

# Datenbanksysteme 2013

noch Kapitel 6:  
Das Relationale Modell  
Vorlesung vom 30.04.2013

Oliver Vornberger

Institut für Informatik  
Universität Osnabrück

# Relationenalgebra

Operanden = Relationen

Operatoren:

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

abgeleitete Operatoren:

$\bowtie$  Verbund  
 $\cap$  Durchschnitt  
 $\div$  Division

# Verbund

$$R \bowtie S := \Pi_{A_1, \dots, A_m, R.B_1, \dots, R.B_k, C_1, \dots, C_n} (\sigma_{R.B_1=S.B_1 \wedge \dots \wedge R.B_k=S.B_k} (R \times S))$$

L

A	B	C
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>

R

C	D	E
c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>

inner Join

A	B	C	D	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>

left outer Join

A	B	C	D	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	-	-

right outer Join

A	B	C	D	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
-	-	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>

outer Join

A	B	C	D	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	-	-
-	-	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>

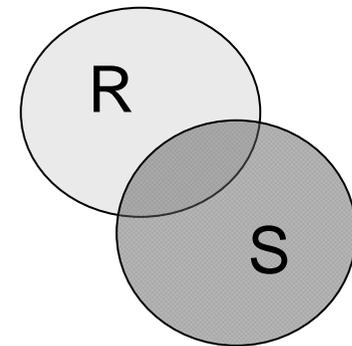
# Mengendurchschnitt

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

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

Äquivalenz:

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

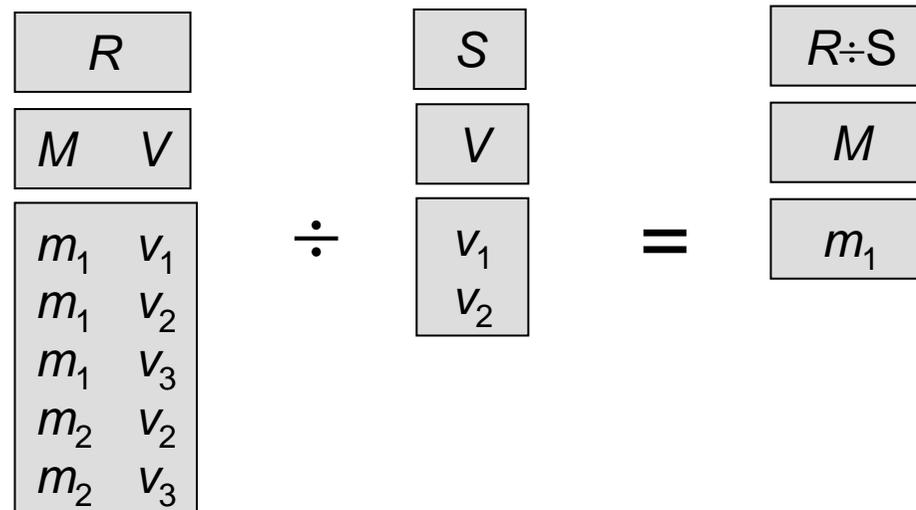


# Division

$R$  sei  $r$ -stellig,  $S$  sei  $s$ -stellig,  $\mathbf{sch}(S) \subseteq \mathbf{sch}(R)$

$$R \div S := \{ t = t_1, t_2, \dots, t_{r-s} \mid \forall u \in S : tu \in R \}$$

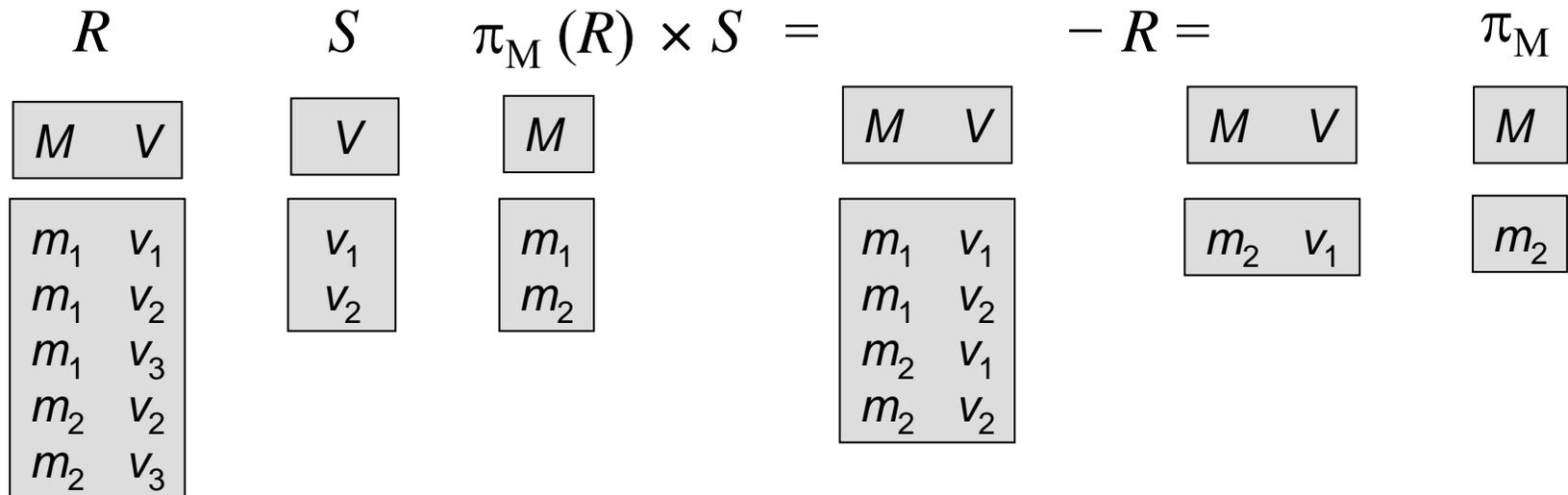
Anfangsstücke von  $R$ , zu denen sämtliche Verlängerungen mit Tupeln aus  $S$  in  $R$  liegen



Namen der Studenten, die alle 4-stündigen Vorlesungen hören:

$$\Pi_{Name}(\text{Studenten} \triangleright \triangleleft (\text{Hören} \div \Pi_{VorlNr}(\sigma_{SWS=4}(\text{Vorlesungen}))))$$

# Kreuzprodukt, Subtraktion, Projektion



$$\pi_M(R) - \pi_M$$

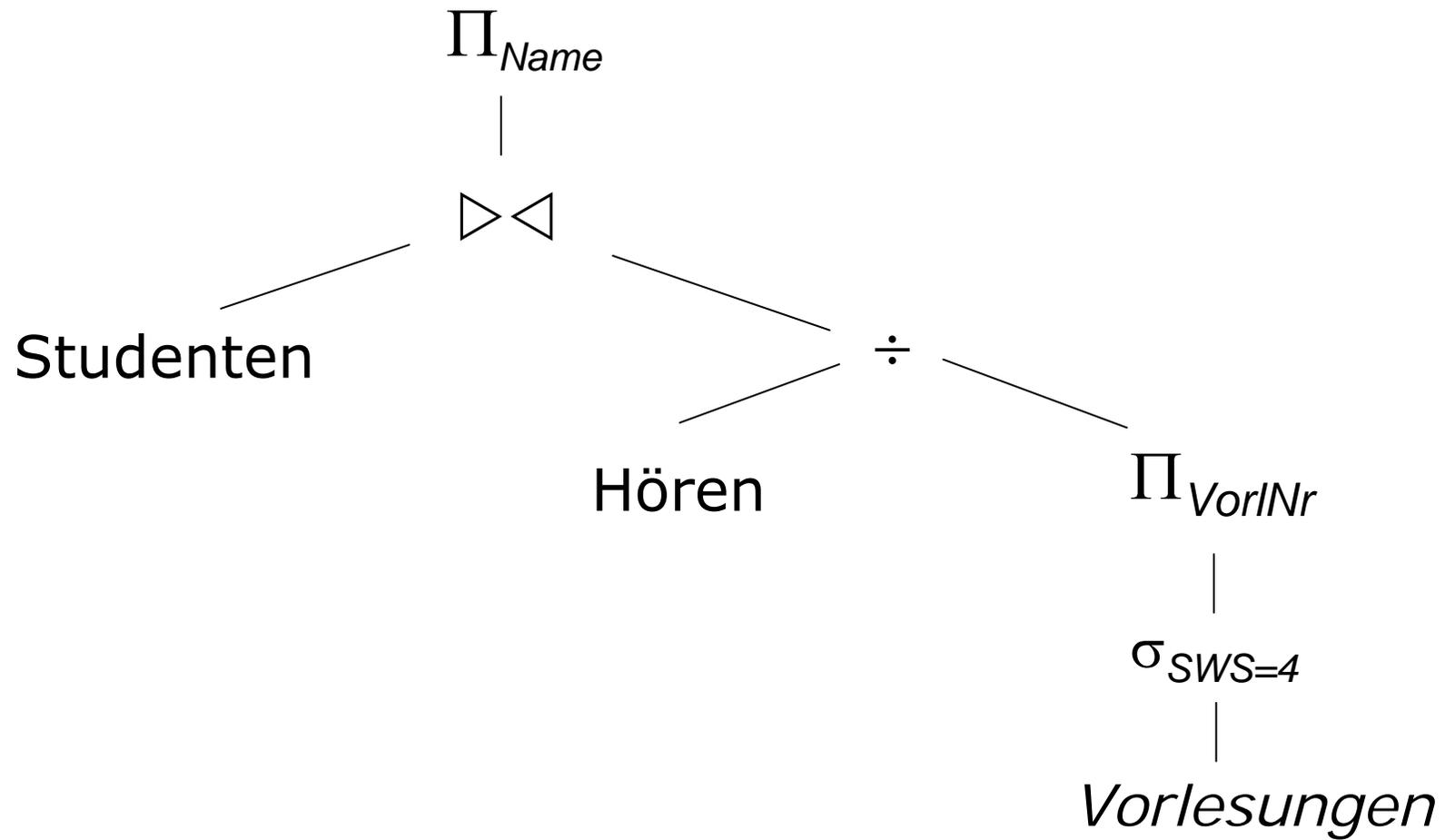
$M$

$m_1$

# Minimalität von $\sigma$ $\pi$ $\cup$ $-$ $\times$ $\rho$

$\sigma$	Selektion	$[\pi \cup - \times \rho$ können nicht selektieren]
$\pi$	Projektion	$[\sigma \cup - \times \rho$ können nicht projizieren]
$\cup$	Vereinigung	$[\sigma \pi - \times \rho$ können nicht vereinigen]
$-$	Mengendifferenz	$[\sigma \pi \cup \times \rho$ können nicht negieren]
$\times$	Kartesisches Produkt	$[\sigma \pi \cup - \rho$ können nicht erweitern]
$\rho$	Umbenennung	$[\sigma \pi \cup - \times$ können nicht umbenennen]

# Operatorbaum-Darstellung



# Relationenkalkül

Bisher:       Relationenalgebra (konstruktiv)

Jetzt:         Relationenkalkül (deklarativ)

- Der relationale Tupelkalkül  
(binde freie Variable an Tupel)
- Der relationale Domänenkalkül  
(binde freie Variable an Domäne)

# Der relationale Tupelkalkül

Sei  $t$  eine Tupelvariable (repräsentiert ein Tupel einer Relation)

sei  $P$  ein Prädikat unter Verwendung von  $\vee \wedge \neg \exists \forall \Rightarrow$

Ein Ausdruck im relationalen Tupelkalkül hat die Form

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

$t$  ist eine freie Variable, die unter Berücksichtigung des Prädikats sukzessive an die Tupel einer Relation gebunden wird

# Der relationale Tupelkalkül

Alle C4-Professoren:

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

Alle Professoren mit den Personalnummern ihrer Assistenten:

$$\{ [ p.\textit{Name}, a.\textit{PersNr} ] \mid p \in \textit{Professoren} \wedge \\ a \in \textit{Assistenten} \wedge \\ p.\textit{PersNr} = a.\textit{Boss} \}$$

Alle Studenten, die sämtliche 4-stündigen Vorlesungen hören:

$$\{ s \mid s \in \textit{Studenten} \wedge \forall v \in \textit{Vorlesungen} ( v.\textit{SWS}=4 \Rightarrow \\ \exists h \in \textit{hören} ( h.\textit{VorlNr} = v.\textit{VorlNr} \wedge h.\textit{MatrNr} = s.\textit{MatrNr} ) ) \}$$

# Tupelkalkül versus Relationenalgebra

Sicherer Ausdruck: Ergebnis ist wieder Teilmenge der Domäne.

Z.B. nicht sicher:  $\{ n \mid \neg (n \in \text{Professoren}) \}$

Bei Beschränkung auf sichere Ausdrücke sind Tupelkalkül und Relationenalgebra gleichmächtig.

# Der relationale Domänenkalkül

Seien  $v_1, v_2, \dots, v_n$  Domänenvariable (repräsent. Attributwerte)

Sei  $P$  ein Prädikat unter Verwendung von  $\vee \wedge \neg \exists \forall \Rightarrow$

Ein Ausdruck im relationalen Domänenkalkül hat die Form

$$\{ [v_1, v_2, \dots, v_n] \mid P(v_1, v_2, \dots, v_n) \}$$

$v_1, v_2, \dots, v_n$  sind freie Domänenvariable, die sukzessive unter Berücksichtigung des Prädikats an Wertebereiche der Attribute gebunden werden.

# Der relationale Domänenkalkül (Beispiel)

Alle Professorennamen mit den Personalnummern ihrer Assistenten:

$$\{ [n,a] \mid \exists p, r, t ( [p, n, r, t] \in Professoren \wedge \exists v, w ( [a, v, w, p] \in Assistenten ) ) \}$$

Bei Beschränkung auf sichere Ausdrücke sind die Relationenalgebra und der relationale Domänenkalkül gleichmächtig.

# QBE

Fordere Tabellenskelett an und fülle es exemplarisch:

<b>Vorlesungen</b>	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
		<b>p._t</b>	<b>&gt;3</b>	
		Grundzüge Ethik Logik Die 3 Kritiken		

Im Domänenkalkül:

$\{ [t] \mid \exists v, s, r ( [v, t, s, r] \in \text{Vorlesungen} \wedge s > 3) \}$

# QBE Join

Liste alle Professoren, die Logik lesen:

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
		<b>Logik</b>		<b>_otto</b>

Professoren	PersNr	Name	Rang	Raum
	<b>_otto</b>	<b>p._n</b>		
		<b>Sokrates</b>		

# QBE Condition Box

Liste alle Studenten, die in einem höheren Semester sind als Feuerbach:

Studenten	MatrNr	Name	Semester
		<b>p._s</b>	<b>_a</b>
		Feuerbach	<b>_b</b>

conditions

**\_a > \_b**

# QBE

## Gruppierung

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

Gruppierung: **g.**

Aggregatfunktionen: **sum. avg. min. max. all.**

Liste für jede Gehaltsgruppe den Namen des Professors mit der größten Personalnummer:

Professoren	PersNr	Name	Rang	Raum
	<b>p.min._x</b>	<b>p._x</b>	<b>p.g.</b>	
	2137	Kant	C4	
	2133	Popper	C3	

# QBE Gruppierung

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

Liste für jeden Professor die Summe seiner Vorlesungsstunden:

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
			<b>p.sum.all._x</b>	<b>p.g.</b>
			10	2125
			8	2126
			2	2133
			2	2134
			8	2137

# QBE Einfügen

Füge neuen Studenten ein:

Studenten	MatrNr	Name	Semester
<b>i.</b>	<b>4711</b>	<b>wacker</b>	<b>5</b>

# QBE Ändern

Setze Semesterzahl von Feuerbach auf 3:

Studenten	MatrNr	Name	Semester
		<b>Feuerbach</b>	<b>u. 3</b>

# QBE Löschen

Entferne Sokrates und seine Vorlesungen:

Professoren	PersNr	Name	Rang	Raum
<b>d.</b>	<b>_x</b>	Sokrates		

Vorlesungen	VorlNr	Titel	SWS	gelesenVon
<b>d.</b>	<b>_y</b>			<b>_x</b>

hören	VorlNr	MatrNr
<b>d.</b>	<b>_y</b>	

# SQL

Die Namen der Studenten,  
die 4-stündige Vorlesungen hören  
(d.h. mindestens eine):

```
select s.name
from   studenten s, hoeren h, vorlesungen v
where  s.matrnr = h.matrnr
and    h.vorlnr = v.vorlnr
and    v.sws     = 4
```

# Relationaler Tupelkalkül

Die Namen der Studenten,  
die jeweils alle 4-stündige Vorlesungen hören:

$$\{ s.name \mid s \in \textit{Studenten} \wedge \forall v \in \textit{Vorlesungen} \\ ( v.SWS=4 \Rightarrow \exists h \in \textit{hören} \\ (h.VorlNr = v.VorlNr \wedge h.MatrNr = s.MatrNr)) \}$$

# Äquivalenzen

$$A \Rightarrow B$$

$$\neg A \vee B$$

$$\neg (A \vee B)$$

$$\neg A \wedge \neg B$$

$$\forall t \in R(P(t))$$

$$\neg (\exists t \in R(\neg P(t)))$$

# Relationaler Tupelkalkül

$$\neg (A \vee B)$$

$$\neg A \wedge \neg B$$

$$A \Rightarrow B$$

$$\neg A \vee B$$

$$\forall t \in R(P(t)) \quad \neg (\exists t \in R(\neg P(t)))$$

Die Namen der Studenten,  
die jeweils alle 4-stündigen Vorlesungen hören:

$\{ s.name \mid s \in \text{Studenten} \wedge \forall v \in \text{Vorlesungen}$

$\{ s.name \mid s \in \text{Studenten} \wedge \neg (\exists v \in \text{Vorlesungen}$

$(v.SWS=4 \Rightarrow \exists h \in \text{hoeren}$

$\neg (v.SWS=4 \Rightarrow \exists h \in \text{hoeren}$

$\neg (\neg v.SWS=4 \vee \exists h \in \text{hoeren}$

$( v.SWS=4 \wedge \neg \exists h \in \text{hoeren}$

$(h.VorlNr = v.VorlNr \wedge h.MatrNr = s.MatrNr)) \}$

$(h.VorlNr = v.VorlNr \wedge h.MatrNr = s.MatrNr)) \}$

# SQL

Die Namen der Studenten,  
die jeweils alle 4-stündige Vorlesungen hören:

$$\{ s.name \mid s \in \textit{Studenten} \wedge \neg (\exists v \in \textit{Vorlesungen} \\ (v.SWS=4 \wedge \neg \exists h \in \textit{hoeren} \\ (h.VorlNr = v.VorlNr \wedge h.MatrNr = s.MatrNr))) \}$$

```
select s.name from Studenten s
where not exists
  (select * from Vorlesungen v
   where sws=4 and not exists
     (select * from hoeren h
      where h.vorlnr = v.vorlnr
        and h.matrnr = s.matrnr))
```

MySQLWorkbench