

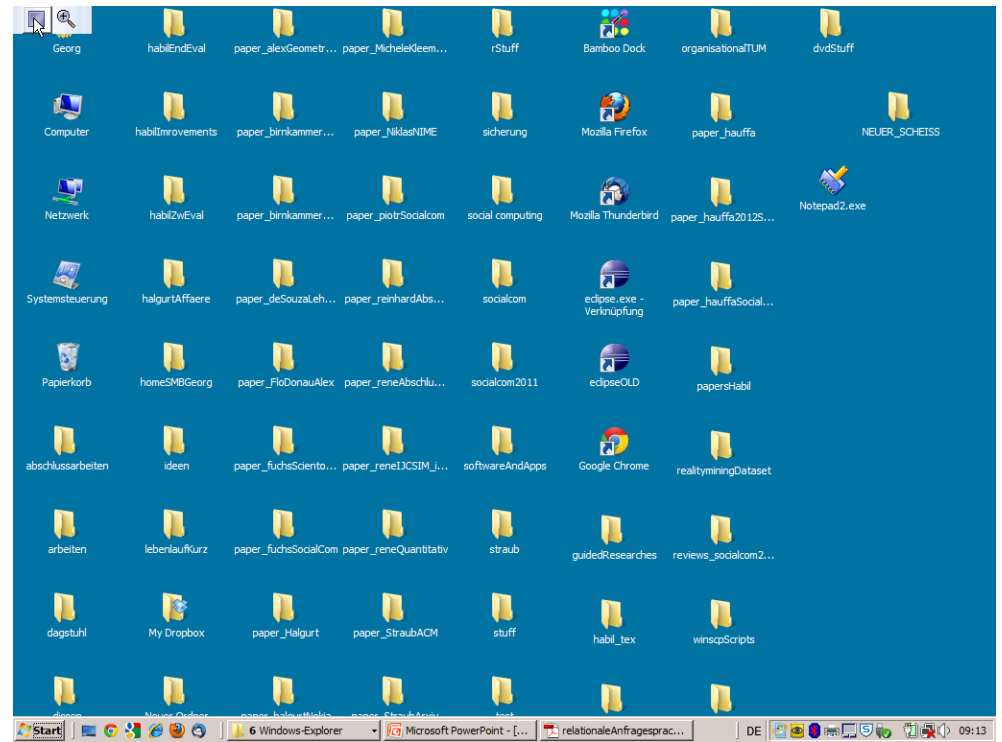
Script generated by TTT

Title: Groh: gggg (17.05.2013)

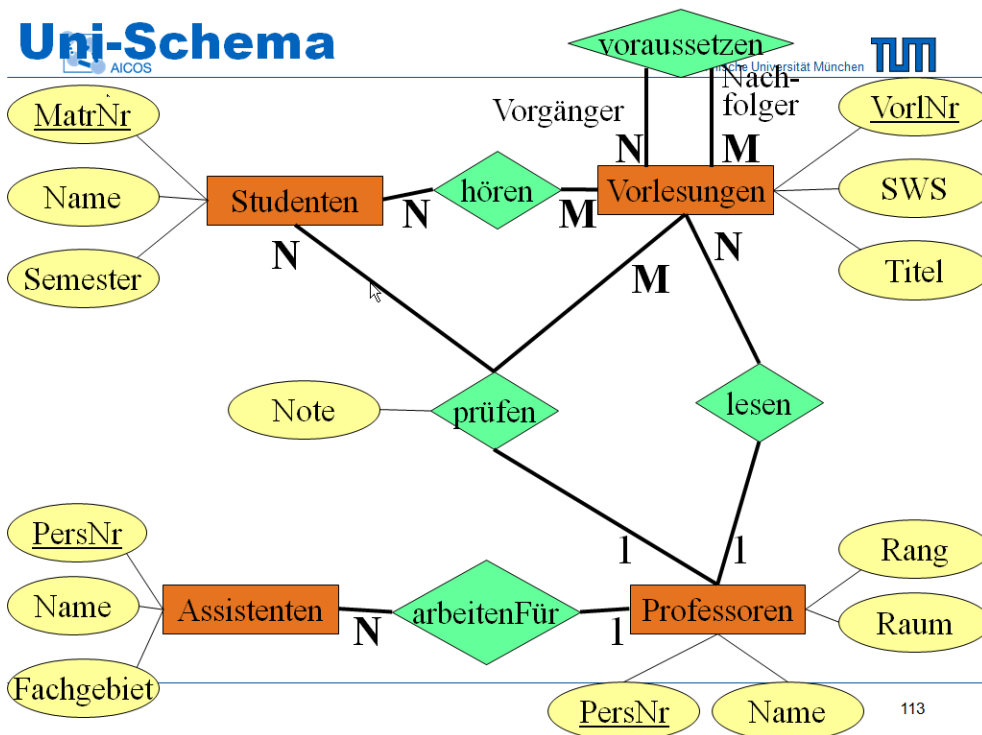
Date: Fri May 17 09:13:48 CEST 2013

Duration: 95:47 min

Pages: 59



Uni-Schema



Die relationale Uni-DB

Relational database schema showing tables for Professoren, Studenten, Vorlesungen, Voraussetzen, Hören, Prüfen, and Assistenten. The tables are as follows:

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

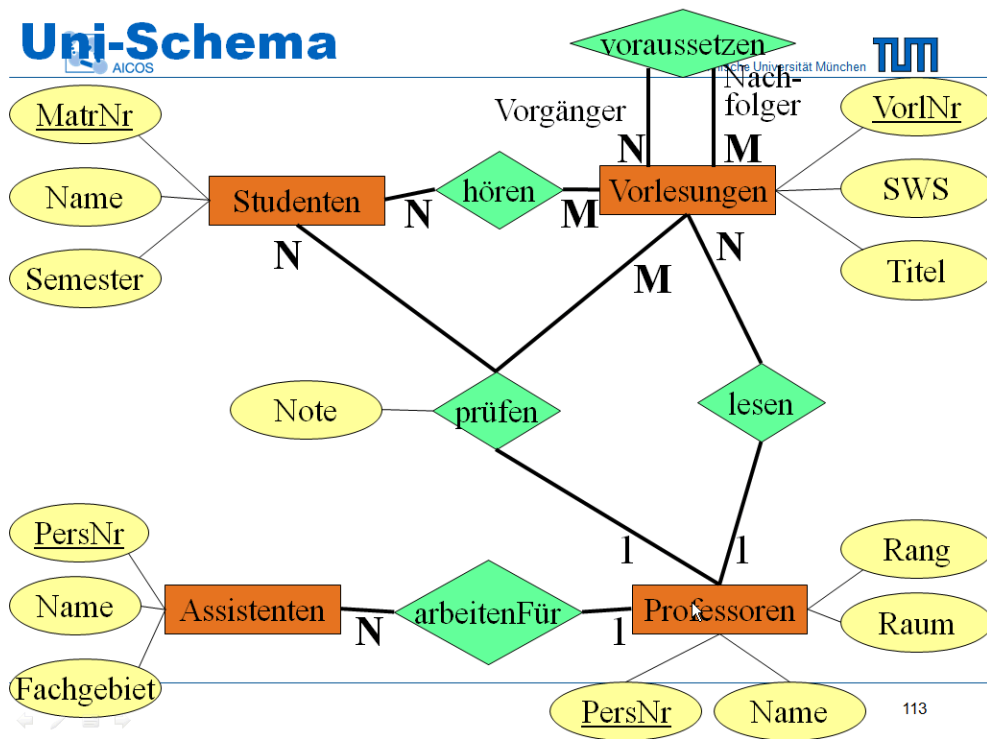
Vorlesungen			
VorlNr	Titel	SWS	gelesen von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

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



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 Algebra

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

Teil 4: SQL

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

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

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



Die relationale Algebra

- σ Selektion
- π Projektion
- \times Kreuzprodukt
- \bowtie Join (Verbund)
- ρ 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

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

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

Projektion

Π_{Rang} (Professoren)

Π_{Rang} (Professoren)	
Rang	
C4	
C3	

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

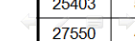
Vorlesungen			
VorlNr	Titel	SWS	gelesen von
5001	Grundzüge	4	2137
5041	Ethik	4	2125
5043	Erkenntnistheorie	3	2126
5049	Mäeutik	2	2125
4052	Logik	4	2125
5052	Wissenschaftstheorie	3	2126
5216	Bioethik	2	2126
5259	Der Wiener Kreis	2	2133
5022	Glaube und Wissen	2	2134
4630	Die 3 Kritiken	4	2137

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

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

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



Die relationalen Algebra-Operatoren

Selektion

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

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

Projektion

Π_{Rang} (Professoren)

Π_{Rang} (Professoren)	
Rang	
C4	
C3	

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

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

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

Die relationalen Algebra-Operatoren

Selektion

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

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

Projektion

Π_{Rang} (Professoren)

Π_{Rang} (Professoren)	
Rang	
C4	
C3	

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

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

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

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

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

Selektion

Allgemein ist das Selektionsprädikat eine Formel F , die aufgebaut ist aus:

1. Attributnamen der Argumentrelation R oder Konstanten als Operanden,
2. den arithmetischen Vergleichsoperatoren $=, <, \leq, >, \geq, \neq$ und
3. den logischen Operatoren \wedge (und), \vee (oder) und \neg (nicht).

Dann besteht das Ergebnis der Selektion

$$\sigma_F(R)$$

aus allen Tupeln $t \in R$, für die die Formel F erfüllt ist

Selektion

Allgemein ist das Selektionsprädikat eine Formel F , die aufgebaut ist aus:

1. Attributnamen der Argumentrelation R oder Konstanten als Operanden,
2. den arithmetischen Vergleichsoperatoren $=, <, \leq, >, \geq, \neq$ und
3. den logischen Operatoren \wedge (und), \vee (oder) und \neg (nicht).

Dann besteht das Ergebnis der Selektion

$$\sigma_F(R)$$

aus allen Tupeln $t \in R$, für die die Formel F erfüllt ist

Die relationalen Algebra-Operatoren

Selektion

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

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

Projektion Π_{Rang} (Professoren)

Π_{Rang} (Professoren)
Rang
C4
C3

Vereinigung (gleiches Schema in beiden Relationen nötig!)

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

Professoren	
PersNr	Name
2125	Sokrates
2126	Russel
2127	Kopernikus
2133	Popper
2134	Augustinus
2136	Curie
2137	Kant

U

Assistenten	
PersNr	Name
3002	Platon
3003	Aristoteles
3004	Wittgenstein
3005	Rhetikus
3006	Newton
3007	Spinoza

→

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

Vereinigung (gleiches Schema in beiden Relationen nötig!)

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

Professoren	
PersNr	Name
2125	Sokrates
2126	Russel
2127	Kopernikus
2133	Popper
2134	Augustinus
2136	Curie
2137	Kant

U

Assistenten	
PersNr	Name
3002	Platon
3003	Aristoteles
3004	Wittgenstein
3005	Rhetikus
3006	Newton
3007	Spinoza

→

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

Mengendifferenz

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

MatrNr der Studis, die noch keine Prüfung abgelegt haben



Umbenennung

- Umbenennung von Attributen

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

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

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

Kartesisches Produkt Professoren x hören

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

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

122

Selektion

Allgemein ist das Selektionsprädikat eine Formel F , die aufgebaut ist aus:

1. Attributnamen der Argumentrelation R oder Konstanten als Operanden,
2. den arithmetischen Vergleichsoperatoren $=, <, \leq, >, \geq, \neq$ und
3. den logischen Operatoren \wedge (und), \vee (oder) und \neg (nicht).

Dann besteht das Ergebnis der Selektion

$$\sigma_F(R)$$

aus allen Tupeln $t \in R$, für die die Formel F erfüllt ist



Selektion

Allgemein ist das Selektionsprädikat eine Formel F , die aufgebaut ist aus:

1. Attributnamen der Argumentrelation R oder Konstanten als Operanden,
2. den arithmetischen Vergleichsoperatoren $=, <, \leq, >, \geq, \neq$ und
3. den logischen Operatoren \wedge (und), \vee (oder) und \neg (nicht).

Dann besteht das Ergebnis der Selektion

$$\sigma_F(R)$$

aus allen Tupeln $t \in R$, für die die Formel F erfüllt ist

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

Formale Definition und Minimalität der Algebra

Basisausdrücke

- Relation der Datenbank oder konstante Relationen

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: $E_1 - E_2$

Mengendifferenz

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

MatrNr der Studis, die noch keine Prüfung abgelegt haben

Vereinigung (gleiches Schema in beiden Relationen nötig!)

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

Professoren		Assistenten		U	
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

Der natürliche Verbund (Join)

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

- R(A₁, ..., A_m, B₁, ..., B_k)
- S(B₁, ..., B_k, C₁, ..., 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 ⋈ S											
R - S				R ∩ S				S - R			
A ₁	A ₂	...	A _m	B ₁	B ₂	...	B _k	C ₁	C ₂	...	C _n

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)

Drei-Wege-Join

(Studenten ⋈ hören) ⋈ Vorlesungen

(Studenten ⋈ hören) ⋈ Vorlesungen						
MatrNr	Name	Semester	VorINr	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
...

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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

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
...

Kartesisches Produkt Professoren x hören

Professoren				hören	
PersNr	Name	Rang	Raum	MatrNr	VorNr
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 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

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
...

127

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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

128

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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

126

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
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

128

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	-	-



129

- 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



130

Andere Join-Arten

- äußerer Join (full outer 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	-	-
						-	-	c ₃	d ₂	e ₂

- Semi-Join von L mit R

L			R			Resultat		
A	B	C	C	D	E	A	B	C
a ₁	b ₁	c ₁	c ₁	d ₁	e ₁	a ₁	b ₁	c ₁
a ₂	b ₂	c ₂	c ₃	d ₂	e ₂			



131

Andere Join-Arten (Forts.)

- Semi-Join von R mit L

L			R			Resultat		
A	B	C	C	D	E	C	D	E
a ₁	b ₁	c ₁	c ₁	d ₁	e ₁	c ₁	d ₁	e ₁
a ₂	b ₂	c ₂	c ₃	d ₂	e ₂			



132

Die relationale Division

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

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

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



Mengendurchschnitt

Beispiel für den Mengendurchschnitt (Operatorsymbol \cap):

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

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

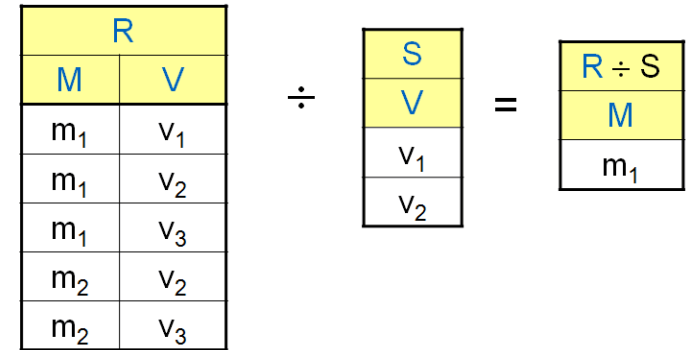
- Mengendurchschnitt nur auf zwei Argumentrelationen mit gleichem Schema anwendbar
- Deshalb ist die Umbenennung des Attribute *gelesenVon* in *PersNr* in der Relation *Vorlesungen* notwendig
- Der Mengendurchschnitt zweier Relationen $R \cap S$ kann durch die Mengendifferenz wie folgt ausgedrückt werden:

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

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:

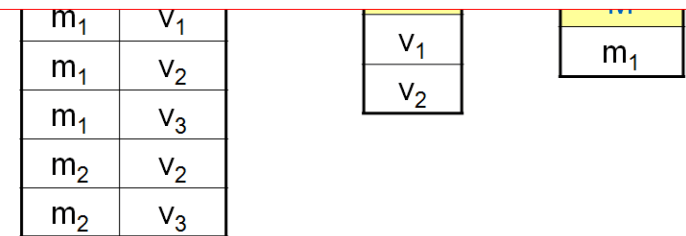
$$R \div S = \Pi_{(R - \bar{S})}(R) - \Pi_{(R - \bar{S})}((\Pi_{(R - \bar{S})}(R) \times S) - R)$$

Definition der Division

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

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

• \bar{s} ist das Schema von S, \bar{R} ist das Schema von R
 • $tr.\bar{s} = ts.\bar{s}$ heisst:
 $\forall A \in \bar{s} : tr.A = ts.A$



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

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

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:

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



136

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



139

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



137

Formulierung in relationaler Algebra

1. Wir konstruieren eine hypothetische Ausprägung der Relation *hören*, die gelten müsste, wenn alle Studenten alle benötigten Vorgängervorlesungen hören.
2. Von dieser Menge ziehen wir die tatsächliche Ausprägung von *hören* ab, so dass diejenigen Einträge übrig bleiben, bei denen ein Student die Vorgängervorlesung nicht hört (bzw. gehört hat).

$$R := (\rho_{\text{VorNr} \leftarrow \text{Vorgänger}}(\Pi_{\text{MatrNr}, \text{Vorgänger}}(\text{hören} \bowtie_{\text{VorNr}=\text{Nachfolger}} \text{voraussetzen})) - \text{hören}) \bowtie \text{Studenten}$$



140

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

$$\text{Professoren} = (\Pi_{\text{sch}(\text{Professoren})} (\text{Professoren} \bowtie_{\text{PersNr}=v1.\text{gelesenVon}} (\rho_{v1}(\text{Vorlesungen})) \bowtie_{v1.\text{VorNr}=\text{Nachfolger} \wedge v1.\text{gelesenVon} \neq v2.\text{gelesenVon}} \text{Voraussetzen} \bowtie_{\text{Vorgänger}=v2.\text{VorNr}} (\rho_{v2}(\text{Vorlesungen}))))$$

Formulierung in relationaler Algebra

1. Wir konstruieren eine hypothetische Ausprägung der Relation *hören*, die gelten müsste, wenn alle Studenten alle benötigten Vorgängervorlesungen hören.
2. Von dieser Menge ziehen wir die tatsächliche Ausprägung von *hören* ab, so dass diejenigen Einträge übrig bleiben, bei denen ein Student die Vorgängervorlesung nicht hört (bzw. gehört hat).

$$R := (\rho_{\text{VorNr}=\text{Vorgänger}} (\Pi_{\text{MatrNr, Vorgänger}} (\text{hören} \bowtie_{\text{VorNr}=\text{Nachfolger}} \text{voraussetzen})) - \text{hören}) \bowtie \text{Studenten}$$

