



Inhalt:

- *Definitionen*
- *Operatoren*
- *Beispiele inline-Darstellung*



Es gibt zwei formale Sprachen, die für die Behandlung der Relationen definiert sind:

- *relationale Algebra;*
- *Relationenkalkül.*

Relationale Algebra definiert die Operationen über die Relationen. Als Ergebnis bekommt man wieder die Relationen (Geschlossenheit). Sie ist eine Art von Datentyp. Die Relationen werden mit einander verknüpft oder reduziert mit dem Ziel, komplexere Informationen daraus herzuleiten. Diese Sprache definiert, welche Ergebnisse man will, aber nicht wie man zu diesen Ergebnissen kommt.

Relationale Algebra bildet die Basis für Structured Query Language (SQL).

Beispiel Relationenkalkül:

$\{ k \mid k \in \text{KUNDEN} \wedge k.\text{STATUS} = \text{"Aktiv"} \}$

$\{ [a.\text{NAME}, f.\text{TITEL}] \mid a \in \text{ACTOR} \wedge f \in \text{FILM} \wedge a.\text{ID} = f.\text{A_ID} \}$



Relationale Algebra besteht aus folgenden Operatoren:

- Selektion $\sigma_{\text{Prädikat}}(\text{Relation})$
- Projektion $\pi_{\text{Attribute}}(\text{Relation})$
- Kartesisches Produkt $R_1 \times R_2$
- Umbenennung $\rho_{\text{Relation-Alias}}(\text{Relation})$
 $\rho_{\text{Attribut-Alias} \leftarrow \text{Attribut}}(\text{Relation})$
- Vereinigung $R_1 \cup R_2$
- Differenz $R_1 - R_2$

Schemagleichheit

Satz der Operatoren ist vollständig, d.h. alle anderen hier nicht aufgeführten Operatoren lassen sich durch diese ausdrücken.



Beispiele Selektion:

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

MatrNr	Name	Semester
24002	Xenokrates	18
25403	Jonas	12

$\sigma_{\text{Name} = \text{'Sokrates'}} (\text{Professoren})$

Prädikat wird für jede Zeile geprüft

PersNr	Name	Rang	Raum
2125	Sokrates	C4	226



Beispiele Projektion:

$\pi_{\text{MatrNr, Name}}(\text{Studenten})$

MatrNr	Name
24002	Xenokrates
25403	Jonas
...	...

$\pi_{\text{Rang}}(\text{Professoren})$

*In relationaler Algebra gibt es keine Doppelten,
in SQL – schon*

Rang
C3
C4



Zusammenhang zwischen der relationalen Algebra und SQL:

Anfrage: Wie heißen die Professoren?

$\pi_{\text{Name}}(\text{Professoren})$

SELECT Name FROM Professoren;

$\pi = \text{SELECT}$
 $\sigma = \text{WHERE}$

Anfrage: Wie heißt der Student mit der Matrikelnummer 25403?

$\pi_{\text{Name}}(\sigma_{\text{MatrNr} = 25403}(\text{Studenten}))$

SELECT Name FROM Studenten WHERE MatrNr = 25403

Anfrage: Wie sind die Namen und die Matrikelnummern der Studenten, die bereits mehr als 6 Semester studiert haben?

$\pi_{\text{Name, MatrNr}}(\sigma_{\text{Semester} > 6}(\text{Studenten}))$

SELECT Name, MatrNr FROM Studenten WHERE Semester > 6



Grundsätzlich darf man die relationalen Operatoren in einem zusammengesetzten Ausdruck nicht vertauschen. Es gilt nicht nur für Selektion und Projektion, sondern auch für die anderen Operatoren.

Die folgenden zwei Ausdrücke sind nicht äquivalent, viel mehr – der zweite Ausdruck ist semantisch falsch:

$$\pi_{\text{Name, MatrNr}} (\sigma_{\text{Semester} > 6} (\text{Studenten}))$$

$$\sigma_{\text{Semester} > 6} (\pi_{\text{Name, MatrNr}} (\text{Studenten}))$$

Wichtig !



In folgenden Fällen ist ein Operator notwendig (empfehlenswert), um die Relationen oder die Attribute der Relationen zu umbenennen:

- In eine Abfrage sind die Relationen involviert, die einige gleich benannte Attribute besitzen, die notwendig in dieser Abfrage sind.
- Eine Relation ist mehrfach in eine Abfrage involviert (rekursive Beziehungen).

Die Umbenennung ist immer temporär, d.h. sie ist operatorbezogen.

Operator ρ für die Umbenennung einer Relationen:

$$\rho_{\text{Relation-Alias}} (\text{Relation})$$

Operator ρ für die Umbenennung der Attribute einer Relation:

$$\rho_{\text{Attribut-Alias} \leftarrow \text{Attribut}} (\text{Relation})$$



Zwei Relationen können nur dann vereinigt werden, wenn:

- sie die gleiche Anzahl von Attributen haben;
- die Attribute gleich benannt sind;
- die gleichnamigen Attribute den selben Datentyp haben.

Um diese Kriterien zu erfüllen, kann man die relationalen Operatoren Projektion und Umbenennung verwenden. Die Datentypen kann man leider nicht verändern.

Die Ergebnis-Relation hat das selbe Schema wie die Operanden, die Tupel der beiden Operanden sind einfach zusammengefasst, die Duplikate werden selbstverständlich eliminiert.

```
SELECT Name FROM Studenten UNION  
SELECT Name FROM Assistenten UNION  
SELECT Name FROM Professoren;
```



Relation R

Att_1	Att_2	Att_3
1	abc	1,5
2	def	2,3

Relation S

Att_1	Att_2	Att_3
7	xyz	4,4
8	uvw	6,7

Relation $R \cup S$

Att_1	Att_2	Att_3
1	abc	1,5
2	def	2,3
7	xyz	4,4
8	uvw	6,7



Man kann aus einer Relation eine andere subtrahieren, wenn:

- die beiden Relationen die gleiche Anzahl von Attributen haben;*
- die Attribute gleich benannt sind;*
- die gleichnamigen Attribute den selben Datentyp haben.*

Um diese Kriterien zu erfüllen, kann man die relationalen Operatoren Projektion und Umbenennung verwenden. Die Datentype kann man leider nicht verändern.

Die Ergebnis-Relation hat das selbe Schema wie die Operande und enthält die Tupel der ersten Relation, die in der zweiten nicht vorkommen.



Relation R

Att_1	Att_2	Att_3
1	abc	1,5
2	def	2,3

Relation R – S

Att_1	Att_2	Att_3
1	abc	1,5

Relation S

Att_1	Att_2	Att_3
2	def	2,3
7	xyz	4,4



Der Differenz-Operator wird in einigen SQL-Datenbanken als Vergleichsoperator **NOT IN** definiert:

```
SELECT Name FROM Studenten WHERE MatrNr NOT IN  
    ( SELECT DISTINCT MatrNr FROM hoeren );
```

Der Differenz-Operator wird in einigen SQL-Datenbanken als Operator **MINUS** definiert:

```
SELECT MatrNr FROM Studenten  
    MINUS  
SELECT DISTINCT MatrNr FROM hoeren;
```



Die Schnittmenge (Mengendurchschnitt) wird in einigen Datenbanken als Operator **INTERSECT** realisiert:

```
SELECT gelesenVon AS PersNr FROM VorLesungen  
INTERSECT
```

```
SELECT PersNr FROM Professoren WHERE Rang = 'C4';
```

Die Schnittmenge kann man auch ohne Operator **INTERSECT** ermitteln, falls dieser in einer Datenbank nicht implementiert ist (oder aus Performance-Gründen):

```
SELECT gelesenVon AS PersNr FROM VorLesungen  
WHERE PersNr IN  
( SELECT PersNr FROM Professoren WHERE Rang = 'C4' );
```

$$A \cap B = (A \cup B) - ((A - B) \cup (B - A))$$



Die Anfrage: "Welche Studenten hören welche Vorlesungen?"

Lösung (inline-Anweisung):

$$\pi_{s.Name, v.Titel} (\sigma_{h.VorlNr=v.VorlNr \wedge s.MatrNr=h.MatrNr} (\text{Studenten } s \times \text{Vorlesungen } v \times \text{ hoeren } h))$$

oder, genau ausgedrückt,

$$\pi_{s.Name, v.Titel} (\sigma_{v.VorlNr=h.VorlNr \wedge h.MatrNr=s.MatrNr} (\rho_s(\text{Studenten}) \times \rho_v(\text{Vorlesungen}) \times \rho_h(\text{ hoeren })))$$

Diese Anweisung ist weniger übersichtlich als die vorige, aber an dieser Stelle ist es unwichtig.

