

# Normalformen und funktionale Abhängigkeiten

Tobias Bittner

2024-11-20

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

Vermeidung von **Redundanzen** und den daraus entstehenden Anomalien.

## Typen von Anomalien

- **Einfüge-Anomalie**
  - Eine Information vom Typ B kann nicht eingefügt werden, ohne zuvor eine Information vom Typ A einzufügen.
- **Lösch-Anomalie**
  - Durch Löschen einer Information vom Typ A kann u.U. auch Information vom Typ B endgültig aus der Datenbank entfernt werden.
- **Änderungs-Anomalie**
  - Änderungen an einem Attribut  $B_i$  müssen ggf. in vielen Tupeln durchgeführt werden.

**Y ist funktional abhängig von X** (notiert als:  $X \rightarrow Y$ ),  
wenn es keine zwei Tupel geben darf,  
in denen für *gleiche* X-Werte *verschiedene* Y-Werte auftreten.

**Y ist voll funktional abhängig von X**,  
wenn es **keine echte Teilmenge** Z von X gibt,  
für die gilt  $Z \rightarrow Y$ .

Alle Attribute in X werden gebraucht, um Y zu bestimmen.

Beispiele:

- Matrikelnummer, Fach  $\rightarrow$  Note
- Matrikelnummer  $\rightarrow$  Name

Reflexivität: Aus  $\beta \subseteq \alpha$  folgt:  $\alpha \rightarrow \beta$

Verstärkung: Aus  $\alpha \rightarrow \beta$  folgt:  $\alpha\gamma \rightarrow \beta\gamma$  für  $\gamma \subseteq U$

Transitivität: Aus  $\alpha \rightarrow \beta$   
und  $\beta \rightarrow \gamma$  folgt:  $\alpha \rightarrow \gamma$

## Superschlüssel:

- Attribut oder Attributkombination, von der alle Attribute einer Relation funktional abhängen

## Schlüsselkandidat:

- Minimaler Superschlüssel
  - Keine Teilmenge des Superschlüssels ist ebenfalls Superschlüssel.

## Schlüsselattribut:

- Attribut, das Teil eines Schlüsselkandidaten ist
- Nicht-Schlüsselattribut:
  - Attribut, das an keinem Schlüsselkandidaten beteiligt ist

**Eine Relation ist in erster Normalform (1NF), wenn sie **nur atomare Attributwerte** besitzt.**

- Das ist nach unserer Definition einer Relation bereits der Fall.

**Eine Relation ist in zweiter Normalform (2NF), wenn sie in erster Normalform ist und **alle Nicht-Schlüsselattribute voll funktional von jedem Schlüsselkandidaten abhängen.****

Eine Relation ist in dritter Normalform (3NF),  
wenn **kein Nicht-Schlüsselattribut transitiv abhängig von einem Schlüsselkandidaten** ist.

Transitivität:      Aus  $\alpha \rightarrow \beta$   
                            und  $\beta \rightarrow \gamma$       folgt:  $\alpha \rightarrow \gamma$

Transitive Abhängigkeit:

C ist transitiv abhängig von A, wenn es ein B gibt, so dass gilt:



Achtung:  
**B** ist hier kein  
Superschlüssel !

## Definition:

Eine Relation ist in Boyce-Codd-Normalform (BCNF), wenn **jede Determinante einer FA ein Superschlüssel** ist.

- Impliziert 3NF

- Definition:

**Eine Relation R ist in vierter Normalform (4NF), wenn  
für jede nicht-triviale Mehrwertige Abhängigkeit  
 $X \twoheadrightarrow A$  in R gilt: X ist Superschlüssel von R.**

- Superschlüssel (siehe oben):
  - Jede Obermenge eines Schlüsselkandidaten ist ein Superschlüssel.

## ■ Mehrwertige Abhängigkeit (Multi-valued Dependency, MVD)

- Sei  $R$  eine Relation, und  $A$  und  $B$  seien jeweils Attributmengen aus  $R$ .

$C$  sei  $R - AB$  (alle Attribute aus  $R$  außer die in  $A$  und  $B$ ).



$B$  ist mehrwertig abhängig von  $A$ ,

wenn durch den Wert von  $A$  eine Menge von Werten in  $B$  bestimmt wird

und diese Werte unabhängig sind von den in  $C$  vorkommenden Attributwerten. D.h.

die Werte, die in  $B$  vorkommen, sind nur von  $A$  abhängig und werden nicht

fallabhängig durch  $C$  weiter eingeschränkt.

- Eine Mehrwertige Abhängigkeit  $A \twoheadrightarrow B$  in  $R$  ist **trivial**,  
wenn  $B$  in  $A$  enthalten ist oder  
außer  $A$  und  $B$  keine weiteren Attribute in  $R$  enthalten sind. ( $C = \{\}$ )

Beispiele: *(Matrikelnummer, Fach)  $\twoheadrightarrow$  Fach*

*ist trivial*

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten**
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

# Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten I

Gegeben ist die Relation  $R(A, B, C)$  und eine vollständig repräsentative Extension von  $R$ :

| A | B | C |
|---|---|---|
| 1 | 2 | 4 |
| 1 | 2 | 5 |
| 1 | 3 | 6 |

Wir betrachten funktionale Abhängigkeiten der Form  $X \rightarrow Y$ , wobei  $X$  die Menge der Attribute der Determinante,  $Y$  die Menge der determinierten Attribute ist. Geben Sie alle funktionalen Abhängigkeiten von  $R$  an, für die  $X \cap Y = \emptyset$  gilt.

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten**
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

# Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten I

Gegeben ist die Relation  
 $R(A,B,C,D,E)$  mit einer vollständig  
repräsentativen Extension:

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| a | b | x | v | Q |
| e | b | y | v | Z |
| a | d | x | v | T |
| e | d | y | v | P |
| a | f | x | p | T |
| e | f | y | p | Z |

Welche der folgenden Abhängigkeiten  
sind richtig und welche falsch?

|                   |                   |                    |
|-------------------|-------------------|--------------------|
| $A \rightarrow B$ | $B \rightarrow D$ | $AB \rightarrow C$ |
| $A \rightarrow C$ | $E \rightarrow C$ | $C \rightarrow AB$ |
| $D \rightarrow A$ | $B \rightarrow A$ | $BC \rightarrow A$ |
| $A \rightarrow E$ | $B \rightarrow C$ | $A \rightarrow BC$ |
| $E \rightarrow A$ | $C \rightarrow B$ | $BC \rightarrow D$ |
| $D \rightarrow C$ | $C \rightarrow E$ | $AB \rightarrow D$ |

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten**
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

# Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten I

Gegeben ist erneut eine Relation  $R(A,B,C,D,E)$  mit einer vollständig repräsentativen Extension. Bestimmen Sie alle Schlüsselkandidaten.

| A | B | C | D | E |
|---|---|---|---|---|
| a | b | z | W | Q |
| e | b | r | W | P |
| a | d | z | W | T |
| e | d | r | W | Q |
| a | f | z | S | T |
| e | f | r | S | T |

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform**
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

# Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform I

Geben Sie an in welcher Normalform die nachfolgenden Beispiele sind.  
Welche Voraussetzungen an die nächst höhere Normalform (bis zur BCNF) werden jeweils verletzt?

## Aufgabe a)

| RechNr | KundNr | Name   | Adresse        | Anzahl | Teil            | Preis   |
|--------|--------|--------|----------------|--------|-----------------|---------|
| 1001   | 43     | Meier  | 91052 Erlangen | 200    | Schraube        | 2,00€   |
|        |        |        |                | 300    | Mutter          | 2,25€   |
|        |        |        |                | 100    | Unterlegscheibe | 0,75€   |
| 1002   | 55     | Müller | 90113 Nürnberg | 1      | Motor           | 52,00€  |
|        |        |        |                | 200    | Schraube        | 2,00€   |
| 1001   | 43     | Meier  | 91052 Erlangen | 10     | Säge            | 121,00€ |

# Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform II

## Aufgabe b)

| <u>RechNr</u> |
|---------------|
| 1001          |
| 1002          |
| 1003          |

| <u>RechNr</u> | <u>PosNr</u> | <u>KundNr</u> | Name   | Adresse        | Anzahl | Teil            | Preis  |
|---------------|--------------|---------------|--------|----------------|--------|-----------------|--------|
| 1001          | 1            | 43            | Meier  | 91052 Erlangen | 200    | Schraube        | 2,00€  |
| 1001          | 2            | 43            | Meier  | 91052 Erlangen | 300    | Mutter          | 2,25€  |
| 1001          | 3            | 43            | Meier  | 91052 Erlangen | 100    | Unterlegscheibe | 0,75€  |
| 1002          | 1            | 55            | Müller | 90113 Nürnberg | 1      | Motor           | 52,00€ |
| 1002          | 2            | 55            | Müller | 90113 Nürnberg | 200    | Schraube        | 2,00€  |
| 1003          | 1            | 43            | Meier  | 91052 Erlangen | 5      | Bohrer          | 44,44€ |

Hinweis: "Preis" bezeichnet den Gesamtpreis, also Anzahl mal (den nicht angegebenen) Einzelpreis.

# Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform III

## Aufgabe c)

Rechnungstabelle:

| <u>RechNr</u> | <u>KundNr</u> | <u>Name</u> | <u>Adresse</u> |
|---------------|---------------|-------------|----------------|
| 1001          | 43            | Meier       | 91052 Erlangen |
| 1002          | 55            | Müller      | 90113 Nürnberg |
| 1003          | 43            | Meier       | 91052 Erlangen |

Einzelpostentabelle:

| <u>RechNr</u> | <u>PosNr</u> | <u>Anzahl</u> | <u>Teil</u>     | <u>Preis</u> |
|---------------|--------------|---------------|-----------------|--------------|
| 1001          | 1            | 200           | Schraube        | 2,00€        |
| 1001          | 2            | 300           | Mutter          | 2,25€        |
| 1001          | 3            | 100           | Unterlegscheibe | 0,75€        |
| 1002          | 1            | 1             | Motor           | 52,00€       |
| 1002          | 2            | 200           | Schraube        | 2,00€        |
| 1003          | 1            | 5             | Bohrer          | 44,44€       |

# Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform IV

**Aufgabe d)** Rechnungstabelle:

| <u>RechNr</u> | <u>KundNr</u> |
|---------------|---------------|
| 1001          | 43            |
| 1002          | 55            |
| 1003          | 43            |

Kundentabelle:

| <u>KundNr</u> | Name   | Adresse        |
|---------------|--------|----------------|
| 55            | Müller | 90113 Nürnberg |
| 43            | Meier  | 91052 Erlangen |

Einzelpostentabelle:

| <u>RechNr</u> | <u>PosNr</u> | Anzahl | Teil            | Preis  |
|---------------|--------------|--------|-----------------|--------|
| 1001          | 1            | 200    | Schraube        | 2,00€  |
| 1001          | 2            | 300    | Mutter          | 2,25€  |
| 1001          | 3            | 100    | Unterlegscheibe | 0,75€  |
| 1002          | 1            | 1      | Motor           | 52,00€ |
| 1002          | 2            | 200    | Schraube        | 2,00€  |
| 1003          | 1            | 5      | Bohrer          | 44,44€ |

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen**
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 Hausaufgabe 7

# Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen I

Gegeben sind die folgenden Relationen  $R1(\underline{A}, \underline{B}, \underline{C})$  und  $R2(\underline{A}, \underline{B}, \underline{C})$ , sowie vollständig repräsentative Extensionen von  $R1$  und  $R2$ :

$R1$ :

| <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> |
|----------|----------|----------|
| a1       | b1       | c1       |
| a1       | b1       | c2       |
| a2       | b1       | c1       |
| a2       | b2       | c1       |
| a2       | b3       | c1       |
| a2       | b1       | c2       |
| a2       | b2       | c2       |
| a2       | b3       | c2       |

$R2$ :

| <u>A</u> | <u>B</u> | <u>C</u> |
|----------|----------|----------|
| a1       | b1       | c1       |
| a1       | b1       | c2       |
| a2       | b1       | c1       |
| a2       | b2       | c1       |
| a2       | b3       | c1       |
| a2       | b1       | c2       |
| a2       | b2       | c2       |

# Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen II

Worin besteht der Unterschied zwischen beiden Relationen und welche Konsequenzen ergeben sich daraus? Kann eine der beiden Relationen weiter normalisiert werden?

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6**
- 8 Hausaufgabe 7

# Hausaufgabe 6 I

- ① Gegeben Sei die Tabelle  $R(A, B, C, D)$ . Es gelte  $A \rightarrow BCD$  und  $B \rightarrow D$ . Die Wertebereiche der Attribute seien:

$A \in \{1, \dots, 10\}$ ;  $B \in \{1, \dots, 20\}$ ;  $C \in \{1, \dots, 40\}$ ;  $D \in \{1, \dots, 50\}$ ;

- Welche Schlüsselkandidaten hat  $R$ ?
- In welcher Normalform ist  $R$ ?
- Wieviele Tupel hat  $R$  maximal?
- Wieviel verschiedene Attributwerte können im Attribut  $B$  höchstens vorkommen?
- Wieviel verschiedene Attributwerte können im Attribut  $C$  höchstens vorkommen?
- Wieviel verschiedene Attributwerte können im Attribut  $D$  höchstens vorkommen?
- Redundanzgrad: Wie oft kann eine Information maximal in  $R$  auftauchen?
- Wie muss die Tabelle zerlegt werden, damit die Redundanz vermieden wird? Ist diese Zerlegung abhängigkeiterhaltend?

# Hausaufgabe 6 II

- ② Gegeben Sei die Tabelle  $R(A, B, C, D)$ . Es gelte  $AB \rightarrow CD$  und  $D \rightarrow B$ . Die Wertebereiche der Attribute seien:  
 $A \in \{1, \dots, 10\}$ ;  $B \in \{1, \dots, 100\}$ ;  $C \in \{1, \dots, 800\}$ ;  $D \in \{1, \dots, 50\}$ ;

- Welche Schlüsselkandidaten hat  $R$ ?
- In welcher Normalform ist  $R$ ?
- Wieviele Tupel hat  $R$  maximal?
- Wieviel verschiedene Attributwerte können im Attribut  $B$  höchstens vorkommen?
- Wieviel verschiedene Attributwerte können im Attribut  $C$  höchstens vorkommen?
- Wieviel verschiedene Attributwerte können im Attribut  $D$  höchstens vorkommen?
- Redundanzgrad: Wie oft kann eine Information maximal in  $R$  auftauchen?
- Wie muss die Tabelle zerlegt werden, damit die Redundanz vermieden wird? Ist diese Zerlegung abhängigkeiterhaltend?

- 1 Wiederholung Normalisierung
- 2 Hausaufgabe 1: Finden funktionaler Abhängigkeiten
- 3 Hausaufgabe 2: Beurteilung funktionaler Abhängigkeiten
- 4 Hausaufgabe 3: Funktionale Abhängigkeiten
- 5 Hausaufgabe 4: Bewertung der Normalform
- 6 Hausaufgabe 5: Mehr zu Normalformen
- 7 Hausaufgabe 6
- 8 **Hausaufgabe 7**

# Hausaufgabe 7 I

Für die nächsten Übungen brauchen wir die MySQL Workbench.  
Anleitung zur Einrichtung gibt's auf dem Übungsblatt und auf StudOn.

Download: <https://dev.mysql.com/downloads/mysql/>