

Datenbanksysteme

Kapitel 4: Datenbankmodelle für den Entwurf

Lehrstuhl für Systeme der Informationsverwaltung, Fakultät für Informatik



Photo by Emily Barney

Warum dieses Kapitel? (1)

- Voriges Kapitel –
Trennung zwischen Schema und Ausprägung.
- ‚Entwurf‘ heißt hier: Wie sieht das Schema aus?

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Warum dieses Kapitel? (2)

- Wichtigkeit des Themas (Fortsetzung):
 - Es gibt *standardisierte* Notationen für Entwurfsergebnisse auf hoher Ebene.
 - Kommunikation mit anderen Beteiligten leichter,
 - Werkzeug-Unterstützung bei Verfeinerung und Implementierung sowie Verwaltung der Entwurfsergebnisse.
- Es gibt Qualitätskriterien für Entwurf;
Theorie hierzu basiert auf diesem und folgenden Kapiteln.

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Entity-Relationship-Modelle

(P. P. Chen im Jahre 1976)

■ Entity:

Objekt der realen oder der Vorstellungswelt, über das Informationen zu speichern sind, z. B. Vorlesung, Buch, Lehrperson, Prüfungen;

■ Relationship:

Beziehung zwischen Entities, z. B. eine Lehrperson hält eine Vorlesung,

■ Attribut:

Eigenschaft von Entities oder Beziehungen, z. B.

- die ISBN eines Buchs,
- Semester, in dem Vorlesung gehalten wird.

■ Fokus auf statischen Aspekten.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

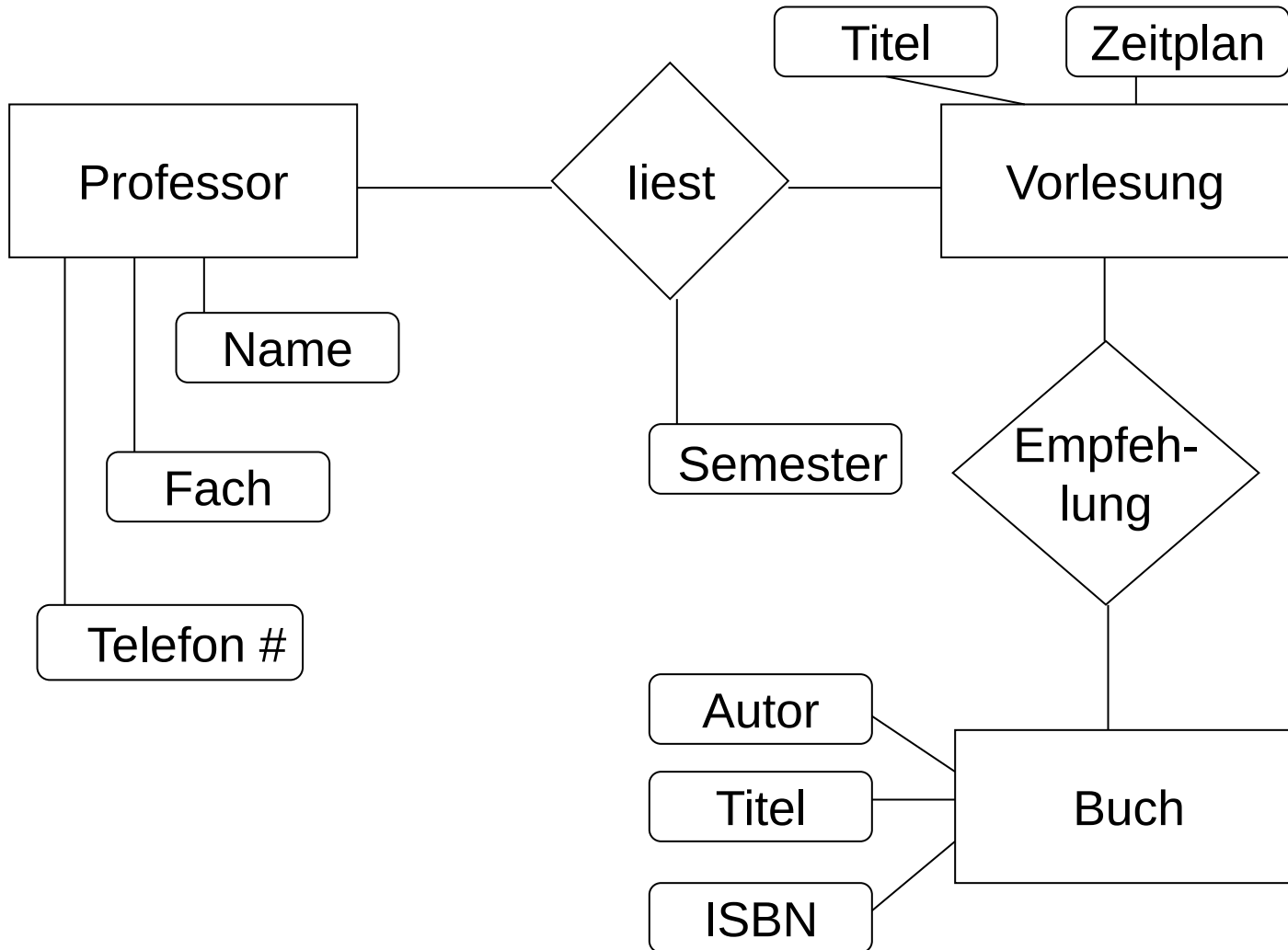
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Ein einfaches Beispiel



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (1)

- Im Folgenden Vorstellung der Modellierungskonzepte des ER-Modells.
- Werte:
 - Allgemein: $\mu(D)$ – Interpretation von D , mögliche Werte einer Entity-Eigenschaft. Trägermenge.
 - $\mu(\text{int})$ – der Wertebereich $\mathbb{Z}$ (die ganzen Zahlen),
 - $\mu(\text{string})$ – der Wertebereich C^* (Folgen von Zeichen aus der Menge C)

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (2)

- **Entities:** *Entity-Typen*, etwa E1, E2



- $\mu(E)$ – Menge der möglichen Entities vom Typ E; wird hier nicht festgelegt (etwa Menge isomorph zu natürlichen Zahlen)

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (3)

■ Entities (Forts.): *Entity-Typen*, etwa E1, E2



- $\sigma_i(E)$ – Menge der *aktuellen* Entities vom Typ E in einem Zustand σ_i (σ , *Sigma*, für **state** (Zustand); Index i im Folgenden weglassen, wenn eindeutig.)

Axiome:

- Aktuelle Entities müssen mögliche Elemente sein: $\sigma(E) \subseteq \mu(E)$;
- $\sigma(E)$ endlich.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

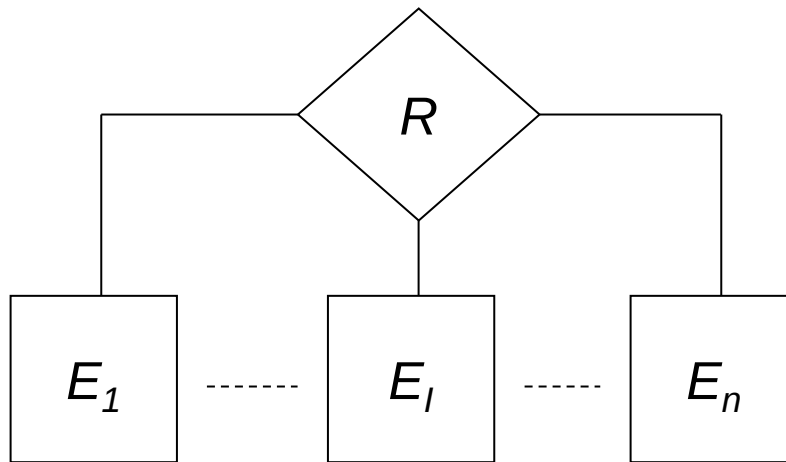
EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (4)

■ Beziehungen: *Beziehungstypen*

Notation n-stelliger Beziehungstypen:



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

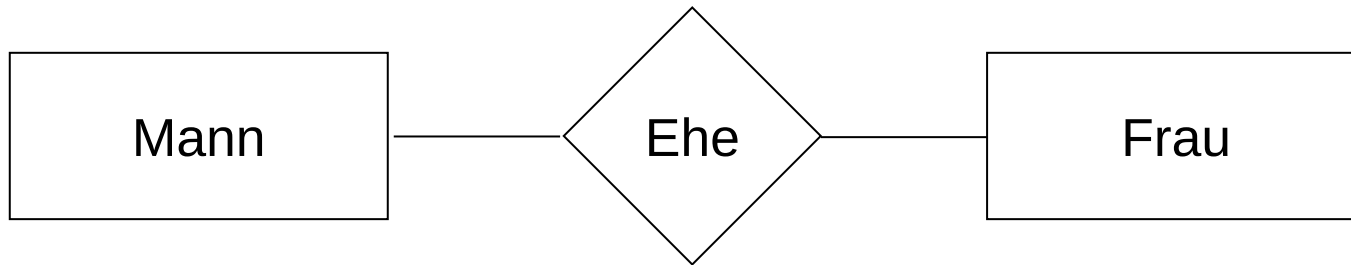
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (5)

- mögliche Ausprägungen: $\mu(R) = \mu(E_1) \times \dots \times \mu(E_n)$
- Illustration:



“Menge aller möglichen Ehen ist Menge aller ‘möglicher Mann’-‘mögliche Frau’ Paare.”

- aktuelle Beziehungen nur zwischen aktuellen Entities:
 $\sigma(R) \subseteq \sigma(E_1) \times \dots \times \sigma(E_n)$

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

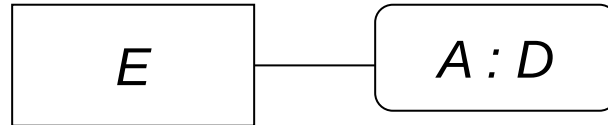
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (6)

■ Attribute:



- Semantik einer Attributdeklaration:
Ein Attribut A eines Entity-Typen E ist im Zustand σ eine Abbildung $\sigma(A): \sigma(E) \rightarrow \mu(D)$
 - Anders ausgedrückt: Attributwert eines Entities abhängig vom Zustand.
 - Noch anders ausgedrückt
– oben steht nicht: $A: \sigma(E) \rightarrow \mu(D)$
- Attributwerte nur für aktuelle Entities.
- Hier keine partielle Funktion. (D. h. keine Nullwerte.)

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

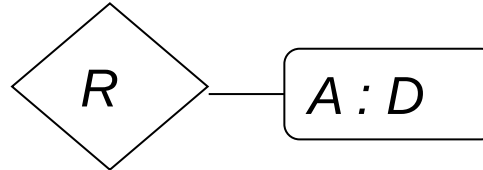
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

ER-Modellierungskonzepte (7)

■ Beziehungsattribute:



■ Semantik:

$\sigma(A): \sigma(R) \rightarrow \mu(D)$

■ Textuelle Notation (für Entity-Typen mit Attributen):

$E(A_1: D_1, \dots, A_m: D_m)$

bzw. (Wertebereiche werden oft weggelassen):

$R(E_1, \dots, E_n; A_1, \dots, A_p)$

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Semantik eines ER-Schemas

Jeder Zustand σ eines ER-Schemas ist eine Zuordnung

- $E \rightarrow \sigma(E) \subseteq \mu(E)$
- $R(E_1, \dots, E_n; \dots) \rightarrow \sigma(R) \subseteq \sigma(E_1) \times \dots \times \sigma(E_n)$
- $E(\dots, A_i; D, \dots) \rightarrow \sigma(A_i): \sigma(E) \rightarrow \mu(D), \dots$
- $R(\dots; \dots, A_i; D, \dots) \rightarrow \sigma(A_i): \sigma(R) \rightarrow \mu(D), \dots$

bei gegebener fester Interpretation μ der Datentypen durch Wertebereiche und der Entity-Typen durch vorgegebene Mengen möglicher Entities.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

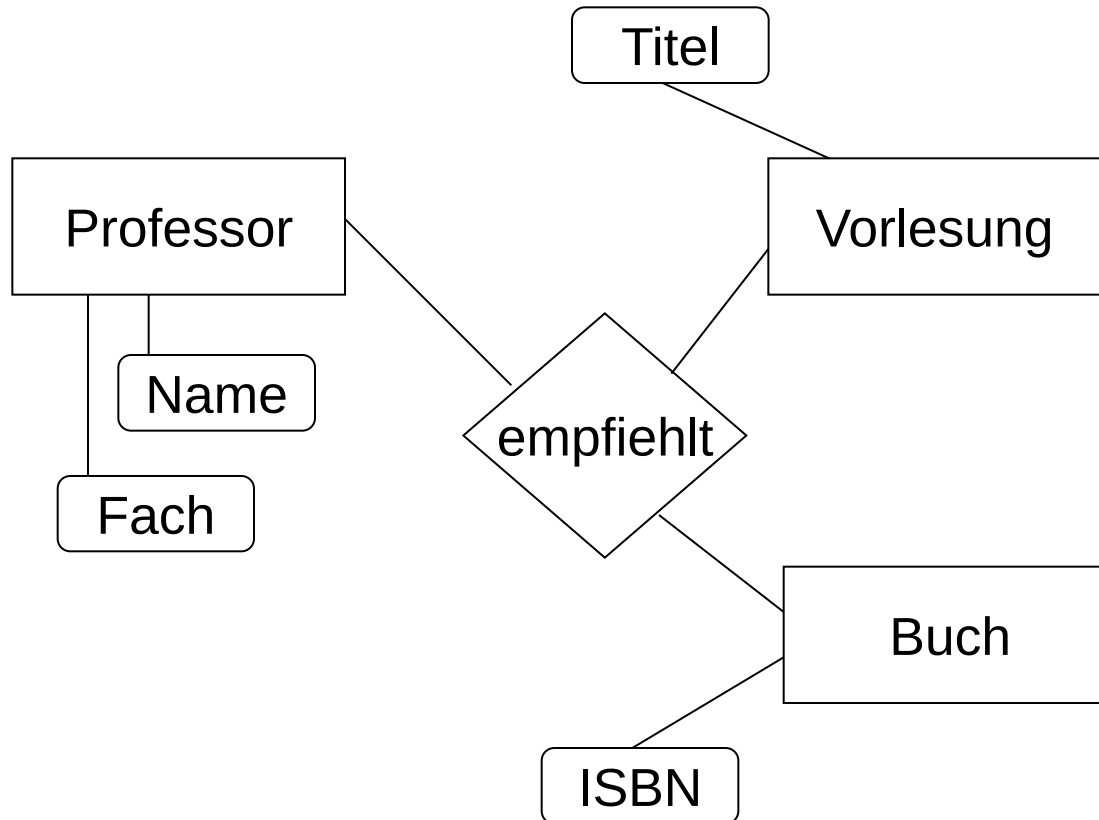
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Zwei- vs. mehrstellige Beziehungen (1)

■ Dreistellige Beziehung:



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

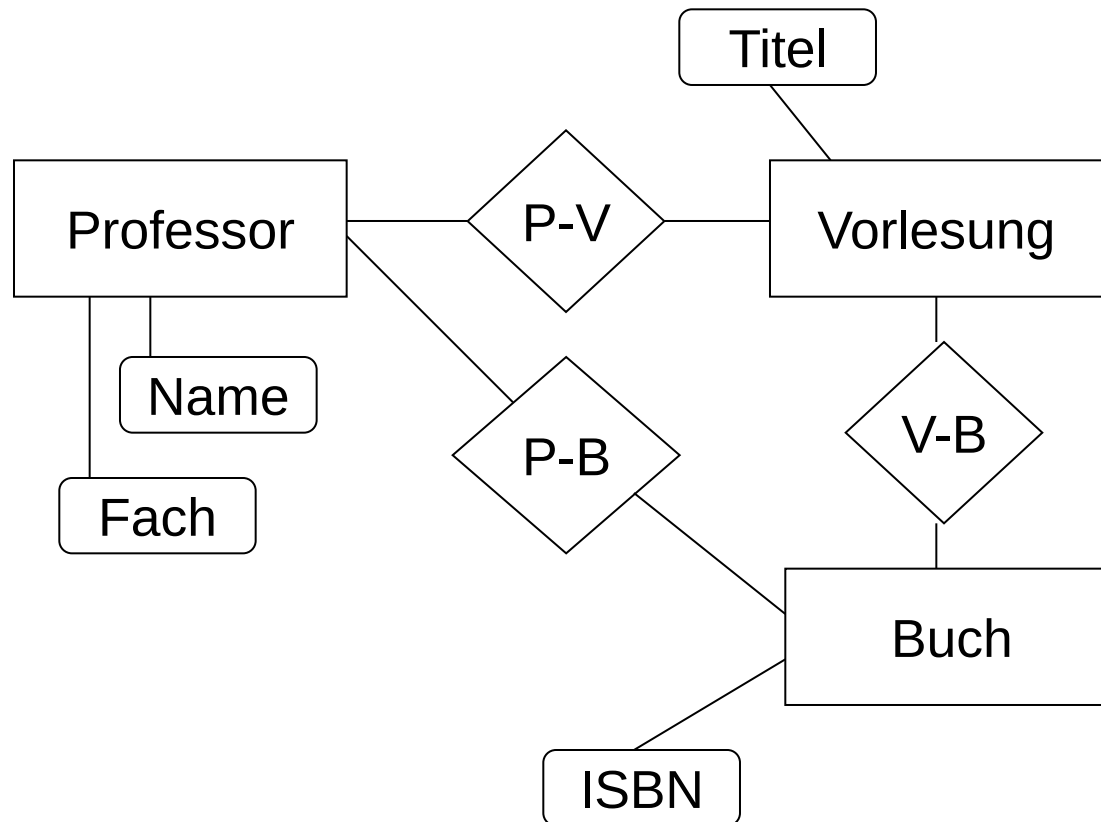
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Zwei- vs. mehrstellige Beziehungen (2)

- Scheinbar mögliche Umwandlung in zweistellige Beziehungen.



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Ausprägungen im Beispiel (1)

- Korrekte Ausprägung der dreistelligen Beziehung.

empfiehlt	Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
	Heuer	DB 1	1-234-..
	Heuer	DB 2	9-876-..
	Saake	DB 1	9-876-..
	Saake	DB 2	9-876-..

- Das ist keine Relation, wir sind nicht im relationalen Modell, sondern tabellarische Darstellung eines Zustands.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Ausprägungen im Beispiel (2)

■ Ausprägungen der drei 2-stelligen Beziehungstypen

P-V

Prof.	Vorl.
Heuer	DB 1
Heuer	DB 2
Saake	DB 1
Saake	DB 2

P-B

Prof.	Buch
Heuer	1-234-..
Heuer	9-876-..
Saake	9-876-..

V-B

Vorl.	Buch
DB 1	1-234-..
DB 2	9-876-..
DB 1	9-876-..

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Ausprägungen im Beispiel (2)

■ Ausprägungen der drei 2-stelligen Beziehungstypen

P-V

Prof.	Vorl.
Heuer	DB 1
Heuer	DB 2
Saake	DB 1
Saake	DB 2

P-B

Prof.	Buch
Heuer	1-234-..
Heuer	9-876-..
Saake	9-876-..

V-B

Vorl.	Buch
DB 1	1-234-..
DB 2	9-876-..
DB 1	9-876-..

entsprechen aber auch:

empfeht

Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
Heuer	DB 1	1-234-..
Heuer	DB 1	9-876-..
Heuer	DB 2	9-876-..
Saake	DB 1	9-876-..
...	...	...

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Ausprägungen im Beispiel (3)

■ Jetzt außerdem möglich:

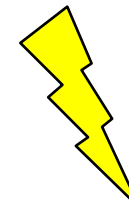
P-V	Prof.	Vorl.
	Heuer	DB 1
	Heuer	DB 2
	Saake	DB 1
	Saake	DB 2

P-B	Prof.	Buch
	Heuer	1-234-..
	Heuer	9-876-..
	Saake	9-876-..

V-B	Vorl.	Buch
	DB 1	1-234-..
	DB 2	9-876-..
	DB 1	9-876-..
	DB 3	4-242-..

■ Empfehlung für Buch liegt vor, ohne zu sagen, von wem.

empfeht	Professor	Vorlesung	Buch (ISBN)
	NULL	DB 1	9-876-..
	...	...	...



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss Z

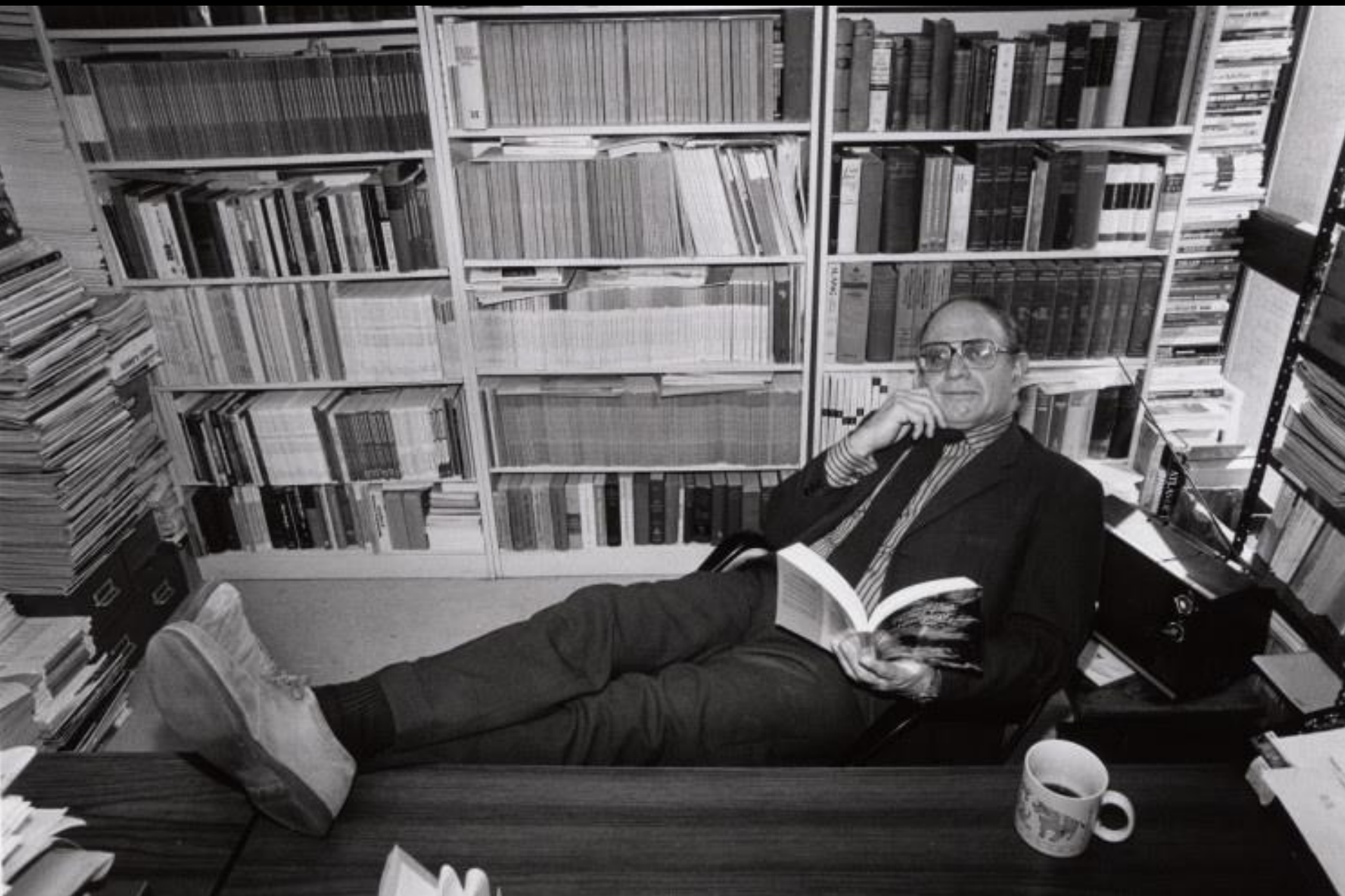
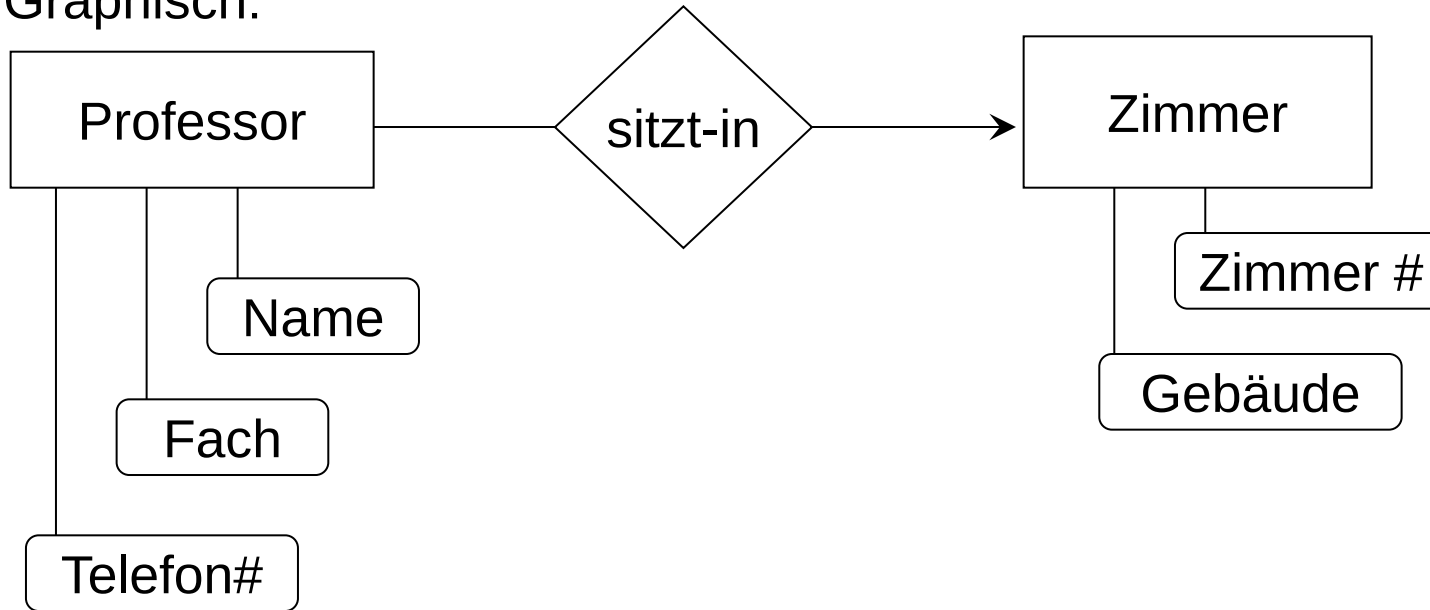


Photo by UHDL

Funktionale Beziehungen

- Textuell: $R: E_1 \rightarrow E_2$
- Graphisch:



Jedem Professor lässt sich genau ein Zimmer zuordnen.
Umgekehrt nicht notwendigerweise.

- Bedeutung: $\sigma(R): \sigma(E_1) \rightarrow \sigma(E_2)$
Beziehung ist eine Funktion, die ... zuordnet.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Identifizierung durch Schlüssel (1)

- Für Entity-Typ $E(A_1, \dots, A_m)$
sei Teilmenge $\{S_1, \dots, S_k\}$ der Attribute gegeben,
die *Schlüsselattribute*.
- Es gilt: $\{S_1, \dots, S_k\} \subseteq \{A_1, \dots, A_m\}$
- In jedem Datenbankzustand identifizieren
die aktuellen Werte der Schlüsselattribute
eindeutig Instanzen des Entity-Typs E :
 $\forall e_1, e_2 \in \sigma(E): (\sigma(S_1)(e_1) = \sigma(S_1)(e_2) \wedge \dots$
 $\wedge \sigma(S_k)(e_1) = \sigma(S_k)(e_2)) \Rightarrow (e_1 = e_2)$
- Notation: Markieren durch Unterstreichung:
 $E(\dots, \underline{S_1}, \dots, \underline{S_i}, \dots)$
- $\forall e_1, e_2 \in \sigma(E): (e_1 \neq e_2) \Rightarrow (\sigma(S_1)(e_1) \neq \sigma(S_1)(e_2) \vee \dots$
 $\vee \sigma(S_k)(e_1) \neq \sigma(S_k)(e_2))$

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Identifizierung durch Schlüssel (2)

- Schlüssel ist außerdem *minimal*, d. h. es gibt keine Teilmenge von $\{S_1, \dots, S_k\}$ mit der zuvor genannten Eigenschaft.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Identifizierung durch Schlüssel (3)

- Schlüssel vs. Schlüsselkandidaten.
- Beispiel:
 - Buch(ISBN, Titel, Autor, Verlag, Preis, Erscheinungsjahr),
 - Buch(ISBN, Titel, Autor, Verlag, Preis, Erscheinungsjahr)
- Eine ausgewählte Alternative ist *Primärschlüssel*.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

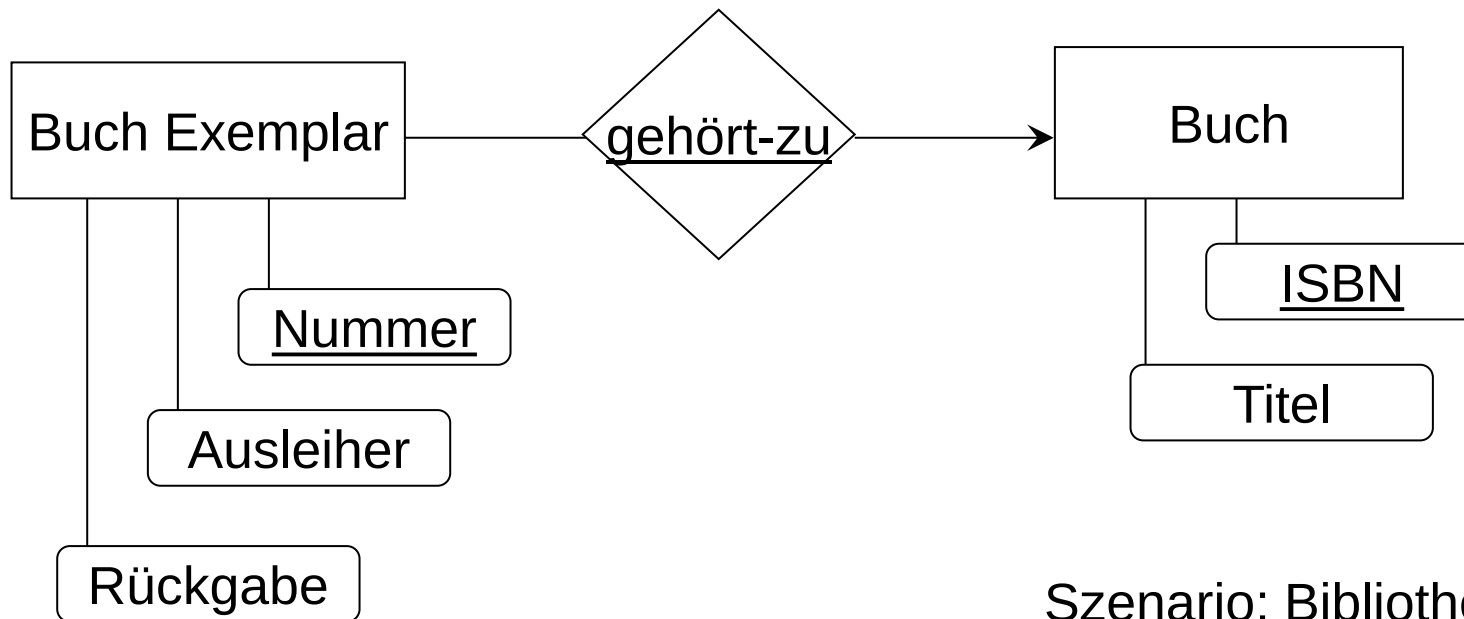
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Abhängige Entity-Typen (1)

- *Abhängiger Entity-Typ:*
Identifikation über funktionale Beziehung.



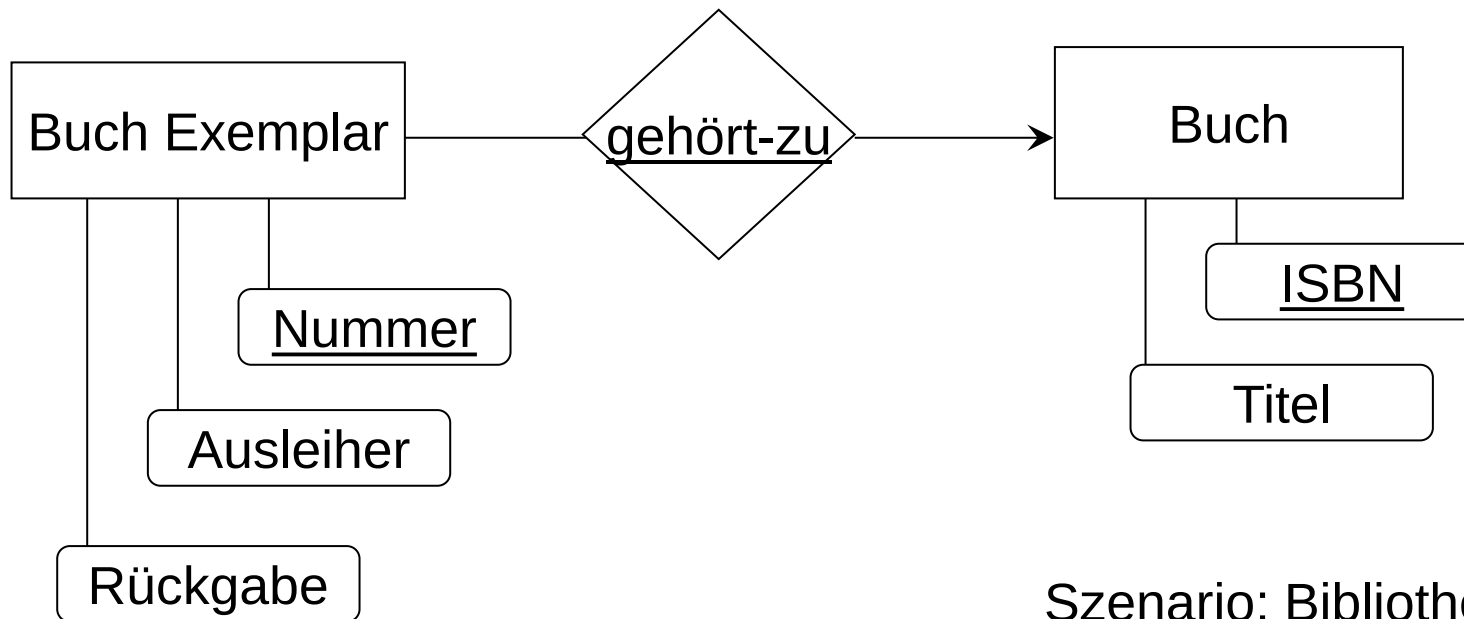
Szenario: Bibliothek

- Abhängige Entities im ER-Modell:
Funktionale Beziehung als Schlüssel.
- Gemeint ist: ‚Nummer‘ ist auf jeweiliges Buch bezogener Identifikator des Exemplars.

Motivation
ER-Modell
- Einleitung
- Beziehungen
- Schlüssel
- Abh. Entity-Typen
- IST-Bez.
- Kardinalitäten
- weitere Konzepte
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Abhängige Entity-Typen (2)

- *Abhängiger Entity-Typ:*
Identifikation über funktionale Beziehung.



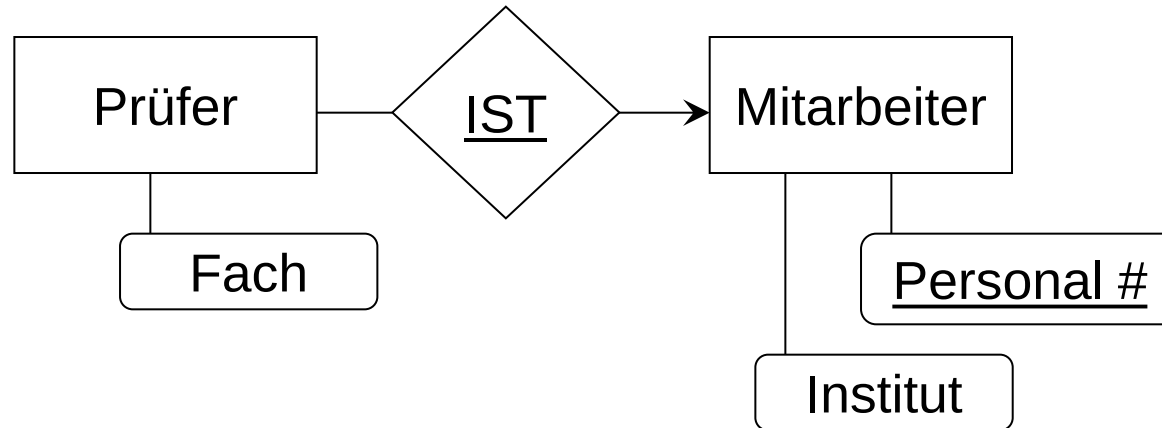
Szenario: Bibliothek

- Was ändert sich, wenn 'gehört-zu' nicht unterstrichen ist? Ist das eventuell sinnvoll?
- Name der funktionalen Beziehung muss nicht unterstrichen sein.

Motivation
ER-Modell
- Einleitung
- Beziehungen
- Schlüssel
- Abh. Entity-Typen
- IST-Bez.
- Kardinalitäten
- weitere Konzepte
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss



Die IST-Beziehung (1)



- Jeder Prüfer-Instanz ist genau einer Mitarbeiter-Instanz zugeordnet: Spezialfall eines abhängigen Entity-Typs.
(Nur Beziehung ist Schlüssel; zwei Prüfer, die gleichem Mitarbeiter zugeordnet sind, sind identisch.)

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

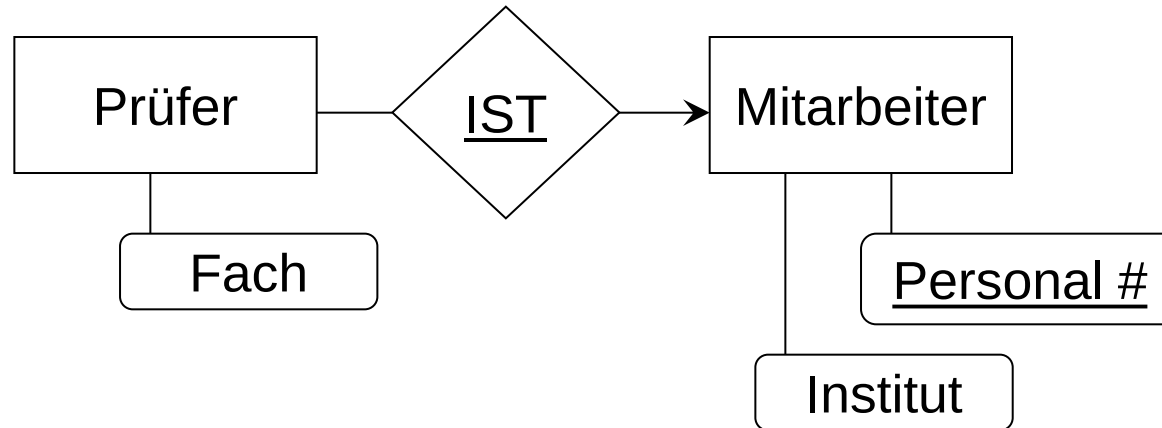
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Die IST-Beziehung (2)



- Attribute des Entity-Typs `Mitarbeiter` treffen auch auf `Prüfer` zu: „vererbte“ Attribute.

`Prüfer (Name, Personal#, Fach)`
} von *Mitarbeiter*

- Nicht nur Deklarationen vererben sich, auch aktuelle Werte.
- Bedeutung: $\sigma(\text{Prüfer}) \subseteq \sigma(\text{Mitarbeiter})$

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

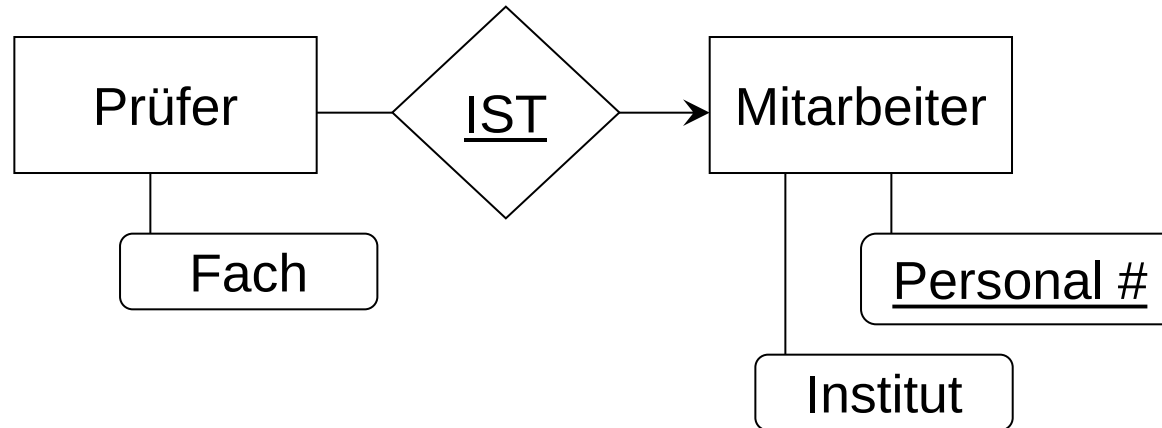
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Die IST-Beziehung (3)



■ Was ist, wenn ein Prüfer mehrere Fächer prüft?

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

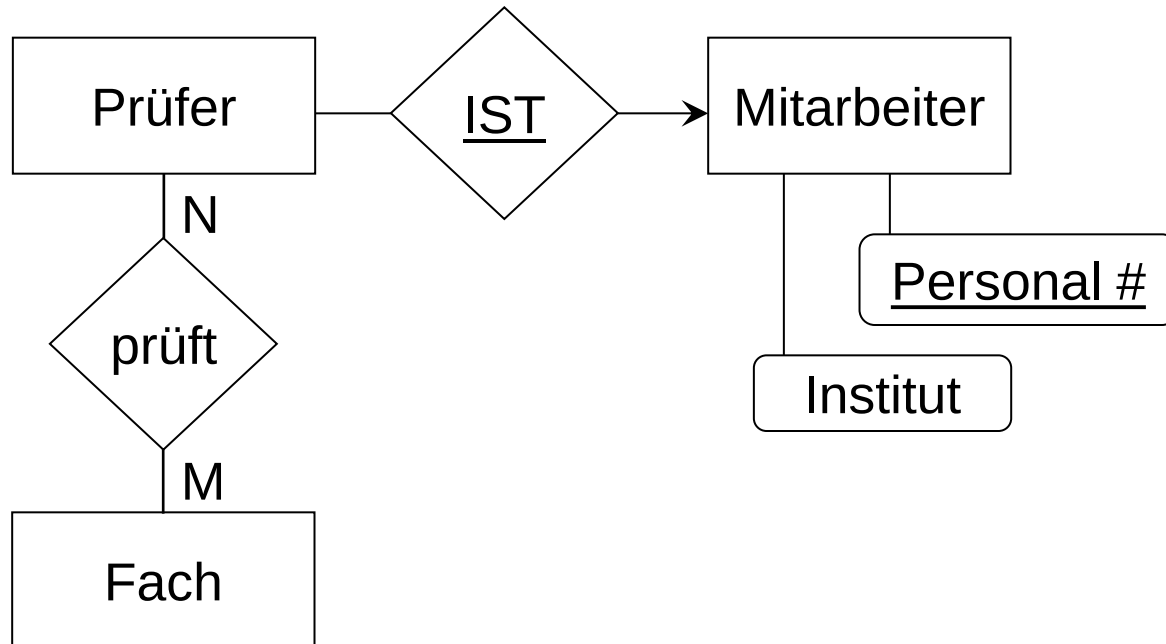
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Die IST-Beziehung (4)



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

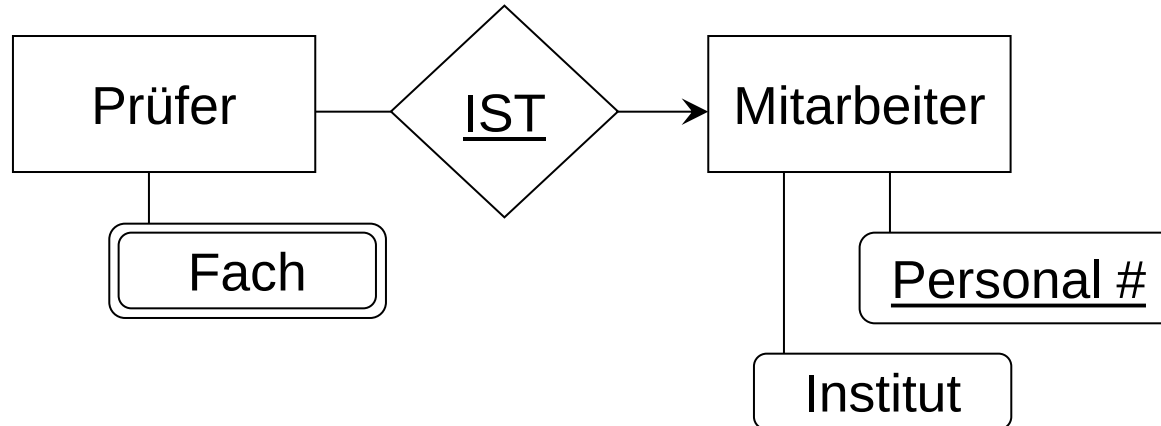
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Die IST-Beziehung (5)



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss **Z**



Kardinalitäten – Motivation

- Man will einschränken, an wie vielen Beziehungen Entität teilnehmen kann/muss.
- Quantitative Aussagen hilfreich/sinnvoll.
- Beispiel: Fußballmannschaft besteht aus 11 Spielern.
- Zwei alternative Notationen:
 - Standardkardinalität,
 - Teilnehmerkardinalität

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

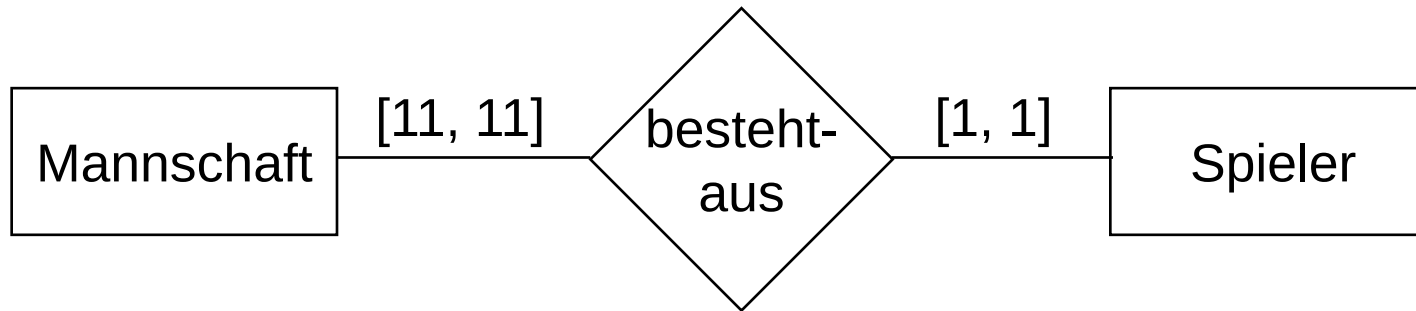
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Teilnehmerkardinalität (1)



besteht-aus

Mannschaft	Spieler
FCB	Lahm
FCB	Neuer
...	...
KSC	Krebs
...	...

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

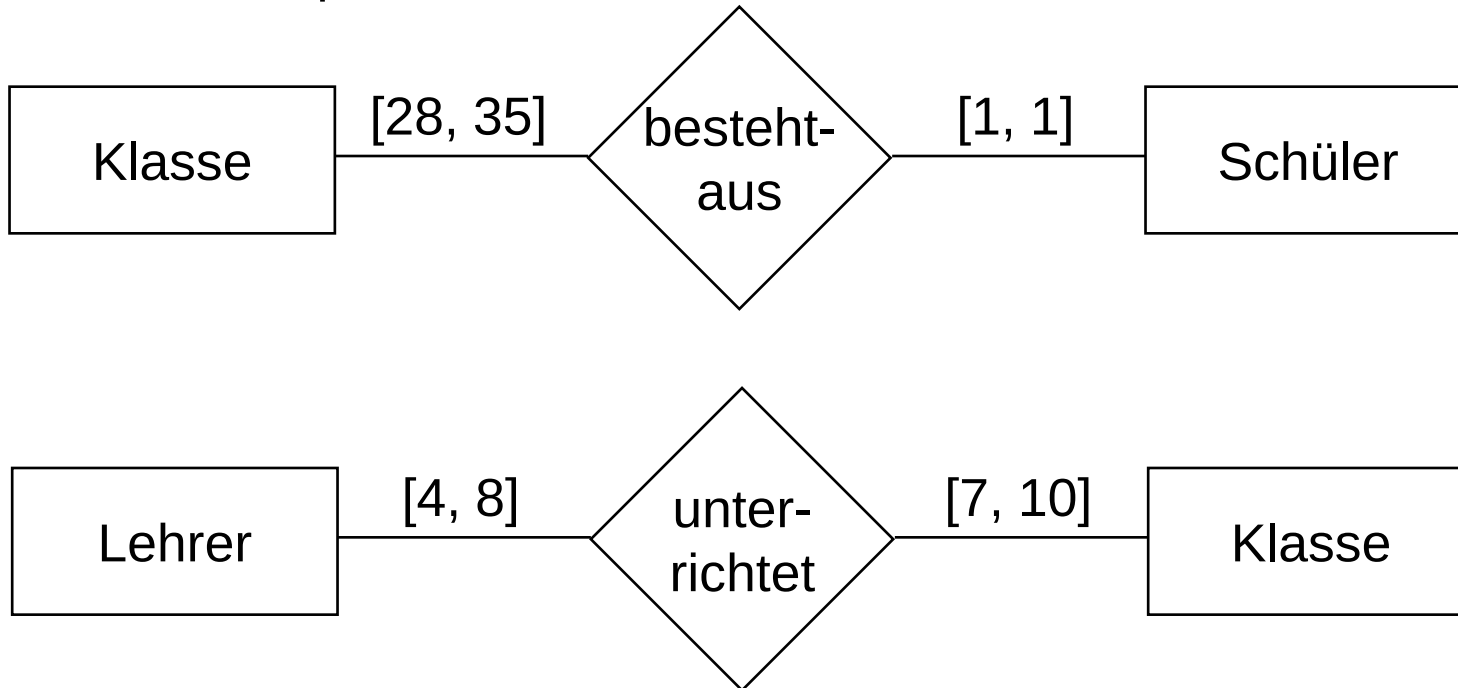
semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Teilnehmerkardinalität (2)

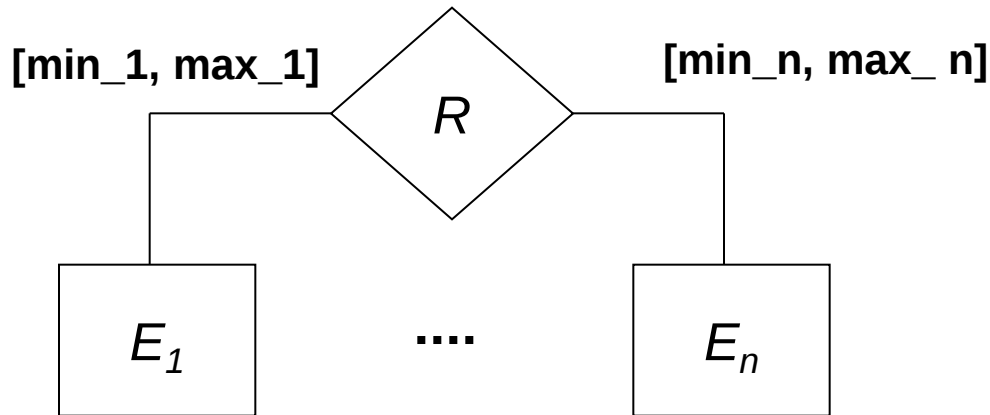
■ Weitere Beispiele:



■ Was bedeutet das zweite?

Motivation
 ER-Modell
 - Einleitung
 - Beziehungen
 - Schlüssel
 - Abh. Entity-Typen
 - IST-Bez.
 - Kardinalitäten
 - weitere Konzepte
 semant. Bez.
 EER-Modell
 Schluss

Teilnehmerkardinalität (3)



- Notation für Kardinalitätsangaben an einem Beziehungstyp:
 $R(E_1, \dots, E_i[\min_i, \max_i], \dots, E_n)$
- Kardinalitätsbedingung: $\min_i \leq |\{r | r \in \sigma(R) \wedge r.E_i = e_i\}| \leq \max_i$
- Spezielle Wertangabe für $\max_i$ ist $*$.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Teilnehmerkardinalität (4)

- $[0, *]$ ist Standardannahme.
- Eine totale funktionale Beziehung wird durch $R(E_1[1, 1], E_2)$ modelliert, da jede Instanz aus E_1 genau einer Instanz aus E_2 zugeordnet ist.
- Die Angabe $R(E_1[0, 1], E_2)$ entspricht einer partiellen funktionalen Beziehung $R: E_1 \rightarrow E_2$, da jede Instanz aus E_1 maximal einer Instanz aus E_2 zugeordnet ist.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Teilnehmerkardinalität

– weitere Beispiele

- `arbeitet_in(Mitarbeiter[0,1],Raum[0,3])`
 - Jedem Mitarbeiter ist in der Regel ein Raum zugeordnet, aber einige (externe) Mitarbeiter haben kein Arbeitszimmer.
 - Pro Zimmer arbeiten maximal drei Mitarbeiter.
 - Zimmer kann leerstehen.
- `verantwortlich(Mitarbeiter[0,*],Rechner[1,1])`

Jedem Rechner ist genau ein Mitarbeiter zugeordnet, der für die Betreuung verantwortlich ist.
- Für die Beziehung E_1 IST E_2 gilt:
 $IST(E_1[1,1], E_2[0,1])$.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

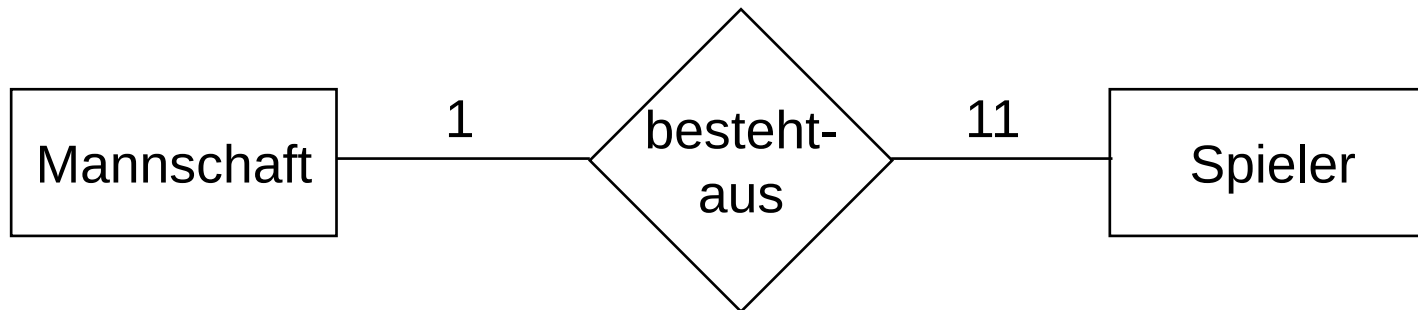
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Standardkardinalität (1)



- Anschaulich:
„Eine Mannschaft steht mit 11 Spielern in Beziehung.“

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

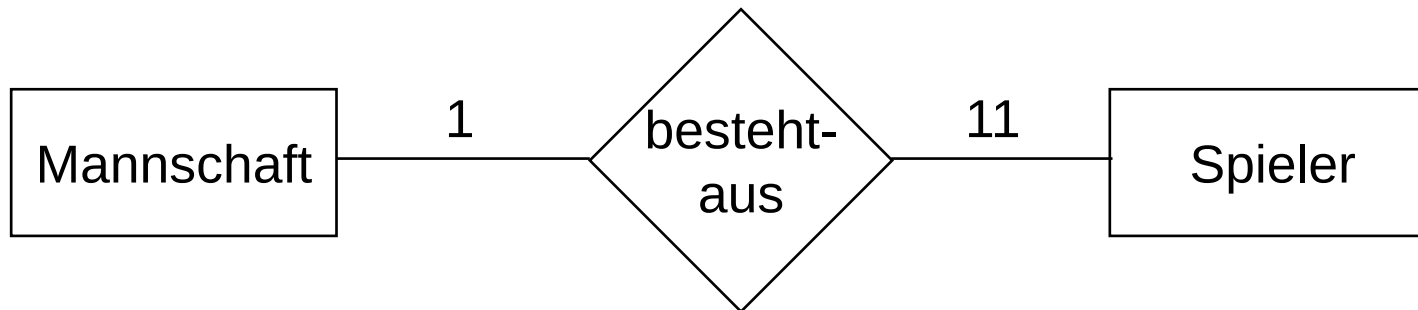
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Standardkardinalität (2)



- In der Literatur auch: 'lookup constraint'
- Wie kommt Kardinalitätsangabe zu einer an Beziehung beteiligten Entity E1 zustande?
 - Instanzen der anderen an Beziehung beteiligten Entities fixieren.
 - Wieviele Instanzen von E1 stehen hiermit in Verbindung?
- Intervallangaben sind auch zulässig. Dies ist kein Alleinstellungsmerkmal der Teilnehmer-Kardinalität!

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

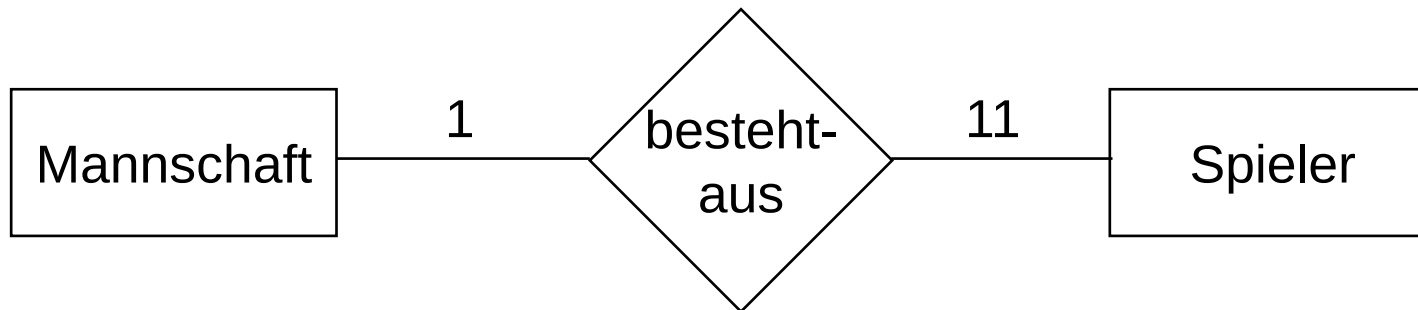
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Standardkardinalität (3)



■ Beispiele:

- Spieler fixieren → eine Mannschaft
→ Kardinalitätsangabe 1.
- dto. Mannschaft → 11 Spieler.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

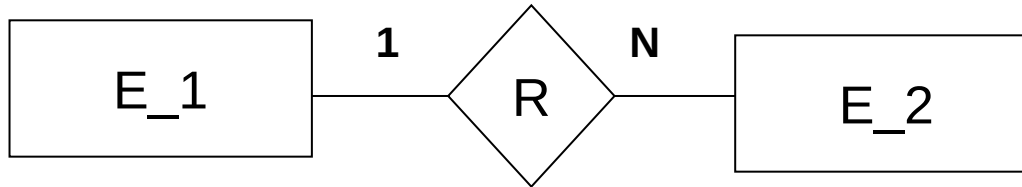
semant. Bez.

EER-Modell

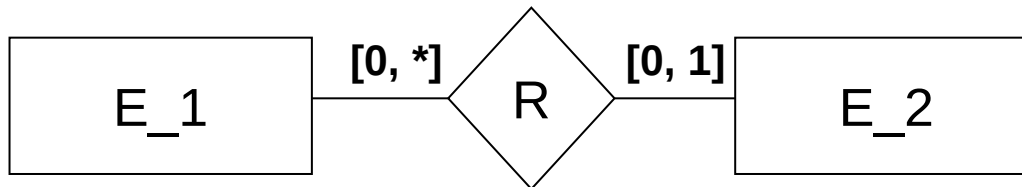
Schluss

Vereinfachte Kardinalitätsangaben

für binären Beziehungstyp.



ist äquivalent zu



- Die Angabe N entspricht in etwa *.
- ‚1‘ hier (in Verbindung mit ‚N‘) nicht dasselbe wie funktionale Beziehung –
 - ‚umgekehrte‘ Richtung,
 - E_2 muss nicht teilnehmen.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Standardkardinalität

– spezielle Kardinalitätsangaben

- Bezeichnungen für spezielle Kardinalitätsangaben:
 - m:n-Beziehung,
 - 1:n-Beziehung,
 - 1:1-Beziehung.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Standardkardinalität vs. Teilnehmerkardinalität

- Anderswo auch Intervallangaben für Standardkardinalität.
- In Prüfung/Übung bitte explizit angeben, welche Notation Sie verwenden.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

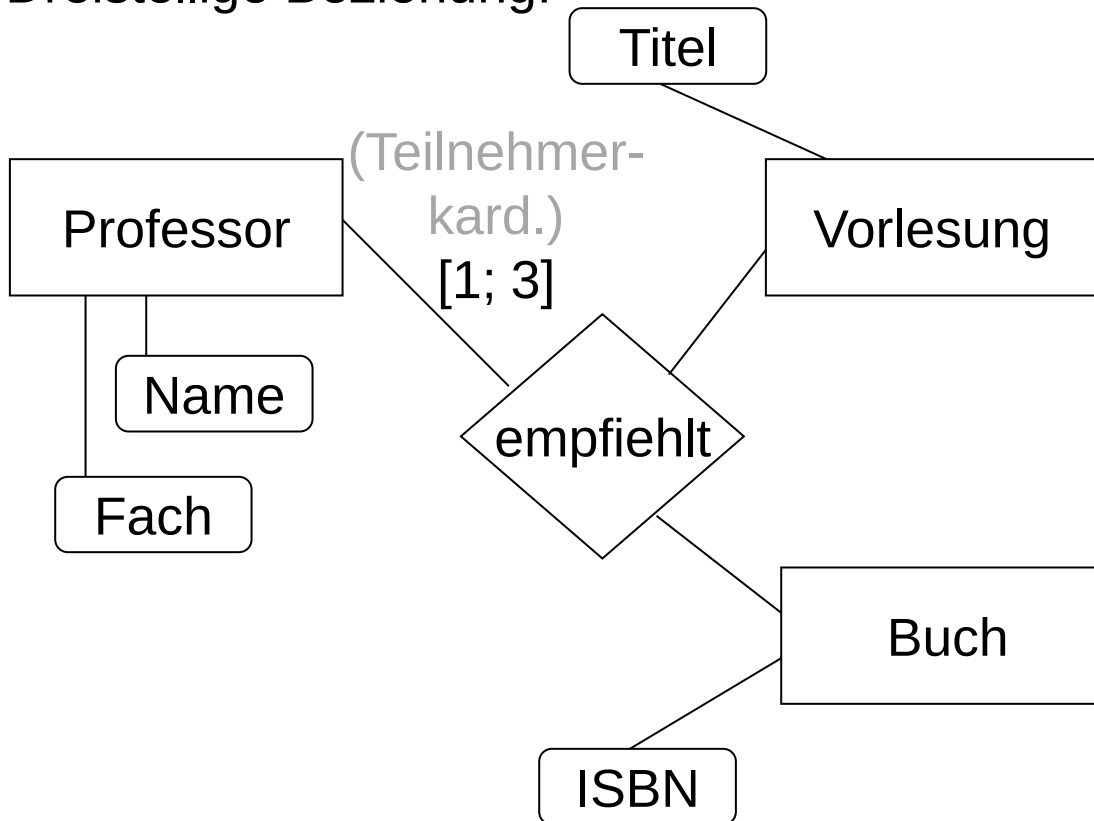
EER-Modell

Schluss

Kardinalitätsangaben

– weitere Überlegungen (1)

■ Dreistellige Beziehung:



■ Keine Aussage möglich, wie Buch-Empfehlungen eines Professors sich auf Vorlesungen verteilen!

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

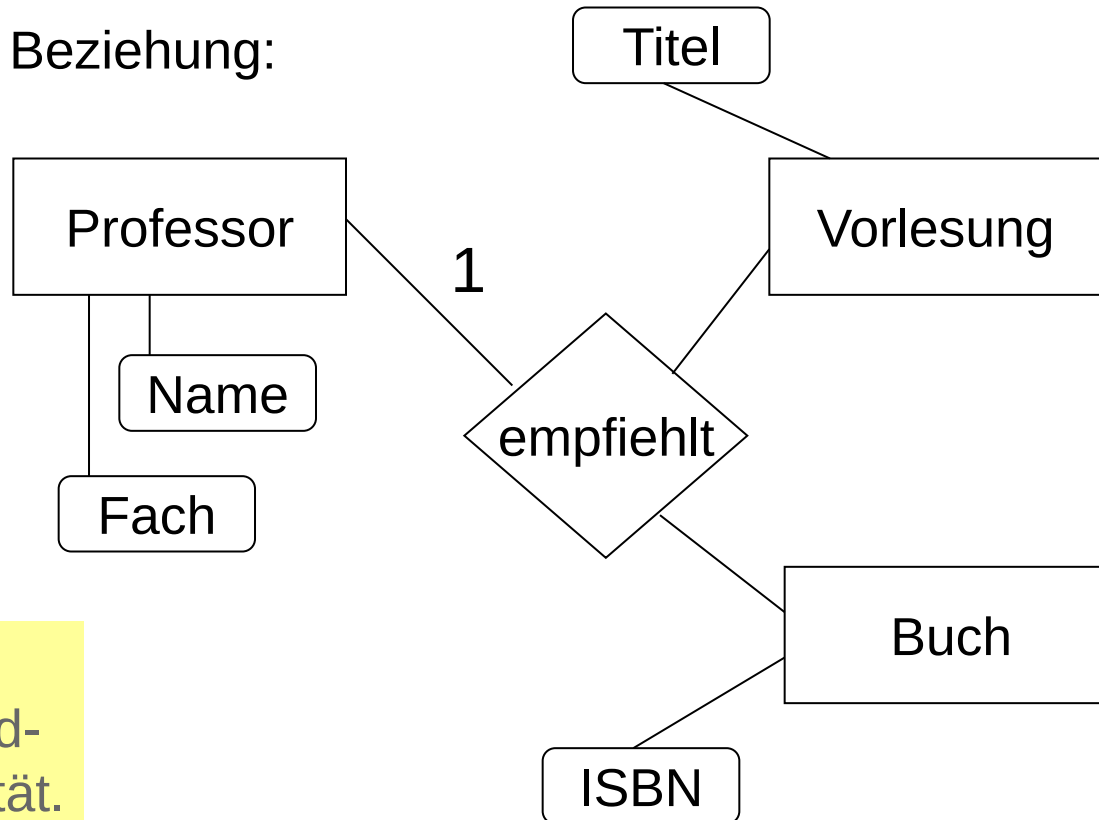
EER-Modell

Schluss

Kardinalitätsangaben

– weitere Überlegungen (2)

■ Dreistellige Beziehung:



Jetzt
Standard-
Kardinalität.

■ Entity mit ,1' an Kante – von anderen Entities funktional abhängig.

Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

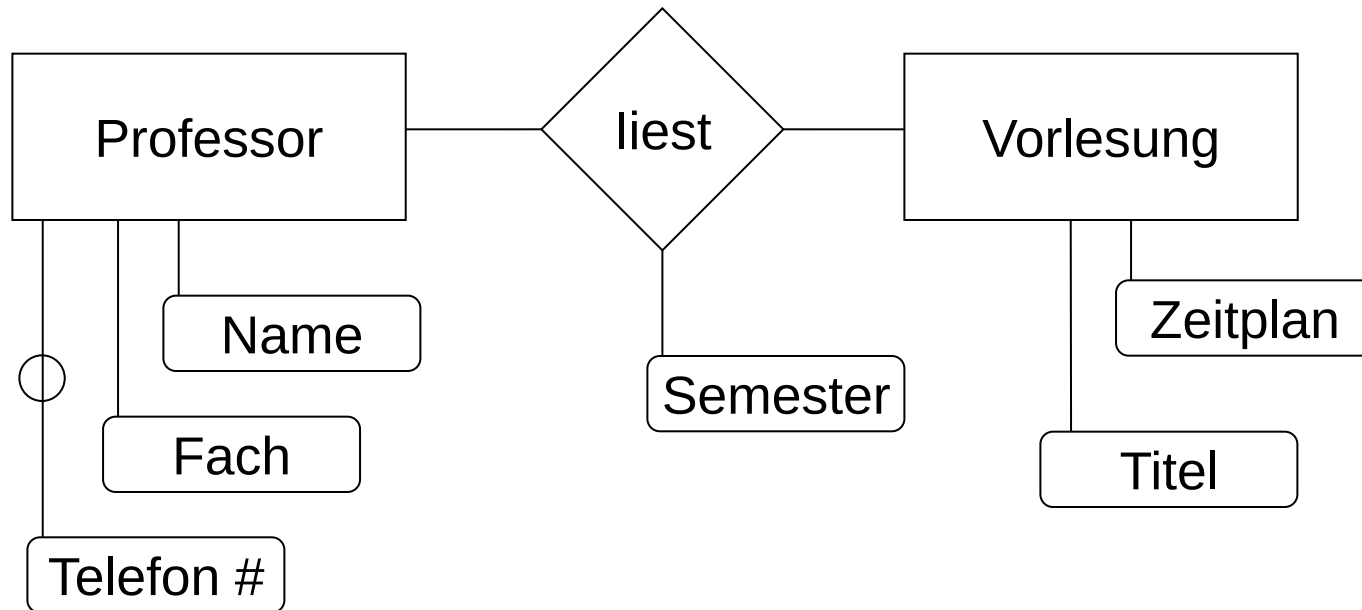
- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Optionalität von Attributen



Motivation

ER-Modell

- Einleitung

- Beziehungen

- Schlüssel

- Abh. Entity-Typen

- IST-Bez.

- Kardinalitäten

- weitere Konzepte

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Semantische Beziehungen (1)

- Es gibt bestimmte Beziehungen zwischen Entitäten, die immer wieder auftreten, unabhängig von der Domäne.
- IST-Beziehung ist eine davon.
- Sogenannte *semantische Beziehungen*.
- Nicht Teil des ER-Modells, außer IST-Beziehung.

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

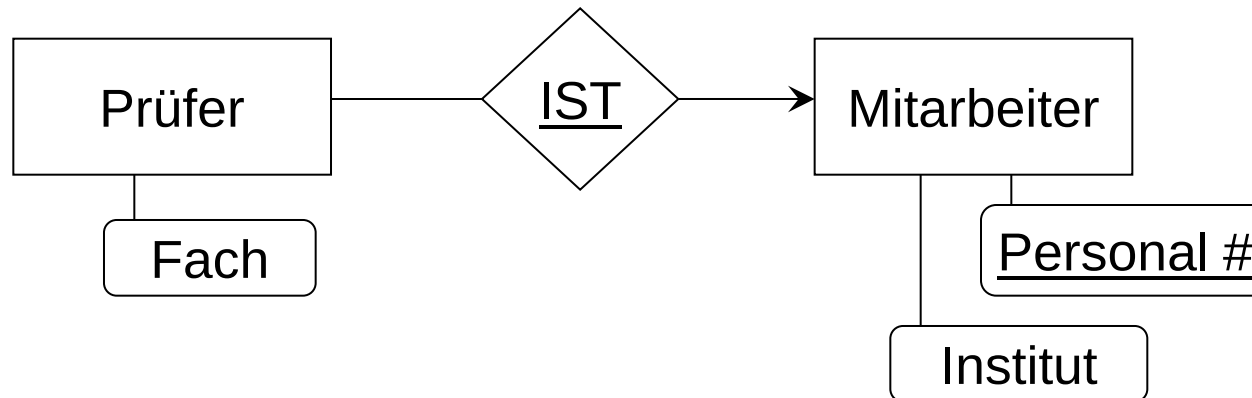
Schluss

Semantische Beziehungen (2)

■ Spezialisierung und Generalisierung

- *Spezialisierung* entspricht IST-Beziehung:
Prüfer Spezialisierung von Mitarbeiter.
(„Prüfer ist stets Mitarbeiter.“)

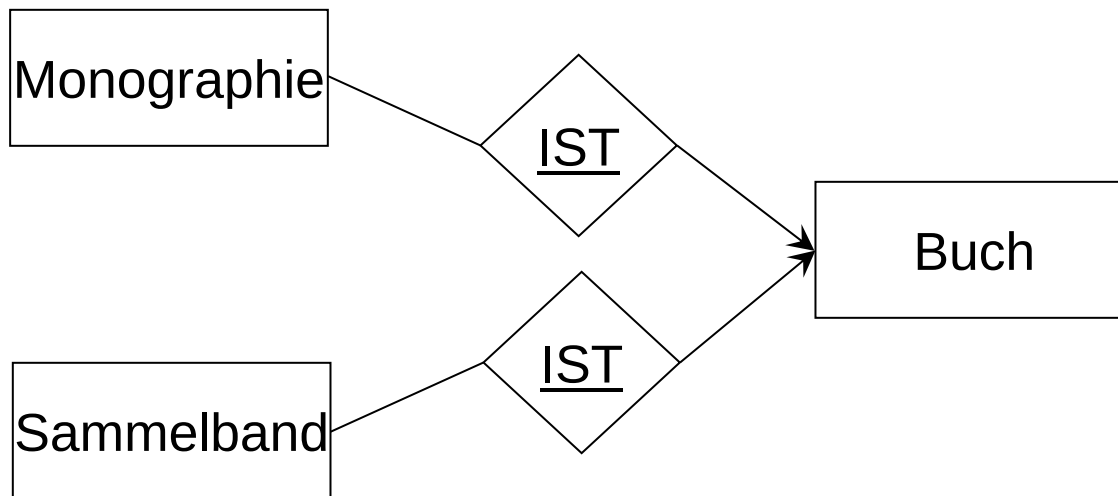
Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss



Semantische Beziehungen (3)

■ Spezialisierung und Generalisierung (Forts.)

- *Partitionierung*: Spezialfall der Spezialisierung, mehrere *disjunkte* Entity-Typen.
Partitionierung von Büchern
in Monographien und Sammelbänden.



Hier dargestellte Modellierung ist keine Partitionierung.

Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Semantische Beziehungen (4)

■ Spezialisierung und Generalisierung (Forts.)

- *Generalisierung*: Entities in einen *allgemeineren* Kontext.
Buch oder DVD als Medium.
(„Medium ist stets Buch oder DVD“;
Buch muss kein Medium sein.)
Medium hat nur Medium-mäßige Attribute.

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Semantische Beziehungen (5)

■ Komplexe Objekte

- *Aggregation*: Entity aus einzelnen Instanzen anderer Entity-Typen zusammengesetzt.
Fahrzeug zusammengesetzt aus Motor, Karosserie, ...
(„Tupelbildung auf Werten“)
Das Wort ‚Aggregation‘ hat i. Allg.
eine leicht andere Bedeutung.
- *Sammlung* oder *Assoziation*: Mengenbildung.
Team als Gruppe von Personen.
(„Mengenbildung auf Werten“)

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Semantische Beziehungen (6)

■ Beziehungen höheren Typs

- *Spezialisierung und Generalisierung*
auch für Beziehungstypen.
Beispiel: Beziehung Ausleihe zu Kurzausleihe spezialisiert.
- *Beziehungen zwischen Beziehungsinstanzen:*
Beziehungen zweiter und höherer Ordnung.
Beispiel: Reifikation.

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss



Ein Erweitertes ER-Modell (1)

- Übernommene Grundkonzepte des ER-Modells
 - *Werte*: Standard-Datentypen des ER-Modells.
 - *Entities* bzw. *Entity-Typen*.
 - *Beziehungen* bzw. *Beziehungstypen*.
 - *Attribute*: weitgehend unverändert.
Objektwertige Attribute sind jetzt zulässig.
 - *Funktionale Beziehungen*: unverändert.
 - *Schlüssel*: erweitertes Konzept, neue Notation.

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

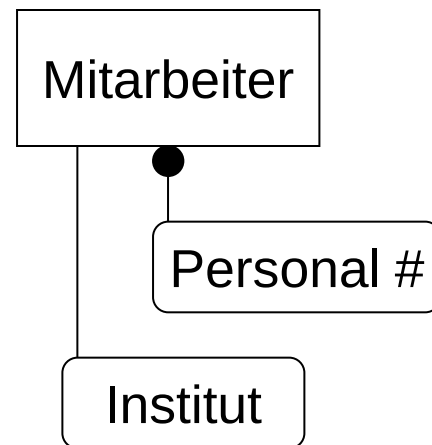
Schluss

Ein Erweitertes ER-Modell (2)

■ *Nicht* übernommen:

- IST-Beziehung ersetzt durch *Typkonstruktor*.
- Abhängige Entity-Typen durch erweitertes Schlüsselkonzept sowie objektwertige Attribute ersetzt.

Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss



Typkonstruktor

Ein Modellierungskonzept für

- Spezialisierung / IST-Beziehung,
- Generalisierung,
- Partitionierung.

Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Typkonstruktor – Erläuterung

- Eingabetypen – verbunden mit Basis des Dreiecks.
- Ausgabetyphen – verbunden mit Spitze.
- Eingabetypen bei Generalisierung:
Die spezielleren Typen.
- Eingabetypen bei Spezialisierung, Partitionierung:
Der (oder die) allgemeinere(n) Typ(en).

Motivation

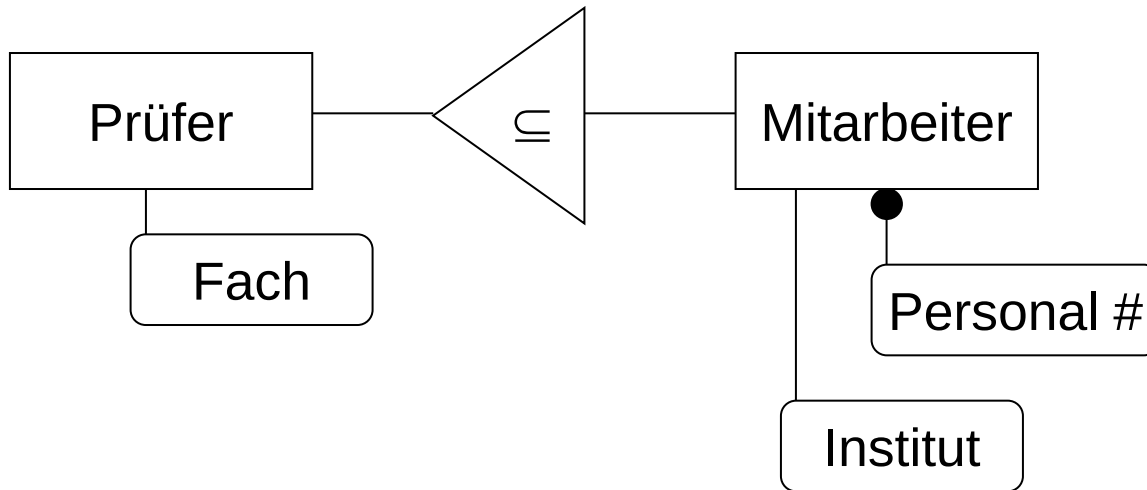
ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

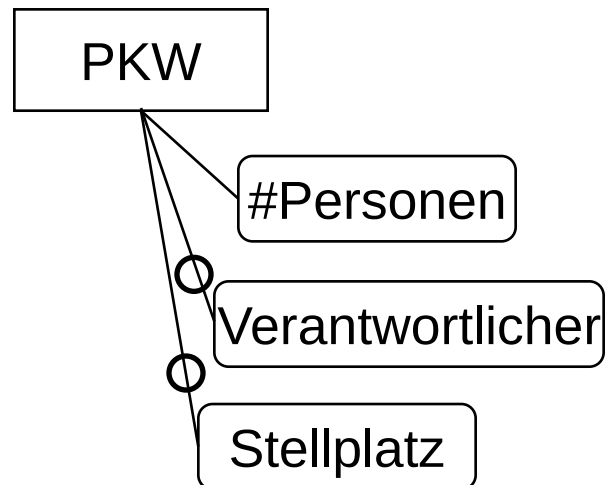
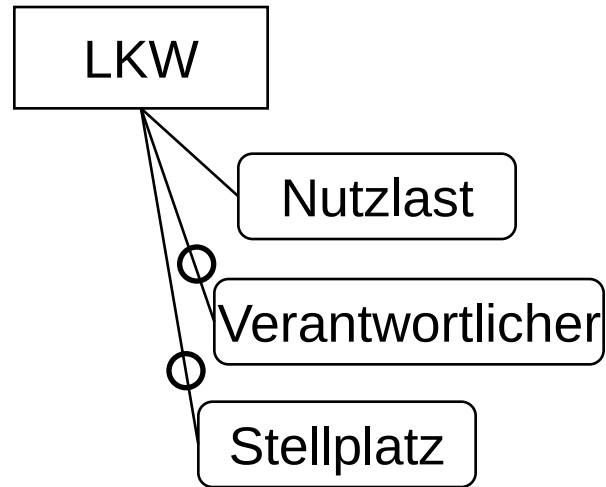
Spezialisierung mit Typkonstruktor



Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Spezialisierung (IST-Beziehung)
notiert mit dem Typkonstruktor des EER-Modells.

Generalisierung (1)



Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Generalisierung (2)

■ Annahmen:

- Manche PKWs und LKWs sind Teil unseres Fuhrparks, manche nicht. Letztere z. B. die einer Mietwagenfirma.
- Fuhrparkelemente (und nur die) haben Verantwortlichen und Stellplatz.

Motivation

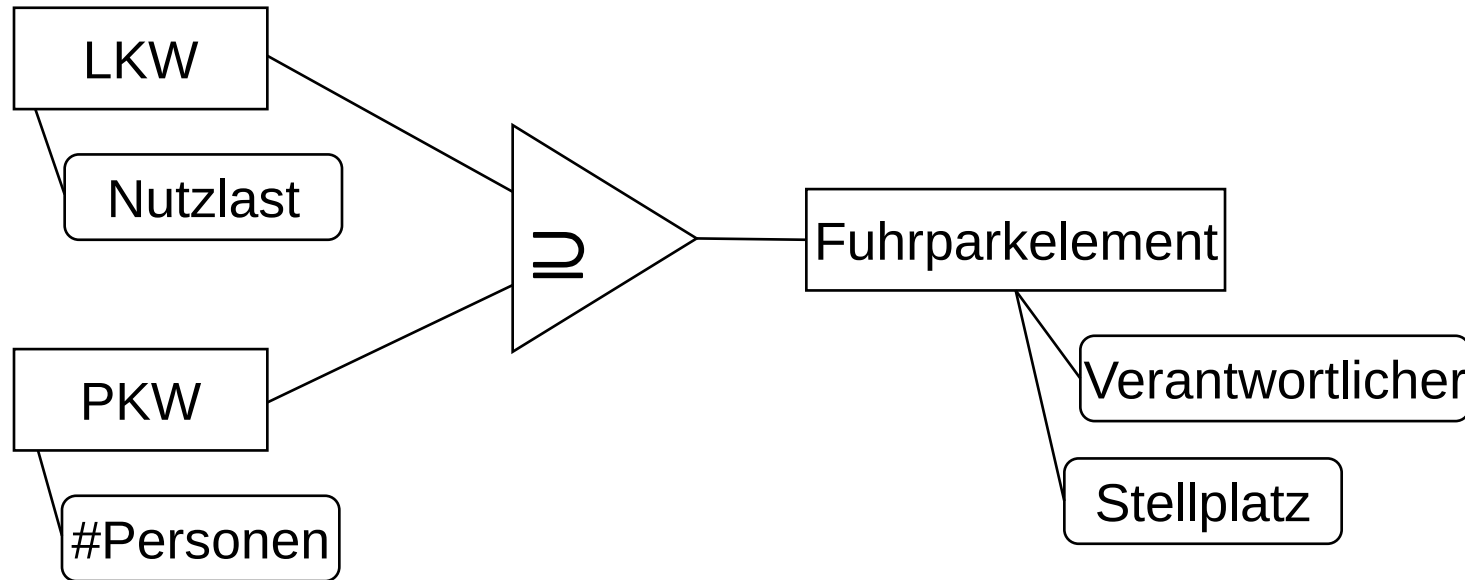
ER-Modell

semant. Bez.

EER-Modell

Schluss

Generalisierung (3)

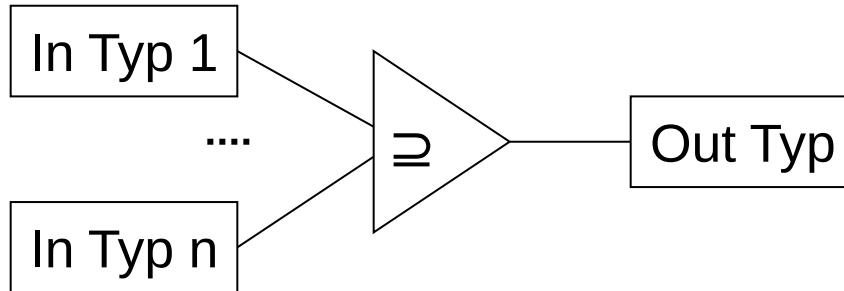


Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

- Eigenschaften dieser Modellierung:
 - Weniger fehleranfällig,
 - übersichtlicher.
- Warum nicht Spezialisierung?

Generalisierung (4)

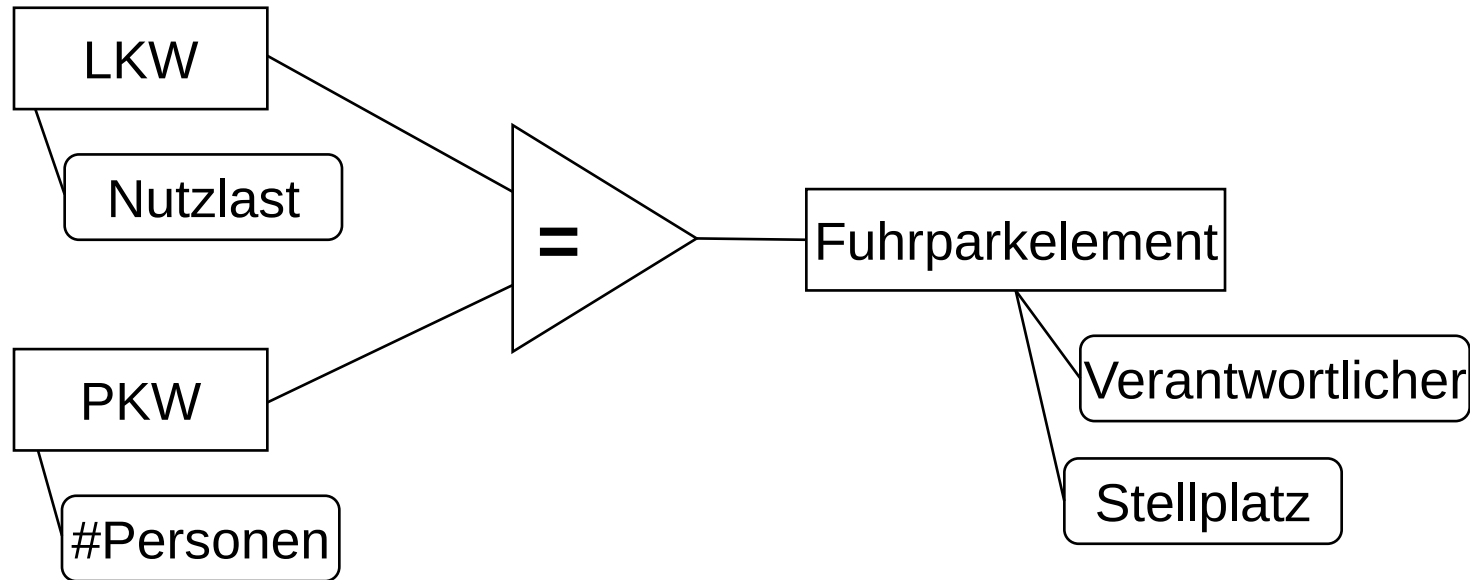
- **Notation:** Typkonstruktor für Generalisierung.



- **Bedeutung:** $\cup_i \sigma(\text{InTyp}_i) \supseteq \sigma(\text{OutTyp})$

Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Generalisierung (5)

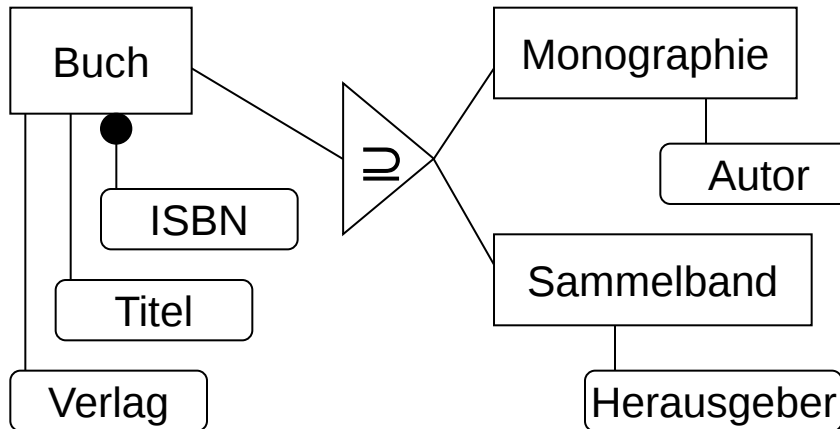


Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Partitionierung vs. mehrfache Spezialisierung (1)

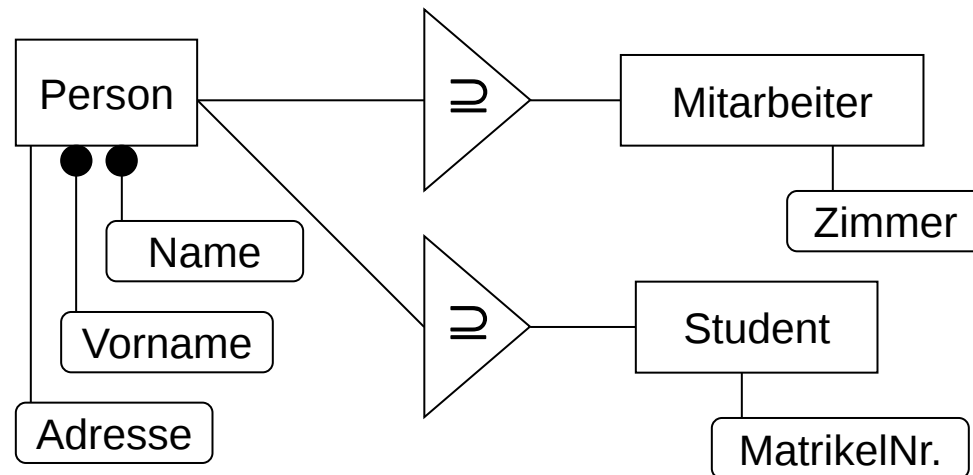
■ Partitionierung:

(totale Partitionierung
notiert mit ‚=‘)

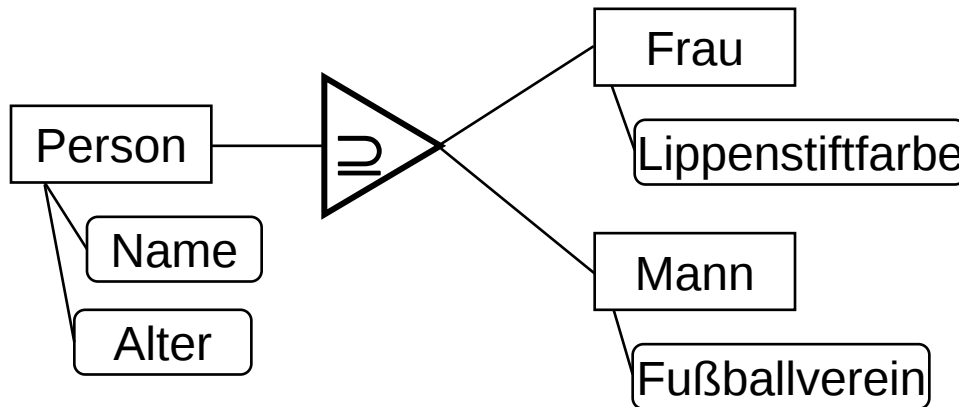
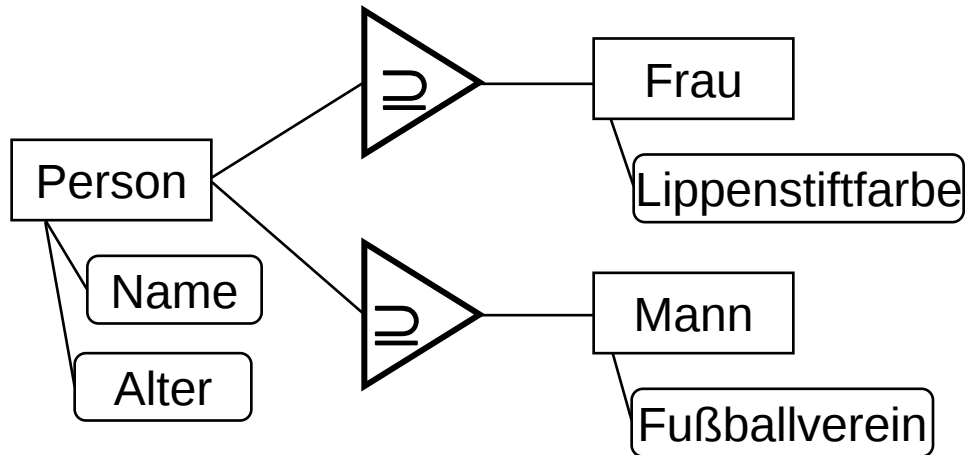


Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

■ Mehrfache Spezialisierung:



Partitionierung vs. mehrfache Spezialisierung (2)

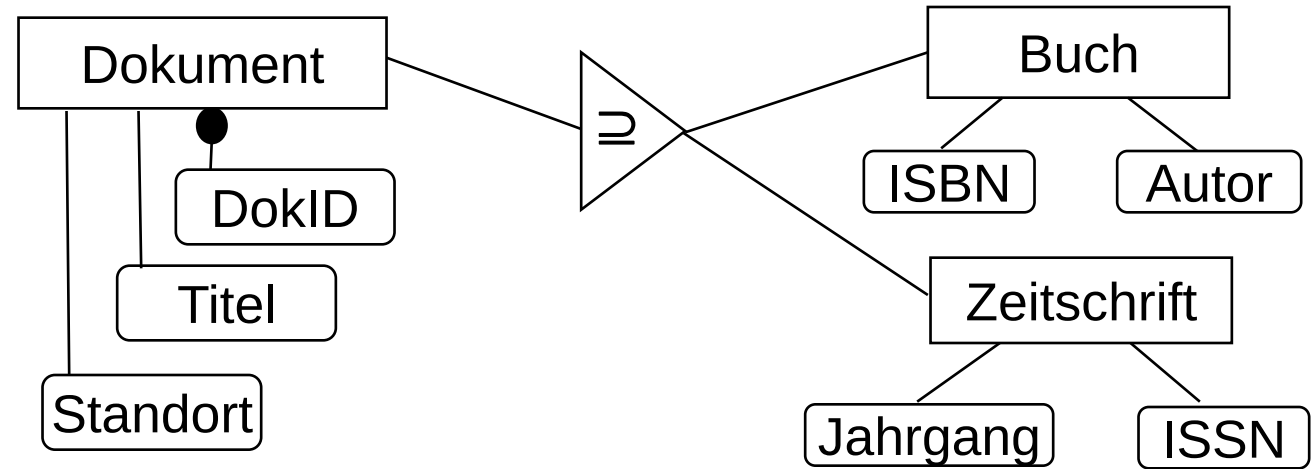


Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

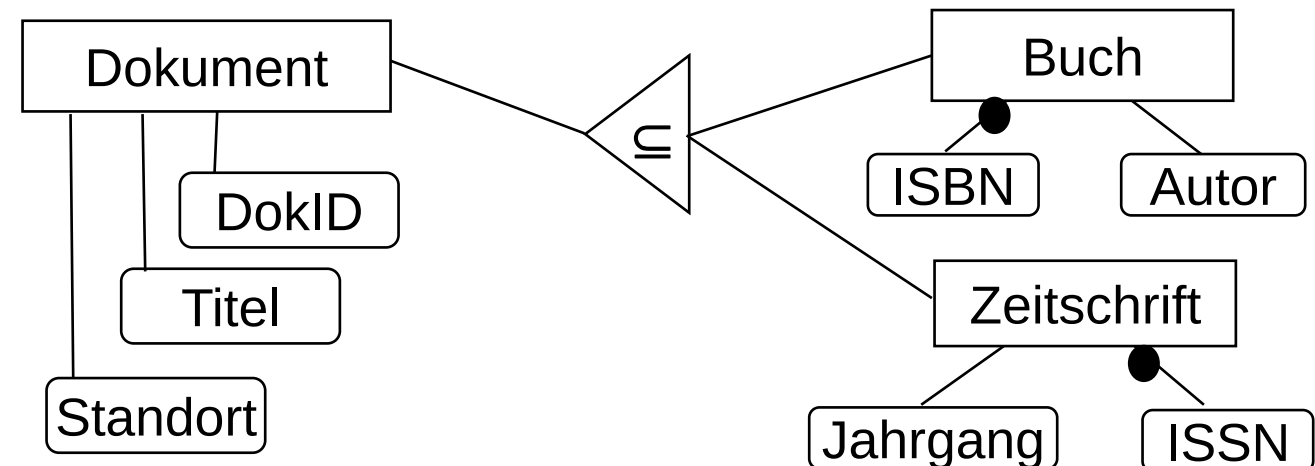
- Kann eine Person weder Mann noch Frau sein?
- Wenn ja, wann macht das Sinn?

Partitionierung vs. Generalisierung (1)

a) Partitionierung



b) Generalis.

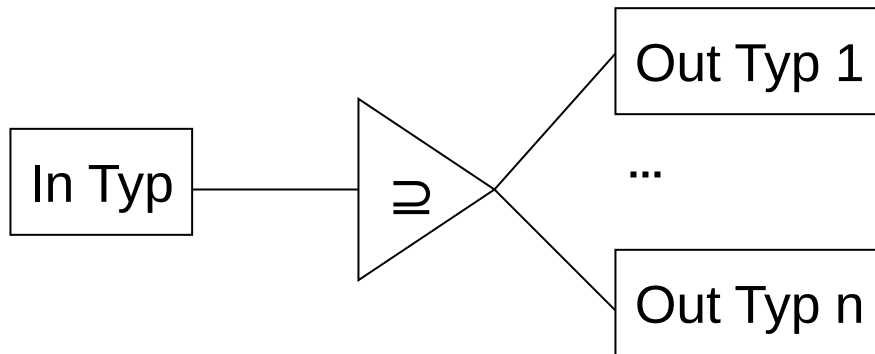


Partitionierung vs. Generalisierung (2)

- Fortsetzung des Beispiels:
 - Partitionierung –
„ $\exists$ Dokumente,
die nicht Buch oder Zeitschrift sind.“
(Z. B. Video);
 - Generalisierung –
„Nicht jedes Buch muss Dokument sein.“
Hier im Beispiel –
Dokument muss in Bibliothek vorhanden sein.
- Man beachte die Schlüssel im vorangegangenen Beispiel.

Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Partitionierung



Motivation

ER-Modell

semant. Bez.

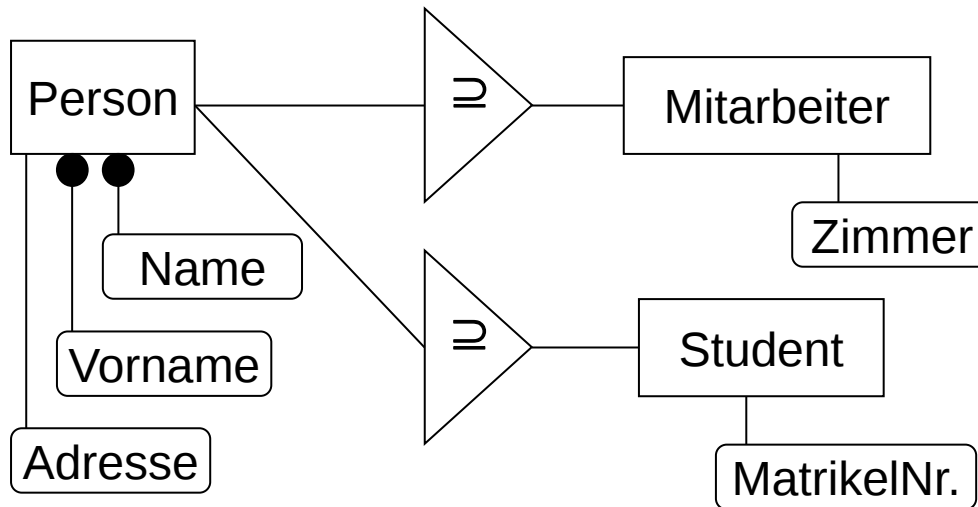
EER-Modell

Schluss

Semantik:

- Teilmengenbeziehung: $\sigma(\text{InTyp}) \supseteq \cup_i \sigma(\text{OutTyp}_i)$
- Disjunktheit der Partitionen: $\forall i, j: i \neq j \Rightarrow \sigma(\text{OutTyp}_i) \cap \sigma(\text{OutTyp}_j) = \emptyset$

Mehrfachspezialisierung (1)

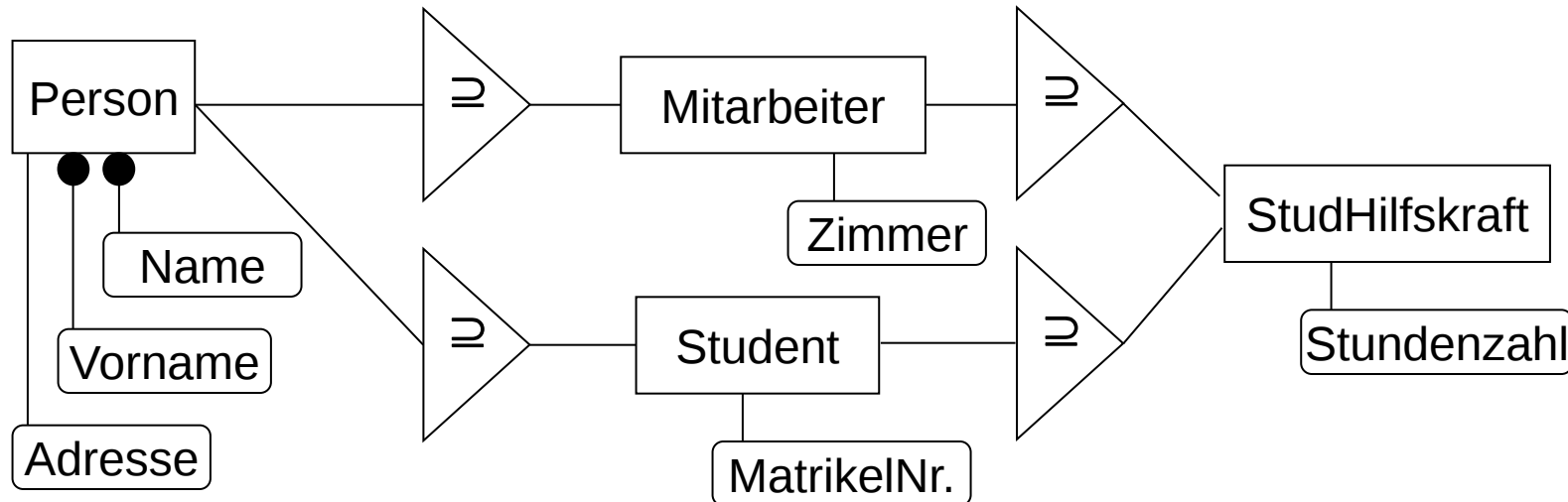


Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

- Mehrfachspezialisierung zu **StudHilfskraft**:
 $\sigma(\text{StudHilfskraft})$
 $\subseteq \sigma(\text{Student}) \cap \sigma(\text{Mitarbeiter})$
- Mehrfachspezialisierungen sind nur erlaubt, wenn die Eingabe-Typen direkt oder indirekt aus einer gemeinsamen Ausgangsklasse konstruiert wurden.

Mehrfachspezialisierung (2)

- Mehrfachspezialisierung
(Beispiel von eben – studentische Hilfskraft)
unterscheidet sich von mehrfacher Spezialisierung.



Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Was sollte dieses Kapitel leisten?

- Mehrere Modelle,
mit unterschiedlichen Daseinsberechtigungen.
- Einführung grundlegender Begrifflichkeiten
(einigermaßen formal).
- Explizite Definition der Semantik ist wichtig,
da sonst bestimmte Missverständnisse möglich.
Insbesondere:
 - Standard- vs. Teilnehmerkardinalität,
 - Spezialisierung vs. Generalisierung.
- Werkzeugunterstützung. Setzt gleiches Verständnis
bezüglich der Semantik der Konstrukte voraus.

Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
Schluss

Mögliche Prüfungsfragen

- Wie ist die Semantik von Datenmodellen definiert?
- Geben Sie ein sinnvolles Beispiel für mehrstellige Beziehungen. Erläutern Sie, warum Sachverhalt nicht mit mehreren zweistelligen Beziehungen korrekt darstellbar.
- <Richtiges Zuordnen der Teilnehmerkardinalitäten in einem Beispiel.>
- Welche semantischen Beziehungen aus dem EER-Kontext kennen Sie? Erläutern Sie die Unterschiede. Geben Sie jeweils Beispiele an.