

**Folien basierend auf  
Thorsten Papenbrock**

# Übung Datenbanksysteme I Relationaler Datenbankentwurf

Leon Bornemann  
G-3.1.14, Campus III / F-E.06 Campus II  
Hasso Plattner Institut

# Willkommen Vorstellung

- Übung:
  - Leon Bornemann
    - leon.bornemann@hpi.de
    - Haus G: G-3.1.14, Campus III
    - Haus F: F-E.06, Campus II
- Tutoren:
  - Jonas Zimmermann
  - Selina Reinhard
  - Luc Prestin
- Nicht-HPI Studenten?
- Email-Verteiler: [dbs1-2019-fragen@hpi.de](mailto:dbs1-2019-fragen@hpi.de)
- Webseite: <https://hpi.de/naumann/teaching/teaching/ss-19/uebung-datenbanksysteme-i.html>



**DBS I Übung**  
Relationaler  
Datenbankentwurf  
Leon Bornemann  
Chart 2

# Willkommen Ziele DBSI



**DBS I Übung**  
Relationaler  
Datenbankentwurf  
Leon Bornemann  
Chart 4

- Organisatorisches zu Hausaufgaben:
  - Abgabe in Zweiergruppen – Noch jemand ohne Übungspartner?
  - Gemeinsam Bearbeiten! :)
- Fragen/Unklarheiten:
  - An Mailingliste
  - Ggf. persönlich vorbeikommen (nach Terminabsprache)
- Terminverschiebung Übung: **04.06 / 07.06** statt 28.05/31.05
  - Abgabetermin 1. Übungsblatt **14.05** statt 07.05
  - Abgabetermin 3. Übungsblatt **11.06** statt 04.06
- Kenntnisstand?
  - Welches Semester?
  - Java-Kenntnisse?
  - Postgresql Kenntnisse?

**DBS I Übung**

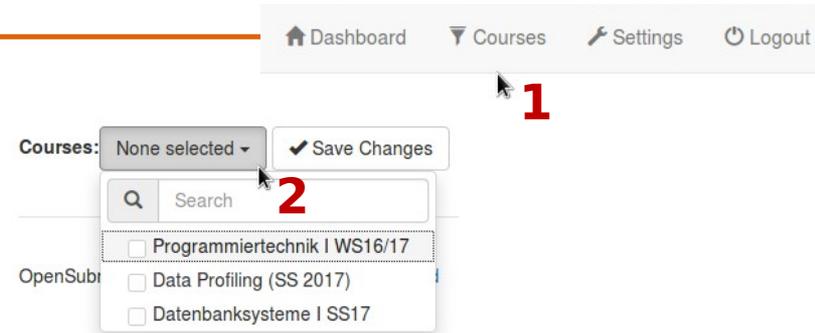
Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart **5**

- Sonstiges
  - Gebt kontinuierlich Feedback!
  - Evaluation am Ende ist gut, bringt euch aber nichts mehr :)
  - Nutzt die Mailingliste!
  - Gerne immer kritisch nachfragen...
  - ... eventuell gibt es die Antwort dann aber erst nach weiterer Recherche meinerseits :)

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



## DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

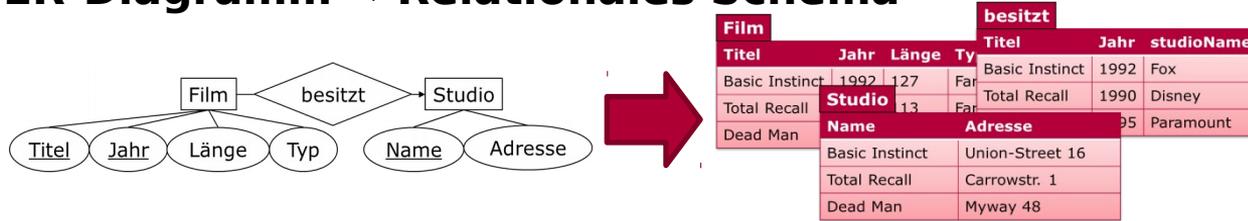
Leon Bornemann

Chart 7

- Abgabesystem
  - Bitte alle Übungsblatt 0 abgeben
  - Externe/Nebenhörende können sich nach Freischaltung mit einem Google-Account authentifizieren → Mail an mich
- Besprechung der Aufgaben
  - Korrektur der Tutoren
  - Nachbesprechung bei Bedarf.
    - Mail an mich vor der entsprechenden Übung falls gewünscht
  - Es wird keine offizielle Musterlösung geben

# Übersicht Themen Übung 1

## 1. ER-Diagramm → Relationales Schema



## 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

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	

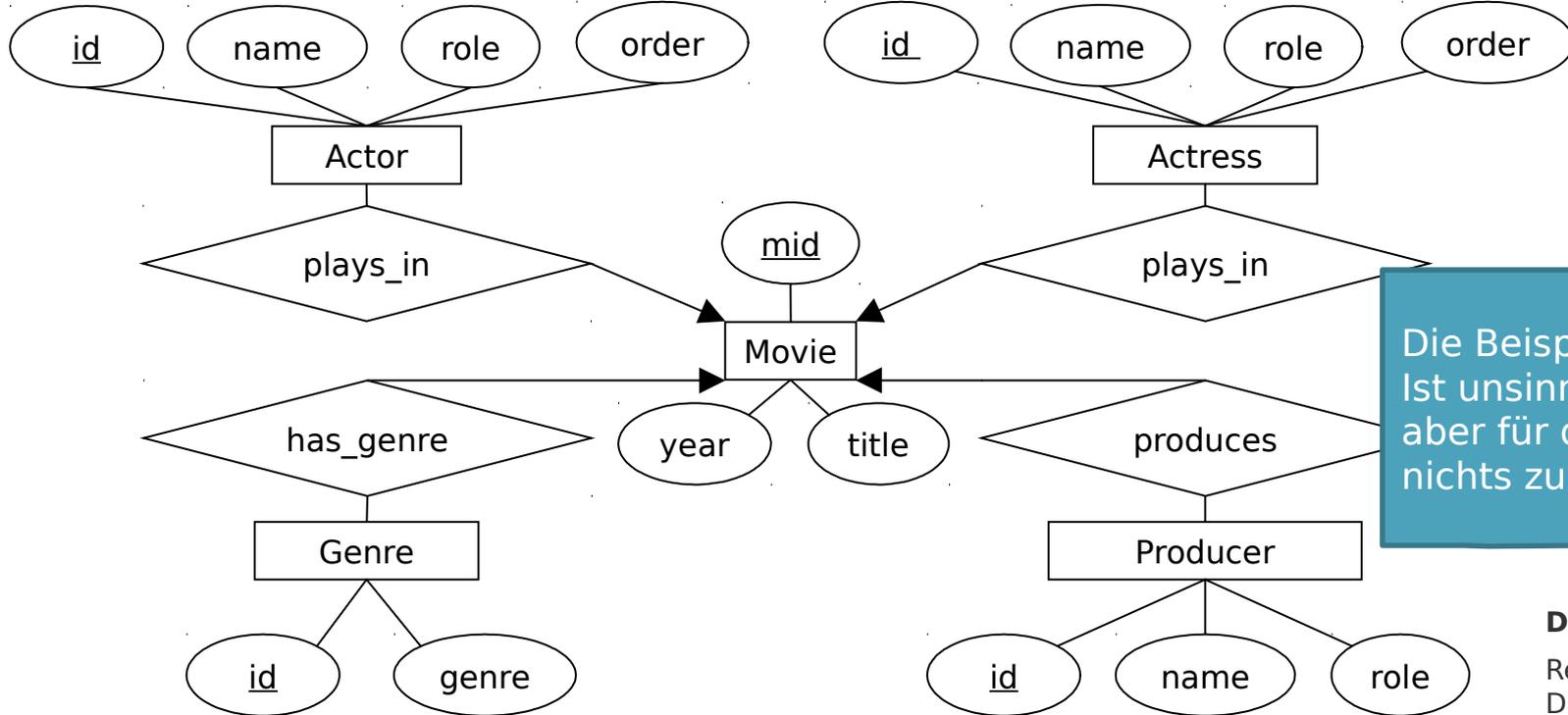
Die Tabelle wird in zwei Relationen dekomponiert:

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



# Aufgabe 1: Einfache Ableitung



Die Beispielmmodellierung ist unsinnig, das tut aber für das Vorgehen nichts zur Sache :)

Leite das ER-Diagramm in ein relationales Schema ab. Lege dabei Relationen wenn möglich zusammen.

# ER-Diagramm → Relationales Schema

## Lösung 1: Einfache Ableitung

Wir nehmen hier an,  
Dass Fremdschlüssel  
null sein dürfen!

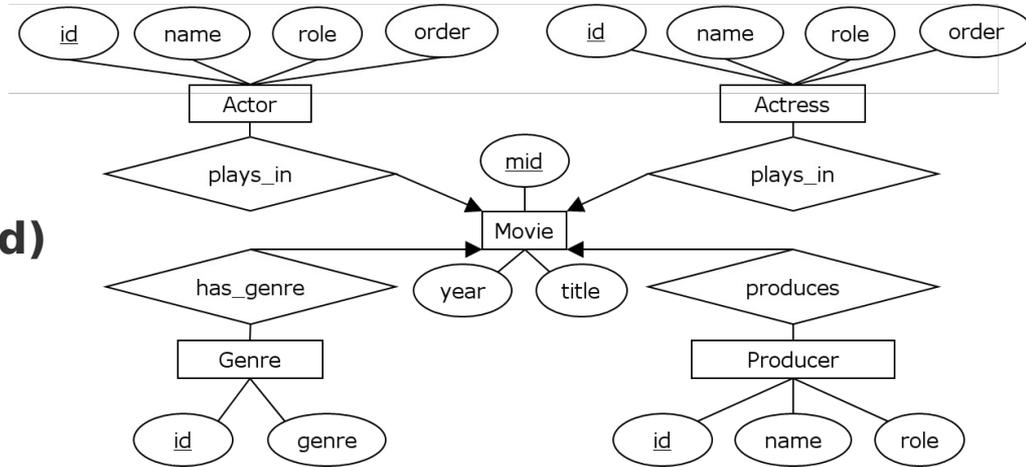
**Movie (mid, title, year)**

**Actor (id, name, role, order, mid)**

**Actress (id, name, role, order, mid)**

**Genre (id, genre, mid)**

**Producer (id, name, role, mid)**

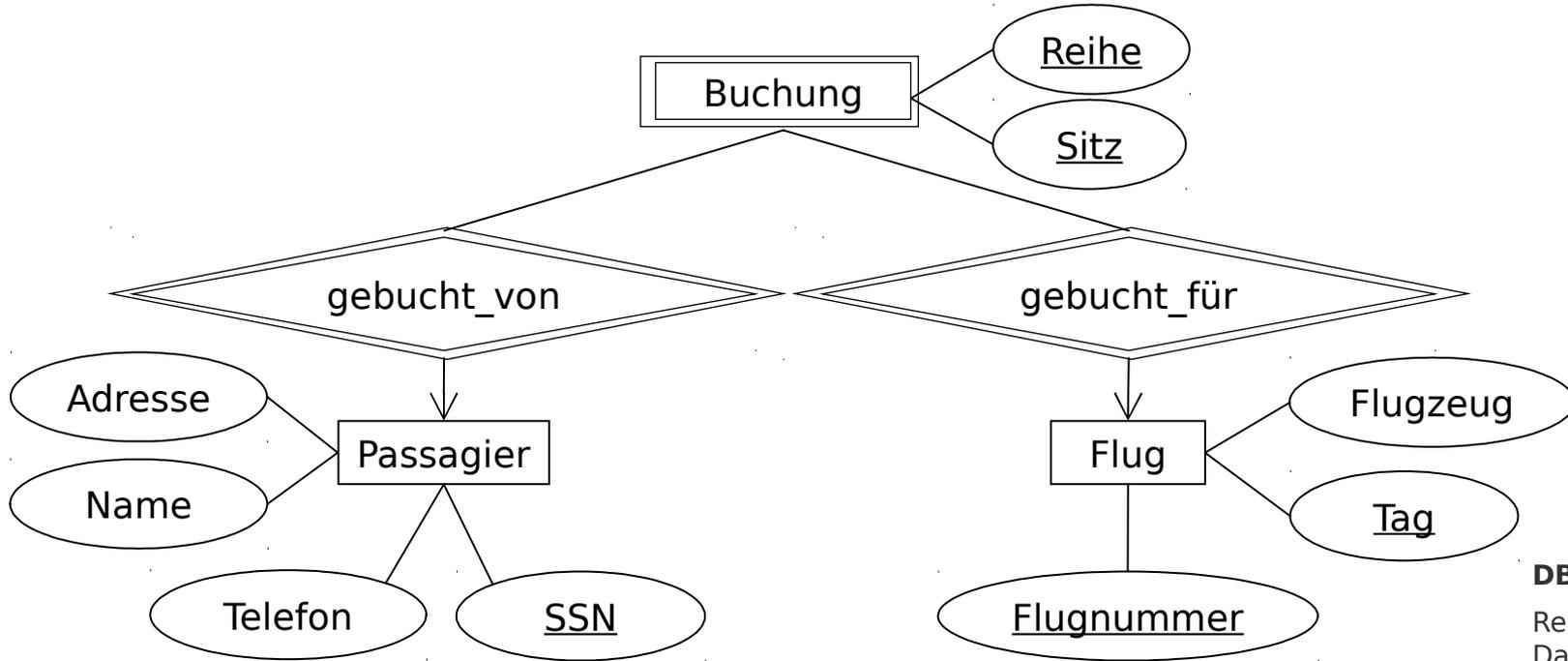


Wegen der n:1 Relationshiptypen können wir die Relationships direkt über die Entities abbilden!

Leite das ER-Diagramm in ein relationales Schema ab.  
Lege dabei Relationen wenn möglich zusammen.

# ER-Diagramm → Relationales Schema

## Aufgabe 2: Schwache Entität



Leite das ER-Diagramm in ein relationales Schema ab.  
Lege dabei Relationen wenn möglich zusammen.

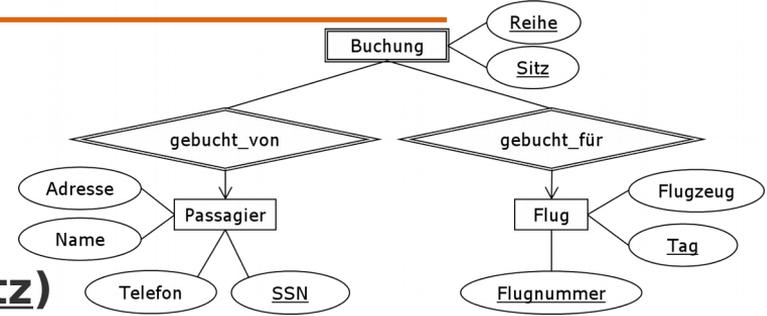
# ER-Diagramm → Relationales Schema

## Lösung 2: Schwache Entität

**Passagier (SSN, Name, Adresse, Telefon)**

**Flug (Flugnummer, Tag, Flugzeug)**

**Buchung (Flugnummer, Tag, SSN, Reihe, Sitz)**



Konvention: 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.

Leite das ER-Diagramm in ein relationales Schema ab.  
Lege dabei Relationen wenn möglich zusammen.

**DBS I Übung**

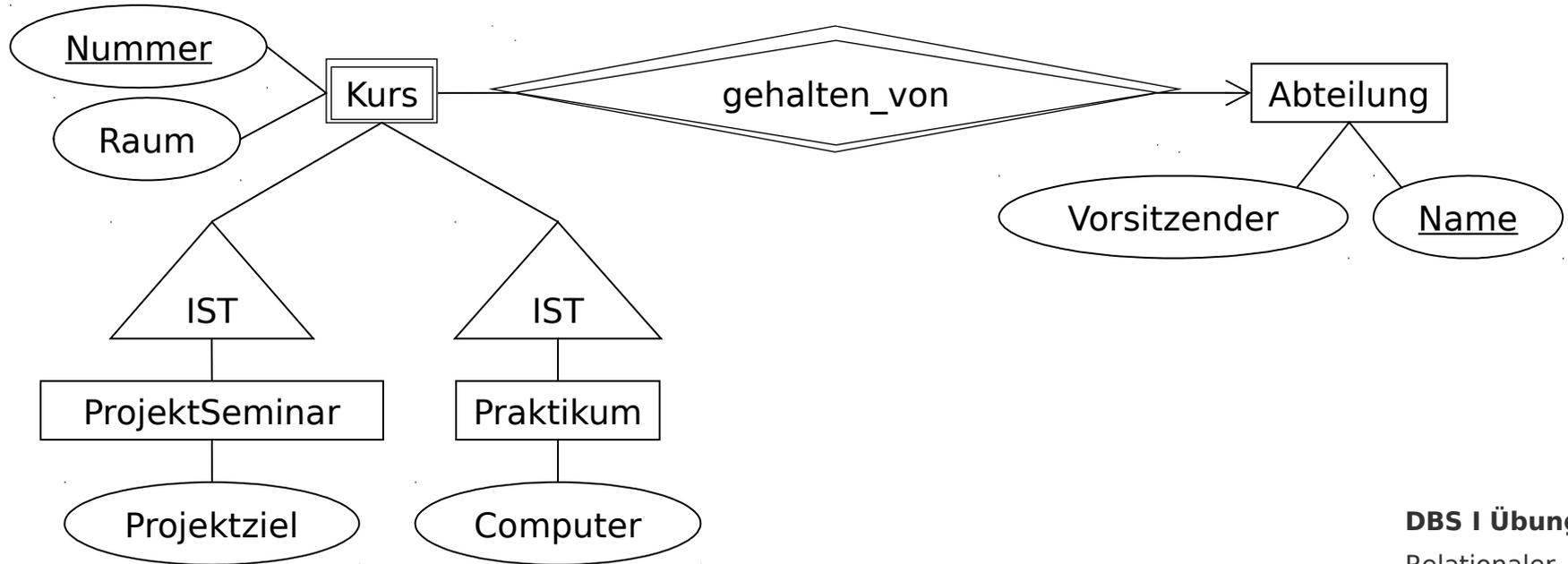
Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart **13**

# ER-Diagramm → Relationales Schema

## Aufgabe 3: IST-Relation



Leite das ER-Diagramm in ein relationales Schema ab.  
Gib die Lösung in jedem der drei Stile an: ER, OO und Null-Werte.

# ER-Diagramm → Relationales Schema

## Lösung 3: IST-Relation

- ER-Stil
  - Abteilung (Name, Vorsitzender)
  - Kurs (Nummer, Name, Raum)
  - Praktikum (Nummer, Name, Computer)
  - ProjektSeminar (Nummer, Name, Projektziel)
- OO-Stil
  - Abteilung (Name, Vorsitzender)
  - Kurs (Nummer, Name, Raum)
  - KursPraktikum (Nummer, Name, Raum, Computer)
  - KursProjektSeminar (Nummer, Name, Raum, Projektziel)
  - KursProjektSeminarPraktikum (Nummer, Name, Raum, Projektziel, Computer)
- Null-Werte
  - Abteilung (Name, Vorsitzender)
  - Kurs (Nummer, Name, Raum, Projektziel, Computer)

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

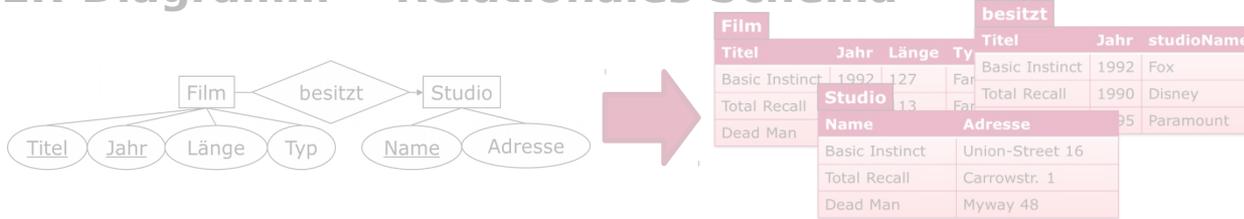
„Eine Relation für jeden Teilbaum, der auch die Wurzel enthält“

„Eine Relation für die gesamte IST-Hierarchie“

Leite das ER-Diagramm in ein relationales Schema ab.  
Gib die Lösung in jedem der drei Stile an: ER, OO und Null-Werte.

# Übersicht Themen Übung 1

## 1. ER-Diagramm → Relationales Schema



## 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

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

## Funktionale Abhängigkeiten (FDs)

Name	Surname	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	Jakobs
Mike	Moore	60329	Frankfurt	Feldmann

### Definition Funktionale Abhängigkeit $X \rightarrow A$ :

Für die Menge von Attributen  $X$  und Attribut  $A$  gilt:

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

Postcode  $\rightarrow$  City

Postcode  $\rightarrow$  Mayor

### DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 17

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Funktionale Abhängigkeiten (FDs)

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

### Definition Funktionale Abhängigkeit $X \rightarrow A$ :

Für die Menge von Attributen  $X$  und Attribut  $A$  gilt:

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

Postcode  $\rightarrow$  City, Mayor

### DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 18

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Aufgabe 4: Funktionale Abhängigkeiten

- 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	B
0	3
1	2
0	3
2	1

$A \rightarrow B$   
Was muss hier hin?

A	B
0	0
1	1
1	0
1	1

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

c) Beweis: „Funktionale Abhängigkeiten sind nicht symmetrisch“

$$A \rightarrow B \not\Leftarrow B \rightarrow A$$

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

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

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Aufgabe 4: Funktionale Abhängigkeiten

- 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 FD.



Die Attribute eines Schlüssels bestimmen alle anderen Attribute funktional!

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

DBS I Übung

Relationaler Datenbankentwurf



Bei Mengensemantik



Bei Multimengensemantik

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

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Aufgabe 4: Funktionale Abhängigkeiten

e) Gegeben sei folgendes Schema:

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

- Welche FDs könnten hier gelten?

Schiffsname → Schiffstyp  
FahrtID → Schiffsname, Ladung  
Schiffsname, Ankunftsdatum → FahrtID, Hafen

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Hüllenbildung (Closure Calculation)

Gegeben:

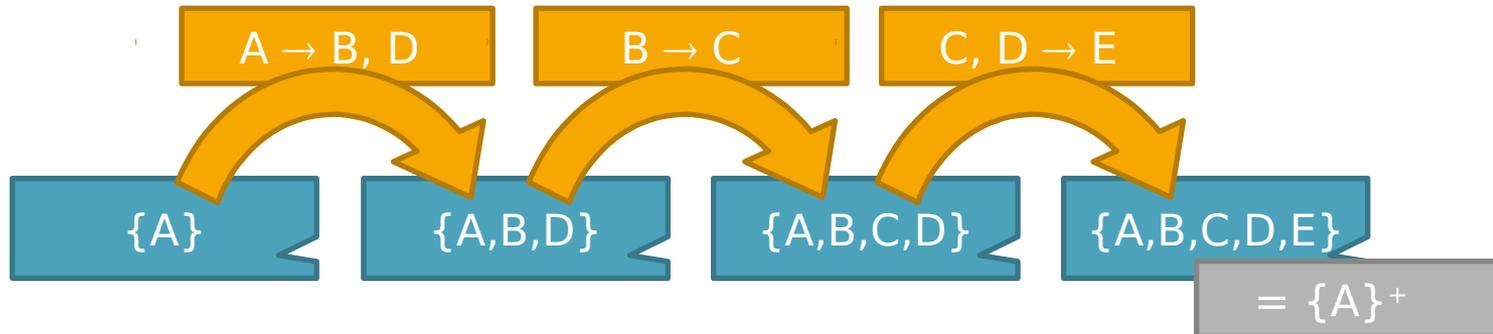
- Funktionale Abhängigkeiten:

$A \rightarrow B, D$   
 $B \rightarrow C$   
 $C, D \rightarrow E$

Notwendig für:  
a) Schlüsselsuche  
b) Normalisierung

Gesucht: „Hülle von  $\{A\}$ “ = „Expandierung von  $A \rightarrow B, D$ “ =  $\{A\}^+$

Vorgehen: Füge so lange Attribute in  $\{A\}$  mittels funktionaler Abhängigkeiten hinzu bis keine Erweiterung mehr geht.



**DBS I Übung**

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 23

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Hüllenbildung (Closure Calculation)

Gegeben:

- Schema:

Verschiffung (Schiffsname, Schiffstyp, FahrtID, Ladung, Hafen, Ankunftsdatum)  
 $V(N, T, F, L, H, A)$

- Funktionale Abhängigkeiten:

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

Gesucht: Alle *minimalen* Schlüssel von  $V$

Vorgehen: Prüfe alle Teilmengen von Attributen ob sie Schlüssel sind

Trick:

Beobachtung:  $A$  kommt auf keiner rechten Seite einer FD vor!

- $A$  wird von keinem Attribut funktional bestimmt
- $A$  muss in jedem Schlüssel sein!

**DBS I Übung**

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart **24**

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Hüllenbildung (Closure Calculation)

- Teste alle **einelementigen** Mengen von Attributen auf Schlüsseleigenschaft:
  - Welche Mengen kommen in Frage?
    - $\{A\}^+ = \{A\}$ 
      - 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
    - $\{A, L\}^+ = \{A, L\}$
    - $\{A, H\}^+ = \{A, H\}$

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

$\{A, N\}$   
 $\{A, F\}$

### DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 25

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Hüllenbildung (Closure Calculation)

- Teste alle **dreielementigen** Mengen von Attributen auf Schlüsseleigenschaft:
  - Nebenbedingungen beachten
    - A muss enthalten sein
    - N oder/und F dürfen nicht enthalten sein (warum?)
  - Welche Mengen kommen dann noch in Frage?
    - $\{A, T, H\}^+ = \{A, T, H\}$
    - $\{A, T, L\}^+ = \{A, T, L\}$
    - $\{A, L, H\}^+ = \{A, L, H\}$

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

$\{A, N\}$   
 $\{A, F\}$

### DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 26

# Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

## Hüllenbildung (Closure Calculation)

- Teste alle **vierelementigen** Mengen von Attributen auf Schlüsseleigenschaft
  - Welche Mengen kommen noch in Frage?
    - $\{A, T, L, H\}^+ = \{A, T, L, H\}$
- Es kann keinen minimalen Schlüssel mit **fünf bzw. sechs** Attributen geben!
  - Begründung?
    - Nebenbedingungen:
      - A muss enthalten sein
      - N oder/und F dürfen nicht enthalten sein

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

$\{A, N\}$   
 $\{A, F\}$

### DBS I Übung

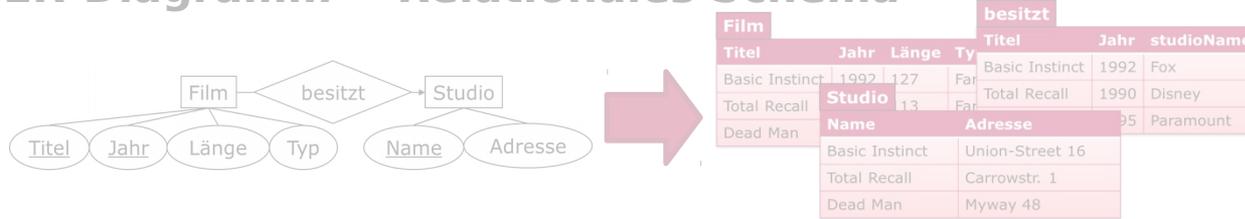
Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 27

# Übersicht Themen Übung 1

## 1. ER-Diagramm → Relationales Schema



## 2. Funktionale Abhängigkeiten und Schlüssel

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

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

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

## 3. BCNF und Dekomposition

Titel	Jahr	Länge	Typ	StudioName	SchausName
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

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

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



# BCNF und Dekomposition

## Die Dekomposition

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

### Definition Funktionale Abhängigkeit $X \rightarrow A$ :

Für die Menge von Attributen X und Attribut A gilt:

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

Postcode  $\rightarrow$  City, Mayor

### DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 29

Name	Surname	Postcode
Thomas	Miller	14482
Sarah	Miller	14482
Peter	Smith	60329
Jasmine	Cone	01069
Thomas	Cone	14482
Mike	Moore	60329

Postcode	City	Mayor
14482	Potsdam	Jakobs
60329	Frankfurt	Feldmann
01069	Dresden	Orosz

+3

-6

### Definition Funktionale Abhängigkeit $X \rightarrow A$ :

Für die Menge von Attributen  $X$  und Attribut  $A$  gilt:

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

Postcode  $\rightarrow$  City, Mayor

### DBS I Übung

Relationaler  
Datenbankentwurf

Leon Bornemann

Chart 30

Gegeben:

- Schema:

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

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

- Funktionale Abhängigkeiten:

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

Definition:

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

- Welche FDs verletzen hier die BCNF?

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

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

- Wiederhole bis BCNF erreicht:

### 1. Schlüssel bestimmen

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

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

Einen als Primärschlüssel wählen!

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

### 2. FDs expandieren (verletzende FD)

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

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

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

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

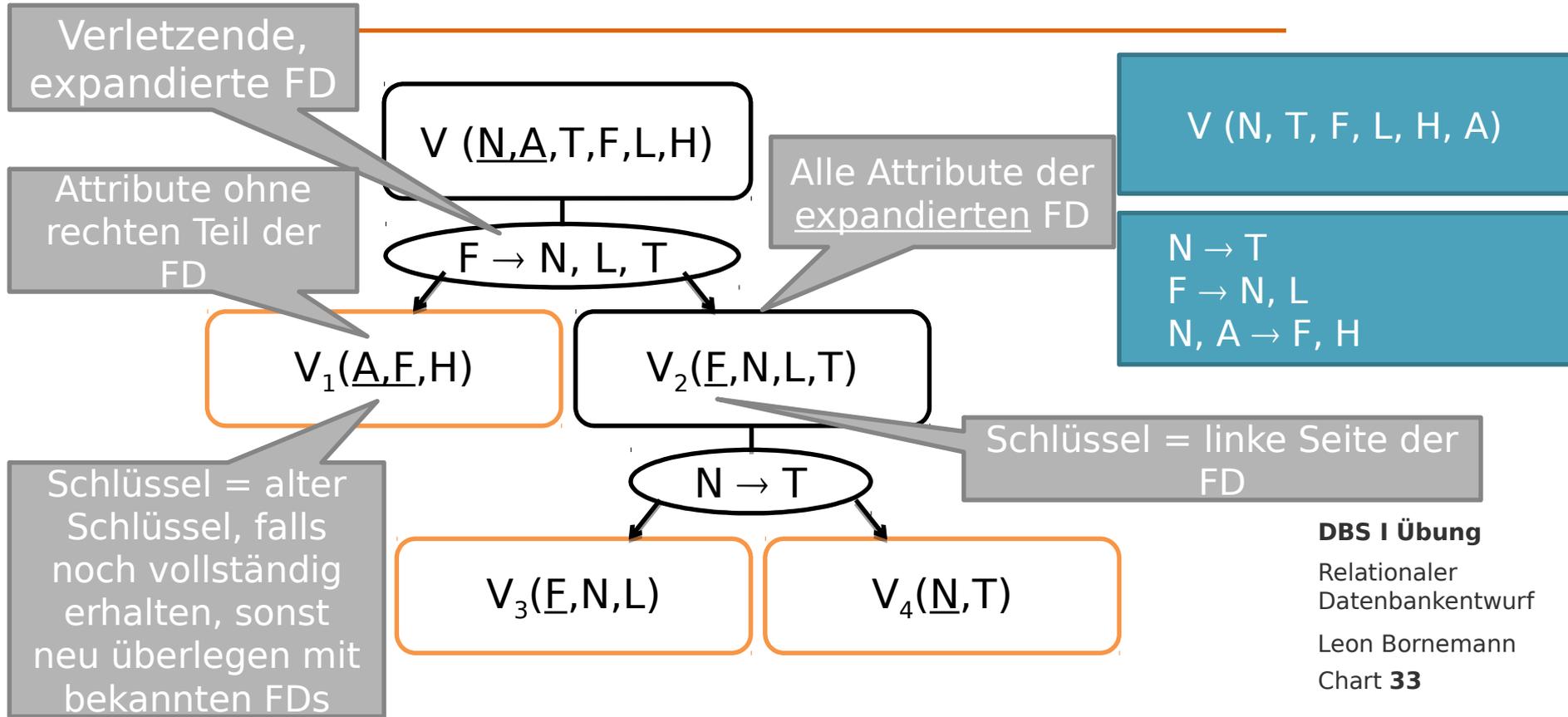
N → T  
F → N, L  
N, A → F, H

Es reicht, nur die verletzende FD zu expandieren falls man diese sofort findet; sonst müssen alle FDs expandiert und geprüft werden.

### 3. Dekomponieren

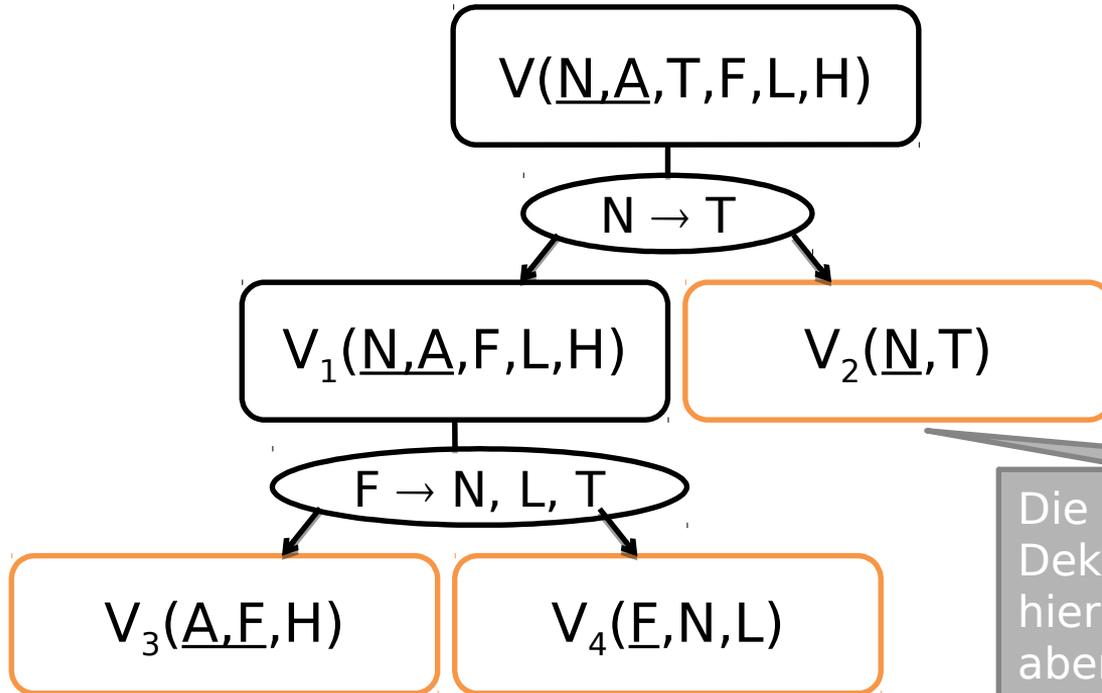
- Verletzende FD identifizieren
- Relation an verletzender FD trennen

# Dekomposition zur BCNF



# BCNF und Dekomposition

## Dekomposition zur BCNF



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

N → T  
F → N, L  
N, A → F, H

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

$V_3(\underline{A}, F, H)$

$V_4(\underline{E}, N, L)$

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

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

*Name?* (Schiffsname, Schiffstyp)

**Schiff** (**Schiffsname**, **Schiffstyp**)

$N \rightarrow T$

$F \rightarrow N, L$

$N, A \rightarrow F, H$

*Name?* (FahrtID, Schiffsname, Ladung)

**Fahrt** (**FahrtID**, **Schiffsname**, **Ladung**)

*Name?* (FahrtID, Ankunftsdatum, Hafen)

**FahrtStationen** (**FahrtID**, **Ankunftsdatum**, **Hafen**)

# Aufgabe 5: Dekomposition zur BCNF

Gegeben:

- Schema:

$R(A, B, C, D)$

- FDs:

$A, B \rightarrow C$

$C \rightarrow D$

$D \rightarrow A$

Gesucht:

- Schlüssel

$\{A, B\}$

$\{B, C\}$

$\{B, D\}$

- Expandierte FDs

$A, B \rightarrow C, D$

$C \rightarrow D, A$

$D \rightarrow A$

- BCNF

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

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

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

# Aufgabe 5: Dekomposition zur BCNF

Gegeben:

- Schema:

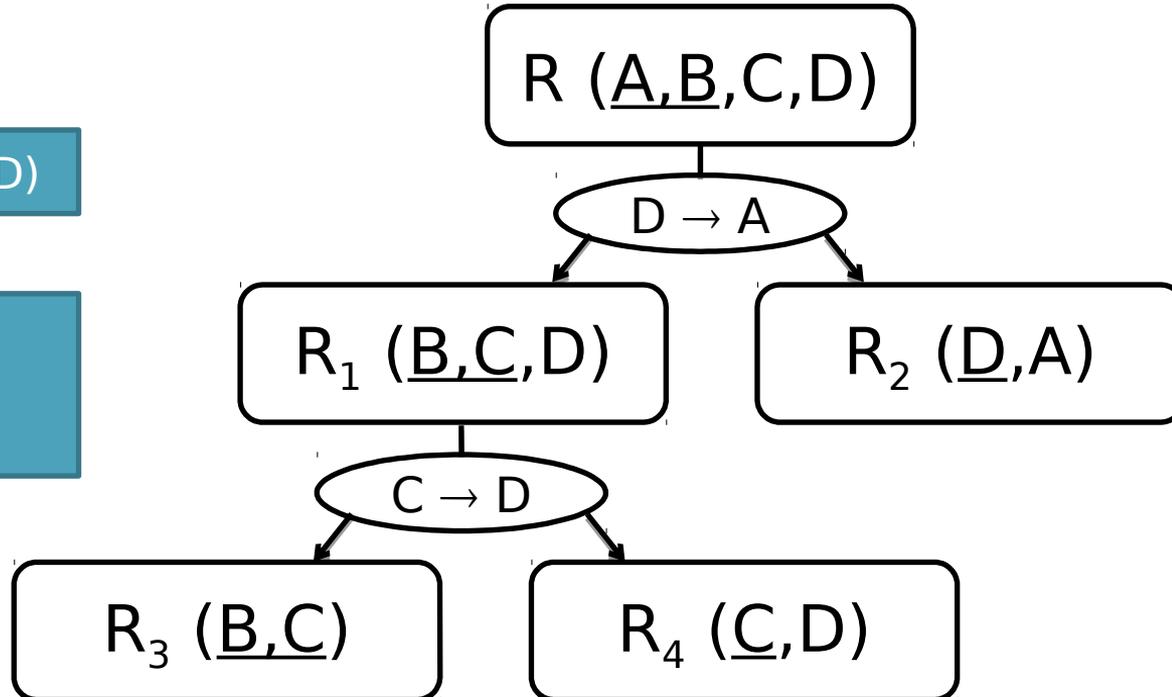
$R(A, B, C, D)$

- FDs:

$A, B \rightarrow C$

$C \rightarrow D$

$D \rightarrow A$



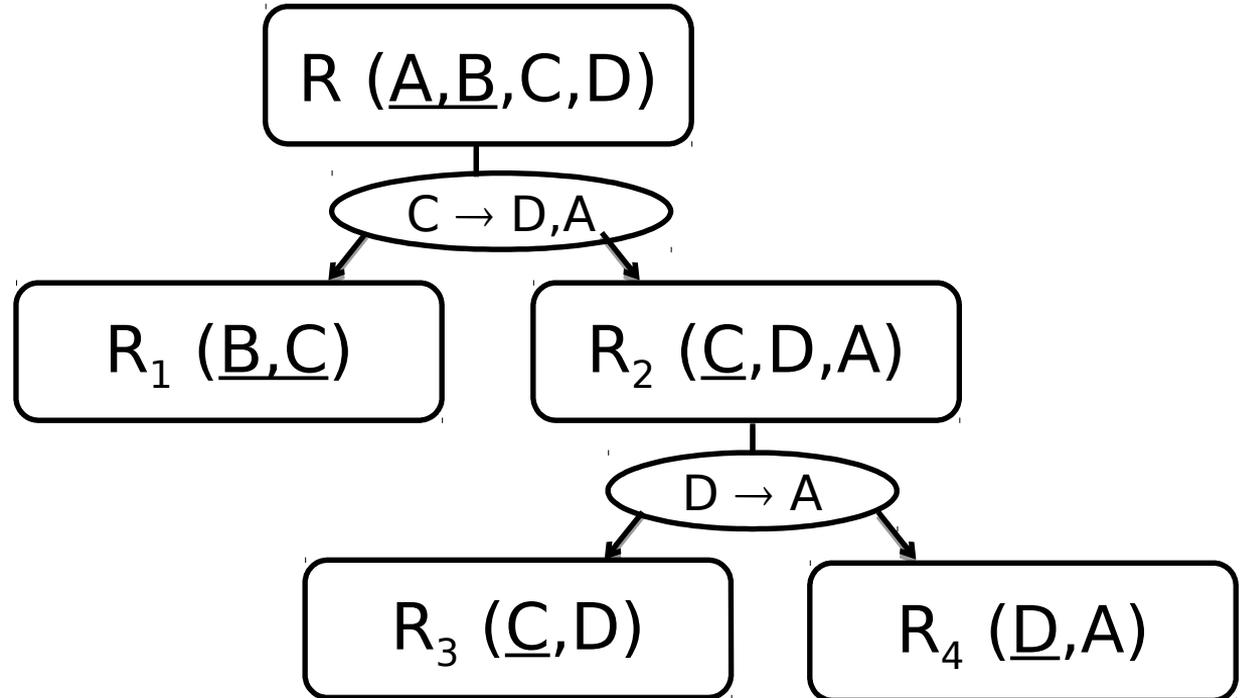
Gegeben:

- Schema:

$R(A, B, C, D)$

- FDs:

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





# Übung Datenbanksysteme I

## Relationaler Datenbankentwurf

Leon Bornemann

G-3.1.09, Campus III

Hasso Plattner Institut