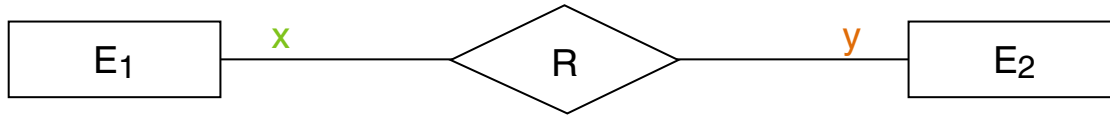


## II. Konzeptueller Datenbankentwurf

- ☐ Entwurfsprozess
- ☐ Datenbankmodelle
- ☐ Einführung in das Entity-Relationship-Modell
- ☐ ER-Konzepte und ihre Semantik
- ☐ Charakterisierung von Beziehungstypen
- ☐ Weitere ER-Konzepte
- ☐ Konsolidierung, Sichtenintegration
- ☐ Konzeptuelle Modellierung mit UML

# Charakterisierung von Beziehungstypen

Funktionalitäten bei zweistelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)



Zweistellige Beziehungstypen und ihre Semantik:

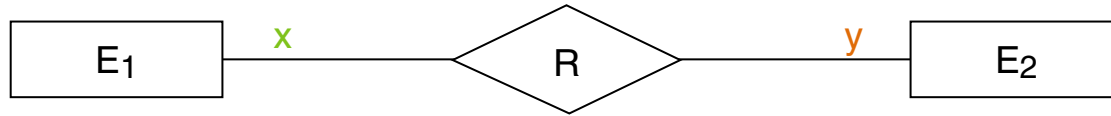
□ 1:1-Beziehung

□ 1:n-Beziehung

□ n:m-Beziehung

# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei zweistelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)



### Zweistellige Beziehungstypen und ihre Semantik:

#### □ 1:1-Beziehung

Jedem Entity  $e \in \text{state}(E_1)$  ist höchstens ein Entity  $e' \in \text{state}(E_2)$  zugeordnet und umgekehrt.

#### □ 1:n-Beziehung

Jedem Entity  $e \in \text{state}(E_1)$  sind beliebig viele (auch gar keine) Entities aus  $\text{state}(E_2)$  zugeordnet, und jedem Entity  $e' \in \text{state}(E_2)$  ist höchstens ein Entity  $e \in \text{state}(E_1)$  zugeordnet.

#### □ n:m-Beziehung

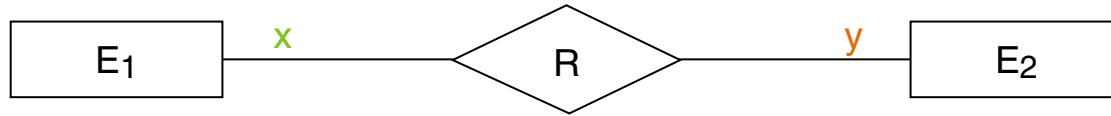
Keine Restriktionen gelten: jedes Entity  $e \in \text{state}(E_1)$  kann mit beliebig vielen Entities  $e' \in \text{state}(E_2)$  in Beziehung stehen und umgekehrt.

## Bemerkungen:

- ❑ Mit dem Wort „Funktionalität“ wird hier eine Abhängigkeitsbeziehung zwischen Entity-Typen bzw. zwischen Entity-Typen und einem Beziehungstyp bezeichnet. Eine andere Bezeichnung für Funktionalität ist *Constraint*.
- ❑ Die Semantik von n:1-Beziehungen ist analog zu der von 1:n-Beziehungen.
- ❑ Bei jeder Art von zweistelligen Beziehungen kann es Entities aus  $state(E_1)$  (bzw.  $state(E_2)$ ) geben, denen kein Element aus  $state(E_2)$  (bzw.  $state(E_1)$ ) zugeordnet ist.

# Charakterisierung von Beziehungstypen

Funktionalitäten bei zweistelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)



Beispiele:

- ❑ 1:1-Beziehung. „verheiratet“-Relation zwischen Männern und Frauen nach europäischem Recht.
- ❑ 1:n-Beziehung. „beschäftigen“-Relation zwischen Firmen und Personen ohne Nebentätigkeiten.
- ❑ n:m-Beziehung. „unterrichtet“-Relation zwischen Studierenden und Professoren.

## Bemerkungen:

- ❑ Funktionalitäten stellen *Integritätsbedingungen* dar, die in der zu modellierenden Welt immer gelten müssen.
- ❑ Die binären 1:1, 1:n und n:1-Beziehungen stellen (partielle) Funktionen dar. Insbesondere ist jede 1:1-Beziehung umkehrbar, und es existieren folgende Funktionen:

$$R : E_1 \rightarrow E_2$$

$$R^{-1} : E_2 \rightarrow E_1$$

Beispiel:

*Ehemann*: Frauen  $\rightarrow$  Männer

*Ehefrau*: Männer  $\rightarrow$  Frauen

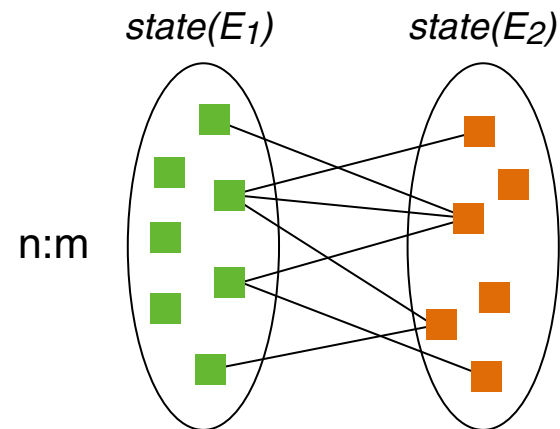
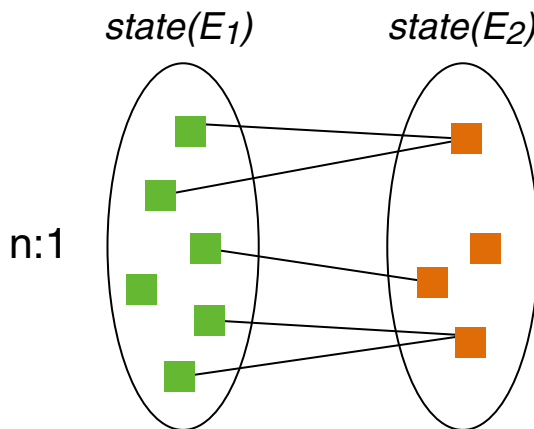
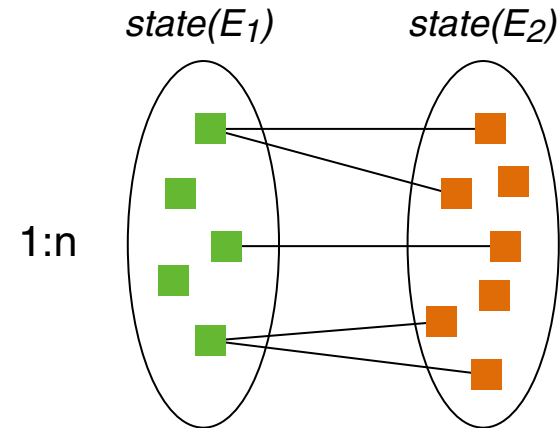
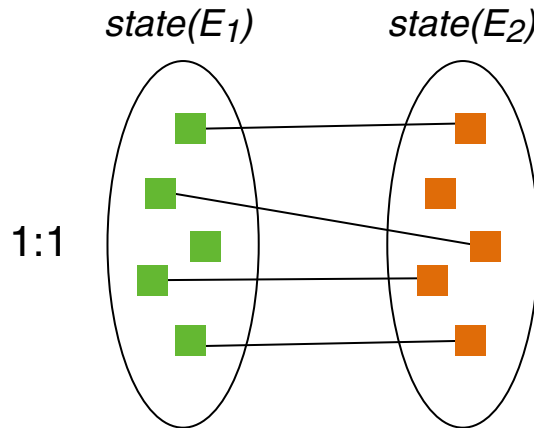
- ❑ Bei einer 1:n-Beziehung ist die Richtung der Funktion zwingend, vom „n-Entity-Typ“ zum „1-Entity-Typ“.

Beispiel:

*beschäftigen*: Personen  $\rightarrow$  Firmen

# Charakterisierung von Beziehungstypen

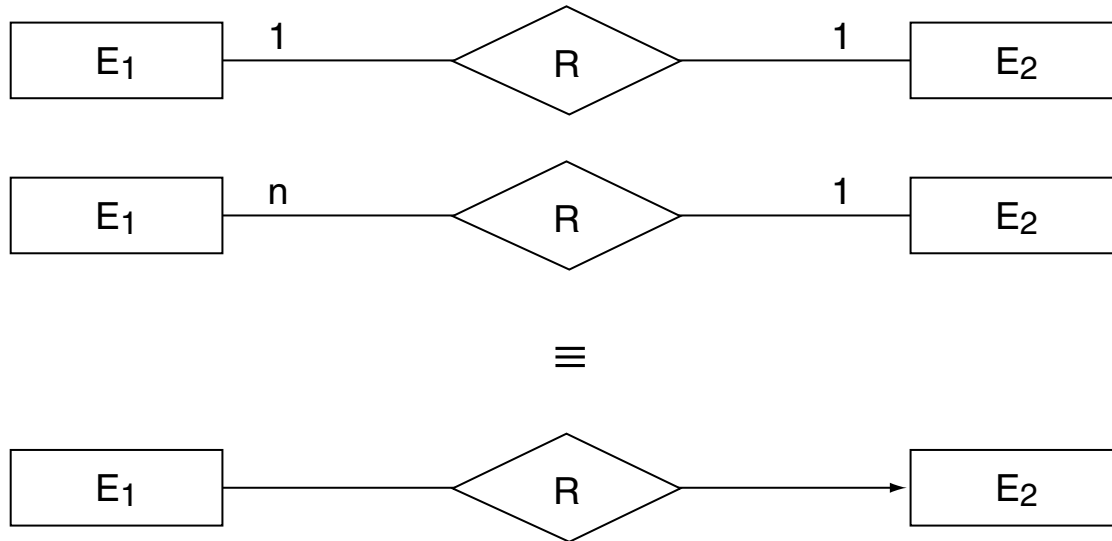
Funktionalitäten bei zweistelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)



# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei zweistelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Alternative graphische Darstellungen für zweistellige funktionale Beziehungen:





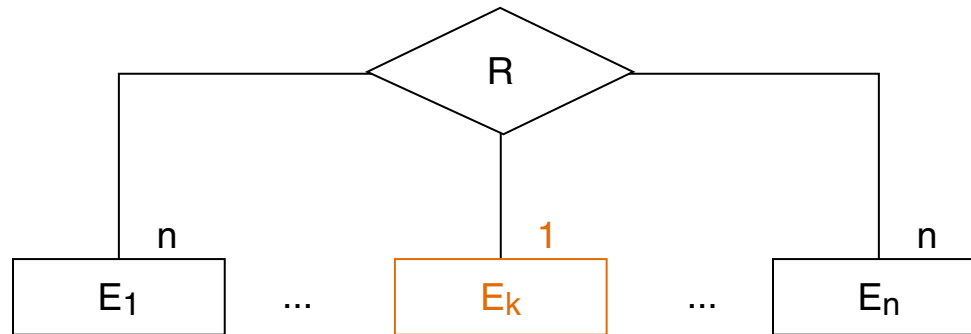
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Sei  $R$  eine Beziehung zwischen den Entity-Typen  $E_1, \dots, E_n$ , wobei die Funktionalität bei Entity-Typ  $E_k$ ,  $1 \leq k \leq n$ , mit 1 spezifiziert ist. Dann wird durch  $R$  folgende (partielle) Funktion vorgegeben:

$$R : E_1 \times \dots \times E_{k-1} \times E_{k+1} \times \dots \times E_n \rightarrow E_k$$

[Kemper/Eickler 2015]



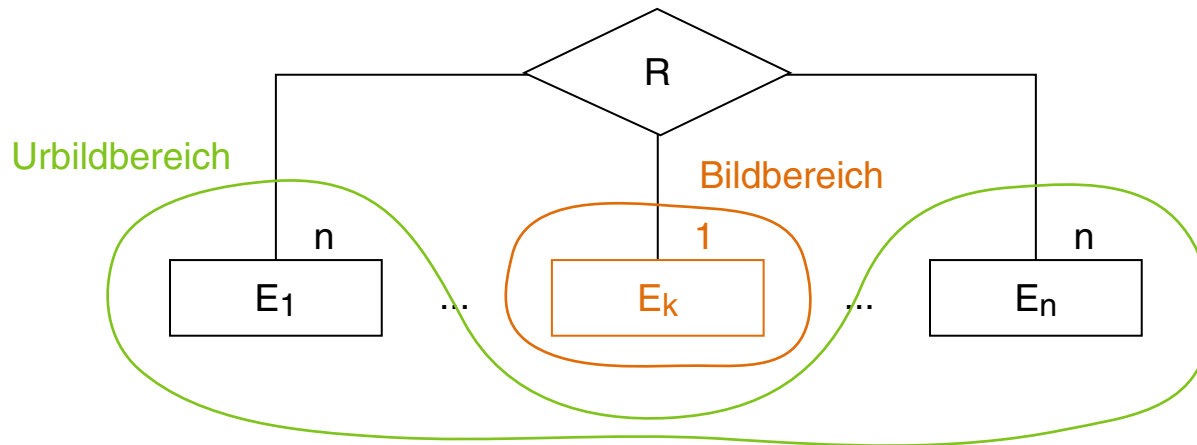
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Sei  $R$  eine Beziehung zwischen den Entity-Typen  $E_1, \dots, E_n$ , wobei die Funktionalität bei Entity-Typ  $E_k$ ,  $1 \leq k \leq n$ , mit 1 spezifiziert ist. Dann wird durch  $R$  folgende (partielle) Funktion vorgegeben:

$$R : E_1 \times \dots \times E_{k-1} \times E_{k+1} \times \dots \times E_n \rightarrow E_k$$

[Kemper/Eickler 2015]



## Bemerkungen:

- ❑  $n$ -stellige ( $n$ -äre) Beziehungstypen spezifizieren genau *die* Menge der Funktionen, für deren Signatur gilt: die Bildmenge besteht aus einem Entity-Typ mit der Kardinalität 1; die Urbildmenge ist das kartesische Produkt der restlichen  $n-1$  Entity-Typen.
- ❑ Diese Definition von  $n$ -stelligen Beziehungstypen erweitert die binären  $n:1$ -Beziehungen in kanonischer Weise. Dabei ist der 1-Entity-Typ der rechten Seite in der Rolle des rechten 1-Entity-Typs der binären Funktionalität; die restlichen  $n-1$  Entity-Typen sind zusammen in der Rolle des linken  $n$ -Entity-Typs der binären Funktionalität.
- ❑  $n$ -stellige Beziehungstypen sind in der Regel *keine* Kurzschreibweise von  $\binom{n}{2}$  binären Beziehungstypen. Selbst eine ternäre  $1:1:1$ -Relation  $R$  lässt sich nicht zwangsläufig verlustlos bzw. verbundtreu in binäre Beziehungstypen zerlegen.

# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Beispiel Prüfungsordnung (= Ausschnitt der realen Welt) :

- (a) Ein Student darf bei demselben Professor nur ein Seminarthema machen.
- (b) Ein Student darf dasselbe Thema nur einmal bearbeiten und nicht zu einem anderen Professor damit gehen.
- (c) Ein Professor kann dasselbe Thema an verschiedene Studenten vergeben.
- (d) Dasselbe Thema kann von verschiedenen Professoren vergeben werden.

Konzeptuelles Modell (= ER-Diagramm) :

?

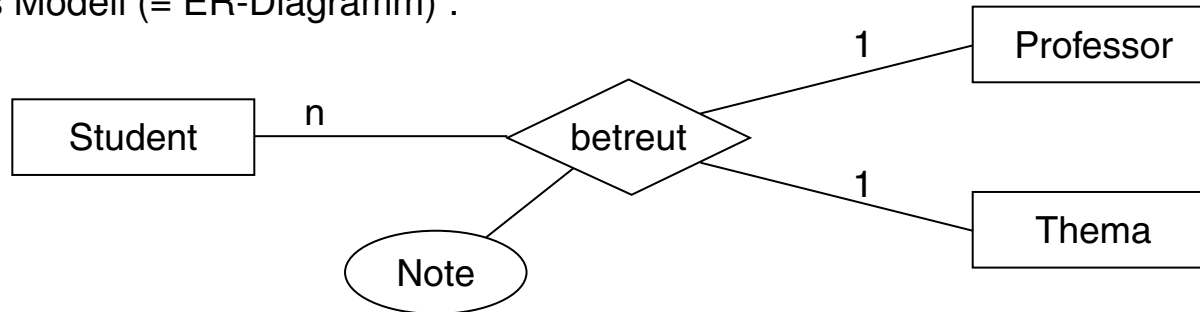
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Beispiel Prüfungsordnung (= Ausschnitt der realen Welt) :

- (a) Ein Student darf bei demselben Professor nur ein Seminarthema machen.
- (b) Ein Student darf dasselbe Thema nur einmal bearbeiten und nicht zu einem anderen Professor damit gehen.
- (c) Ein Professor kann dasselbe Thema an verschiedene Studenten vergeben.
- (d) Dasselbe Thema kann von verschiedenen Professoren vergeben werden.

Konzeptuelles Modell (= ER-Diagramm) :



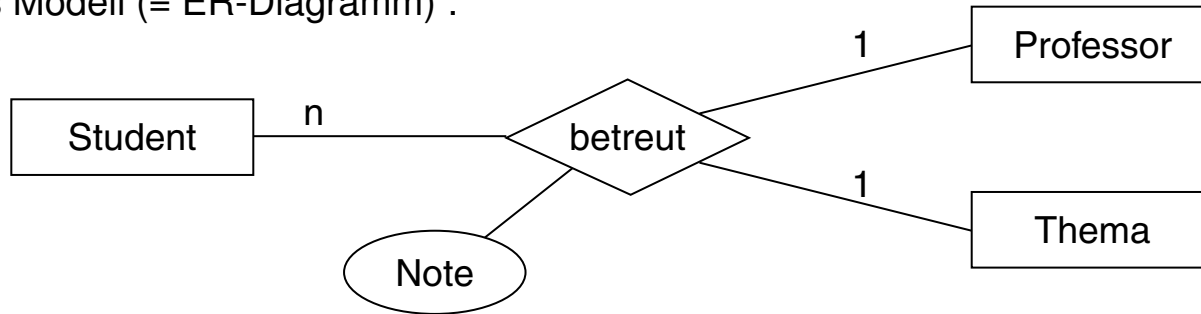
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Beispiel Prüfungsordnung (= Ausschnitt der realen Welt) :

- (a) Ein Student darf bei demselben Professor nur ein Seminarthema machen.
- (b) Ein Student darf dasselbe Thema nur einmal bearbeiten und nicht zu einem anderen Professor damit gehen.
- (c) Ein Professor kann dasselbe Thema an verschiedene Studenten vergeben.
- (d) Dasselbe Thema kann von verschiedenen Professoren vergeben werden.

Konzeptuelles Modell (= ER-Diagramm) :



Analyse des konzeptuellen Modells:

zu (a)

zu (b)

zu (c)

zu (d)

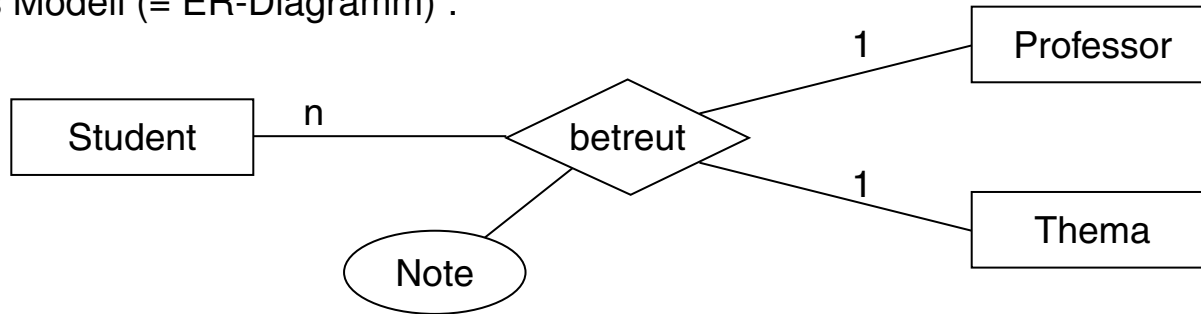
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Beispiel Prüfungsordnung (= Ausschnitt der realen Welt) :

- (a) Ein Student darf bei demselben Professor nur ein Seminarthema machen.
- (b) Ein Student darf dasselbe Thema nur einmal bearbeiten und nicht zu einem anderen Professor damit gehen.
- (c) Ein Professor kann dasselbe Thema an verschiedene Studenten vergeben.
- (d) Dasselbe Thema kann von verschiedenen Professoren vergeben werden.

Konzeptuelles Modell (= ER-Diagramm) :



Analyse des konzeptuellen Modells:

zu (a) Abgebildet durch  $betreut_{f_1} : Professor \times Student \rightarrow Thema$

zu (b)

zu (c)

zu (d)

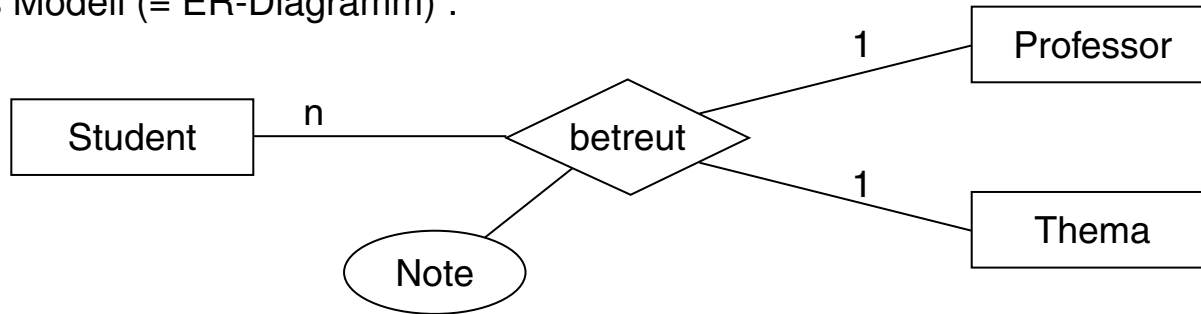
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Beispiel Prüfungsordnung (= Ausschnitt der realen Welt) :

- (a) Ein Student darf bei demselben Professor nur ein Seminarthema machen.
- (b) Ein Student darf dasselbe Thema nur einmal bearbeiten und nicht zu einem anderen Professor damit gehen.
- (c) Ein Professor kann dasselbe Thema an verschiedene Studenten vergeben.
- (d) Dasselbe Thema kann von verschiedenen Professoren vergeben werden.

Konzeptuelles Modell (= ER-Diagramm) :



Analyse des konzeptuellen Modells:

- zu (a) Abgebildet durch  $betreut_{f_1} : Professor \times Student \rightarrow Thema$
- zu (b) Abgebildet durch  $betreut_{f_2} : Thema \times Student \rightarrow Professor$
- zu (c)
- zu (d)



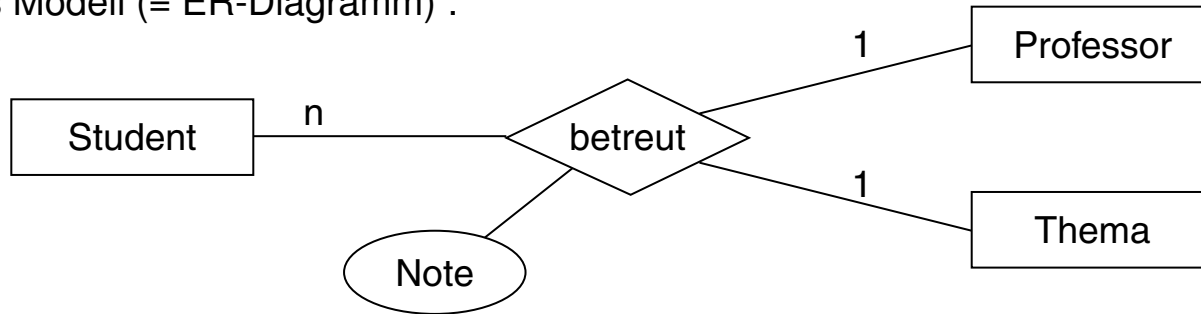
# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Funktionalitäten bei $n$ -stelligen Beziehungen (Formalismus I für Kardinalitäten)

Beispiel Prüfungsordnung (= Ausschnitt der realen Welt) :

- (a) Ein Student darf bei demselben Professor nur ein Seminarthema machen.
- (b) Ein Student darf dasselbe Thema nur einmal bearbeiten und nicht zu einem anderen Professor damit gehen.
- (c) Ein Professor kann dasselbe Thema an verschiedene Studenten vergeben.
- (d) Dasselbe Thema kann von verschiedenen Professoren vergeben werden.

Konzeptuelles Modell (= ER-Diagramm) :

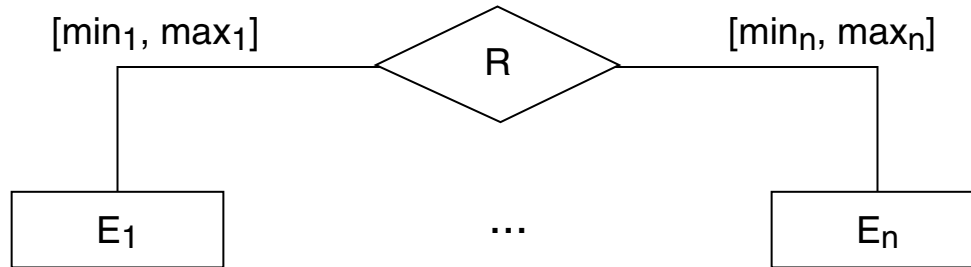


Analyse des konzeptuellen Modells:

- zu (a) Abgebildet durch  $betreut_{f_1} : Professor \times Student \rightarrow Thema$
- zu (b) Abgebildet durch  $betreut_{f_2} : Thema \times Student \rightarrow Professor$
- zu (c) Zugelassen durch  $betreut_{f_1}$ .
- zu (d) Zugelassen durch  $betreut_{f_2}$ .

# Charakterisierung von Beziehungstypen

$[min, max]$ -Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)

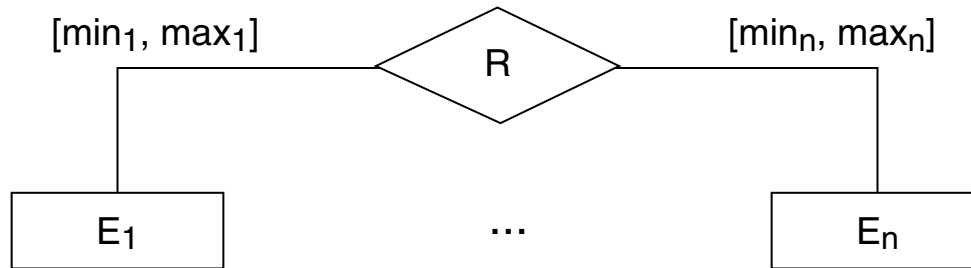


Schreibweise:

$$R(E_1[*min_1, max_1*], \dots, E_i[*min_i, max_i*], \dots, E_n[*min_n, max_n*])$$

# Charakterisierung von Beziehungstypen

$[min, max]$ -Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)



Schreibweise:

$$R(E_1[*min_1, max_1*], \dots, E_i[*min_i, max_i*], \dots, E_n[*min_n, max_n*])$$

Semantik der  $[min, max]$ -Notation:

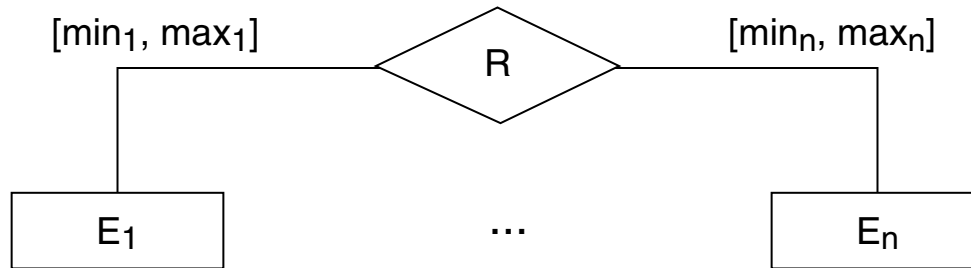
Die Anzahl der Beziehungsinstanzen vom Typ  $R$  mit Beteiligung der Instanz  $e$  vom Typ  $E_i$  ist zwischen  $min_i$  und  $max_i$ :

$$\forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall e \in \textit{state}(E_i) : \quad min_i \leq |\{t \in \textit{state}(R) \mid t.E_i = e\}| \leq max_i$$

$t.E_i$  bezeichnet die Projektion der Beziehungsinstanz  $t$  auf den Entity-Typ  $E_i$ .

# Charakterisierung von Beziehungstypen

$[min, max]$ -Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)



Schreibweise:

$$R(E_1[*min_1, max_1*], \dots, E_i[*min_i, max_i*], \dots, E_n[*min_n, max_n*])$$

Semantik der  $[min, max]$ -Notation:

Die **Anzahl der Beziehungsinstanzen** vom Typ  $R$  mit Beteiligung der Instanz  $e$  vom Typ  $E_i$  ist zwischen  $min_i$  und  $max_i$ :

$$\forall i \in \{1, \dots, n\} \quad \forall e \in state(E_i) : min_i \leq |\{t \in state(R) \mid t.E_i = e\}| \leq max_i$$

$t.E_i$  bezeichnet die Projektion der Beziehungsinstanz  $t$  auf den Entity-Typ  $E_i$ .

# Charakterisierung von Beziehungstypen

[*min*, *max*]-Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)

Beispiele:

□ *arbeitet\_in*(Mitarbeiter, Raum)

„Mitarbeitern ist ein oder kein Raum zugeordnet. Pro Raum gibt es höchstens drei Mitarbeiter.“

# Charakterisierung von Beziehungstypen

$[min, max]$ -Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)

Beispiele:

□ *arbeitet\_in*(Mitarbeiter  $[0,1]$ , Raum  $[0,3]$ )

„Mitarbeitern ist ein oder kein Raum zugeordnet. Pro Raum gibt es höchstens drei Mitarbeiter.“

# Charakterisierung von Beziehungstypen

[*min*, *max*]-Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)

Beispiele:

□ *arbeitet\_in*(Mitarbeiter [0,1], Raum [0,3])

„Mitarbeitern ist ein oder kein Raum zugeordnet. Pro Raum gibt es höchstens drei Mitarbeiter.“

$$state(Mitarbeiter) = \{m_1, m_2, m_3, m_4, m_5, m_6\}$$

$$state(Raum) = \{r_1, r_2, r_3\}$$

$$state(arbeitet\_in) = \{(m_1, r_1), (m_2, r_1), (m_3, r_1), (m_5, r_3)\}$$

# Charakterisierung von Beziehungstypen

[*min*, *max*]-Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)

Beispiele:

□ *arbeitet\_in*(Mitarbeiter [0,1], Raum [0,3])

„Mitarbeitern ist ein oder kein Raum zugeordnet. Pro Raum gibt es höchstens drei Mitarbeiter.“

$$state(Mitarbeiter) = \{ \overset{1}{m_1}, \overset{1}{m_2}, \overset{1}{m_3}, \overset{0}{m_4}, \overset{1}{m_5}, \overset{0}{m_6} \}$$

$$state(Raum) = \{ \overset{3}{r_1}, \overset{0}{r_2}, \overset{1}{r_3} \}$$

$$state(arbeitet\_in) = \{ (m_1, r_1), (m_2, r_1), (m_3, r_1), (m_5, r_3) \}$$



# Charakterisierung von Beziehungstypen

[*min*, *max*]-Notation (Formalismus II für Kardinalitäten)

Beispiele:

- *arbeitet\_in*(Mitarbeiter [0,1], Raum [0,3])

„Mitarbeitern ist ein oder kein Raum zugeordnet. Pro Raum gibt es höchstens drei Mitarbeiter.“

$$state(Mitarbeiter) = \{ \overset{1}{m_1}, \overset{1}{m_2}, \overset{1}{m_3}, \overset{0}{m_4}, \overset{1}{m_5}, \overset{0}{m_6} \}$$

$$state(Raum) = \{ \overset{3}{r_1}, \overset{0}{r_2}, \overset{1}{r_3} \}$$

$$state(arbeitet\_in) = \{ (m_1, r_1), (m_2, r_1), (m_3, r_1), (m_5, r_3) \}$$

- *verantwortlich\_für*(Mitarbeiter[0,\*], Computer[1,1])

„Es gibt Mitarbeiter, die für keinen Computer verantwortlich sind – aber auch Mitarbeiter, die für mehrere Computer verantwortlich sind. Jedem Computer ist genau ein Mitarbeiter zugeordnet, der verantwortlich für diesen Computer ist.“

## Bemerkungen:

- ❑ Eine spezielle Wertangabe für  $\max_i$  ist  $*$ . Sie dient zum Anzeigen einer unbegrenzten Anzahl.
- ❑  $[0, *]$  bedeutet keine Einschränkung und ist die Standardannahme, wenn keine Kardinalitäten angegeben sind.
- ❑  $R(E_1[0, 1], E_2)$  entspricht einer *partiellen funktionalen* Beziehung  $R : E_1 \rightarrow E_2$ .
- ❑  $R(E_1[1, 1], E_2)$  entspricht einer *totalen funktionalen* Beziehung  $R : E_1 \rightarrow E_2$ .
- ❑ Die Kardinalitätsangabe auf der rechten Seite verrät auch etwas über die Surjektivität der Abbildung:  $[0, *]$  bedeutet, dass nicht jedes Element in einer Beziehung stehen muss;  $[1, *]$  bedeutet, dass jedes Element erreicht wird, die Funktion also surjektiv ist.

# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Formalismus I versus Formalismus II

Unterschied in der Semantik:

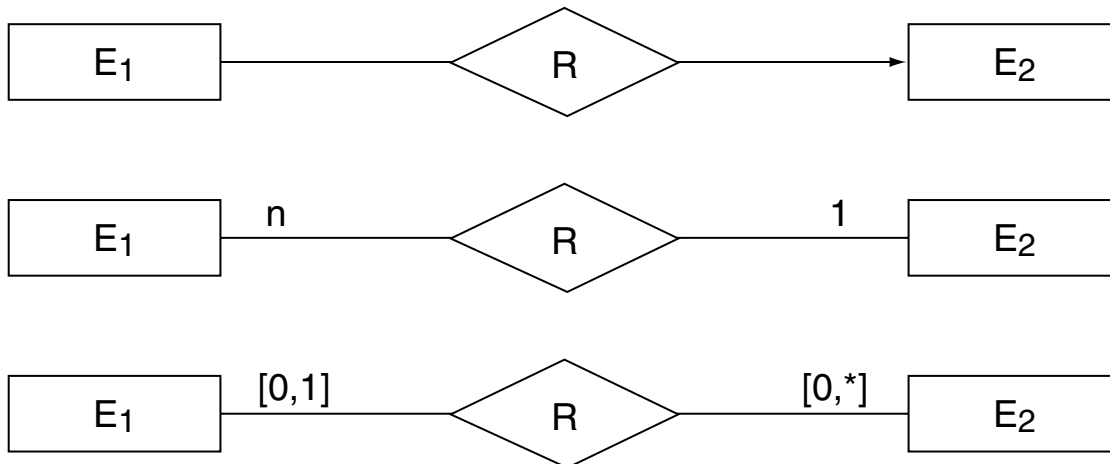
- ❑ Die Semantik der Kardinalitäten bei Formalismus I bezieht sich auf **Instanzen von Entity-Typen**.
- ❑ Die Semantik der Kardinalitäten bei Formalismus II ( $[min, max]$ -Notation) bezieht sich auf **Instanzen von Beziehungstypen**.

# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Formalismus I versus Formalismus II

Unterschied in der Semantik:

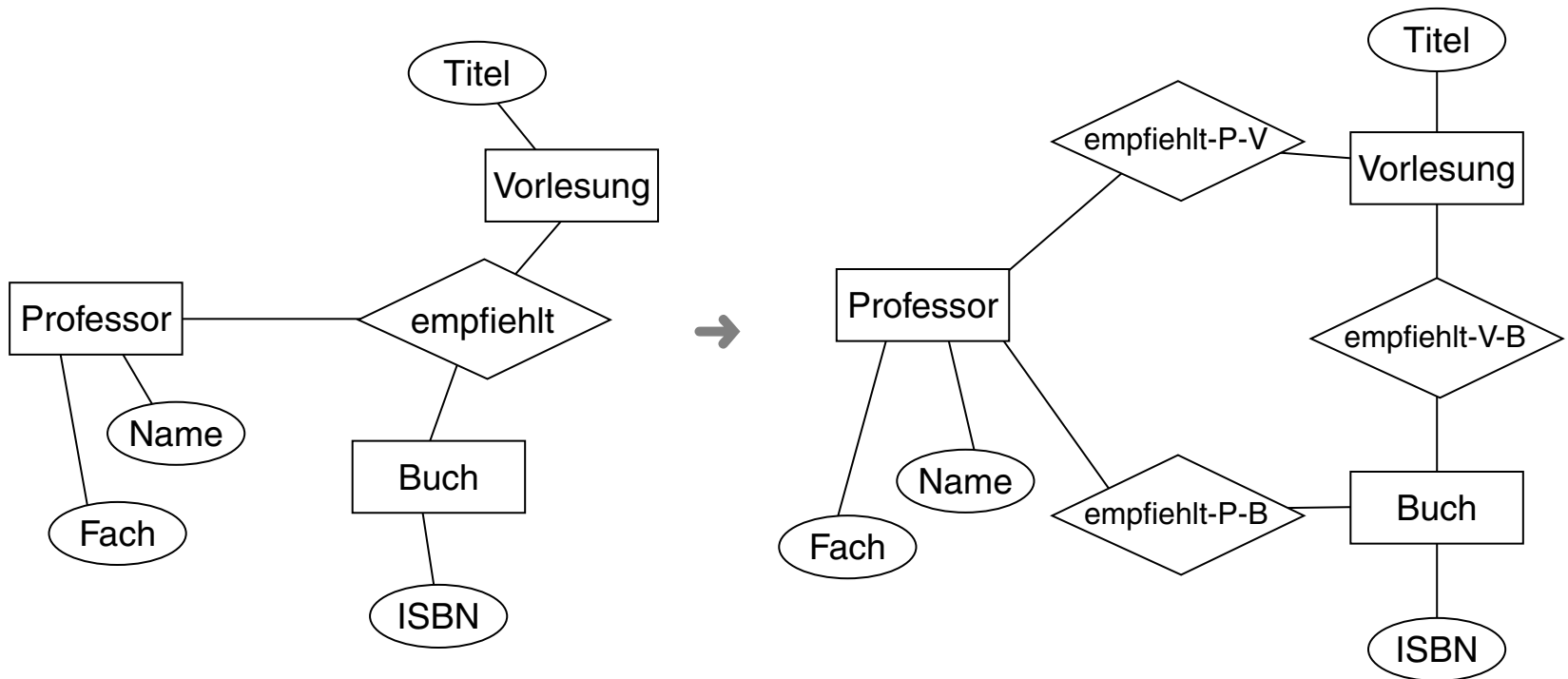
- ❑ Die Semantik der Kardinalitäten bei Formalismus I bezieht sich auf **Instanzen von Entity-Typen**.
- ❑ Die Semantik der Kardinalitäten bei Formalismus II ( $[min, max]$ -Notation) bezieht sich auf **Instanzen von Beziehungstypen**.
- ❑ Somit kann eine partielle Funktion  $R : E_1 \rightarrow E_2$  graphisch u.a. auf folgende Arten dargestellt werden:



# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Umwandlung $n$ -stelliger Beziehungen

Beispiel für die Umwandlung einer dreistelligen Beziehung in drei zweistellige Beziehungen:



# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Umwandlung $n$ -stelliger Beziehungen (Fortsetzung)

ursprünglicher Zustand:

empfiehlt		
Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
Pearl	Datenbanken	0-341...
Pearl	IT-Systeme	2-305...
Graham	Datenbanken	2-305...
Graham	IT-Systeme	2-305...



Zustände der drei zweistelligen Beziehungen:

empfiehlt-P-V	
Professor	Vorlesung
Pearl	Datenbanken
Pearl	IT-Systeme
Graham	Datenbanken
Graham	IT-Systeme

empfiehlt-P-B	
Professor	Buch (ISBN)
Pearl	0-341...
Pearl	2-305...
Graham	2-305...

empfiehlt-V-B	
Vorlesung	Buch (ISBN)
Datenbanken	0-341...
IT-Systeme	2-305...
Datenbanken	2-305...

# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Umwandlung $n$ -stelliger Beziehungen (Fortsetzung)

ursprünglicher Zustand:

empfiehlt		
Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
Pearl	Datenbanken	0-341...
Pearl	IT-Systeme	2-305...
Graham	Datenbanken	2-305...
Graham	IT-Systeme	2-305...



Zustände der drei zweistelligen Beziehungen:

empfiehlt-P-V	
Professor	Vorlesung
Pearl	Datenbanken
Pearl	IT-Systeme
Graham	Datenbanken
Graham	IT-Systeme

empfiehlt-P-B	
Professor	Buch (ISBN)
Pearl	0-341...
Pearl	2-305...
Graham	2-305...

empfiehlt-V-B	
Vorlesung	Buch (ISBN)
Datenbanken	0-341...
IT-Systeme	2-305...
Datenbanken	2-305...

# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Umwandlung $n$ -stelliger Beziehungen (Fortsetzung)

ursprünglicher Zustand:

empfiehlt		
Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
Pearl	Datenbanken	0-341...
Pearl	IT-Systeme	2-305...
Graham	Datenbanken	2-305...
Graham	IT-Systeme	2-305...
<b>Pearl</b>	<b>Datenbanken</b>	<b>2-305...</b>



Problem 1

Zustände der drei zweistelligen Beziehungen:

empfiehlt-P-V	
Professor	Vorlesung
Pearl	Datenbanken
Pearl	IT-Systeme
Graham	Datenbanken
Graham	IT-Systeme

empfiehlt-P-B	
Professor	Buch (ISBN)
Pearl	0-341...
Pearl	2-305...
Graham	2-305...

empfiehlt-V-B	
Vorlesung	Buch (ISBN)
Datenbanken	0-341...
IT-Systeme	2-305...
Datenbanken	2-305...



# Charakterisierung von Beziehungstypen

## Umwandlung $n$ -stelliger Beziehungen (Fortsetzung)

ursprünglicher Zustand:

empfiehl		
Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
?		



Problem 2

Zustände der drei zweistelligen Beziehungen:

empfiehl-P-V	
Professor	Vorlesung
Pearl	Datenbanken
Pearl	IT-Systeme
Graham	Datenbanken
Graham	IT-Systeme

empfiehl-P-B	
Professor	Buch (ISBN)
Pearl	0-341...
Pearl	2-305...
Graham	2-305...

empfiehl-V-B	
Vorlesung	Buch (ISBN)
Datenbanken	0-341...
IT-Systeme	2-305...
Datenbanken	2-305...
<hr/>	
<b>Web-Services</b>	<b>1-100</b>

## Bemerkungen:

- ❑ Verschiedene Zustände der dreistelligen Relation (oben) bilden auf dieselben zweistelligen Relationen (unten) ab. Bei der Umkehrung dieser Zerlegung (von unten nach oben) können zusätzliche Tupel entstehen.
- ❑ Die illustrierte Problematik wird als die Eigenschaft der *Verlustlosigkeit* bzw. *Verbundtreue* in der Entwurfstheorie relationaler Datenbanken behandelt.
- ❑ Die im [Beispiel](#) durchgeführte Zerlegung ist nicht verlustlos: verloren gegangen ist die Information, dass Pearl das Buch 2-305 für IT-Systeme, aber nicht für Datenbanken empfiehlt. D.h., Anfragen auf der Datenbank mit dem zerlegten Schema können (ungewollter Weise) zu anderen Ergebnissen als auf der ursprünglichen Datenbank führen.
- ❑ Mit den drei zweistelligen Beziehungstypen können (ungewollter Weise) auch Zusammenhänge abgebildet werden, die vorher in der dreistelligen Relation nicht möglich waren: ein Buch (1-100) wird für eine Vorlesung (Web-Services) empfohlen, für die keine Professorin angegeben ist.
- ❑ Manche Datenbanksysteme bieten für die Modellierung ausschließlich binäre Beziehungstypen an.

## II. Konzeptueller Datenbankentwurf

- ☐ Entwurfsprozess
- ☐ Datenbankmodelle
- ☐ Einführung in das Entity-Relationship-Modell
- ☐ ER-Konzepte und ihre Semantik
- ☐ Charakterisierung von Beziehungstypen
- ☐ Weitere ER-Konzepte
- ☐ Konsolidierung, Sichtenintegration
- ☐ Konzeptuelle Modellierung mit UML

# Weitere ER-Konzepte

## Existenzabhängige Entity-Typen

Bisher vorausgesetzt: Entities existieren autonom und sind innerhalb ihres Typs über die Schlüsselattribute eindeutig identifizierbar.

Aus Modellierungssicht sind auch Entity-Typen sinnvoll, die

1. von einem anderen, **übergeordneten Entity-Typ** abhängig sind, und
2. *in Kombination* mit dem Schlüssel des übergeordneten Entity-Typs eindeutig identifizierbar sind.

# Weitere ER-Konzepte

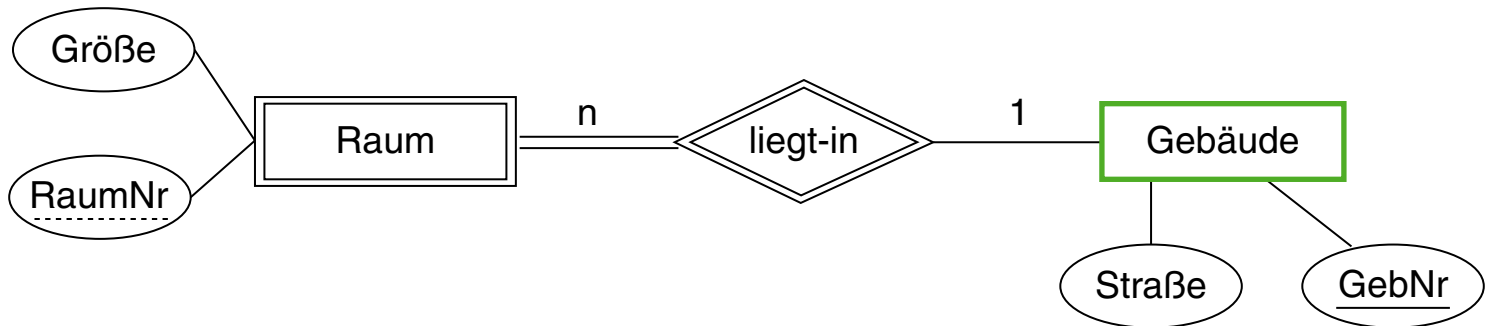
## Existenzabhängige Entity-Typen (Fortsetzung)

Bisher vorausgesetzt: Entities existieren autonom und sind innerhalb ihres Typs über die Schlüsselattribute eindeutig identifizierbar.

Aus Modellierungssicht sind auch Entity-Typen sinnvoll, die

1. von einem anderen, **übergeordneten Entity-Typ** abhängig sind, und
2. *in Kombination* mit dem Schlüssel des übergeordneten Entity-Typs eindeutig identifizierbar sind.

Beispiel:



## Bemerkungen:

- ❑ Existenzabhängige Entity-Typen werden auch als *schwache* Entity-Typen bezeichnet.
- ❑ Existenzabhängige Entity-Typen werden durch doppelt umrandete Rechtecke, die Beziehung zu dem übergeordneten Entity-Typ durch eine doppelt umrandete Raute und die zugehörige Kante durch eine Doppellinie repräsentiert.
- ❑ Die Beziehung eines existenzabhängigen Entity-Typs zu dem übergeordneten Entity-Typ ist meist n:1, manchmal 1:1, aber nie n:m.
- ❑ Existenzabhängige Entity-Typen haben im Allgemeinen keinen Schlüssel, der alle Entities eindeutig identifiziert. Stattdessen gibt es ein Attribut (bzw. eine Menge von Attributen), das alle existenzabhängigen Entities, die *einem* übergeordneten Entity zugeordnet sind, voneinander unterscheidet. Diese Attribute werden im ER-Diagramm gestrichelt unterstrichen.  
Im Beispiel dient das Attribut „RaumNR“ zur Unterscheidung aller Räume *eines* Gebäudes.

# Weitere ER-Konzepte

## Generalisierung / Spezialisierung

Die Generalisierung wird im konzeptuellen Entwurf eingesetzt, um eine bessere – im Sinne von „natürlichere“ – Strukturierung der Entity-Typen zu erzielen.

Vorgehensweise:

- ❑ Die Eigenschaften ähnlicher Entity-Typen werden „faktoriert“ und einem gemeinsamen *Obertyp* zugeordnet.
- ❑ Eigenschaften, die nicht faktorisierbar sind, verbleiben beim jeweiligen *Untertyp*, der somit eine Spezialisierung des Obertyps darstellt.

# Weitere ER-Konzepte

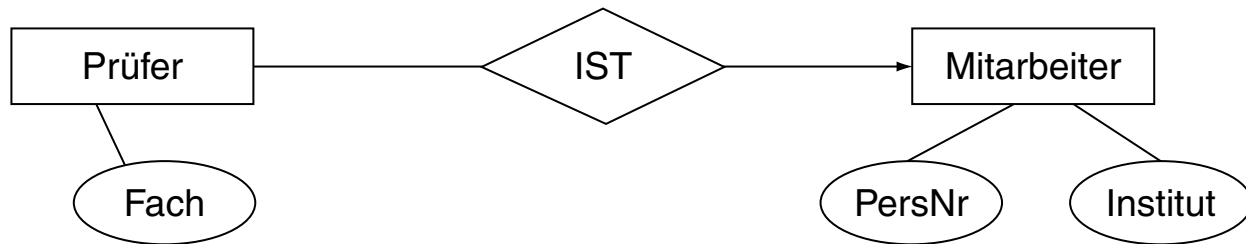
## Generalisierung / Spezialisierung (Fortsetzung)

Die Generalisierung wird im konzeptuellen Entwurf eingesetzt, um eine bessere – im Sinne von „natürlichere“ – Strukturierung der Entity-Typen zu erzielen.

Vorgehensweise:

- ❑ Die Eigenschaften ähnlicher Entity-Typen werden „faktoriert“ und einem gemeinsamen *Obertyp* zugeordnet.
- ❑ Eigenschaften, die nicht faktorisierbar sind, verbleiben beim jeweiligen *Untertyp*, der somit eine Spezialisierung des Obertyps darstellt.

Beispiel:



$Prüfer( \underbrace{Institut, PersNr}_{\text{geerbt von Mitarbeiter}}, Fach)$

geerbt von Mitarbeiter



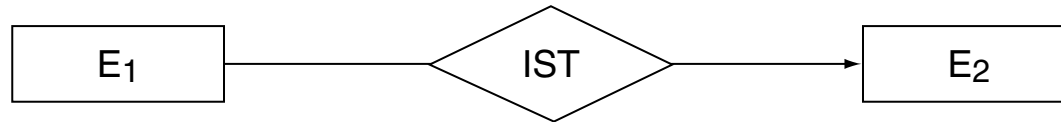
## Bemerkungen:

- ❑ Im Beispiel ist „Mitarbeiter“ der generellere Obertyp und „Prüfer“ der speziellere Untertyp.
- ❑ Ein wichtiges Prinzip der Generalisierung ist die Vererbung: ein Untertyp erbt alle Eigenschaften des Obertyps.
- ❑ Bei der Übersetzung in das Relationenmodell werden Generalisierungsbeziehungen besonders behandelt.

# Weitere ER-Konzepte

## Generalisierung / Spezialisierung (Fortsetzung)

Die Entities eines Untertyps sind gleichzeitig Entities des Obertyps; es handelt sich also um eine Teilmengenbeziehung:  $state(E_1) \subseteq state(E_2)$



Schreibweise:  $E_1$  IST  $E_2$

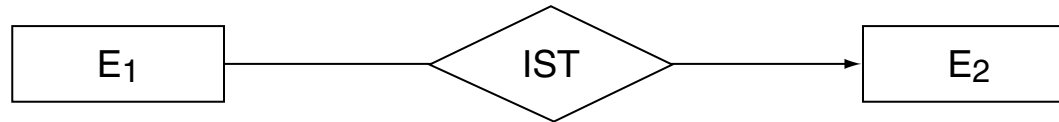
Hinsichtlich der Teilmengensicht sind zwei Fälle von besonderem Interesse:

1. Disjunkte Spezialisierung
2. Vollständige Spezialisierung

# Weitere ER-Konzepte

## Generalisierung / Spezialisierung (Fortsetzung)

Die Entities eines Untertyps sind gleichzeitig Entities des Obertyps; es handelt sich also um eine Teilmengenbeziehung:  $state(E_1) \subseteq state(E_2)$



Schreibweise:  $E_1$  IST  $E_2$

Hinsichtlich der Teilmengensicht sind zwei Fälle von besonderem Interesse:

### 1. Disjunkte Spezialisierung

Die Mengen der Entity-Untertypen eines Entity-Obertyps sind paarweise disjunkt.

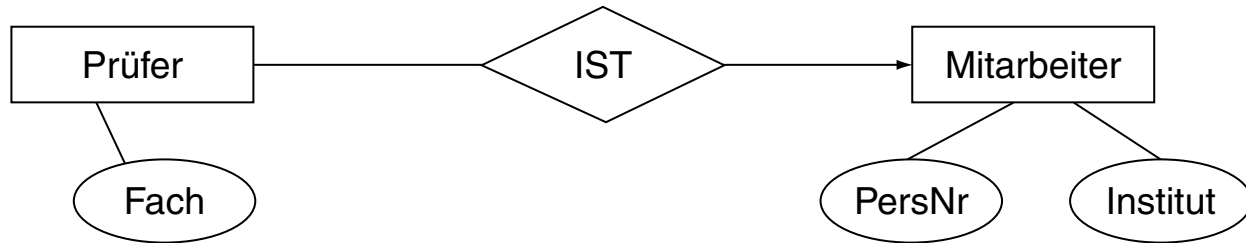
### 2. Vollständige Spezialisierung

Die Menge des Entity-Obertyps enthält keine unspezialisierten Elemente sondern ergibt sich vollständig durch die Vereinigung der Mengen der Entity-Untertypen.

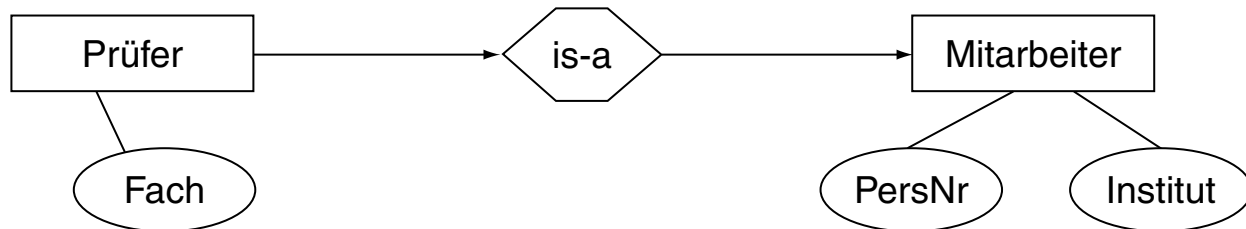
# Weitere ER-Konzepte

## Generalisierung / Spezialisierung (Fortsetzung)

Graphische Notation als Standard-Beziehungstyp:



Alternative graphische Notation:



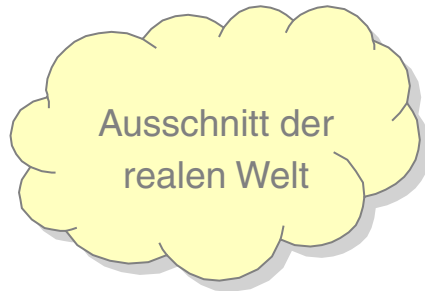
## Bemerkungen:

- ❑ Die Grenzen der graphischen Notation im ER-Modell werden bspw. für das Formulieren von Integritätsbedingungen bei Operationen erreicht. Solche notiert man üblicherweise in Textform zusätzlich zu dem ER-Modell; bspw., dass die Werte eines potenziellen Attributs „Gehalt“ bei Änderungen nur steigen dürfen.

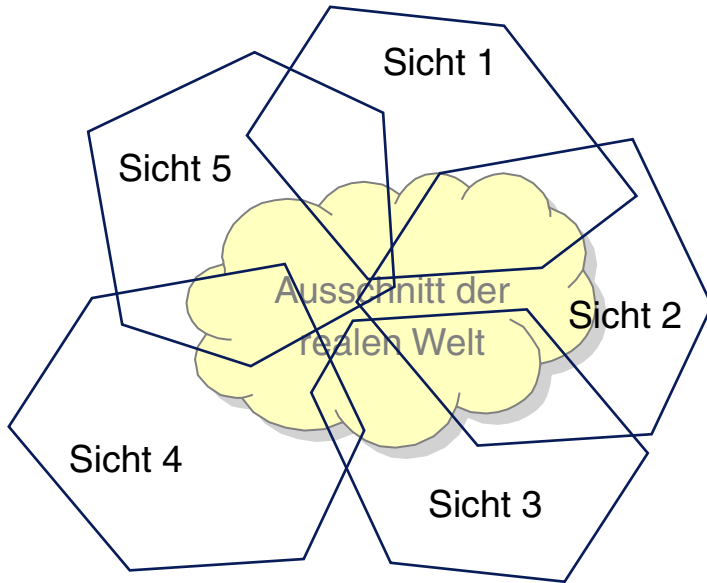
## II. Konzeptueller Datenbankentwurf

- ☐ Entwurfsprozess
- ☐ Datenbankmodelle
- ☐ Einführung in das Entity-Relationship-Modell
- ☐ ER-Konzepte und ihre Semantik
- ☐ Charakterisierung von Beziehungstypen
- ☐ Weitere ER-Konzepte
- ☐ **Konsolidierung, Sichtenintegration**
- ☐ Konzeptuelle Modellierung mit UML

# Konsolidierung, Sichtenintegration



# Konsolidierung, Sichtenintegration



Konsolidierung



## globales Schema

- ❑ redundanzfrei
- ❑ widerspruchsfrei
- ❑ Synonyme bereinigt
- ❑ Homonyme bereinigt
- ❑ ...



- ❑ Bei großen Anwendungen ist es nicht praktikabel, den konzeptuellen Entwurf in einem Schritt durchzuführen. Sinnvoll ist die Aufteilung des Modellierungsproblems nach Anwendergruppen, die jeweils ihre Sicht auf das Gesamtmodell beschreiben.
- ❑ Konsolidierung bedeutet die Zusammenfassung einzelner Sichten zu einem globalen Schema, das u.a. redundanz- und widerspruchsfrei ist.
- ❑ Bei der Konsolidierung einer großen Anwendung sollte man schrittweise vorgehen und jeweils nur zwei Teilschemata gleichzeitig betrachten.
- ❑ Typische Problemfälle, die bei einer Konsolidierung zu behandeln sind:
  - unterschiedliche Benennung gleicher Sachverhalte (Synonyme)
  - gleiche Benennung unterschiedlicher Sachverhalte (Homonyme)
  - Sachverhalt einmal als Entity-Typ und ein andermal als Beziehungstyp modelliert (struktureller Widerspruch)
  - widersprüchliche Funktionalitätsangaben
  - unpassende Datentypen
  - nicht sachlogisch motivierte Schlüsselattribute

# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank

Erstellung von  
Dokumenten

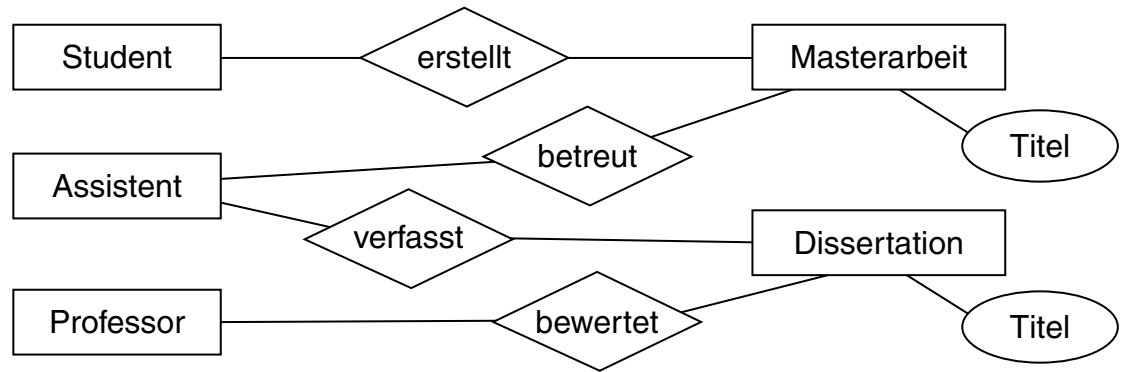
Bibliotheks  
-verwaltung

Buchempfehlungen

# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

Erstellung von  
Dokumenten



Bibliotheks  
-verwaltung

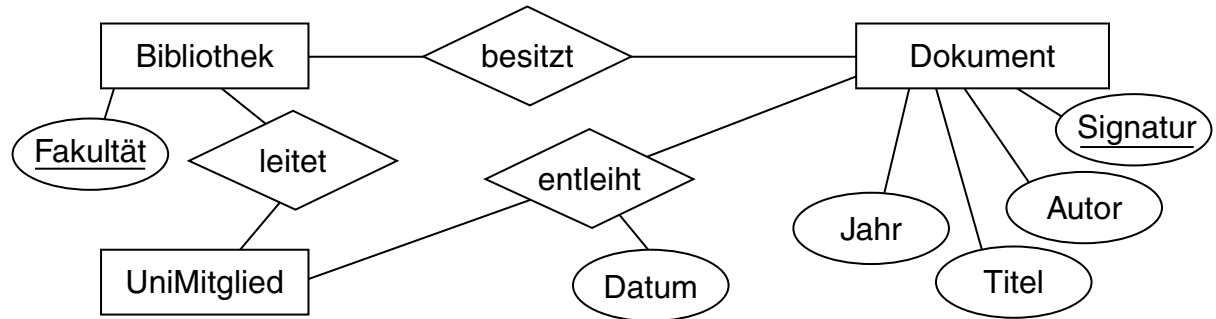
Buchempfehlungen

# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

Erstellung von  
Dokumenten

Bibliotheks-  
verwaltung



Buchempfehlungen

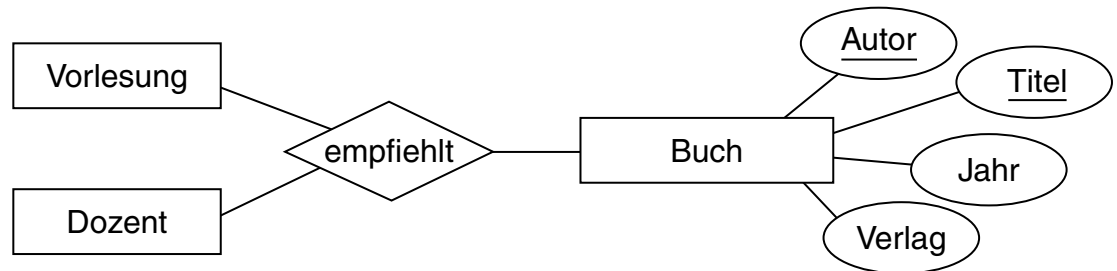
# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

Erstellung von  
Dokumenten

Bibliotheks-  
verwaltung

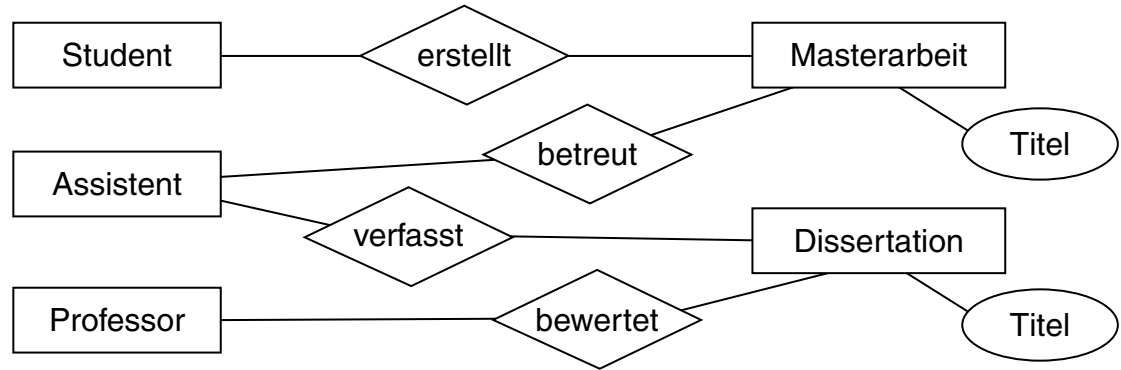
Buchempfehlungen



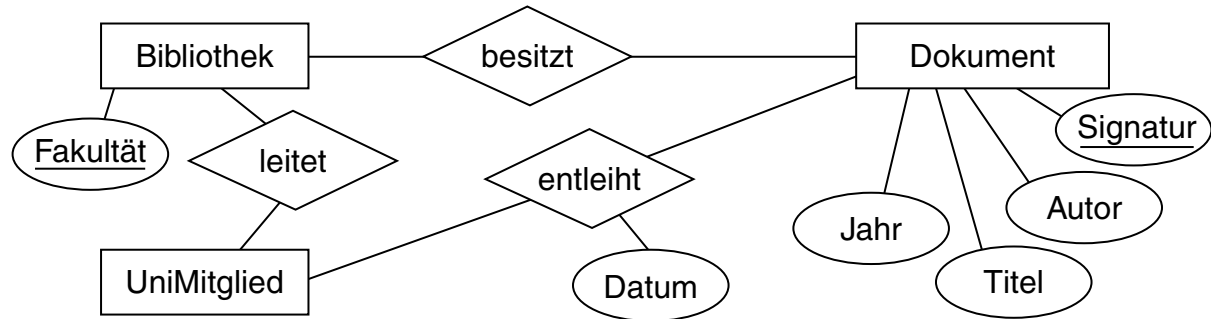
# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

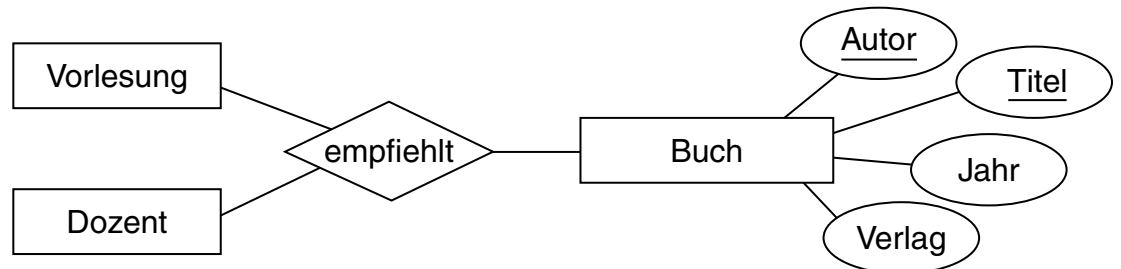
Erstellung von Dokumenten



Bibliotheks-verwaltung



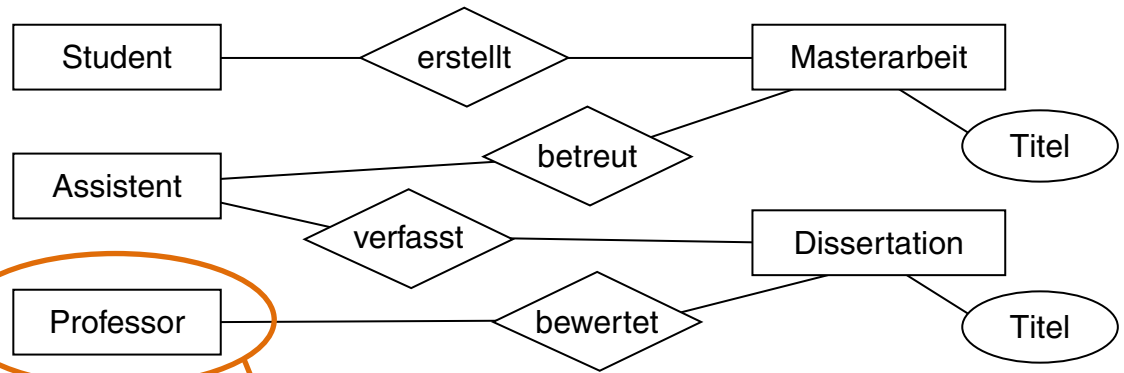
Buchempfehlungen



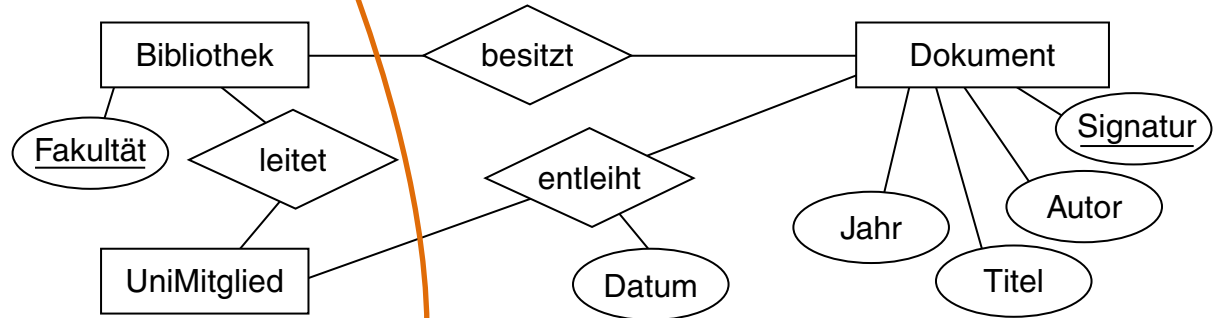
# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

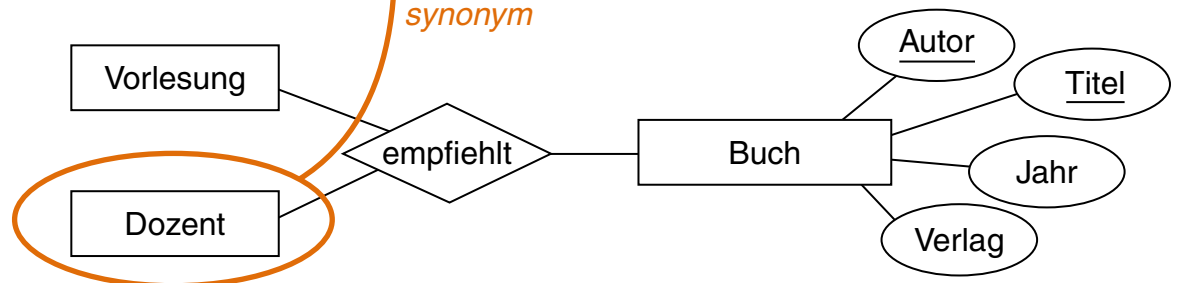
Erstellung von Dokumenten



Bibliotheksverwaltung



Buchempfehlungen

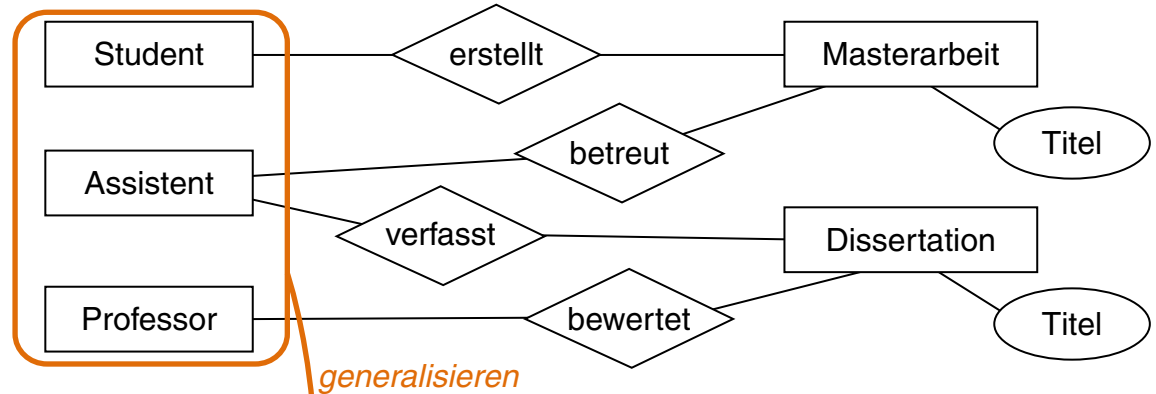


*synonym*

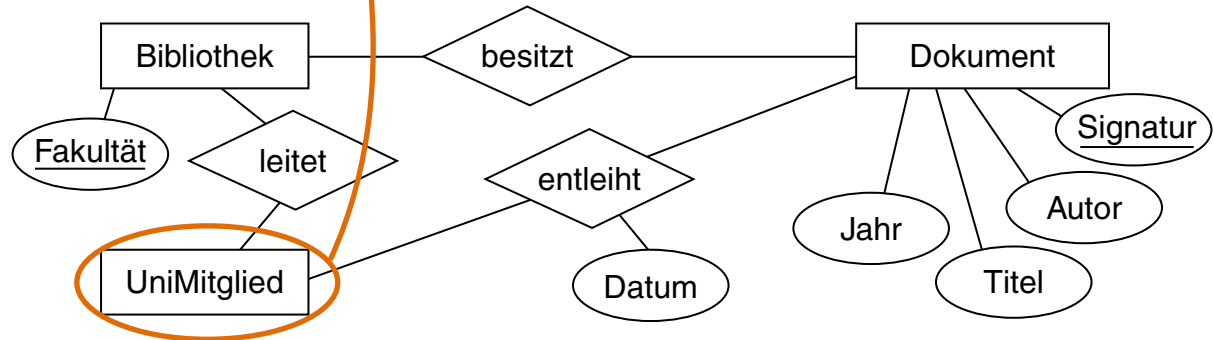
# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

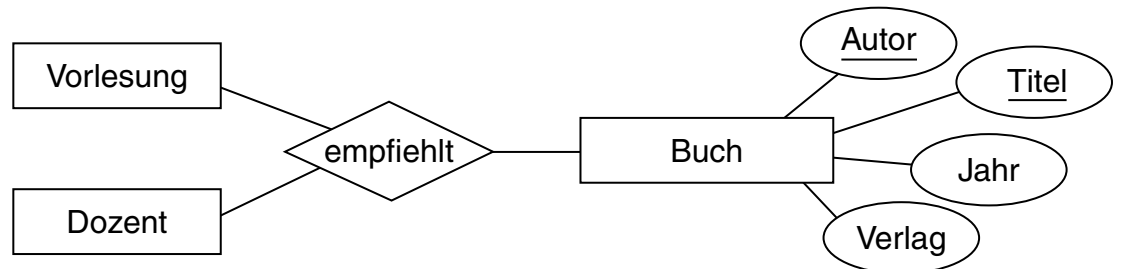
Erstellung von Dokumenten



Bibliotheks-verwaltung



Buchempfehlungen

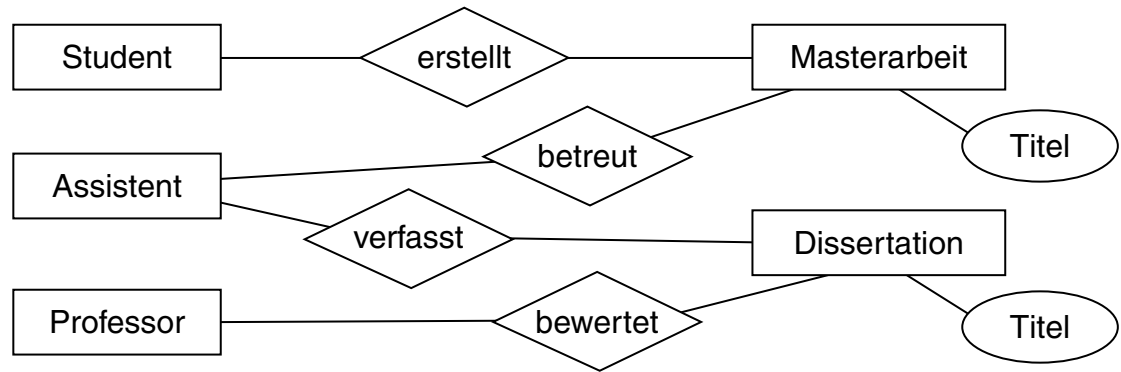




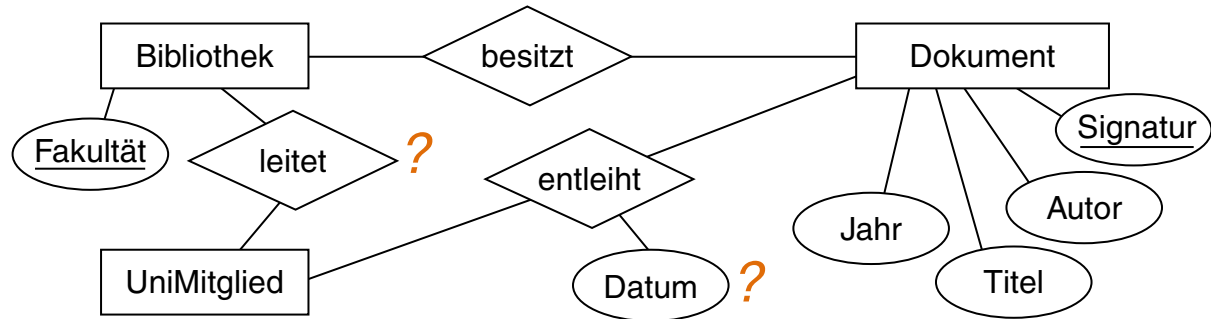
# Konsolidierung, Sichtenintegration

Beispiel: drei Sichten einer Universitätsdatenbank (Fortsetzung)

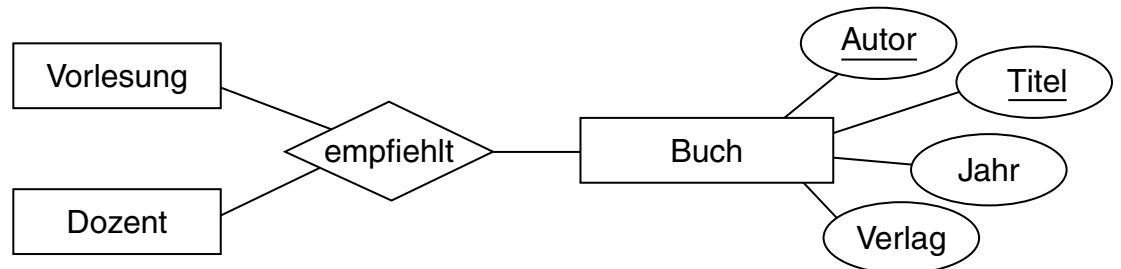
Erstellung von Dokumenten



Bibliotheks-verwaltung



Buchempfehlungen



## Bemerkungen:

- ❑ Aufgabe ist die Konsolidierung dieser Sichten in *ein* Schema.
- ❑ Die Entity-Typen „Dozent“ und „Professor“ sind synonym verwendet worden.
- ❑ Der Entity-Typ „UniMitglied“ ist eine Generalisierung der Entity-Typen „Student“, „Professor“ und „Assistent“.
- ❑ Fakultätsbibliotheken werden von Angestellten und nicht von Studierenden geleitet: der Beziehungstyp „leitet“ in Sicht 2 sollte revidiert werden.
- ❑ Entleihungsdatum sollte beim Entleihen immer auf das aktuelle Datum gesetzt werden (Integritätsbedingung, die verbal formuliert werden müsste).
- ❑ Die Entity-Typen „Dissertation“, „Masterarbeit“ und „Buch“ sind Spezialisierungen des Entity-Typs „Dokument“.
- ❑ Alle an der Universität erstellten Diplomarbeiten und Dissertationen werden in Bibliotheken verwaltet.
- ❑ Die Beziehungstypen „erstellt“ und „verfasst“ in Sicht 1 modellieren denselben Sachverhalt wie das Attribut „Autor“ vom Entity-Typ „Dokument“ in Sicht 2.
- ❑ Alle in einer Bibliothek verwalteten Dokumente werden durch ihre Signatur identifiziert.