

Kapitel 3: Datenbankmodelle für den Entwurf

Einleitung

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

- Voriges Kapitel –
Trennung zwischen Schema und Ausprägung.
- Entwurf heißt ‚Entwurf des Schemas‘.

Wichtigkeit des Themas

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

- Analogie zu Anwendungsentwicklung, wie wir sie kennen – komplexe Probleme bedingen strukturierte Herangehensweise.
- Es gibt standardisierte Notation 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.

Vorgehen im Folgenden

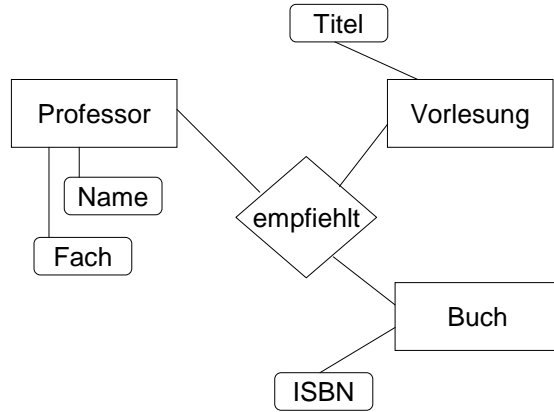
Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
UML

- Kurze, rasche Wiederholung bereits bekannter Konstrukte des ER-Modells, Klarstellung meiner Terminologie.
- Besprechung bisher nicht behandelter Aspekte (glaube ich zumindest),
- Semantische Beziehungen.

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

ER-Modell: Zwei- vs. mehrstellige Beziehungen (1)

- Dreistellige Beziehung:



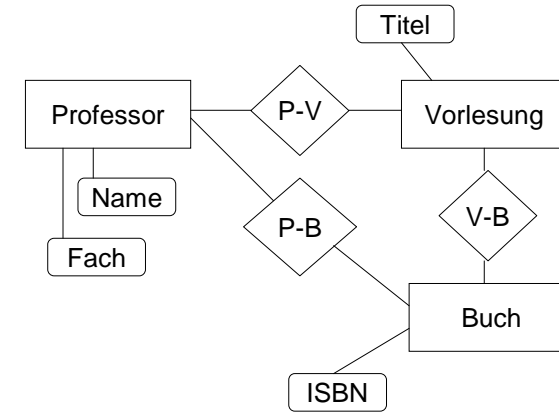
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 5

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

ER-Modell: Zwei- vs. mehrstellige Beziehungen (2)

- Mögliche Umwandlung in zweistellige Beziehungen.



Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 6

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Ausprägungen im Beispiel (1)

- Korrekte Ausprägung der dreistelligen Beziehung.

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

- Ausprägungen der drei 2-stelligen Beziehungen:

P-V	Prof.	Vorl.	P-B	Prof.	Buch	V-B	Vorl.	Buch
	Heuer	DB 1		Heuer	1-234-..		DB 1	1-234-..
	Heuer	DB 2		Heuer	9-876-..		DB 2	9-876-..
	Saake	DB 1		Saake	9-876-..		DB 1	9-876-..
	Saake	DB 2					DB 1	9-876-..

Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 7

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Ausprägungen im Beispiel (2)

- Ausprägungen der drei 2-stelligen Beziehungstypen

P-V	Prof.	Vorl.	P-B	Prof.	Buch	V-B	Vorl.	Buch
	Heuer	DB 1		Heuer	1-234-..		DB 1	1-234-..
	Heuer	DB 2		Heuer	9-876-..		DB 2	9-876-..
	Saake	DB 1		Saake	9-876-..		DB 1	9-876-..
	Saake	DB 2					DB 1	9-876-..

entsprechen aber auch:

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

Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 8

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Ausprägungen im Beispiel (3)

- Jetzt außerdem möglich:

P-V	Prof.	Vorl.	P-B	Prof.	Buch
	Heuer	DB 1		Heuer	1-234-..
	Heuer	DB 2		Heuer	9-876-..
	Saake	DB 1		Saake	9-876-..
	Saake	DB 2			

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.

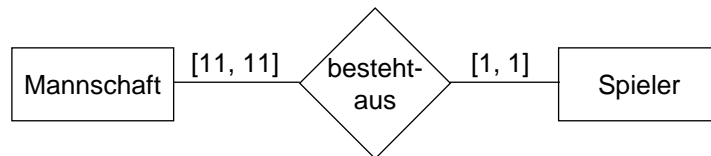
Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Kardinalitäten – Motivation

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

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Teilnehmerkardinalität (1)



besteht-aus	Mannschaft	Spieler
	FCB	Kahn
	FCB	Ballack

	VfB	Kuranyi

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

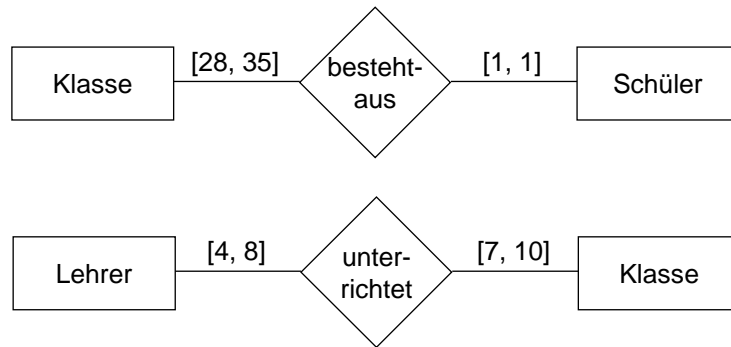
Teilnehmerkardinalität (2)

- In dieser Vorlesung stehen Intervalle für Teilnehmer-Kardinalität.
- Das muß aber nicht so sein – s. b. Kemper-Buch.
- Am besten Notation stets explizit angeben.

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Teilnehmerkardinalität (3)

- Weitere Beispiele:



Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 13

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Teilnehmerkardinalität (4)

- $[0, *]$ ist Standardannahme.
- 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.
- Eine totale funktionale Beziehung wird durch $R(E_1[1, 1], E_2)$ modelliert.

Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 14

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Teilnehmerkardinalität – weitere Beispiele

- Was bedeuten die folgenden Kardinalitätsangaben?
- `arbeitet_in(Mitarbeiter[0,1],Raum[0,3])`
- `verantwortlich(Mitarbeiter[0,*],Rechner[1,1])`

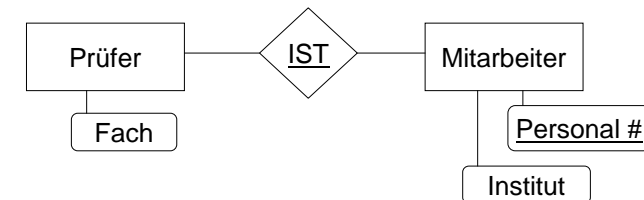
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 15

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

IST-Beziehung

- Professor Spezialisierung von Mitarbeiter. („Professor ist stets Mitarbeiter.“)



Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 16

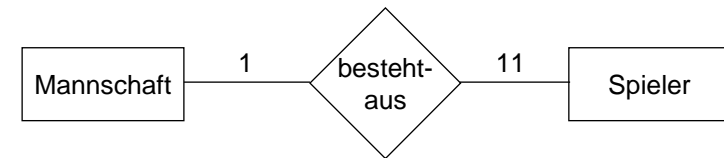
Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Teilnehmerkardinalität – IST-Beziehung

- Für die Beziehung E_1 IST E_2 gilt:
 $IST(E_1[1,1], E_2[0,1])$.

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Standardkardinalität



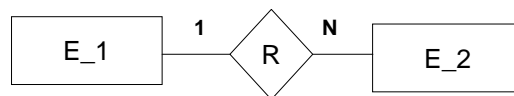
- Anschaulich: „Eine Mannschaft steht mit 11 Spielern in Beziehung.“

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

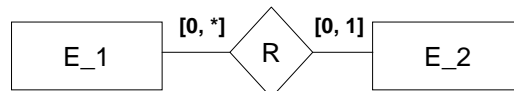
Vereinfachte Kardinalitätsangaben

für binären Beziehungstyp.

(Standard-Kardinalität)



ist äquivalent zu (Teilnehmer-Kardinalität)



- Die Angabe N entspricht *.

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Standardkardinalität – spezielle Kardinalitätsangaben

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

Motivation
ER-Modell
- Beziehungen
- Kardinalitäten
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Standardkardinalität vs. Teilnehmerkardinalität

- Standardkardinalität und Teilnehmerkardinalität drücken unterschiedliche Sachverhalte aus:
- Dreistellige Beziehung betreut (Prof, Student, Thema)
- Teilnehmerkardinalität – wie oft nimmt Instanz an Beziehung teil?
- Standardkardinalität N:1:1 – Entity mit ‚1‘ an der Kante ist von restlichen Entities funktional abhängig.

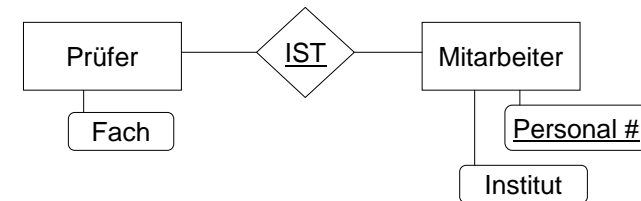
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 21

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

Erweiterungen des ER-Modells (1)

- **Spezialisierung und Generalisierung**
 - ◆ *Spezialisierung* entspricht IST-Beziehung: Professor Spezialisierung von Mitarbeiter.
(„Professor ist stets Mitarbeiter.“)



Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 22

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

Erweiterungen des ER-Modells (2)

- **Spezialisierung und Generalisierung (Forts.)**
 - ◆ *Partitionierung*: Spezialfall der Spezialisierung, mehrere *disjunkte* Entity-Typen. Partitionierung von Büchern in Monographien und Sammelbänden.

Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 23

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

Erweiterungen des ER-Modells (3)

- **Spezialisierung und Generalisierung (Forts.)**
 - ◆ *Generalisierung*: Entities in einen *allgemeineren* Kontext. Person oder Institut als Ausleiher.
(„Ausleiher ist stets Person oder Institut“;
Person muß kein Ausleiher sein.)
Ausleiher hat nur Ausleiher-mäßige Attribute.

Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 24

Erweiterungen des ER-Modells (4)

- **Komplexe Objekte**
 - ◆ *Aggregation*: Entity aus einzelnen Instanzen anderer Entity-Typen zusammengesetzt.
Fahrzeug zusammengesetzt aus Motor, Karosserie, ...
 - ◆ *Sammlung* oder *Assoziation*: Mengenbildung.
Team als Gruppe von Personen.

Erweiterungen des ER-Modells (5)

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

Ein Erweitertes ER-Modell

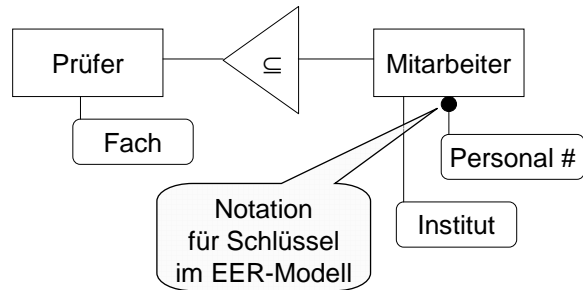
Ein Erweitertes ER-Modell

- Übernommene Grundkonzepte des ER-Modells
 - ◆ *Werte*: Standard-Datentypen des ER-Modells.
 - ◆ *Entities* bzw. *Entity-Typen*.
 - ◆ *Beziehungen* bzw. *Beziehungstypen*.
 - ◆ *Attribute*: unverändert.
 - ◆ *Funktionale Beziehungen*: unverändert.
 - ◆ *Schlüssel*: erweitertes Konzept, neue Notation.
- *Nicht* übernommen:
 - ◆ IST-Beziehung ersetzt durch *Typkonstruktor*.
 - ◆ Abhängige Entity-Typen durch erweitertes Schlüsselkonzept sowie objektwertige Attribute ersetzt.

Typkonstruktor

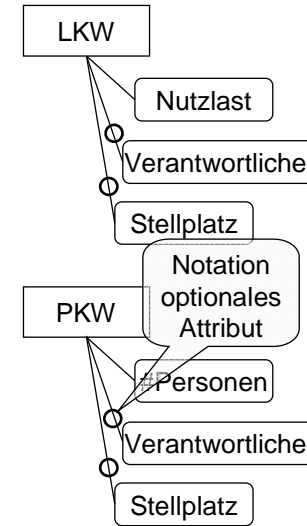
- *Ein* Modellierungskonzept für
 - ◆ Spezialisierung / IST-Beziehung,
 - ◆ Generalisierung,
 - ◆ Partitionierung.
- Eingabetypen – verbunden mit Basis des Dreiecks.
- Ausgabetyper – verbunden mit Spitze.
- Eingabetypen bei Generalisierung: Die spezielleren Typen.
- Eingabetypen bei Spezialisierung, Partitionierung: Der (oder die) allgemeinere(n) Typ(en).

Spezialisierung mit Typkonstruktor

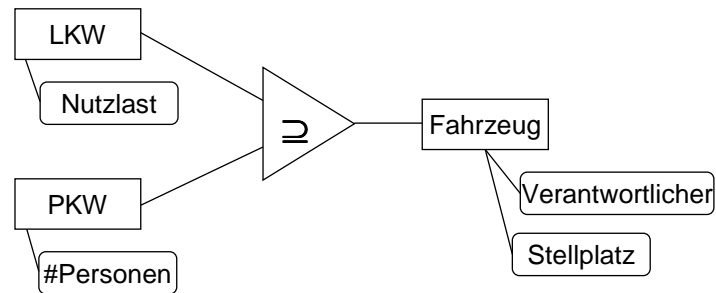


Spezialisierung (IST-Beziehung)
notiert mit dem Typkonstruktor des EER-Modells.

Generalisierung (1)



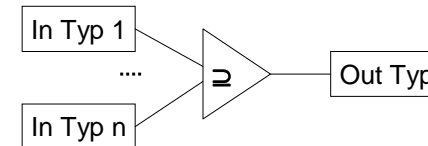
Generalisierung (2)



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

Generalisierung (3)

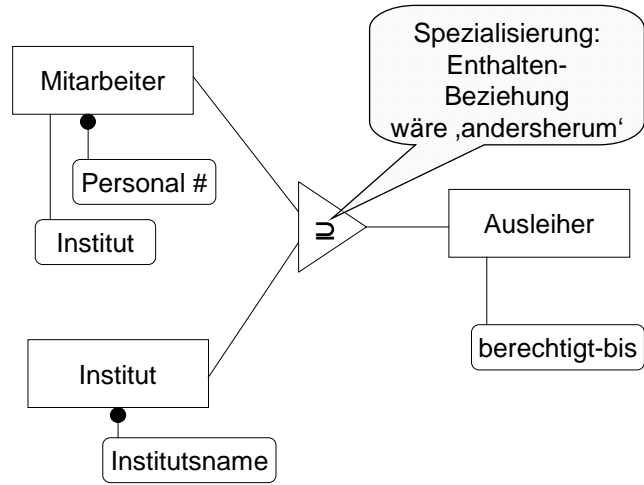
- **Notation:** Typkonstruktor für Generalisierung.



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

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

Weiteres Beispiel für Generalisierung



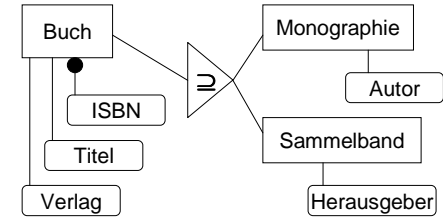
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 33

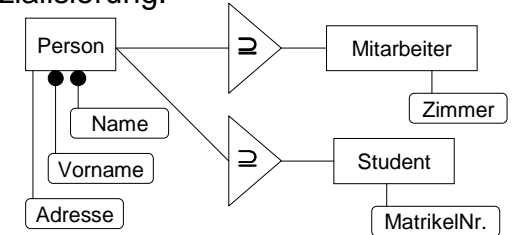
Motivation
ER-Modell
semant. Bez.
EER-Modell
UML

Partitionierung vs. mehrfache Spezialisierung (1)

- Partitionierung:
(totale Partitionierung notiert mit „=“)



- Mehrfache Spezialisierung:

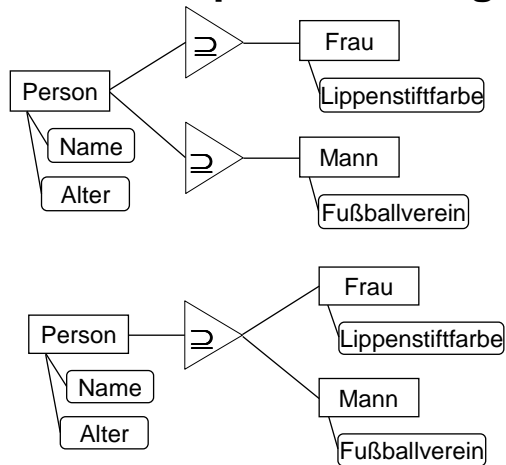


Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 34

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

Partitionierung vs. mehrfache Spezialisierung (2)



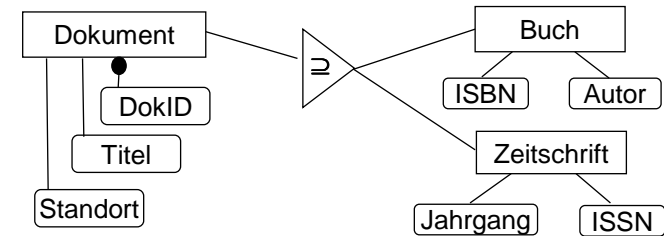
- Kann eine Person weder Mann noch Frau sein?
- Wenn ja, wann macht das Sinn?

Klemens Böhm

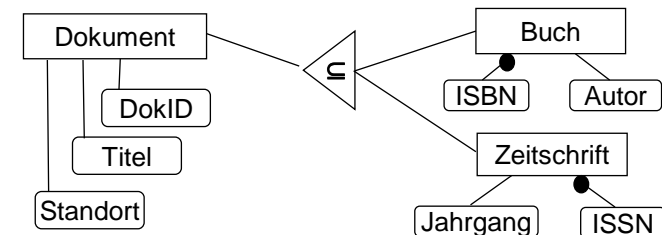
IWM: DB-Modelle für Entwurf – 35

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

Partitionierung vs. Generalisierung (1)



a) Partitionierung



b) Generalisierung

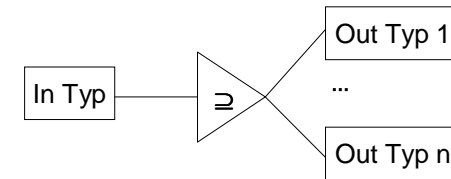
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 36

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.

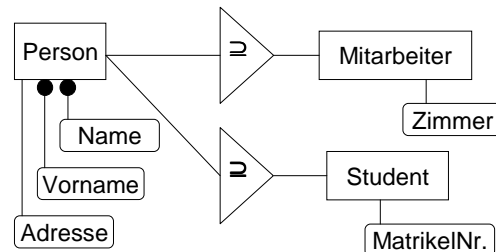
Partitionierung



Semantik:

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

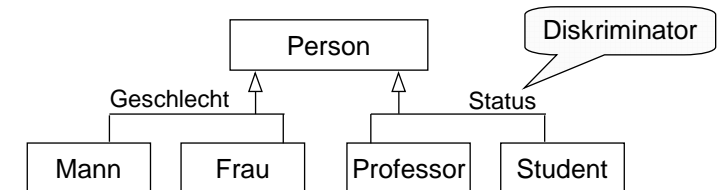
Mehrfachspezialisierung



- 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.

Z

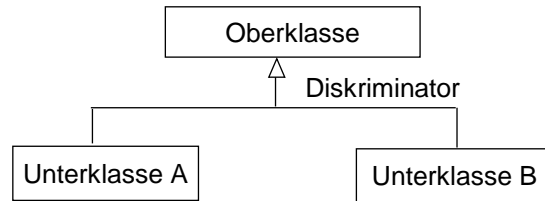
Spezialisierung in UML (1)



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

Spezialisierung in UML (2)

- Spezielle Form der Spezialisierung.
- Aufzählungsattribut (*Diskriminator*) teilt Instanzen in Unterklassen auf.
- Wertebereich des Diskriminators: Beteiligte Klassennamen.



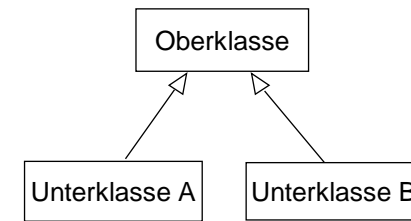
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 41

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

Spezialisierung in UML (3)

- Spezialisierung mit Vererbung.



- Angabe von Zusicherungen (**overlapping, disjoint, complete, incomplete**) möglich.

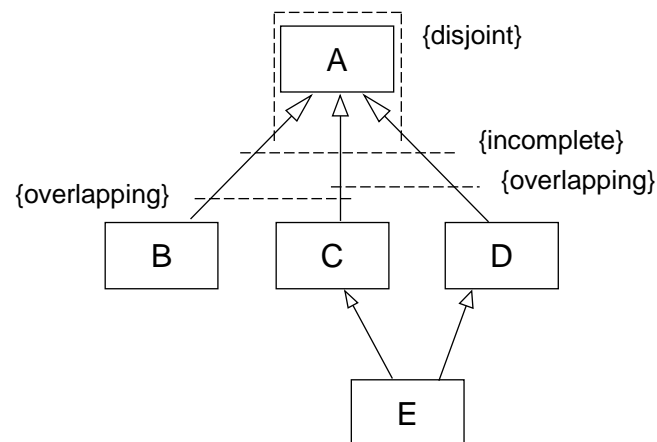
Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 42

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

Spezialisierung in UML (4)

- Beispiel:

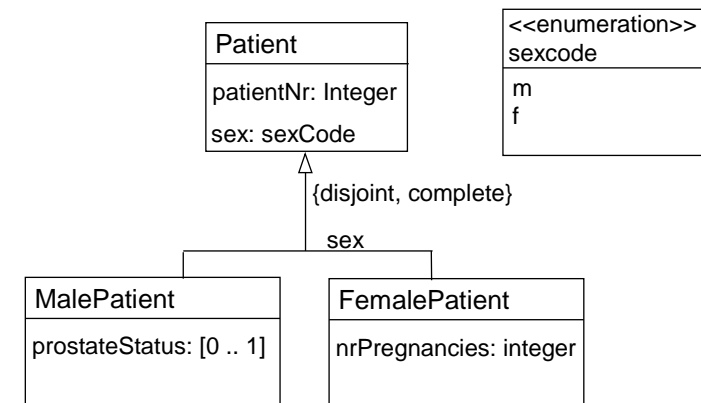


Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 43

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

Spezialisierung in UML (5)



Klemens Böhm

IWM: DB-Modelle für Entwurf – 44

Mögliche Prüfungsfragen

- 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.
- Was sind Diskriminatoren und Zusicherungen? Wie lassen sich die diversen semantischen Beziehungen aus dem EER-Kontext auf diese Weise darstellen?