

### 3 Das Entity-Relationship-Modell

- 3.0 Einführung
- 3.1 Das Grundmodell
- 3.2 Erweiterungen des ER-Modells
- 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

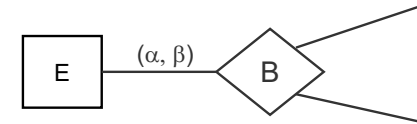
### 3 Das Entity-Relationship-Modell

- 3.0 Einführung
- 3.1 Das Grundmodell
- 3.2 Erweiterungen des ER-Modells
  - 3.2.1 Bezüglich der Kardinalität
  - 3.2.2 Bezüglich spezieller Beziehungstypen
- 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

#### 3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität

(1/9)

Weitere Angaben der Kardinalität eines Entity-Typs E in einem Beziehungstyp B als Zahlenpaar  $(\alpha, \beta)$  mit  $0 \leq \alpha \leq \beta$  :



Ein Objekt e (vom Typ E) gehört zu **mindestens  $\alpha$ , maximal  $\beta$**  Beziehungen des Typs B.

d.h. bei Darstellung von B als Tabelle:  
 $e \in E^t$  geg. – wie oft kommt e in der Tabelle vor?

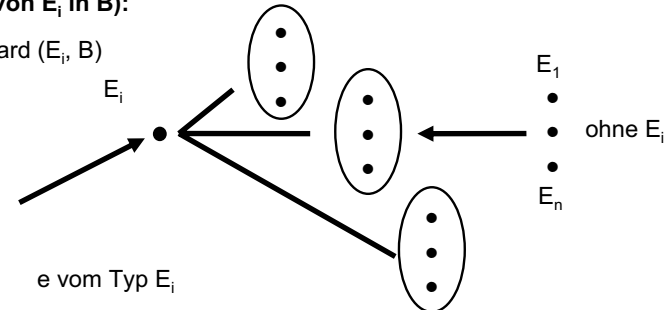
$\Rightarrow$  Angabe, ob alle Entities eines Typs Beziehungen dieses Typs haben müssen.

#### 3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität

(2/9)

Die (min, max)-Kardinalität (von  $E_i$  in B):

card ( $E_i, B$ )



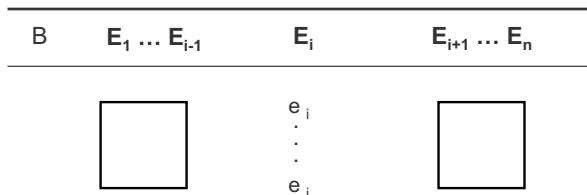
**Frage:** Wie viele verschiedene  $(n-1)$ -Tupel von Entities aus  $E_1^t, \dots, E_i^t, \dots, E_n^t$  können/ müssen bezüglich B zu diesem e gehören?

**3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität**

(3|9)

Die (min, max)-Kardinalität (von  $E_i$  in B):

- mindestens  $\alpha_i$
  - höchstens  $\beta_i$
- }  $\text{card}(E_i, B) = (\alpha_i, \beta_i)$   
 $0 \leq \alpha_i \leq \beta_i; \beta_i \geq 1$   
 $\beta_i = *$  für „beliebig viele“



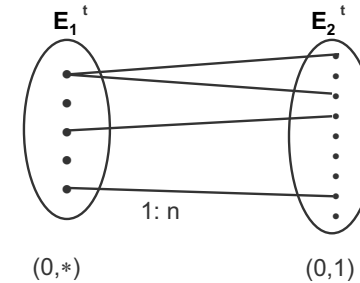
Folgerung:  $\beta_i = 1 \Leftrightarrow E_i$  Schlüssel von B

WiSe 06/07

**3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität**

(5|9)

Zusammenhang von (1:n)-Notation und "(min / max)" bei Grad 2



WiSe 06/07

**3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität**

(4|9)

Schreibweisen:

„\*“ = beliebig viele

(1,1): eine Entity hat zu jedem Zeitpunkt **genau eine** Beziehung.

(0, \*): eine Entity kann zu jedem Zeitpunkt **beliebig viele** Beziehungen haben; muss aber nicht in einer Beziehung stehen.

üblich: (0,1), (0, \*), (1,1), (1, \*)

(d.h. im Allg. Beschränkung auf diese Spezialfälle)

WiSe 06/07

**3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität**

(6|9)

Zusammenhang von (1:n)-Notation und "(min / max)" bei Grad 2

E <sub>1</sub>	1:1	E <sub>2</sub>
(0,1)		(0,1)
(1,1)		(1,1)
1:n		
(0,*)		(0,1)
(1,*)		(1,1)
n:m		
(0,*)		(0,*)
(1,*)		(1,*)

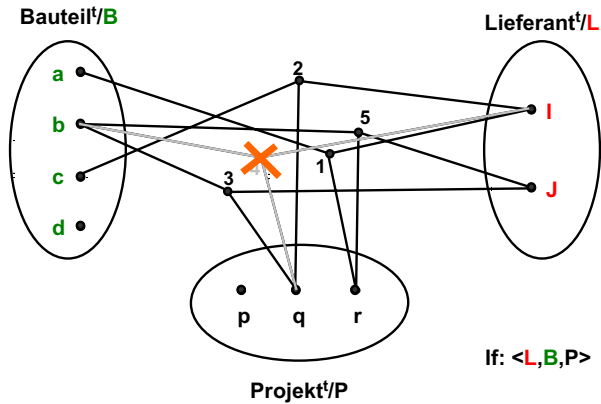
WiSe 06/07

### 3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität

(7|9)

Grad=3

**Beispiel 7.8:** mit der Einschränkung, dass für jedes Projekt ein und dasselbe Bauteil nur von einem einzigen Lieferant geliefert wird



WiSe 06/07

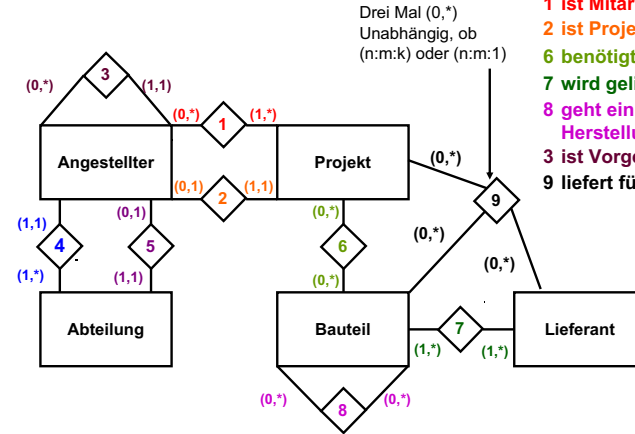
### 3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität

(9|9)

**Beispiel 7.9: „ER-Diagramm“**  
(Ausschnitt aus einem Unternehmen)

Beziehungstypen :

- 4 hat Angestellte
- 5 wird geleitet von
- 1 ist Mitarbeiter an
- 2 ist Projektleiter von
- 6 benötigt
- 7 wird geliefert von
- 8 geht ein bei der Herstellung von
- 3 ist Vorgesetzter von
- 9 liefert für



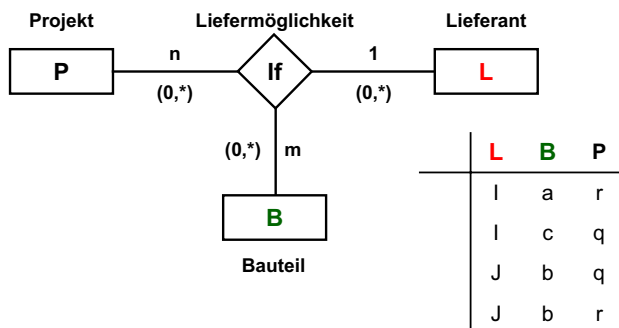
WiSe 06/07

### 3.2.1 Erweiterung bzgl. der Kardinalität (min, max) - Kardinalität

(8|9)

Fortsetzung von Beispiel 7.8:

Beziehung If: <L,B,P>



Sachverhalt  $n : m : 1$  (d.h. daß P, B identifizierend für If sind) ist mit (min,max) nicht darstellbar!

WiSe 06/07

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen

(1|8)

- Das ER-Modell wurde von verschiedenen Autoren erweitert.
- Erweiterungen unterscheiden sich sowohl von den Konzepten, als auch in der grafischen Notation, wobei z.T. für gleiche Konzepte unterschiedliche Notationen auftreten.
- Die häufigste Erweiterung ist:

**Generalisierung / Spezialisierung**

WiSe 06/07

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen (2|8)

- Die erweiterten ER-Modelle sind meistens unter der Bezeichnung **EER-Modell** bekannt, wobei dies – je nach Autor – eine Abkürzung ist für: Enhanced ER-M. | Extended ER-M. | Erweitertes ER-M.
- Die Erweiterungen des ER-Modells sind in den meisten objekt-orientierten Modellierungs-Methoden wiederzufinden.
- Die Abbildung dieser erweiterten Konzepte in die klassischen Datenmodelle ist nicht so einfach möglich  
(im Gegensatz zu den grundlegenden ER-Konstrukten).



WiSe 06/07

13

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen (4|8)

Man bezeichnet

- Die Abstraktion von verschiedenen Untergruppen auf einen allgemeineren Typ als  
**Generalisierung.**
- Die Aufteilung eines allgemeineren Typs in verschiedene Untergruppen als  
**Spezialisierung.**



WiSe 06/07

15

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen (3|8)

#### Generalisierung/Spezialisierung

Ein Entity-Typ ist eine Zusammenfassung ähnlicher Entities. Oft lässt sich diese Menge in **Untergruppen** aufteilen.

Diese **Untergruppen** sind gekennzeichnet durch Eigenschaften, die nicht allen Entities eines Typs gemeinsam sind.

ANGEST: <PersNr, Name, Gehalt>  
WISS\_ANGEST: < Attribute wie ANGEST, Fachgebiet >  
HIWI: < Attribute wie ANGEST, Matrikel-Nr >

WISS\_ANGEST und HIWI sind Untergruppen (Unterklassen) von ANGEST.



WiSe 06/07

14

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen (5|8)

#### Definition:

$S = \{E_1, E_2, \dots, E_n\}$  (alle  $E_i$  paarweise verschieden) ist eine **Spezialisierung** von  $E$  bzw.  $E$  ist eine **Generalisierung** von  $S$ ,

wenn  $\forall$  Zeitpunkt  $t: \cup_i E_i^t \subseteq E^t$  („is-a“-Beziehung zwischen  $E_i$  und  $E$ )

für jeden **Subtyp**  $E_i$  von  $E$  gilt:

- $E_i^t \subseteq E^t$  zu jedem Zeitpunkt  $t$ .
- $E_i$  hat denselben Primärschlüssel wie  $E$   
sogar: *Jeder* Schlüssel von  $E$  ist auch Schlüssel von  $E_i$ .
- Die Attribute und Beziehungen von  $E$  werden an die Subtypen  $E_i$  **vererbt**.
  - Subtyp  $E_i$  hat insgesamt mindestens soviel Attribute und Beziehungen wie  $E$ .



WiSe 06/07

16

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen

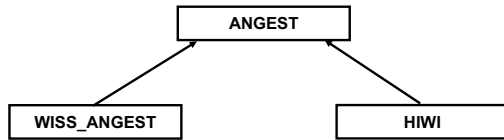
(6|8)

#### Grafische Notation:

- Spezialisierung von Angestellte in die Subtypen Wiss.-Angestellte und HiWi

bzw.

- Generalisierung von HiWi oder Wiss.-Angestellte zu Angestellter



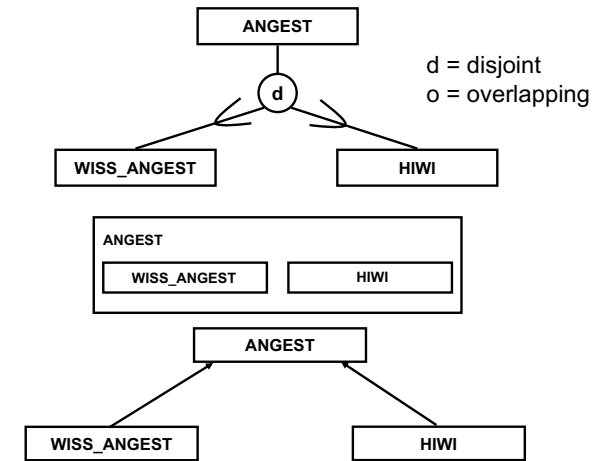
WiSe 06/07

17

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen

(8|8)

#### Grafische Notationen:



WiSe 06/07

19

### 3.2.2 Erweiterung bzgl. spezieller Beziehungstypen

(7|8)

Generalisierungen/Spezialisierungen können weiter unterschieden werden:

- Wenn  $E_1^t \cup E_2^t \cup \dots \cup E_n^t = E^t$  ist, dann ist S eine **vollständige** Spezialisierung (sonst: **partielle** Spezialisierung)
- Wenn alle  $E_i$  paarweise disjunkt sind, d.h.  $E_i^t \cap E_j^t = \emptyset$  für  $i \neq j$  und  $\forall t$ , dann ist S eine **disjunkte** Spezialisierung (sonst: **überlappende** Spezialisierung)

#### Beispiel 7.10:

STUDENTEN\_MIT\_VORDIPLOM

STUDENTEN\_OHNE\_VORDIPLOM

ist eine vollständige und disjunkte Spezialisierung von STUDENTEN.

WiSe 06/07

18

## 3 Das Entity-Relationship-Modell

### 3.0 Einführung

#### 3.1 Das Grundmodell

#### 3.2 Erweiterungen des ER-Modells

#### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

##### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

WiSe 06/07

20

### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(1|7)

1. Man beginne mit „leicht erkennbaren natürlichen Objekten“ (Personen und konkreten Gegenständen) und fasse diese zu Objekttypen zusammen. (etwa Substantive in einem beschreibenden Text).

Beispiel:



2. Man sammle zu jedem Objekttyp relevante Attribute und definiere die entsprechenden Wertebereiche.

WiSe 06/07

21

### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(3|7)

4. Man bestimme den **Schlüssel**:

- Alle Attribute mit 1:1 - Beziehung sind Schlüssel
- Gibt es keine solchen Attribute, so
  - wähle eine Attributkombination mit Schlüsseleigenschaft
- oder
  - führe zusätzliches Attribut mit Schlüsseleigenschaft ein (1:1 Beziehung) (alleine oder in Kombination mit anderen).

WiSe 06/07

23

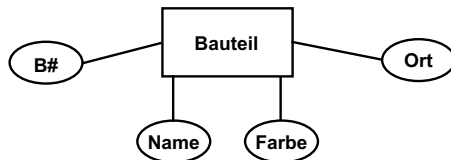
### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(2|7)

3. Man ordne jedem **Objekttyp** alle **Attribute** zu, für die gilt:

Zwischen Attributwert und Objekten besteht eine  
1:1 - oder  
1:n - Beziehung

Beispiel:



WiSe 06/07

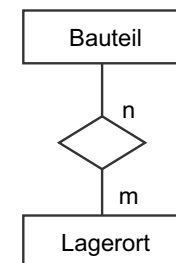
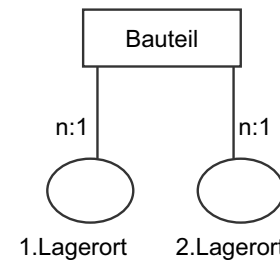
22

### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(4|7)

5. Stellt man fest, dass zwischen den Werten eines vermeintlichen Attributes und den Objekten eines Typs eine n:m - Beziehung besteht, dann

- führe man zusätzliche Attribute ein (nur sinnvoll, wenn alle - oder fast alle - Objekte entsprechende Werte annehmen)
- oder
  - fasse dieses Attribut als Objekttyp auf (mit zusätzlichem Beziehungstyp)



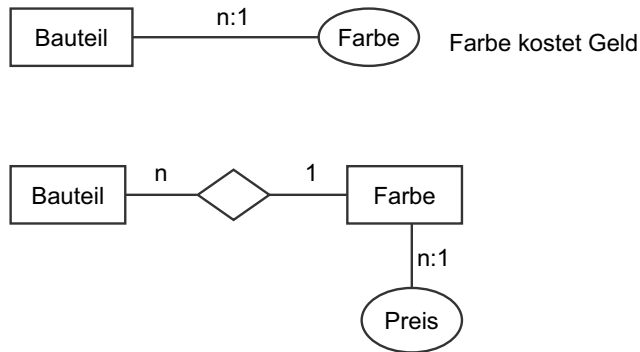
WiSe 06/07

24

### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(5|7)

6. Stellt man fest, dass ein vermeintliches Attribut selbst Attribute hat, so ist dieses Attribut als Objekttyp aufzufassen.



WiSe 06/07

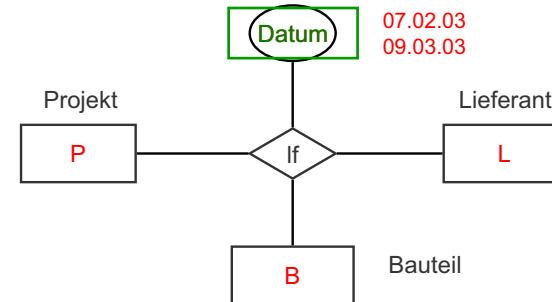
25

AIFB

### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(7|7)

9. Stellt man fest, dass ein vermeintliches Attribut a einer Beziehung dort zum Schlüssel gehört, so ist a als Objekttyp aufzufassen.



**Schlüssel:** Bauteil Lieferant Projekt (i.a.)

evtl. aber: Bauteil Lieferant Projekt Datum

WiSe 06/07

27

AIFB

### 3.3 Hinweise für den Aufbau von ER-Schemata

(6|7)

7. Aus Gründen der Übersichtlichkeit ist es oft günstiger, die Attribute der Objekttypen nur in den Diagrammen der einzelnen Benutzersichten, nicht aber im „Unternehmens-Modell“ (ER-Diagramm für das ganze Unternehmen) grafisch darzustellen.
8. Bildung von / Ergänzung um Beziehungstypen (ggf. mit Attributen)  
z.B. durch Textanalyse („alle Verben prüfen“)

WiSe 06/07

26

AIFB

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(1|14)

#### Substantive

Das Unternehmen ist hierarchisch gegliedert. Es besteht aus verschiedenen Unternehmensbereichen (Elektro, KFZ, ...), die auf Betriebe verteilt sind, die sich an verschiedenen Standorten befinden. An einem Standort befindet sich nur jeweils ein Betrieb. Zu jedem Betrieb soll der Betriebsleiter und das Personalbudget, sowie die zum Betrieb gehörenden Gebäude festgehalten werden.

WiSe 06/07

28

AIFB

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(2|14)

#### Substantive

Das Unternehmen ist hierarchisch gegliedert. Es besteht aus verschiedenen **Unternehmensbereichen** (Elektro, KFZ, ...), die auf **Betriebe** verteilt sind, die sich an verschiedenen **Standorten** befinden. An einem Standort befindet sich nur jeweils ein Betrieb. Zu jedem Betrieb soll der **Betriebsleiter** und das Personalbudget, sowie die zum Betrieb gehörenden **Gebäude** festgehalten werden.



WiSe 06/07

29

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(4|14)

Zu jedem Standort sollten sowohl die Postanschrift, als auch die geografischen Koordinaten gespeichert werden. Letztere dienen der Tourenplanung mittels eines GPS (Global Positioning System).

Die **Abteilungen** des Unternehmens sind jeweils geschlossen in einem Gebäude untergebracht, um kurze Wege zu gewährleisten.

Zu den zur Verwaltung der **Mitarbeiter** notwendigen Informationen gehören neben Personal-Nummer, Name und Gehalt auch die Zugehörigkeit zu Unternehmensbereich, Betrieb und Abteilung, sowie das Gebäude in dem sich der Arbeitsplatz befindet.

Die Aufgaben der Firma sind stark projektbezogen. Deshalb sind für eine Projektverwaltung alle **Projekte**, **Projektleiter** und die zugehörigen Mitarbeiter zu speichern. Da manche Mitarbeiter parallel an verschiedenen Projekten arbeiten, ist auch der prozentuale Anteil der Arbeitszeit, mit dem an einem Projekt gearbeitet wird, von Bedeutung.



WiSe 06/07

31

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(3|14)

Zu jedem Standort sollten sowohl die Postanschrift, als auch die geografischen Koordinaten gespeichert werden. Letztere dienen der Tourenplanung mittels eines GPS (Global Positioning System).

Die Abteilungen des Unternehmens sind jeweils geschlossen in einem Gebäude untergebracht, um kurze Wege zu gewährleisten.

Zu den zur Verwaltung der Mitarbeiter notwendigen Informationen gehören neben Personal-Nummer, Name und Gehalt auch die Zugehörigkeit zu Unternehmensbereich, Betrieb und Abteilung, sowie das Gebäude in dem sich der Arbeitsplatz befindet.

Die Aufgaben der Firma sind stark projektbezogen. Deshalb sind für eine Projektverwaltung alle Projekte, Projektleiter und die zugehörigen Mitarbeiter zu speichern. Da manche Mitarbeiter parallel an verschiedenen Projekten arbeiten, ist auch der prozentuale Anteil der Arbeitszeit, mit dem an einem Projekt gearbeitet wird, von Bedeutung.

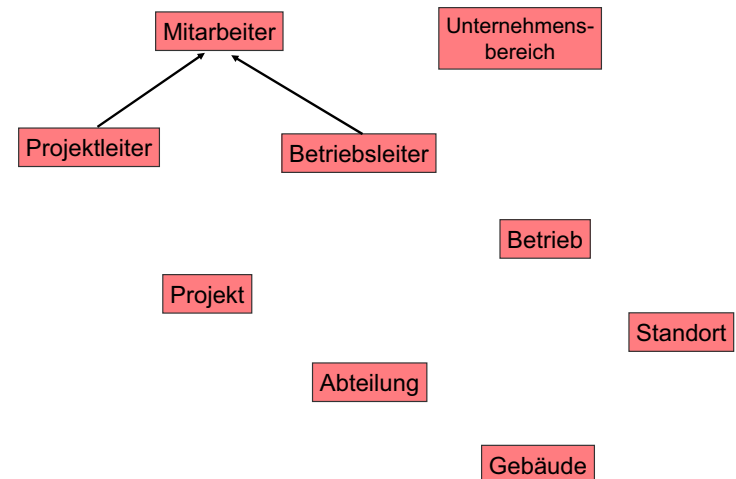


WiSe 06/07

30

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(5|14)



WiSe 06/07

32

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(6|14)



#### Attribute

Das Unternehmen ist hierarchisch gegliedert. Es besteht aus verschiedenen **Unternehmensbereichen** (Elektro, KFZ, ...), die auf **Betriebe** verteilt sind, die sich an verschiedenen **Standorten** befinden. An einem Standort befindet sich bislang nur jeweils ein Betrieb. Zu jedem Betrieb soll der **Betriebsleiter** und das Personalbudget, sowie die zum Betrieb gehörenden **Gebäude** festgehalten werden.

WiSe 06/07

33

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(8|14)



Zu jedem Standort sollten sowohl die Postanschrift, als auch die geografischen Koordinaten gespeichert werden. Letztere dienen der Tourenplanung mittels eines GPS (Global Positioning System).

Die **Abteilungen** des Unternehmens sind jeweils geschlossen in einem Gebäude untergebracht, um kurze Wege zu gewährleisten.

Zu den zur Verwaltung der **Mitarbeiter** notwendigen Informationen gehören neben Personal-Nummer, Name und Gehalt auch die Zugehörigkeit zu Unternehmensbereich, Betrieb und Abteilung, sowie das Gebäude in dem sich der Arbeitsplatz befindet.

Die Aufgaben der Firma sind stark projektbezogen. Deshalb sind für eine Projektverwaltung alle **Projekte**, **Projektleiter** und die zugehörigen Mitarbeiter zu speichern. Da manche Mitarbeiter parallel an verschiedenen Projekten arbeiten, ist auch der prozentuale Anteil der Arbeitszeit, mit dem an einem Projekt gearbeitet wird, von Bedeutung.

WiSe 06/07

35

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(7|14)



#### Attribute

Das Unternehmen ist hierarchisch gegliedert. Es besteht aus verschiedenen **Unternehmensbereichen** (Elektro, KFZ, ...), die auf **Betriebe** verteilt sind, die sich an verschiedenen **Standorten** befinden. An einem Standort befindet sich bislang nur jeweils ein Betrieb. Zu jedem Betrieb soll der **Betriebsleiter** und das **Personalbudget**, sowie die zum Betrieb gehörenden **Gebäude** festgehalten werden.

WiSe 06/07

34

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(9|14)



Zu jedem **Standort** sollten sowohl die **Postanschrift**, als auch die **geografischen Koordinaten** gespeichert werden. Letztere dienen der Tourenplanung mittels eines GPS (Global Positioning System).

Die **Abteilungen** des Unternehmens sind jeweils geschlossen in einem Gebäude untergebracht, um kurze Wege zu gewährleisten.

Zu den zur Verwaltung der **Mitarbeiter** notwendigen Informationen gehören neben **Personal-Nummer**, **Name** und **Gehalt** auch die Zugehörigkeit zu Unternehmensbereich, Betrieb und Abteilung, sowie das Gebäude in dem sich der Arbeitsplatz befindet.

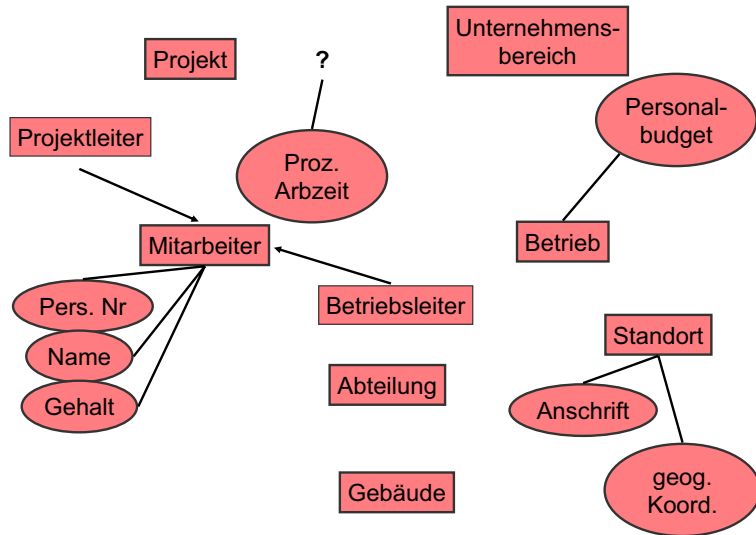
Die Aufgaben der Firma sind stark projektbezogen. Deshalb sind für eine Projektverwaltung alle **Projekte**, **Projektleiter** und die zugehörigen Mitarbeiter zu speichern. Da manche Mitarbeiter parallel an verschiedenen Projekten arbeiten, ist auch der **prozentuale Anteil der Arbeitszeit**, mit dem an einem Projekt gearbeitet wird, von Bedeutung.

WiSe 06/07

36

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(10|14)



WiSe 06/07

37

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(11|14)

#### Beziehungen

Das Unternehmen ist hierarchisch gegliedert. Es besteht aus verschiedenen **Unternehmensbereichen** (Elektro, KFZ, ...), die auf

- ① **Betriebe verteilt sind**, die sich an verschiedenen **Standorten**
- ② **befinden**. An einem Standort befindet sich bislang nur jeweils ein Betrieb. Zu jedem Betrieb soll der **Betriebsleiter** und das
- ④ **Personalbudget**, sowie die **zum Betrieb gehörenden Gebäude** festgehalten werden.

③ Betrieb hat Betriebsleiter

WiSe 06/07

39

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(11|14)

#### Beziehungen

Das Unternehmen ist hierarchisch gegliedert. Es besteht aus verschiedenen **Unternehmensbereichen** (Elektro, KFZ, ...), die auf **Betriebe** verteilt sind, die sich an verschiedenen **Standorten** befinden. An einem Standort befindet sich bislang nur jeweils ein Betrieb. Zu jedem Betrieb soll der **Betriebsleiter** und das **Personalbudget**, sowie die zum Betrieb gehörenden **Gebäude** festgehalten werden.

WiSe 06/07

38

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(12|14)

Zu jedem Standort sollten sowohl die **Postanschrift**, als auch die **geografischen Koordinaten** gespeichert werden. Letztere dienen der Tourenplanung mittels eines GPS (Global Positioning System).

Die **Abteilungen** des Unternehmens sind jeweils geschlossen in einem Gebäude untergebracht, um kurze Wege zu gewährleisten.

Zu den zur Verwaltung der **Mitarbeiter** notwendigen Informationen gehören neben **Personal-Nummer**, **Name** und **Gehalt** auch die Zugehörigkeit zu Unternehmensbereich, Betrieb und Abteilung, sowie das Gebäude in dem sich der Arbeitsplatz befindet.

Die Aufgaben der Firma sind stark projektbezogen. Deshalb sind für eine Projektverwaltung alle **Projekte**, **Projektleiter** und die zugehörigen Mitarbeiter zu speichern. Da manche Mitarbeiter parallel an verschiedenen Projekten arbeiten, ist auch der **prozentuale Anteil der Arbeitszeit**, mit dem an einem Projekt gearbeitet wird, von Bedeutung.

WiSe 06/07

40

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(12|14)

Zu jedem Standort sollten sowohl die **Postanschrift**, als auch die **geografischen Koordinaten** gespeichert werden. Letztere dienen der Tourenplanung mittels eines GPS (Global Positioning System).

Die **Abteilungen** des Unternehmens sind jeweils geschlossen in einem Gebäude **untergebracht**, um kurze Wege zu gewährleisten.

Zu den zur Verwaltung der **Mitarbeiter** notwendigen Informationen gehören neben **Personal-Nummer**, **Name** und **Gehalt** auch die **Zugehörigkeit** zu Unternehmensbereich, Betrieb und Abteilung, sowie das Gebäude in dem sich der Arbeitsplatz befindet.

Die Aufgaben der Firma sind stark projektbezogen. Deshalb sind für eine Projektverwaltung alle **Projekte**, **Projektleiter** und die **zugehörigen Mitarbeiter** zu speichern. Da manche Mitarbeiter parallel an verschiedenen Projekten arbeiten, ist auch der **prozentuale Anteil der Arbeitszeit**, mit dem an einem Projekt gearbeitet wird, von Bedeutung.

⑦ Projekt hat Projektleiter

### 3.3.1 Vergleich UML / EER

(14|14)

	UML	EER
implizierte Attribute	+	+
implizierte Beziehungen	+	-
Komposition, Aggregation	+	-
Modellierung vom dynamischen Verhalten	+	-
Operationen	+	-
Beziehungen höheren Grads	-	+
disjunkte/überlappende Hierarchien	-	+
Schlüssel	-	+
formale Semantik	-	-
Einsatz	hauptsächlich für die Modellierung von Softwaresystemen	hauptsächlich für die Modellierung von Datenbanken
Vorgehensweise	Übersetzung des Modells in Konstrukte einer OO-Programmiersprache, wie Java, C++	Übersetzung des Modells in relationales Modell

### 3.3.1 Ein Modellierungsbeispiel

(13|14)

