

Relationales Modell

Nachfolgend ein paar Bemerkungen zur notationellen Konvention in den Übungsaufgaben.

- Wir werden *Relationenschemata* immer mit serifenlosen Großbuchstaben wie R, S, T oder mit Wörtern zusammengesetzt aus Großbuchstaben wie BUCH notieren.
- Attributnamen werden ebenfalls mit serifenlosen Großbuchstaben benannt, allerdings generisch mit Buchstaben vom Anfang des Alphabets, also A, B, C oder auch indiziert, also A_1, A_2 , usw. Alternativ verwenden wir auch hier reale Attributnamen wie Titel oder ISBN.
- Eine Relation R , die dem Schema $R(A_1, A_2, \dots, A_m)$ genügt, wird durch $R(R)$ notiert. Ist aus dem Kontext klar, welchem Schema eine Relation folgt, so kann auch nur der Relationsbezeichner verwendet werden.
- Die Tupel einer Relation $R(R)$ werden durch t, t_1, t_2 , usw. identifiziert. Natürlich folgen die Tupel dem Typ von R , der durch das Schema R definiert ist.
- Solange nicht explizit vorgeschrieben, verfolgen wir in Vorlesung und Übung die *benannte Perspektive* des relationalen Modells. Dies bedeutet zunächst, dass wir Relationenschemata mit benannten Attributen wie A oder A_1 notieren. Außerdem können wir in dieser Notation Tupel $t \in R(R)$ als Funktionen $t : \{A_1, A_2, \dots, A_m\} \rightarrow \{NULL\} \cup \bigcup_{0 < i \leq m} dom(A_i)$ auffassen.
- Gemäß der Funktionsdarstellung von Tupeln wollen wir auf die einzelnen Elemente eines Tupels $t = (a_1, a_2, \dots, a_m) \in R(R)$ über die Attributnamen zugreifen, also $t[A_1] = a_1, t[A_2] = a_2$, usw.

- Anstelle der üblichen runden Klammern $t(A_1)$ verwenden wir eckige Klammern, da wir auch mehr als ein einzelnes Attribut nennen wollen, also $t[A_1, A_2, A_m] = (a_1, a_2, a_m)$ oder $t[A_{42}, A_m] = (a_{42}, a_m)$.
- Als Kurzschreibweise können wir so auch einzelne Tupel über Teilmengen der Attribute anfragen, also $t[\{A_1\}] = t[A_1]$ oder $t[\{A_m, A_1\}] = t[A_1, A_m]$.

Dass die Tupelelemente nach dem Index des zugehörigen Attributnamens geordnet sind, hat keinerlei Auswirkungen auf die Allgemeinheit. Es sei hier lediglich als Konvention zu verstehen.

Aufgabe 5.1 (3 Punkte): Geben Sie für die folgenden Mengenbeschreibungen Definitionen an. Falls möglich, sollte die Definition extensional formuliert sein. Falls nicht, geben Sie einen Grund an, weswegen nur die Intension erfasst werden kann.

- (a) Die Menge aller positiven ganzen Zahlen.
- (b) Die Menge aller positiven ganzen Zahlen, die kleiner als 5 und durch 3 teilbar sind.
- (c) Die Menge aller Postleitzahlen, die in Deutschland vergeben sind.
- (d) Die Menge aller Primzahlen p , sodass $p + 2$ und $p + 4$ Primzahlen sind.
- (e) Die Menge aller Teilmengen einer gegebenen Menge A .
- (f) Die Menge Ihrer Namen, Matrikel- und Übungsgruppennummer.

Aufgabe 5.2 (1 Punkt): Was ist der Unterschied zwischen einem Relationenschema (engl. relation schema) und einer Relation(-instanz) (engl. relation instance)?

Aufgabe 5.3 (3 Punkte): Sei R ein Relationenschema mit $R(A_1, A_2, A_3)$ und $R_1(R)$, $R_2(R)$ zwei Instanzen. Bewerten Sie die folgenden Aussagen bzgl. ihrer Allgemeingültigkeit.

- (a) $R_1(R) \cup R_2(R)$ ist eine Instanz von R .
- (b) $R_1(R) \cap R_2(R)$ ist eine Instanz von R .
- (c) $R_1(R) \setminus R_2(R)$ ist eine Instanz von R .

- (d) $R_1(\mathbf{R}) \times R_2(\mathbf{R})$ ist eine Instanz von \mathbf{R} .
- (e) $R_1(\mathbf{R}) \cup \{()\}$ ist eine Instanz von \mathbf{R} . *Beachten Sie:* $()$ ist das leere Tupel. Mit den Mitteln des relationalen Modells, die wir in der Vorlesung und hier kennengelernt haben: Wie kann das leere Tupel definiert werden?

Für die nachfolgenden Aufgaben beschäftigen wir uns näher mit dem Konzept des Schlüssels. In der Vorlesung haben wir bereits zwei Arten von Schlüsseln kennengelernt, die Primär- und die Fremdschlüssel (primary keys, foreign keys). Der Begriff des Schlüssels, ohne weitere Qualifikation, ist einer der grundlegendsten Begriffe der relationalen Datenbanken. Er basiert auf den so genannten *Superschlüsseln*, welche wir nachfolgend definieren.

Definition 1 Seien $R(A_1, A_2, \dots, A_m)$ ein Relationenschema und $R(\mathbf{R})$ eine Relation (oder Relationsinstanz). Eine nicht leere Teilmenge der Attribute von \mathbf{R} , $SK \subseteq \{A_1, A_2, \dots, A_m\}$, heißt *Superschlüssel von R* (oder *super key*), falls für alle Tupel $t_1, t_2 \in R$ gilt, dass $t_1[SK] = t_2[SK]$ genau dann gilt, wenn $t_1 = t_2$.

Ein Superschlüssel SK von R heißt *Schlüssel von R* , falls SK minimal ist, d. h. es gibt keine echte Teilmenge von SK , die auch Superschlüssel ist. \square

Beachten Sie, dass sowohl Superschlüssel als auch Schlüssel selbst nur indirekt über Relationenschemata definiert sind. Teilmengen der Attributmenge eines Relationenschemas können für eine konkrete Instanz Schlüssel sein, für eine andere nicht.

Aufgabe 5.4 (7 Punkte): Sei $R(A_1, \dots, A_m)$ ein Relationenschema mit Instanz $R(\mathbf{R})$.

- (a) Wieviele Superschlüssel kann R höchstens haben?
- (b) Wieviele Schlüssel kann R höchstens haben?
- (c) Muss es immer einen Schlüssel für R geben? Begründen Sie Ihre Aussage.
- (d) Aus welchem Grund sollte ein Primärschlüssel immer aus der Menge der Schlüssel gewählt werden, nicht aber aus der Menge aller Superschlüssel?
- (e) Geben Sie ein Relationenschema und eine Relation an, die mindestens zwei verschiedene Schlüssel verschiedener Kardinalitäten besitzt.

Aufgabe 5.5 (4 Punkte): Sei $\mathfrak{R} = \{R, S\}$ ein relationales Schema mit $R(\underline{A}, \underline{B} \rightarrow S)$ und $S(\underline{C}, D)$. Wir betrachten die relationale Datenbank $D = \{R(R), Z(S)\}$ mit der folgenden tabellarischen Darstellung:

(a) Relation $R(R)$

<u>A</u>	<u>B</u>
1	3
2	3
2	6
3	9
4	12

(b) Relation $Z(S)$

<u>C</u>	<u>D</u>
2	4
3	6
6	12
9	18
12	24

- (a) Geben Sie die in den Tabellen dargestellten Relationen in Relationschreibweise an.
- (b) Darf in den Relationen $R(R)$ und $Z(S)$ beliebig hinzugefügt, gelöscht und geändert werden?
- (c) Nehmen wir an, dass auch D ein Fremdschlüssel zu R darstellt, also S definiert ist als $S(\underline{C}, D \rightarrow R)$. Welche Probleme bezüglich des Hinzufügens oder Löschens können in einer beliebigen Datenbankinstanz D auftreten? Sollten Sie bereits bei (b) Probleme diskutiert haben, klären Sie darüber hinausgehende Probleme. *Denken Sie daran, dass Sie eventuell zwei oder mehr Einträge hintereinander hinzufügen oder entfernen wollen.*

Aufgabe 5.6 (7 Punkte): Konvertieren Sie das folgende EER-Diagramm in ein relationales Schema. Beachten Sie Schlüssel und Fremdschlüssel.

