



**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.de
 - Raum: E-2-01.2
- Tutoren:
 - Jonas Chromik
 - Michael Janke
 - Sebastian Ernst
- Studenten?

Willkommen: Ziele DBSI

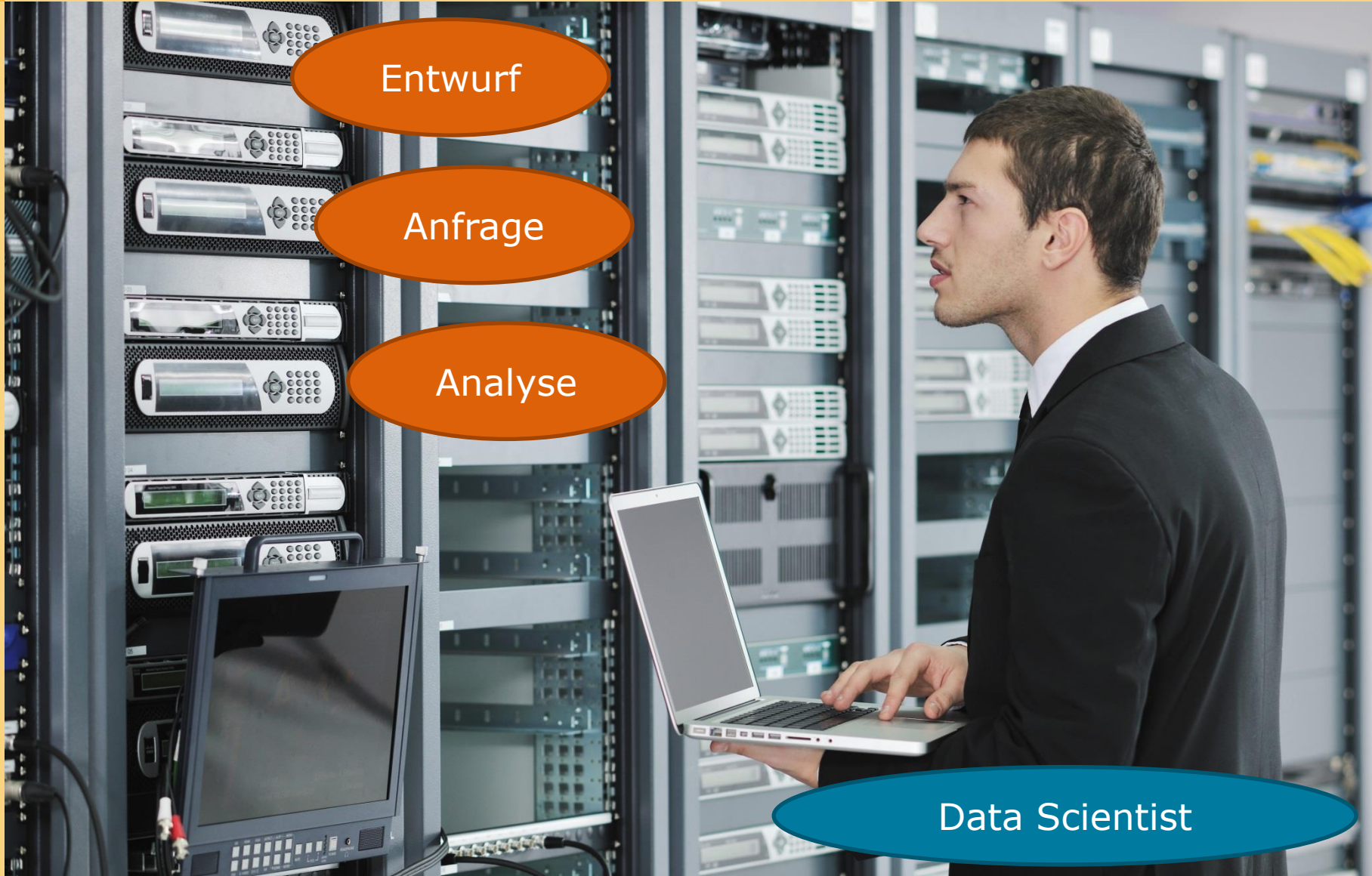
3

Entwurf

Anfrage

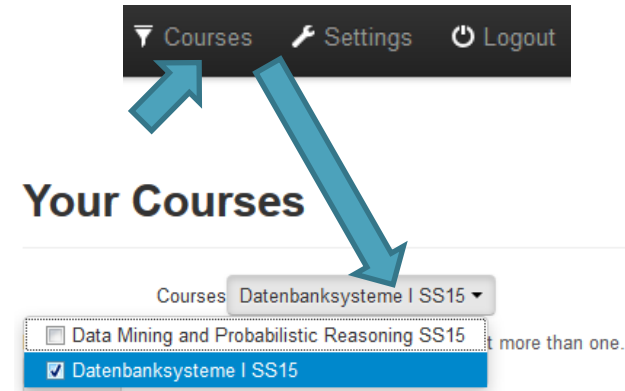
Analyse

Data Scientist



4

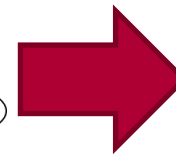
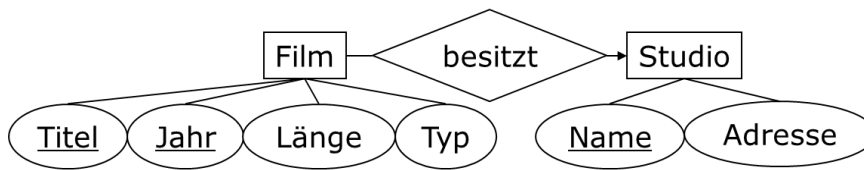
- Übung:
 - Wiederholen von Vorlesungsinhalten
 - Üben wichtigster Techniken
 - Hilfe bei Problemen
- Hausaufgaben:
 - Abgabesystem: <https://www.dcl.hpi.uni-potsdam.de/submit/>
 - Hinweise:
 - ausschließlich pdf-Dateien
 - eine Datei pro Aufgabe namens „Aufgabe-<aufgabeNr>.pdf“
 - jedes Blatt beschriftet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



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

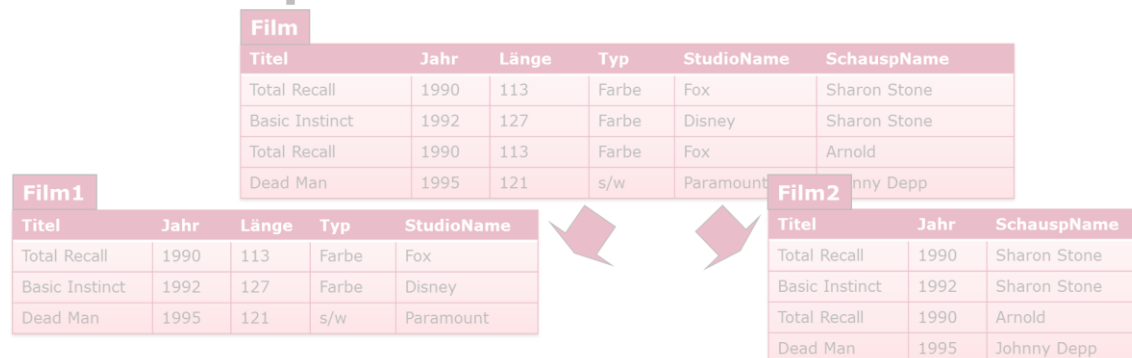
2. Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

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

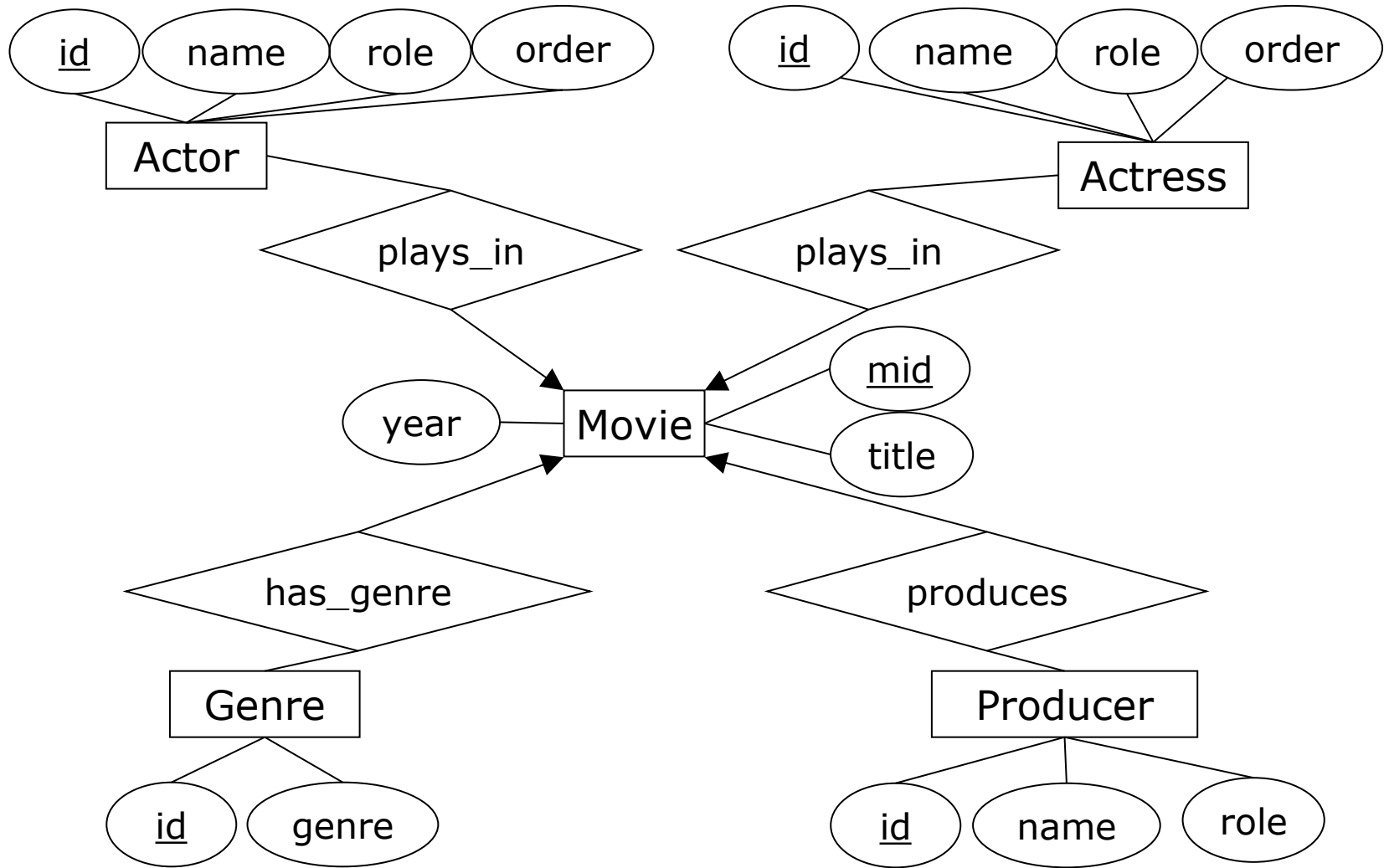
besitzt		
Titel	Jahr	studioName
Basic Instinct	1992	Fox
Total Recall	1990	Disney
Dead Man	1995	Paramount

3. BCNF und Dekomposition



Aufgabe 1: Einfache Ableitung

6



Lösung 1: Einfache Ableitung

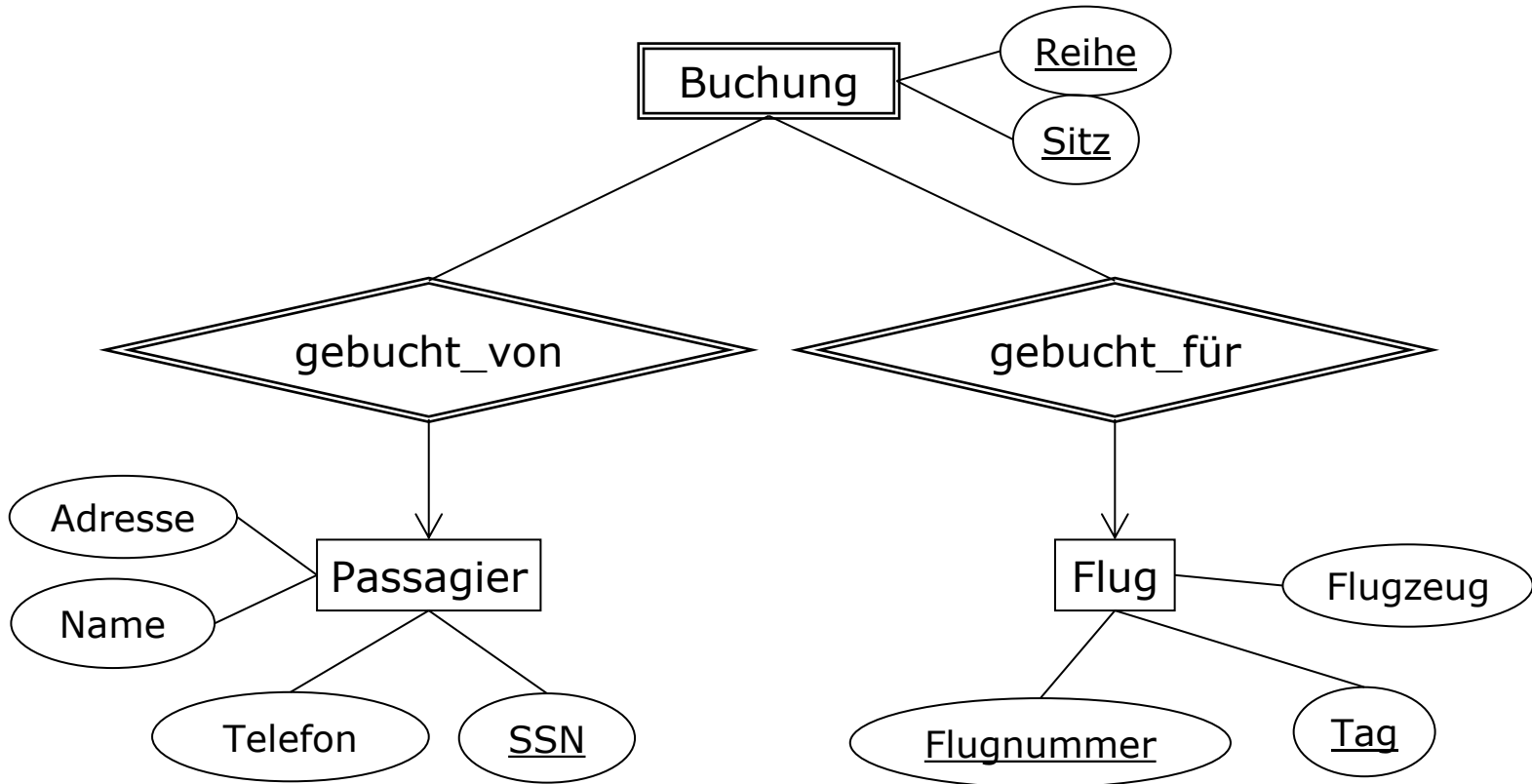
7

- 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)

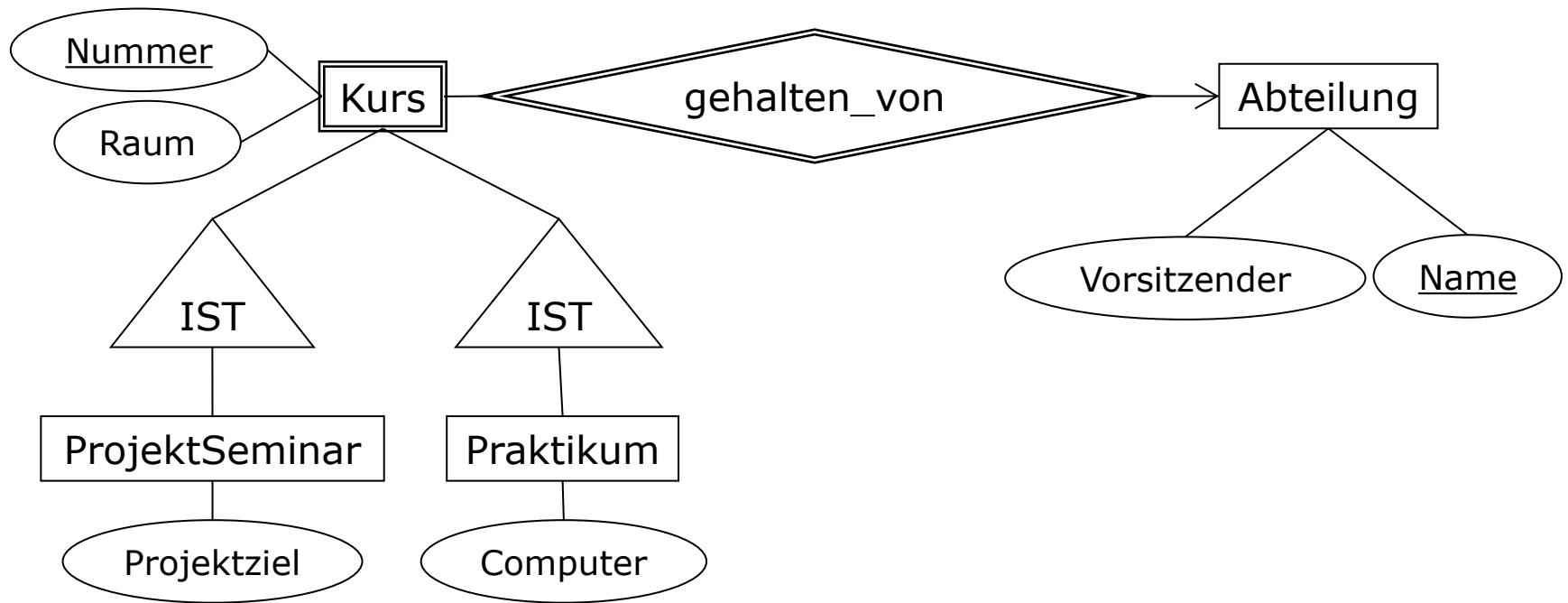
Alle Schlüsselattribute eines Schlüssels müssen zusammen unterstrichen werden:

(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

- Gib 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

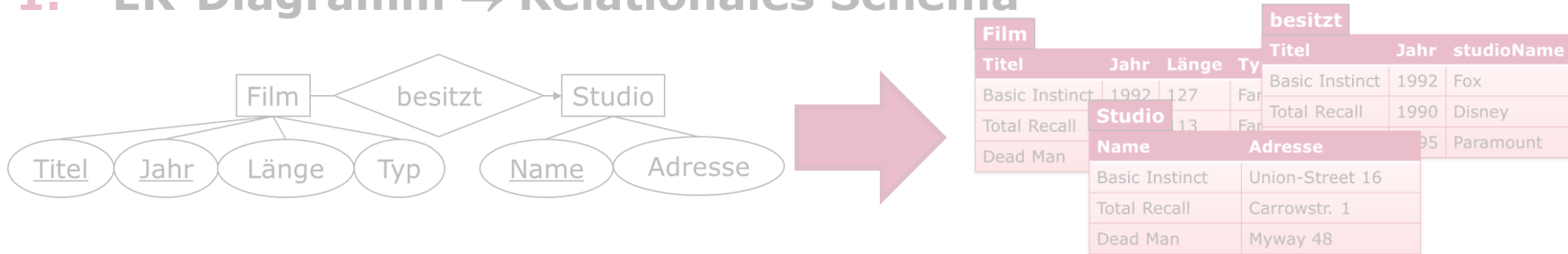
- Abteilung (Name, Vorsitzender)
- Kurs (Nummer, AbteilungName, Raum, Projektziel, Computer)

„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

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: Definition

13

- a) Sei X eine Menge von Attributen und A ein weiteres Attribute. Was bedeutet die Aussage $X \rightarrow A$?

Alle Tupel-Paare, die in den Werten der Attributmenge X übereinstimmen, stimmen auch im Attributwert A überein.

Die Werte der Attributmenge X bestimmen funktional die Werte des Attributs A , wobei gleiche Eingaben gleiche Ausgaben liefern.

Wenn $t_1[X] = t_2[X]$, dann $t_1[A] = t_2[A]$.

- b) Beispiele:

$A \rightarrow B$
Was muss hier hin?

A	B
0	3
1	2
0	3
2	1

$A \not\rightarrow B$
Was muss hier hin?

A	B
0	0
1	1
1	0
1	1

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

Aufgabe 1: Definition

14

c) Beweis: „Funktionale Abhängigkeiten sind nicht symmetrisch“

$$A \rightarrow B \not\Rightarrow B \rightarrow A$$

- Tipp: Gib zum Beweis eine Instanz der Relation $R(A,B)$ an, die folgende Regel verletzt:

A	B
0	2
1	2

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

Aufgabe 1: Definition

15

- d) Sei X eine Menge von Attributen. Was bedeutet die Aussage „ X ist ein Schlüssel“?

Die Werte in X identifizieren jedes Tupel eindeutig.

Es gibt keine doppelten Werte in X .

- e) Wahr oder falsch?

Sei R ein relationales Schema und X ein Schlüssel, dann ist $X \rightarrow R/X$ eine gültige FA.



Die Attribute eines Schlüssels bestimmen alle anderen Attribute funktional!

Sei R ein relationales Schema und $X \rightarrow R/X$ eine gültige FA, dann ist X ein Schlüssel.



Ein Schlüssel darf keine doppelten Werte haben, die linke Seite einer FD aber schon!

Aber: ... oder es gibt keinen Schlüssel!



Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Motivation: Normalisierung

16

<u>Name</u>	<u>Surname</u>	Postcode	City	Mayor
Thomas	Miller	14482	Potsdam	Jakobs
Sarah	Miller	14482	Potsdam	Jakobs
Peter	Smith	60329	Frankfurt	Feldmann
Jasmine	Cone	01069	Dresden	Orosz
Thomas	Cone	14482	Jakobs	
	Moore	60329	Frankfurt	Feldmann

Postcode → City
Postcode → Mayor

<u>Name</u>	<u>Surname</u>	<u>Postcode</u>
Thomas	Miller	14482
Sarah	Miller	14482
Peter	Smith	60329
Jasmine	Cone	01069
Thomas	Cone	14482
Mike	Moore	60329

<u>Postcode</u>	City	Mayor
14482	Potsdam	Jakobs
60329	Frankfurt	Feldmann
01069	Dresden	Orosz

+3

-6

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel:

Aufgabe 3: Beispiel-Relation

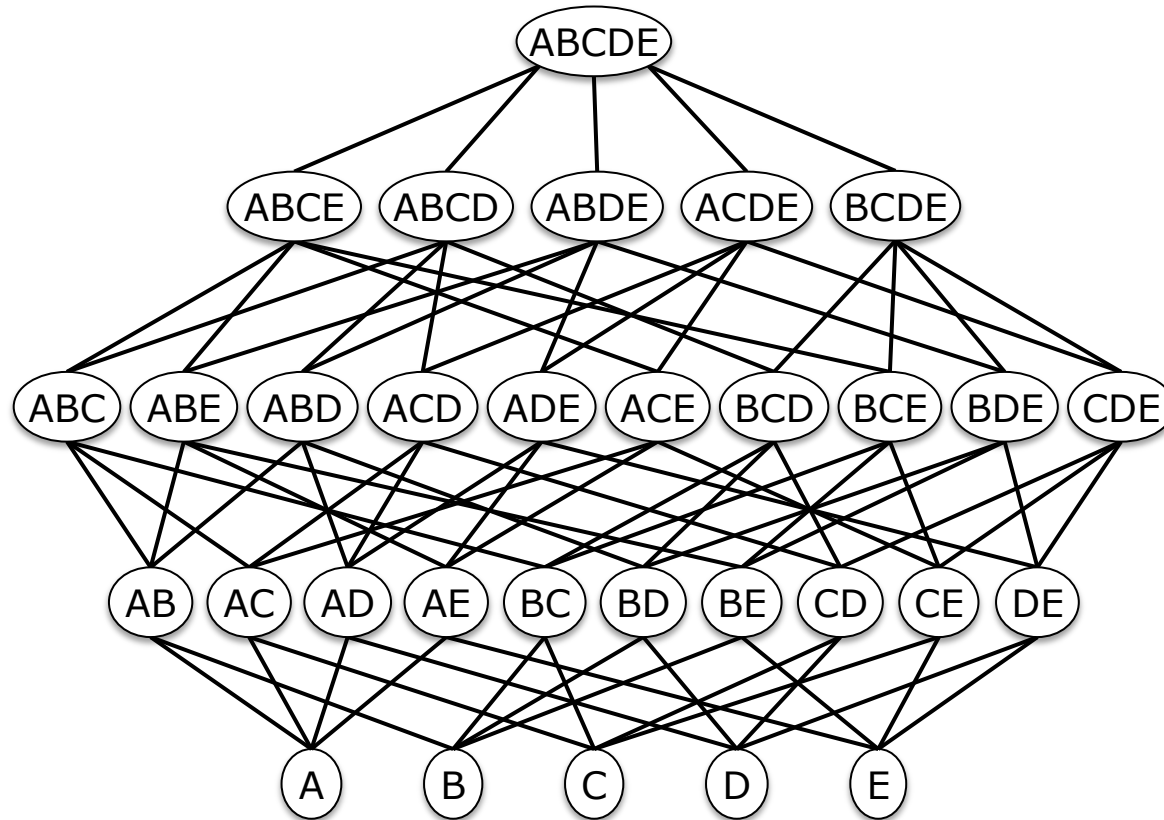
17

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: Forschung: FA Suche

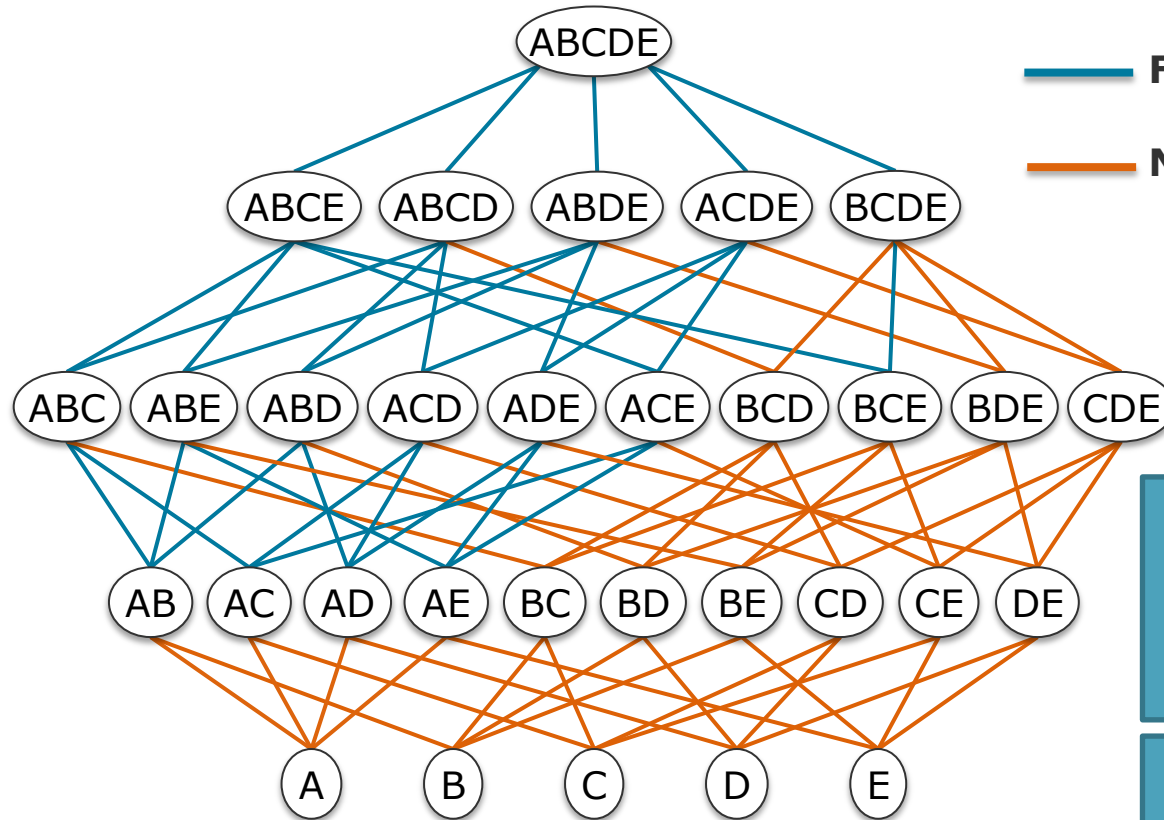
18



Hasse Diagramm

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Forschung: FA Suche

19



— Functional Dependency
— Non-Functional Dependency

Number of candidates:

$$\sum_{k=1}^n \binom{n}{k} * (n - k)$$

Complexity: $O(2^n \cdot n)$
for n attributes

Example:

10 attr ~ 10,240 checks
30 attr ~ 32,212,254,720 checks

Hasse Diagramm

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Hüllenbildung

20

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

▪ kurz: $V(N, T, F, L, H, A)$

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

▪ Funktionale Abhängigkeiten:

▪ Gesucht: Alle Schlüssel von V

▪ Vorgehen: Prüfe alle Teilmengen von Attributen ob sie Schlüssel sind

▪ 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!

- 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?

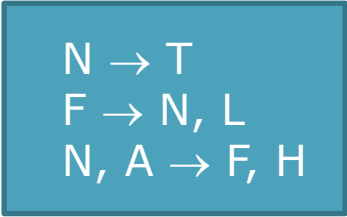
- $\{A, N\}^+ = \{A, N, F, H, T, L\}$ Schlüssel

- $\{A, T\}^+ = \{A, T\}$

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

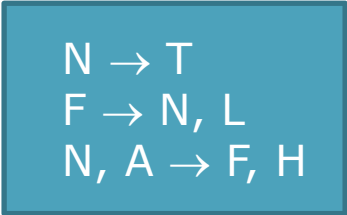
- $\{A, L\}^+ = \{A, L\}$

- $\{A, H\}^+ = \{A, H\}$



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

- 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

23

- 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

24

- 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

25

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

26

- 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
- FDs explizit machen

- 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

27

- 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!

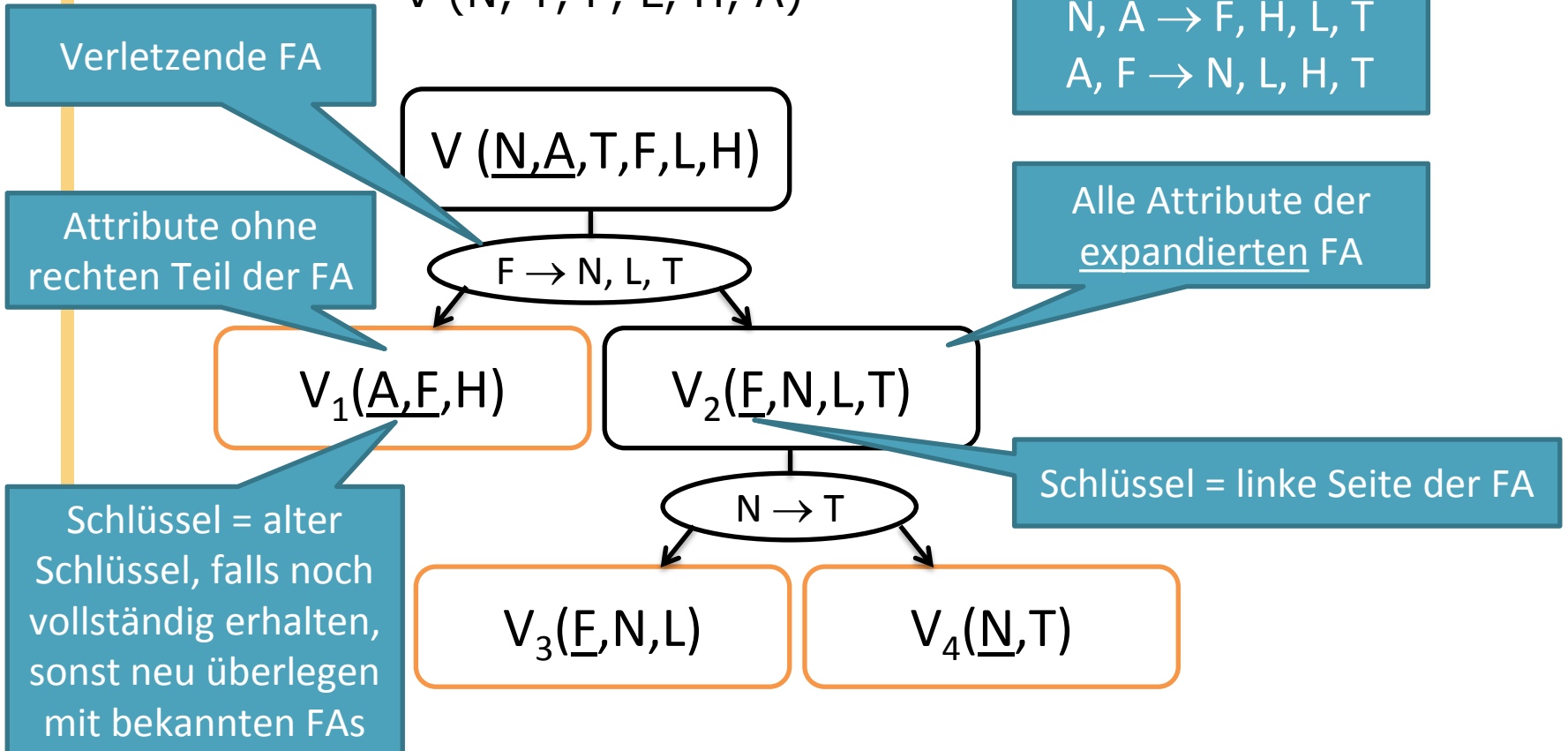
Es reicht, nur die
verletzende FA zu
expandieren!
Falls man diese nicht
sofort findet, müs-
sen alle FAs so lange
expandiert und ge-
prüft werden, bis
man sicher ist, dass
keine verletzende FA
mehr existiert!

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Dekomposition zur BCNF

28

- Dekomponieren:

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

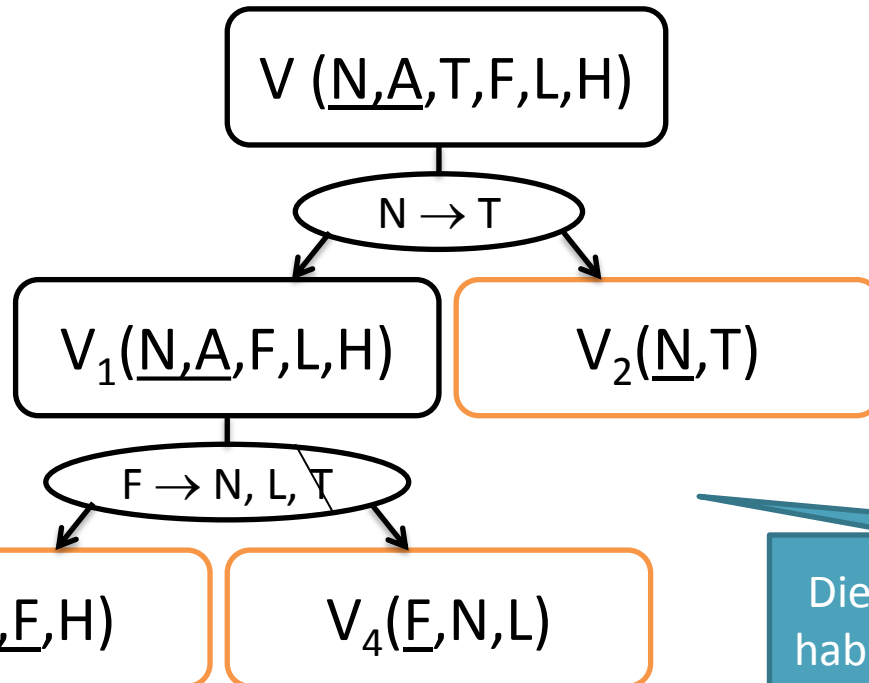


Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Dekomposition zur BCNF

29

- 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

30

- 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

31

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:

$A, B \rightarrow C, D$

$C \rightarrow D, A$

$D \rightarrow A$

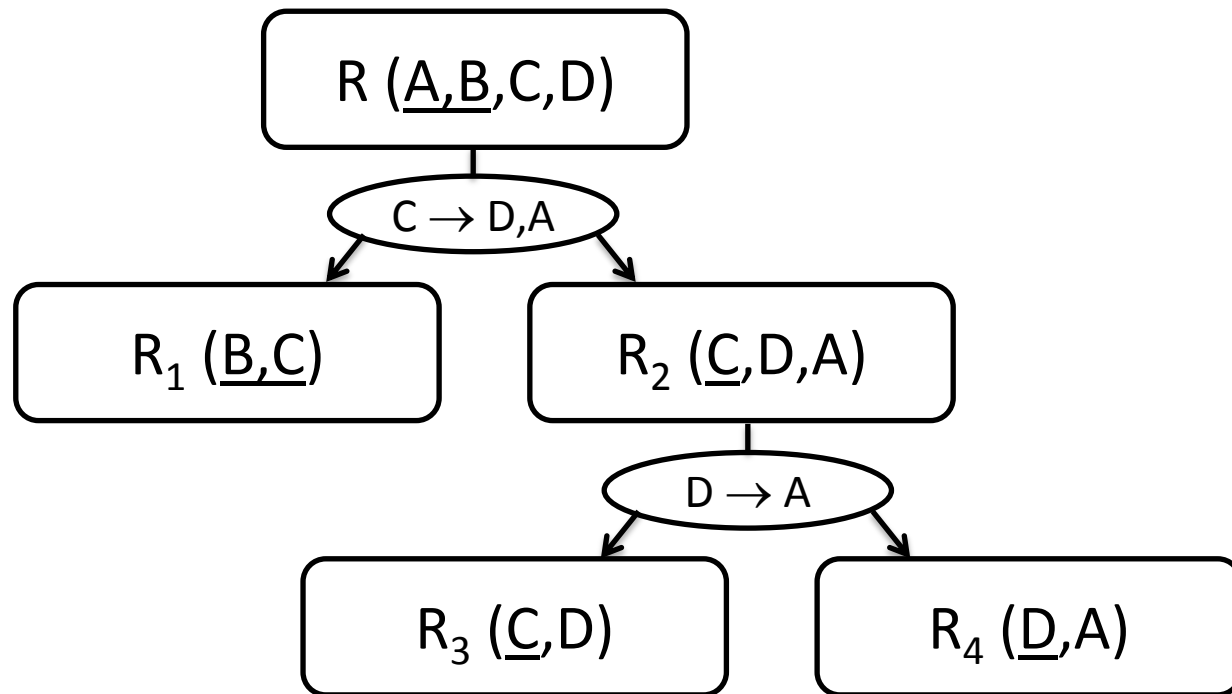
$R_1(\underline{B}, C)$

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

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

Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel: Lösung 2: Schlüssel & BCNF

32



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 with papers. She has a surprised expression. A smaller girl with a headband is standing next to her, pointing at the papers.

IMPORTANT
ROLE?

YES. FOR
EXAMPLE,

A girl with long hair is looking at a table. A large black arrow points to a specific cell in the table. A smaller girl is pointing at the table from the left.

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

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