

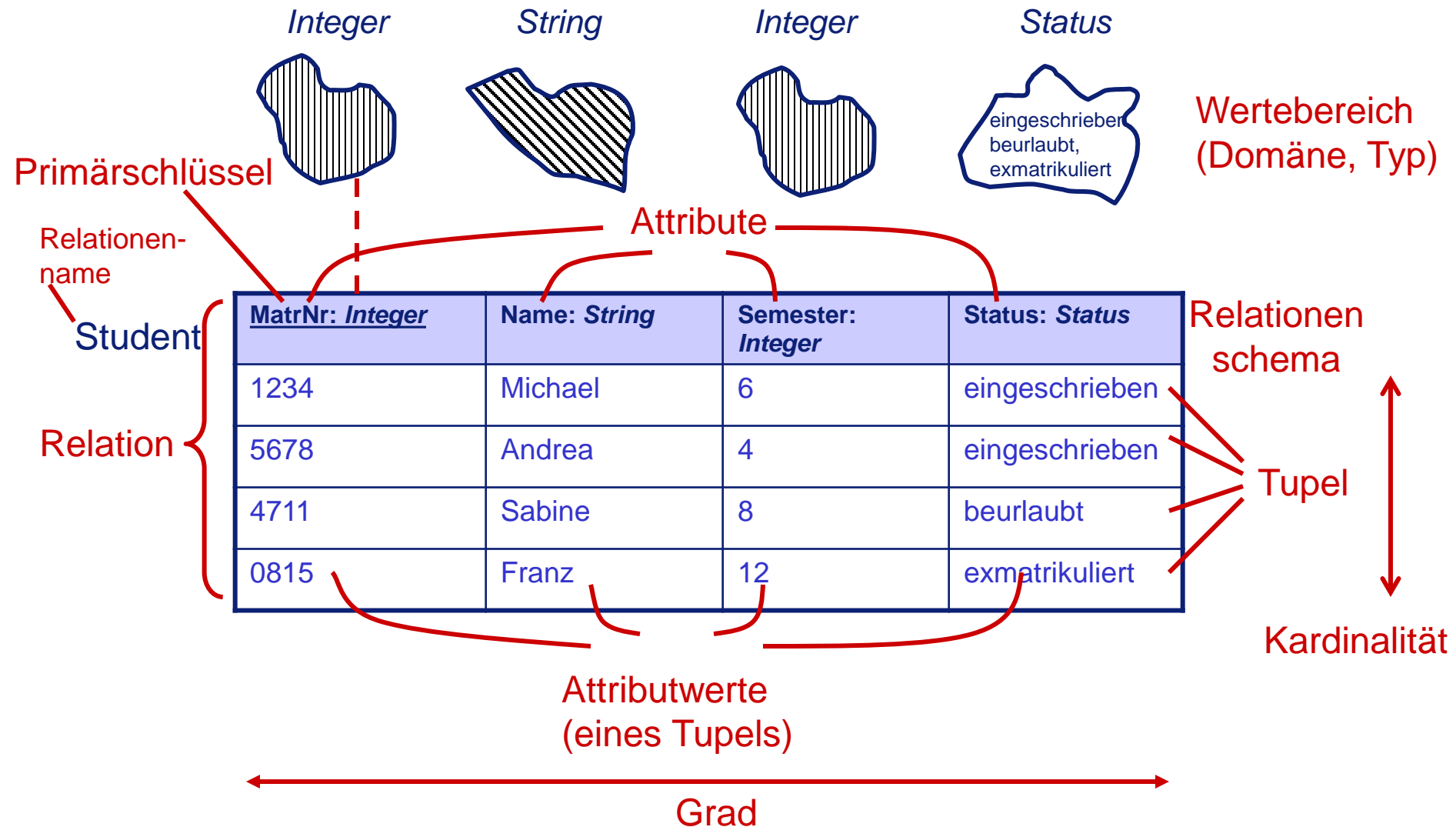
# Datenbanksysteme

## Kap 2: Das Relationale Datenmodell

# Elemente des relationalen Datenmodells

- **Strukturen**
  - Anwender sieht Daten als Tabellen
  - Kompletter Informationsgehalt dargestellt in einer Form: als Feldwerte in Tabellenzeilen
- **Operationen**
  - INSERT, UPDATE, DELETE
  - SELECT
- **Constraints**
  - Integritätsbedingungen, die unzulässige Tabelleninhalte verhindern

# Terminologie des RDM



# Terminologie (2)

| <i><b>Formal</b></i> | <i><b>Umgangssprachlich</b></i> |
|----------------------|---------------------------------|
| Relation             | Tabelle                         |
| Relationenschema     | Tabellenkopf                    |
| Tupel                | Record, Zeile                   |
| Kardinalität         | Zeilenanzahl                    |
| Attribut             | Attribut, Feld, Spalte          |
| Grad                 | Spaltenzahl                     |
| Primärschlüssel      | Eindeutiger Bezeichner, ID      |
| Wertebereich, Domäne | Grundmenge (legale Werte), Typ  |
| Datenbankschema      | Menge von Tabellenköpfen        |
| Datenbank            | Menge von Tabellen              |

# Wertebereiche

- Ein Wertebereich **D** ist eine endliche, nichtleere Menge von **skalaren** Werten (z.B. Namen, Telefonnummern, Status)
  - Keine strukturierten, mengen- oder listenwertige Wertebereiche
- Werte können verschiedene **Formate** bzw. physische **Darstellungen** haben
  - Telefonnummer als String der Form: (ddd)dddd-dddddd
  - Alter als
    - Integer zwischen 16 und 65 (bei Angestellten)
    - Zeichenkette der Form dd
- Wertebereiche haben häufig eingebaute **Operatoren**
  - +, -, \*, / : Integer
  - + : Konkatenation bei Strings
- Wertbereich wird definiert durch
  - Name, Wertemenge und Format

# Relationenschema

- Relationenschema
  - Relationenname und Attributliste mit Wertebereichsangabe
  - $R(A_1:D_1, A_2:D_2, \dots, A_n:D_n)$
- Funktion **dom**
  - ordnet Attribut  $A_i$  einen Wertebereich  $D_i$  zu:  $D_i = \text{dom}(A_i)$
- **Grad**: Anzahl **n** der Attribute
- Relationenschema beschreibt Struktur einer Relation:
  - Student( MatrNr:Integer, Name: String, Status: Status )
  - Oder einfacher (ohne Wertebereiche):  
Student( MatrNr, Name, Status )

# Relation, Tupel

- Relation **r(R)** eines Relationenschemas  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ 
  - Menge von n-Tupeln  $r = \{t_1, \dots, t_m\}$
  - $r(R) \subseteq \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$
- n-Tupel
  - $t = (v_1, \dots, v_n)$ : geordnete Liste von Werten
- Forderung
  - $v_i \in D_i = \text{dom}(A_i)$  oder spezieller **Null**-Wert
- Schreibweisen
  - $t[A_i]$  oder  $t.A_i$ : i-ter Wert im Tupel t
  - $t[X]$ : Wertekombination bzgl. Attributmenge X im Tupel t
- Kardinalität
  - Anzahl **m** der Tupel

# Beispiele

- Relationenschema

- Student( MatrNr:Integer, Name: String, Status: Status )
- $A_1 = \text{MatrNr}$      $D_1 = \text{dom}(A_1) = \text{Integer} = \{1,2,3, \dots\}$
- $A_2 = \text{Name}$      $D_2 = \text{dom}(A_2) = \text{String}$
- $A_3 = \text{Status}$      $D_3 = \text{dom}(A_3) = \text{Status} = \{\text{eingeschrieben, exmatr, beurlaubt}\}$
- $\text{Grad}(\text{Student}) = 3$

- Relation

- $r(\text{Student}) = \{t_1, t_2, t_3, t_4\}$
- $t_i \in \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \text{dom}(A_3) = \text{Integer} \times \text{String} \times \text{Status}$
- $t_1 = (1234, \text{'Michael'}, \text{eingeschrieben})$
- $v_1 \in \text{Integer}, v_2 \in \text{String}, v_3 \in \text{Status}$
- $t_4 = (0815, \text{'Franz'}, \text{exmatrikuliert})$
- $t_4[\text{MatrNr}] = 0815$
- $t_4.\text{Name} = \text{'Franz'}$



# Schlüsseleinschränkung

- Relation  $r(R) = r(A_1, \dots, A_n)$  sei gegeben
- Superschlüssel  $S \subseteq \{A_1, \dots, A_n\}$ 
  - Superschlüssel ist eine Teilmenge S von Attributen, die ein Tupel eindeutig identifizieren
  - Keine zwei Tupel haben die gleichen Werte in den S-Attributen
  - $\forall t_1, t_2 \in r: t_1 \neq t_2 \Rightarrow t_1[S] \neq t_2[S]$
- Schlüsselkandidat: minimaler Superschlüssel
  - Kein Attribut kann entfernt werden, ohne Eindeutigkeit zu verletzen
  - Mehrere Schlüsselkandidaten pro Relation möglich
- Primärschlüssel(Schlüssel)
  - Ein vom Schemadesigner ausgewählter Schlüsselkandidat
  - Attributwerte eines Schlüssels müssen **stabil** und **not null** sein
  - Unterstreichen der Schlüsselattribute im Schema
    - Student( MatrNr, Name, Status)

# Beispiel

- Gegebenes Relationenschema
  - Professor( PersNr, Name, Vorname, Fachbereich, Fach )
- Ein Superschlüssel
  - { PersNr, Name, Vorname, Fach }
- Ein Schlüsselkandidat
  - { PersNr } (Annahme: pro Professor nur ein Fach)
- Ein anderer Schlüsselkandidat
  - { Fach } (Annahme: pro Fach nur ein Professor)
- Gewählter Primärschlüssel
  - { PersNr } Warum nicht { Fach }?
- Relationenschema:
  - Professor( PersNr, Name, Vorname, Fachbereich, Fach )

# Beispiel

| Professor |      |         |             |      |
|-----------|------|---------|-------------|------|
| PersNr    | Name | Vorname | Fachbereich | Fach |
|           |      |         |             |      |
|           |      |         |             |      |
|           |      |         |             |      |
|           |      |         |             |      |
|           |      |         |             |      |
|           |      |         |             |      |

# Relationale DB-Schema vs. Datenbank

- **Relationales Datenbankschema S** ist Menge von Relationenschemata und Integritätsbedingungen
  - $S = ( \{R_1, \dots, R_n\}, IB )$
  - (Integritätsbedingungen später)
- **Relationale Datenbank (Zustand) DB** von S ist eine Menge von Relationen  $DB = \{r_1, r_2, \dots, r_m\}$  wobei  
  
 $r_i(R_i)$  und alle Integritätsbedingungen aus IB erfüllt sind
- Schema ist gewöhnlich fest und Datenbank zeitlich variabel

# Beispiel für ein Datenbankschema

- Student( MatrNr, Name, Semester )
- Professor( PersNr, Name, Rang, Raum)
- Vorlesung( VorlNr, Titel, SWS, gelesenVon )
- Assistent(PersNr, Name, Fachgebiet, Boss)
- Voraussetzen( Vorgänger, Nachfolger)
- Hören( MatrNr, VorlNr, Uhrzeit )
- Prüfen( MatrNr, VorlNr, PersNr, Note)

# Beispiel für eine Datenbank

| Professoren   |            |      |      |
|---------------|------------|------|------|
| <u>PersNr</u> | Name       | Rang | Raum |
| 2125          | Sokrates   | C4   | 226  |
| 2126          | Russel     | C4   | 232  |
| 2127          | Kopernikus | C3   | 310  |
| 2133          | Popper     | C3   | 52   |
| 2134          | Augustinus | C3   | 309  |
| 2136          | Curie      | C4   | 36   |
| 2137          | Kant       | C4   | 7    |

| Studenten     |              |          |
|---------------|--------------|----------|
| <u>MatrNr</u> | Name         | Semester |
| 24002         | Xenokrates   | 18       |
| 25403         | Jonas        | 12       |
| 26120         | Fichte       | 10       |
| 26830         | Aristoxenos  | 8        |
| 27550         | Schopenhauer | 6        |
| 28106         | Carnap       | 3        |
| 29120         | Theophrastos | 2        |
| 29555         | Feuerbach    | 2        |

| Vorlesungen   |                      |     |            |
|---------------|----------------------|-----|------------|
| <u>VorlNr</u> | Titel                | SWS | gelesenVon |
| 5001          | Grundzüge            | 4   | 2137       |
| 5041          | Ethik                | 4   | 2125       |
| 5043          | Erkenntnistheorie    | 3   | 2126       |
| 5049          | Mäeutik              | 2   | 2125       |
| 4052          | Logik                | 4   | 2125       |
| 5052          | Wissenschaftstheorie | 3   | 2126       |
| 5216          | Bioethik             | 2   | 2126       |
| 5259          | Der Wiener Kreis     | 2   | 2133       |
| 5022          | Glaube und Wissen    | 2   | 2134       |
| 4630          | Die 3 Kritiken       | 4   | 2137       |

| Assistenten    |              |                    |      |
|----------------|--------------|--------------------|------|
| <u>PerslNr</u> | Name         | Fachgebiet         | Boss |
| 3002           | Platon       | Ideenlehre         | 2125 |
| 3003           | Aristoteles  | Syllogistik        | 2125 |
| 3004           | Wittgenstein | Sprachtheorie      | 2126 |
| 3005           | Rhetikus     | Planetenbewegung   | 2127 |
| 3006           | Newton       | Keplersche Gesetze | 2127 |
| 3007           | Spinoza      | Gott und Natur     | 2126 |

| Voraussetzen     |                   |
|------------------|-------------------|
| <u>Vorgänger</u> | <u>Nachfolger</u> |
| 5001             | 5041              |
| 5001             | 5043              |
| 5001             | 5049              |
| 5041             | 5216              |
| 5043             | 5052              |
| 5041             | 5052              |
| 5052             | 5259              |

| Hören         |               |
|---------------|---------------|
| <u>MatrNr</u> | <u>VorlNr</u> |
| 26120         | 5001          |
| 27550         | 5001          |
| 27550         | 4052          |
| 28106         | 5041          |
| 28106         | 5052          |
| 28106         | 5216          |
| 28106         | 5259          |
| 29120         | 5001          |
| 29120         | 5041          |
| 29120         | 5049          |
| 29555         | 5022          |
| 25403         | 5022          |

| Prüfen        |               |               |      |
|---------------|---------------|---------------|------|
| <u>MatrNr</u> | <u>VorlNr</u> | <u>PersNr</u> | Note |
| 28106         | 5001          | 2126          | 1    |
| 25403         | 5041          | 2125          | 2    |
| 27550         | 4630          | 2137          | 2    |

# Fremdschlüssel und referentielle Integrität

- Fremdschlüssel (FK)
  - Attributmenge aus Relationenschema R1, die sich auf Attributmenge aus Relationenschema R2 bezieht
  - FK-Attribute haben den gleichen Wertebereich wie die Primärschlüsselattribute PK von R2
  - Referentielle Integrität:
    - Jedes Tupel verweist in den Fremdschlüssel-Attributen auf ein existierendes Tupel der referenzierten Relation oder die Fremdschlüsselattribute sind auf Null gesetzt
    - $\forall t_1 \in r_1(R_1): t_1[\text{FK}] = \text{Null} \vee \exists t_2 \in r_2(R_2): t_1[\text{FK}] = t_2[\text{PK}]$
- Beispiel
  - **Vorlesung.gelesenVon** ist FK auf **Professor.PersNr**

Vorlesung(VorlNr, Titel, SWS, gelesenVon)

Professor(PersNr, Name, Rang, Raum)



# Referentielle Integrität

| Vorlesungen   |                      |     |            |
|---------------|----------------------|-----|------------|
| <u>VorlNr</u> | Titel                | SWS | gelesenVon |
| 5001          | Grundzüge            | 4   | 2137       |
| 5041          | Ethik                | 4   | 2125       |
| 5043          | Erkenntnistheorie    | 3   | 2126       |
| 5049          | Mäeutik              | 2   | 2125       |
| 4052          | Logik                | 4   | 2125       |
| 5052          | Wissenschaftstheorie | 3   | 2126       |
| 5216          | Bioethik             | 2   | 2126       |
| 5259          | Der Wiener Kreis     | 2   | 2133       |
| 5022          | Glaube und Wissen    | 2   | 2134       |
| 4630          | Die 3 Kritiken       | 4   | 2137       |
|               |                      |     |            |
|               |                      |     |            |

| Professoren   |            |      |      |
|---------------|------------|------|------|
| <u>PersNr</u> | Name       | Rang | Raum |
| 2125          | Sokrates   | C4   | 226  |
| 2126          | Russel     | C4   | 232  |
| 2127          | Kopernikus | C3   | 310  |
| 2133          | Popper     | C3   | 52   |
| 2134          | Augustinus | C3   | 309  |
| 2136          | Curie      | C4   | 36   |
| 2137          | Kant       | C4   | 7    |
|               |            |      |      |

- FK: Vorlesungen.gelesenVon → Professoren.PersNr
  - Vorlesungen ist *Referenztablelle*, Professoren ist *Mastertabelle*
  - Jede Vorlesung muss auf ein Professoren-Tupel verweisen
  - Verweise sind wertbasiert (nicht Pointer wie in Programmiersprachen)
  - NULL-Wert in Vorlesung.gelesenVon ist ok
  - Verweis auf nicht existierendes Professoren-Tupel nicht erlaubt