Aufgabe 3

Gegeben sei folgendes relationales Schema R in erster Normalform:

R:[A,B,C,D,E,F]

Für R gelte folgende Menge FD funktionaler Abhängigkeiten:

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

(a) Bestimmen Sie alle Kandidatenschlüssel/Schlüsselkandidaten von R mit FD. Begründen Sie Ihre Antwort. Begründen Sie zudem, warum es keine weiteren Kandidatenschlüssel/Schlüsselkandidaten gibt.

Hinweis: Die Angabe von Attributmengen, die keine Kandidatenschlüssel sind, führt zu Abzügen.

> E muss in allen Superschlüsseln enthalten sein, denn es steht nicht auf der rechten Seite von FD (*).
>
> D kann in keinem Schlüsselkandidaten vorkommen, denn es steht nur auf der rechten Seite von FD (**).
>
> E allein ist kein Schlüsselkandidat (***).
>
> AE führt über FD zu B, A zu F, AF zu C und BC zu D, also ist AE ein Superschlüssel und damit wegen (*) und (***) ein Schlüsselkandidat. Wegen (*) enthält jeder Superschlüssel, der A enthält, AE. Also ist kein weiterer Superschlüssel, der A enthält, ein Schlüsselkandidat (****).
>
> BE, CE und EF sind keine Superschlüssel, also auch keine Schlüsselkandidaten.
>
> BCE ist kein Superschlüssel, da A und F nicht erreicht werden können.
>
> BEF ist kein Superschlüssel, da A, D und F nicht erreicht werden können.
>
> CEF führt über FD zu AB, BC führt dann zu D, also ist CEF ein Superschlüssel. Wegen (*), (**) und weil CE und EF keine Superschlüssel sind, ist CEF ein Schlüsselkandidat.
>
> Das waren alle dreielementigen Buchstabenkombinationen, die (*), (**) und (****) genügen. Vierelementig ist nur BCEF und das enthält CEF, ist also kein Schlüsselkandidat.
>
> Die einzigen Schlüsselkandidaten sind folglich AE und CEF.

(b) Prüfen Sie, ob R mit FD in 2NF bzw. 3NF ist.

R mit FD ist nicht in 2NF, denn bei Wahl des Schlüsselkandidaten AE hängt F von A, also nur einem Teil des Schlüssels, ab. Also ist AE → F nicht voll funktional. Damit ist R mit FD auch nicht in 3NF, denn 3NF ⊆ 2NF.

(c) Bestimmen Sie mit folgenden Schritten eine kanonische Überdeckung FDc von FD. Begründen Sie jede Ihrer Entscheidungen:

(i) Führen Sie eine Linksreduktion von FD durch. Geben Sie die Menge funktionaler Abhängigkeiten nach der Linksreduktion an (FD;).

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

(ii) Führen Sie eine Rechtsreduktion des Ergebnisses der Linksreduktion (FD;) durch. Geben Sie die Menge funktionaler Abhängigkeiten nach der Rechtsreduktion an (FD).

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

(iii) Bestimmen Sie eine kanonische Überdeckung FD. von FD auf Basis des Ergebnisses der Rechtsreduktion (FD).

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

(d) Zerlegen Sie R mit FDc mithilfe des Synthesealgorithmus in 3NF. Geben Sie zudem alle funktionalen Abhängigkeiten der erzeugten Relationenschemata an.

(e) Prüfen Sie für alle Relationen der Zerlegung aus 4., ob sie jeweils in BCNF sind.