

# Informations- und Wissensmanagement

## Kapitel 3: Datenbankmodelle für den Entwurf

Erik Buchmann



### Einleitung

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

- Voriges Kapitel - Trennung zwischen Schema und Instanz
- Entwurf hier: ‚Entwurf des Schemas‘



### Wichtigkeit des Themas

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

- 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  
ER-Abbildung

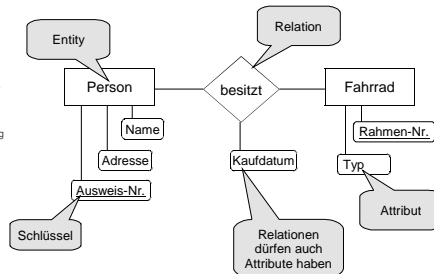
- Kurze, rasche Wiederholung bereits bekannter Konstrukte des ER-Modells, Klarstellung der Terminologie.
- Semantische Beziehungen, erweitertes ER-Modell
- Zur Gegenüberstellung: das UML-Modell
- Abbildung von ER-Modellen ins relationale Modell

# ER-Modelle



### Elemente des ER-Modells

Motivation  
ER-Modell  
- Bezie-  
- tausch  
- Kardinal-  
- täten  
semant. Bez.  
EER-Modell  
UML  
ER-Abbildung



### Abhängige Entity-Typen

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

- Identifikation über funktionale Beziehung

im ER-Modell: Identifikation über Schlüssel

Bestellposition (Menge, Artikel, Pos.) gehört zu Bestellung (Bestell-Nr., Datum)

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 7

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

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

- Dreistellige Beziehung:

Professor (Name, Fach) empfiehlt Vorlesung (Titel) and Buch (ISBN)

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 8

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

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

- Mögliche Umwandlung in zweistellige Beziehungen → *wirklich das gleiche modelliert?*

Professor (Name, Fach) is related to Vorlesung (Titel) via P-V, to Buch (ISBN) via P-B, and Vorlesung is related to Buch via V-B.

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 9

### Ausprägungen im Beispiel (1)

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

- Korrekte Ausprägung der dreistelligen Beziehung.

empfiehlt	Professor	Vorlesung	ISBN
Heuer	DB1	1-234	
Heuer	DB2	9-876	
Saake	DB1	9-876	
Saake	DB2	9-876	

- Ausprägungen der drei 2-stelligen Beziehungen:

P-V		P-I		V-I	
Professor	Vorlesung	Professor	ISBN	Vorlesung	ISBN
Heuer	DB1	Heuer	1-234	DB1	1-234
Heuer	DB2	Heuer	9-876	DB2	9-876
Saake	DB1	Saake	9-876	DB1	9-876
Saake	DB2				

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 10

### Ausprägungen im Beispiel (2)

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

- Ausprägungen der drei 2-stelligen Beziehungstypen

P-V		P-I		V-I	
Professor	Vorlesung	Professor	ISBN	Vorlesung	ISBN
Heuer	DB1	Heuer	1-234	DB1	1-234
Heuer	DB2	Heuer	9-876	DB2	9-876
Saake	DB1	Saake	9-876	DB1	9-876
Saake	DB2				

entsprechen aber auch:

Professor	Vorlesung	ISBN
Heuer	DB1	1-234
Heuer	DB1	9-876
Heuer	DB2	9-876
Saake	DB1	9-876
Saake	DB2	9-876

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 11

### Ausprägungen im Beispiel (3)

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

- Jetzt außerdem möglich:

P-V		P-I		V-I	
Professor	Vorlesung	Professor	ISBN	Vorlesung	ISBN
Heuer	DB1	Heuer	1-234	DB1	1-234
Heuer	DB2	Heuer	9-876	DB2	9-876
Saake	DB1	Saake	9-876	DB1	9-876
Saake	DB2			DB1	4-711

- Empfehlung für Buch liegt vor, ohne zu sagen, von wem

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 12



## Kardinalitäten – Motivation

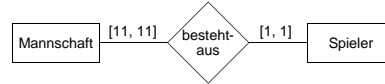
Motivation  
ER-Modell  
- Beziehungen  
- Kardinalitäten  
semant. Bez.  
EER-Modell  
UML  
ER-Abbildung

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



## Teilnehmerkardinalität (1)

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



besteht-aus	Mannschaft	Spieler
	FCB	Kahn
	FCB	Ballack
	...	...
	VB	Kuranyi
	...	...



## Teilnehmerkardinalität (2)

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

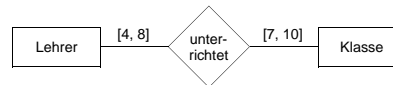
- In dieser Vorlesung stehen Intervalle für Teilnehmer-Kardinalität.
- Das muß aber nicht so sein – s. b. Kemper-Buch.
- Am besten: *Notation stets explizit angeben.*



## Teilnehmerkardinalität (3)

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

- Weitere Beispiele:



## Teilnehmerkardinalität (4)

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

- $[0, *]$  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.



## Teilnehmerkardinalität – weitere Beispiele

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

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

### IST-Beziehung

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

- **Prüfer** Spezialisierung von **Mitarbeiter**. („Prüfer ist stets ein Mitarbeiter.“)

```

    graph LR
      Prüfer[Prüfer] --- IST{IST} --- Mitarbeiter[Mitarbeiter]
      Prüfer --- Fach[Fach]
      Mitarbeiter --- Personal[Personal #]
      Mitarbeiter --- Institut[Institut]
  
```

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

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 19

### Standardkardinalität

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

```

    graph LR
      Mannschaft[Mannschaft] --- 1 --- besteht{besteht aus}
      besteht --- 11 --- Spieler[Spieler]
  
```

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

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 20

### Vereinfachte Kardinalitätsangaben

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

- für binären Beziehungstyp:

(Standard-Kardinalität)

```

    graph LR
      E1[E_1] --- 1 --- R{R}
      R --- N --- E2[E_2]
  
```

ist äquivalent zu (Teilnehmer-Kardinalität)

```

    graph LR
      E1[E_1] --- "0, *" --- R{R}
      R --- "0, 1" --- E2[E_2]
  
```

- Die Angabe N entspricht [0, \*]

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 21

### Standardkardinalität – spezielle Kardinalitätsangaben

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

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

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 22

### Standardkardinalität vs. Teilnehmerkardinalität

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

- 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.

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 23

Universität Karlsruhe (TH)  
 Forschungsbereich – prograde 425

Erweiterungen des ER-Modells

IPD, Forschungsbereich Systeme der Informationsverwaltung



## Problem: fehlende Unterstützung erweiterter semantischer Beziehungen

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

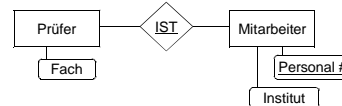
- ER-Modell kennt nicht:
  - Spezialisierung und Generalisierung
    - aber: Spezialfall IST-Beziehung
  - Komplexe Objekte
  - Beziehungen höherer Ordnung
    - Beziehungen zwischen Beziehungsinstanzen



## Spezialisierung und Generalisierung (1)

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

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



## Spezialisierung und Generalisierung (2)

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

- Partitionierung**
  - Spezialfall der Spezialisierung,
  - mehrere disjunkte Entity-Typen.
  - Beispiel: Partitionierung von Bücher in Monographien und Sammelbände
    - Hier werden auch Bücher abgedeckt, die weder Monographien noch Sammelbände sind.
    - Monographien und Sammelbände haben Attribute von Bücher



## Spezialisierung und Generalisierung (3)

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

- Generalisierung**
  - Entities in einen allgemeineren Kontext.
  - Beispiel: Person oder Institut als Ausleiher.
    - „Ausleiher ist **stets** Person **oder** Institut“; Person muß kein Ausleiher sein.
    - Ausleiher hat nur zur Verwaltung der Ausleihe nötige Attribute, nicht die von Person oder Institut.



## Komplexe Objekte

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

- Aggregation**
  - Entity aus einzelnen Instanzen anderer Entity-Typen zusammengesetzt
  - Beispiel: Fahrzeug zusammengesetzt aus Motor, Karosserie, ...
- Sammlung oder Assoziation**
  - Mengenbildung
  - Beispiel: Team als Menge von Person-Entities.



## Beziehungen höheren Typs

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

- Spezialisierung und Generalisierung auch für Beziehungstypen.
  - Beispiel: Beziehung Ausleihe zu Kurzausleihe spezialisiert.
- Beziehungen zwischen Beziehungsinstanzen
  - Beziehungen zweiter und höherer Ordnung.
  - Beispiel: Beziehung zwischen den Beziehungen Kunde kauft Fahrrad und Händler hat Lagerabgang



## Ein Erweitertes ER-Modell

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

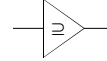
- Übernommene Grundkonzepte des ER-Modells:
  - **Werte:** Standard-Datentypen des ER-Modells.
  - **Entities** bzw. **Entity-Typen.**
  - **Beziehungen** bzw. **Beziehungstypen.**
  - **Attribute:** unverändert.
  - **Funktionale Beziehungen:** unverändert.
  - **Schlüssel:** erweitertes Konzept, neue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



## Typkonstruktor

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

- 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).

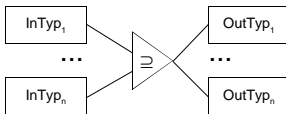


## Semantik des allgemeinen Typkonstruktors im EER-Modell

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

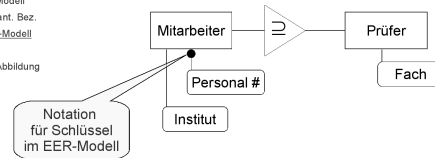
- Ausgabetyper sind Spezialisierungen der Eingabetypen

$$\bigcup_i \sigma(\text{InTyp}_i) \supseteq \bigcup_i \sigma(\text{OutTyp}_i)$$



## Spezialisierung mit Typkonstruktor

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

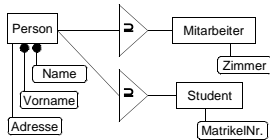


- Spezialisierung (IST-Beziehung) notiert mit dem Typkonstruktor des EER-Modells.



## Mehrfache Spezialisierung

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

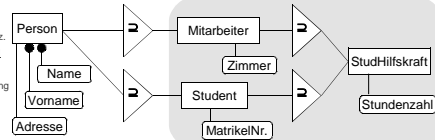


- Mitarbeiter ist eine spezielle Person
- Student ist eine spezielle Person



## Mehrfachspezialisierung

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



- 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.

### Generalisierung (1)

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

- **Notation:** Typkonstruktor für Generalisierung.

- **Bedeutung:**  $\bigcup_i \sigma(\text{In Typ}_i) \supseteq \sigma(\text{Out Typ})$

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 37

### Generalisierung (2)

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

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 38

### Generalisierung (3)

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

- Eigenschaften dieser Modellierung:
  - Weniger fehleranfällig,
  - unübersichtlich.
- Beispiel: Fahrzeug ist Generalisierung von LKW, PKW → Warum nicht Spezialisierung?

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 39

### Weiteres Beispiel für Generalisierung

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

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 40

### Partitionierung (1)

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

**Semantik:**

Teilmengenbeziehung:  $\sigma(\text{In Typ}) \supseteq \bigcup_i \sigma(\text{Out Typ}_i)$

- Disjunktheit der Partitionen:  
 $\forall i, j: i \neq j \Rightarrow \sigma(\text{Out Typ}_i) \cap \sigma(\text{Out Typ}_j) = \emptyset$

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 41

### Partitionierung (2)

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

- Beispiel: Bücher können Monographien oder Sammelbände sein, aber auch etwas ganz anderes

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 42

### Partitionierung vs. mehrfache Spezialisierung (1)

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

- **Partitionierung:**  
(totale Partitionierung notiert mit „=“)
- **Mehrfache Spezialisierung:**

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 43

### Partitionierung vs. mehrfache Spezialisierung (2)

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

- Kann eine Person weder Mann noch Frau sein?
- Wenn ja, wann ist das sinnvoll?

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 44

### Partitionierung vs. Generalisierung (1)

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

a) Partitionierung

b) Generalisierung

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 45

### Partitionierung vs. Generalisierung (2)

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

- Fortsetzung des Beispiels:
  - Partitionierung – „∃ 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.

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 46



### Spezialisierung in UML (1)

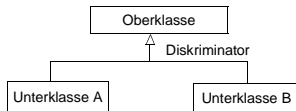
Motivation  
ER-Modell  
semant. Bez.  
EER-Modell  
UML  
ER-Abbildung

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 48

## Spezialisierung in UML (2)

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

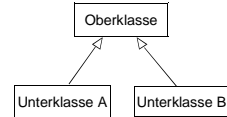
- Spezielle Form der Spezialisierung.
- Aufzählungsattribut (*Diskriminator*) teilt Instanzen in Unterklassen auf.
- Wertebereich des Diskriminators: Beteiligte Klassennamen.



## Spezialisierung in UML (3)

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

- Spezialisierung mit Vererbung.

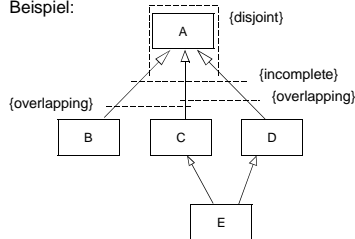


- Angabe von Zusicherungen (**overlapping, disjoint, complete, incomplete**) möglich.

## Spezialisierung in UML (4)

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

- Beispiel:



## Spezialisierung in UML (5)

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

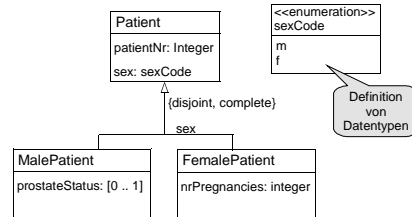


Abbildung von ER-Modellen  
auf das relationale Modell

## ER-Abbildung

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

- Problem:
  - Abbildung von ER-Modell → Relationenmodell
- Vorgehensweisen:
  1. Transformation nach Faustregeln manuell,
  2. automatische Transformation.
- Ziel: Kapazitätserhaltende Abbildung
  - *alle* funktionalen Abhängigkeiten im relationalen Modell wiederfinden
- Problem: Verlust an Semantik unvermeidbar
  - manche Teile eines Modells nicht abbildbar, z.B. Kardinalitätsbedingungen.

### Beispiel

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

Person  
Name Adresse  
...

AG  
Börsenkennzahl Name  
...

Aktionär  
Anzahl Name Börsenkennzahl  
...

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 55

### Abbildung auf das relationale Modell

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

Übersicht:

- Entity-Typen und Beziehungstypen  
→ Relationenschemata.
  - Attribute → Attribute des Relationenschemas.
  - Schlüssel werden übernommen.
- Kardinalitäten der Beziehungen  
→ Wahl der Schlüssel.
- Verschmelzen von Relationenschemata
  - Entity- und Beziehungstypen können eventuell miteinander verschmolzen werden.
- Einführung diverser Fremdschlüsselbedingungen.

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 56

### Abbildung von Entity-Typen

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

- Entity-Typ → Relationenschema mit allen Attributen des Entity-Typs.
- Mehrere Schlüssel vorhanden  
→ Auswahl eines Primärschlüssels.
- Beispiel:

→ **nicht als Primärschlüssel gewählte Schlüssel müssen ggf. auf ein UNIQUE-Attribut abgebildet werden!**

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 57

### Integritätsbedingungen: Schlüssel

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

- Schlüssel kann aus beliebig vielen Attributen bestehen.
- Im Allgemeinen gibt es mehrere Schlüssel.
  - Notation:  $K = \{ \{ \text{Vorname, Name, Straße} \}, \{ \text{Name, Straße, Alter} \}, \dots \}$

Vorname	Name	Straße	Beruf	Alter
Steffen	Schmitt	Im Nirgendwo	Informatiker	34
Markus	Schmitt	Die Grube	Informatiker	19
Rainer	Unsinn	Die Grube	Schlosser	45
Klaus	Nicht	Umgehungsstraße	Tischler	34

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 58

### Integritätsbedingungen: Fremdschlüssel

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

- Fremdschlüsselbedingung ist Teil der Schema-Definition.
- Keine Fremdschlüssel im ER-Modell.
- Fremdschlüssel entstehen bei der Abbildung von Relationships.
- Fremdschlüssel ersetzen Linie von Relationship zu Entity.

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 59

### Wo sind die Fremdschlüssel?

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

Person  
Name Adresse  
...

Auto  
KFZ Marke  
...

besitzt  
Name KFZ Jahr  
...

- Problem: Kapazitätserhaltende Abbildung

IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 60

### Abbildung von Beziehungstypen (1)

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

- Beziehungstyp → Relationenschema mit allen Attributen des Beziehungstyps + Primärschlüssel der beteiligten Entity-Typen.

Person: Name, Adresse  
Auto: KFZ, Marke  
besitzt: Name, KFZ, Jahr

Person: Name, Adresse  
Auto: KFZ, Marke  
besitzt: Name, KFZ, Jahr

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf - 61

### Abbildung von Beziehungstypen (2)

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

- Auswahl der Schlüssel (hier für binäre Beziehungen):
  - m:n-Beziehung: Beide Primärschlüssel werden Schlüssel.
  - 1:n-Beziehung: Der Primärschlüssel der n-Seite (bei der funktionalen Notation die Seite ohne Pfeilspitze) wird Schlüssel.
  - 1:1-Beziehung: Beide Primärschlüssel werden je ein Schlüssel, einer wird Primärschlüssel.

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf - 62

### Kapazitätserhöhende Abbildung

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

Min.Präsident: MPName  
Bundesland: BLName

$K=\{(MPName)\}$        $K=\{(MPName), \{BLName\}\}$

MPName BLName  
Oettinger B.-W.  
Beckstein B.-W.

MPName BLName  
Oettinger B.-W.  
Beckstein Bayern

kapazitätserhöhend      darf nicht sein      kapazitätserhaltend

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf - 63

### Kapazitätsvermindernde Abbildung

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

Person: Name  
AG: WKZ

$K=\{(Name)\}$        $K=\{(Name, WKZ)\}$

Name WKZ  
Klemens BMW  
Klemens Siemens

Name WKZ  
Klemens BMW  
Klemens Siemens  
Gunter BMW

hier nicht möglich!      zusammengesetzter Schlüssel

kapazitätsvermindernd      kapazitätserhaltend

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf - 64

### IST-Beziehung (1)

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

- Kein eigenes Relationenschema.
- Im Relationenschema des spezielleren Entity-Typs zusätzlich der Primärschlüssel des allgemeineren Entity-Typs.

Person: PANr  
Mitarbeiter: AngNr  
Student: Matrikelnr

PANr wird geerbt.

Man muß sich entscheiden, was Primärschlüssel ist.

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf - 65

### IST-Beziehung (2)

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

- Mitarbeiter mit AngNr als Schlüssel. Zusätzlich Primärschlüssel PANr von Personen geerbt. Entscheidung für PANr als Primärschlüssel.
- Professoren: PANr wird von Mitarbeiter vererbt.
- Studenten mit Attribut Matrikelnummer (Schlüssel). Auswahl zwischen „lokalem“ Schlüssel und geerbtem Schlüssel PANr.

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf - 66

### 1:1-Beziehung

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

Nach Abbildungsvorschrift werden drei Relationenschemata angelegt:

- Professoren mit den Attributen PANr und Stufe,
- Lehrstühle mit den beiden Attributen Lehrstuhlbezeichnung und Planstellen und
- Hat\_Lehrstuhl mit den Primärschlüsseln der beiden beteiligten Entity-Typen jeweils als Schlüssel dieses Schemas, also PANr und Lehrstuhlbezeichnung.

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 67

### Verschmelzen von Relationenschemata

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

Bei zwingenden Beziehungen ( $[1, \dots]$ ) möglich

- 1:n-Beziehung: Das Entity-Relationenschema der n-Seite kann in das Relationenschema der Beziehung integriert werden.  
Beispiel: Person – (Halter – Auto)
- 1:1-Beziehung: Beide Entity-Relationenschemata können in das Relationenschema der Beziehung integriert werden.  
Beispiel: (Ministerpräsident – regiert – Bundesland)

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 68

### Probleme beim Verschmelzen

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

- $[1, 1]:[0, 1]$ -Beziehung: Lehrstühle können unbesetzt bleiben.

PANr	Lehrstuhlbezeichnung	Stufe	Planstellen
4711	Datenbank- und Informationssysteme	C4	4
5588	Theoretische Informatik	C4	5
NULL	Rechnernetze	NULL	3

→ Nullwerte, aber: Primärschlüssel darf nicht null sein!

besser: zwei Relationenschemata („besetzte Lehrstühle“/„unbesetzte Lehrstühle“).

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 69

### Komplexere Beispiele: 1:n-Beziehung

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

- Buch\_Exemplare mit dem Attribut Inventarnr.
- Buecher u. a. mit den Attributen ISBN und Titel.
- von mit dem Primärschlüssel der n-Seite Buch\_Exemplare als Primärschlüssel dieses Schemas.
- Relationenschema Buch\_Exemplare kann mit dem Relationenschema von verschmolzen werden (zwingende Beziehung).

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 70

### Rekursive Beziehungen

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

- Umbenennung der übernommenen Primärschlüssel.

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 71

### Mehrstellige Beziehungen

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

- Relation Empfehlung, deren Schlüssel die Primärschlüssel der anderen drei Relationen sind.

Erik Buchmann IWM: DB-Modelle für den Entwurf – 72

### Offene Punkte (1)

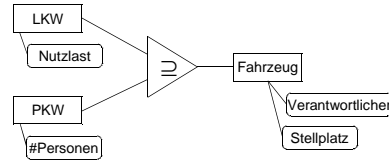
Motivation  
ER-Modell  
semant. Bez.  
EER-Modell  
UML  
ER-Abbildung

- Komplexe Attribute.  
→ Mengenwertige Attribute führen zu Redundanzen.
- Alternativen:
  - Inlining,
  - separate Relation.

### Offene Punkte (2)

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

- Generalisierung und Disjunktheitsbedingungen mit Schlüsseln und Fremdschlüsseln nicht ausdrückbar.  
Generalisierung – Beispiel:



### Offene Punkte (3)

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

- Nicht alle Kardinalitätsangaben abbildbar  
– Beispiel:



### Zusammenfassung

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

ER-Konzept	abgebildet auf relationales Konzept
Entity-Typ $E_i$	Relationenschema $R_i$
Attribute von $E_i$	Attribute von $R_i$
Primärschlüssel $P_i$	Primärschlüssel $P_i$
Beziehungstyp	Relationenschema
Attribute: $P_1, P_2$	Attribute: $P_1, P_2$
dessen Attribute	weitere Attribute
1:n	$P_2$ wird Primärschlüssel der Beziehung
1:1	$P_1$ oder $P_2$ werden Primärschlüssel (der andere wird unique)
m:n	$P_1 \cup P_2$ wird Primärschlüssel
IST-Beziehung	$R_1$ erhält zusätzlichen Schlüssel $P_2$

$E_1, E_2$ : an Beziehung beteiligte Entity-Typen,  
 $P_1, P_2$ : deren Primärschlüssel,  
1:n-Beziehung:  $E_2$  ist n-Seite,  
IST-Beziehung:  $E_1$  ist speziellerer Entity-Typ.

Primärschlüssel  
des allgemeinen  
Entity-Typs.