

Datenintegrität

- Integritätsbedingungen
 - Schlüssel
 - Beziehungskardinalitäten
 - Attributdomänen
 - Inklusion bei Generalisierung
- statische Integritätsbedingungen
 - Bedingungen an den Zustand der Datenbasis
- dynamische Integritätsbedingungen
 - Bedingungen an Zustandsübergänge



Bisherige Integritätsbedingungen

- Schlüssel: es dürfen keine zwei Tupel existieren, die auf allen Schlüsselattributen gleich sind.
- Kardinalitäten der Beziehungen
- Generalisierungsbeziehung: jede Entität eines Typs muss auch in allen Obertypen enthalten sein
- Festgelegte Domänen für jedes Attribut

Referentielle Integrität

Fremdschlüssel

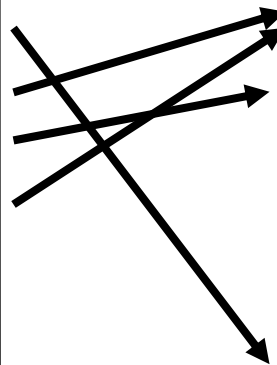
- verweisen auf Tupel einer Relation
- z.B. *gelesenVon* in *Vorlesungen* verweist auf Tupel in *Professoren*

referentielle Integrität

- Fremdschlüssel müssen auf existierende Tupel verweisen oder einen Nullwert enthalten

| Vorlesungen | | | |
|-------------|----------------------|-----|-------------|
| VorINr | 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 |

| 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 |



Referentielle Integrität in SQL

- Kandidatenschlüssel: **unique**
- Primärschlüssel: **primary key**
- Fremdschlüssel: **foreign key**

- Beispiel:

```
create table  $R$ 
```

```
  (  $\alpha$  integer primary key,  
    ... );
```

```
create table  $S$ 
```

```
  ( ...,  
     $\kappa$  integer references  $R$ );
```

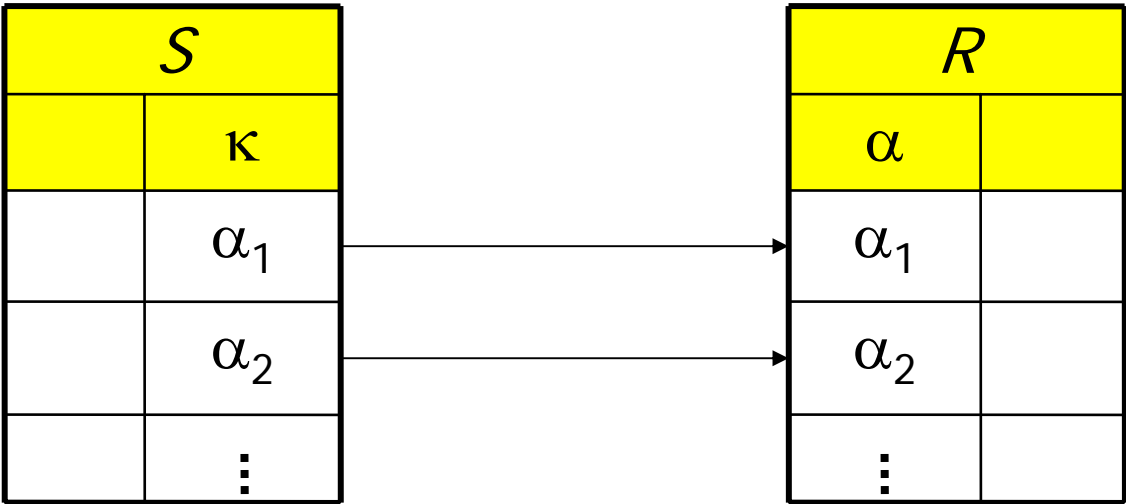
Einhaltung referentieller Integrität

Änderung von referenzierten Daten

1. Default: Zurückweisen der Änderungsoperation
2. Propagieren der Änderungen: **cascade**
3. Verweise auf Nullwert setzen: **set null**

Einhaltung referentieller Integrität

Originalzustand



Änderungsoperationen

update *R*

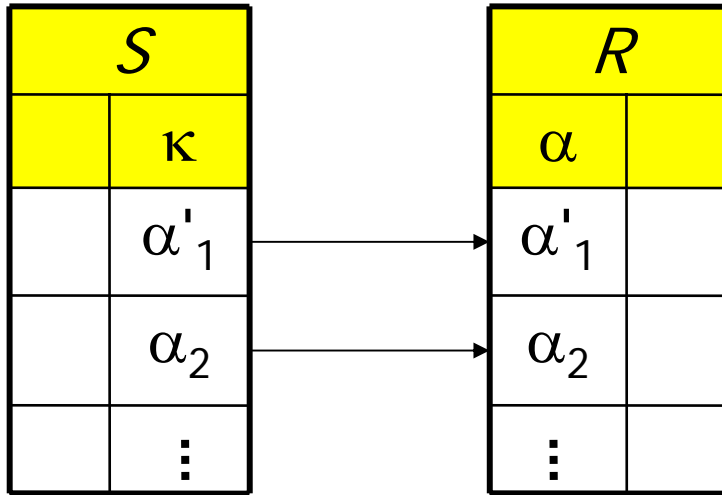
set $\alpha = \alpha'_1$

where $\alpha = \alpha_1;$

delete from *R*

where $\alpha = \alpha_1;$

Kaskadieren

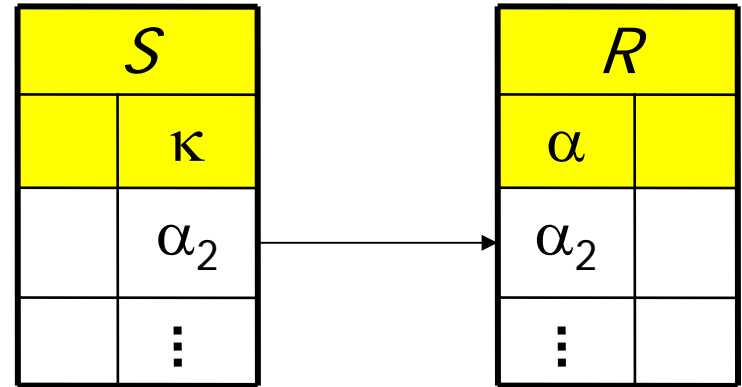


create table *S*

(...,

κ integer references *R*

on update cascade);



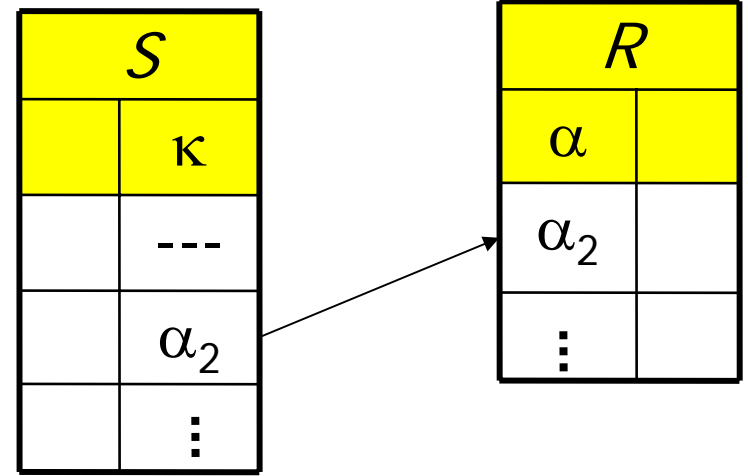
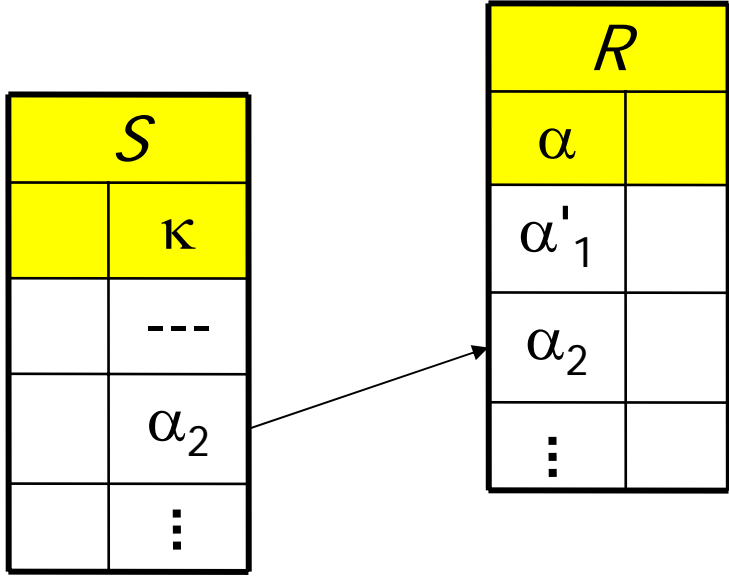
create table *S*

(...,

κ integer references *R*

on delete
cascade);

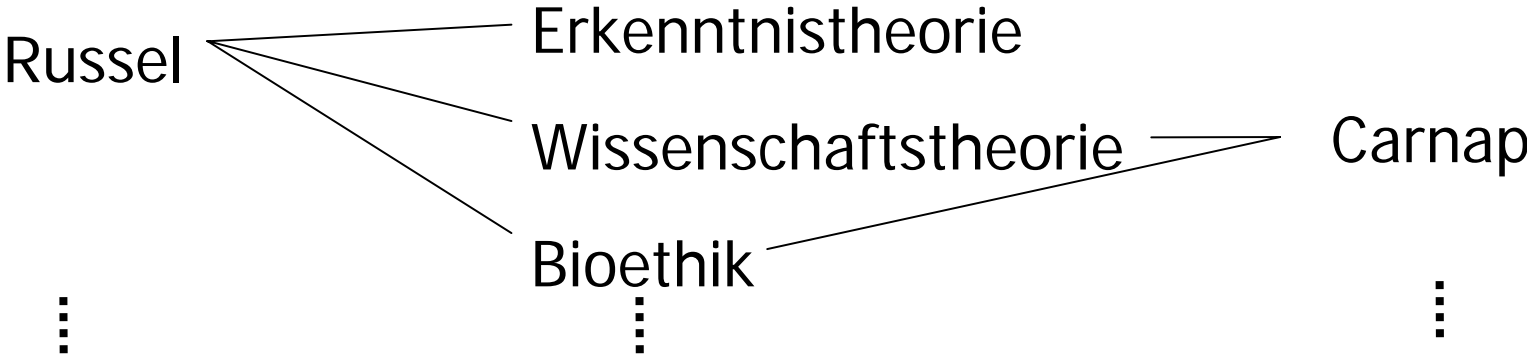
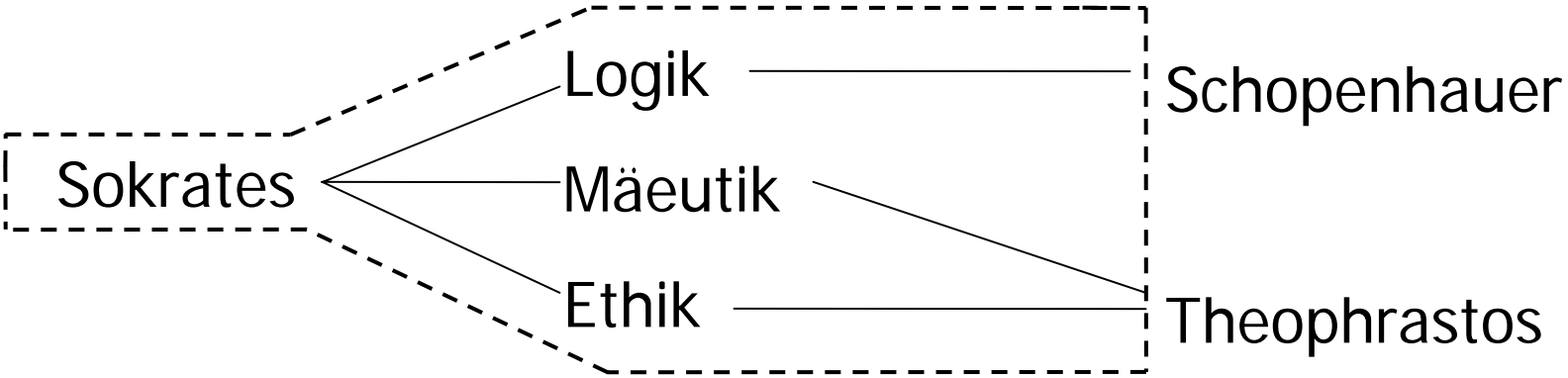
Auf Null setzen



create table S
 (...,
 κ integer references R
 on update set null);

create table S
 (...,
 κ integer references R
 on delete set null);

Kaskadierendes Löschen



```
create table Vorlesungen
```

```
( ...,
```

```
gelesenVon integer
```

```
    references Professoren
```

```
    on delete cascade
```

```
);
```

```
create table hören
```

```
( ...,
```

```
VorlNr integer
```

```
    references Vorlesungen
```

```
    on delete cascade
```

```
);
```

Einfache statische Integritätsbedingungen

- Wertebereichseinschränkungen
... **check** Semester **between 1 and 13**
- Aufzählungstypen
... **check** Rang **in** (`C2`, `C3`, `C4`) ...

Das Universitätsschema mit Integritätsbedingungen

```
create table Studenten
```

```
( MatrNr integer primary key,
```

```
  Name varchar(30) not null,
```

```
  Semester integer check Semester between 1 and 13),
```

```
create table Professoren
```

```
( PersNr integer primary key,
```

```
  Name varchar(30) not null,
```

```
  Rang character(2) check (Rang in ( 'C2', 'C3', 'C4' )),
```

```
  Raum integer unique );
```

create table Assistenten

(PersNr **integer primary key,**

Name **varchar(30) not null,**

Fachgebiet **varchar(30),**

Boss **integer,**

foreign key (Boss) **references** Professoren **on delete**
set null);

create table Vorlesungen

(VorlNr **integer primary key,**

Titel **varchar(30),**

SWS **integer,**

gelesenVon **integer references** Professoren **on delete**
set null);

create table hören

```
( MatrNr integer references Studenten  
          on delete cascade,  
  VorlNr integer references Vorlesungen  
          on delete cascade,  
 primary key      (MatrNr, VorlNr));
```

create table voraussetzen

```
( Vorgänger integer references Vorlesungen  
          on delete cascade,  
  Nachfolger integer references Vorlesungen  
          on delete cascade,  
 primary key (Vorgänger, Nachfolger));
```

```
create table prüfen  
  ( MatrNr integer references Studenten  
    on delete cascade,  
    VorlNr integer references Vorlesungen,  
    PersNr integer references Professoren  
    on delete set null,  
    Note numeric (2,1) check (Note between 0.7 and  
                                5.0),  
  primary key (MatrNr, VorlNr));
```

Komplexere Konsistenzbedingungen: Leider **selten** / **noch nicht** unterstützt

create table prüfen

```
( MatrNr      integer references Studenten on delete cascade,  
  VorlNr      integer references Vorlesungen,  
  PersNr      integer references Professoren on delete set null,  
  Note        numeric(2,1) check (Note between 0.7 and 5.0),  
  primary key (MatrNr, VorlNr)
```

```
constraint VorherHören
```

```
  check (exists (select *  
                 from hören h  
                 where h.VorlNr = prüfen.VorlNr and  
                        h.MatrNr = prüfen.MatrNr))
```

```
);
```

- Studenten können sich nur über Vorlesungen prüfen lassen, die sie vorher gehört haben
- Bei jeder Änderung und Einfügung wird die **check**-Klausel ausgewertet
- Operation wird nur durchgeführt, wenn der check **true** ergibt

Datenbank-Trigger

```
create trigger keine Degradierung
before update on Professoren
for each row
when (old.Rang is not null)
begin
    if :old.Rang = 'C3' and :new.Rang = 'C2' then
        :new.Rang := 'C3';
    end if;
    if :old.Rang = 'C4' then
        :new.Rang := 'C4'
    end if;
    if :new.Rang is null then
        :new.Rang := :old.Rang;
    end if;
end
```

Trigger-Erläuterungen: Oracle Konventionen

Dieser Trigger besteht aus vier Teilen:

1. der **create trigger** Anweisung, gefolgt von einem Namen,
2. der Definition des Auslösers, in diesem Fall bevor eine Änderungsoperation (**before update on**) auf einer Zeile (**for each row**) der Tabelle *Professoren* ausgeführt werden kann,
3. einer einschränkenden Bedingung (**when**) und
4. einer Prozedurdefinition in der Oracle-proprietären Syntax

In der Prozedurdefinition bezieht sich *old* auf das noch unveränderte Tupel (den Originalzustand), *new* enthält bereits die Veränderungen durch die Operation.

Gleicher Trigger in DB2 / SQL:1999-Syntax

```
create trigger keineDegradierung
no cascade
before update of Rang on Professoren
referencing old as alterZustand
              new as neuerZustand
for each row
mode DB2SQL
when (alterZustand.Rang is not null)
set neuerZustand.Rang = case
    when neuerZustand.Rang is null then alterZustand.Rang
    when neuerZustand.Rang < 'C2' then alterZustand.Rang
    when neuerZustand.Rang > 'C4' then alterZustand.Rang
    when neuerZustand.Rang < alterZustand.Rang then alterZustand.Rang
    else neuerZustand.Rang
end;
```

Übung: Trigger zur Konsistenzhaltung redundanter Information bei Generalisierung

