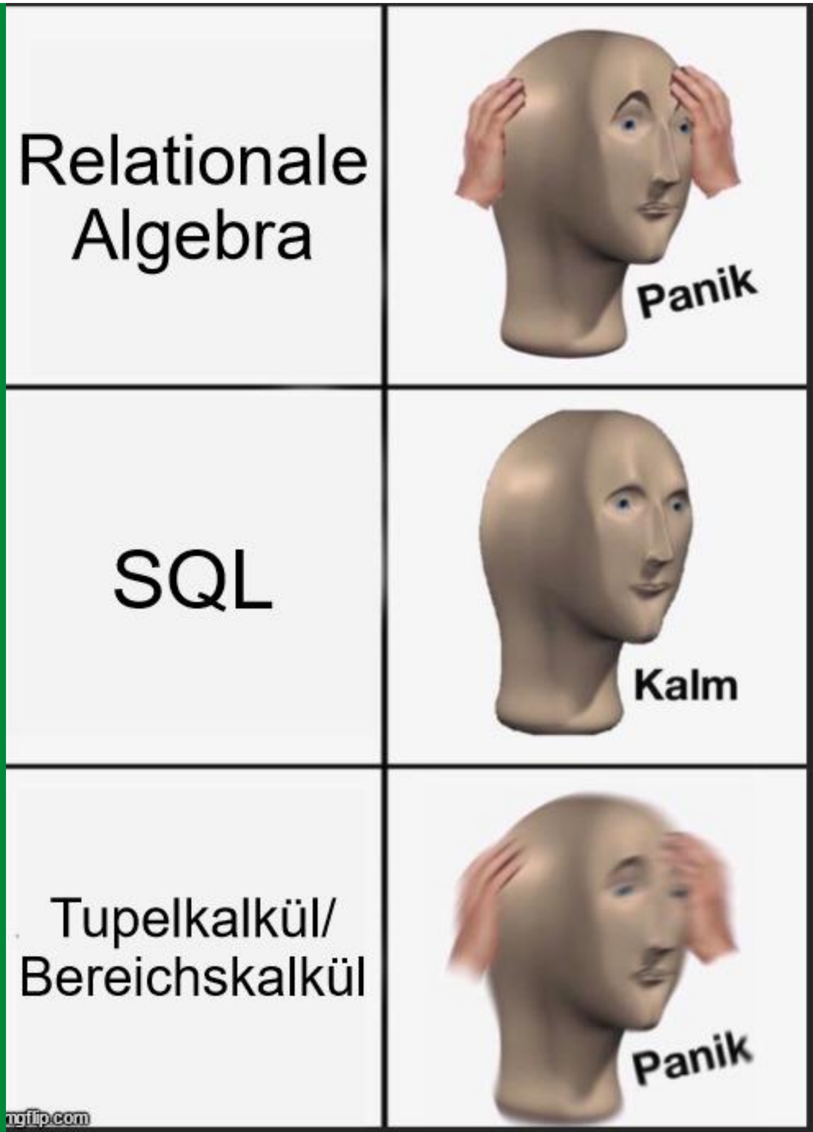
# Tutorium 6 – Datenbanksysteme




07.11.2022 – Finn Kapitza

# 1. Wiederholung –
Tupel- und Bereichskalkül

# Relationenkalkül

- Zur Erinnerung: Relationale Algebra war prozedurale Sprache: wie wird etwas berechnet
- Relationenkalkül ist deklarative Sprache: was wird berechnet
- Kalkül: logischer Formalismus zur Ableitung von Ergebnissen
- Aufbau von jedem Kalkül:
  1. Syntax: Wie sind die Ausdrücke aufgebaut?
  2. Semantik: Was bedeuten die Ausdrücke?

=> Tupelkalkül und Bereichskalkül

# Tupelkalkül – Formeln

- Es dreht sich alles um Tupel
- *t* ist eine Tupelvariable bzgl. Schema S = Schema(*t*)

- Kleinste Bestandteile einer Formel im Tupelkalkül sind die Atome:
  - $R(t),\ t.A\theta s.B,\ t.A\theta c\ (\theta \in \{<, \leq, \geq, >, =, \neq\})$

    (wobei *t* und *s* Tupelvariablen, *A* und *B* Relationen und *c* Konstanten sind)

- Formeln im Tupelkalkül sind Induktiv definiert:
  - Jedes Atom ist eine Formel
  - $\varphi_1$ und $\varphi_2$ Formeln $\varphi_1 \wedge \varphi_2,\ \varphi_1 \vee \varphi_2,\ \neg\varphi_1$ auch Formeln
  - $\varphi$ Formel und $t$ frei in $\varphi \Rightarrow \exists t\varphi$ und $\forall t\varphi$ auch Formel

# Tupelkalkül – Ausdrücke

- Es gibt zwei verschiedene Alternativen Ausdrücke zu formulieren

1. $\{t \mid \varphi(t)\}$, wobei *t* einzige freie Tupelvariable in $\varphi$ ist.
2. $\{[t_1.A_1, \dots, t_n.A_n] \mid \varphi(t_1, \dots, t_n)\}$, wobei $t_1, \dots, t_n$ die einzigen freiene Tupelvariablen in $\varphi$ sind

$\Rightarrow$ Die Schemata von $t$ und $t_1, \dots, t_n$ müssen explizit angegeben warden

Bsp.: $\mathrm{Schema}(t) = \mathrm{Schema}(Angestellter); \{[\mathrm{t.Name}] \mid \mathrm{t} \in Angestellter\}$

-> Namen aller Angestellten zurück

# Bereichskalkül – Formeln

- Es dreht sich um die einzelnen Bereiche von Relationen (Domänen)
- Bereichsvariablen $x_1 : D_1, \dots, x_k : D_k$ für einzelne Attribute

- Kleinste Bestandteile sind wieder die Atome:
  - $R(x_1, \dots, x_k),\ x\theta y,\ (\theta \in \{<, \leq, \geq, >, =, \neq\}),\ x, y$ sind Bereichsvariablen|Konstanten

- Induktive Definition analog zum Tupelkalkül

# Bereichskalkül – Ausdrücke

- Ausdrücke:
  - $\{x_1, \dots, x_k | \varphi(x_1, \dots, x_k)\}$, wobei $x_1, \dots, x_k$ die einzig freien Variablen in $\varphi$ ist

- Syntaxerweiterung:
  - Ein Unterstrich als Platzhalter genutzt werden, falls ein Attribut einer Relation nicht benötigt wird

Bsp.: $\{land \,|\exists nr, st\colon \mathrm{Filiale}(nr, st, land)\} = \{land \mid \mathrm{Filiale}(\_, \_, land)\}$

-> alle Länder wo Filialen sind

# Aufgabe 6.1 – Tupel- und Bereichskalkül

## Die folgenden Anfragen im Tupel- und Bereichskalkül formulieren

**Angestellter** ($\underline{\text{Nummer}}$, Name, Gehalt, $\overline{\text{Abteilung}}$, Geburtsjahr, Einstellungsdatum)
**Abteilung** ($\underline{\text{Nummer}}$, Name, $\overline{\text{Filiale}}$, Stock, $\overline{\text{Leiter}}$[Angestellter])
**Filiale** ($\underline{\text{Nummer}}$, Stadt, Land)
**Lieferant** ($\underline{\text{Nummer}}$, Name, Stadt, Land)
**Artikel** ($\underline{\text{Nummer}}$, Name, $\overline{\text{Abteilung}}$, Preis, Bestand, $\overline{\text{Lieferant}}$)
**Verkauf** ($\underline{\text{Nummer}}$, Datum, $\overline{\text{Abteilung}}$, $\overline{\text{Artikel}}$, Anzahl, $\overline{\text{Angestellter}}$, Betrag)

Für die Attribute gelten dabei folgende Wertebereiche:

| | | |
|---|---|---|
| `Nummer : Integer` | `Gehalt : Decimal(10,2)` | `Geburtsjahr : Integer` |
| `Einstellungsdatum : Date` | `Name : String` | `Stock : Integer` |
| `Stadt : String` | `Land : String` | `Preis : Decimal` |
| `Bestand : Integer` | `Datum : Date` | `Anzahl : Integer` |
| `Betrag : Decimal` | | |

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

# Aufgabe 6.1.a – Tupelkalkül: Bestimmen Sie die Namen aller Angestellten mit einem Gehalt von weniger als 2000

1. Option:

$$Schema(t) = (Name: String)$$
$$\{t \mid (\exists a \in \text{Angestellter})(t.Name = a.Name \wedge a.Gehalt < 2000)\}$$

2. Option:

$$Schema(a) = Schema(\text{Angestellter})$$
$$\{[a.Name] \mid a \in \text{Angestellter} \wedge a.Gehalt < 2000)\}$$

# Aufgabe 6.1.a – Bereichskalkül: Bestimmen Sie die Namen aller Angestellten mit einem Gehalt von weniger als 2000

1. Option:

$$\{name \mid (\exists nr, g, ab, geb, ein): \text{Angestellter}(nr, name, g, ab, geb, ein) \land g < 2000)\}$$

2. Option:

$$\{name \mid \exists g: \text{ Angestellter}(\_, name, g, \_, \_, \_) \land g < 2000)\}$$

## Aufgabe 6.1.b – Erstellen Sie eine Liste aller Verkaufsnummern mit Verkaufsdatum, die in den Abteilungen im 3. Stock verkauft wurden und deren Lieferant entweder aus Italien oder Frankreich kommt.

$$Schema(ver) = Schema(Verkauf)$$

$$\{[ver.Nummer, ver.Datum] \mid ver \in \text{Verkauf} \wedge$$

$$(\exists ab \in \text{Abteilung}, art \in \text{Artikel}, l \in \text{Lieferant})$$

$$(ver.Abteilung = ab.Nummer \wedge ver.Artikel = art.Nummer \wedge$$

$$art.Lieferant = l.Nummer \wedge$$

$$ab.Stock = 3 \wedge$$

$$(l = '\text{Italien}' \vee l = '\text{Frankreich}'))\}$$

# Aufgabe 6.1.b – Erstellen Sie eine Liste aller Verkaufsnummern mit Verkaufsdatum, die in den Abteilungen im 3. Stock verkauft wurden und deren Lieferant entweder aus Italien oder Frankreich kommt.

$$\{Vnr, Vda \mid \exists abtnr, artnr, lnr :$$

$$Verkauf(Vnr, Vda, abtnr, artnr, \_, \_, \_) \wedge$$

$$Abteilung(abtnr, \_, \_, 3, \_) \wedge$$

$$Artikel(artnr, \_, \_, \_, \_, lnr) \wedge$$

$$(Lieferant(lnr, \_, \_, '\text{Italien}') \vee Lieferant\big(lnr, \_, \_, '\text{Frankreich}'\big))\}$$

# Aufgabe 6.1.c – Tupelkalkül: Bestimmen Sie für alle Filialen in der Stadt Köln, die Nummern und Namen aller Angestellten sowie die Abteilungsnamen in denen diese Angestellten arbeiten

$$Schema(an) = Schema(\text{Angestellter})$$

$$Schema(ab) = Schema(\text{Abteilung})$$

$$\{[an.Nummer, an.Name, ab.Name] |$$

$$Angestellter(an) \wedge Abteilung(ab) \wedge an.Abteilung = ab.Nummer \wedge$$

$$(\exists f \in \text{Filiale})$$

$$(ab.Filiale = f.Nummer \wedge$$

$$f.Stadt =' \text{Koeln}')\}$$

# Aufgabe 6.1.c – Bereichskalkül: Bestimmen Sie für alle Filialen in der Stadt Köln, die Nummern und Namen aller Angestellten sowie die Abteilungsnamen in denen diese Angestellten arbeiten

$$\{AnNr, AnName, AbName \mid$$

$$\exists AbNr, FilNr:$$

$$Angestellter(AnNr, AnName, \_, AbNr, \_, \_) \land$$

$$Abteilung(AbNr, AbName, FilNr, \_, \_) \land$$

$$Filiale(FilNr, \ 'Koeln', \_)$$

# Aufgabe 6.1.d – Tupelkalkül: Bestimmen Sie die Nummern, Namen, Gehalt und Geburtsjahr aller Angestellten, die am 01.10.2019 etwas Verkauft haben und keine Leiter einer Abteilung sind

$$Schema(an) = Schema(Angestellter)$$

$$\{[an.Nummer, an.Name, an.Gehalt, an.Geburtsjahr] | Angestellter(an) \land$$

$$\exists ver \in Verkauf :$$

$$ver.Angestellter = an.Nummer \land \mathrm{ver}.Datum =' 01.10.2019' \land$$

$$\neg\exists ab \in Abteilung :$$

$$ab.Leiter = an.Nummer\}$$

# Aufgabe 6.1.d – Bereichskalkül: Bestimmen Sie die Nummern, Namen, Gehalt und Geburtsjahr aller Angestellten, die am 01.10.2019 etwas Verkauft haben und keine Leiter einer Abteilung sind

$$\{nummer, name, gehalt, geburtsjahr \mid$$

$$Angestellter(nummer, name, gehalt, \_, geburtsjahr, \_) \land$$

$$Verkauf(\_, \text{´}01.10.2019\text{´}, \_, \_, \_, nummer, \_) \land$$

$$\neg Abteilung(\_, \_, \_, \_, nummer)\}$$

# Aufgabe 6.1.e – Tupelkalkül: Bestimmen Sie die Nummer und Namen der Lieferanten, welche die Kaufhauskette mit mindestens 3 unterschiedlichen Artikeln beliefern

$$Schema(l) = Schema(Lieferant)$$

$$\{[l.Nummer, l.Name] \mid Lieferant(l) \wedge$$
$$\exists art1 \in Artikel, art2 \in Artikel, art3 \in Artikel :$$
$$art1.Lieferant = l.Nummer \wedge art2.Lieferant = l.Nummer \wedge$$
$$art3.Lieferant = l.Nummer \wedge$$
$$art1.Nummer \neq art2.Nummer \wedge art1.Nummer \neq art3.Nummer \wedge$$
$$art2.Nummer \neq art3.Nummer\}$$

# Aufgabe 6.1.e – Bereichskalkül: Bestimmen Sie die Nummer und Namen der Lieferanten, welche die Kaufhauskette mit mindestens 3 unterschiedlichen Artikeln beliefern

$$\{lNr, lName \mid Lieferant(lNr, lName, \_, \_) \wedge$$

$$\exists art1, art2, art3:$$

$$Artikel(art1, \_, \_, \_, \_, lNr) \wedge Artikel(art1, \_, \_, \_, \_, lNr) \wedge Artikel(art1, \_, \_, \_, \_, lNr) \wedge$$

$$art1 \neq art2 \wedge art1 \neq art3 \wedge art2 \neq art3\}$$

LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

## Aufgabe 6.2 – Tupel- und Bereichskalkül

Stellen Sie die folgenden in Relationaler Algebra angegebenen Operationen sowohl im Tupel- als auch im Bereichskalkül dar.

Für Anfragen im Tupelkalkül soll darüber hinaus das Schema aller freier Variablen angegeben werden.

# 6.2.a – Selektion

Relationale Algebra (RelAlg):

$$\sigma_{A=x} R(A, B, C)$$

Tupelkalkül (TK):

$$Schema(t) = Schema(R)$$
$$\{t \mid R(t) \land t.A = x\}$$

Bereichskalkül (BK):

$$\{a, b, c \mid R(a, b, c) \land a = x\}$$

# 6.2.b – Projektion

RelAlg:

$$\Pi_{A,B} R(A, B, C)$$

TK:

$$Schema(t) = Schema(R)$$
$$\{[t.A, t.B] \mid R(t)\}$$

BK:

$$\{a, b \mid R(a, b, \_)\}$$

# 6.2.c – Natural Join

RelAlg:

$$R(A, B, C) \bowtie S(C, D, E)$$

TK:

$$Schema(r) = Schema(R)$$
$$Schema(s) = Schema(S)$$
$$\{[r.A, r.B, r.C, s.D, s.E]\ |R(r) \land S(s) \land r.C = s.C\}$$

BK:

$$\{a, b, c, d, e | R(a, b, c) \land S(c, d, e)\}$$

# 6.2.d – Vereinigung

RelAlg:

$$R(A, B, C) \cup S(A, B, C)$$

TK:

$$Schema(t) = Schema(R)$$
$$\{t | R(t) \vee S(t)\}$$

BK:

$$\{a, b, c | R(a, b, c) \vee S(a, b, c)\}$$

# 6.2.e – Durchschnitt

RelAlg:

$$R(A, B, C) \cap S(A, B, C)$$

TK:

$$Schema(t) = Schema(R)$$
$$\{t | R(t) \land S(t)\}$$

BK:

$$\{a, b, c | R(a, b, c) \land S(a, b, c)\}$$

# 6.2.f – Differenz

RelAlg:

$$R(A,B,C) - S(A,B,C)$$

TK:

$$Schema(t) = Schema(R)$$
$$\{t|R(t) \land \neg S(t)\}$$

BK:

$$\{a,b,c|R(a,b,c) \land \neg S(a,b,c)\}$$

# 6.2.g – Kartesisches Produkt

RelAlg:

$$R(A, B, C) \times S(D, E, F)$$

TK:

$$Schema(t) = (A: dom(R.A), B: dom(R.B), C: dom(R.C),$$
$$D: dom(S.D), E: dom(S.E), F: dom(S.F))$$
$$\{t | \exists r \in R, s \in S:$$
$$(t.A = r.A \wedge t.B = r.B \wedge t.C = r.C \wedge t.D = s.D \wedge t.E = s.E \wedge t.F = s.F)\}$$

BK:

$$\{a, b, c, d, e, f | R(a, b, c) \wedge S(d, e, f)\}$$

# Aufgabe 6.2.h - Quotient

RelAlg:

$$R(A,B) \div S(A)$$

TK:

$$Schema(t) = \big(B\!: dom(R.B)\big)$$
$$\{t \mid \forall s \in S : \exists r \in R\!: s.A = r.A \land t.B = r.B\}$$

BK:

$$\{b \mid \forall a\!: S(a) \Rightarrow R(a,b)\}$$

LMU LUDWIG-MAXIMILIANS-UNIVERSITÄT MÜNCHEN

Finn Kapitza – Finn.Kapitza@campus.lmu.de