

# Datenbanksysteme

## Übung 3: Relationaler Datenbankentwurf

Sommersemester 2017

Jutta Mülle

Fakultät für Informatik

IPD, Lehrstuhl Prof. Klemens Böhm

[muelle@kit.edu](mailto:muelle@kit.edu)

<http://dbis.ipd.kit.edu/>



# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus



a) Bestimmen Sie den Schlüssel von R (A, B, C, D, E).

- Alle Attribute kommen in den FDs vor.
- B kommt nur auf der rechten Seite vor, d.h. ist nicht Bestandteil eines Schlüssels.
- $A^* = \{A, E, B\}$
- $C^* = \{C, B, E\}$
- $D^* = \{D, B, E\}$
- $E^* = \{E, B\}$
- $AC^* = \{A, C, E, D, B\}$
- AC ist Schlüssel, da  $AC^*$  alle Attribute von R enthält und AC minimal ist.
- Kein anderer Schlüssel vorhanden, da mind. A und C im Schlüssel, weil sie nicht auf den rechten Seiten der FDs vorkommen.

## Funktionale Abhängigkeiten

A	→	E
AC	→	D
D	→	BE
E	→	B
C	→	BE



# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

b) Geben Sie eine minimale, verbundtreue und abhängigkeitsstreue Zerlegung von R an, deren Relationen in dritter Normalform sind.

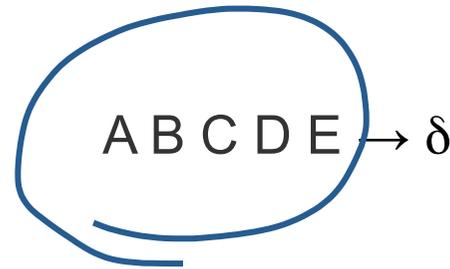
Funktionale Abhängigkeiten		
A	→	E
AC	→	D
D	→	BE
E	→	B
C	→	BE

Synthese-  
algorithmus  
anwenden!

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

– Gewährleistung der Verbundtreue

1. Einführung **neuer FD**:



## Funktionale Abhängigkeiten

$ABCDE \rightarrow \delta$

$A \rightarrow E$

$AC \rightarrow D$

$D \rightarrow BE$

$E \rightarrow B$

$C \rightarrow BE$

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

## Funktionale Abhängigkeiten

ABCDE  $\rightarrow$   $\delta$

A  $\rightarrow$  E

AC  $\rightarrow$  D

D  $\rightarrow$  BE

E  $\rightarrow$  B

C  $\rightarrow$  BE

## 2. **Rechtsreduktion:**

Alle FDs werden so zerlegt, dass sie nur ein Attribut auf der rechten Seite haben.

A  $\rightarrow$  E, AC  $\rightarrow$  D, D  $\rightarrow$  B, D  $\rightarrow$  E, E  $\rightarrow$  B, C  $\rightarrow$  B, C  $\rightarrow$  E,

ABCDE  $\rightarrow$   $\delta$

*D  $\rightarrow$  BE ist aus D  $\rightarrow$  B und D  $\rightarrow$  E abzuleiten (Projektionsregel).*

*Dies gilt auch für C  $\rightarrow$  B E.*

## RAP-Algorithmus (2)

- Ziel: Lösung des Membership-Problems:  
„ $X \rightarrow Y \in F^+ ?$ “
- Algorithmus:
  1. Bestimme  $X$ , setze  $X^* := X$   
(R-Regel für  $X$ ).
  2. Gibt es FD  $f_1 := X_1 \rightarrow Y_1 \in F$  mit  $X_1 \subseteq X^*$ ?
  3. Wenn ja, dann wird  $X^*$   
gemäß  $X^* := X^* \cup Y_1$  vergrößert (A-Regel).
  4. Führe Schritt 2 und 3 so lange aus,  
bis  $X^*$  stabil (Hülle).
  5. Ist  $Y \subseteq X^*$ , dann ist  $X \rightarrow Y \in F^+$  (P-Regel)

Einleitung  
 FDs  
FDs –  
Ableitung  
 Anomalien  
 Transform.-  
 Eigenschaft.  
 Schema-  
 eigenschaft.  
 Entwurfs-  
 verfahren  
 Weitere  
 Abh.keiten  
 Schluss

*Aus Vorlesungsfolien Kap. 7*

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

## Funktionale Abhängigkeiten

nach Schritt 2

ABCDE  $\rightarrow$   $\delta$

A  $\rightarrow$  E

AC  $\rightarrow$  D

D  $\rightarrow$  B

D  $\rightarrow$  E

E  $\rightarrow$  B

C  $\rightarrow$  B

C  $\rightarrow$  E

3. Eliminierung der überflüssigen Attribute auf der linken Seite - **Linksreduktion:**

A B C D E  $\rightarrow$   $\delta$  wird auf A C  $\rightarrow$   $\delta$  reduziert.

## Syntheseverfahren Komplexität (2)

- Eliminierung redundanter FDs ist in  $O(n \cdot m)$ .
  - $n$  – Anzahl der funktionalen Abhängigkeiten,
  - $m$  – Anzahl der Attribute.
  - Wir müssen  $n$  funktionale Abhängigkeiten betrachten (eine nach der anderen – Faktor  $n$ ).
  - Ist rechte Seite dieser Abhängigkeit in Hülle der linken Seite bezüglich der restlichen Abhängigkeiten? (D. h. Lösung des Membership-Problems – Faktor  $m$ .)

Einleitung

FDs

FDs –  
Ableitung

Anomalien

Transform.-  
Eigenschaft.

Schema-  
eigenschaft.

Entwurfs-  
verfahren

Weitere  
Abh.keiten

Schluss

*Aus Vorlesungsfolien Kap. 7*

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

4. **Reduktion redundanter FDs:**  
(Membership-Problem mit RAP-Algorithmus)  
 $D \rightarrow B$  kann aus  $D \rightarrow E$  und  $E \rightarrow B$  abgeleitet werden.  
Ebenfalls abgeleitet werden kann  $C \rightarrow B$ .  
Daher entfallen diese beiden FDs.

## Funktionale Abhängigkeiten nach Schritt 3

$$AC \rightarrow \delta$$

$$A \rightarrow E$$

$$AC \rightarrow D$$

~~$$D \rightarrow B$$~~

$$D \rightarrow E$$

$$E \rightarrow B$$

~~$$C \rightarrow B$$~~

$$C \rightarrow E$$

## Funktionale Abhängigkeiten nach Schritt 4

$$AC \rightarrow \delta$$

$$A \rightarrow E$$

$$AC \rightarrow D$$

$$D \rightarrow E$$

$$E \rightarrow B$$

$$C \rightarrow E$$

## Syntheseverfahren Komplexität (3)

- Eliminierung überflüssiger Attribute ist in  $O(l \cdot m)$ .
  - $m$  – Anzahl der Attribute,
  - $l$  – Anzahl der Vorkommen von Attributen,
  - wächst polynomiell mit  $m$  (wird hier nicht gezeigt).
  - $l$  – Illustration:
    - $F' = \{A \rightarrow B, AB \rightarrow C, B \rightarrow A, C \rightarrow E\}$ .
    - $l = 3$  (für  $A$ ) + 3 (für  $B$ ) + 2 (für  $C$ ) + 1 (für  $E$ )
  - Ist  $A$  in Abhängigkeit  $,AB \rightarrow C'$  überflüssig?
  - $F'_o := (F' \setminus \{AB \rightarrow C\}) \cup \{B \rightarrow C\}$ . Ist  $F' \equiv F'_o$ ?
  - Bzw. ist  $B \rightarrow C$  in der Hülle von  $F'$ ?  
(Lösung des Membership-Problems.)
  - Umgekehrte Richtung, ob  $AB \rightarrow C$  in der Hülle von  $F'_o$ ,  
ist trivial. (Wenn  $,B \rightarrow C'$  gilt, dann natürlich auch  $,AB \rightarrow C'$ .)

Einleitung  
 FDs  
 FDs –  
 Ableitung  
 Anomalien  
 Transform.-  
 Eigenschaft.  
 Schema-  
 eigenschaft.  
Entwurfs-  
 verfahren  
 Weitere  
 Abh.keiten  
 Schluss

*Aus Vorlesungsfolien Kap. 7*

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

Funktionale Abhängigkeiten nach Schritt 4	
AC	→ δ
A	→ E
AC	→ D
D	→ E
E	→ B
C	→ E

Falls

$E \rightarrow A$

⇒ Äquivalenz

5. Zusammenfassung – Äquivalenzklassen bilden:  
Alle funktionalen Abhängigkeiten mit gleicher oder äquivalenter linker Seite werden zu einer Äquivalenzklasse zusammengefasst.  
Dadurch entstehen 5 Äquivalenzklassen:  
{A C}, {A}, {C}, {D}, {E}

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

Ergebnis der Zerlegung gemäß des Syntheseverfahrens:

- $FD1: AC \rightarrow D, \delta$
- $FD2: A \rightarrow E$
- $FD3: D \rightarrow E$
- $FD4: E \rightarrow B$
- $FD5: C \rightarrow E$

Die Synthese liefert die folgenden Relationen (Attribute, Schlüssel):

$$S = \{ (A C D, \{AC\}), \\ (\underline{A E}, \{A\}), \\ (D E, \{D\}), \\ (E B, \{E\}), \\ (\cancel{C E}, \{C\}) \\ \}$$

## Aufgabe 1: 3NF (ergänzt)

Begründen Sie kurz, warum Ihre Zerlegung verbundtreu und abhängigkeittreu ist.

Alle gegebenen Abhängigkeiten sind durch Schlüssel repräsentiert, d.h. *Abhängigkeitstreue*.

Der Universalschlüssel (A C) ist in der Relation:  
(A C D , {A C})  
enthalten, d.h. *Verbundtreue*.

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

c) In welcher höchsten Normalform befinden sich die resultierenden Relationen aus Teilaufgabe b)?

$$S = \{ (A C D, \{AC\}), \\ (A E, \{A\}), \\ (D E, \{D\}), \\ (E B, \{E\}), \\ (C E, \{C\}) \}$$

## Funktionale Abhängigkeiten

A	→	E
AC	→	D
D	→	BE
E	→	B
C	→	BE

- Alle Relationen im Schema sind mindestens in 3NF (als Ergebnis des Synthesealgorithmus)
- 1NF: atomare Attributwertebereiche gemäß Vorgabe
- 2NF: keine partiellen Abhängigkeiten, D ist nur von AC zusammen abhängig, ansonsten nur einelementige Schlüssel
- 3NF: keine transitiven Abhängigkeiten vorhanden. Es ist jeweils nur ein Nichtschlüsselattribut in den Relationen enthalten.

# Aufgabe 1: Synthesealgorithmus

c) In welcher höchsten Normalform befinden sich die resultierenden Relationen aus Teilaufgabe b)?

$$S = \{ (A C D, \{AC\}), \\ (A E, \{A\}), \\ (D E, \{D\}), \\ (E B, \{E\}), \\ (C E, \{C\}) \}$$

## Funktionale Abhängigkeiten

A → E  
AC → D  
D → BE  
E → B  
C → BE

- Alle Relationen haben nur einen Schlüssel(kandidaten) und sind in 3NF. Damit sind sie auch in BCNF.
- Da keine mehrwertigen Abhängigkeiten vorhanden sind, befinden sich auch alle Relationen in 4NF.

## 2 Funktionale Abhängigkeiten, Schlüsselbestimmung

Gegeben sei das Relationenschema  $R (A, B, C, D, E, F)$  und zwei Mengen  $F1$  und  $F2$  funktionaler Abhängigkeiten über  $R$ . Bei allen Attributen handelt es sich um atomare Datentypen.

$$F1 = \{ A \rightarrow C, B \rightarrow DE, D \rightarrow E, DE \rightarrow F \}$$

$$F2 = \{ AB \rightarrow CFE, C \rightarrow D, D \rightarrow A \}$$

- a) Menge aller Schlüssel?
- b) Höchste Normalform?
- c) Bei Bedarf Zerlegung in 3 NF-Relationenschemata:  
minimal, verbundtreu, abhängigkeittreu (d.h. abh.bewahrend)

Wieso sind Redundanzen in Basisrelationen unerwünscht?

- Belegen unnötigen Speicherplatz
- Information redundant
  - Einfüge- / Update- / Löschanomalie

→ Redundanzvermeidung durch Normalformen

## Aufgabe 2

Gegeben sei das Relationenschema  $R(A, B, C, D, E, F)$  und zwei Mengen  $F_1$  und  $F_2$  funktionaler Abhängigkeiten über  $R$ . Bei allen Attributen handelt es sich um atomare Datentypen.

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Bestimmen Sie **jeweils** für  $F_1$  und  $F_2$ :

2.1) Die Menge aller Schlüssel für  $R$ .

## Aufgabe 2.1

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

- Attribute auf der linken Seite:  $\{A, B, D, E\} \Rightarrow C$  und  $F$  damit direkt auszuschließen
- Redundanzreduktion:  
 $D$  redundant durch  $B \rightarrow D$ ,  
 $E$  redundant durch  $B \rightarrow E$
- $\Rightarrow$  Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}\}$

## Aufgabe 2.1

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

- Attribute auf der linken Seite:  $\{A, B, C, D\} \Rightarrow E$  und  $F$  damit direkt auszuschließen
- Redundanzreduktion:
  - $D$  redundant durch  $AB \rightarrow C \rightarrow D$ ,  $C$  redundant durch  $AB \rightarrow C$ , bleiben  $\{A, B\}$
  - $C$  redundant durch  $D \rightarrow A$  und  $AB \rightarrow C$ ,  $A$  redundant durch  $D \rightarrow A$ , bleiben  $\{D, B\}$
  - $A$  redundant durch  $C \rightarrow D \rightarrow A$ ,  $D$  redundant durch  $C \rightarrow D$ , bleiben  $\{C, B\}$
- $\Rightarrow$  Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

## Aufgabe 2.2

Gegeben sei das Relationenschema  $R(A, B, C, D, E, F)$  und zwei Mengen  $F_1$  und  $F_2$  funktionaler Abhängigkeiten über  $R$ . Bei allen Attributen handelt es sich um atomare Datentypen.

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Bestimmen Sie **jeweils** für  $F_1$  und  $F_2$ :

2.2) Die höchste Normalform (1NF, 2NF, 3NF, BCNF), in der sich  $R$  befindet. Begründen Sie kurz Ihre Antwort.

## Aufgabe 2.2

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}\} \Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{C, D, E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.

## Aufgabe 2.2

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}\} \Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{C, D, E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.
- 2NF: nein, da Nicht-Primattribute partiell vom Schlüssel abhängen, z.B.  $A \rightarrow C$  wobei  $C$  Nicht-Primattribut ist, und  $A$  Teil eines Schlüssels.

## Aufgabe 2.2

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}\} \Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{C, D, E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.
- 2NF: nein, da Nicht-Primattribute partiell vom Schlüssel abhängen, z.B.  $A \rightarrow C$  wobei  $C$  Nicht-Primattribut ist, und  $A$  Teil eines Schlüssels.
- 3NF:  $\neg 2NF \Rightarrow \neg 3NF$
- BCNF:  $\neg 3NF \Rightarrow \neg BCNF$

$\Rightarrow$  Höchste Normalform: 1NF

## Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

$\Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{E, F\}$

- 1NF: ja, in Aufgabenstellung Atomarität gegeben.

## Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

$\Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{E, F\}$

- 2NF: ja, es gibt keine partiellen Abhängigkeiten von Nicht-Primattributen.

Die einzigen Nicht-Primattribute  $E$  und  $F$  hängen nur voll vom Schlüssel ab.

## Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

$\Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{E, F\}$

- 3NF: ja. Für 3NF sind ebenfalls nur  $E$  und  $F$  auf transitive Abhängigkeit zu prüfen. Beide können nur über  $AB$  direkt erzeugt werden.

Warum ist z.B.  $CB \rightarrow AB \rightarrow E$  nicht zu prüfen?

## Aufgabe 2.2

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Menge aller Schlüssel:  $\{\{A, B\}, \{C, B\}, \{D, B\}\}$

$\Rightarrow$  Nicht-Primattribute:  $\{E, F\}$

- BCNF: nein. Für BCNF müssen auch Primattribute auf Transitivität geprüft werden:  $AB \rightarrow C \rightarrow D$  ist transitiv und damit  $R$  nicht in BCNF.

$\Rightarrow$  Höchste Normalform: 3NF

## Aufgabe 2.3

$$F_1 = \{ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \}$$

$$F_2 = \{ AB \rightarrow CFE, \\ C \rightarrow D, \\ D \rightarrow A \}$$

Bestimmen Sie **jeweils** für  $F_1$  und  $F_2$ :

c) Falls  $R$  noch nicht in 3NF ist: Geben Sie eine minimale, verbundtreue, abhängigkeiterhaltende Zerlegung von  $R$  an, welche in dritter Normalform ist. Benutzen Sie für das Ergebnis Ihrer Zerlegung die Notation  $S = \{(R_1, K_1), \dots, (R_n, K_n)\}$ , wobei für  $R_i$  Relationenschemata und  $K_i$  für die entsprechenden Schlüsselmenge stehen.

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_2$ :

- Relation bereits in 3NF
- Minimalität, Verbundtreue und Abhängigkeitstreue trivial gegeben.

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_1$ :

$$F_1 = \{ \begin{array}{l} A \rightarrow C, \\ B \rightarrow DE, \\ D \rightarrow E, \\ DE \rightarrow F \end{array} \}$$

1. Einführung einer Dummy-FD für Verbundtreue

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_1$ :

$$F_1 = \{ \begin{array}{ll} ABCDEF & \rightarrow \delta, \\ A & \rightarrow C, \\ B & \rightarrow DE, \\ D & \rightarrow E, \\ DE & \rightarrow F \end{array} \}$$

### 2. Rechtsreduktion

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_1$ :

$$F_1 = \{ \begin{array}{ll} ABCDEF & \rightarrow \delta, \\ A & \rightarrow C, \\ B & \rightarrow D, \\ B & \rightarrow E, \\ D & \rightarrow E, \\ DE & \rightarrow F \end{array} \}$$

3. Linksreduktion

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_1$ :

$$F_1 = \{ AB \rightarrow \delta, \\ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow D, \\ B \rightarrow E, \\ D \rightarrow E, \\ D \rightarrow F \}$$

4. Reduktion redundanter FD

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_1$ :

$$F_1 = \{ AB \rightarrow \delta, \\ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow D, \\ B \rightarrow E, \\ D \rightarrow E, \\ D \rightarrow F \}$$

5. Äquivalenzklassen der linken Seiten bilden

## Aufgabe 2.3

Für  $R$  unter  $F_1$ :

$$F_1 = \{ AB \rightarrow \delta, \\ A \rightarrow C, \\ B \rightarrow D, \\ D \rightarrow E, \\ D \rightarrow F \}$$

Äquivalenzklassen:  $\{AB\}, \{A\}, \{B\}, \{D\}$

Ergebnis der Zerlegung:

$$S = \{(\{A, B\}, \{\{A, B\}\}), (\{A, C\}, \{\{A\}\}), (\{B, D\}, \{\{B\}\}), (\{D, E, F\}, \{\{D\}\})\}$$

# 3 Mehrwertige Abhängigkeiten - Einführung -

Anschaulich:

Multi-Value Dependency (MVD):

Jeder Wert des abhängigen Attributes kommt in Kombination mit allen Werten der anderen Attribute vor.

(Redundanzbehaftet.)

Formal:

$r$  genügt der MVD  $X \twoheadrightarrow Y$  genau dann, wenn  
 $\forall t_1, t_2 \in r: [(t_1 \neq t_2 \wedge t_1(X) = t_2(X))$   
 $\Rightarrow \exists t_3 \in r: t_3(X) = t_1(X) \wedge t_3(Y) = t_1(Y) \wedge t_3(Z) = t_2(Z)]$

Vierte Normalform:

Keine nichttrivialen MVDs zulassen.

D. h. Relation soll aufgespalten werden.

## 3a) Mehrwertige Abhängigkeiten

Nehmen Sie an, dass  $A \twoheadrightarrow B$  eine mehrwertige Abhängigkeit in der Relation R1 ist. Gehen Sie von den Beispieletupeln in der folgenden Tabelle aus. Welche anderen Tupel sind dann ebenfalls in der Relation enthalten?

<b>R1</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
...	...	...
1	2	3
1	4	5
1	6	7
...	...	...

### 3a) Mehrwertige Abhängigkeiten

<b>R</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
...	...	...
1	2	3
1	4	5
1	6	7
...	...	...
1	2	5
1	2	7
1	4	3
1	4	7
1	6	3
1	6	5
...	..	...

*sind durch  
MVD erzwingbar*

## 3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

<b>R2</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

## 3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

<b>R2</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

b1)  $C \twoheadrightarrow B$

b2)  $BC \twoheadrightarrow C$

b3)  $A \twoheadrightarrow C$

b4)  $BC \twoheadrightarrow A$

## 3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

R2		
A	B	C
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

b1)  $C \twoheadrightarrow B$

b2)  $BC \twoheadrightarrow C$

b3)  $A \twoheadrightarrow C$

*welcher Tupel fehlt? (1, 3, 3)*

b4)  $BC \twoheadrightarrow A$

## 3b) Mehrwertige Abhängigkeiten

<b>R2</b>		
<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>
1	2	3
1	3	2
1	2	2
3	2	1
3	2	3

Wir interessieren uns dafür, welche nicht-trivialen MVDs R2 erfüllt. Identifizieren Sie dazu, welche der folgenden MVDs in dieser Relationsinstanz von R2 nicht erfüllt ist

- b1)  $C \twoheadrightarrow B$ , MVD gilt, es gibt 2 Paare von Tupeln (1 und 2 sowie 4 und 5), die durch Vertauschen der B-Werte gerade das jeweils andere Tupel bilden.
- b2)  $BC \twoheadrightarrow C$ , MVD gilt, da durch Gleichheit der linken Seite (BC) auch die rechte Seite (C) gleich ist und keine Kombinationen erforderlich macht.
- b3)  $A \twoheadrightarrow C$ , MVD gilt nicht. Es fehlt Tupel (1,3,3)
- b4)  $BC \twoheadrightarrow A$  MVD gilt, da Rest der Relation (,Z' in der formalen Definition) leer ist und damit keine Kombinationen erforderlich macht.

## 4a) Mehrwertige Abhängigkeiten

Analysieren Sie die folgenden Relationen auf funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten und verdeutlichen Sie Ihr Ergebnis anhand von Beispieldaten (Schlüssel ist unterstrichen):

a) *Lehrer-Hobby* (L-Name, Fach, Hobby)

beschreibt die Fächer, die ein Lehrer lehren kann, und seine Hobbies.

## 4a) Mehrwertige Abhängigkeiten

Analysieren Sie die folgenden Relationen auf funktionale und mehrwertige Abhängigkeiten und verdeutlichen Sie Ihr Ergebnis anhand von Beispieldaten (Schlüssel ist unterstrichen):

a) *Lehrer-Hobby* (L-Name, *Fach*, *Hobby*)

beschreibt die Fächer, die ein Lehrer lehren kann, und seine Hobbies.

*L-Name*  $\rightarrow\rightarrow$  *Fach*

*L-Name*  $\rightarrow\rightarrow$  *Hobby*.

*Lehrt ein Lehrer X Englisch und Deutsch und hat als Hobbys Segeln und Lesen, so sind in der Relation die Tupel*

*(X, Englisch, Segeln), (X, Englisch, Lesen), (X, Deutsch, Segeln) und (X, Deutsch, Lesen)*

*enthalten.*

## 4b) Mehrwertige Abhängigkeiten

*Lehrer-Klasse (L-Name, Fach, Klasse)*  
beschreibt die Fächer, die ein Lehrer in einer Klasse lehrt.

keine mehrwertigen  
Abhängigkeiten!

*Es existieren keine mehrwertigen (außer den funktionalen)  
Abhängigkeiten.*

*Argumentation: Welches Fach ein Lehrer lehrt, hängt von der  
jeweiligen Klasse ab (Stundenplan in einem Schuljahr). Beispiel:  
Gibt ein Lehrer Englisch in Klasse 6, so muss er keinesfalls  
auch in Klasse 7 Englisch lehren, sondern kann z.B. Sport  
geben.*