# Abstaktes R

Gegeben sei das Relationenschema $R(A, B, C, D, E, G)$ mit
F = {
$\{E\} \rightarrow \{D\}$,
$\{C\} \rightarrow \{B\}$,
$\{C, E\} \rightarrow \{G\}$,
$\{B\} \rightarrow \{A\}$,
}

(a) Zeigen Sie: $C, E$ ist der einzige Schlüsselkandidat von $R$.

$C$ und $E$ kommen auf keiner rechten Seite der Funktionalen Abhängigkeiten aus $F$ vor, d. h. $C$ und $E$ müssen Teil jedes Schlüsselkandidaten sein.

Außerdem gilt: $\text{AttrHülle}(F, \{C, E\}) = \{A, B, C, D, E, G\} = R$

$\{C, E\}$ ist somit Superschlüssel von $R$. Zudem ist $\{C, E\}$ minimal, da beide Attribute Teil jedes Schlüsselkandidaten sein müssen.

$\Rightarrow \{C, E\}$ ist damit der einzige Schlüsselkandidat von $R$ (da kein Schlüssel ohne $C$ und $E$ möglich ist).

**Anmerkung:**

- Man könnte hier auch einen Algorithmus zur Bestimmung der Schlüsselkandidaten verwenden, dessen einziges Ergebnis wäre dann $\{C, E\}$. In diesem Fall lässt sich die Schlüsselkandidateneigenschaft jedoch einfacher zeigen, sodass man den Algorithmus und somit Zeit sparen kann.
- Achtung! $\{C, E\}$ ist zwar der einzige Schlüsselkandidat, aber nicht der einzige Superschlüssel, auch $\{A, B, C, D, E, G\}$ wäre ein Superschlüssel!

(b) Ist $R$ in 2NF?

$R$ ist nicht in 2NF, denn:

Betrachte $\{E\} \rightarrow \{D\}$: $D$ ist ein Nicht-Schlüsselattribut und $E$ ist echt Teilmenge des Schlüsselkandidaten $\{C, E\}$. Ebenso ist $B$ nicht voll funktional abhängig vom Schlüsselkandidaten, sondern nur von einer echten Teilmenge des Schlüsselkandidaten, nämlich $C$.

**Anmerkung:**

- Ob alle Attributwerte atomar sind, können wir in einem abstrakten Schema wie diesem nicht wirklich sagen, daher kann dies Annahme in der Regel nicht getroffen werden.
- Dass $A$ von $B$ abhängig ist, spielt bei der Entscheidung über die 2. NF keine Rolle, da $B$ selbst (genauso wie $A$) ein Nicht-

Schlüsselattribut ist. Wichtig ist nur, ob es Abhängigkeiten zwischen einem Teil der Schlüsselkandidaten (also einem Schlüsselattribut) und einem Nicht-Schlüsselattribut gibt.

- Um der 2NF zu genügen, müsste in folgenden Relationen aufgeteilt werden:

$\mathrm{R}_1(C, E, G)R_2(C, B, A)R_2(E, D)$

(c) Ist $F$ minimal?

FA = {

$\{ E \} \rightarrow \{ D \}$,

$\{ C \} \rightarrow \{ B \}$,

$\{ CE \} \rightarrow \{ G \}$,

$\{ B \} \rightarrow \{ A \}$,

}

Kanonische Überdeckung

(i) Linksreduktion

$AttrHul\{F, \{ C \}\} = \{C, B\} \rightarrow G$ nicht enthalten

$AttrHul\{F, \{ E \}\} = \{E, D\} \rightarrow G$ nicht enthalten

(ii) Rechtsreduktion

Kein Attribut auf einer rechten Seite ist redundant: Da das einzelne Attribut, das die rechte Seite einer FD aus F bildet, bei keiner anderen FD auf der rechten Seite auftritt, kann die rechte Seite einer FD nicht unter ausschließlicher Verwendung der restlichen FD aus der entsprechenden linken Seite abgeleitet werden.

Vorgehen: Entsprechen die hier abgebildeten Funktionalen Abhängigkeiten bereits einer kanonischen Überdeckung von F oder nicht?

- Eliminierung redundanter Attribute auf der linken Seite: Die Attributmenge auf den linken Seiten der FDs sind bereits bis auf $\{ C, E \} \rightarrow \{ G \}$ einelementig. Bei $\{ C, E \} \rightarrow \{ G \}$ ist $\{ CE \}$ der Schlüsselkandidat, also kann kein redundantes Attribut vorliegen.
- Eliminierung redundanter Attribute auf der rechten Seite (hier müssen auch alle einelementigen FA's betrachtet werden)
  - $\{ E \} \rightarrow \{ D \}$: AttrHülle$(F - \{E \rightarrow D\}, \{E\}) = \{E\}$, d. h. $D \notin$ AttrHülle$(F - \{E \rightarrow D\}, \{E\})$
  - $\{ C \} \rightarrow \{ B \}$: AttrHülle$(F - \{C \rightarrow B\}, \{C\}) = \{C\}$, d. h. $B \notin$ AttrHülle$(F - \{C \rightarrow B\}, \{E\})$
  - $\{ CE \} \rightarrow \{ G \}$: AttrHülle$(F - \{CE \rightarrow G\}, \{C, E\}) = \{A, B, C, D, E\}$, d. h. $G \notin$ AttrHülle$(F - \{CE \rightarrow G\}, \{E\}) \Rightarrow CE \rightarrow G$ ist nicht redundant

- $\{ B \} \rightarrow \{ A \}$: AttrHülle$(F - \{B\}\rightarrow\{A\}, \{B\}) = \{B\}$, d. h. $A \notin$ AttrHülle$(F - \{B \rightarrow A\}, \{E\}) \Rightarrow B \rightarrow A$ ist nicht redundant

F ist bereits minimal.