



(Bisherige) Gliederung der Vorlesung

- 0. Vorbemerkungen**
- 1. Einführung in Datenbanken**
- 2. Datenbankmodelle für den Entwurf**
- 3. Datenbankmodelle für die Realisierung**



Kapitelübersicht

▣ **Relationenmodell**

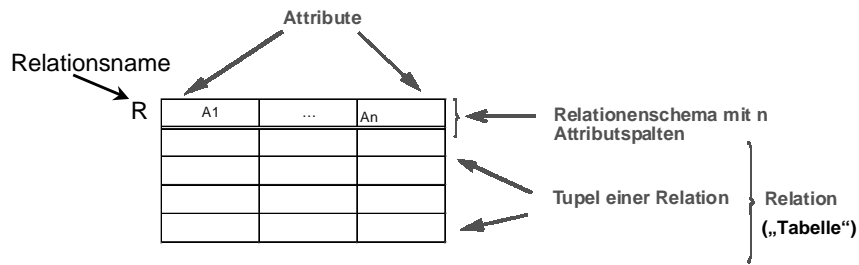
Im Buch werden weitere Modelle vorgestellt:

- ▣ Netzwerkmodell und hierarchisches Modell
- ▣ Objektorientierte Modelle
- ▣ Weitere Datenbankmodelle



Relationenmodell

- ☐ Von Codd im Jahre 1970 eingeführt:
- ☐ Veranschaulichung eines Relationenschemas und einer Relation



- ☐ Zelle = Komponente = Attribut eines Tupels enthält im Standardrelationenmodell nur einfache Datenwerte (Integer, String, Datum, ...) = **erste Normalform**
- ☐ im „Non-First Normal Form“-Modell = NF² - Modell kann eine Komponente wieder eine Tabelle sein



Zwei Relationen zur Darstellung von Personen

Personen

PANr	Vorname	Nachname	PLZ	Ort	Straße	HNr	Geb.datum
4711	Andreas	Heuer	18209	DBR	BHS	15	31.10.1958
5588	Gunter	Saake	39106	MD	STS	55	05.10.1960
6834	Michael	Korn	39104	MD	BS	41	24.09.1974
7754	Andreas	Möller	18209	DBR	RS	31	25.02.1976
8832	Tamara	Jagellovsk	38106	BS	GS	12	11.11.1973
9912	Antje	Hellhof	18059	HRO	AES	21	04.04.1970
9999	Christa	Loeser	69121	HD	TS	38	10.05.1969

Pers_Telefon

PANr	Telefon
4711	038203-12230
4711	0381-498-3401
4711	0381-498-3427
5588	0391-345677
5588	0391-5592-3800
9999	06221-400177

**Begriffe des Relationenmodells**

Begriff	Informale Bedeutung
Attribut	Spalte einer Tabelle
Wertebereich	Mögliche Werte eines Attributs (auch Domäne)
Attributwert	Element eines Wertebereichs
Relationenschema	Menge von Attributen
Relation	Menge von Zeilen einer Tabelle
Tupel	Zeile einer Tabelle
Datenbankschema	Menge von Relationenschemata
Datenbank	Menge von Relationen (Basisrelationen)

**Begriffe des Relationenmodells II**

Begriff	Informale Bedeutung
Schlüssel	minimale Menge von Attributen, deren Werte ein Tupel einer Tabelle eindeutig identifizieren
Primärschlüssel	ein beim Datenbankentwurf ausgezeichneter Schlüssel
Fremdschlüssel	Attributmenge, die in einer anderen Relation Schlüssel ist
Fremdschlüsselbedingung	alle Attributwerte des Fremdschlüssels tauchen in der anderen Relation als Werte des Schlüssels auf

**Formalisierung Relationenmodell I****Attribute und Domänen**

- U nichtleere, endliche Menge: *Universum*
- $A \in U$: *Attribut*
- $D = \{D_1, \dots, D_m\}$ Menge endlicher, nichtleerer Mengen
- jedes D_i : *Wertebereich* oder *Domäne*
- total definierte Funktion $\text{dom}: U \rightarrow D$
- $\text{dom}(A)$: Domäne von A
- $\omega \in \text{dom}(A)$: Attributwert für A

**Erläuterung an konkreten Beispielen (1): Attribute und Domänen****Attribute und Domänen**

- $U \supseteq \{ \text{PANr}, \text{Vorname}, \text{Nachname}, \dots \}$
- $D_1 = \text{string}, D_2 = \text{integer}$
- $\text{dom}(\text{PANr}) := \text{string}$
- $\text{dom}(\text{Vorname}) := \text{string}$
- $\text{dom}(\text{Hnr}) := \text{integer}$
- $\text{Gunter} \in \text{dom}(\text{Vorname})$

**Formalisierung Relationenmodell II****Relationenschemata und Relationen**

- $R \subseteq U$ ist ein *Relationenschema*
- Relation r über $R = \{A_1, \dots, A_n\}$ (kurz: $r(R)$) ist endliche Menge von Abbildungen $t : R \rightarrow \bigcup_{i=1}^n D_i$, Tupel genannt
- Es gilt $t(A) \in \text{dom}(A)$ ($t(A)$ bezeichnet die Restriktion von t auf $A \in R$)
- für $X \subseteq R$ bezeichnet $t(X)$ analog X -Werte von t
- Menge aller möglichen Relationen über Relationenschema R :
 $\text{REL}(R) := \{r \mid r(R)\}$

**Erläuterung an konkreten Beispielen (2): Schemata und Relationen****Relationenschemata und Relationen**

- $\text{Pers_Telefon} \subseteq U$
- $\text{Pers_Telefon} = \{\text{PANr}, \text{Telefon}\}$
- $r(\text{Pers_Telefon})$
- $t_1 : \{\text{PANr}, \text{Telefon}\} \rightarrow \{\text{string}\}$
- $t_1(\text{PANr}) = 4711 \in \text{dom}(\text{PANr})$
- $t_1(\text{Telefon}) = 038203-12230$
- $t_2(\text{PANr}) = 4711, t_2(\text{Telefon}) = 0381-498-3401$

**Formalisierung Relationenmodell III****Datenbankschema und Datenbank**

- Menge von Relationenschemata $S := \{R_1, \dots, R_p\}$ ist **Datenbankschema**
- Datenbank** über S : Menge von Relationen $d := \{r_1, \dots, r_p\}$, wobei $r_i(R_i)$
- Datenbank d über S wird notiert als $d(S)$
- Relation $r \in d$ wird **Basisrelation** genannt

**Erläuterung an konkreten Beispielen (3): Datenbankschema und Datenbank****Datenbankschema und Datenbank**

- $S = \{\text{Personen}, \text{Pers_Telefon}\}$
- $d(S) = \{r(\text{Personen}), r(\text{Pers_Telefon})\}$

**Klassische Definition der Semantik einer Relation****Unterschied zu der klassischen Definition der Semantik einer Relation als Teilmenge des kartesischen Produktes**

$$r_1 \subseteq \text{dom(PANr)} \times \text{dom(Vorname)} \times \text{dom(Nachname)}$$

und

$$r_2 \subseteq \text{dom(PANr)} \times \text{dom(Nachname)} \times \text{dom(Vorname)}$$

sind ungleich bei Definition mittels kartesischem Produkt,
aber gleich bei der Definition als Menge von Abbildungen!

**Klassische Definition der Semantik einer Relation**

$$\square r_1 \subseteq \text{dom(PANr)} \times \text{dom(Vorname)} \times \text{dom(Nachname)}$$

$$r_1$$

PANr	Vorname	Nachname
4711	Andreas	Heuer
5588	Gunter	Saake
0007	Andy	Schürr

$$\square r_2 \subseteq \text{dom(PANr)} \times \text{dom(Nachname)} \times \text{dom(Vorname)}$$

$$r_2$$

PANr	Nachname	Vorname
4711	Heuer	Andreas
5588	Saake	Gunter
0007	Schürr	Andy

⇒ als kartesisches Produkt definierte Relationen r_1 und r_2 sind nicht gleich, als Menge von Abbildungen $\{t_1: \text{PANr} \rightarrow \text{Nat}, \dots\}$ definiert sind sie gleich



Klassische Definition der Semantik einer Relation

Unterschied zu der klassischen Definition einer Relation als Teilmenge des kartesischen Produktes: Beispiel

r_1	PANr	Vorname	Nachname	r_2	PANr	Nachname	Vorname
	4711	Andreas	Heuer		4711	Heuer	Andreas
	5588	Gunter	Saake		5588	Saake	Gunter
	6834	Michael	Korn		6834	Korn	Michael

Relationen r_1 und r_2 bestehen aus Tupeln t_1, t_2, t_3 mit

$t_1(\text{PANr})=4711$, $t_1(\text{Vorname})='Andreas'$, $t_1(\text{Nachname})='Heuer'$
 $t_2(\text{PANr})=5588$, $t_2(\text{Vorname})='Gunter'$, $t_2(\text{Nachname})='Saake'$
 $t_3(\text{PANr})=6834$, $t_3(\text{Vorname})='Michael'$, $t_3(\text{Nachname})='Korn'$



Lokale Integritätsbedingungen

- Attributmenge $K := \{B_1, \dots, B_k\} \subseteq R$ (Relationenschema) heißt **identifizierende Attributmenge** für $r(R)$, falls:

$$\forall t_1, t_2 \in r : t_1 \neq t_2 \Rightarrow \exists B \in K : t_1(B) \neq t_2(B)$$
 - ein **Schlüssel** ist eine minimale identifizierende Attributmenge
 - ein **Primattribut** ist ein Element eines Schlüssels
 - ein **Primärschlüssel** ist ein ausgezeichneteter Schlüssel
 - eine **lokale Integritätsbedingung** zu einem Relationenschema R ist eine Abbildung $b : \{r \mid r(R)\} \rightarrow \{\text{true}, \text{false}\}$ von der Menge aller Relationen über R auf die Wahrheitswerte.
- Beispiel für Schlüssel:**
- $\{\text{Vorname}, \text{Nachname}\}$ und $\{\text{PANr}\}$ sind u.a. Schlüssel für Personen -Relation
 - nur $\{\text{PANr}, \text{Telefon}\}$ ist Schlüssel für Pers_Telefon

**Fremdschlüsselbedingung**

- ❑ eine **Fremdschlüsselbedingung** für eine Relation $r_1(R_1)$ ist ein Ausdruck $X(R_1) \rightarrow Y(R_2)$ mit $X \subseteq R_1, Y \subseteq R_2$. X nennt man dann **Fremdschlüssel** für R_1 bezüglich Y in R_2 .
- ❑ Datenbank d genügt der **Fremdschlüsselbedingung** $X(R_1) \rightarrow Y(R_2)$ genau dann, wenn eine Relation $r_2(R_2)$ mit Y Primärschlüssel für r_2 in der Datenbank existiert und
$$\{ t(X) \mid t \in r_1 \} \subseteq \{ t(Y) \mid t \in r_2 \}$$
erfüllt ist.

**Fremdschlüsselbedingung: Beispiele****Beispiele:**

- ❑ PANr von Pers_Telefon ist ein Fremdschlüssel bzgl. PANr von Personen
- ❑ Fremdschlüsselbedingung $PANr(Pers_Telefon) \rightarrow PANr(Personen)$
- ❑ $\{ t(PANr) \mid t \in r(Pers_Telefon) \} \subseteq \{ t(PANr) \mid t \in r(Personen) \}$
- ❑ $\{ 4711, 5588, 9999 \} \subseteq \{ 4711, 5588, 6834, 7754, \dots \}$

- ❑ PANr von Personen ist kein Fremdschlüssel bzgl. PANr von Pers_Telefon



Zusammenfassung der Eigenschaften des Relationenmodells

- ① zwei Tupel einer Relation sind niemals gleich
- ② zwei Tupel besitzen immer unterschiedliche Schlüssel
- ③ Reihenfolge der Tupel einer Relation ist bedeutungslos
- ④ Reihenfolge der Attribute ist bedeutungslos
- ⑤ Attribute haben atomare Werte