

# Introduction to Data and Knowledge Engineering

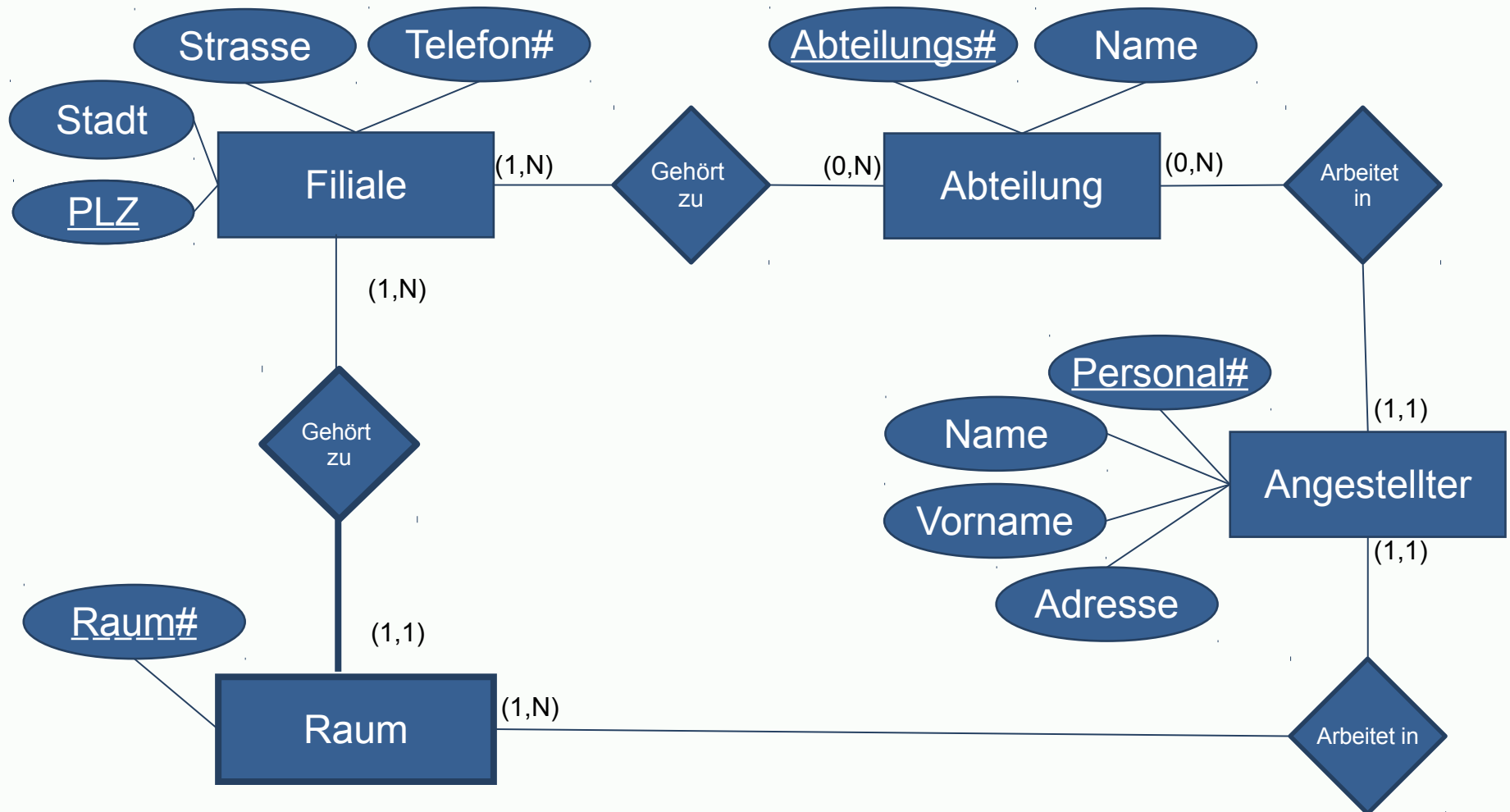


TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

## 2. Übung zur Vorlesung:

### Relationales Model und Funktionale Abhängigkeiten

# Aufgabe 2.1: ER-Diagramm Unternehmen



# Aufgabe 2.1:

## Datenbank-Schema Unternehmen Teil 1

### Filiale

|    | Stadt | PLZ | Strasse | Telefon# |
|----|-------|-----|---------|----------|
| PK |       | x   |         |          |
| FK |       |     |         |          |

### Raum

|    | Raum# | Filiale     |
|----|-------|-------------|
| PK | x     | x           |
| FK |       | Filiale.PLZ |

### Abteilung

|    | Abteilungs# | Name |
|----|-------------|------|
| PK | x           |      |
| FK |             |      |

# Aufgabe 2.1:

## Datenbank-Schema Unternehmen Teil 2

### Angestellter

|    | Personal# | Name | Vorname | Adresse | Raum#      | Abteilung             |
|----|-----------|------|---------|---------|------------|-----------------------|
| PK | x         |      |         |         |            |                       |
| FK |           |      |         |         | Raum.Raum# | Abteilung.Abteilungs# |

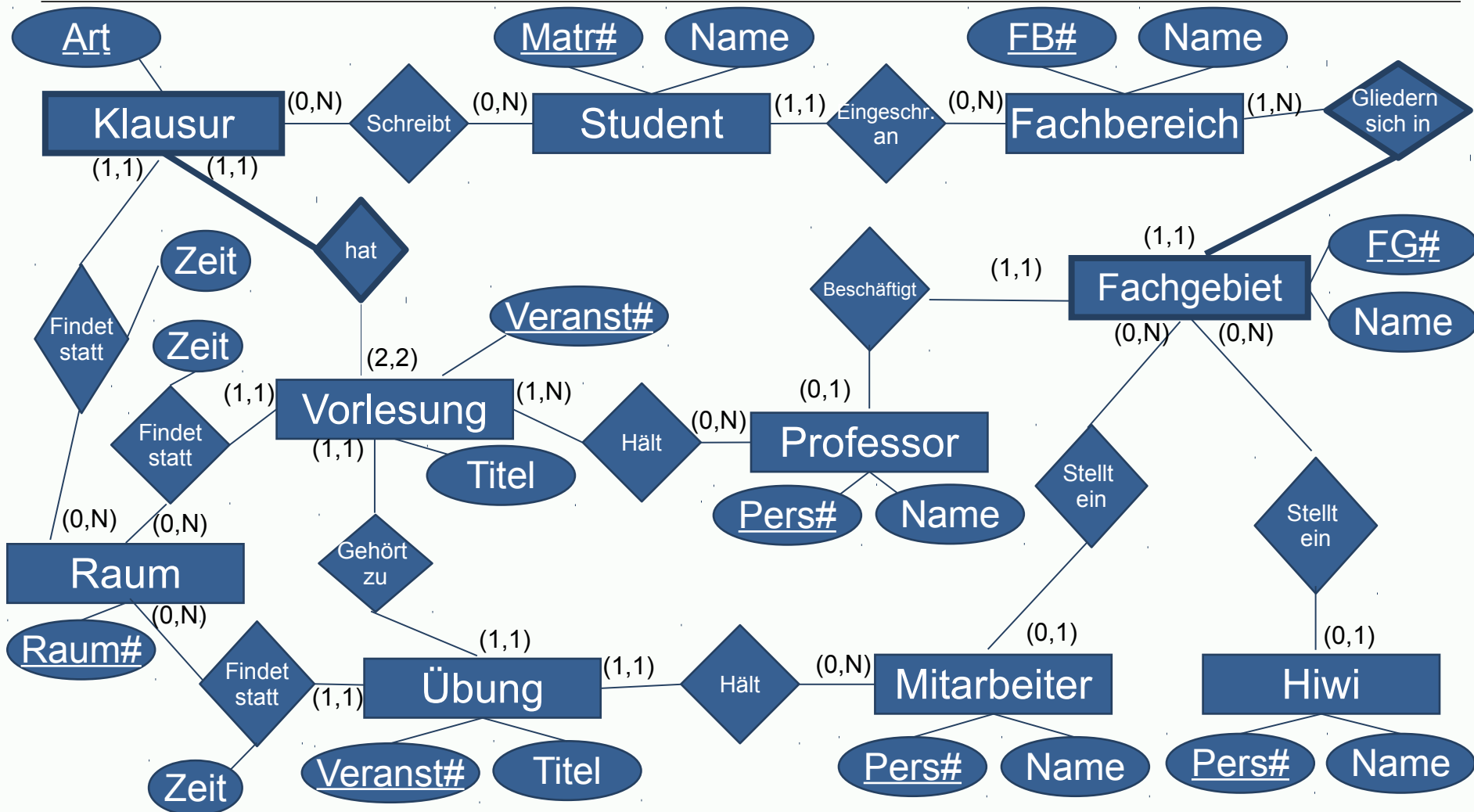
### Abteilung-Filiale

|    | Abteilung             | Filiale     |
|----|-----------------------|-------------|
| PK | x                     | x           |
| FK | Abteilung.Abteilungs# | Filiale.PLZ |

### Bemerkungen:

- Raum enthält das Attribut Filiale.PLZ in seinem Primärschlüssel, da es zur eindeutigen Identifizierung notwendig ist. Daher muss auch die Relation Angestellter dieses Attribut enthalten, um eine Beziehung zu Raum herstellen zu können.
- Die Beziehung zwischen Abteilung und Filiale muss als eigene Relation dargestellt werden, da es sich um eine M:N Beziehung handelt. Alle anderen Beziehungen können an bereits vorhandene Relationen "angehängt" werden.

# Aufgabe 1.2: ER-Diagramm Universität



# Aufgabe 2.1:

## Datenbank-Schema Universität Teil 1

### Fachbereich

|    | FB# | Name |
|----|-----|------|
| PK | x   |      |
| FK |     |      |

### Fachgebiet

|    | FG# | Name | FB              |
|----|-----|------|-----------------|
| PK | x   |      | x               |
| FK |     |      | Fachbereich.FB# |

### Professor

|    | Pers# | Name | FG             | FB              |
|----|-------|------|----------------|-----------------|
| PK | x     |      |                |                 |
| FK |       |      | Fachgebiet.FG# | Fachbereich.FB# |

# Aufgabe 2.1:

## Datenbank-Schema Universität Teil 2

### Mitarbeiter

|    | Pers# | Name | FG             | FB              |
|----|-------|------|----------------|-----------------|
| PK | x     |      |                |                 |
| FK |       |      | Fachgebiet.FG# | Fachbereich.FB# |

### Hiwi

|    | Pers# | Name | FG             | FB              |
|----|-------|------|----------------|-----------------|
| PK | x     |      |                |                 |
| FK |       |      | Fachgebiet.FG# | Fachbereich.FB# |

### Student

|    | Matr# | Name | FB              |
|----|-------|------|-----------------|
| PK | x     |      |                 |
| FK |       |      | Fachbereich.FB# |

# Aufgabe 2.1: Datenbank-Schema Universität Teil 3

## Vorlesung

|    | Veranst# | Titel | Raum       | Zeit |
|----|----------|-------|------------|------|
| PK | x        |       |            |      |
| FK |          |       | Raum.Raum# |      |

## Übung

|    | Veranst# | Titel | Raum       | Zeit | Vorlesung          | Mitarbeiter       |
|----|----------|-------|------------|------|--------------------|-------------------|
| PK | x        |       |            |      |                    |                   |
| FK |          |       | Raum.Raum# |      | Vorlesung.Veranst# | Mitarbeiter.Pers# |

## Vorlesung-Professor

|    | Vorlesung          | Professor       |
|----|--------------------|-----------------|
| PK | x                  | x               |
| FK | Vorlesung.Veranst# | Professor.Pers# |



# Aufgabe 2.1:

## Datenbank-Schema Universität Teil 4

### Raum

|    | Raum# |
|----|-------|
| PK | x     |
| FK |       |

### Klausur

|    | Art | Vorlesung          | Raum       | Zeit |
|----|-----|--------------------|------------|------|
| PK | x   | x                  |            |      |
| FK |     | Vorlesung.Veranst# | Raum.Raum# |      |

### Student-Klausur

|    | Student       | Klausurart  | Vorlesung          |
|----|---------------|-------------|--------------------|
| PK | x             | x           | x                  |
| FK | Student.Matr# | Klausur.Art | Vorlesung.Veranst# |

**alle Tupel einer Relation sind verschieden,**  
d.h. keine zwei Tupel dürfen gleiche Werte in allen Attributen haben

üblicherweise **reicht eine Teilmenge der Attributmenge**  
zur eindeutigen Identifizierung aus,

d.h. die anderen (und damit alle) Attribute sind **funktional abhängig** von dieser Teilmenge.

alle **identifizierenden Teilmengen** werden Superschlüssel genannt

es existiert **mindestens ein Superschlüssel:**  
die Menge aller Attribute

# Schlüssel (2)

**ein Schlüsselkandidat ist ein minimaler Superschlüssel,**  
d.h. das Weglassen eines Attributes bedeutet den Verlust der Schlüsseleigenschaft

beim Entwurf wird ein Schlüsselkandidat ausgewählt, der **Primärschlüssel**  
genannt wird

# Schlüssel (3)

Tupel können **Referenzen auf andere Tupel** in der gleichen oder einer anderen Relation enthalten

die Referenz wird als **Fremdschlüssel** bezeichnet

ein Fremdschlüssel muss einem gültigen Primärschlüssel der referenzierten Relation entsprechen oder NULL (in SQL) sein (**Referenzielle Integrität**)

der nicht global eindeutige Schlüssel eines Weak Entities heißt **partieller Schlüssel**

## Aufgabe 2.2

### Schlüsselkandidaten

Um die Schlüsselkandidaten zu finden, muss man alle linken Seiten der FDs betrachten und bestimmen, welche Attribute von ihnen funktional abhängig sind.

$$F = \{ B \rightarrow C, A \rightarrow DE, BC \rightarrow F, F \rightarrow GH, A \rightarrow I, D \rightarrow I \}$$

$$B \rightarrow C, BC \rightarrow F, F \rightarrow GH \rightsquigarrow B \rightarrow BCFGH$$

$$A \rightarrow DE, A \rightarrow I \rightsquigarrow A \rightarrow ADEI$$

$$BC \rightarrow F, F \rightarrow GH \rightsquigarrow BC \rightarrow BCFGH$$

$$F \rightarrow GH \rightsquigarrow F \rightarrow FGH$$

$$D \rightarrow I \rightsquigarrow D \rightarrow DI$$

- keine linke Seite bildet alleine einen Schlüsselkandidaten.
- A und BC bilden zusammen einen Superschlüssel, der aber nicht minimal ist.
- A und B ist minimal und ist der einzige Schlüsselkandidat.

**Definition 1:** Zwei FD-Mengen  $F_1$  und  $F_2$  sind äquivalent ( $F_1 \equiv F_2$ ), g.d.w. Sie die gleiche Hülle besitzen.

**Definition 2:** Sei  $F$  eine Menge von FDs. Eine FD  $f \in F$  ist überflüssig, g.d.w.  $F \equiv F \setminus \{f\}$ .

Anders ausgedrückt: Die Hülle von  $F$  ändert sich durch das Entfernen von  $f$  nicht.

**Definition 3:** Sei  $F$  eine Menge von FDs,  $f \in F$  eine FD und  $A$  ein Attribut, dass in der linken oder rechten Seite von  $f$  vorkommt. Wir bezeichnen mit  $F'$  die Menge, die entsteht, wenn man  $A$  aus  $f$  entfernt.  $A$  ist überflüssig, g.d.w.  $F \equiv F'$ .

Anders ausgedrückt: Die Hülle von  $F$  ändert sich durch das Entfernen von  $A$  aus  $f$  nicht.

## Definition 2

Eine FD ist überflüssig, g.d.w. man sie aus der Menge der FDs entfernen kann und die FD-Menge dabei äquivalent bleibt.

Beispiel:

$$\{ A \rightarrow B, B \rightarrow C, A \rightarrow C \} \equiv \{ A \rightarrow B, B \rightarrow C \}$$

$$A \rightarrow B, B \rightarrow C$$

$$\text{Transitivität: } A \rightarrow C$$

Allgemein, für zwei FD-Mengen  $F$  und  $G$ :

$F \equiv G$  gilt, wenn die Hüllen gleich sind,  $(F)^+ = (G)^+$ . Sie sind gleich, wenn sie sich gegenseitig enthalten:  $(F)^+ \subseteq (G)^+$  und  $(G)^+ \subseteq (F)^+$ . Für eine Seite, etwa  $(F)^+ \subseteq (G)^+$ , reicht es, zu zeigen, dass  $F \subseteq (G)^+$  gilt, denn die FDs, die sich aus  $F$  ableiten lassen, müssen dann auch in  $(G)^+$  sein.

## Definition 3

Ein Attribut ist überflüssig, g.d.w. man es aus der linken (bzw. rechten) Seite einer FD entfernen kann und die FD-Menge dabei äquivalent bleibt

Beispiel:

$$\{ AB \rightarrow C, B \rightarrow A \} \equiv \{ B \rightarrow C, B \rightarrow A \}$$

$AB \rightarrow C, B \rightarrow A$

Reflexivität:  $B \rightarrow AB$

Transitivität:  $B \rightarrow C$

$B \rightarrow C, B \rightarrow A$

Erweiterung:  $AB \rightarrow AC$

Projektivität:  $AB \rightarrow C$



## Definition 4

Die linken Seiten  $X, Y$  zweier FDs  $X \rightarrow W, Y \rightarrow Z$  sind äquivalent, g.d.w.  $X \rightarrow Y$  und  $Y \rightarrow X$  in der Hülle der FD-Menge enthalten sind

Beispiel:

$\{ AB \rightarrow CF, EF \rightarrow AB, AC \rightarrow D, BD \rightarrow E \}$

$AB \rightarrow CF$

$EF \rightarrow AB$

Reflexivität:  $AB \rightarrow ABCF$

Transitivität:  $AB \rightarrow BDF$

Transitivität:  $AB \rightarrow EF$

## Aufgabe 2.3

### Überflüssige FDs und Attribute

Finden und entfernen Sie überflüssige Attribute und FDs

$F = \{ B \rightarrow C, A \rightarrow DE, BC \rightarrow F, F \rightarrow GH, A \rightarrow I, D \rightarrow I \}$

Entferne Attribut C in  $BC \rightarrow F$ , da  $B \rightarrow C$

Entferne FD  $A \rightarrow I$ , da  $A \rightarrow DE, D \rightarrow I$

$F = \{ B \rightarrow C, A \rightarrow DE, B \rightarrow F, F \rightarrow GH, D \rightarrow I \}$

## Aufgabe 2.4

Gegeben ist die FD-Menge  $F = \{A \rightarrow X, AB \rightarrow Y\}$ .

Streicht man  $A$  aus  $AB \rightarrow Y$  heraus, entsteht  $G = \{A \rightarrow X, B \rightarrow Y\}$ .

Die ursprüngliche FD  $AB \rightarrow Y$  lässt sich aber aus der FD  $B \rightarrow Y$  durch Augmentation (Erweiterung) wieder herstellen.

Darf man also  $A$  als überflüssiges Attribut herausstreichen?

Wenn nein, warum nicht?

Wir haben argumentiert, dass  $F$  in  $(G)^+$  und damit,  $(F)^+$  in  $(G)^+$  enthalten ist, d.h. alle FD, die sich aus  $F$  ergeben, ergeben sich auch aus  $G$ . Aber umgekehrt lassen sich nicht alle FD aus  $(G)^+$  (nichtmals alle aus  $G$  selbst) aus  $F$  ableiten: aus  $AB \rightarrow Y$  kann man  $B \rightarrow Y$  nicht ableiten (und  $A \rightarrow X$  hilft dabei auch nichts).