



**Hasso  
Plattner  
Institut**

IT Systems Engineering | Universität Potsdam

Übung Datenbanksysteme I

# Relationaler Datenbank- entwurf

Thorsten Papenbrock



# Willkommen: Vorstellung

2

- Übung:
  - Thorsten Papenbrock
    - Email: [thorsten.papenbrock@hpi.uni-potsdam.de](mailto:thorsten.papenbrock@hpi.uni-potsdam.de)
    - Raum: A-1.8
- Tutoren:
  - Kathrin Mao
  - Julian Risch
  - Jan-Peer Rudolph
- Studenten?

# Willkommen: Ziele DBSI

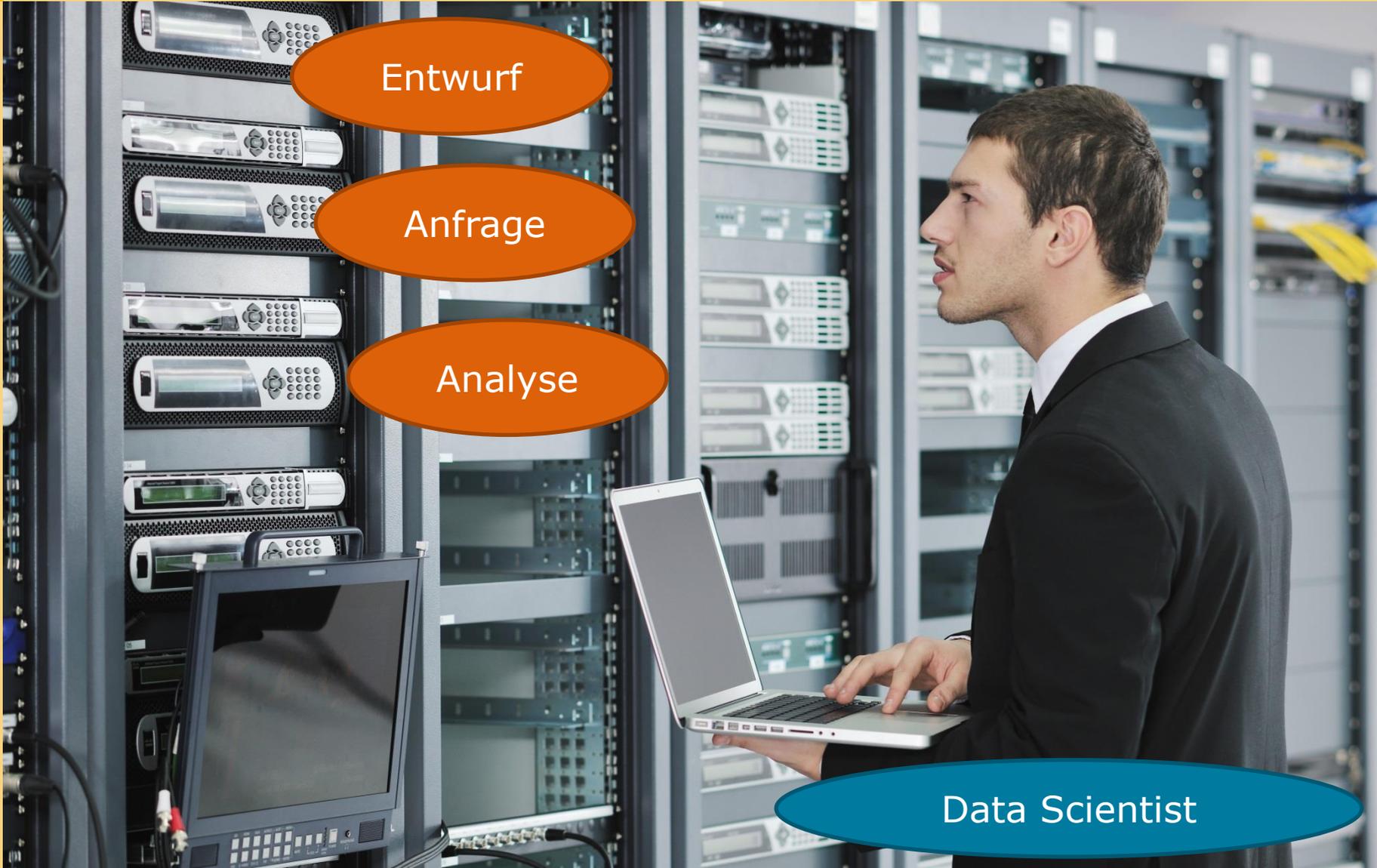
3

Entwurf

Anfrage

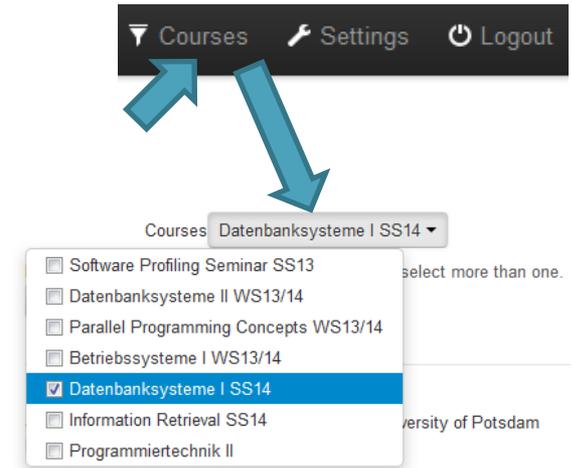
Analyse

Data Scientist



4

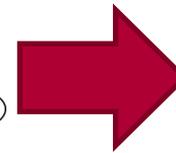
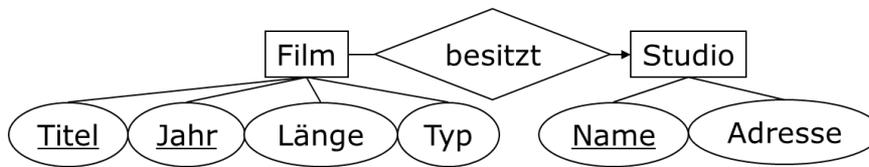
- Übung:
  - Wiederholen von Vorlesungsinhalten
  - Üben wichtigster Techniken
  - Hilfe bei Problemen
- Hausaufgaben:
  - Abgabesystem: <https://www.dcl.hpi.uni-potsdam.de/submit/>
  - Hinweise:
    - ausschließlich pdf-Dateien
    - eine Datei pro Aufgabe namens „Aufgabe-<aufgabeNr>.pdf“
    - jedes Blatt beschriftet mit Namen
    - Abgabetermin ist der angegebene Tag um 23:59 Uhr
    - bei Abgaben immer Partner mit angeben (case-sensitiv!)



# Übersicht: Themen Übung 1

5

## 1. ER-Diagramm → Relationales Schema



Film				besitzt		
Titel	Jahr	Länge	Typ	Titel	Jahr	studioName
Basic Instinct	1992	127	Farbe	Basic Instinct	1992	Fox
Total Recall	1990	113	Farbe	Total Recall	1990	Disney
Dead Man	1995	121	s/w	Dead Man	1995	Paramount

Studio	
Name	Adresse
Basic Instinct	Union-Street 16
Total Recall	Carrowstr. 1
Dead Man	Myway 48

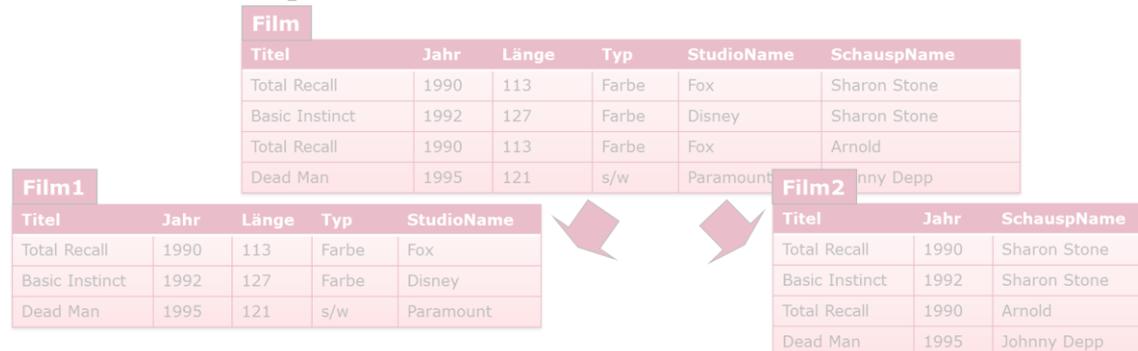
## 2. Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

Film			
Titel	Jahr	Länge	Typ
Basic Instinct	1992	127	Farbe
Total Recall	1990	113	Farbe
Dead Man	1995	121	s/w

Studio	
Name	Adresse
Basic Instinct	Union-Street 16
Total Recall	Carrowstr. 1
Dead Man	Myway 48

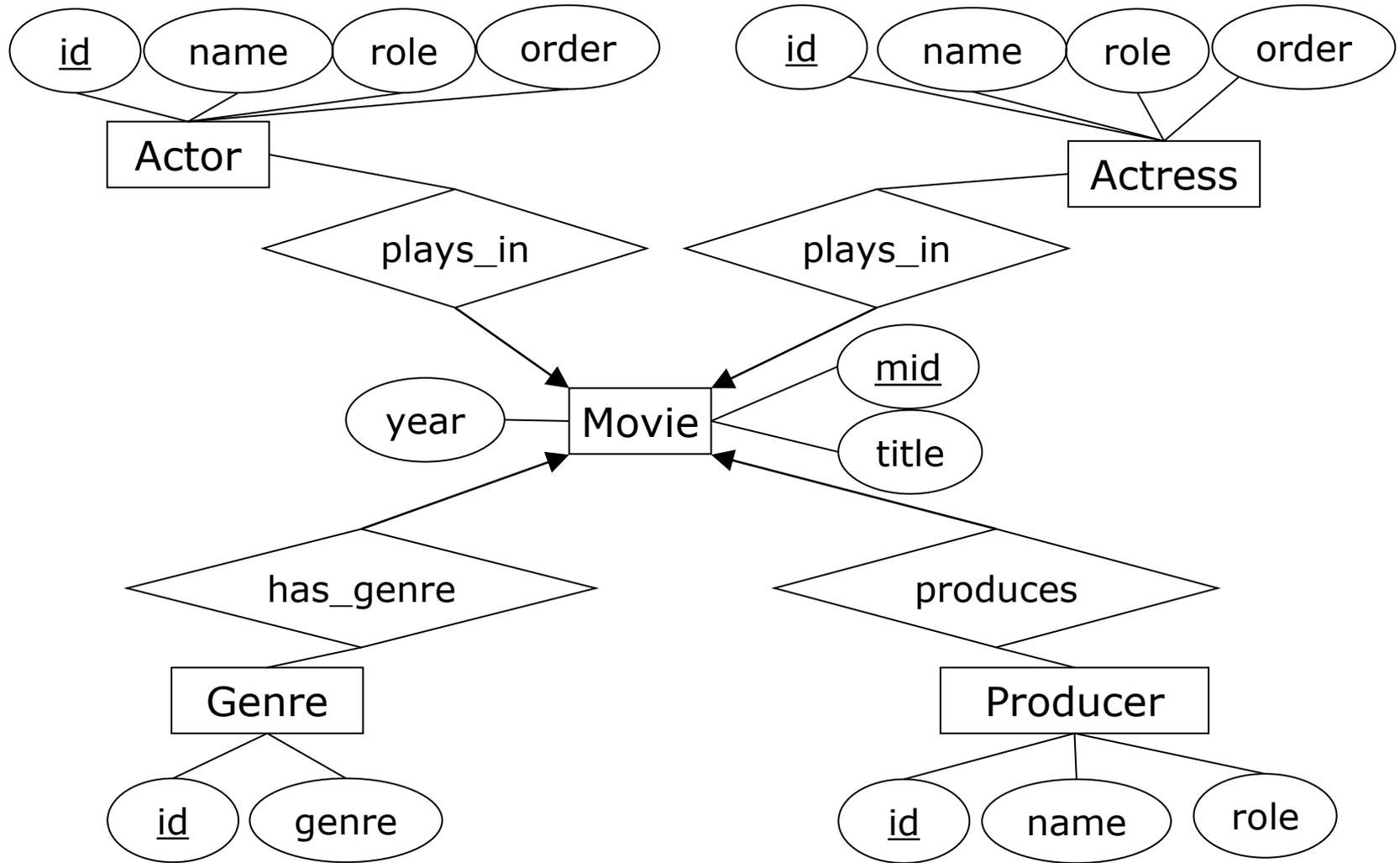
besitzt		
Titel	Jahr	studioName
Basic Instinct	1992	Fox
Total Recall	1990	Disney
Dead Man	1995	Paramount

## 3. BCNF und Dekomposition



# Aufgabe 1: Einfache Ableitung

6



# Lösung 1: Einfache Ableitung

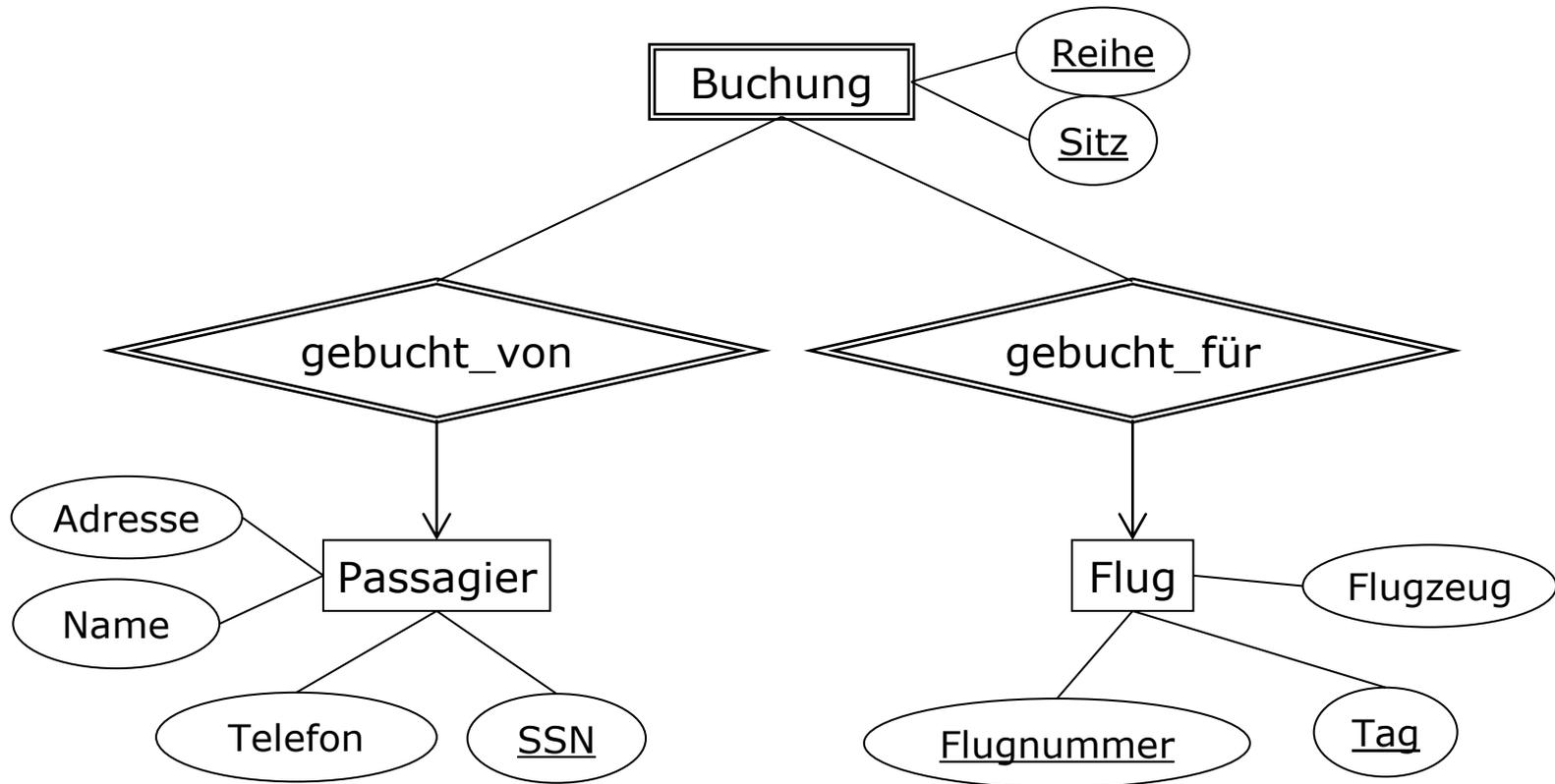
7

- Movie (mid, title, date)
- Actor (id, name, role, order, mid)
- Actress (id, name, role, order, mid)
- Genre (id, genre, mid)
- Producer (id, name, role, mid)

Wegen der n:1 Relationshiptypen können wir die Relationships direkt über die Entities abbilden!

# Aufgabe 2: Schwache Entität

8



# Lösung 2: Schwache Entität

9

- Passagier (SSN, Name, Adresse, Telefon)
- Flug (Flugnummer, Tag, Flugzeug)
- Buchung (Flugnummer, Tag, SSN, Reihe, Sitz)

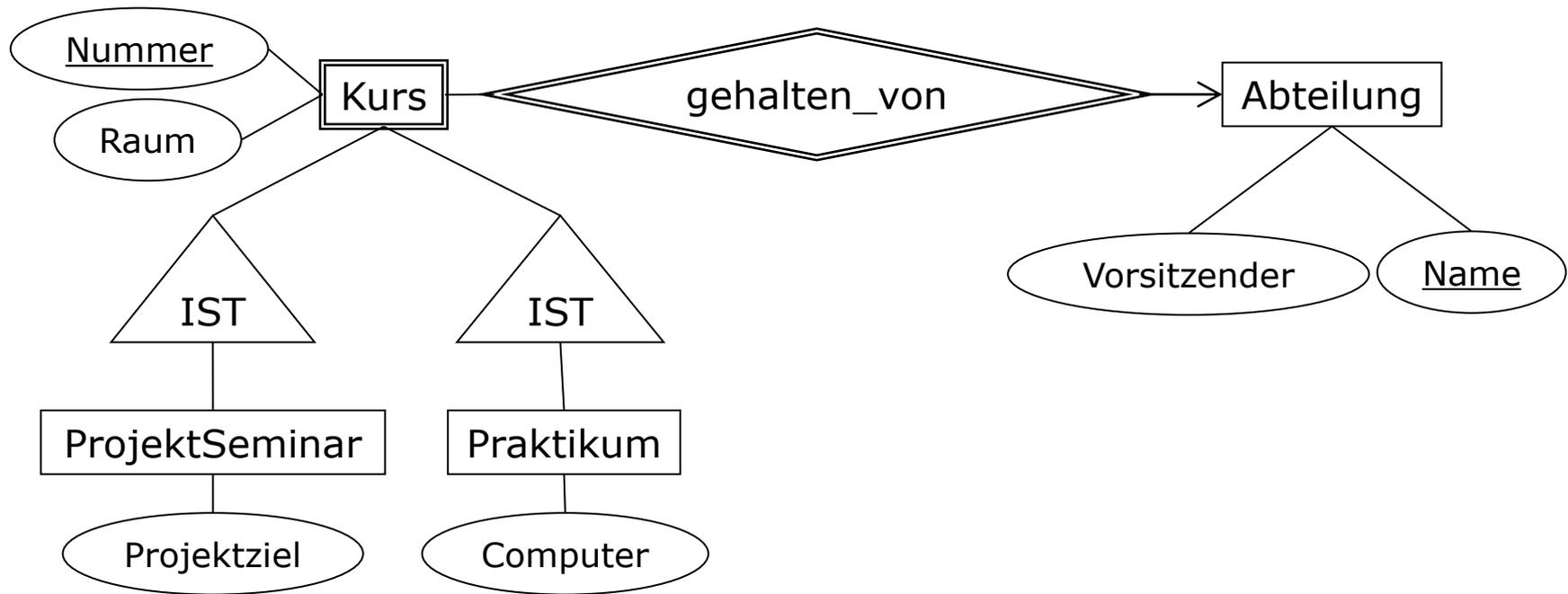
Alle Schlüsselattribute eines Schlüssels müssen zusammen unterstrichen werden:

(A, B) bedeutet, dass {A} und {B} jeweils Schlüssel sind  
(A, B) bedeutet, dass {A, B} ein Schlüssel ist

# ER-Diagramm → Relationales Schema: Aufgabe 3: IST-Relation

10

- Gebe die Lösung in jedem der drei Stile an: ER, OO und Null-Werte



# ER-Diagramm → Relationales Schema: Lösung 3: IST-Relation

11

## ▪ ER-Stil

- Abteilung (Name, Vorsitzender)
- Kurs (Nummer, AbteilungName, Raum)
- Praktikum (Nummer, AbteilungName, Computer)
- ProjektSeminar (Nummer, AbteilungName, Projektziel)

„Eine Relation pro Entitytyp mit allen Schlüssel-Attributen der Wurzel(n)“

## ▪ OO-Stil

- Abteilung (Name, Vorsitzender)
- Kurs (Nummer, AbteilungName, Raum)
- KursPraktikum (Nummer, AbteilungName, Raum, Computer)
- KursProjektSeminar (Nummer, AbteilungName, Raum, Projektziel)
- KursProjektSeminarPraktikum (Nummer, AbteilungName, Raum, Projektziel, Computer)

„Eine Relation für jeden Teilbaum, der auch die Wurzel enthält“

## ▪ Null-Werte

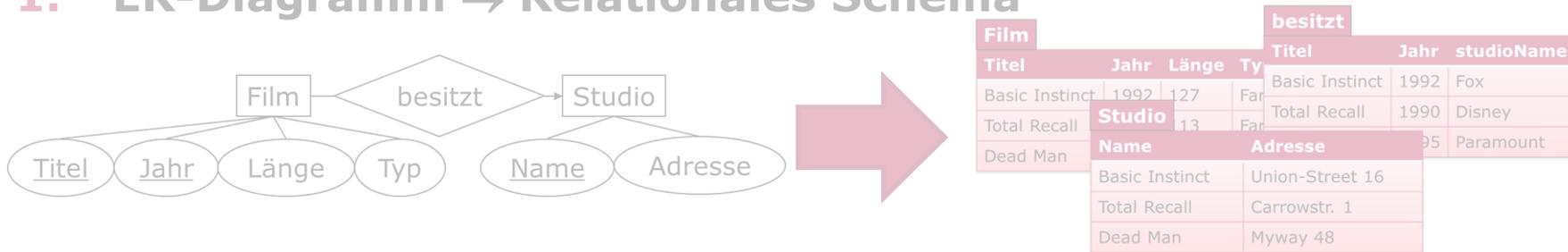
- Abteilung (Name, Vorsitzender)
- Kurs (Nummer, AbteilungName, Raum, Projektziel, Computer)

„Eine Relation für die gesamte IST-Hierarchie“

# Übersicht: Themen Übung 1

12

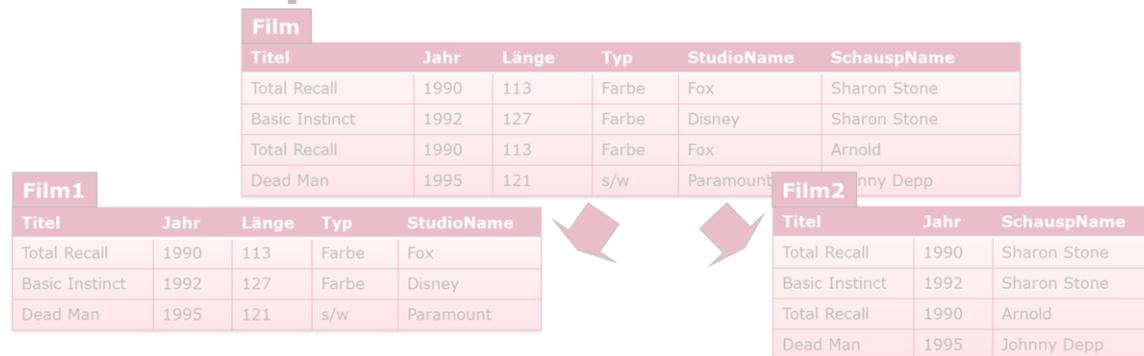
## 1. ER-Diagramm → Relationales Schema



## 2. Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

Film				Studio		besitzt		
Titel	Jahr	Länge	Typ	Name	Adresse	Titel	Jahr	studioName
Basic Instinct	1992	127	Farbe	Basic Instinct	Union-Street 16	Basic Instinct	1992	Fox
Total Recall	1990	113	Farbe	Total Recall	Carrowstr. 1	Total Recall	1990	Disney
Dead Man	1995	121	s/w	Dead Man	Myway 48	Dead Man	1995	Paramount

## 3. BCNF und Dekomposition



# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 1: Beweis

13

- Definition:

„ $X \rightarrow A$ “ ist eine Aussage über eine Relation R:  
Immer wenn zwei Tupel in den Werten der Attributmenge X  
übereinstimmen, stimmen sie auch im Attributwert A überein.

- Beweise: „Funktionale Abhängigkeiten sind nicht symmetrisch“
  - Tipp: Gib zum Beweis eine Instanz der Relation R(A,B) an, die folgende Regel verletzt:

$$A \rightarrow B \Rightarrow B \rightarrow A$$

<b>A</b>	<b>B</b>
0	2
1	2

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 2: Beispiel-Relation

14

Verschiffung (Schiffsname, Schiffstyp, FahrtID, Ladung, Hafen, Ankunftsdatum)

- Welche FAs könnten hier gelten?
  - Schiffsname → Schiffstyp
  - FahrtID → Schiffsname, Ladung
  - Schiffsname, Ankunftsdatum → FahrtID, Hafen
- Was sind mögliche Schlüssel?
  - {Schiffsname, FahrtID}
  - {Schiffsname, Schiffstyp, FahrtID}

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 3: Hüllenbildung

15

Verschiffung (Schiffsname, Schiffstyp, FahrtID, Ladung, Hafen, Ankunftsdatum)

▪ kurz:  $V(N, T, F, L, H, A)$

Funktionale Abhängigkeiten

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

▪ Vorgehen:

▪ Prüfe Schlüsseleigenschaft für alle Teilmengen von Attribute

▪ Trick:

▪ A kommt auf keiner rechten Seite einer FA vor, d.h. A wird von keinem Attribut funktional bestimmt

▪ A muss in jedem Schlüssel sein!

▪ Ist A selbst ein Schlüssel?

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 3: Hüllenbildung

16

- Teste alle **einelementigen** Mengen von Attributen auf Schlüsseleigenschaft
  - $\{A\}^+ = \{A\}$ 
    - kein Schlüssel, da A nicht alle Attribute funktional bestimmt
- Teste alle **zweielementigen** Mengen von Attributen auf Schlüsseleigenschaft
  - Welche Mengen kommen in Frage?
    - $\{A, N\}^+ = \{A, N, F, H, T, L\}$  Schlüssel
    - $\{A, T\}^+ = \{A, T\}$
    - $\{A, F\}^+ = \{A, F, N, L, H, T\}$  Schlüssel
    - $\{A, L\}^+ = \{A, L\}$
    - $\{A, H\}^+ = \{A, H\}$

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 3: Hüllenbildung

17

- Teste alle **dreielementigen** Mengen
  - Nebenbedingungen beachten
    - A muss enthalten sein
    - N oder/und F dürfen nicht enthalten sein (warum?)
  - Welche Mengen kommen dann noch in Frage?
    - $\{A, T, H\}^+ = \{A, T, H\}$
    - $\{A, T, L\}^+ = \{A, T, L\}$
    - $\{A, L, H\}^+ = \{A, L, H\}$
- Teste alle **vierelementigen** Mengen
  - Welche Mengen kommen noch in Frage?
    - $\{A, T, L, H\}^+ = \{A, T, L, H\}$
- Es kann keinen Schlüssel mit **5 bzw. 6** Attributen geben!
  - Begründung? (Tipp: Nebenbedingungen beachten)

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Aufgabe 4: FAs expandieren

18

- Gegeben:  $V (N, T, F, L, H, A)$
- Gesucht: Expandierte FAs
- Vorgehen:
  - *Variante 1*: Immer wieder FAs transitiv erweitern
  - *Variante 2*: Hülle aller Teilmengen von Attributen bilden
    - Kann mit der Schlüsselsuche kombiniert werden!

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Lösung 4: FAs expandieren

19

- Gegeben:  $V(N, T, F, L, H, A)$

- $\{N\}^+ = \{N, T\} \Rightarrow N \rightarrow T$
- $\{T\}^+ = \{T\}$
- $\{F\}^+ = \{F, N, L, T\} \Rightarrow F \rightarrow N, L, T$
- $\{L\}^+ = \{L\}$
- $\{H\}^+ = \{H\}$
- $\{A\}^+ = \{A\}$
- $\{A, N\}^+ = \{A, N, F, H, T, L\} \Rightarrow N, A \rightarrow F, H, T, L$
- $\{A, T\}^+ = \{A, T\}$
- $\{A, F\}^+ = \{A, F, N, L, H, T\} \Rightarrow A, F \rightarrow N, L, H, T$
- $\{A, L\}^+ = \{A, L\}$
- $\{A, H\}^+ = \{A, H\}$
- ...

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

**„Weg durch die Wüste“**  
Testen aller Kombinationen hat exponentielle Komplexität!  
→ Aufwand ist im Dekompositionsalgorithmus geringer, da die Relationen schrittweise kleiner werden

# Übersicht: Themen Übung 1

20

## 1. ER-Diagramm → Relationales Schema



Film				besitzt		
Titel	Jahr	Länge	Typ	Titel	Jahr	studioName
Basic Instinct	1992	127	Farbe	Basic Instinct	1992	Fox
Total Recall	1990	113	Farbe	Total Recall	1990	Disney
Dead Man	1995	121	s/w	Dead Man	1995	Paramount

Studio	
Name	Adresse
Basic Instinct	Union-Street 16
Total Recall	Carrowstr. 1
Dead Man	Myway 48

## 2. Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

Film				Studio		besitzt		
Titel	Jahr	Länge	Typ	Name	Adresse	Titel	Jahr	studioName
Basic Instinct	1992	127	Farbe	Basic Instinct	Union-Street 16	Basic Instinct	1992	Fox
Total Recall	1990	113	Farbe	Total Recall	Carrowstr. 1	Total Recall	1990	Disney
Dead Man	1995	121	s/w	Dead Man	Myway 48	Dead Man	1995	Paramount

## 3. BCNF und Dekomposition

Film					
Titel	Jahr	Länge	Typ	StudioName	SchauspName
Total Recall	1990	113	Farbe	Fox	Sharon Stone
Basic Instinct	1992	127	Farbe	Disney	Sharon Stone
Total Recall	1990	113	Farbe	Fox	Arnold
Dead Man	1995	121	s/w	Paramount	Johnny Depp

Film1				
Titel	Jahr	Länge	Typ	StudioName
Total Recall	1990	113	Farbe	Fox
Basic Instinct	1992	127	Farbe	Disney
Dead Man	1995	121	s/w	Paramount

Film2		
Titel	Jahr	SchauspName
Total Recall	1990	Sharon Stone
Basic Instinct	1992	Sharon Stone
Total Recall	1990	Arnold
Dead Man	1995	Johnny Depp

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 1: BCNF Theorie

21

- Gegeben:  $V(N, T, F, L, H, A)$

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

- Definition:

$R$  ist in BCNF  $\Leftrightarrow$  die linke Seite jeder nicht-trivialen FD ist Schlüssel oder Superschlüssel

- Warum BCNF?

➤ Redundanz und Anfälligkeit für Inkonsistenzen vermindern

- Welche FDs verletzen hier die BCNF?

➤  $N \rightarrow T$  und  $F \rightarrow N, L$

Weder  $\{N\}$  noch  $\{F\}$  sind Schlüssel oder Superschlüssel in der Relation Verschiffung

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Dekomposition zur BCNF

22

- Wiederhole bis BCNF erreicht:

## 1. Schlüssel bestimmen

$$\{A, N\}^+ = \{A, N, F, H, T, L\}$$

$$\{A, F\}^+ = \{A, F, N, L, H, T\}$$

## 2. FAs expandieren (verletzende FA)

$$N \rightarrow T \quad \rightarrow \quad N \rightarrow T$$

$$F \rightarrow N, L \quad \rightarrow \quad F \rightarrow N, L, T$$

$$N, A \rightarrow F, H \quad \rightarrow \quad N, A \rightarrow F, H, L, T$$

$$\quad \rightarrow \quad A, F \rightarrow N, L, H, T$$

## 3. Dekomponieren

- Verletzende FA identifizieren
- Relation an verletzender FA trennen

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L$   
 $N, A \rightarrow F, H$

Einen dieser beiden  
Schlüssel als Primär-  
schlüssel wählen!

Es reicht, nur die  
verletzende FA zu  
expandieren!  
Falls man diese nicht  
sofort findet, müs-  
sen alle FAs so lange  
expandiert und ge-  
prüft werden, bis  
man sicher ist, dass  
keine verletzende FA  
mehr existiert!

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Dekomposition zur BCNF

23

- Dekomponieren:

$V(N, T, F, L, H, A)$

Verletzende FA

Attribute ohne rechten Teil der FA

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L, T$   
 $N, A \rightarrow F, H, L, T$   
 $A, F \rightarrow N, L, H, T$

Alle Attribute der expandierten FA

$V(\underline{N}, A, T, F, L, H)$

$F \rightarrow N, L, T$

Schlüssel = linke Seite der FA

$V_1(\underline{A}, F, H)$

$V_2(\underline{F}, N, L, T)$

Schlüssel = alter Schlüssel, falls noch vollständig erhalten, sonst neu überlegen mit bekannten FAs

$N \rightarrow T$

$V_3(\underline{F}, N, L)$

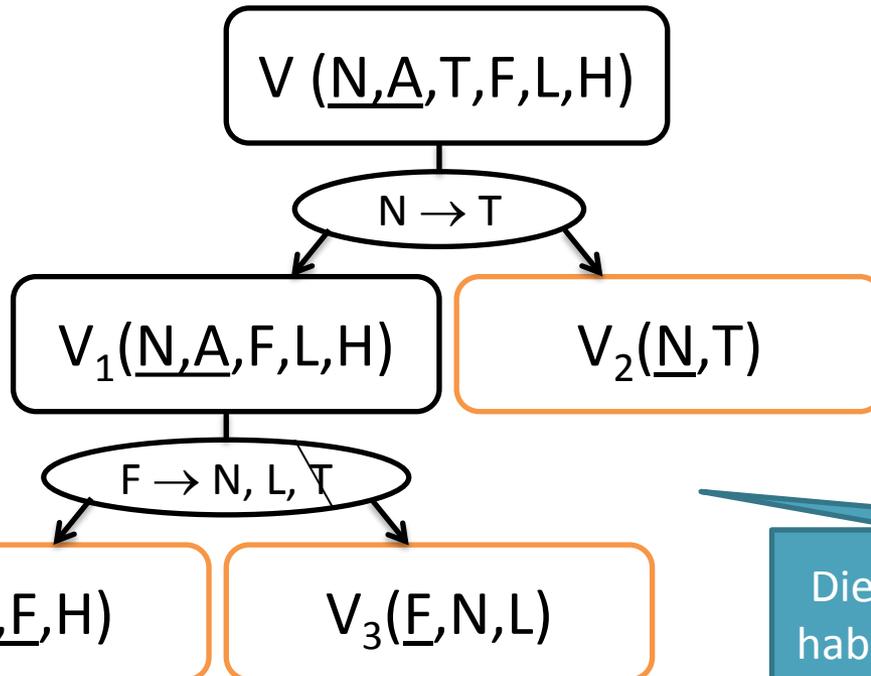
$V_2(\underline{N}, T)$

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Dekomposition zur BCNF

24

- Dekomponieren:

$V(N, T, F, L, H, A)$



$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L, T$   
 $N, A \rightarrow F, H, L, T$   
 $A, F \rightarrow N, L, H, T$

Die beiden Dekompositionsreihenfolgen haben hier zufällig dasselbe Ergebnis. Das ist aber nicht immer so!

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Dekomposition zur BCNF

25

- Dekomponieren:

$V(N, T, F, L, H, A)$

$N \rightarrow T$   
 $F \rightarrow N, L, T$   
 $N, A \rightarrow F, H, L, T$   
 $A, F \rightarrow N, L, H, T$

- Ergebnis:

$V_1(\underline{A}, F, H)$        $V_2(\underline{N}, T)$        $V_3(\underline{E}, N, L)$

*Name?* (Schiffsname, Schiffstyp)

- Schiff (Schiffsname, Schiffstyp)

*Name?* (FahrtID, Schiffsname, Ladung)

- Fahrt (FahrtID, Schiffsname, Ladung)

*Name?* (FahrtID, Ankunftsdatum, Hafen)

- FahrtStationen (FahrtID, Ankunftsdatum, Hafen)

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

## Aufgabe 2: Schlüssel & BCNF

26

Gegeben:

- $R(A, B, C, D)$ 
  - $A, B \rightarrow C$
  - $C \rightarrow D$
  - $D \rightarrow A$

Gesucht:

1. Schlüssel
2. Expandierte FAs
3. BCNF

$\{A,B\}, \{B,C\}, \{B,D\}$

Immer wieder Regeln anwenden:

$A, B \rightarrow C, D$

$C \rightarrow D, A$

$D \rightarrow A$

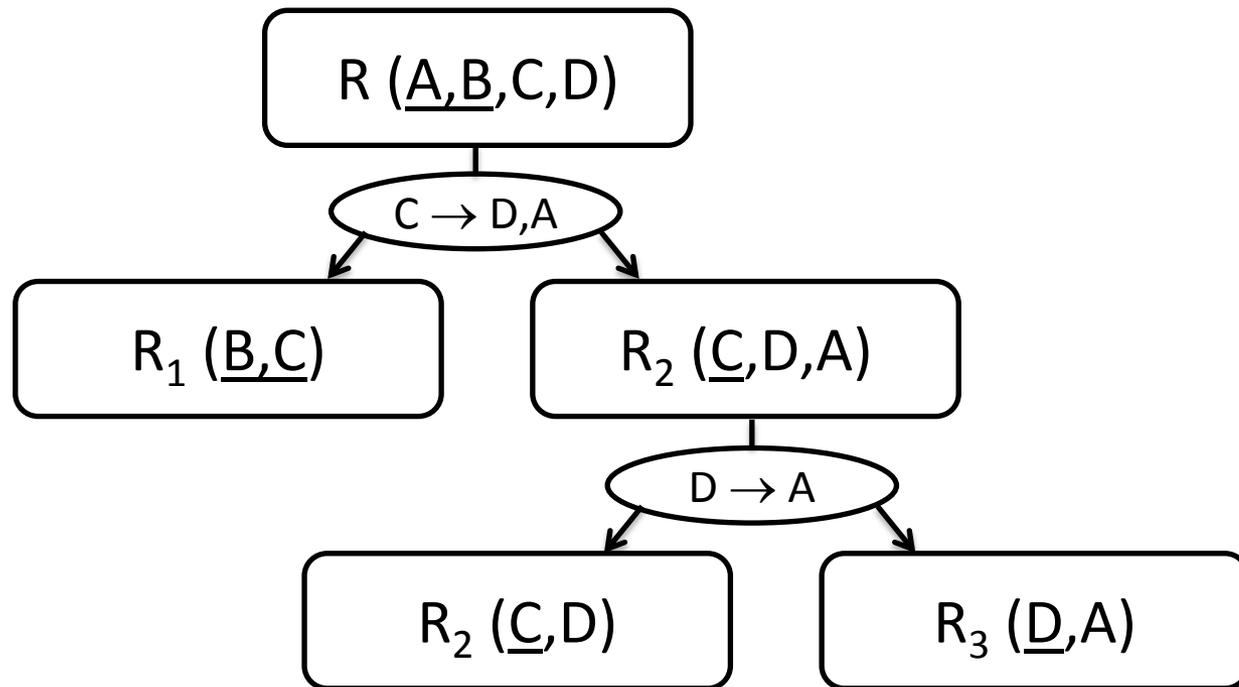
$R_1(\underline{B}, C)$

$R_2(\underline{C}, D)$

$R_3(\underline{D}, A)$

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Lösung 2: Schlüssel & BCNF

27

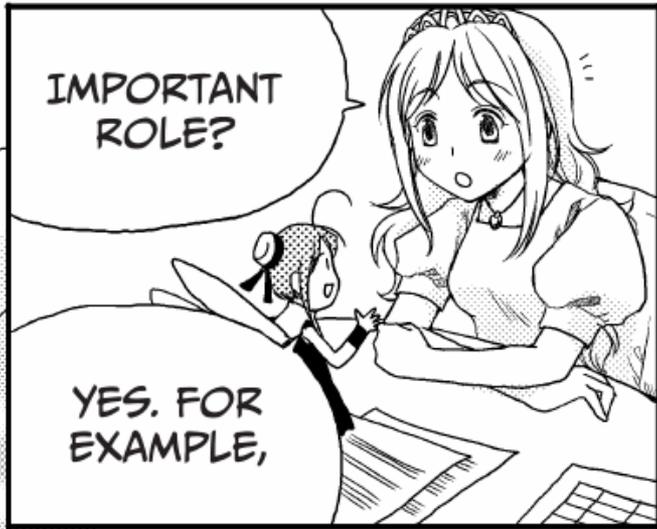


A large illustration of a girl with short hair, wearing a black dress and a headband. She is holding a large key-shaped wand with a circular mirror at the top. The background is a light, textured grey.

IN ADDITION,  
A FIELD IS  
SOMETIMES GIVEN  
AN IMPORTANT  
ROLE IN THE  
DATABASE.

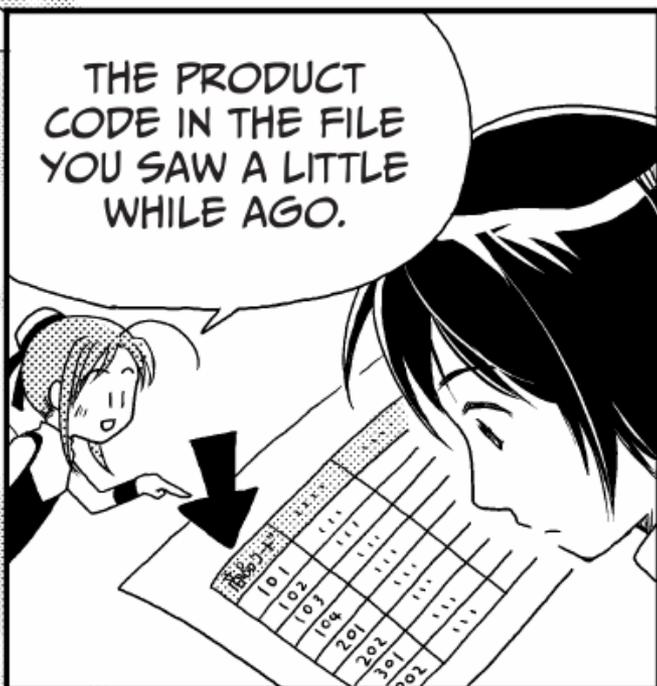
THIS SPECIAL FIELD  
IS CALLED A KEY.

Key

A girl with long hair and a tiara is sitting at a desk, looking surprised. A smaller girl with a headband is standing next to her, holding a key-shaped wand.

IMPORTANT  
ROLE?

YES. FOR  
EXAMPLE,

A girl with long hair is pointing to a table on a desk. A larger girl with short hair is looking at the table. A large black arrow points to a specific cell in the table.

THE PRODUCT  
CODE IN THE FILE  
YOU SAW A LITTLE  
WHILE AGO.

101	...	...
102	...	...
103	...	...
201	...	...
202	...	...
301	...	...
302	...	...