



**Hasso
Plattner
Institut**

IT Systems Engineering | Universität Potsdam

Übung Datenbanksysteme I
**Relationale
Algebra**

Thorsten Papenbrock



Übersicht: Relationale Algebra

2

Unäre Operatoren

Operator	Beschreibung
π (pi)	(erweiterte)Projektion
σ (sigma)	Selektion
δ (delta)	Duplikateliminierung
ρ (rho)	Umbenennung
τ (tau)	Sortierung
γ (gamma)	Gruppierung

Binäre Operatoren

Operator	Beschreibung
\cap	Schnittmenge
\cup	Vereinigung
$-$	Differenz (auch „\“)
\times	Kreuzprodukt
\bowtie	Natürlicher Join
\bowtie_{θ}	Theta-Join
$ \bowtie$	Left outer Join
$\bowtie $	Right outer Join
$ \bowtie $	Full outer Join
\ltimes	Semijoin

3

Gegeben:

- Relation R mit m Tupeln
- Relation S mit n Tupeln

Gesucht:

- Die minimale und die maximale Anzahl von Tupeln in folgenden Ausdrücken:

Ausdruck	minimal	maximal
$R \cup S$		
$R \bowtie S$		
$\sigma_C(R) \times S$		
$\pi_L(R) - S$		

Gegeben:

- Relation R mit m Tupeln
- Relation S mit n Tupeln

Gesucht:

- Die minimale und die maximale Anzahl von Tupeln in folgenden Ausdrücken:

Ausdruck	minimal	maximal
$R \cup S$	$\max(m, n)$	$m + n$
$R \bowtie S$	0	$m \cdot n$
$\sigma_C(R) \times S$	0	$m \cdot n$
$\pi_L(R) - S$	0	m

Relationale Übungsschemata

5

Modellnummer

Product(maker, model, type)

- Beispieletupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

Prozessorgeschwindigkeit [MHz]

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

Festplattengröße [GB]

- Beispieletupel: (1005, 1000, 128, 10, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

Geschwindigkeit und Typ des Laufwerks

- Beispieletupel: (2008, 650, 64, 10, '12-1', 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieletupel: (2015, true, 'bubble', 200)

Typ (laser, ink-jet, bubble)

Preis [Euro]

Bildschirm-
auflösung

6

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: (`'Lenovo'`, 1005, `'pc'`)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, `'12xDVD'`, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, `true`, `'bubble'`, 200)

Anfrage: „Welche PC-Modelle haben eine Geschwindigkeit von mindestens 1000 MHz?“

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: (`'Lenovo'`, 1005, `'pc'`)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, `'12xDVD'`, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, `true`, `'bubble'`, 200)

Anfrage: „Welche PC-Modelle haben eine Geschwindigkeit von mindestens 1000 MHz?“

$$\pi_{\text{model}}(\sigma_{\text{speed} \geq 1000}(\text{PC}))$$

8

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: (`'Lenovo'`, 1005, `'pc'`)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, `'12xDVD'`, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, `true`, `'bubble'`, 200)

Anfrage: „Welche Hersteller bauen Laptops mit einer Harddisk von mindestens 10 GB Größe?“

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Welche Hersteller bauen Laptops mit einer Harddisk von mindestens 10 GB Größe?“

$$\pi_{\text{maker}}(\sigma_{\text{hd} \geq 10}(\text{Product} \bowtie \text{Laptop}))$$

Farbe
[true, false]

Typ
[laser, ink-jet, bubble]

Product(maker, model, type)

- Beispieletupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieletupel: (1005, 1000, 128, 2, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieletupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieletupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Finde die Modellnummern aller Farblaserdrucker.“

Farbe
[true, false]

Typ
[laser, ink-jet, bubble]

Product(maker, model, type)

- Beispieletupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieletupel: (1005, 1000, 128, 2, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieletupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieletupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Finde die Modellnummern aller Farblaserdrucker.“

$$\pi_{\text{model}}(\sigma_{\text{color}=\text{true} \wedge \text{type}=\text{'laser'}}(\text{Printer}))$$

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: (`'Lenovo'`, 1005, `'pc'`)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, `'12xDVD'`, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, `true`, `'bubble'`, 200)

Anfrage: „Finde die Modellnummer und den Preis aller Produkte (jeden Typs), die von Hersteller `'Apple'` gebaut werden.“

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Finde die Modellnummer und den Preis aller Produkte (jeden Typs), die vom Hersteller 'Apple' gebaut werden.“

Warum?

$$\pi_{\text{model,price}}(\sigma_{\text{maker}='Apple'}(\text{Product} \bowtie (\pi_{\text{model,price}}(\text{PC}) \cup \pi_{\text{model,price}}(\text{Laptop}) \cup \pi_{\text{model,price}}(\text{Printer}))))$$

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: (``Lenovo``, 1005, ``pc``)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, ``12xDVD``, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, `true`, ``bubble``, 200)

Anfrage: „Finde alle Hersteller, die Laptops, aber keine PCs herstellen.“

Product(maker, model, type)

- Beispieltupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieltupel: (1005, 1000, 128, 20, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieltupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Finde alle Hersteller, die Laptops, aber keine PCs herstellen.“

Nötig?

$$\delta(\pi_{\text{maker}}(\text{Product} \bowtie \text{Laptop})) - \delta(\pi_{\text{maker}}(\text{Product} \bowtie \text{PC}))$$

Product(maker, model, type)

- Beispieltupel: (``Lenovo``, 1005, ``pc``)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieltupel: (1005, 1000, 128, 20, ``12xDVD``, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieltupel: (3005, `true`, ``bubble``, 200)

Anfrage: „Finde alle Harddisk-Größen, die in mehr als zwei PCs vorkommen.“

Product(maker, model, type)

- Beispeltupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispeltupel: (1005, 1000, 128, 20, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispeltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispeltupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Finde alle Harddisk-Größen, die in mehr als zwei PCs vorkommen.“

$$\pi_{hd}(\sigma_{\text{Anzahl} > 2}(\gamma_{hd, \text{count}(\text{model}) \rightarrow \text{Anzahl}}(\text{PC})))$$

Product(maker, model, type)

- Beispieletupel: (`'Lenovo'`, 1005, `'pc'`)

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieletupel: (1005, 1000, 128, 20, `'12xDVD'`, 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieletupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieletupel: (3005, `true`, `'bubble'`, 200)

Anfrage: „Finde alle Paare von PCs, die die gleiche Geschwindigkeit und die gleiche Hauptspeichergröße haben. Vermeide dabei doppelte Paare.“

Product(maker, model, type)

- Beispieletupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieletupel: (1005, 1000, 128, 20, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieletupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieletupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage: „Finde alle Paare von PCs, die die gleiche Festplattengröße und die gleiche Hauptspeichergröße haben. Vermeide dabei doppelte Paare.“

$$(\rho_{PC_1}(PC)) \bowtie_{PC_1.HD=PC_2.HD \wedge PC_1.RAM=PC_2.RAM \wedge PC_1.model < PC_2.model} (\rho_{PC_2}(PC))$$

Product(maker, model, type)

- Beispieltupel: ('Lenovo', 1005, 'pc')

PC(model, speed, ram, hd, rd, price)

- Beispieltupel: (1005, 1000, 128, 20, '12xDVD', 1499)

Laptop(model, speed, ram, hd, screen, price)

- Beispieltupel: (2008, 650, 64, 10, 12.1, 1249)

Printer(model, color, type, price)

- Beispieltupel: (3005, true, 'bubble', 200)

Anfrage:

$$\pi_{D.a}(\sigma_{A.b=B.b \wedge A.a=C.g \wedge B.a=D.g \wedge C.a=D.a}(\rho_{A(a,b,c,d,e,f)}(\text{Laptop}) \times \rho_{B(a,b,c,d,e,f)}(\text{PC}) \times \rho_{C(a,g,h)}(\text{Product}) \times \rho_{D(a,g,h)}(\text{Product})))$$

model

model

$$\pi_{D.a}(\sigma_{A.b=B.b \wedge A.a=C.g \wedge B.a=D.g \wedge C.a=D.a}(\rho_{A(a,b,c,d,e,f)}(\text{Laptop}) \times \rho_{B(a,b,c,d,e,f)}(\text{PC}) \times \rho_{C(a,g,h)}(\text{Product}) \times \rho_{D(a,g,h)}(\text{Product})))$$

maker

$$\Leftrightarrow \pi_{D.a}(\sigma_{A.b=B.b \wedge C.a=D.a}(\rho_{A(a,b,c,d,e,f)}(\text{Laptop}) \bowtie \rho_{C(a,g,h)}(\text{Product})) \times (\rho_{B(a,b,c,d,e,f)}(\text{PC}) \bowtie \rho_{D(a,g,h)}(\text{Product})))$$

speed

$$\Leftrightarrow \pi_{D.a}(\sigma_{A.b=B.b}(\rho_{A(a,b,c,d,e,f)}(\text{Laptop}) \bowtie \rho_{C(a,g,h)}(\text{Product})) \bowtie_{C.a=D.a} (\rho_{B(a,b,c,d,e,f)}(\text{PC}) \bowtie \rho_{D(a,g,h)}(\text{Product})))$$

maker

„Finde alle Hersteller, die mindestens einen Laptop und einen PC anbieten, deren Prozessoren dieselbe Taktfrequenz haben.“

