

# Datenbanksysteme 2011

Anfang von Kapitel 6:  
Das Relationale Modell

Vorlesung vom 09.05.2011

Oliver Vornberger

Institut für Informatik  
Universität Osnabrück

# Das Relationale Modell

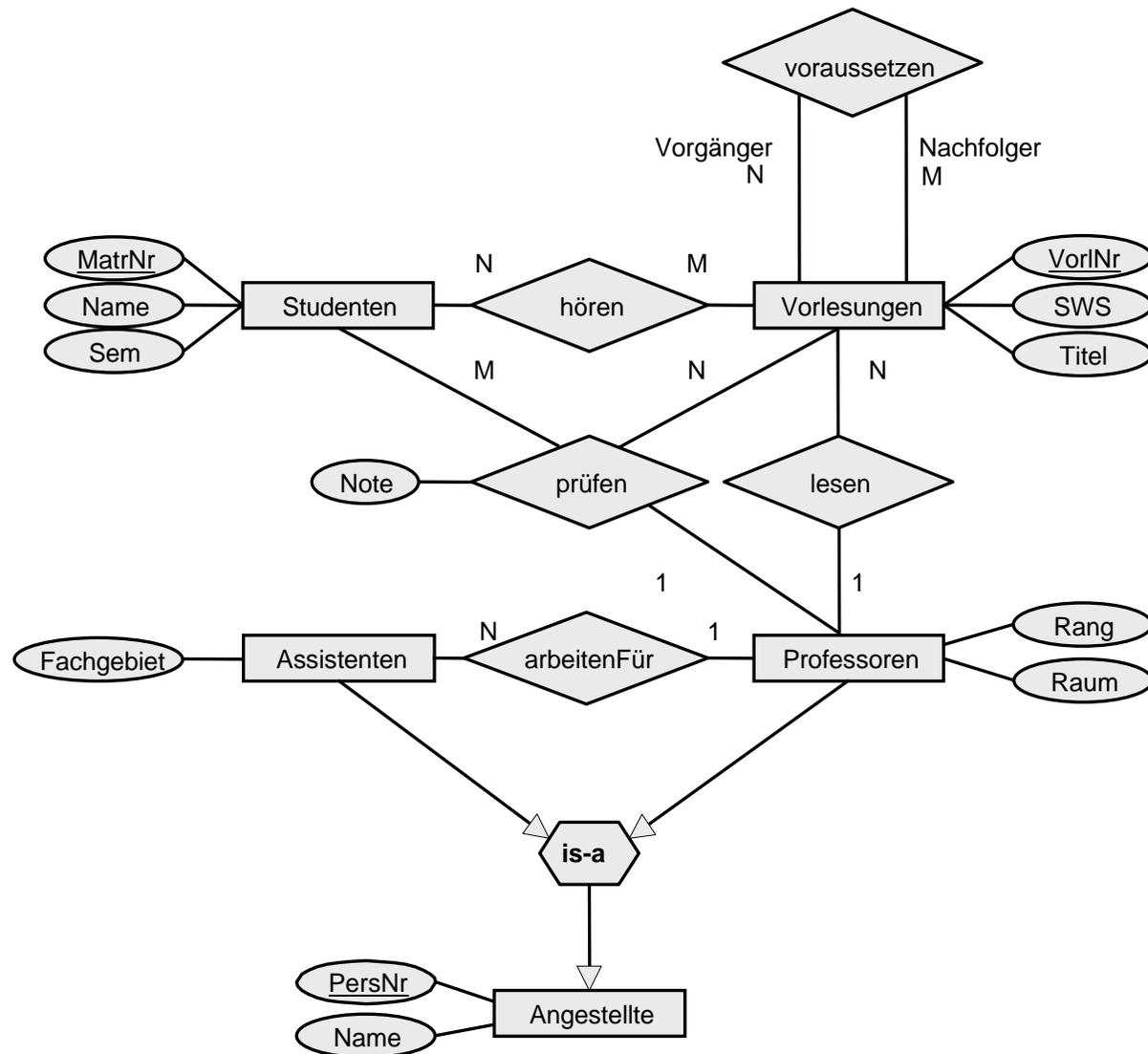
Wertebereiche (Domänen):	$D_1, D_2, \dots, D_n$
Relation:	$R \subseteq D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n$
Wertebereich von Attribut A:	<b>dom</b> (A)
Relation	$R \subseteq \mathbf{dom}(A_1) \times \mathbf{dom}(A_2) \times \dots \times \mathbf{dom}(A_n)$
Element von R:	Tupel
Schema der Relation:	<b>sch</b> (R) = $A_1, A_2, \dots, A_n$
aktuelle Ausprägung:	R

bei Datenbanksystemen zusätzlich zum Wertebereich noch Bezeichner:

Telefonbuch : { [Name : string, Adresse: string, TelefonNr : integer] }

Telefonbuch : { [Name, Adresse, TelefonNr] }

# Konzeptuelles Schema der Universität



# Initial-Entwurf für Entity-Typen

Pro Entity-Typ eine Relation (Schlüssel unterstrichen):

Studenten : {[ MatrNr : integer, Name : string, Semester : integer] }

Vorlesungen : {[ VorlNr : integer, Titel : string, SWS : integer] }

Professoren : {[ PersNr : integer, Name : string, Rang : string, Raum : integer] }

Assistenten : {[ PersNr : integer, Name : string, Fachgebiet : string] }

# Initial-Entwurf für Relationship-Typen

Pro Relationship-Typ eine Relation:

hören : {[ MatrNr : integer, VorlNr : integer] }

lesen : {[ PersNr : integer, VorlNr : integer] }

arbeitenFür : {[ AssiPersNr : integer, ProfPersNr : integer] }

voraussetzen : {[ Vorgänger : integer, Nachfolger : integer] }

prüfen : {[ MatrNr:integer, VorlNr:integer, PersNr:integer, Note:decimal] }

Fremdschlüssel := Schlüsselattribut für referierte Entity-Typen

N:1-Beziehung entspricht einer Abbildung:

*lesen : Vorlesungen  $\rightarrow$  Professoren*

*prüfen : Studenten  $\times$  Vorlesungen  $\rightarrow$  Professoren*

# Elimination bei gleichen Schlüsseln

Vorlesungen : {[ VorINr : integer, Titel : string, SWS : integer] }

Professoren : {[ PersNr : integer, Name : string, Rang : string, Raum:integer] }

lesen : {[ PersNr : integer, VorINr : integer] }

Relationen mit gleichem Schlüssel können zusammengefasst werden  
(ggf. Umbenennung erforderlich):

Vorlesungen : {[ VorINr:integer, Titel:string, SWS:integer, gelesenVon:integer] }

Professoren : {[ PersNr : integer, Name :string, Rang :string, Raum :integer] }

# Elimination bei ungleichen Schlüsseln

Vorlesungen : {[ VorlNr : integer, Titel : string, SWS : integer] }

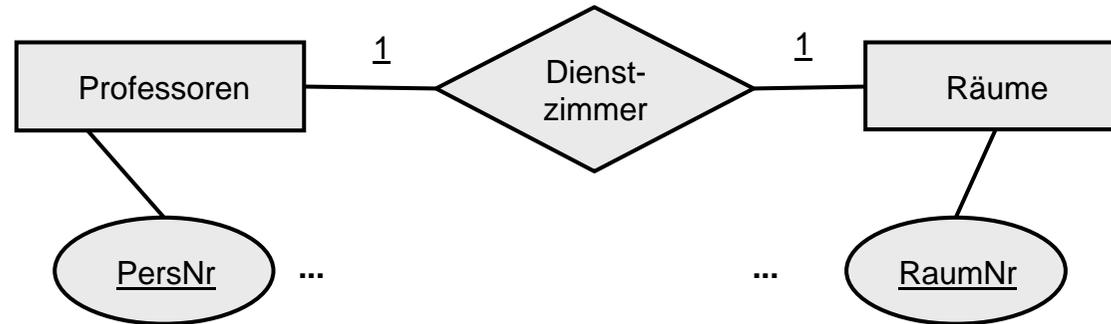
Professoren : {[ PersNr :integer, Name :string, Rang :string, Raum : integer] }

Relationen mit ungleichem Schlüssel sollten nicht zusammengefaßt werden:

Professoren' : {[ PersNr, liestVorl, Name, Rang, Raum ] }

PersNr	liestVorl	Name	Rang	Raum
2125	5041	Sokrates	C4	226
2125	5049	Sokrates	C4	226
2125	4052	Sokrates	C4	226

# Elimination bei 1:1-Beziehung



Professoren : { [ PersNr, Name, Rang ] }

Räume : { [ RaumNr, Größe, Lage ] }

Dienstzimmer: { [ PersNr, RaumNr ] }

Professoren : { [ PersNr, Name, Rang, Raum] }

Räume : { [ RaumNr, Größe, Lage ] }

Professoren : { [ PersNr, Name, Rang] }

Räume : { [ RaumNr, Größe, Lage, ProfPersNr ] }

Obacht:  
Nullwerte !

# Generalisierung

Professoren : { [ PersNr, Name, Rang, Raum] }

Assistenten : { [ PersNr, Name, Fachgebiet] }

Obertyp mit Gemeinsamkeiten:

Angestellte : { [ PersNr, Name] }

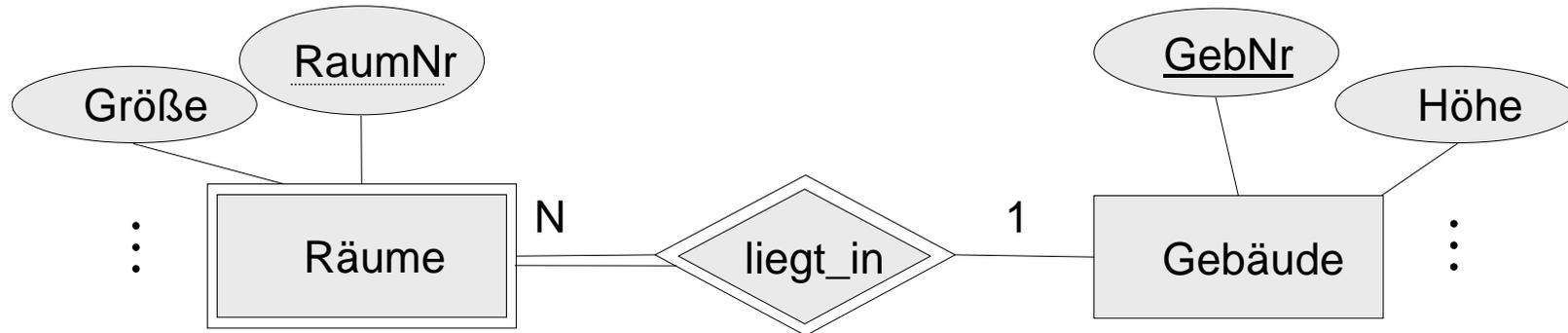
Aber: Die Information zu

[2125, Sokrates, C4, 226]

ist jetzt verteilt auf

[2125, Sokrates]    [2125, C4, 226]

# Schwacher Entity-Typ



Beziehung *liegt\_in* wird verlagert in den Entity-Typ *Räume*:

*Räume* : { [GebNr, RaumNr, Größe] }

Die Beziehung

*bewohnt* : *Professoren* → *Räume*

erfordert drei Attribute

*bewohnt* : { [PersNr, GebNr, RaumNr] }

Alternative (bei geringer Gebäudeinformation):

*Professoren*: { [PersNr, Name, Rang, Raum] }

# Relationenschema

Studenten : {[ MatrNr : integer, Name : string, Semester : integer] }

Vorlesungen: {[ VorlNr:integer, Titel:string, SWS:integer, gelesenVon:integer] }

Professoren : {[ PersNr :integer, Name:string, Rang : string, Raum : integer] }

Assistenten : {[ PersNr :integer, Name:string, Fachgebiet :string, Boss:integer] }

hören : {[ MatNr : integer, VorlNr : integer] }

Voraussetzen : {[ Vorgänger : integer, Nachfolger : integer] }

prüfen : {[ MatrNr :integer, VorlNr :integer, PersNr :integer, Note :decimal] }

## Ausprägung Professoren, Assistenten

### 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

### 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	2134

Ausprägung Vorlesungen,  
Studenten

## Vorlesungen

VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
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

## 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

## Ausprägung hören, voraussetzen, prüfen

### hören

MatrNr	VorlNr
26120	5001
27550	5001
27550	4052
27550	5041
28106	4052
28106	5216
28106	5259
27550	4630
29120	5041
29120	5049
29555	5022
25403	5022
29555	5001

### voraussetzen

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

### prüfen

MatrNr	VorlNr	PersNr	Note
28106	5001	2126	1.0
25403	5041	2125	2.0
27550	4630	2137	2.0

# Abfragesprachen

- Relationenalgebra (prozedural):  
konstruktive Verknüpfung; Operatoren:  $\cup, \cap, \dots$
- Relationenkalkül (deklarativ):  
Beschreibung des gewünschten Ergebnisses  
mit Formel der Prädikatenlogik 1. Stufe unter  
Verwendung von  $\exists, \forall, \wedge, \vee, \neg, \Rightarrow$
- Query by Example (für Analphabeten):  
Ausfüllen eines Gerüstes mit Beispiel-Einträgen
- SQL (kommerziell):  
umgangssprachliche Mischung aus  
Relationenalgebra und Relationenkalkül

# Relationenalgebra

Operanden = Relationen

Operatoren:

$\sigma$  Selektion

$\pi$  Projektion

$\cup$  Vereinigung

$-$  Mengendifferenz

$\times$  Kartesisches Produkt

$\rho$  Umbenennung

abgeleitete Operatoren:

$\bowtie$  Verbund

$\cap$  Durchschnitt

$\div$  Division

# Selektion

$\sigma_{Semester > 10}(Studenten)$

MatNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12

Selektionsprädikat durch Formel mit

- Attributnamen oder Konstanten als Operanden
- arithmetische Vergleichsoperatoren  $< = > \leq \neq \geq$
- logische Operatoren:  $\wedge \vee \neg$

# Projektion

$\Pi_{Rang} (Professoren)$

Rang
C4
C3

per definitionem keine Duplikate !

# Vereinigung

$$\Pi_{\text{PersNr, Name}}(\textit{Assistenten}) \cup \Pi_{\text{PersNr, Name}}(\textit{Professoren})$$

PersNr	Name
2125	Sokrates
3002	Platon
	.
	.
	.

# Mengendifferenz

$$\Pi_{MatrNr}(\textit{Studenten}) - \Pi_{MatrNr}(\textit{prüfen})$$

MatrNr
24002
26120
26830
.
.
.

# Kartesisches Produkt

*Professoren* × *hören*

PersNr	Name	Rang	Raum	MatrNr	VorlNr
2125	Sokrates	C4	226	26120	5001
...	...	...	...	...	...
2125	Sokrates	C4	226	29555	5001
...	...	...	...	...	...
2137	Kant	C4	7	29555	5001

**$\text{sch}(R \times S) := \text{sch}(R) \cup \text{sch}(S)$ .**

Ggf. durch Voranstellung des Relationennamens identifizieren:  $R.A$

# Umbenennung von Relationen und Attributen

$\rho_{Dozenten}(Professoren)$

$\rho_{Zimmer} \leftarrow Raum(Professoren)$

finde Vorgänger vom Vorgänger von Vorlesung 5216:

$\Pi_{V1.Vorgänger}(\sigma_{V1.Nachfolger = V2.Vorgänger \wedge V2.Nachfolger=5216}$   
 $(\rho_{V1}(voraussetzen) \times \rho_{V2}(voraussetzen)))$

V1		V2	
Vorgänger	Nachfolger	Vorgänger	Nachfolger
5001	5041	5001	5041
...	...	...	...
5001	5041	5041	5216
...	...	...	...
5052	5259	5052	5259

# Relationenalgebra

Operanden = Relationen

Operatoren:

$\sigma$  Selektion  
 $\pi$  Projektion  
 $\cup$  Vereinigung  
 $-$  Mengendifferenz  
 $\times$  Kartesisches Produkt  
 $\rho$  Umbenennung

abgeleitete Operatoren:

$\triangleright \triangleleft$  Verbund  
 $\cap$  Durchschnitt  
 $\div$  Division



# Natürlicher Verbund mit Umbenennung

Vorlesungen der C4-Professoren:

Namen der C4-Professoren mit ihren Vorlesungstiteln:

$\Pi_{Name, Titel} (Professoren \triangleright \triangleleft \rho_{PersNr \leftarrow gelesenVon} (Vorlesungen))$

Name	Titel
Sokrates	Logik
Sokrates	Ethik
Sokrates	Mäeutik
Kant	Die 3 Kritiken
Kant	Grundzüge
...	...

# Theta-Join

Statt Gleichheit bei Attributen jetzt Prädikat  $\theta$ :

$$R \triangleright \triangleleft_{A_1 < B_1 \wedge A_2 = B_2 \wedge A_3 < B_5} S$$

gleichwertig zu

$$R \triangleright \triangleleft_{\theta} S := \sigma_{\theta} (R \times S)$$

Erweitere Professoren und Assistenten um ein Attribut *Gehalt*.

Verbinde Professoren mit höherverdienenden Assistenten:

$$\textit{Professoren} \triangleright \triangleleft_{\textit{Professoren.Gehalt} < \textit{Assistenten.Gehalt} \wedge \textit{Boss} = \textit{Professoren.PersNr}} \textit{Assistenten}$$

# Outer Join

Bisher:

Inner Join (Tupel ohne Partner gehen verloren)

Jetzt:

Outer Join (rette partnerlose Tupel):

- left outer join:  
Tupel der linken Argumentrelation bleiben erhalten
- right outer join:  
Tupel der rechten Argumentrelation bleiben erhalten
- full outer join:  
Tupel beider Argumentrelationen bleiben erhalten

# Outer Joins

L			R		
A	B	C	C	D	E
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$c_1$	$d_1$	$e_1$
$a_2$	$b_2$	$c_2$	$c_3$	$d_2$	$e_2$

inner Join

A	B	C	D	E
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$	$e_1$

left outer Join

A	B	C	D	E
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$	$e_1$
$a_2$	$b_2$	$c_2$	-	-

right outer Join

A	B	C	D	E
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$	$e_1$
-	-	$c_3$	$d_2$	$e_2$

outer Join

A	B	C	D	E
$a_1$	$b_1$	$c_1$	$d_1$	$e_1$
$a_2$	$b_2$	$c_2$	-	-
-	-	$c_3$	$d_2$	$e_2$

# Mengendurchschnitt

Personalnummer der C4-Professoren,  
die mindestens eine Vorlesung halten:

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

Äquivalenz:

$$R \cap S = R \setminus (R \setminus S)$$

