Datenintegrität

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

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

Referentielle Integrität in SQL

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

create table *R*
(α **integer primary key**,
...);

create table *S*
(...,
κ **integer references** *R*);

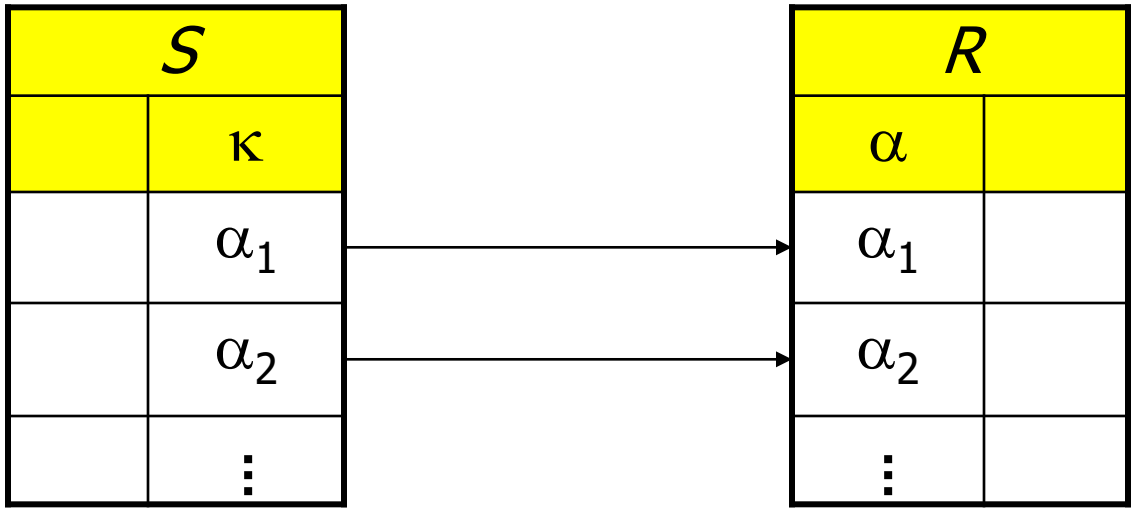
Einhaltung referentieller Integrität

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*

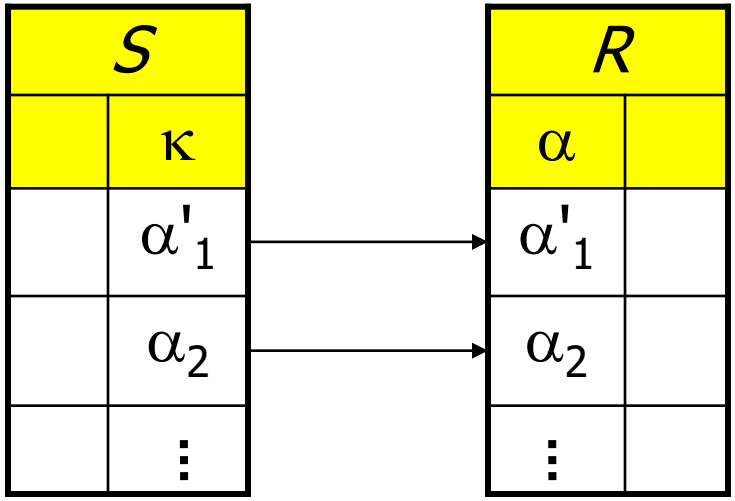
set $\alpha = \alpha'_1$

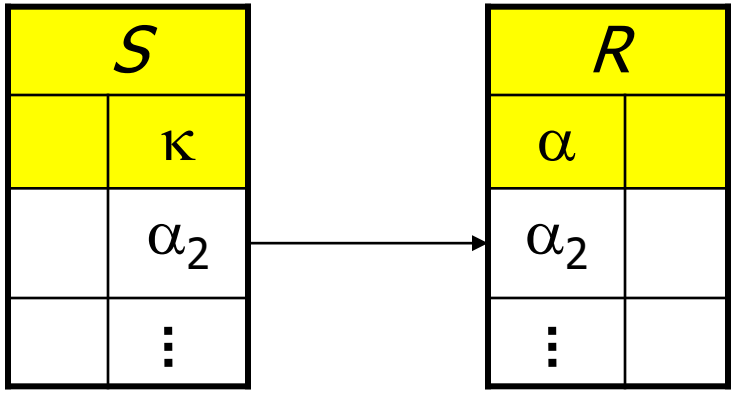
where $\alpha = \alpha_1$;

delete from *R*

where $\alpha = \alpha_1$;

Kaskadieren





create table *S*

(...,

κ **integer references** *R*

on update cascade);

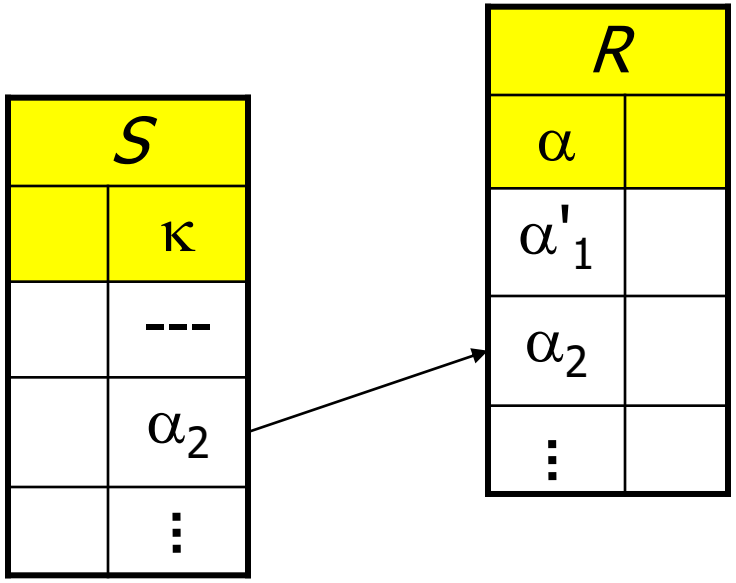
create table *S*

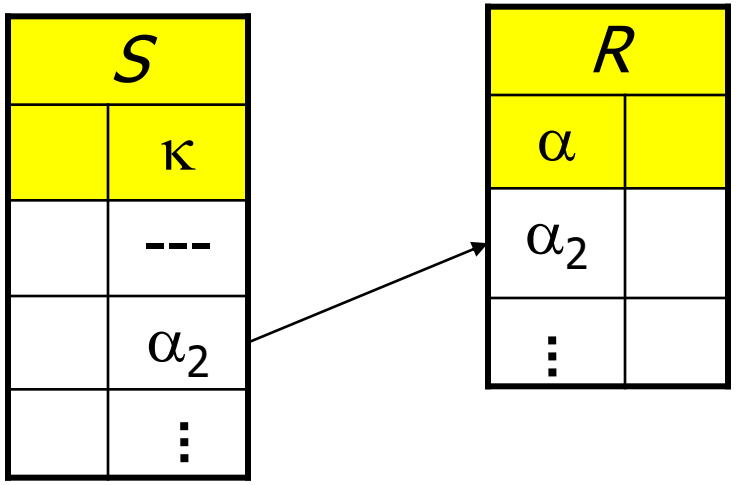
(...,

κ **integer references** *R*

on delete cascade);

Auf Null setzen





create table *S*

(...,

κ **integer references** *R*

on update set null);

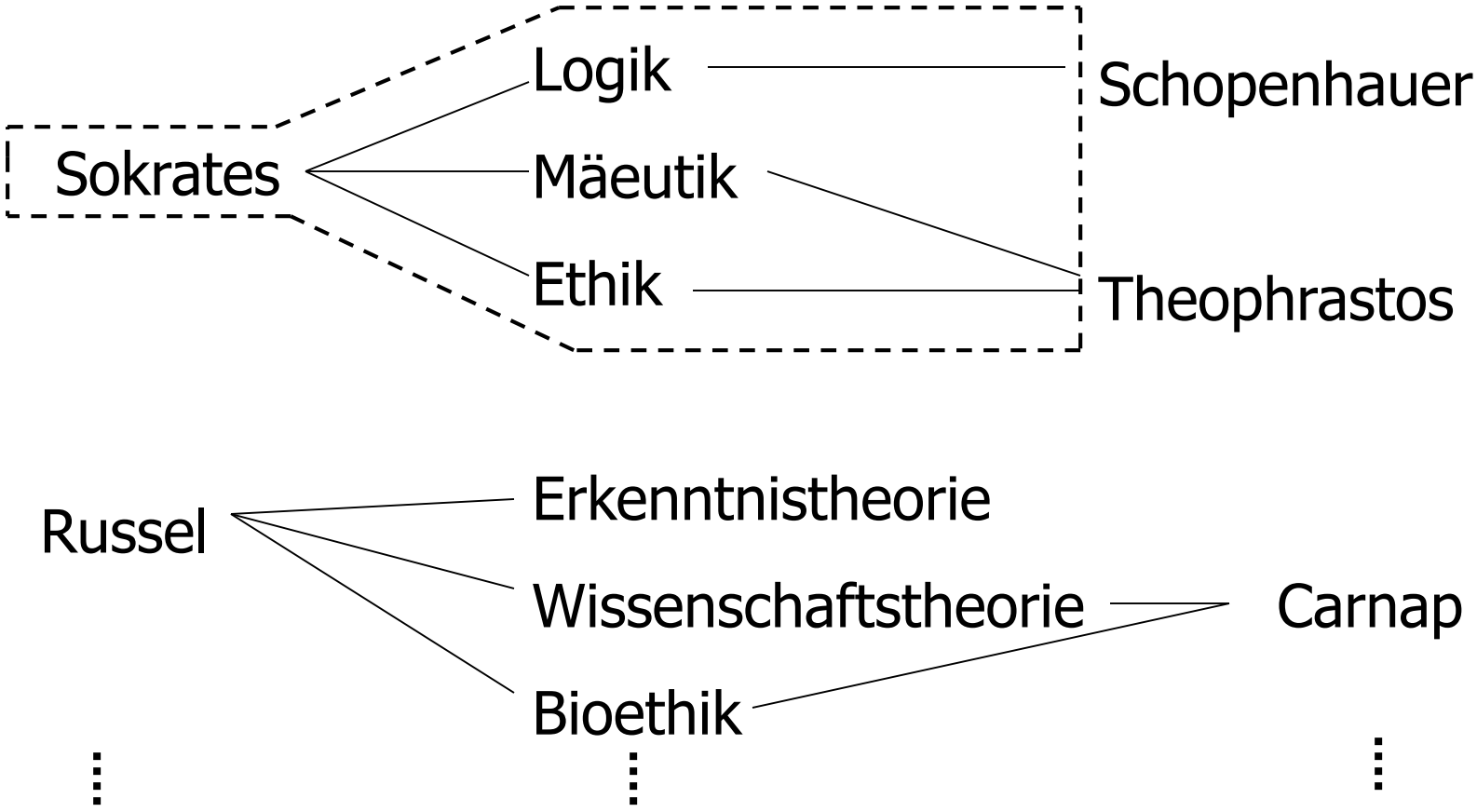
create table *S*

(...,

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,
    gelesen Von       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:

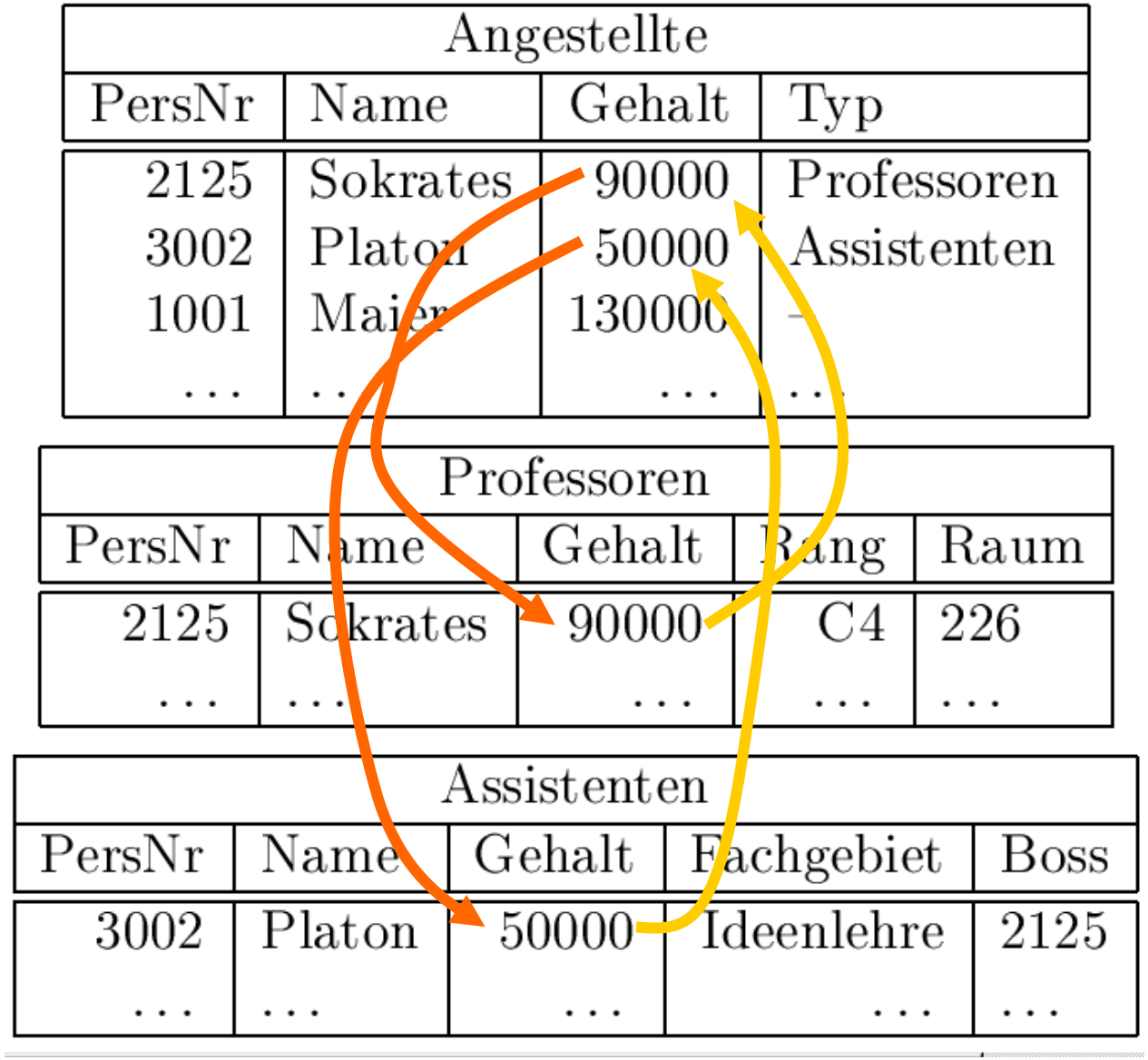
1. der **create trigger** Anweisung, gefolgt von einem Namen,
2. der Definition des Auslösers, in diesem Fall bevor eine Änderungsoperation (**before update on**) auf einer Zeile (**for each row**) der Tabelle *Professoren* ausgeführt werden kann,
3. einer einschränkenden Bedingung (**when**) und
4.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



Angestellte

PersNr	Name	Gehalt	Typ
2125	Sokrates	90000	Professoren
3002	Platon	50000	Assistenten
1001	Maier	130000	–
...	...	...	...

Professoren

PersNr	Name	Gehalt	Rang	Raum
2125	Sokrates	90000	C4	226
...	...	...	...	...

Assistenten

PersNr	Name	Gehalt	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	50000	Ideenlehre	2125
...	...	...	...	...