Hasso Plattner Institut

IT Systems Engineering | Universität Potsdam

Informationsintegration
SchemaSQL

19.6.2008

Felix Naumann

Überblick

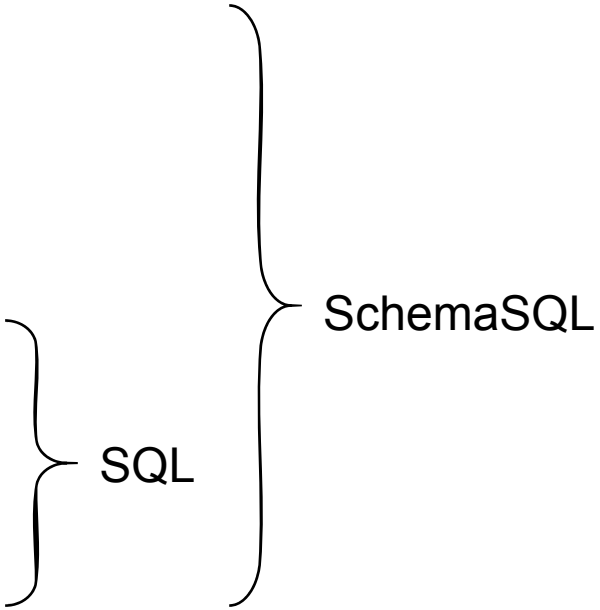
- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

Strukturelle Heterogenität

- Datenmodell-Heterogenität
  - Relationales Modell
  - XML Modell
  - OO Modell
  - Hierarchisches Modell
- Schematische Heterogenität
  - Integritätsbedingungen, Schlüssel, Fremdschlüssel, etc.
  - Struktur (Attribut vs. Relation etc.)

Schematische Heterogenität

- Modellierung
  - Relation vs. Attribut
  - Attribut vs. Wert
  - Relation vs. Wert
- Benennung
  - Relationen
  - Attribute
- Normalisiert vs. Denormalisiert
- Geschachtelt vs. Fremdschlüssel



Schematische Heterogenität

Männer(Id, Vorname, Nachname)
Frauen(Id, Vorname, Nachname)

Relation vs. Attribut

Person(Id, Vorname, Nachname,männlich, weiblich)

Relation vs. Wert

Attribut vs. Wert

Person(Id, Vorname, Nachname, Geschlecht)

Schematische Heterogenität - Lösungen

- Problem
  - Einheitlich auf beide Schemas zugreifen
    - Auf Schemaebene: Schema Mapping und Schema-Sprachen
    - Auf Datenebene: Virtuelle Integration
  - Beide Schemas in eine gemeinsames neues Schema integrieren
    - Auf Schemaebene: Schemaintegration
    - Auf Datenebene: Materialisierte Integration
- Für die materialisierte Integration
  - Schemaintegration
  - ETL
- Für die virtuelle Integration
  - Schema-Sprachen
    - Z.B. SchemaSQL, MSQL, CPL
    - Lose Kopplung, Multidatenbanken
  - Schema Mapping
    - Z.B. Clio, RONDO, u.a.
    - Enge Kopplung, föderierte Datenbanken

Schematische Heterogenität – Lösungen

SchemaSQL [LSS96, LSS99, LSS01]

- Erweiterung von SQL
- Daten und Metadaten werden gleich behandelt
- Umstrukturierungen innerhalb der Anfrage
- Dynamische Sicht-Definition
- Horizontale Aggregation

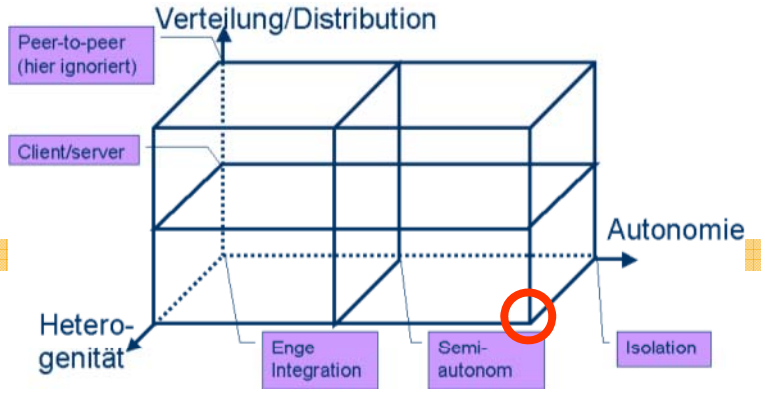
```
SELECT RelA
FROM   uniA->RelA, uniA::RelA A, uniB::grundgehalt B
WHERE  RelA = B.institut
AND    A.Kategorie = „Student“
AND    A.grundgehalt > B.Student
```

High-order Join

Überblick

- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

Aut2, Dist0, Het1

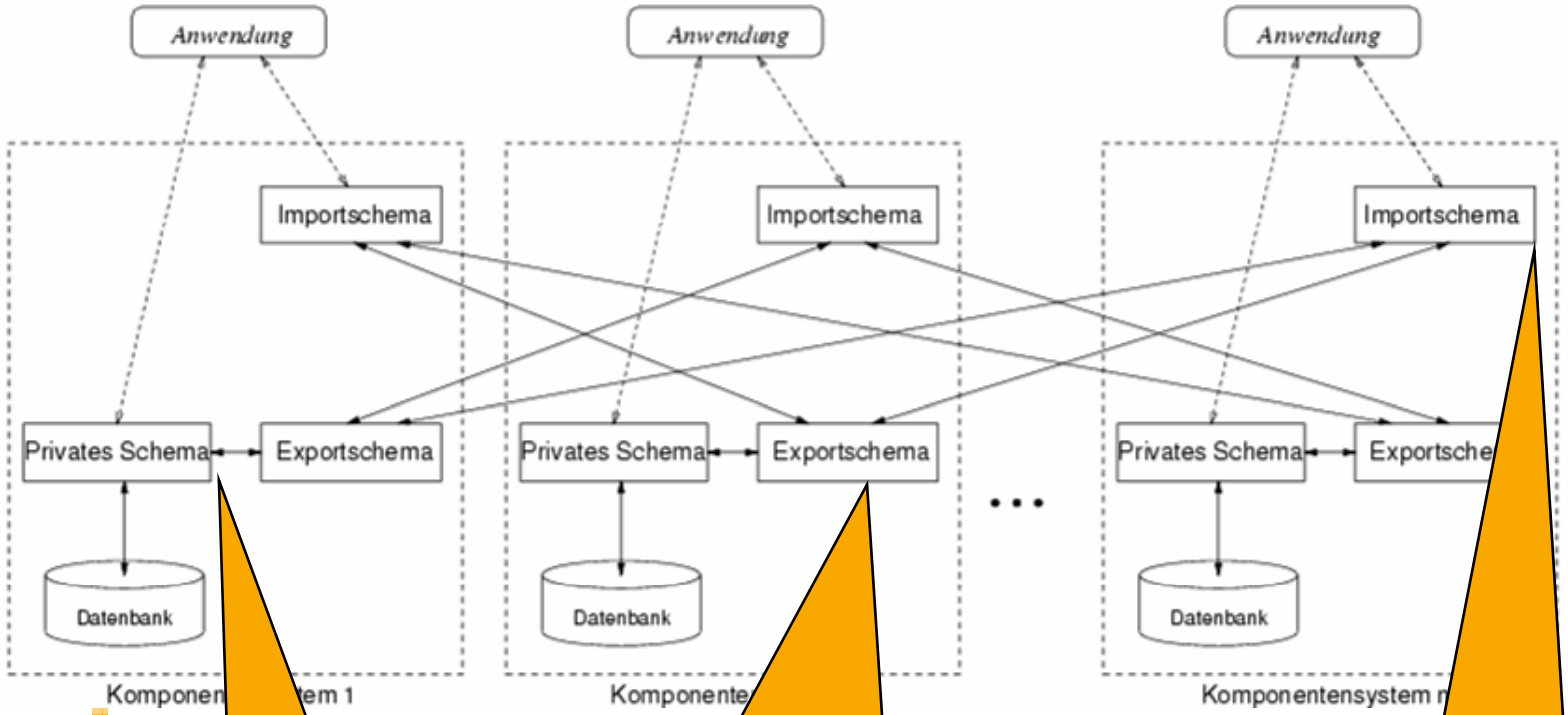


- Multidatenbanksystem (MDBMS)
- Volle Autonomie
  - Keine bekannte Kooperation
  - Keine Kommunikation untereinander
- Keine Interoperation untereinander möglich
- Integration nur in neuer, integrierender Komponente.
- Z.B. DBMS und WWW Server auf einer Maschine
  - Nicht zur Interoperation entwickelt
    - DBMS „spricht“ kein http, WWW „spricht“ kein SQL

Enge vs. lose Kopplung

- Enge Kopplung
  - Festes, integriertes/föderiertes Schema
    - Modelliert mit Korrespondenzen
  - Feste Anfragesprache
- Lose Kopplung
  - Kein festes Schema
    - Nutzer müssen Semantik der Quellen kennen
    - Integrierte Sichten helfen
  - Feste Anfragesprache
  - SchemaSQL [LSS01]
  - (Multidatabase query language (MDBQL) [LMR90])

Import-/Export-Schema-Architektur nach [HM85]

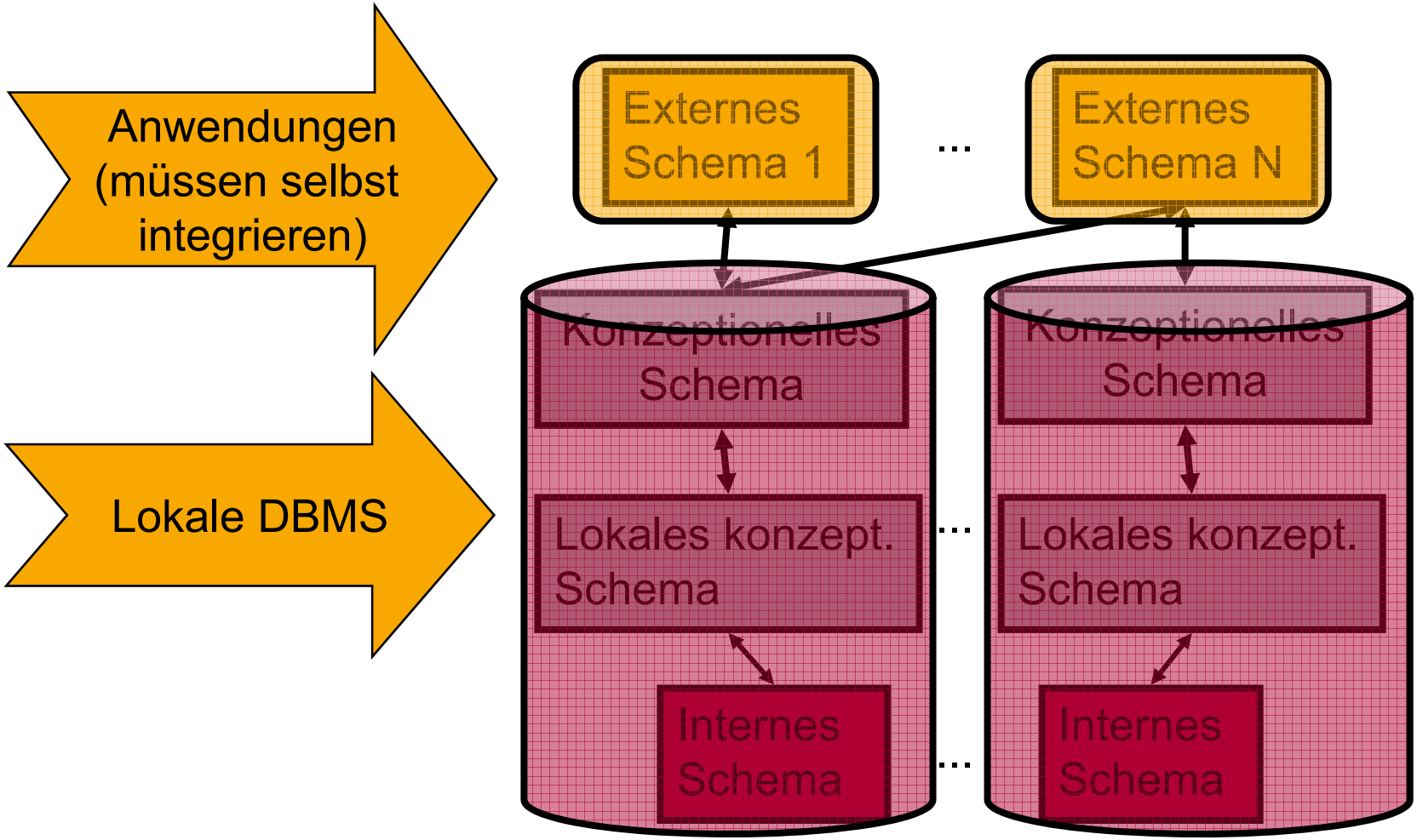


= lokales konzeptionelles Schema

Idee: Nur Teilmenge des lokalen konzeptionellen Schemas wird der Föderation zur Verfügung gestellt.

Idee: Nur Teilmengen der Exportschemas sollen verwendet werden.

4-Schichten Architektur



Multidatenbanksprachen: Anforderungen

- Schemaunabhängigkeit
  - Struktur darf nicht Ausdrucksfähigkeit beeinflussen.
- Umstrukturierung
  - Anfrageergebnisse müssen neue Struktur erhalten können.
- Verständlichkeit und doch Ausdrucksfähigkeit
- Abwärtskompatibilität mit SQL
- Implementierbar
  - Ohne Veränderung des DBMS
  - Bzw. mit nur minimalen Veränderungen des DBMS

SchemaSQL – Features [LSS01]

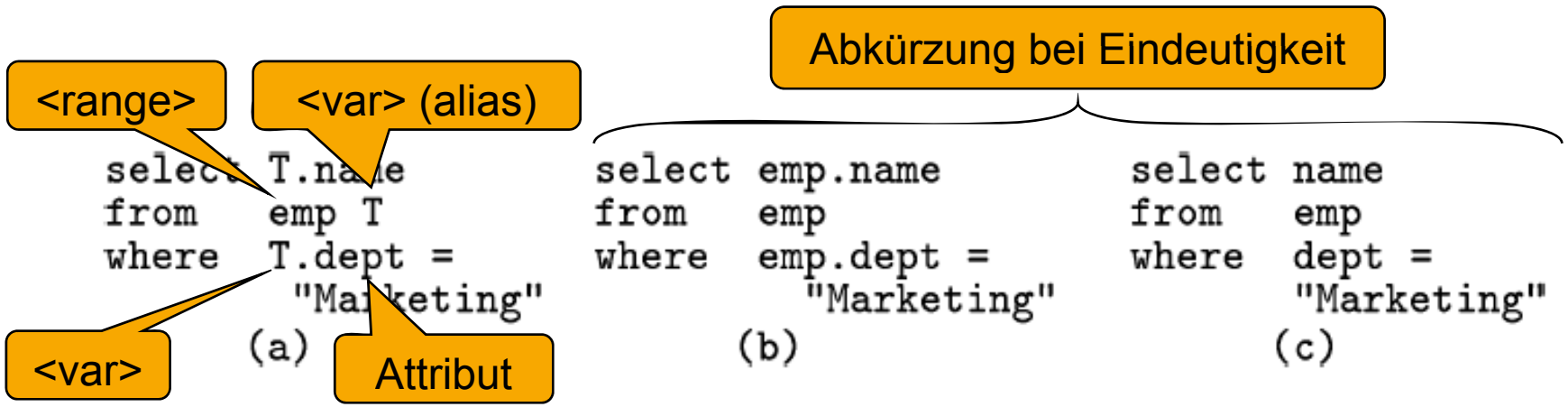
- Erweiterung von SQL
- Daten und Metadaten werden gleich behandelt
- Umstrukturierungen innerhalb der Anfrage
  - Daten zu Metadaten und umgekehrt
    - Daten: Tupel und Attributwerte
    - Metadaten: Attributnamen, Relationennamen, Datenbanknamen
- Dynamische Sicht-Definition
  - Struktur des Ergebnisses abhängig von aktuellem Zustand der Datenbank
- Horizontale Aggregation
  - Über mehrere Spalten hinweg
- Unterstützung für Multidatenbanken

Überblick

- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

SchemaSQL – Syntax

- Erweiterung von SQL
- Standard SQL
  - Variablendeklaration in FROM Klausel
  - Variablenverwendung in SELECT und WHERE Klauseln



SchemaSQL – Syntax

- Erweiterung von SQL
- Anforderungen
  - Unterscheidung von mehreren DBs, jeweils mit mehreren Relationen
  - Metadaten: Variablendeklarationen nicht nur für Tupelmengen
  - Aggregation nicht nur vertikal über ein Attribut
    - Sondern auch horizontal

SchemaSQL – Syntax

- Variablendeklaration über
  1. Datenbanknamen
  2. Relationen in einer Datenbank
  3. Attributnamen einer Relation
  4. Tupel einer Relation
  5. Werte eines Attributs
- Deklaration durch <range> <var>
- Wichtiger Unterschied: Geschachtelte Deklarationen
  - Alle Tupel aller Relationen einer Datenbank

Frage: Welcher der 5 ist Standard SQL?

Standard SQL

SchemaSQL – Syntax

- Variablendeklaration: <range> <var>
- <range>
  - **->** Iteration über alle Datenbanken
  - **db->** Iteration über alle Relationen in db
  - **db::rel->** Iteration über alle Attribute in rel (in db)
  - **db::rel** Iteration über alle Tupel in rel (in db)
  - **db::rel.attr** Iteration über alle Werte von Attribut attr (in rel und db)
- Präfixe können bei Eindeutigkeit weggelassen werden.
- <var>
  - Konstante (ein beliebiger Name)
  - Variable, falls wiederum als Variablendeklaration definiert

SchemaSQL – Beispiel

- Multidatenbank über mehrere Universitäten
  - univ-A, univ-B, univ-C, univ-D
- Information über Angestellte
  - Kategorie (*category*)
  - Gehalt (*salInfo*, *salFloor*)
  - Abteilung (*dept*)

SchemaSQL – Beispiel

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

gleiche Domäne

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

SchemaSQL – Beispiel

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

gleiche Semantik (*dept*)

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

SchemaSQL – Beispiel

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

gleiche Semantik (*category*)

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

SchemaSQL – Anfragen

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

- Gesucht
  - Alle Abteilungen in **univ-A**, die Technikern mehr zahlen als in gleichen Abteilungen von **univ-B**
- Anforderungen
  - Selektionen jeweils auf `**Technician**`
  - Vergleich der Gehälter
  - Join zwischen beiden Tabellen
    - Verschiedene DBs
    - Über welches Attribut?

SchemaSQL – Anfragen

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

- Gesucht
  - Alle Abteilungen in univ-A, die Technikern mehr zahlen als in gleichen Abteilungen von univ-B
- SchemaSQL Anfrage
  -
```
SELECT A.dept
FROM   univ-A::salInfo A,
       univ-B::salInfo B,
       univ-B::salInfo-> AttB
WHERE  AttB <> `category`
AND            A.dept = AttB
AND            A.category =
`Technician`
AND            B.category =
```

Alle Attributnamen

Join zwischen Attributnamen und Spaltenwerten

Frage: Ist dies im Sinne GaV oder LaV?

SchemaSQL – Anfragen


```
SELECT A.dept
FROM   univ-A::salInfo A,
       univ-B::salInfo B,
       univ-B::salInfo-> AttB
WHERE  AttB <> `category`
AND    A.dept = AttB
AND    A.category = `Technician`
AND    B.category = `Technician`
AND    A.salFloor > B.AttB
```

->	alle Datenbanknamen
db->	alle Relationen in db
db::rel->	alle Attribute in rel (in db)
db::rel	alle Tupel in rel (in db)
db::rel.attr	alle Werte von Attribut attr

SchemaSQL – Anfragen

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

- Gesucht (wie eben)
  - Alle Abteilungen in **univ-C**, die Technikern mehr zahlen als in gleichen Abteilungen von **univ-D**
- Anforderungen
  - Selektionen jeweils auf **`Technician`**
    - Aber auch auf Attributebene
  - Vergleich der Gehälter
  - Join zwischen beiden Tabellen
    - Verschiedene DBs
    - Über welches Attribut?

SchemaSQL – Anfragen

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

- Gesucht (wie eben)
  - Alle Abteilungen in univ-C, die Technikern mehr zahlen als in gleichen Abteilungen von univ-D
- SchemaSQL Anfrage
  -
```
SELECT RelC
FROM   univ-C-> RelC,
       univ-C::RelC C,
       univ-D::salInfo D
WHERE  RelC = D.dept
AND    C.category = `Technician`
AND    C.salFl   r > D.Technician
```

Tabellenname als Ausgabe

Geschachtelte Variable

Iteration über Tupel beider Tabellen in univ-C

Join zwischen Relationennamen und Spaltenwerten

SchemaSQL – Anfragen


```
SELECT RelC
FROM   univ-C-> RelC,
       univ-C::RelC C,
       univ-D::salInfo D
WHERE  RelC = D.dept
AND    C.category = `Technician`
AND    C.salFloor > D.Technician
```

Alle Relationen in univ-C

Alle Tupel in allen Relationen

->	alle Datenbanknamen
db->	alle Relationen in db
db::rel->	alle Attribute in rel (in db)
db::rel	alle Tupel in rel (in db)
db::rel.attr	alle Werte von Attribut attr

Überblick

- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

SchemaSQL – Herkömmliche Aggregation

- **AVG, COUNT, SUM, MIN, MAX, (STDDEV, VARIANCE)**
- **SELECT AVG(Budget) FROM projekt**
- **SELECT SUM(p.Budget), MAX(p.Budget)**
  FROM mitarbeiter m, projekt p
  WHERE m.p_id = p.p_id
  AND m.Nachname = “Schmidt”
- **SELECT COUNT(*)**
  FROM mitarbeiter
  - Aggregation ist vertikal: Alle Werte einer Spalte werden zusammengefasst
- **SELECT m.name, SUM(p.Budget), MAX(p.Budget)**
  FROM mitarbeiter m, projekt p
  WHERE m.p_id = p.p_id
  GROUP BY m.id
  - Aggregation ist vertikal: Teilmengen (Gruppen) von Werten einer Spalte werden zusammengefasst

SchemaSQL – Aggregation

- Gesucht
  - Durchschnittliches Gehalt aller Gruppierungen über alle Abteilungen hinweg.
- Anforderungen
  - Durchschnittbildung über alle Werte zweier Spalten
    - Aber in einer Anfrage
  - Horizontale (und vertikale) Aggregation

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

- SchemaSQL Anfrage

```
SELECT T.category, avg(T.D)
FROM   univ-B::salInfo-> D,
       univ-B::salInfo T
WHERE D <> `category`
GROUP BY T.category
```

SchemaSQL – Aggregation

Gesucht

- Durchschnittliches Gehalt aller Gruppierungen über alle Abteilungen hinweg.

Anforderungen

- Durchschnittbildung über alle Werte zweier Spalten in zwei Relationen
- Horizontale (und vertikale) Aggregation

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

Iteration über alle Tupel aller Relationen

- SchemaSQL Anfrage

```
SELECT T.category,
       avg(T.salFloor)
FROM   univ-C-> D,
       univ-C::D T
GROUP BY D.category
```

Überblick

- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

SchemaSQL – Umstrukturierung

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

Gesucht

- Umstrukturierung der Daten aus univ-B in das Schema von univ-A

Anforderung

- Trennung
  - Definition des Outputschemas
  - Umstrukturierung der Daten

SchemaSQL Anfrage

- CREATE VIEW
  BtoA::salInfo(category, dept, salFloor) AS
  SELECT T.category, D, T.D
  FROM univ-B::salInfo -> D,
  univ-B::salInfo T
  WHERE D <> `category`

SchemaSQL – Umstrukturierung

univ-A

salInfo

category	dept	salFloor
Prof	CS	65,000
AssocProf	CS	50,000
Technician	CS	45,000
Prof	Math	60,000
AssocProf	Math	55,000
Technician	Math	45,000

univ-B

salInfo

category	CS	Math
Prof	55,000	65,000
AssocProf	50,000	55,000
Technician	43,000	44,000

Gesucht

- Umgekehrt: Umstrukturierung der Daten aus univ-A in das Schema von univ-B

Anforderung

- Dynamische Schemaerzeugung
  - Ich weiß nicht im Voraus welche Attribute das Ergebnis haben wird.

SchemaSQL Anfrage

-
```
CREATE VIEW AtoB::salInfo(category, D)
AS
SELECT A.category, A.salFloor
FROM   univ-A::salInfo A, A.dept D
```

Iteration über Attributwerte

SchemaSQL – Aggregation

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

faculty

dname	fname
math	Arts and sciences
physics	Arts and sciences
cs	Engineering

- Durchschnittliches Gehalt aller Angestellten pro Fakultät
- Anforderung
  - Aggregation über einen Block
- SchemaSQL
  -
```
SELECT F.fname, AVG(T.C)
FROM   univ-D::salInfo -> C,
       univ-D::salInfo T,
       univ-D::faculty F
WHERE C <> „dept“
AND    T.dept = F.dname
GROUP BY F.fname
```

SchemaSQL – Umstrukturierung & Aggregation

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

faculty

dname	fname
math	Arts and sciences
physics	Arts and sciences
cs	Engineering

- Durchschnittliches Gehalt aller Angestellten pro Fakultät und Kategorie
- Anforderung
  - Aggregation über Block
  - Umstrukturierung
- SchemaSQL
  -
```
CREATE VIEW
average::salInfo(faculty, C)
AS
SELECT      U.fname, AVG(T.C)
FROM        univ-D::salInfo ->
C,
            univ-D::salInfo T,
            univ-D::faculty U
WHERE       C <> „dept“
AND         T.dept = U.dname
GROUP BY U.fname
```
- Outputschema
  - salInfo(faculty, Prof, AssocProf, Technician)

SchemaSQL – Umstrukturierung & Aggregation

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

faculty

dname	fname
math	Arts and sciences
physics	Arts and sciences
cs	Engineering

empType

category	type
Prof	Teaching
AssocProf	Teaching
Technician	Technical
Secretary	Administrative

- Durchschnittliches Gehalt aller Angestellten pro Fakultät und Type
- Anforderung
  - Aggregation über mehrere Blöcke
    - Vertikal über dept
    - Horizontal über category
  - Umstrukturierung
- SchemaSQL
  - ```
    create view averages::salInfo(faculty, Y)
    as
    select U.fname, avg(T.C)
    from   univ-D::salInfo-> C,
           univ-D::salInfo T,
           univ-D::faculty U,
           univ-D::empType E,
           E.type Y
    where  C <> "dept" and
           T.dept = U.dname and
           E.category = C
    group by U.fname
    ```
- Outputschema
  - salInfo(faculty, Teaching, Technical, Administrative)
    ```

SchemaSQL – Umstrukturierung & Aggregation


```
create view averages::salInfo(faculty, Y) as
select U.fname, avg(T.C)
from   univ-D::salInfo-> C,
       univ-D::salInfo T,
       univ-D::faculty U,
       univ-D::empType E,
       E.type Y
where  C <> "dept" and
       T.dept = U.dname and
       E.category = C
group by U.fname
```

		$category\ type_1$	...	$category\ type_n$
	dept	<categories>		
$faculty_1$		$faculty_1$ & $category\ type_1$	... ...	$faculty_1$ & $category\ type_n$
...		...	...	...
$faculty_k$		$faculty_k$ & $category\ type_1$	... ...	$faculty_k$ & $category\ type_n$

Überblick

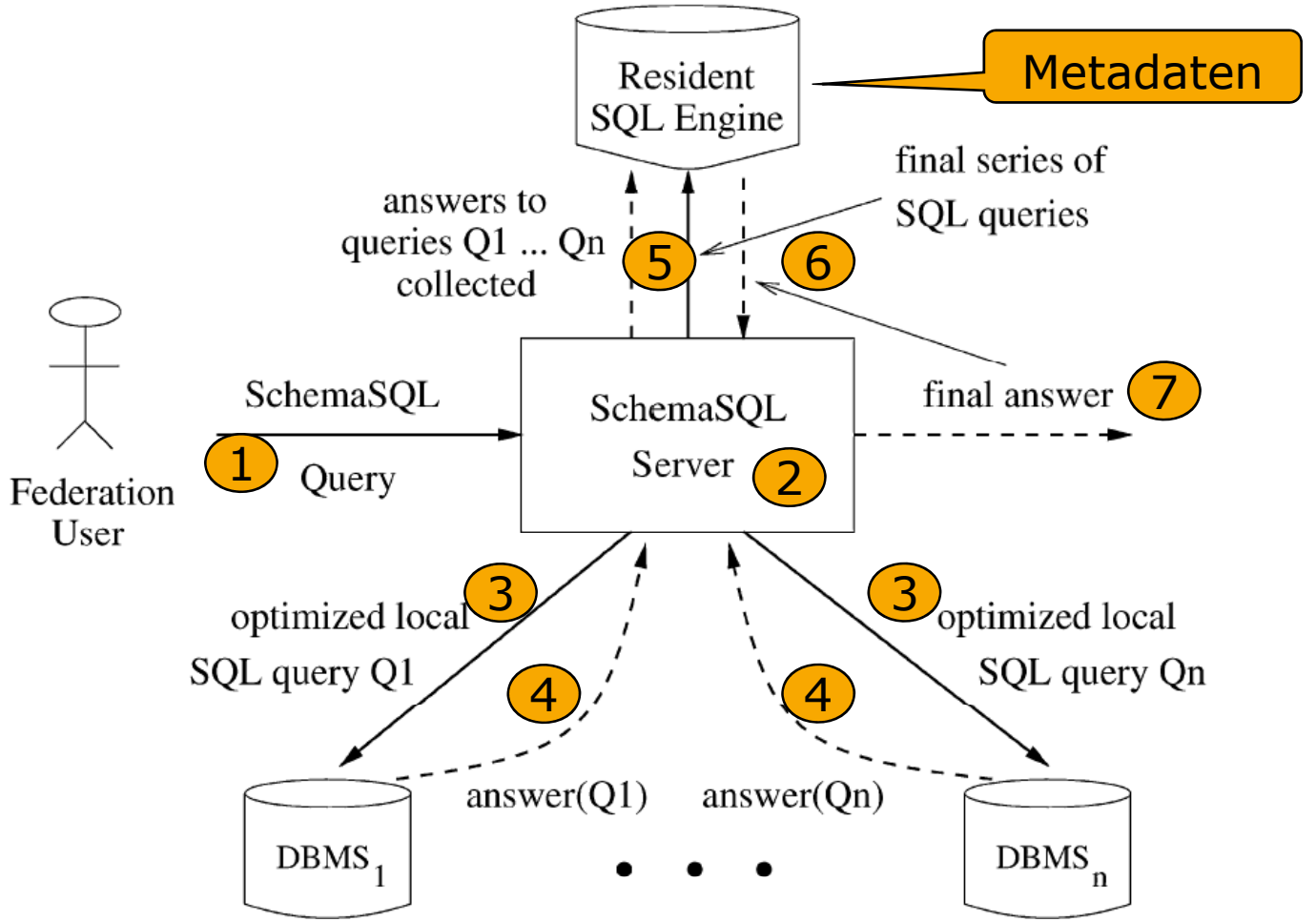
- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

Implementierung

Anforderungen

- *Non-intrusive*
- Minimaler Eingriff in vorhandene SQL DBMS
- (Optimierung)
- Metadatenverwaltung

Implementierung



Anfragebearbeitung

- Phase 1
  - Variablen der FROM Klausel instanziieren
    - VITs (Variable instantiation table)
  - Verwendung der Metadatenbank
    - FST (Federation System Table)
    - Schema:
      `FST(dbname, relationname, attributename)`
- Phase 2
  - SchemaSQL Anfrage umschreiben
  - Umgeschriebene Anfrage auf instanziierten Variablen ausführen

Anfragebearbeitung – Beispiel

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

```
SELECT  RelC, salFloor
FROM    univ-C-> RelC,
        univ-C::RelC C,
        univ-D::salInfo D
WHERE   RelC = D.dept
AND     C.category = `Technician`
AND     C.salFloor > D.Technician
```

FST(dbname, relname, attname)

Phase 1: Anfragen direkt an einzelne DBMS

VIT_{RelC}(RelC):

- **SELECT DISTINCT relname**
  FROM FST
  WHERE dbname = ‚univ-C‘
- Anfrage an Metadaten

VIT_{C}(RelC, CsalFloor):

- Bindings für r_i:
  SELECT RelC FROM VIT_{RelC}
- **SELECT ‚r_1‘ AS RelC, salFloor AS CsalFloor**
  FROM r_1
  WHERE category = ‚Technician‘
  UNION ... UNION
  SELECT ‚r_n‘ AS RelC, salFloor AS CsalFloor
  FROM r_n
  WHERE category = ‚Technician‘
- Anfrage direkt an univ-C!

VIT_{D}(Ddept, Dtechnician)

- **SELECT dept AS Ddept, technician AS Dtechnician**
  FROM salInfo
- Anfrage direkt an univ-D!

Anfragebearbeitung – Beispiel

- VIT_{RelC}(RelC)
  - {(Math), (CS)}
- VIT_{C}(RelC, CsalFloor)
  - {(CS, 42.000), (Math, 46.000)}
- VIT_{D}(Ddept, Dtechnician)
  - {(CS, 40.000), (Math, 38.000)}

univ-C

CS

category	salFloor
Prof	60,000
AssocProf	55,000
Technician	42,000

Math

category	salFloor
Prof	70,000
AssocProf	60,000
Technician	46,000

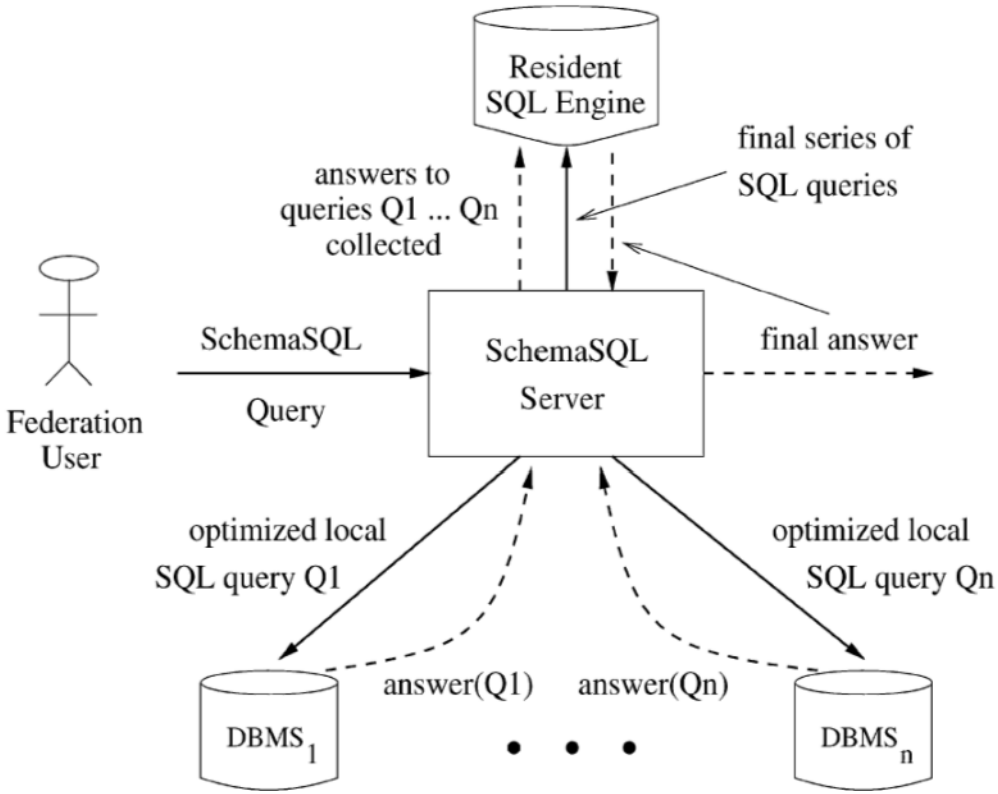
univ-D

salInfo

dept	Prof	AssocProf	Technician
CS	75,000	60,000	40,000
Math	60,000	45,000	38,000

Anfragebearbeitung – Beispiel

- Phase 2: Idee
  - VITs sind in internem SQL Server materialisiert
  - SchemaSQL Anfrage umschreiben, so dass Ergebnis nur mittels der VITs erzeugt werden kann.



Anfragebearbeitung – Beispiel

VIT_{RelC}

RelC
CS
Math

VIT_C

RelC	CsalFloor
CS	42,000
Math	46,000

VIT_D

Ddept	Dtechnician
CS	40,000
Math	38,000

- Erzeuge „JoinedVIT“
  - Natural Join über alle VITs: Damit Tupel der gleichen DB zusammenbleiben
  - **CREATE VIEW JVIT(RelC, CsalFloor, Ddept, Dtechnician) AS**

```
SELECT VITRelC.RelC, VITC.CsalFloor, VITD.Ddept
       VITD.Dtechnician
FROM VITRelC, VITC, VITD
WHERE VITRelC.RelC = VITD.Dd
AND VITC.CsalFloor > VITD.Dt
AND VITRelC.RelC = VITC.RelC
```

```
SELECT  RelC, salFloor
FROM    univ-C-> RelC,
        univ-C::RelC C,
        univ-D::salInfo D
WHERE   RelC = D.dept
AND     C.category = `Technician`
AND     C.salFloor > D.Technician
```

Schon bei Erzeugung der VITs

Anfragebearbeitung – Beispiel

Nochmal die JVIT

```
CREATE VIEW JVIT(RelC, CsalFloor, Ddept, Dtechnician) AS
SELECT VITRelC.RelC, VITC.CsalFloor, VITD.Ddept,
       VITD.Dtechnician
FROM       VITRelC, VITC, VITD
WHERE      VITRelC.RelC = VITD.Ddept
AND        VITC.CsalFloor > VITD.Dtechnician
AND        VITRelC.RelC = VITC.RelC
```

Erzeuge endgültige Anfrage

- Projektionen, Sortierungen, etc.

```
SELECT     RelC, CsalFloor
FROM       JVIT
```

Rückblick

- Wiederholung
  - Strukturelle Heterogenität
  - Multidatenbanken
- SchemaSQL
  - Basis-Syntax
  - Aggregation
  - Umstrukturierung
  - Architektur und Implementierung

Literatur

Wichtigste Literatur

- [LSS01] Laks V. S. Lakshmaman, Fereidoon Sadri, Subbu N. Subramanian: SchemaSQL: An extension to SQL for multidatabase interoperability. ACM Trans. Database Syst. 26(4): 476-519 (2001)
  - Dies ist eine Zusammenfassung der beiden unten genannten paper.

Weitere Literatur

- [LSS96] Lakshmaman, Sadri, Subramanian: SchemaSQL – A Language for Interoperability in Relational Multidatabase Systems, in VLDB 1996
- [LSS99] Lakshmaman, Sadri, Subramanian: On Efficiently Implementing SchemaSQL on a SQL Database System, in VLDB 1999