

## 6.3 Entity-Relationship-Modell

Mod-6.8

Entity-Relationship-Modell, **ER-Modell** (P. Chen 1976): Kalkül zur Modellierung von **Aufgabenbereichen mit ihren Objekten, Eigenschaften und Beziehungen.**

### Weitergehende Zwecke:

- **Entwurf von Datenbanken;**  
Beschreibung der Daten, die die DB enthalten soll, „konzeptionelles Schema“
- **Entwurf von Software-Strukturen**  
Entwurfssprache UML basiert auf ER

### Grundbegriffe

- **Entity** **Objekt** des Aufgabenbereiches
- **Relation** **Beziehung** zwischen Objekten
- **Attribut** Beschreibt ein **Eigenschaft** eines Objektes durch einen **Wert**

**Graphische** und textuelle **Notationen** für ER-Modellierungen; hier graphische

© 2011 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 608

### Ziele:

Zweck des ER-Modells verstehen

### in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

### nachlesen:

Kastens, Kleine Übung: Modellierung, Abschnitt 6.2

### nachlesen:

G. Engels: Skript zu "Grundlagen von Datenbanken"

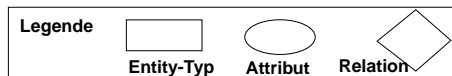
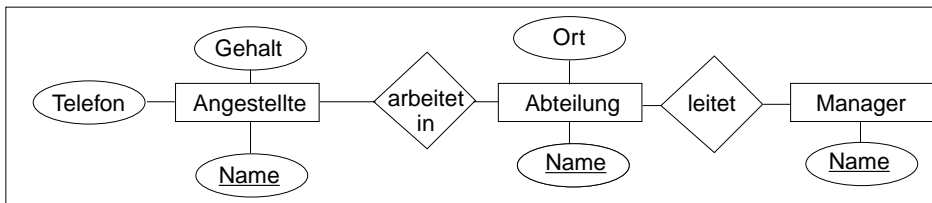
J. D. Ullman: Principles of Database and Knowledge-Base Systems, Vol. I, Computer Science Press, 1988; Ch. 2.2

A.L.Furtado, E. J. Neuhold: Formal Techniques for Data Base Design, Springer, 1986; Ch. 9

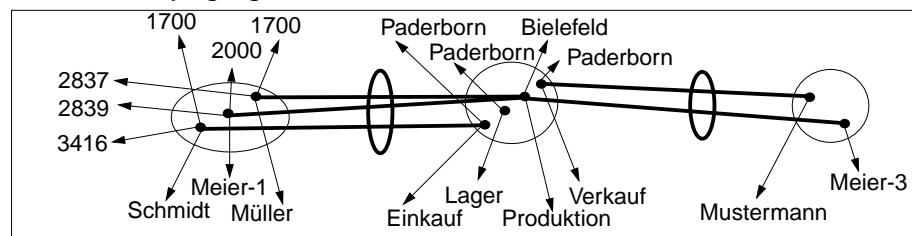
## Einführendes Beispiel

Mod-6.9

Ausschnitt aus der **Modellierung** einer Firmenorganisation: [Beispiel nach J. D. Ullman: Principles ...]



Eine **konkrete Ausprägung** zu dem Modell:



© 2008 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 609

### Ziele:

Erster Eindruck vom ER-Modell

### in der Vorlesung:

- Erläuterungen zu dem Beispiel,
- Graphiken für die 3 Grundbegriffe,
- Modell und konkrete Ausprägung dazu.

### nachlesen:

Kastens, Kleine Übung: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Entities

### Entity:

**Objekt**, Gegenstand aus dem zu modellierenden **Aufgabenbereich**

Jede Entity hat eine **eindeutige Identität**, verschieden von allen anderen

### Entity-Menge (auch Entity-Typ):

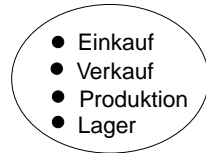
**Zusammenfassung von Objekten**, die im Modell als **gleichartig** angesehen werden, z. B. Angestellte, Abteilung, Manager

Im **Modell steht eine Entity-Menge** für die ggf. nicht-endliche Menge aller infrage kommenden Objekte dieser Art.

Eine **konkrete Ausprägung zu der Entity-Menge** ist eine endliche Teilmenge davon.

Abteilung

steht im Modell für die **Menge aller** in Unternehmen **möglichen Abteilungen**



konkrete Ausprägung dazu:  
die **Menge der Abteilungen** eines konkreten Unternehmens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 610

### Ziele:

Entity-Mengen verstehen

### in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

- zur Eindeutigkeit von Entities; Vergleich mit Objekten in Java,
- zu Entity-Mengen; Vergleich mit Klassen in Java,
- Vorsicht beim Vergleich mit Wertebereichen: Dort haben wir Potenzmengen als Wertebereich von konkreten Ausprägungen, die Mengen sind; hier haben wir auch im Modell Entity-Mengen.

### nachlesen:

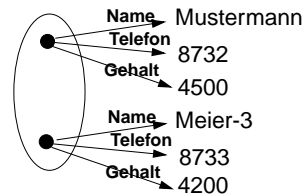
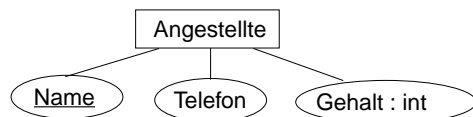
Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Attribute

**Attribute beschreiben Eigenschaften von Entities.**

Einer Entity-Menge im Modell können Attribute zugeordnet werden, z. B.

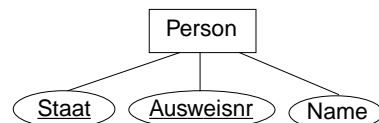
eine konkrete Ausprägung:



Ein Attribut ordnet jeder Entity aus der konkreten Entity-Menge einen Wert zu. Der **Wertebereich eines Attributes** kann explizit angegeben sein, z. B. int für Gehalt, oder er wird passend angenommen.

Ein Attribut, dessen **Wert jede Entity eindeutig identifiziert**, heißt **Schlüsselattribut**. Es wird im Modell unterstrichen.

Auch **mehrere Attribute zusammen** können den Schlüssel bilden:



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 611

### Ziele:

Attribute und ihre Werte verstehen

### in der Vorlesung:

- Attribute bilden Entities auf Werte ab.
- Wertebereiche von Attributen wie in Kapitel 2 der Vorlesung.
- Derselbe Attributwert kann vielfach im System vorkommen - im Unterschied zu Objekten, die eindeutig identifizierbar sind.
- Wenn sich ein Schlüsselattribut bei der Modellierung nicht ohnehin natürlich ergibt, sollte man eines einführen (z. B. Nummer der Entities).

### nachlesen:

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Relationen

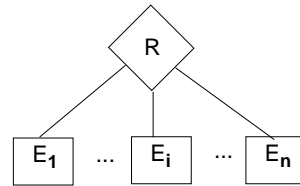
Mod-6.12

**Relationen modellieren Beziehungen** zwischen den Entities der Entity-Mengen.

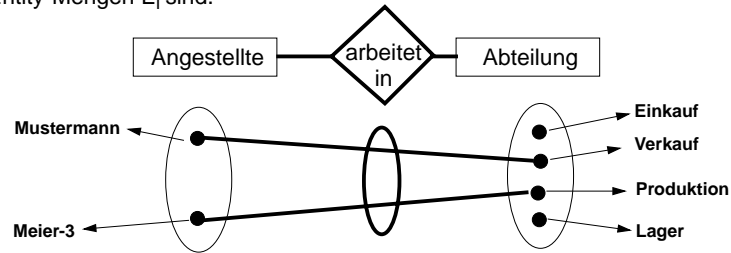
### n-stellige Relation R

über n Entity-Mengen  $E_1, \dots, E_n$ , mit  $n \geq 2$ :

Im Modell wird dadurch der **Typ der Relation** angegeben.



Eine **konkrete Ausprägung von R** ist eine **Menge von n-Tupeln  $(e_1, \dots, e_n)$** , wobei die  $e_i$  Entities aus den konkreten Ausprägungen der Entity-Mengen  $E_i$  sind.



© 2008 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 612

### Ziele:

Relationen im ER-Modell verstehen

### in der Vorlesung:

- Relationsbegriff entspricht dem aus Kapitel 2. Allerdings sind die Wertebereiche auf Entity-Mengen eingeschränkt.
- Die Graphik legt die Reihenfolge der Tupelkomponenten nicht fest; zusätzliche Information für die Textdarstellung.

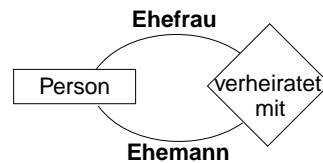
### nachlesen:

Kastens, Kleine Übung: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Rollen und Attribute in Relationen

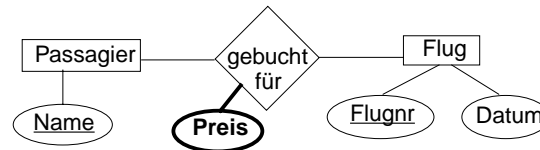
Mod-6.13

Für manche Relationen wird aus ihrem Namen und der Graphik nicht klar, welche Bedeutung die Entity-Mengen in der Relation haben. Man kann das durch **Rollennamen an den Kanten** verdeutlichen.

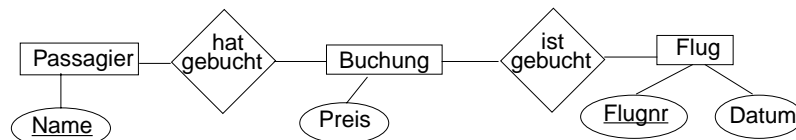


Auch **Relationen können Attribute haben**. Sie beschreiben **Eigenschaften zu jedem Tupel der Relation**.

Der Preis ist eine **Eigenschaft der Buchung** - nicht des Passagieres oder des Fluges.



Man könnte natürlich auch **Buchungen als Entities** modellieren:



© 2008 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 613

### Ziele:

Modellierung von Relationen

### in der Vorlesung:

- Erläuterungen zu Rollen,
- zu Attributen von Relationen.
- Mit den beiden Varianten der Modellierung von Flugbuchungen kann man Unterschiedliches ausdrücken: In der unteren Variante kann derselbe Passagier denselben Flug mehrfach buchen. In der oberen Variante geht das nicht.

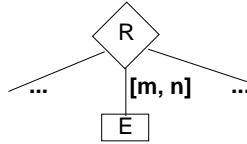
### nachlesen:

Kastens, Kleine Übung: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Kardinalität von Relationen

Mod-6.14

In Relationen wird durch Angaben zur **Kardinalität** bestimmt, wie oft eine Entity in den Tupeln der Relation vorkommen kann bzw. vorkommen muss:



Für jede konkrete Ausprägung der Relation R muss gelten: Jede Entity e aus der konkreten Entity-Menge zu E kommt in mindestens m und höchstens n Tupeln vor.

### Spezielle Kardinalitäten:

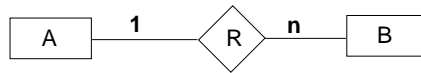
[1, 1] in genau einem Tupel: totale Funktion von E auf die übrigen Rollen der Relation

[0, 1] in höchstens einem Tupel: partielle Funktion von E auf die übrigen Rollen

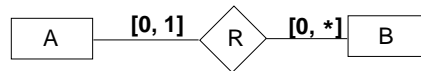
[0, \*] in beliebig vielen Tupeln

Ohne Angabe wird [0, \*] angenommen.

Kurznotation für 2-stellige Relationen:



bedeutet:



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 614

### Ziele:

Kardinalitäten verstehen

### in der Vorlesung:

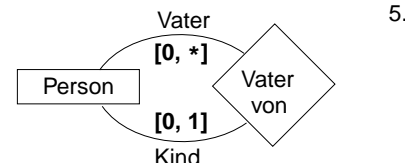
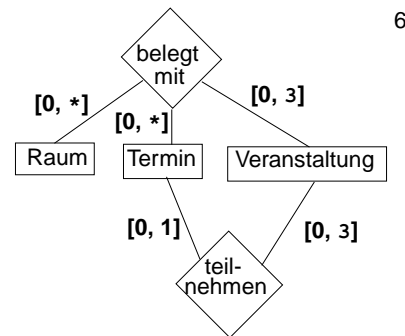
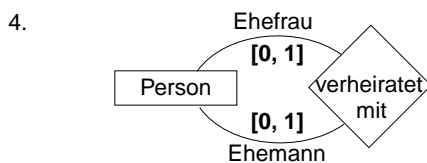
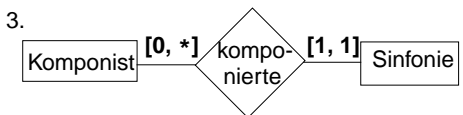
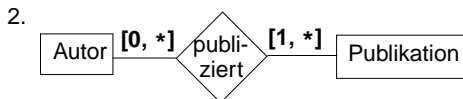
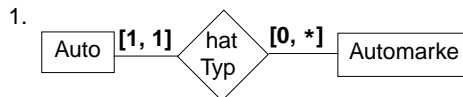
- Erläuterung von Kardinalitäten als einschränkende Präzisierung des Modells.
- Erläuterung an Beispielen von Mod-6.15
- Achtung: Es gibt ER-Dialekte, in denen dieselben Notationen eine andere Bedeutung haben: Anzahl der Tupel, die sich nur in Werten aus E unterscheiden. Wir verwenden sie hier nicht.

### nachlesen:

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Beispiele zu Kardinalitäten in Relationen

Mod-6.15



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 615

### Ziele:

Kardinalitäten üben

### in der Vorlesung:

Erläuterungen zu den Relationen:

- Jedes Auto-Exemplar hat genau eine Automarke. (1)
- Zu einer Automarke können beliebig viele Autos modelliert sein. (1)
- Eine Publikation hat mindestens einen Autor. (2)
- Eine Sinfonie stammt von genau einem Komponisten. (3)
- Es gibt auch unverheiratete Personen. (4)
- Polygamie ist in diesem Modell nicht vorgesehen. (4)
- Die Väter mancher Personen sind nicht modelliert. (5)
- Veranstaltungen werden höchstens dreimal pro Woche angeboten. (6)
- Im Stundenplan eines Teilnehmers sind Termine nicht mehrfach belegt. (6)

### nachlesen:

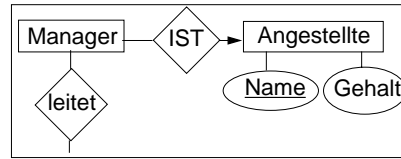
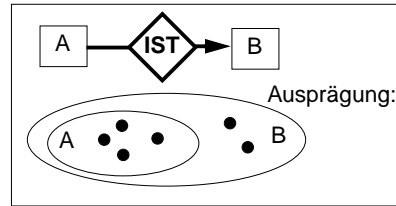
Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

### IST-Hierarchie

Die spezielle **Relation IST** (engl. is-a) definiert eine **Spezialisierungs-Hierarchie** für Entity-Mengen:

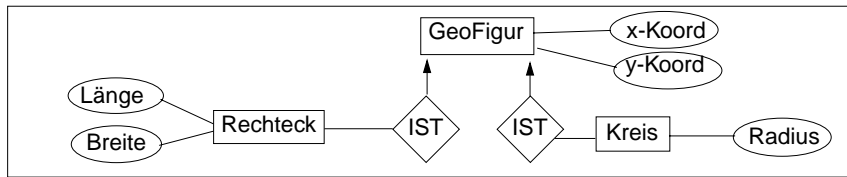
**A IST B:** Einige Entities der **allgemeineren Menge B** gehören auch der **spezielleren Menge A** an.

Jede konkrete Ausprägung zu A ist **Teilmenge** der konkreten Ausprägung zu B.  
Es kann Entities in B geben, die nicht in A sind.



Die **Entities in A** „erben“ **alle Attribute von B** und können noch weitere Attribute haben, die **spezielle A-Eigenschaften** beschreiben.

Auch **Schlüsselattribute** werden als solche **geerbt**.



**Ziele:**

Konzept der Spezialisierung verstehen

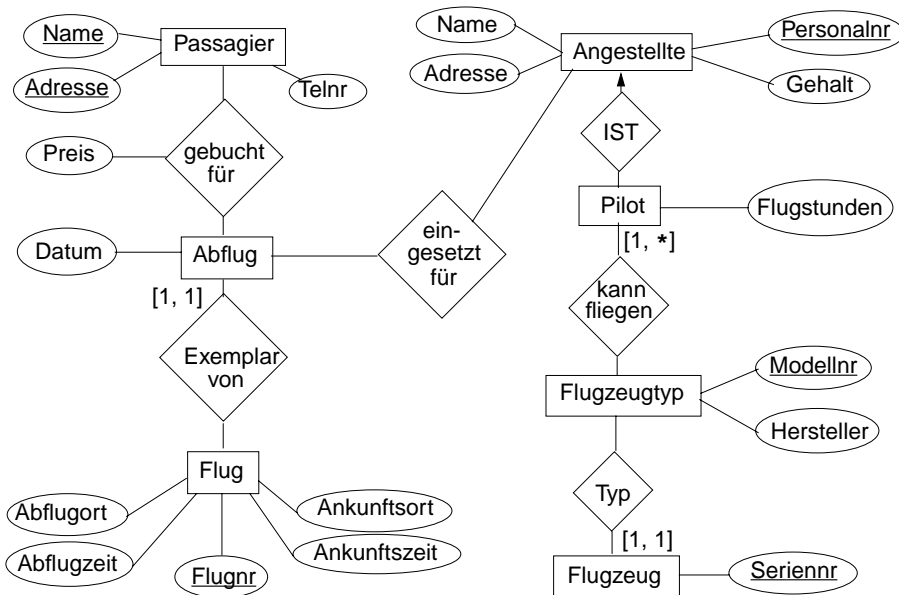
**in der Vorlesung:**

- Erläuterungen dazu.
- Jede Entity existiert weiterhin nur einmal. Sie kann aber zu mehreren Mengen (A und B) gehören.
- Bei der Modellierung von mehreren IST-Relationen zu derselben allgemeinen Entity-Menge sind die speziellen Mengen meist disjunkt (z. B. Rechteck und Kreis). Das ist aber formal nicht vorgeschrieben.
- Entspricht der Vererbung zwischen Ober- und Unterklassen in objektorientierten Programmiersprachen.

**nachlesen:**

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

### Beispiel: Fluggesellschaft



**Ziele:**

ER-Modellierung im Zusammenhang sehen

**in der Vorlesung:**

- Erläuterungen zu
- Schema: "Exemplar von", "Typ"
- Schlüsselattributen

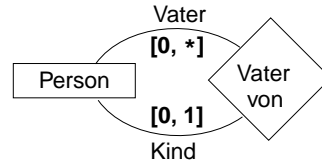
**nachlesen:**

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

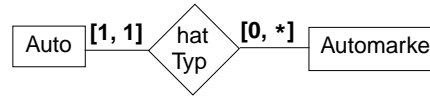
## Hinweise zur Modellierung mit ER

Mod-6.18

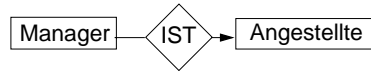
- In einem ER-Modell kommt **jede Entity-Menge nur einmal** vor.
- **Rollen** zu Relationen **angeben**, wo es nötig ist.
- Bedeutung der Kardinalitäten klarstellen.



- **Typ - Exemplar - Relationen** bewusst einsetzen.



- **Spezialisierung** sinnvoll einsetzen.



- Typ - Exemplar - Relation **nicht** mit Spezialisierung **verwechseln**

© 2008 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 618

### Ziele:

Einige Modellierungsregeln

### in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu mit Hinweis auf Beispiele

### nachlesen:

Kastens, Kleine Übung: Modellierung, Abschnitt 6.2

## 6.4 Klassendiagramme in UML Übersicht

Mod-6.19

1. **UML (Unified Modelling Language):**  
die derzeit wichtigste Sprache zur **Modellierung von Systemen**
2. Als **Zusammenfassung mehrerer Modellierungssprachen**  
**1997** in der Version 1.1 definiert;  
Version 2.0 von 2005 ist Grundlage aktueller UML-Versionen.
3. **Object Management Group** macht aktuelle Dokumente zu UML verfügbar:  
Object Management Group: UML Resource Page. [www.uml.org](http://www.uml.org) (2010)
4. UML umfasst **13 Teilsprachen (Diagrammtypen)**, um unterschiedliche Aspekte von Systemen zu beschreiben, z. B.  
**Klassendiagramme** für Systemstruktur, statische Eigenschaften und Beziehungen,  
**Statecharts** für Abläufe von Operationen.
5. Für den Gebrauch durch Menschen hat UML graphische Notationen (visuelle Sprachen);  
Software-Werkzeuge verwendende XML Sprache **XMI (XML Metadata Interchange)**
6. **Einführendes Buch:**  
Chris Rupp, Stefan Queins, Barbara Zengler:  
UML 2 glasklar. 3. Auflage; Carl Hanser Verlag (2007)

© 2011 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 619

### Ziele:

Zweck und Entwicklung von UML

### in der Vorlesung:

- Die angegebenen Aspekte werden erläutert.

## Bezug zum ER-Modell

**Klassendiagramme** dienen zur Modellierung von **Systemstruktur, statischen Eigenschaften** und **Beziehungen**.

Sie basieren auf den gleichen Grundkonzepten wie das Entity-Relationship-Modell:

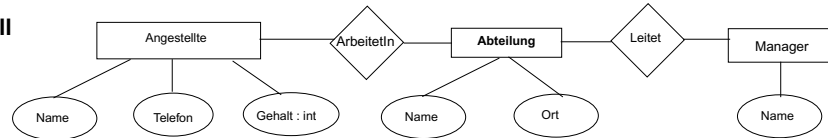
### ER-Modell

Entity-Menge  
Attribut  
Relation

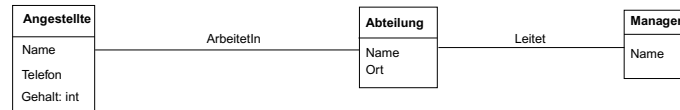
### UML Klassendiagramm

Klasse  
Attribut  
Assoziation

#### ER-Modell



#### UML Klassendiagramm



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 620

### Ziele:

Gegenüberstellung: ER - UML Klassendiagramm

### in der Vorlesung:

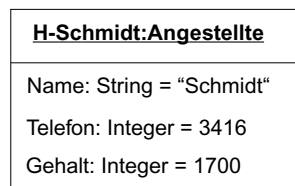
- Der Vergleich wird erläutert.

## Klasse mit Attributen

**Klasse:** repräsentiert eine Menge gleichartiger Objekte (wie im ER-Modell);  
Attribute (und ggf. Operationen) werden im Rechteck der Klasse angegeben.



Objekte einer Klasse werden so dargestellt:



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 621

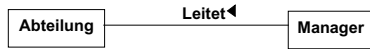
### Ziele:

Notation für Klassen mit Attributen

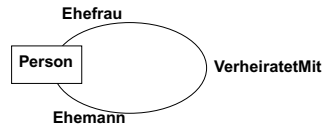
### in der Vorlesung:

- Bedeutung wie im ER-Kalkül.
- In UML: Klassen keine Schlüsselattribute.
- In UML: Notation für Objekte.

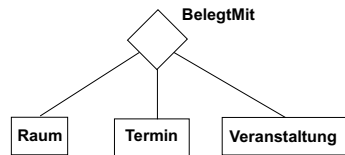
## Assoziationen



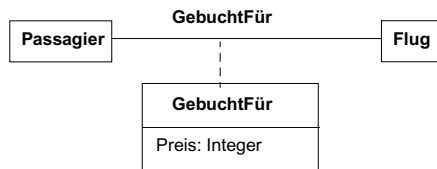
zweistellig  
 ◀ gibt die Leserichtung an



zweistellig  
 mit Angabe der Rollen



mehrstellig



Assoziation mit Attributen

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 622

**Ziele:**

Notationen für Assoziationen

**in der Vorlesung:**

- Die Konstrukte werden erläutert.

## Kardinalität von 2-stelligen Assoziationen

**ER:**



Jedes Objekt aus A kommt in den Tupeln der Relation R **mindestens m und höchstens n** mal vor.

**UML:**



Jedem Objekt aus A ordnet die Relation R **mindestens m und höchstens n** verschiedene Objekte aus B zu.

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 623

**Ziele:**

Kardinalität von 2-stelligen Assoziationen

**in der Vorlesung:**

Vergleich zwischen ER und UML:

- Bei gleicher Bedeutung wird die Kardinalitätsangabe an der anderen Klasse der Assoziation angebracht.

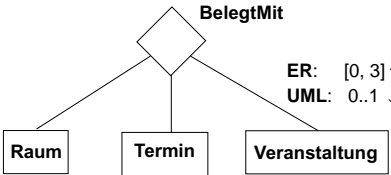
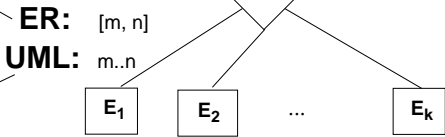


### Kardinalität von k-stelligen Assoziationen

Mod-6.24

Jedes Objekt aus E1 kommt in den Tupeln der Relation S mindestens m und höchstens n mal vor.

Jeder Kombination von Objekten aus E2, ..., En ordnet die Relation S mindestens m und höchstens n Objekte aus E1 zu.



Für jede Veranstaltung sind zwischen 0 und 3 Raum-Termin-Kombinationen vorgesehen. (nicht in UML formulierbar)

Für jede Raum-Termin-Kombination ist höchstens eine Veranstaltung vorgesehen. (nicht in ER formulierbar)

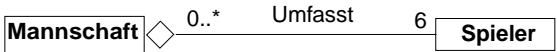
© 2011 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

- Ziele:**  
 Kardinalität von k-stelligen Assoziationen
- in der Vorlesung:**  
 Vergleich zwischen ER und UML:
- Kardinalitätsangaben an derselben Klasse habe in ER und in UML unterschiedliche Bedeutung.

### Aggregation und Komposition

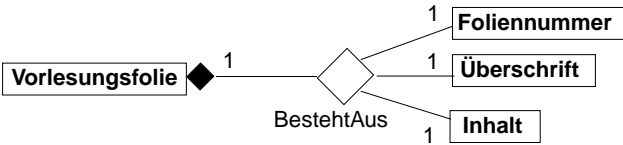
Mod-6.25

**Aggregation:** Objekte werden zu einem größeren Objekt zusammengefasst. sie können prinzipiell auch allein existieren.



- Eine Mannschaft umfasst immer 6 Spieler
- Ein Spieler kann einer, mehreren oder auch keiner Mannschaft angehören

**Komposition:** Jedes Teilobjekt gehört unverzichtbar zu genau einem ganzen Objekt.



Eine Vorlesungsfolie besteht immer aus einer Foliennummer, einer Überschrift und dem Folieninhalte.

© 2011 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

- Ziele:**  
 Aggregation und Komposition unterscheiden
- in der Vorlesung:**  
 Zwei verschiedene Assoziationen, die "enthalten" ausdrücken:
- Unterschiedliche Bedeutungen werden erläutert.

## Generalisierung, Spezialisierung

Die Generalisierung (Spezialisierung) dient zur Modellierung von **Abstraktionshierarchien** (wie die **IST-Relation** in ER):

SK1 und SK2 sind **speziellere** Arten der **allgemeineren** GK.

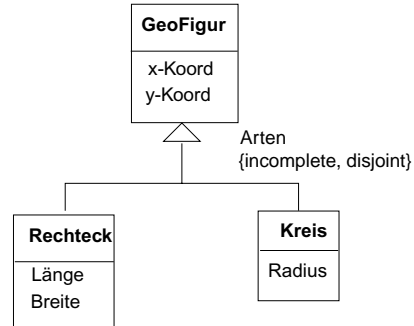
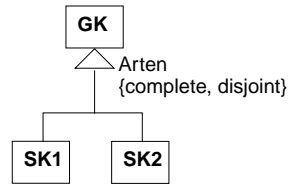
GK heißt auch **Oberklasse** der **Unterklassen** SK1 und SK2.

Die Assoziation kann **benannt** werden, hier *Arten*.

Hinsichtlich der Objekte gilt: SK1 und SK2 sind **Teilmengen** von GK.

Das Verhältnis der Unterklassen zueinander kann weiter charakterisiert werden:

- **disjoint**: Die Teilmengen sind paarweise disjunkt.
- **complete**: Es gibt in dem Modell **keine weiteren Unterklassen** von GK



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 626

### Ziele:

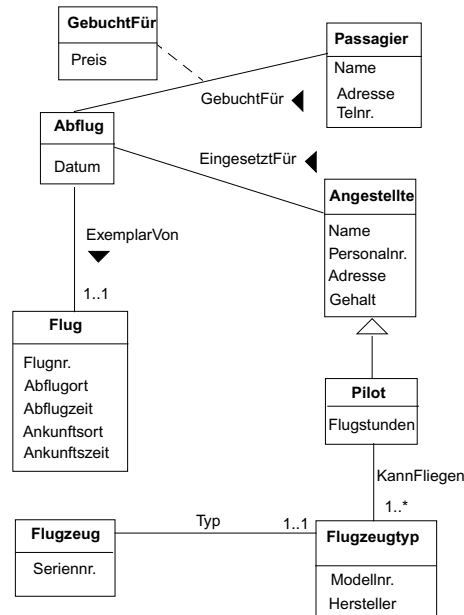
Generalisierung verstehen

### in der Vorlesung:

- Vergleich mit IST in ER;
- Betrachtungsrichtung Generalisierung oder Spezialisierung
- Beispiel für nicht-disjunkte Unterklassen: XK als gemeinsame Unterklasse von SK1 und SK2 definieren macht SK1 und SK2 potenziell nicht-disjunkt.
- Unterklassen zu GK können an verschiedenen Stellen angegeben werden.

## Modell einer Fluggesellschaft

vergl. Folie 6.17



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 627

### Ziele:

Ein Beispiel im Zusammenhang

### in der Vorlesung:

- Erläuterungen und Vergleich mit ER Folie 6.17