



# Einsatz und Realisierung von Datenbanksystemen

ERDB Übungsleitung

Alice Rey, Maximilian Bandle, Michael Jungmair

[i3erdb@in.tum.de](mailto:i3erdb@in.tum.de)

Folien erstellt von Maximilian Bandle & Alexander Beischl



# Organisatorisches

## Disclaimer

Die Folien werden von der Übungsleitung allen Tutoren zur Verfügung gestellt.

Sollte es Unstimmigkeiten zu den Vorlesungsfolien von Prof. Kemper geben, so sind die Folien aus der Vorlesung ausschlaggebend.

Falls Ihr einen Fehler oder eine Unstimmigkeit findet, schreibt an [i3erdb@in.tum.de](mailto:i3erdb@in.tum.de) mit Angabe der Foliennummer.



# Deduktive Datenbanken

## Sichere Programme

- Durch Datalog-Regeln erzeugte Relationen müssen endlich sein
- Jede Variable, die in einer Regel vorkommt, muss eingeschränkt sein:
  - die Variable im Rumpf kommt in mindestens einem normalen Prädikat vor (nicht nur in Vergleichsprädikaten) oder
  - $X = c$  mit Konstante  $c$  existiert oder
  - ein Prädikat  $X = Y$  vorkommt, und  $Y$  bereits eingeschränkt ist



# Deduktive Datenbanken

## Stratifizierte Programme

$$p(\dots) \text{ :- } q_1(\dots), \dots, \neg q_i(\dots), \dots, q_n(\dots).$$

- Regel  $p$  mit **negiertem** Prädikat  $q_i$  nur sinnvoll auswertbar, wenn  $q_i$  bereits materialisiert ist
- zuerst alle Regeln mit  $q_i$  auswerten  $\Rightarrow q_i$  materialisiert
- nur möglich, wenn  $q_i$  nicht von  $p$  abhängig ist
- ➔ Abhängigkeitsgraph darf keine Pfade von  $p$  nach  $q_i$  enthalten
- muss für alle Regeln gelten



# Aufgabe 1

Ist folgendes Datalog-Programm stratifiziert?

$$p(X, Y) \text{ :- } q_1(Y, Z), \neg q_2(Z, X), q_3(X, P).$$

$$q_2(Z, X) \text{ :- } q_4(Z, Y), q_3(Y, X).$$

$$q_4(Z, Y) \text{ :- } p(Z, X), q_3(X, Y).$$

Ist das Programm sicher – unter der Annahme, dass  $p, q_1, q_2, q_3, q_4$  IDB- oder EDB-Prädikate sind?

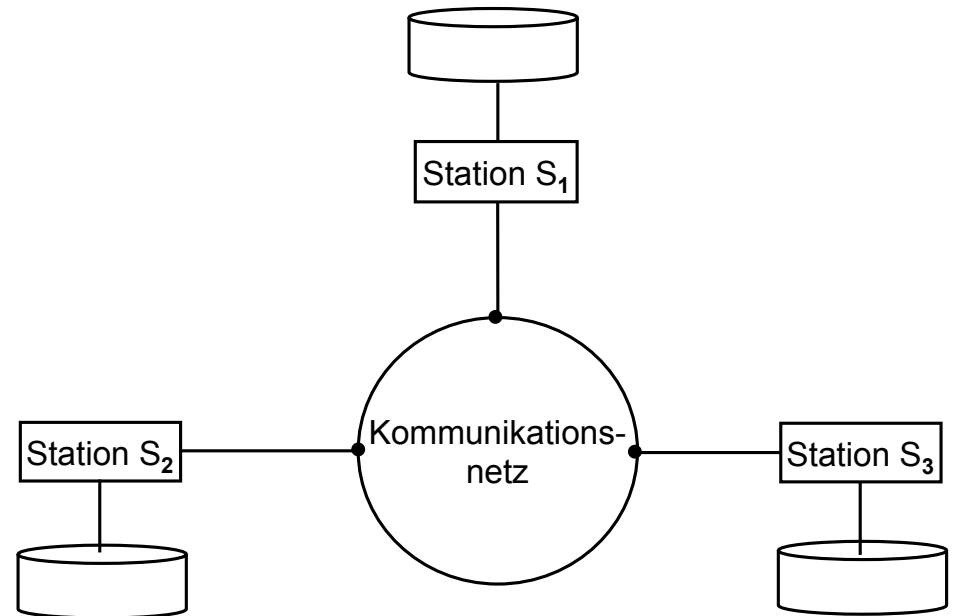


# Verteilte Datenbanken

# Verteilte Datenbanksysteme

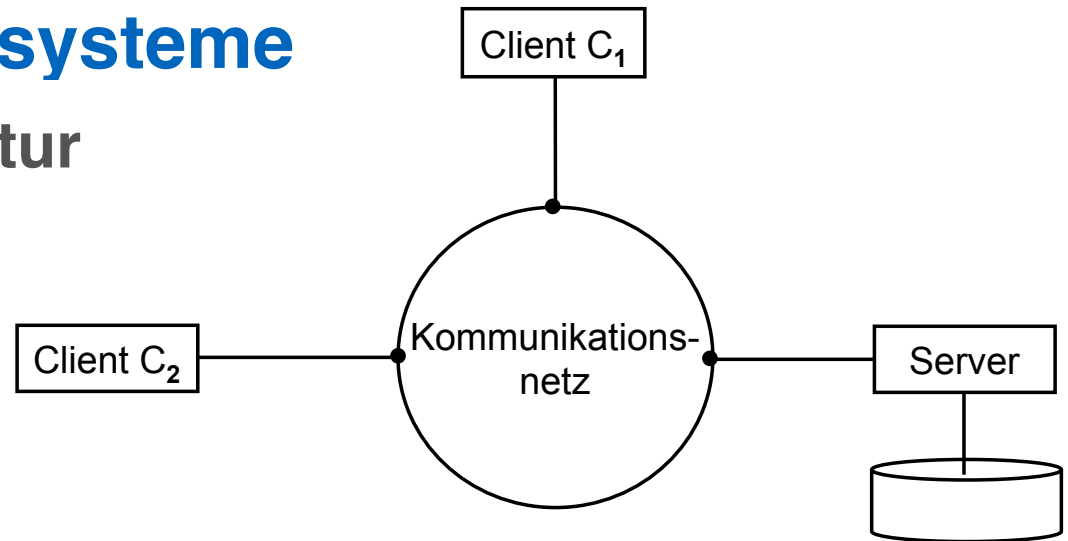
## Motivation

- Globale Gesamtinformation auf Stationen (Sites) verteilt
- Daten werden von verteilten Datenbankverwaltungssystemen (VDBMS) verwaltet
- Stationen dürfen lokale Daten bearbeiten
- Kommunikationsverbindung (LAN, WAN, Telefonverbindungen)

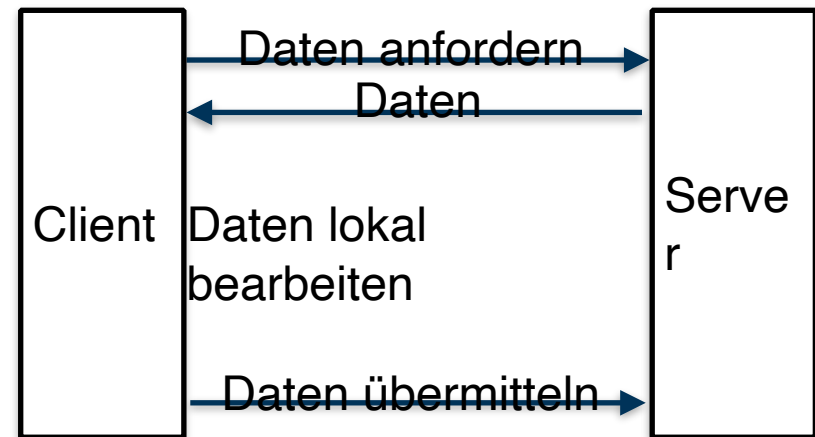


# Verteilte Datenbanksysteme

## Client-/Server-Architektur



- Degradiertes verteiltes Datenbanksystem
- Nur Server darf Daten abspeichern







# Verteilte Datenbanksysteme

## Fragmentierung

Horizontale Fragmentierung:

- Relation wird in disjunkte Tupelmengen geteilt

Vertikale Fragmentierung:

- Relation wird nach Attributen geteilt (durch Projektionen)
- Kombinierte Fragmentierung möglich



## Aufgabe 2

Professoren						
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät	Gehalt	Steuerklasse
2125	Sokrates	C4	226	Philosophie	85000	1
2126	Russel	C4	232	Philosophie	80000	3
2127	Kopernikus	C3	310	Physik	65000	5
2133	Popper	C3	52	Philosophie	68000	1
2134	Augustinus	C3	309	Theologie	55000	5
2136	Curie	C4	36	Physik	95000	3
2137	Kant	C4	7	Philosophie	98000	1

Gehen Sie von folgender kombinierter Fragmentierung der in Abbildung 1 dargestellten Relation *Professoren* aus:

1. Zuerst erfolgt eine vertikale Fragmentierung in

$$\text{ProfVerw} := \Pi_{\text{PersNr, Name, Gehalt, Steuerklasse}}(\text{Professoren})$$
$$\text{Profs} := \Pi_{\text{PersNr, Name, Rang, Raum, Fakultät}}(\text{Professoren})$$

2. Das Fragment *Profs* wird weiter horizontal fragmentiert in

$$\text{TheolProfs} := \sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Theologie'}}(\text{Profs})$$
$$\text{PhysikProfs} := \sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Physik'}}(\text{Profs})$$
$$\text{PhiloProfs} := \sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Philosophie'}}(\text{Profs})$$

Übersetzen Sie aufbauend auf dieser Fragmentierung die folgende SQL-Anfrage in die kanonische Form.

```
select Name, Gehalt, Rang
from Professoren
where Gehalt > 80000;
```

Optimieren Sie diesen kanonischen Auswertungsplan durch Anwendung algebraischer Transformationsregeln (Äquivalenzen).



# Verteilte Datenbanksysteme

## Fragmentierung

Professoren						
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät	Gehalt	Steuerklass
2125	Sokrates	C4	226	Philosophie	85000	1
2126	Russel	C4	232	Philosophie	80000	3
2127	Kopernikus	C3	310	Physik	65000	5
2133	Popper	C3	52	Philosophie	68000	1
2134	Augustinus	C3	309	Theologie	55000	5
2136	Curie	C4	36	Physik	95000	3
2137	Kant	C4	7	Philosophie	98000	1

1. Zuerst erfolgt eine vertikale Fragmentierung in

ProfVerw :=  $\Pi_{\text{PersNr, Name, Gehalt, Steuerklasse}}(\text{Professoren})$

Profs :=  $\Pi_{\text{PersNr, Name, Rang, Raum, Fakultät}}(\text{Professoren})$



# Verteilte Datenbanksysteme

## Fragmentierung Vertikal



ProfVerw				Profs				
PersNr	Name	Gehalt	Steuerklasse	PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2125	Sokrates	85000	1	2125	Sokrates	C4	226	Philosophie
2126	Russel	80000	3	2126	Russel	C4	232	Philosophie
2127	Kopernikus	65000	5	2127	Kopernikus	C3	310	Physik
2133	Popper	68000	1	2133	Popper	C3	52	Philosophie
2134	Augustinus	55000	5	2134	Augustinus	C3	309	Theologie
2136	Curie	95000	3	2136	Curie	C4	36	Physik
2137	Kant	98000	1	2137	Kant	C4	7	Philosophie

2. Das Fragment Profs wird weiter horizontal fragmentiert in

TheolProfs :=  $\sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Theologie'}}(\text{Profs})$

PhysikProfs :=  $\sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Physik'}}(\text{Profs})$

PhiloProfs :=  $\sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Philosophie'}}(\text{Profs})$



# Verteilte Datenbanksysteme

## Fragmentierung Horizontal

Profs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2125	Sokrates	C4	226	Philosophie
2126	Russel	C4	232	Philosophie
2127	Kopernikus	C3	310	Physik
2133	Popper	C3	52	Philosophie
2134	Augustinus	C3	309	Theologie
2136	Curie	C4	36	Physik
2137	Kant	C4	7	Philosophie

2. Das Fragment Profs wird weiter horizontal fragmentiert in

TheolProfs :=  $\sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Theologie'}}(\text{Profs})$

PhysikProfs :=  $\sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Physik'}}(\text{Profs})$

PhiloProfs :=  $\sigma_{\text{Fakultät} = \text{'Philosophie'}}(\text{Profs})$



# Verteilte Datenbanksysteme

## Fragmentierung Horizontal

TheolProfs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2134	Augustinus	C3	309	Theologie

PhysikProfs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2127	Kopernikus	C3	310	Physik
2136	Curie	C4	36	Physik

PhiloProfs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2125	Sokrates	C4	226	Philosophie
2126	Russel	C4	232	Philosophie
2133	Popper	C3	52	Philosophie
2137	Kant	C4	7	Philosophie

Zerlegung  
in disjunkte  
Tupelmengen



# Verteilte Datenbanksysteme

## Fragmentierung Vertikal & Horizontal

ProfVerw			
PersNr	Name	Gehalt	Steuerklasse
2125	Sokrates	85000	1
2126	Russel	80000	3
2127	Kopernikus	65000	5
2133	Popper	68000	1
2134	Augustinus	55000	5
2136	Curie	95000	3
2137	Kant	98000	1

TheolProfs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2134	Augustinus	C3	309	Theologie

PhysikProfs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2127	Kopernikus	C3	310	Physik
2136	Curie	C4	36	Physik

PhiloProfs				
PersNr	Name	Rang	Raum	Fakultät
2125	Sokrates	C4	226	Philosophie
2126	Russel	C4	232	Philosophie
2133	Popper	C3	52	Philosophie
2137	Kant	C4	7	Philosophie

Übersetzen Sie aufbauend auf dieser Fragmentierung die folgende SQL-Anfrage in die kanonische Form.

```
select Name, Gehalt, Rang
from Professoren
where Gehalt > 80000;
```



## Aufgabe 3

<u>MatrNr</u>	Name	Note	Standort
10101	Philipp	1,0	München
10102	Magdalena	1,0	Garching
10103	Erik	1,0	Garching
10104	Josef	1,0	Garching
10105	Alex	1,0	Garching
10106	Maxmilian	1,0	München

Für eine verteilte Datenbank soll die Tabelle geeignet fragmentiert werden. Ziel ist, Namen mit Standort der Studenten lokal und die Noten getrennt abzupeichern.

- 1) Fragmentieren Sie die Relation geeignet *vertikal*.
  - a) Geben Sie das Schema für die zwei resultierenden Relationen  $KlausurV_1$  und  $KlausurV_2$  an. Unterstreichen Sie jeweils den Primärschlüssel.
  - b) Geben Sie in SQL-92 die zwei resultierenden Relationen  $KlausurV_1$  und  $KlausurV_2$  als Hilfstabellen (mittels `with`) an.
- 2) Die geeignetere der beiden resultierenden Relationen soll *horizontal* fragmentiert werden.
  - a) Geben Sie das Prädikat der Selektion an, mit dem fragmentiert wird.
  - b) Geben Sie in SQL-92 die zwei resultierenden Relationen  $KlausurH_1$  und  $KlausurH_2$  als Hilfstabellen (mittels `with`) an.
- 3) Schreiben Sie eine SQL-Abfrage, die die Ursprungsrelation aus den Teilrelationen zusammensetzt.





## Aufgabe 4

Für die Rekonstruierbarkeit der Originalrelation  $R$  aus vertikalen Fragmenten  $R_1, \dots, R_n$  reicht es eigentlich, wenn Fragmente paarweise einen Schlüsselkandidaten enthalten. Illustrieren Sie, warum es also nicht notwendig ist, dass der Durchschnitt aller Fragmentschemata einen Schlüsselkandidaten enthält. Es muss also nicht unbedingt gelten

$$R_1 \cap \dots \cap R_n \supseteq \kappa,$$

wobei  $\kappa$  ein Schlüsselkandidat aus  $R$  ist.

Geben Sie ein anschauliches Beispiel hierfür – am besten bezogen auf unsere Beispiel-Relation *Professoren*.



## Gruppenaufgabe 5

Gegeben sei folgende Faktenbasis, die einen direkten azyklischen Graphen (DAG) darstellt.

```
kante(1,2).  
kante(2,3).  
kante(3,4).  
kante(2,5).  
kante(5,3).
```

1. Geben Sie in Datalog ein Prädikat  $\text{pfad}(V,N,L)$  an, das alle möglichen Pfade von  $V$  nach  $N$  mit Länge  $L$  ausgibt.
2. Geben Sie nun das Prädikat  $\text{kuerzestePfade}(V,N,L)$  an, das pro Beginn  $V$  und Ziel  $N$  nur den kürzesten Pfad ausgibt.
3. Bestimmen Sie nun den längsten kürzesten Pfad  $\text{laengsterkuerzesterPfad}(L)$ .
4. Erstellen Sie in SQL eine rekursive Tabelle  $\text{pfad}(V,N,L)$ , die die Länge aller Pfade im DAG ausgibt.
5. Basierend auf der Tabelle  $\text{pfad}(V,N,L)$ , geben Sie die Länge des längsten kürzesten Pfades aus.



**Fragen?**