

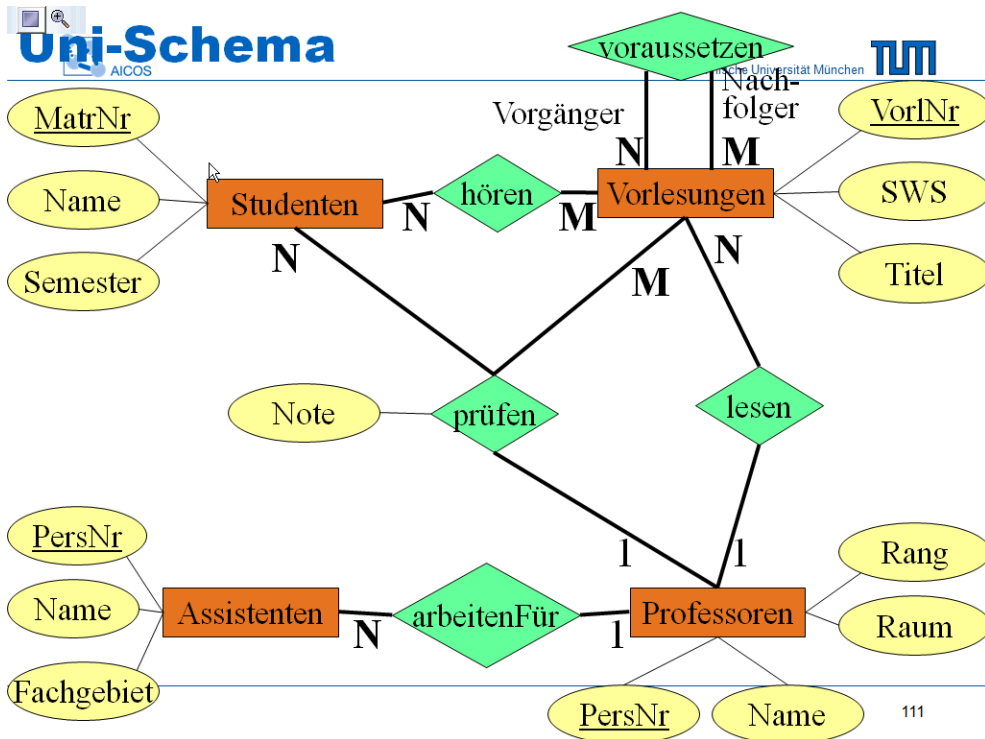
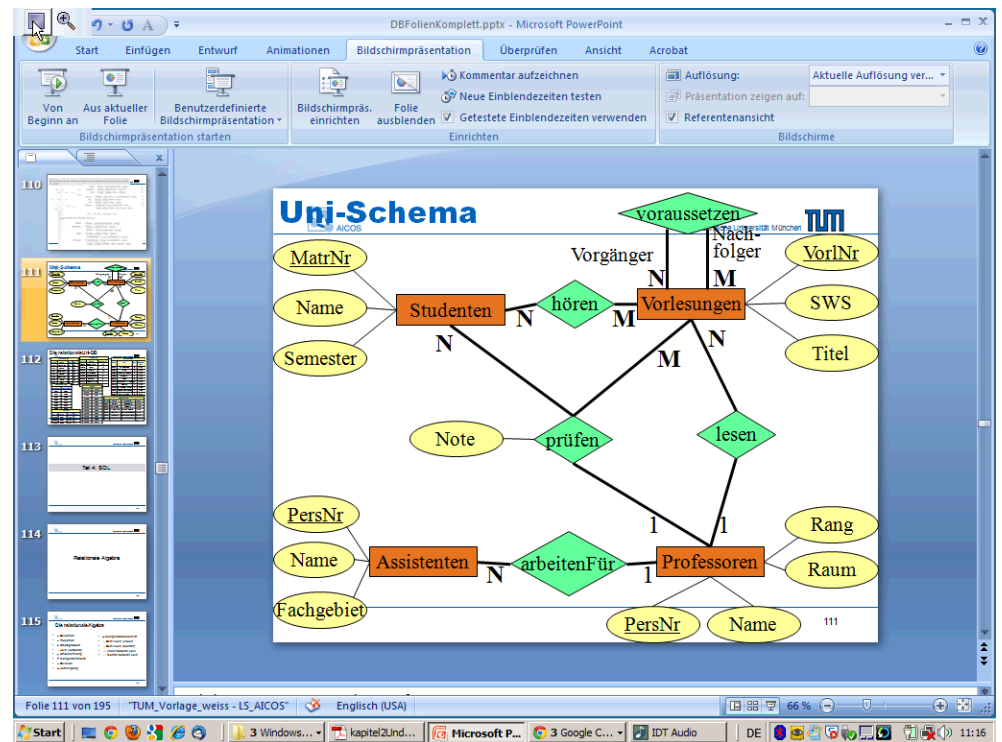
Script generated by TTT

Title: Groh: wzw\_2012 (11.05.2012)

Date: Fri May 11 11:16:22 CEST 2012

Duration: 69:46 min

Pages: 44



### Die relationale Uni-DB

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

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

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

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

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

# Die relationale Uni-DB

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

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

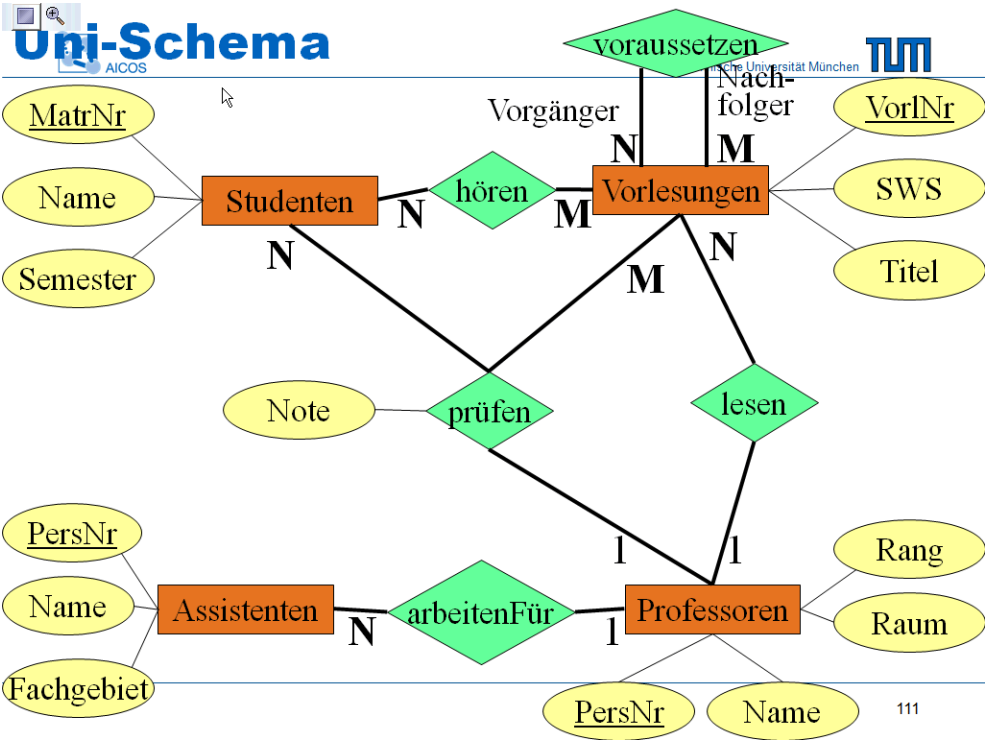
Studenten	
MatrNr	VorNr
24002	5001
25403	5001
26120	5001
26830	4052
27550	5041
27550	5052
28106	5041
28106	5052
28106	5216
28106	5259
29120	5001
29120	5041
29120	5049
29555	5022

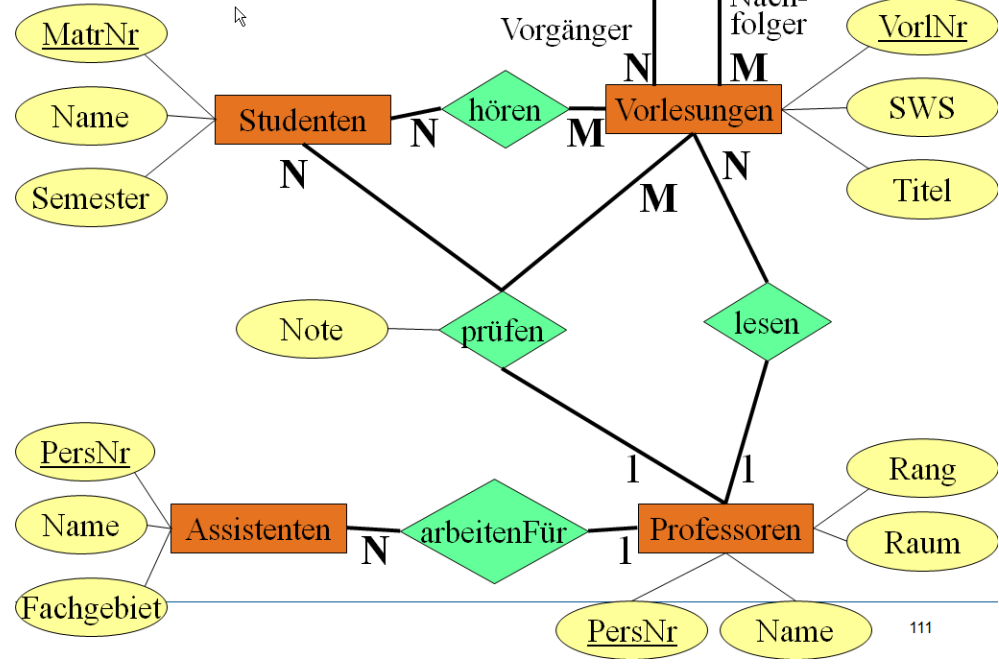
Vorlesungen			
VorNr	Titel	SWS	gelesen von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

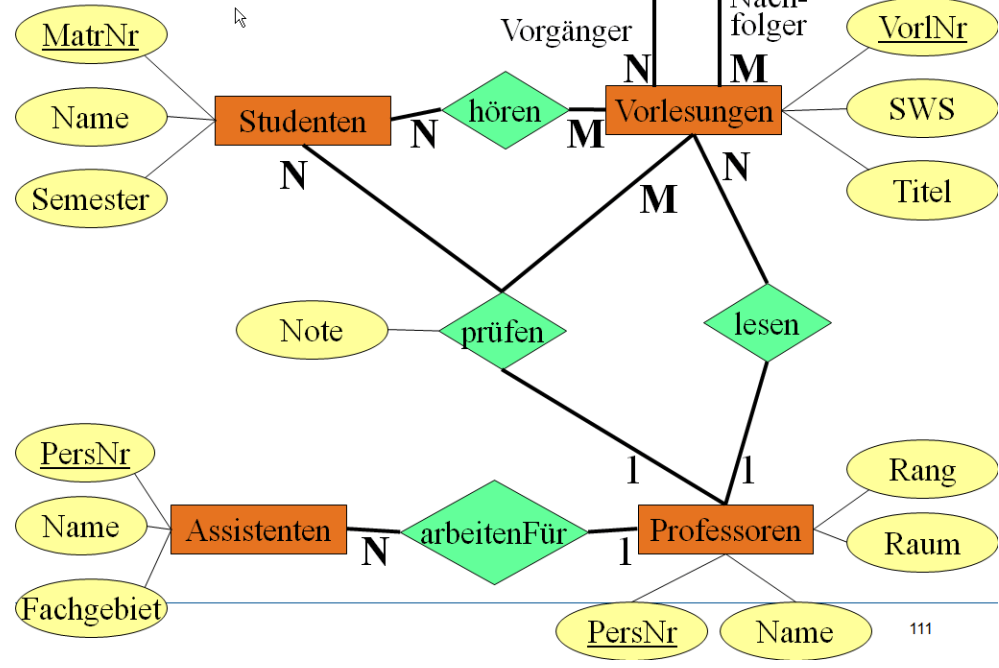
Assistenten			
PersNr	Name	Fachgebiet	Boss
3002	Platon	Ideenlehre	2125
3003	Aristoteles	Syllogistik	2125
3004	Wittgenstein	Sprachtheorie	2126
3005	Rhetikus	Planetenbewegung	2127
3006	Newton	Keplersche Gesetze	2127
3007	Spinoza	Gott und Natur	2126



# Uni-Schema



# Uni-Schema



# Die relationale Uni-DB

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

Assistenten			
PerslNr	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

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

prüfen	
MatrNr	VorlNr
28106	5001
25403	5041
27550	4630

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

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

# Die relationale Uni-DB

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

Assistenten			
PerslNr	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

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

prüfen	
MatrNr	VorlNr
28106	5001
25403	5041
27550	4630

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

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

# Die relationale Algebra

- $\sigma$  Selektion
- $\pi$  Projektion
- $\times$  Kreuzprodukt
- $\bowtie$  Join (Verbund)
- $\rho$  Umbenennung
- $-$  Mengendifferenz
- $\div$  Division
- $\cup$  Vereinigung
- $\cap$  Mengendurchschnitt
- $\ltimes$  Semi-Join (linker)
- $\rtimes$  Semi-Join (rechter)
- $\ltimes$  linker äußerer Join
- $\rtimes$  rechter äußerer Join

# Die relationale Uni-DB

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

Assistenten			
PerslNr	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

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

prüfen	
MatrNr	VorlNr
28106	5001
25403	5041
27550	4630

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

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

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

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

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

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

Assistenten			
PerslNr	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

## Die relationale Algebra

- $\sigma$  Selektion
- $\pi$  Projektion
- $\times$  Kreuzprodukt
- $\bowtie$  Join (Verbund)
- $\rho$  Umbenennung
- $-$  Mengendifferenz
- $\div$  Division
- $\cup$  Vereinigung
- $\cap$  Mengendurchschnitt
- $\ltimes$  Semi-Join (linker)
- $\rtimes$  Semi-Join (rechter)
- $\ltimes$  linker äußerer Join
- $\rtimes$  rechter äußerer Join

## Die relationale Algebra

- $\sigma$  Selektion
- $\pi$  Projektion
- $\times$  Kreuzprodukt
- $\bowtie$  Join (Verbund)
- $\rho$  Umbenennung
- $-$  Mengendifferenz
- $\div$  Division
- $\cup$  Vereinigung
- $\cap$  Mengendurchschnitt
- $\ltimes$  Semi-Join (linker)
- $\rtimes$  Semi-Join (rechter)
- $\ltimes$  linker äußerer Join
- $\rtimes$  rechter äußerer Join

## Die relationalen Algebra-Operatoren

### Selektion

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

$\sigma_{\text{Semester} > 10}(\text{Studenten})$		
MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12

### Projektion $\Pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$

$\Pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$
Rang
C4
C3

## Vereinigung (gleiches Schema in beiden Relationen nötig!)

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

Professoren		U	Assistenten		→	Result	
PersNr	Name		PersNr	Name		PersNr	Name
2125	Sokrates		3002	Platon	2125	Sokrates	
2126	Russel		3003	Aristoteles	2126	Russel	
2127	Kopernikus		3004	Wittgenstein	2127	Kopernikus	
2133	Popper		3005	Rhetikus	2133	Popper	
2134	Augustinus		3006	Newton	2134	Augustinus	
2136	Curie		3007	Spinoza	2136	Curie	
2137	Kant				2137	Kant	

## Die relationale Division

Bsp.: Finde MatrNr der Studenten, die **alle** vierstündigen Vorlesungen hören

$$L := \Pi_{\text{VorINr}}(\sigma_{\text{SWS}=4}(\text{Vorlesungen}))$$

$$\text{hören} \div \Pi_{\text{VorINr}}(\sigma_{\text{SWS}=4}(\text{Vorlesungen}))$$

L

## Kartesisches Produkt Professoren x hören

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

- Problem: riesige Zwischenergebnisse (im BSP  $|P| * |h|$  Tupel)
- Beispiel: (Professoren x hören)
- "bessere" Operation: Join (siehe unten)

## Die relationale Division

Bsp.: Finde MatrNr der Studenten, die **alle** vierstündigen Vorlesungen hören

$$L := \Pi_{\text{VorINr}}(\sigma_{\text{SWS}=4}(\text{Vorlesungen}))$$

$$\text{hören} \div \Pi_{\text{VorINr}}(\sigma_{\text{SWS}=4}(\text{Vorlesungen}))$$

L

## Umbenennung

- Umbenennung von Relationen oder Attributen, (bspw. weil mehrfache Verwendung in einer Anfrage)
- Beispiel: Ermittlung indirekter Vorgänger 2. Stufe der Vorlesung 5216

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

- Umbenennung von Attributen

$$\rho_{\text{Voraussetzung}} \leftarrow \text{Vorgänger}(\text{voraussetzen})$$

122

## Vereinigung (gleiches Schema in beiden Relationen nötig!)

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

Professoren		U	Assistenten		→	Result	
PersNr	Name		PersNr	Name		PersNr	Name
2125	Sokrates		3002	Platon		2125	Sokrates
2126	Russel		3003	Aristoteles		2126	Russel
2127	Kopernikus		3004	Wittgenstein		2127	Kopernikus
2133	Popper		3005	Rhetikus		2133	Popper
2134	Augustinus		3006	Newton		2134	Augustinus
2136	Curie		3007	Spinoza		2136	Curie
2137	Kant					2137	Kant
						3002	Platon
				3003		Aristoteles	
				3004		Wittgenstein	
				3005		Rhetikus	
				3006		Newton	
				3007		Spinoza	

118

## Die relationalen Algebra-Operatoren

### Selektion

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

$\sigma_{\text{Semester} > 10}(\text{Studenten})$		
MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12

### Projektion

$$\Pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$$

$\Pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$
Rang
C4
C3

116

## Formale Definition und Minimalität der Algebra

### Basisausdrücke

- Relation der Datenbank

### Operationen

- Selektion:  $\sigma_p(E_1)$
- Projektion:  $\Pi_S(E_1)$
- Kartesisches Produkt:  $E_1 \times E_2$
- Umbenennung:  $\rho_V(E_1), \rho_{A \leftarrow B}(E_1)$
- Vereinigung:  $E_1 \cup E_2$
- Differenz:  $E_1 - E_2$

123

## Der natürliche Verbund (Join)

Gegeben seien: (Beachte: überlappende Schemata – vgl.  $B_i$ )

- $R(A_1, \dots, A_m, B_1, \dots, B_k)$
- $S(B_1, \dots, B_k, C_1, \dots, C_n)$

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

$R \bowtie S$											
$R - S$				$R \cap S$				$S - R$			
$A_1$	$A_2$	...	$A_m$	$B_1$	$B_2$	...	$B_k$	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

124

## Drei-Wege-Join

(Studenten  $\bowtie$  hören)  $\bowtie$  Vorlesungen

(Studenten $\bowtie$ hören) $\bowtie$ Vorlesungen						
MatrNr	Name	Semester	VorNr	Titel	SWS	gelesenVon
26120	Fichte	10	5001	Grundzüge	4	2137
27550	Jonas	12	5022	Glaube und Wissen	2	2134
28106	Carnap	3	4052	Wissenschaftstheorie	3	2126
...	...	...	...	...	...	...

125

## Der natürliche Verbund (Join)

Gegeben seien: (Beachte: überlappende Schemata – vgl.  $B_i$ )

- $R(A_1, \dots, A_m, B_1, \dots, B_k)$
- $S(B_1, \dots, B_k, C_1, \dots, C_n)$

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

$R \bowtie S$											
$R - S$				$R \cap S$				$S - R$			
$A_1$	$A_2$	...	$A_m$	$B_1$	$B_2$	...	$B_k$	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

124

## Allgemeiner Join (Theta-Join)

- Gegeben seien folgende Relationen(-Schemata)
  - $R(A_1, \dots, A_n)$  und  $S(B_1, \dots, B_m)$

$$R \bowtie_{\theta} S = \sigma_{\theta}(R \times S)$$

$$R \bowtie_{\theta} S$$

Bsp:  $R \bowtie_{A_1 > B_1 \wedge A_3 < B_2} S$

$R \bowtie_{\theta} S$							
R				S			
$A_1$	$A_2$	...	$A_n$	$B_1$	$B_2$	...	$B_m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

126

## Der natürliche Verbund (Join)

Gegeben seien: (Beachte: überlappende Schemata – vgl.  $B_i$ )

- $R(A_1, \dots, A_m, B_1, \dots, B_k)$
- $S(B_1, \dots, B_k, C_1, \dots, C_n)$

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

$R \bowtie S$											
$R - S$				$R \cap S$				$S - R$			
$A_1$	$A_2$	...	$A_m$	$B_1$	$B_2$	...	$B_k$	$C_1$	$C_2$	...	$C_n$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

124

## Allgemeiner Join (Theta-Join)

- Gegeben seien folgende Relationen(-Schemata)
  - $R(A_1, \dots, A_n)$  und  $S(B_1, \dots, B_m)$

$$R \bowtie_{\theta} S = \sigma_{\theta}(R \times S)$$

$$R \bowtie_{\theta} S$$

Bsp:  $R \bowtie_{A_1 > B_1 \wedge A_3 < B_2} S$

$R \bowtie_{\theta} S$							
R				S			
$A_1$	$A_2$	...	$A_n$	$B_1$	$B_2$	...	$B_m$
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

126

## Andere Join-Arten

- natürlicher Join

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

- linker äußerer Join

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

127

- rechter äußerer Join

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

128



## Andere Join-Arten

- äußerer Join (full outer join)

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

- Semi-Join von L mit R

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

129

## Andere Join-Arten

- äußerer Join (full outer join)

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

- Semi-Join von L mit R

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

129

## Andere Join-Arten (Forts.)

- Semi-Join von R mit L

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



130

## Andere Join-Arten

- natürlicher Join

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

- linker äußerer Join

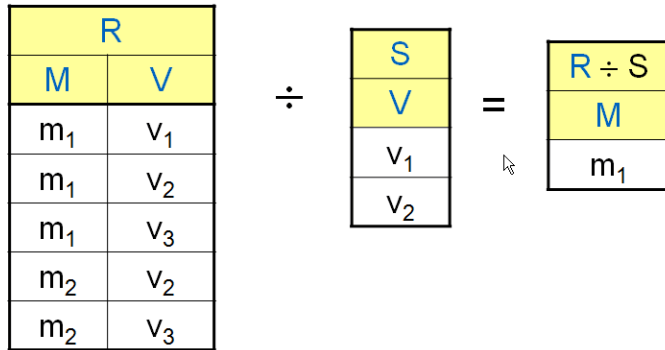
L			R			Resultat				
A	B	C	C	D	E	A	B	C	D	E
a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>	a <sub>1</sub>	b <sub>1</sub>	c <sub>1</sub>	d <sub>1</sub>	e <sub>1</sub>
a <sub>2</sub>	b <sub>2</sub>	c <sub>2</sub>	c <sub>3</sub>	d <sub>2</sub>	e <sub>2</sub>	a 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

127

## Definition der Division

- $t \in R \div S$ , falls für jedes Tupel  $ts \in S$  ein  $tr \in R$  existiert, so dass gilt:

- $tr.\bar{s} = ts.\bar{s}$
- $tr.(R - \bar{s}) = t$



- Die Division  $R \div S$  kann auch durch Differenz, Kreuzprodukt und Projektion ausgedrückt werden:

$$R \div S = \Pi_{(R-\bar{s})}(R) - \Pi_{(R-\bar{s})}((\Pi_{(R-\bar{s})}(R) \times S) - R)$$

132

## Mengendurchschnitt

Beispiel für den Mengendurchschnitt (Operatorsymbol  $\cap$ ):

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

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

- Mengendurchschnitt nur auf zwei Argumentrelationen mit gleichem Schema anwendbar
- Deshalb ist die Umbenennung des Attribute *gelesenVon* in *PersNr* in der Relation *Vorlesungen* notwendig
- Der Mengendurchschnitt zweier Relationen  $R \cap S$  kann durch die Mengendifferenz wie folgt ausgedrückt werden:  
 $R \cap S = R - (R - S)$

134

## Gruppierung und Aggregation

Bsp.: Zähle pro Semester-Wert die Zahl der betr. Studenten

$$\gamma_{\text{Semester}; \text{count}^*}(\text{Studenten})$$

$\gamma_{\text{Semester}; \text{count}^*}(\text{Studenten})$	
Semester	count(*)
18	1
12	1
10	1
8	1
6	1
3	1
2	2

135

## Beispiel-Aufgaben

136

Finden Sie die Studenten, die Vorlesungen hören, für die ihnen die Voraussetzungen fehlen!

## Mengendurchschnitt

Beispiel für den Mengendurchschnitt (Operatorsymbol  $\cap$ ):

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

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

- Mengendurchschnitt nur auf zwei Argumentrelationen mit gleichem Schema anwendbar
- Deshalb ist die Umbenennung des Attribute *gelesenVon* in *PersNr* in der Relation *Vorlesungen* notwendig
- Der Mengendurchschnitt zweier Relationen  $R \cap S$  kann durch die Mengendifferenz wie folgt ausgedrückt werden:

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

## Die relationalen Algebra-Operatoren

### Vereinigung

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

(gleiches Schema in beiden Relationen nötig!)

$\sigma_{\text{Semester} > 10}(\text{Studenten})$		
MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12

### Mengendifferenz

$$\Pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$$

$\Pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$
Rang
C4
C3

Finden Sie die Professoren, deren Vorlesungen nur auf selbst gelesenen direkten Vorgängern beruhen!

Finden Sie die Professoren, deren Vorlesungen nur auf selbst gelesenen direkten Vorgängern beruhen!

Gesucht sind die Professoren, deren sämtliche Vorlesungen nur auf selbst gelesenen Vorgängern aufbauen. Damit sind im Ergebnis auch Professoren enthalten, die keine Vorlesungen oder nur Vorlesungen ohne direkte Vorgänger lesen.

**Formulierung in relationaler Algebra**

Schema von Professoren

Professoren =  $\Pi_{\text{sch}(\text{Professoren})}$  ( $\Pi_{\text{Professoren} \bowtie_{\text{PersNr}=v1.\text{gelesen Von}} (\varrho_{v1}(\text{Vorlesungen})) \bowtie_{v1.\text{VorlNr}=\text{Nachfolger} \wedge v1.\text{gelesen Von} \neq v2.\text{gelesen Von}} \text{Voraussetzen} \bowtie_{\text{Vorgänger}=v2.\text{VorlNr}} (\varrho_{v2}(\text{Vorlesungen}))$ )