

---

KLAUSUR ZUR VORLESUNG  
“EINFÜHRUNG IN DATENBANKEN UND INFORMATIONSSYSTEME”  
SOMMERSEMESTER 2005, 13. SEPTEMBER 2005  
PROF. DR. RALF MÖLLER

---

**DAS SCHREIBEN AUF DEM KLAUSUREXEMPLAR VOR DEM STARTSIGNAL UND  
AUCH DAS SCHREIBEN AUF DEM KLAUSUREXEMPLAR NACH DEM  
ENDESIGNAL FÜHRT OHNE WEITERE WARNUNG SOFORT ZUR  
UNGÜLTIGKEIT DER KLAUSUR. DAS GILT AUCH FÜR DAS SCHREIBEN VON  
NAMEN UND MATRIKELNUMMER NACH DEM ENDESIGNAL!**

**Nachname, Vorname:** \_\_\_\_\_

**Matrikelnummer, Studiengang:** \_\_\_\_\_

**Unterschrift:** \_\_\_\_\_

1. **Legen Sie Ihren Studentenausweis und Ihren Personalausweis vor sich auf den Tisch.**
2. **Prüfen Sie, ob Ihre Matrikelnummer in der ausgehändigten Liste erscheint. Wenn nicht,**
  - (a) **Dann füllen Sie einen Vorbehalt (Proviso) aus. Sie dürfen die Klausur nicht antreten, bevor Sie den ausgefüllten Vorbehalt (Proviso) abgegeben haben.**
  - (b) **Füllen Sie auch den “Formzettel zur Nachmeldung” aus. Bringen Sie das Formular in das für Ihren Studiengang zuständige Prüfungsamt and lassen Sie es dort unterzeichnen und abstempeln. Bringen Sie das Formular persönlich in das STS-Sekretariat (Harburger Schloßstr. 20, 2. Stock, Frau Hantschmann). Vergessen Sie bitte Ihren Personalausweis nicht.**
3. **Sie haben 90 Minuten Bearbeitungszeit. Zusätzliche Quellen sind nicht erlaubt.**
4. **Das Symbol “⊕” gibt Hinweise zur empfohlenen Bearbeitungszeit einer Aufgabe.**
5. **Auf den Aufgabenzetteln ist ausreichend Platz für Ihre Lösungen vorgesehen.**
6. **Sollten Sie zusätzliches Papier von der Klausuraufsicht erhalten, so schreiben Sie auch Ihren Namen und Matrikelnummer auf jedes Blatt. Machen Sie deutlich, auf welche Aufgabe sich das Zusatzblatt bezieht.**
7. **Sollten Sie den Prüfungsraum verlassen müssen, so melden Sie sich ruhig. Verlassen Sie Ihren Platz nicht unaufgefordert.**

## 1. ER-Modellierung.

- (a) Modellieren Sie die folgenden Sachverhalte und Zusammenhänge mit einem Entity-Relationship-Modell. **Verwenden Sie ausschließlich Entitäts- und Relationstypen sowie Funktionalitäten (1:1, 1:n, n:m) (keine Attribute).** Beachten Sie auch, ob totale Partizipation von Entitätstypen in Assoziationen vorliegt, und modellieren Sie diese dementsprechend.

**Platz für ihr ER-Diagramm ist auf der nächsten Seite vorgesehen. Tragen Sie die Lösungen von 1(b) und 1(c) in die Lösung von 1(a) ein (Platz auf der nächsten Seite).**

- Jedes Projekt wird genau von einem Unternehmen geleitet. Es gibt kein Projekt für das kein Unternehmen zuständig ist. Ein Unternehmen kann für mehrere Projekte zuständig sein. Einige Unternehmen sind in keinem Projekt beteiligt.
  - Ein Projekt besteht aus mehreren Aufträgen. Es existiert kein Projekt ohne Aufträge. Ein Auftrag gehört immer genau zu einem Projekt.
  - Ein Auftrag wird von einem oder mehreren Unternehmen ausgeführt. Einige Aufträge sind in der Planung und werden noch nicht ausgeführt. Ein Unternehmen kann einen oder mehrere Aufträge ausführen. Einige Unternehmen führen keine Aufträge aus.
- (b) Erweitern Sie ihre Lösung von 1(a) um folgende Sachverhalte. **Modellieren Sie weder den Generalunternehmer noch den Subunternehmer als eigenständigen Entitätstypen:**
- Ein Unternehmen, das ein Projekt leitet, wird Generalunternehmer *für dieses Projekt* genannt.
  - Ein Generalunternehmer beauftragt andere Unternehmen.  
Ein Unternehmen, das von einem Generalunternehmer beauftragt wird, wird Subunternehmer genannt. Ein Generalunternehmer kann mehrere Subunternehmer beauftragen. Ein Subunternehmer wird genau von einem Generalunternehmer beauftragt.  
Einige Unternehmen nehmen weder die Rolle des Generalunternehmers noch die Rolle des Subunternehmers ein.
- (c) Erweitern Sie Ihr ER-Modell um Kardinalitätsangaben nach der (min,max)-Notation, so dass die folgenden Einsichten adäquat repräsentiert werden. Beachten Sie, dass hier keine neuen Entitäts- und/oder Relationstypen erzeugt werden sollen!

1. (c)
- Ein Unternehmen kann höchstens 2 Projekte leiten.
  - Jedes Projekt besteht aus mindestens 4 Aufträgen. Kein Projekt hat mehr als 7 Aufträge.
  - Den Auftrag A01 führt noch kein Unternehmen aus. Alle anderen Aufträge werden höchstens von zwei Unternehmen ausgeführt.
  - Kein Unternehmen führt mehr als 4 Aufträge aus.

**Platz für ER-Diagramm zu 1(a) und 1(b):**

⌚

14

P

18

**2. Transaktionen.**

Was sind die Eigenschaften von Transaktionen? Erläutern Sie jede Eigenschaft mit ein paar Sätzen.

⌚

6

P

8

3. **Transaktionen und die Theorie der Serialisierbarkeit.**

Gegeben sind die beiden folgenden Transaktionen  $T_1$  und  $T_2$  mit jeweiligen Operationen  $T_{ij}$ :

$T_1$		$T_2$	
	BOT		BOT
$T_{11}$	a:=read(A)	$T_{21}$	a:=20
$T_{12}$	b:=read(B)	$T_{22}$	write(A,a)
$T_{13}$	a:=a+10	$T_{23}$	b:=read(B)
$T_{14}$	write(A,a)	$T_{24}$	b:=b-20
$T_{15}$	b:=b-10	$T_{25}$	write(B,b)
$T_{16}$	write(B,b)		EOT
	EOT		

Nehmen Sie an, dass  $T_1$  und  $T_2$  nebenläufig ausgeführt werden, und dass zu Beginn der beiden Transaktionen  $A=40$ ,  $B=50$  ist.

- (a) Geben Sie zwei Historien an, die unterschiedliche Werte von A und/oder B herstellen! Welche Werte haben A und B nach Ausführung der Historien?
  
- (b) Welche Werte von A und B erwarten Sie im Fall einer *serialisierbaren Historie*?
  
- (c) Geben Sie eine serialisierbare Historie an. Begründen Sie, dass die Historie serialisierbar ist.
  
- (d) Geben Sie eine nicht serialisierbare Historie an. Begründen Sie, dass die Historie nicht serialisierbar ist. Geben Sie den *Serialisierbarkeitsgraphen* für die Historie an und argumentieren Sie unter Verwendung des Graphen.

⌚  
11  
P  
14

4. **Relationale Algebra und SQL.** Gegeben sei folgendes Relationenschema mit Beispieldaten für eine Anwendung (Primärschlüssel sind unterstrichen):

<b>Firma</b>	
<u>Firmen-ID</u>	Name
1	ABC
4	XYZ
2	LKL

<b>Niederlassung</b>		
<u>Niederlassungs-ID</u>	Firmen-ID	Name
500	1	Köln
20	4	Hamburg
30	4	Hannover
5	2	Köln
200	1	Hamburg

<b>Abteilung</b>			
<u>Abteilungs-ID</u>	Niederlassungs-ID	Leiter-ID	Name
1	20	12000	Bahnhof
6	200	11800	Marktplatz
8	5	5600	König Str.
3	20	890	Hamburger Str.
4	30	4000	Zentrum

<b>Leiter</b>			
<u>Personalnummer-ID</u>	Vorname	Nachname	Gehalt
5600	Tobias	Schmidt	4000
890	Markus	Schneider	3900
4000	Anna	Bauer	5000

- (a) Formulieren Sie eine Abfrage in **relationaler Algebra**, welche die Namen der Firmen auflistet, die eine Niederlassung mit dem Namen *Hamburg* haben.

4. (b) Formulieren Sie die Anfrage aus 4(a) in **SQL**.

⌚  
9  
P  
12

(c) Formulieren Sie eine Abfrage in **relationaler Algebra**, die für jeden Leiter seine Personalnummer, den Abteilungsnamen, den er leitet, sowie den Niederlassungsnamen, zu der die von ihm geleitete Abteilung gehört, auflistet. **Hinweis: Leiter-ID ist der Fremdschlüssel für die Leiter-Tabelle.**

(d) Formulieren Sie die Anfrage aus 4(c) in **SQL**.

5. **Relationale Algebra.**

Gelten die folgenden Äquivalenzen in der relationalen Algebra? Sind folgende Aussagen wahr oder falsch? **Pro Frage gilt: richtige Antwort = +1 Punkt, falsche Antwort = -1 Punkt, keine Antwort = 0 Punkte. Weniger als 0 Punkte sind nicht möglich für diese Aufgabe.**

⌚  
6  
P  
8

Aussage	Wahr?	Falsch?
$R_1 \bowtie R_2 = R_2 \bowtie R_1$		
$\sigma_p(\sigma_q(R)) = \sigma_q(\sigma_p(R))$		
$\sigma_p(R_1 \bowtie R_2) = \sigma_p(R_1) \bowtie \sigma_p(R_2)$		
$\sigma_p(R_1 \cap R_2) = \sigma_p(R_1) \cap \sigma_p(R_2)$		
$R_1 \cup (R_2 \cap R_3) = (R_1 \cap R_2) \cup (R_1 \cap R_3)$		
$\sigma_{p_1}(\sigma_{p_2}(R)) = \sigma_{(p_1 \vee p_2)}(R)$		
$\sigma_{p_1}(\sigma_{p_2}(R)) = \sigma_{(p_1 \wedge p_2)}(R)$		
$R_1 \cap (R_2 \bowtie R_3) = (R_1 \cap R_2) \bowtie (R_1 \cap R_3)$		

## 6. Relationale Entwurfstheorie.

- (a) Im Folgenden bezeichnet  $\mathfrak{R}$  die Menge aller Attribute der Relation (des Relationenschemas)  $R$ . Nehmen Sie an, dass  $\alpha, \beta$  Teilmengen von  $\mathfrak{R}$  sind. Sind folgende Aussagen wahr oder falsch? **Pro Frage gilt: richtige Antwort = +1 Punkt, falsche Antwort = -1 Punkt, keine Antwort = 0 Punkte. Weniger als 0 Punkte sind nicht möglich für diese Aufgabe.**

Aussage	Wahr?	Falsch?
Für einen Superschlüssel $\alpha$ gilt: $\alpha \twoheadrightarrow \mathfrak{R}$		
Für einen Superschlüssel $\alpha$ gilt: $\alpha \rightarrow \mathfrak{R}$		
$\mathfrak{R}$ ist ein Superschlüssel für die Relation $R$ .		
Für einen Kandidatenschlüssel $\alpha$ gilt: $\alpha \rightarrow \beta$		
Für einen Kandidatenschlüssel $\alpha$ gilt: $\alpha \rightarrow \mathfrak{R}$		
Jeder Superschlüssel ist Primärschlüssel.		
Jeder Primärschlüssel ist Kandidatenschlüssel.		
Jeder Kandidatenschlüssel ist Superschlüssel.		
Es gibt für eine Relation $R$ nur einen Superschlüssel.		
Der Primärschlüssel ist ein ausgewählter Superschlüssel.		

- (b) Das Relationenschema für die Relation *Raumbelegung* ist wie folgt definiert:  $\{\underline{\text{Gebäudennummer}}, \underline{\text{Raumnummer}}, \text{Abteilungsname}\}$ . Der Primärschlüssel ist also  $\{\text{Gebäudennummer}, \text{Raumnummer}\}$ .

Außerdem gilt noch folgende funktionale Abhängigkeit:

$\{\text{Abteilungsname} \rightarrow \text{Gebäudennummer}\}$

- i. Bestimmen Sie alle Superschlüssel.
- ii. Bestimmen Sie alle Kandidatenschlüssel.
- iii. Bestimmen Sie die Primattribute und die Nicht-Primattribute.
- iv. Überprüfen Sie, ob die Relation in dritter Normalform ist (mit Begründung). Wenn nicht, so verwenden Sie den Synthesealgorithmus zur Herstellung der dritten Normalform.

6.

⌚

22

P

27

(b) vi. Geben Sie alle möglichen Zerlegungen des Relationenschemas an.

vii. Geben Sie eine verlustlose Zerlegung an. Begründen Sie, dass ihre Zerlegung verlustlos ist, indem sie das hinreichende Kriterium für die Verlustlosigkeit einer Zerlegung verwenden.

viii. Illustrieren Sie an einer Beispiel-Ausprägung des Relationenschemas den Effekt einer *nicht verlustlosen* Zerlegung.

## 7. Verteilte Datenbanken.

(a) Was versteht man unter *Fragmentierung eines Relationenschemas*?

⊕

6

P

8

(b) Erläutern Sie die Idee der horizontalen und der vertikalen Fragmentierung am Beispiel der Tabelle “Abteilung” aus Aufgabe 4.

(c) Was müssen Sie bei der vertikalen Fragmentierung beachten?

## 8. Deduktive Datenbanken und DATALOG.

Gegeben seien eine binäre EDB-Relation *hatKind* sowie eine binäre EDB-Relation *hatGeschlecht*, mit folgender Ausprägung:

- $hatKind = \{ [a,e], [e,f], [b,e], [c,b], [c,d], [d,f] \}$
- $hatGeschlecht = \{ [a, W], [b,M], [c,W], [d,W], [e,M], [f,M] \}$

Hier bedeutet z.B.  $[a,e] \in hatKind$ , dass "e" das Kind von "a" ist,  $[b,M] \in hatGeschlecht$  bedeutet, dass "b" männlich ist, und  $[a,W] \in hatGeschlecht$  bedeutet, dass "a" weiblich ist.

- (a) Definieren Sie eine Datalog-Regel für das Prädikat *hatGroßmutter(X,Y)*.

- (b) Definieren Sie eine Datalog-Regel für das Prädikat *hatVorfahre(X,Y)*.

- (c) Definieren Sie eine Datalog-Regel für ein Prädikat  $P(X)$ , welches für eine Person  $X$  wahr wird, wenn  $X$  Vater und Mutter hat, die einen gemeinsamen Vorfahren haben.

- (d) Erstellen Sie eine Graph-Darstellung der EDB-Relationen und markieren Sie in diesem Graphen die  $X$ , die  $P(X)$  wahr machen.



11

P

14

Erreichbare Punkte: 109