur Modellierung von Generalisierung

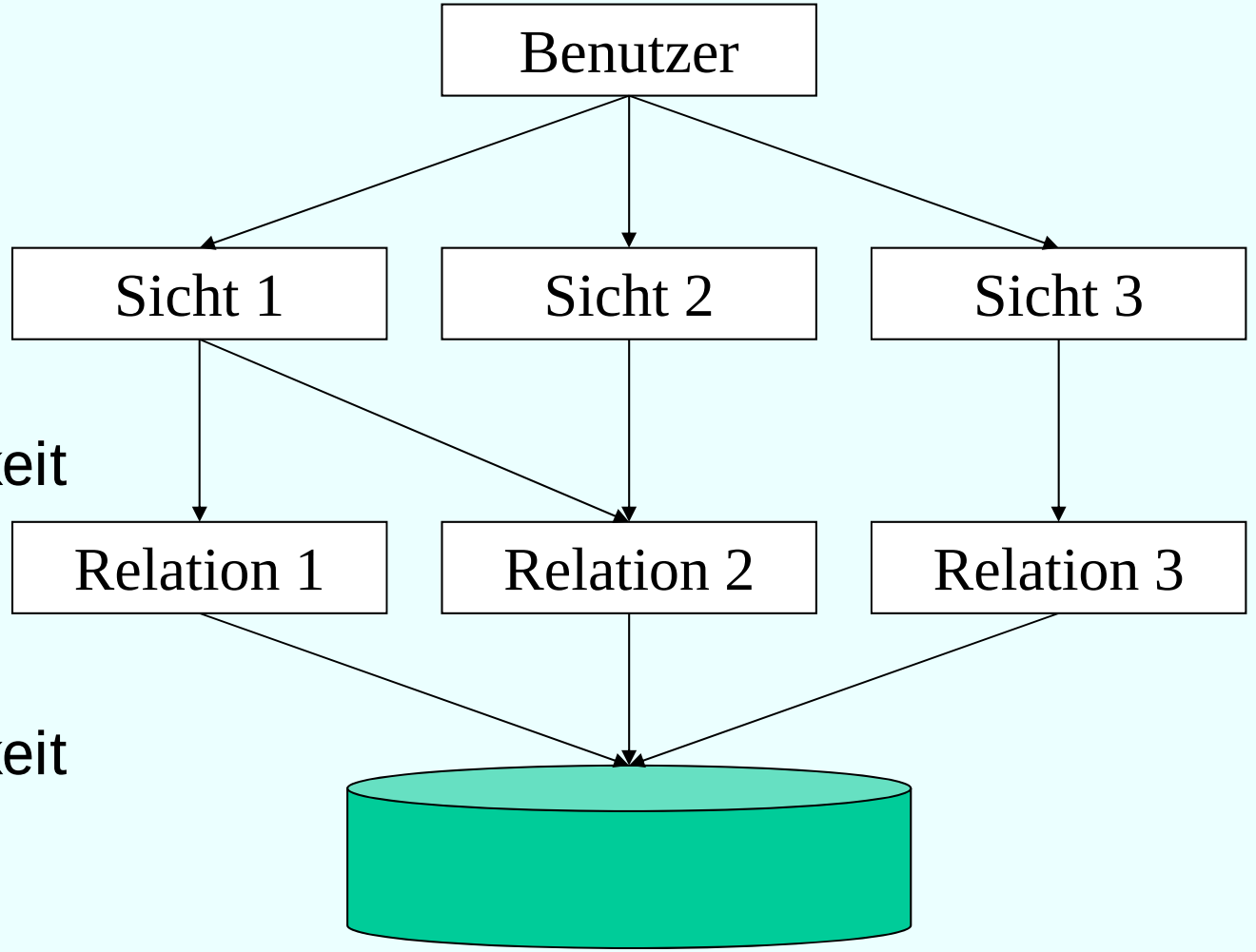
```
create view Angestellte as
        (select PersNr, Name
        from Professoren)
          union
        (select PersNr, Name
        from Assistenten)
         union
        (select *
        from AndereAngestellte);
```

➔ Obertyp als Sicht

Sichten zur Gewährleistung von Datenunabhängigkeit

logische Datenunabhängigkeit

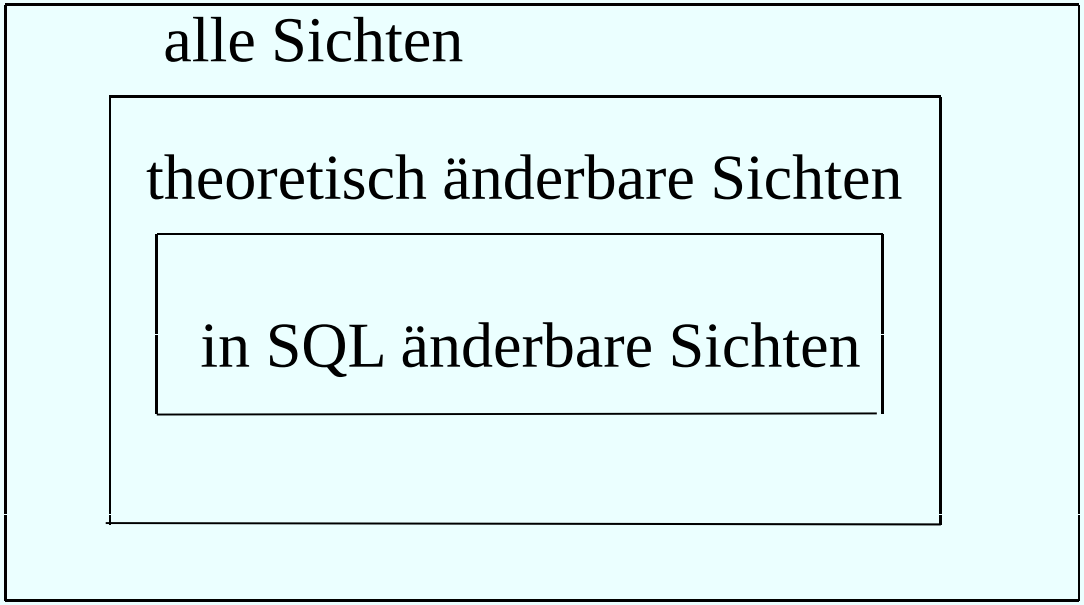
physische Datenunabhängigkeit



Änderbarkeit von Sichten

in SQL

- nur eine Basisrelation
- Schlüssel muss vorhanden sein
- keine Aggregatfunktionen, Gruppierung und Duplikateliminierung



Sichten

- Lebensdauer, Gültigkeit
  - Löschen: **`DROP VIEW` *`view-name`***
  - Ungültige (inoperative) Views:
    - Basisrelation wird gelöscht
    - Rechteverlust des View-Erstellers
    - View-Definition bleibt erhalten (ungültig markiert, kann durch Neudefinition reaktiviert werden)
  - Auswertung:
    - Ersetzen der Sicht durch ihre Definition (~ Makro)
    - **keine** Speicherung (Materialisierung) der Sichtauswertung