Aufgabe 4

Gegeben ist das folgende Relationenschema in erster Normalform, bestehend aus zwei Relationen:

```
Relation1(A, B, C, D, E)
Relation2(F, G, H, A, E)
```

In diesem Schema gelten die folgenden funktionalen Abhängigkeiten:

$$
\begin{aligned}
FA = \{ \\
&\{\ A, B\ \} \rightarrow \{\ C\ \}, \\
&\{\ A, B, C\ \} \rightarrow \{\ E\ \}, \\
&\{\ A\ \} \rightarrow \{\ D\ \}, \\
&\{\ F, G\ \} \rightarrow \{\ H, A\ \}, \\
&\{\ G, H\ \} \rightarrow \{\ E\ \}, \\
\}
\end{aligned}
$$

(a) Nennen Sie die Bedingungen, damit ein Schema in erster Normalform ist.

> Ein Schema ist in erster Normalform, wenn es ausschließlich atomare Attributwerte aufweist.

(b) Überprüfen Sie, ob das Schema in zweiter Normalform ist.

> Eine Relation ist in 2NF, wenn sie in 1NF ist und jedes Nichtschlüsselattribut von jedem Schlüsselkandidaten voll funktional abhängig ist. Der Schlüsselkandidat ist (A, B) in Relation 1 sowie (F, G) in Relation 2.
>
> Das Nichtschlüsselartribut D in Relation 1 ist nicht voll funktional abhängig von (A, B), sondern nur von A. Somit ist das Schema nicht in 2NF. Alle anderen Nichtschlüsselattribute sind voll funktional abhängig.

(c) Wenden Sie den Synthesealgorithmus an, um das Schema in ein Schema in dritter Normalform zu überführen.

> (i) **Kanonische Überdeckung**
>
> — *Die kanonische Überdeckung - also die kleinst mögliche noch äquivalente Menge von funktionalen Abhängigkeiten kann in vier Schritten erreicht werden.* —
>
> i. **Linksreduktion**
>
> — *Führe für jede funktionale Anhängigkeit $\alpha \rightarrow \beta \in F$ die Linksreduktion durch, überprüfe also für alle $A \in \alpha$, ob A überflüssig ist, d. h. ob $\beta \subseteq AttrHülle(F, \alpha - A)$.* —
>
> $$
> \begin{aligned}
> FA = \{ \\
> &\{\ A, B\ \} \rightarrow \{\ C\ \}, \\
> &\{\ A, B\ \} \rightarrow \{\ E\ \}, \\
> &\{\ A\ \} \rightarrow \{\ D\ \}, \\
> &\{\ F, G\ \} \rightarrow \{\ H, A\ \}, \\
> &\{\ G, H\ \} \rightarrow \{\ E\ \},
> \end{aligned}
> $$

}

ii. **Rechtsreduktion**

— *Führe für jede (verbliebene) funktionale Abhängigkeit $\alpha \to \beta$ die Rechtsreduktion durch, überprüfe also für alle $B \in \beta$, ob $B \in AttrHülle(F - (\alpha \to \beta) \cup (\alpha \to (\beta - B)), \alpha)$ gilt. In diesem Fall ist B auf der rechten Seite überflüssig und kann eleminiert werden, d. h. $\alpha \to \beta$ wird durch $\alpha \to (\beta - B)$ ersetzt.* —

nichts zu tun

iii. **Löschen leerer Klauseln**

— *Entferne die funktionalen Abhängigkeiten der Form $\alpha \to \emptyset$, die im 2. Schritt möglicherweise entstanden sind.* —

nichts zu tun

iv. **Vereinigung**

— *Fasse mittels der Vereinigungsregel funktionale Abhängigkeiten der Form $\alpha \to \beta_1, \ldots, \alpha \to \beta_n$, so dass $\alpha \to \beta_1 \cup \cdots \cup \beta_n$ verbleibt.* —

FA = {
$\{ A, B \} \to \{ C, E \}$,
$\{ A \} \to \{ D \}$,
$\{ F, G \} \to \{ H, A \}$,
$\{ G, H \} \to \{ E \}$,
}

(ii) **Relationsschemata formen**

— *Erzeuge für jede funktionale Abhängigkeit $\alpha \to \beta \in F_c$ ein Relationenschema $\mathcal{R}_\alpha := \alpha \cup \beta$.* —

R1 (A, B, C, E) R2 (A, D) R3 (F, G, H, A) R4 (G, H, E)

(iii) **Schlüssel hinzufügen**

— *Falls eines der in Schritt 2. erzeugten Schemata R_α einen Schlüsselkandidaten von $\mathcal{R}$ bezüglich F_c enthält, sind wir fertig, sonst wähle einen Schlüsselkandidaten $\mathcal{K} \subseteq \mathcal{R}$ aus und definiere folgendes zusätzliche Schema: $\mathcal{R}_\mathcal{K} := \mathcal{K}$ und $\mathcal{F}_\mathcal{K} := \emptyset$* —

R1 (A, B, C, E) R2 (A, D) R3 (F, G, H, A) R4 (G, H, E) R5 (B, F, G)

als Verbindung von R1 bis R4 (Attributhülle erhält alle Attribute, ist daher Schlüsselkandidat)

(iv) **Entfernung überflüssiger Teilschemata**

— *Eliminiere diejenigen Schemata R_α, die in einem anderen Relationenschema $R_{\alpha'}$ enthalten sind, d. h. $R_\alpha \subseteq R_{\alpha'}$.* —

nichts zu tun

(d) Sei nun das Relationenschema R(A,B,C,D) in erster Normalform gegeben. In R gelten die folgenden funktionalen Abhängigkeiten:

FA = {
$\{ A, B \} \to \{ D \}$,
$\{ B \} \to \{ C \}$,
$\{ C \} \to \{ B \}$,
}

Welches ist die höchste Normalform, in der sich das Schema R befindet? Begründen Sie Ihre Entscheidung.