TU München, Fakultät für Informatik
Lehrstuhl III: Datenbanksysteme
Prof. Alfons Kemper, Ph.D.

Übung zur Vorlesung *Grundlagen: Datenbanken* im WS18/19

Moritz Sichert, Lukas Vogel (gdb@in.tum.de)
https://db.in.tum.de/teaching/ws1819/grundlagen/

Blatt Nr. 11

Hausaufgabe 1

Gegeben sei die folgende SQL-Anfrage:

```
select distinct a.PersNr, a.Name
from Assistenten a, Studenten s, pruefen p
where s.MatrNr = p.MatrNr
  and a.Boss = p.PersNr
  and s.Name = 'Jonas';
```

Geben Sie die kanonische Übersetzung dieser Anfrage in die relationale Algebra an. Verwenden Sie zur Darstellung des relationalen Algebraausdrucks die Baumdarstellung.

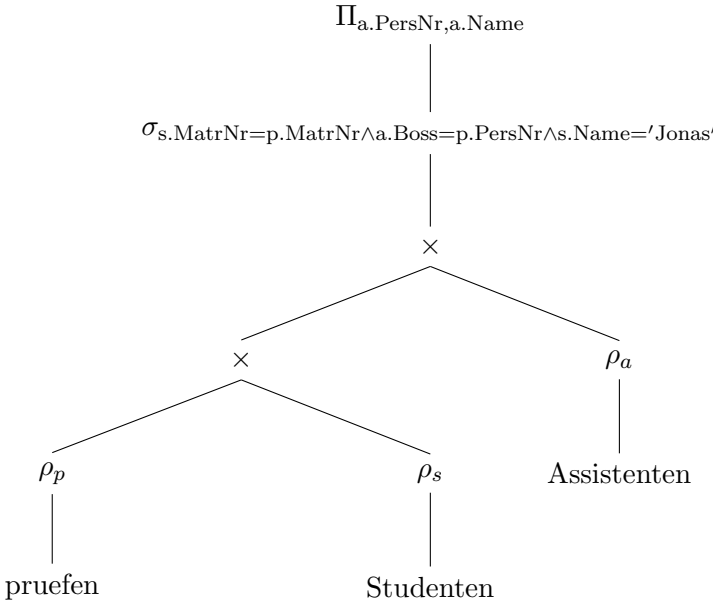
Optimieren Sie Ihren relationalen Algebraausdruck logisch. Gehen Sie dabei von **realistischen** Kardinalitäten für die relevanten Relationen aus.

Verwenden Sie hierfür die folgenden aus der Vorlesung bekannten Optimierungstechniken:

- Aufbrechen von Selektionen
- Verschieben von Selektionen nach "unten" im Plan
- Zusammenfassen von Selektionen und Kreuzprodukten zu Joins
- Bestimmung der Joinreihenfolge

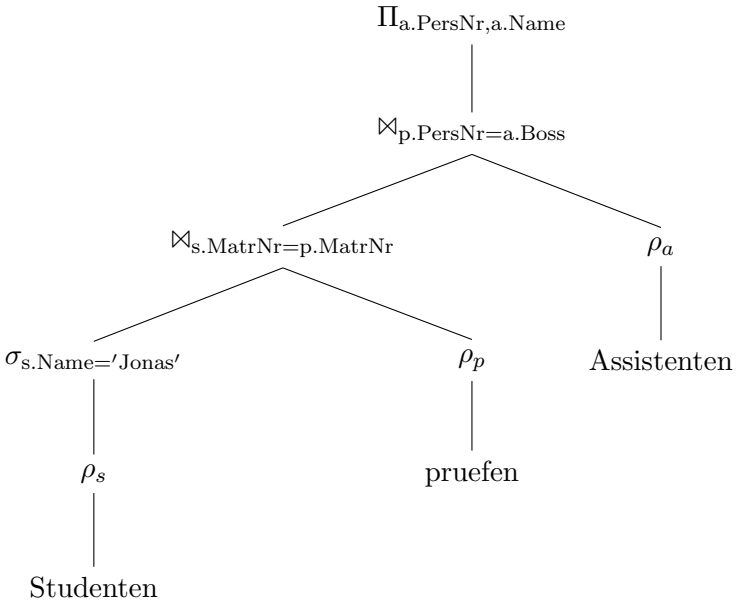
Lösung:

Kanonische Übersetzung:



realistische Kardinalitäten: nur ein Student mit dem Namen 'Jonas', viel mehr Assistenten, deshalb Studenten zuerst, dann über pruefen mit Assistenten joinen

logische Optimierung: Selektionen ganz nach unten, Joins statt Kreuzprodukte & in richtiger Reihenfolge



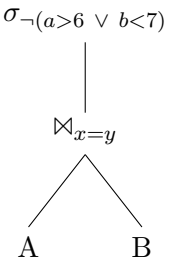
Hausaufgabe 2

Gegeben seien die Relationen

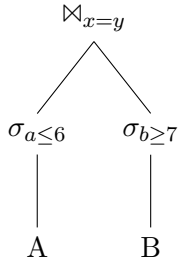
$$A : \{[a, x]\}$$
$$B : \{[b, y]\}$$
$$C : \{[c, z]\}$$

Im Folgenden sehen Sie jeweils zwei Operatorbäume der relationen Algebra. Sind diese äquivalent zueinander? Beweisen oder widerlegen Sie mithilfe der zwölf äquivalenzerhaltenden Transformationsregeln aus der Vorlesung.

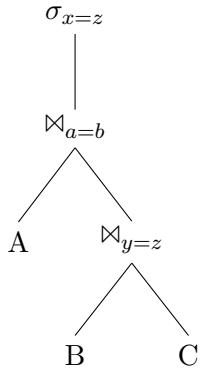
a) Ist

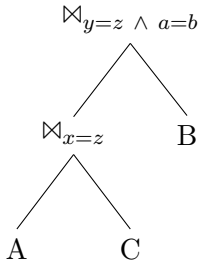


äquivalent zu



?

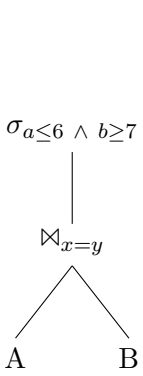
b) Ist 

äquivalent zu 

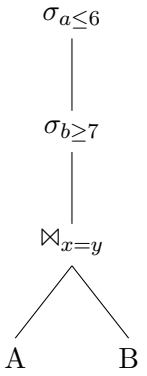
?

Lösung:

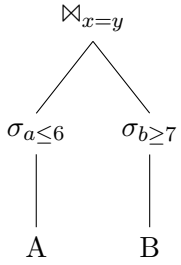
a)



(1)



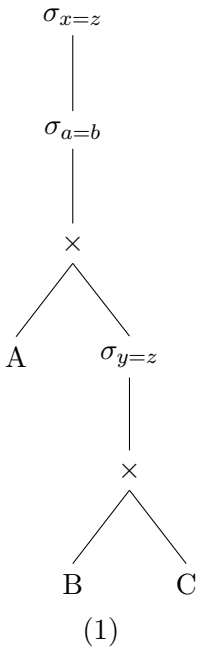
(2)



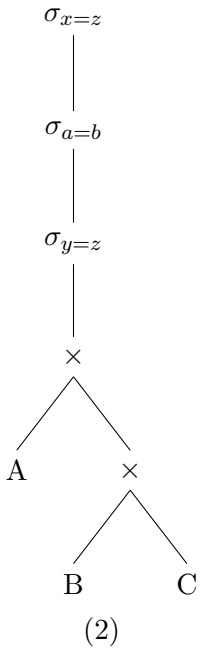
(3)

Das DeMorgansche Gesetz (Regel 11 im Foliensatz) erlaubt uns, die Disjunktion in der Selektion in eine Konjunktion umzuformen (1). Diese Konjunktion können wir nun nach Regel 1 im Foliensatz in zwei getrennte Selektionen aufbrechen (2). Diese Selektionen können wir nun nach unten propagieren (Regel 6 im Foliensatz), da a ein Attribut von A und b ein Attribut von B ist (3). Da wir lediglich Äquivalenzumformungen verwendet haben, ist dieser Operatorbaum äquivalent zum Ausgangsbaum.

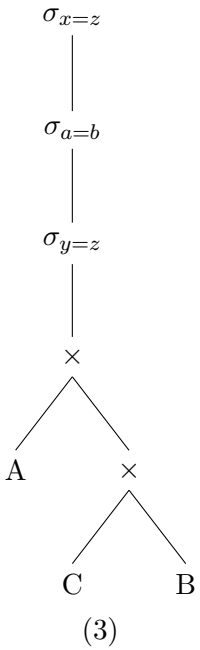
b)



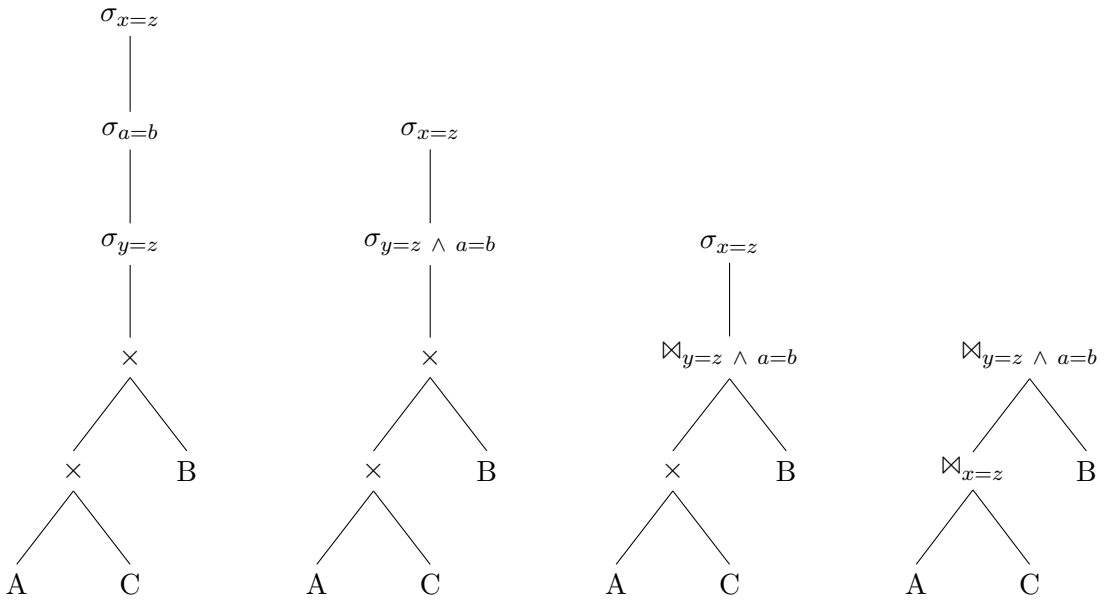
(1)



(2)



(3)



Nach Regel 12 können wir einen Join in ein kartesisches Produktund eine Selektion transformieren (1). Regel 6 erlaubt es uns dann, alle Selektionen nach oben zu propagieren (2). Wir können nun erst die Kommutativität (Regel 3) (3) und dann die Assoziativität (Regel 8) (4) des Kreuzproduktes verwenden. Nach Regel 1 können wir zwei Selektionen zusammenführen (5) und nach Regel 12 erneut in einen Join umwandeln (6) Ein erneutes Anwenden von Regeln 6 und 12 führt uns zum Ziel (7). Auch diese beiden Operatorbäume sind äquivalent.

Hausaufgabe 3

Sie möchten folgende SQL-Anfrage auf dem bekannten Unischema auf einer Datenbank ausführen, die abhängige Unteranfragen („dependent subqueries“) nicht auflösen kann:

```
select s.matrnr, s.name from studenten s
where (
    select sum(v.sws) from vorlesungen v, hoeren h
    where v.vorlnr = h.vorlnr and h.matrnr = s.matrnr
) > 10
```

Die Unteranfrage im `where`-Teil ist abhängig von der äußeren Anfrage, da sie das Attribut `s.matrnr` verwendet.

a) Warum ist diese Anfrage auf solch einer Datenbank ineffizient? Warum versuchen Datenbanken, abhängige Unteranfragen in unabhängige zu transformieren?

b) Dekorellieren („unnesten“) Sie die Anfrage. Erstellen Sie dazu eine neue, äquivalente Anfrage, die keine abhängigen Unteranfragen enthält.

Lösung:

a) Die abhängige Unteranfrage muss für jedes Tupel aus der Relation Studenten neu ausgewertet werden. Außerdem entsteht dadurch ein sogenannter Dependent Join, der im Allgemeinen eine quadratische Laufzeit hat.

Um Anfragen möglichst effizient auszuführen, versuchen Datenbanken, Algorithmen mit quadratischer Laufzeit zu vermeiden. Die Ausführung wird besonders bei komplexeren Unteranfragen sehr ineffizient, da sie für jedes abhängige Tupel neu bearbeitet werden müssen.

b) Die Aggregation in der abhängigen Unterabfrage wird genau einmal pro Student ausgeführt, sie kann daher auch direkt in einem Schritt mit Hilfe von `group by` zusammengefasst werden:

```
with sws_pro_matrnr as (
    select h.matrnr, sum(v.sws) as sws from vorlesungen v, hoeren h
    where v.vorlnr = h.vorlnr
    group by h.matrnr
)
select s.matrnr, s.name
from studenten s, sws_pro_matrnr sws
where s.matrnr = sws.matrnr and sws.sws > 10
```

Diese Anfrage enthält jetzt nur noch eine unabhängige Unterabfrage. Diese kann optional noch durch die Verwendung von `having` ersetzt werden:

```
select s.matrnr, s.name
from studenten s, hoeren h, vorlesungen v
where s.matrnr = h.matrnr and h.vorlnr = v.vorlnr
group by s.matrnr, s.name
having sum(v.sws) > 10
```

Hausaufgabe 4

Gegeben sind die beiden Relationenausprägungen:

R	
	A
...	0
...	5
...	7
...	8
...	8
...	10
⋮	⋮

S	
B	
5	...
6	...
7	...
8	...
8	...
11	...
⋮	⋮

Werten Sie den Join $R \bowtie_{R.A=S.B} S$ mithilfe des Nested-Loop- sowie des Sort/Merge-Algorithmus aus. Machen Sie deutlich, in welcher Reihenfolge die Tupel der beiden Relationen verglichen werden und kennzeichnen Sie die Tupel, die in die Ergebnismenge übernommen werden. Vervollständigen Sie hierzu die beiden folgenden Tabellen:

		S.B					
		5	6	7	8	8	11
R.A	0	1	2	3			
	5						
	7						
	8						
	8						
	10						

Nested-Loop-Join

		S.B					
		5	6	7	8	8	11
R.A	0	1					
	5	2✔					
	7						
	8						
	8						
	10						

Sort/Merge-Join

Lösung:

		S.B					
		5	6	7	8	8	11
R.A	0	1	2	3	4	5	6
	5	7✔	8	9	10	11	12
	7	13	14	15✔	16	17	18
	8	19	20	21	22✔	23✔	24
	8	25	26	27	28✔	29✔	30
	10	31	32	33	34	35	36

Nested-Loop-Join

		S.B					
		5	6	7	8	8	11
R.A	0	1					
	5	2✔	3				
	7		4	5✔			
	8			6	7✔	10✔	
	8				8✔	11✔	
	10				9	12	13

Sort/Merge-Join

Ausführliche Lösung:
`http://www-db.in.tum.de/teaching/ws1415/grundlagen/Loesung11_sort_merge_join.pdf`