

## 6.3 Entity-Relationship-Modell

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

### Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 608

**Ziele:**

Zweck des ER-Modells verstehen

**in der Vorlesung:**

Erläuterungen dazu

**nachlesen:**

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

**nachlesen:**

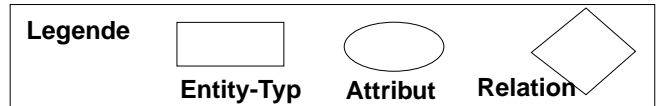
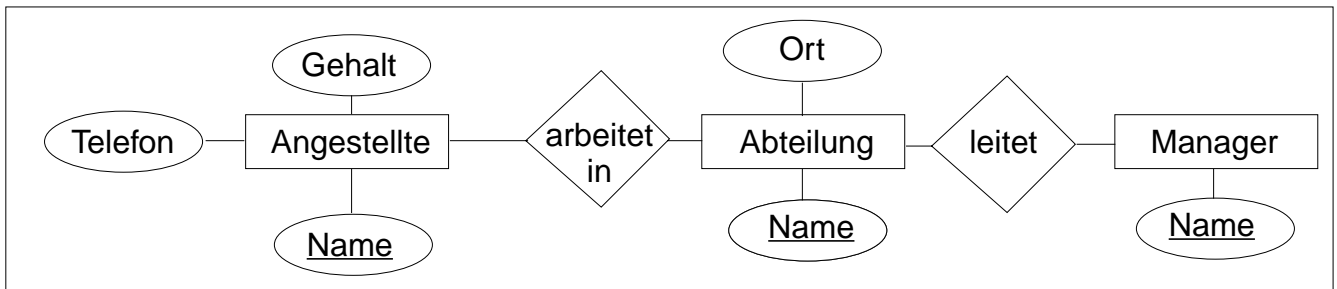
G. Engels: Skript zu "Grundlagen von Datenbanken"

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

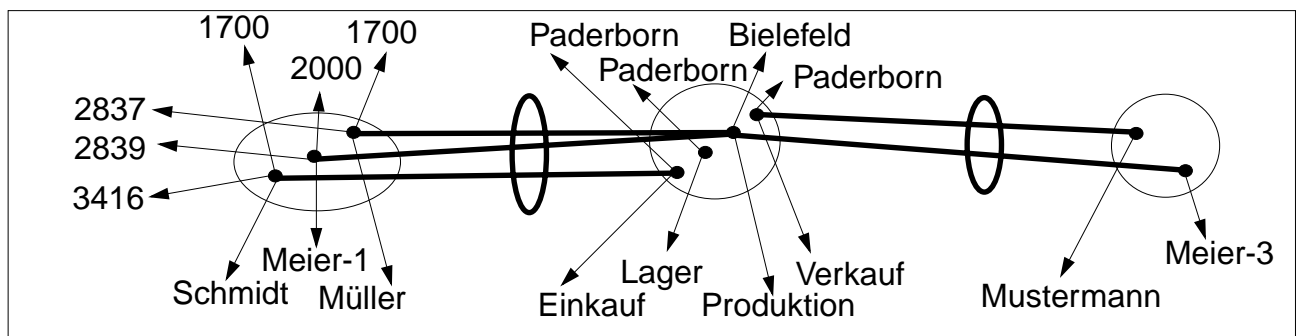
A.L.Furtado, E. J. Neuhold: Formal Techniques for Data Base Design, Springer, 1986; Ch. 9

## Einführendes Beispiel

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



Eine **konkrete Ausprägung** zu dem Modell:



## 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 Büning: 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):

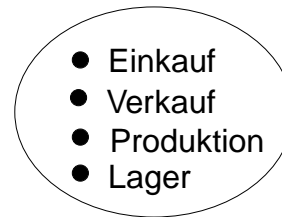
**Zusammenfassung von Objekten**, die im Modell als **gleichartig** angesehen werden,  
z. B. Angestellte, Abteilung, Manager

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.

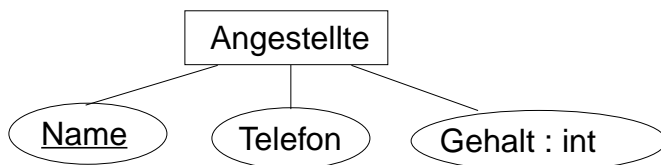
### nachlesen:

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

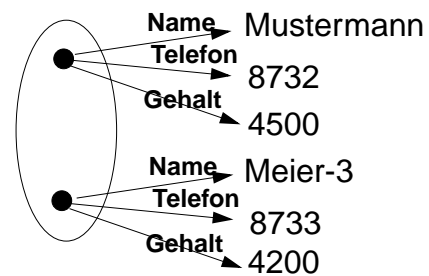
# Attribute

## Attribute beschreiben Eigenschaften von Entities.

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



eine konkrete Ausprägung:



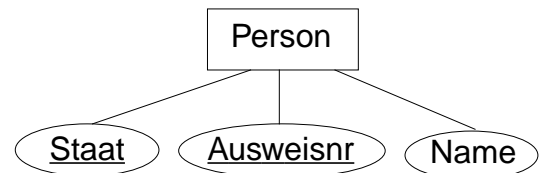
Ein Attribut ordnet jeder Entity aus der konkreten Entity-Menge einen Wert zu.

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

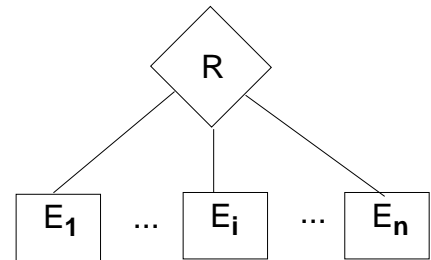
# Relationen

Relationen modellieren Beziehungen zwischen den Entities der Entity-Mengen.

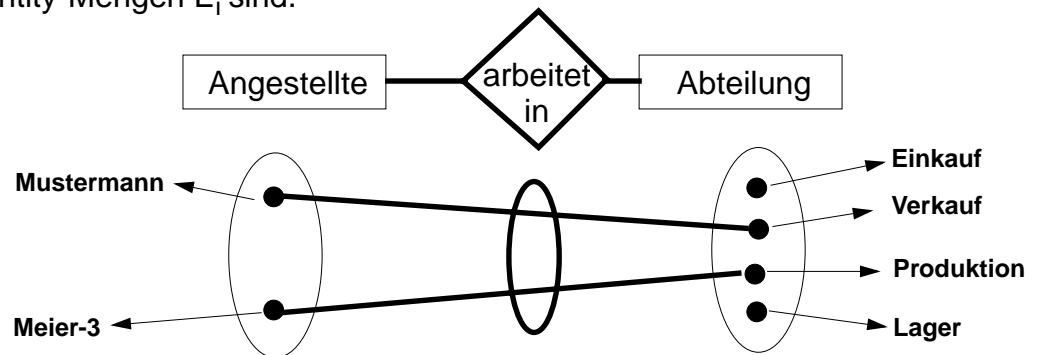
## n-stellige Relation R

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.



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 612

### Ziele:

Relationen im ER-Modell verstehen

### in der Vorlesung:

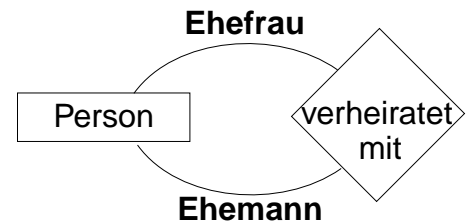
- Relationsbegriff entspricht dem aus Kapitel 2. Allerdings sind die Wertebereiche auf Entity-Mengen eingeschränkt.
- Die Graphik legt die Reihenfolge der Tupelkomponenten nicht fest; zusätzliche Information für die Textdarstellung.

### nachlesen:

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

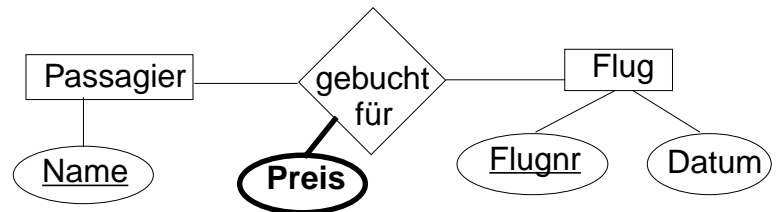
## Rollen und Attribute in Relationen

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 **Rollenamen an den Kanten** verdeutlichen.

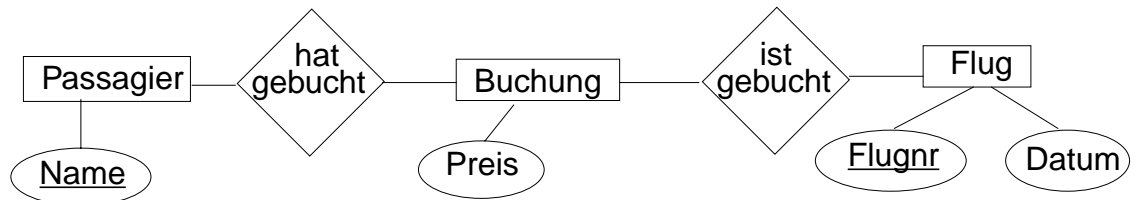


Auch **Relationen können Attribute haben**. Sie beschreiben **Eigenschaften zu jedem Tupel der Relation**.

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



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



## 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.

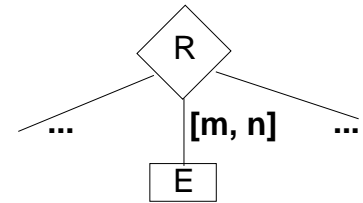
### nachlesen:

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Kardinalität von Relationen

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

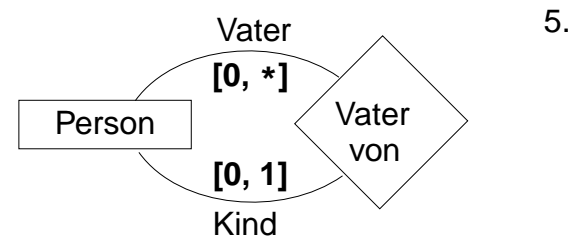
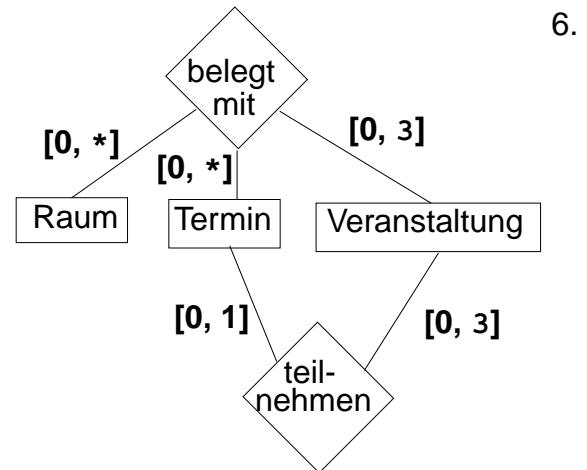
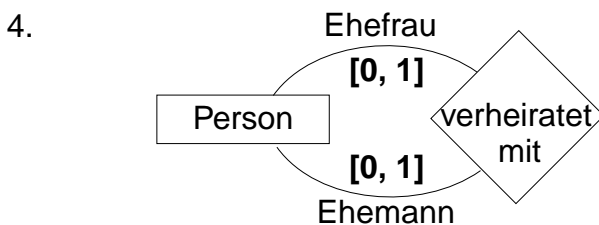
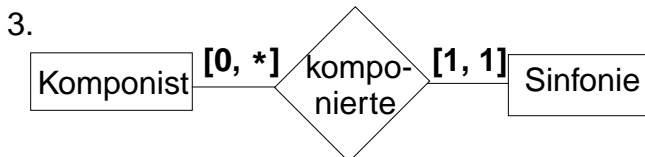
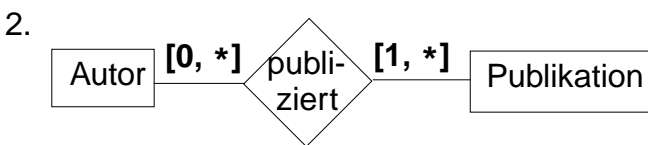
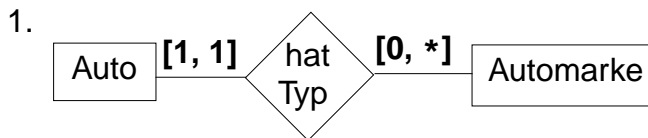
### in der Vorlesung:

- 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



## 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

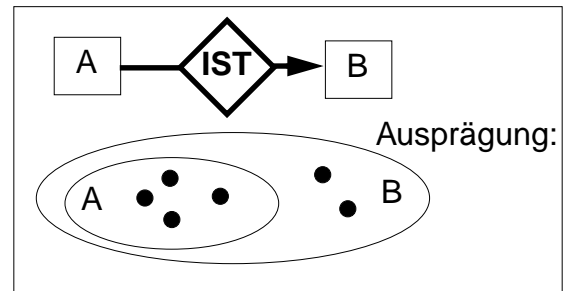


# IST-Hierarchie

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

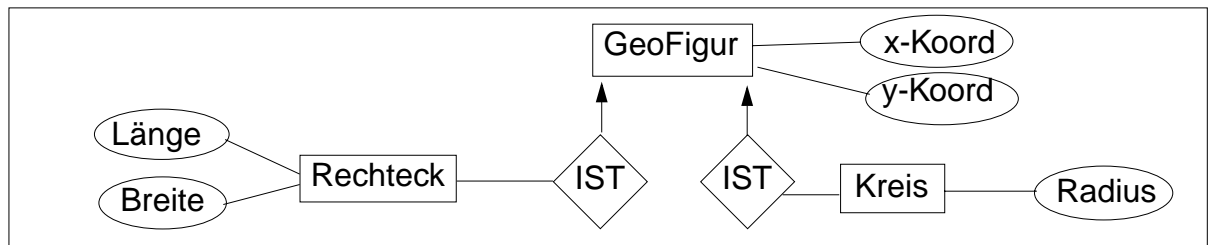
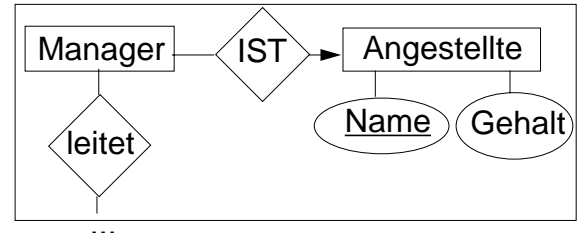
**A IST B**: Einige Entities der **allgemeineren Menge B** gehören auch der **spezielleren Menge A** an.

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**.



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 616

### Ziele:

Konzept der Spezialisierung verstehen

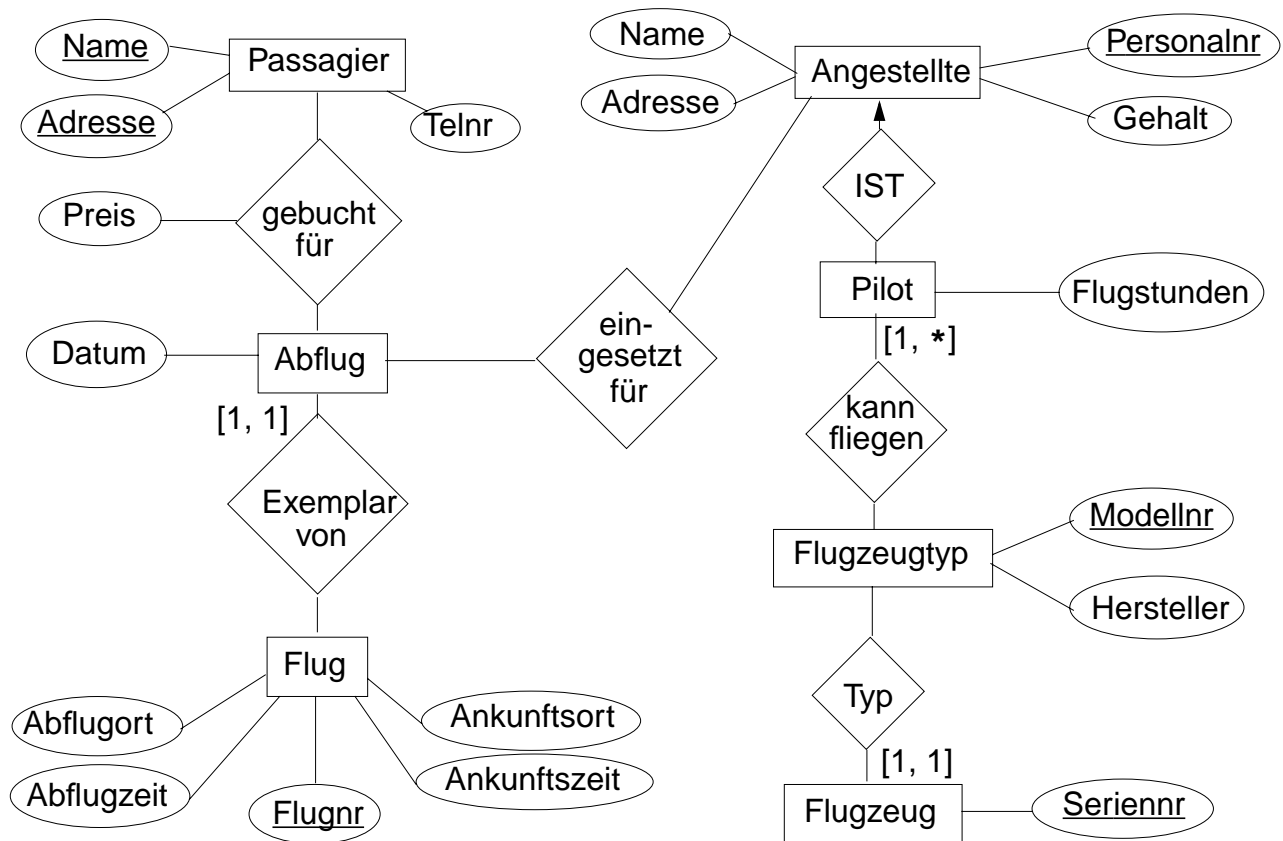
### in der Vorlesung:

- 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



© 2008 bei Prof. Dr. Uwe Kastens

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 617

### Ziele:

ER-Modellierung im Zusammenhang sehen

### in der Vorlesung:

Erläuterungen zu

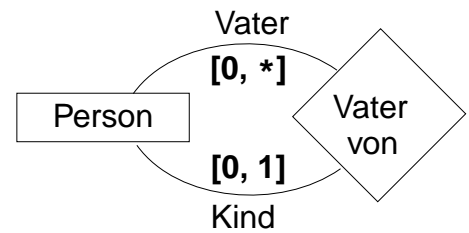
- Schema: "Exemplar von", "Typ"
- Schlüsselattributen

### nachlesen:

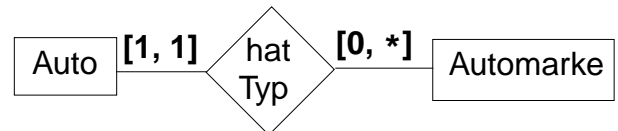
Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

## Hinweise zur Modellierung mit ER

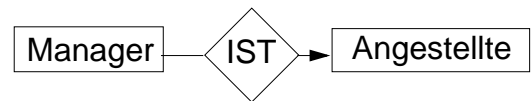
- In einem ER-Modell kommt **jede Entity-Menge nur einmal** vor.
- **Rollen** zu Relationen **angeben**, wo es nötig ist.
- Bedeutung der Kardinalitäten klarstellen.



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



- **Spezialisierung** sinnvoll einsetzen.



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

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 618

### Ziele:

Einige Modellierungsregeln

### in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu mit Hinweis auf Beispiele

### nachlesen:

Kastens, Kleine Büning: Modellierung, Abschnitt 6.2

## 6.4 Klassendiagramme in UML Übersicht

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 verwendendie XML Sprache **XMI (XML Metadata Interchange)**
6. **Einführendes Buch:**  
Chris Rupp, Stefan Queins, Barbara Zengler:  
UML 2 glasklar. 3. Auflage; Carl Hanser Verlag (2007)

### 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:

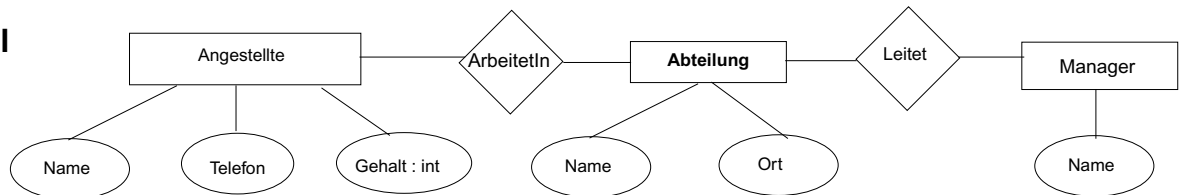
### ER-Modell

Entity-Menge  
Attribut  
Relation

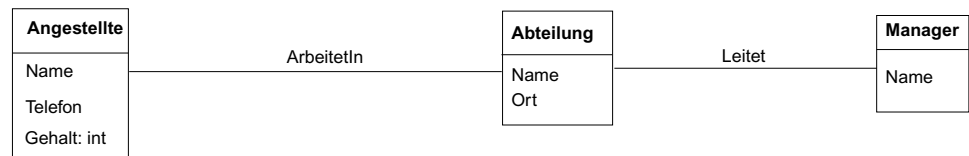
### UML Klassendiagramm

Klasse  
Attribut  
Assoziation

### ER-Modell



### UML Klassendiagramm



## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 620

### Ziele:

Gegenüberstellung: ER - UML Klassendiagramm

### in der Vorlesung:

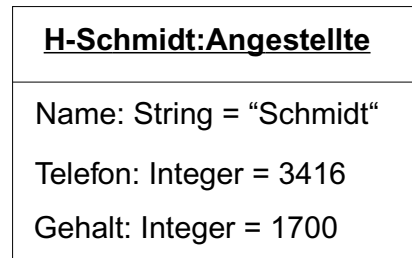
- Der Vergleich wird erläutert.

## 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

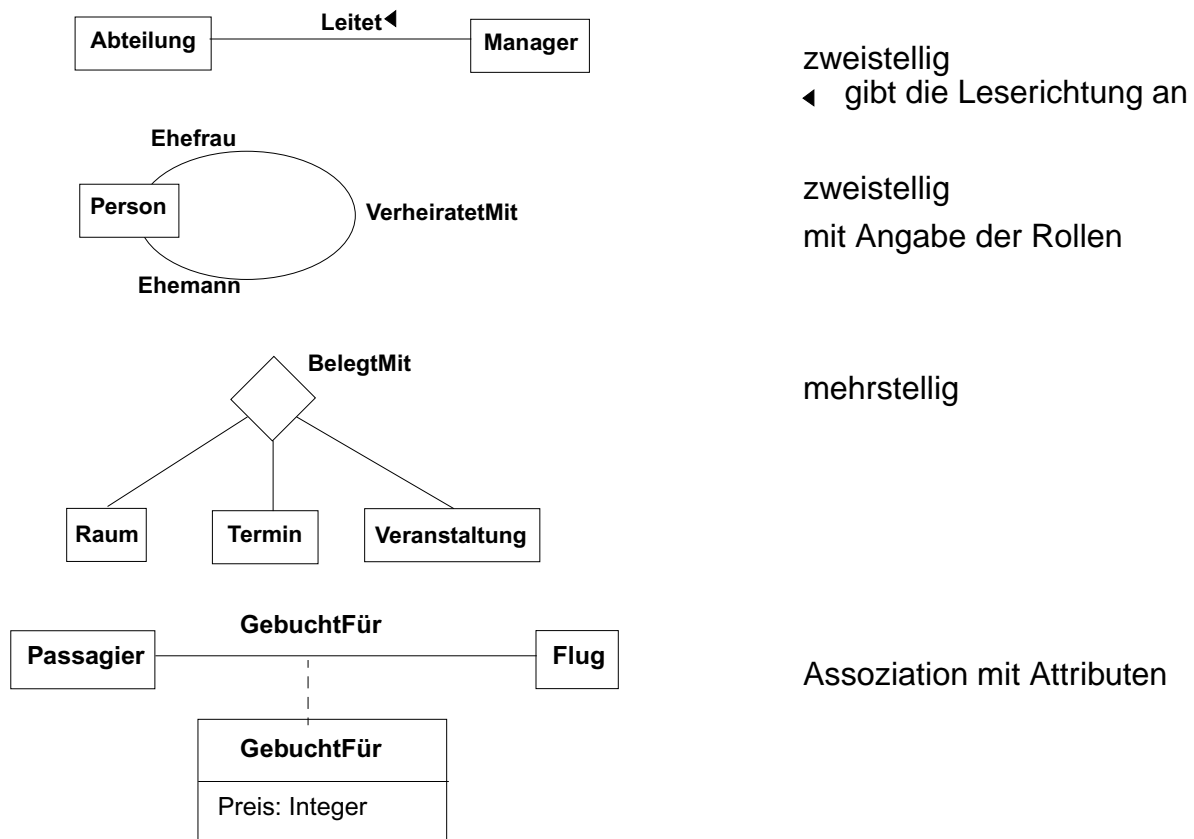
### Ziele:

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:

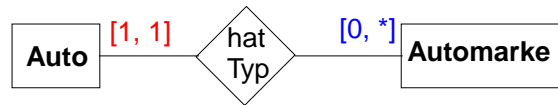
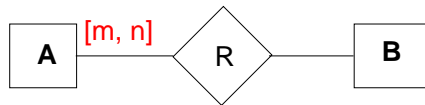
Notationen für Assoziationen

### in der Vorlesung:

- Die Konstrukte werden erläutert.

## Kardinalität von 2-stelligen Assoziationen

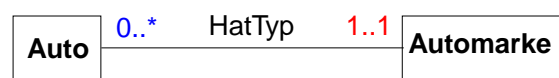
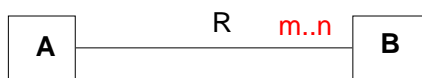
### ER:



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.



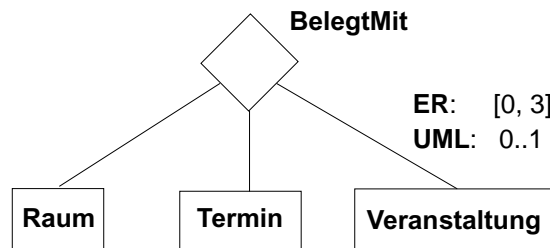
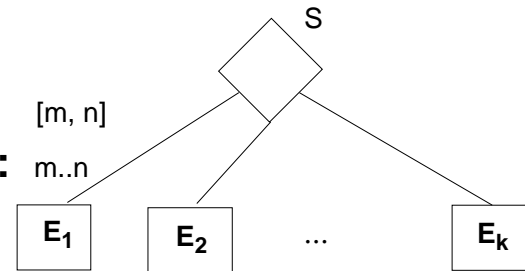
## Kardinalität von k-stelligen Assoziationen

Jedes Objekt aus  $E_1$  kommt in den Tupeln der Relation  $S$  mindestens  $m$  und höchstens  $n$  mal vor.

Jeder Kombination von Objekten aus  $E_2, \dots, E_n$  ordnet die Relation  $S$  mindestens  $m$  und höchstens  $n$  Objekte aus  $E_1$  zu.

**ER:**  $[m, n]$

**UML:**  $m..n$



**ER:**  $[0, 3]$   
**UML:**  $0..1$

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)

## Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 624

### Ziele:

Kardinalität von k-stelligen Assoziationen

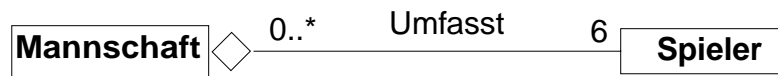
### in der Vorlesung:

Vergleich zwischen ER und UML:

- Kardinalitätsangaben an derselben Klasse habe in ER und in UML unterschiedliche Bedeutung.

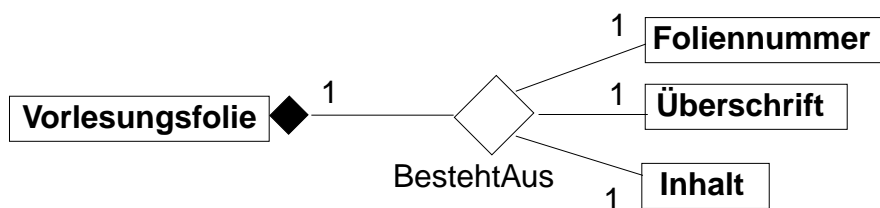
## Aggregation und Komposition

**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 Folieninhalt.

### Vorlesung Modellierung WS 2011/12 / Folie 625

**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.

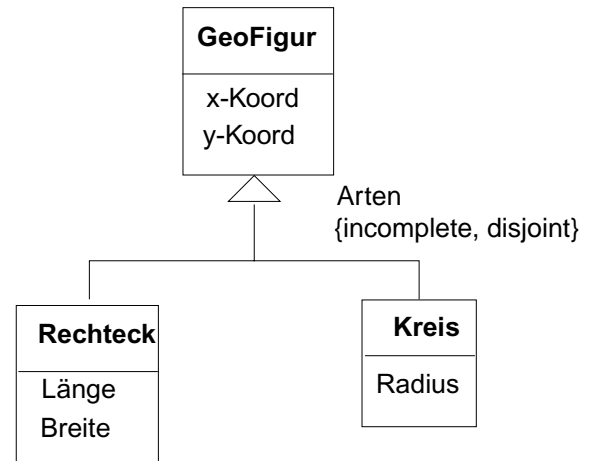
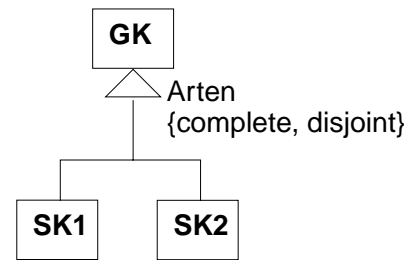
GK heißt auch **Oberklasse** der **Unterklassen** SK1 und SK2.

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:

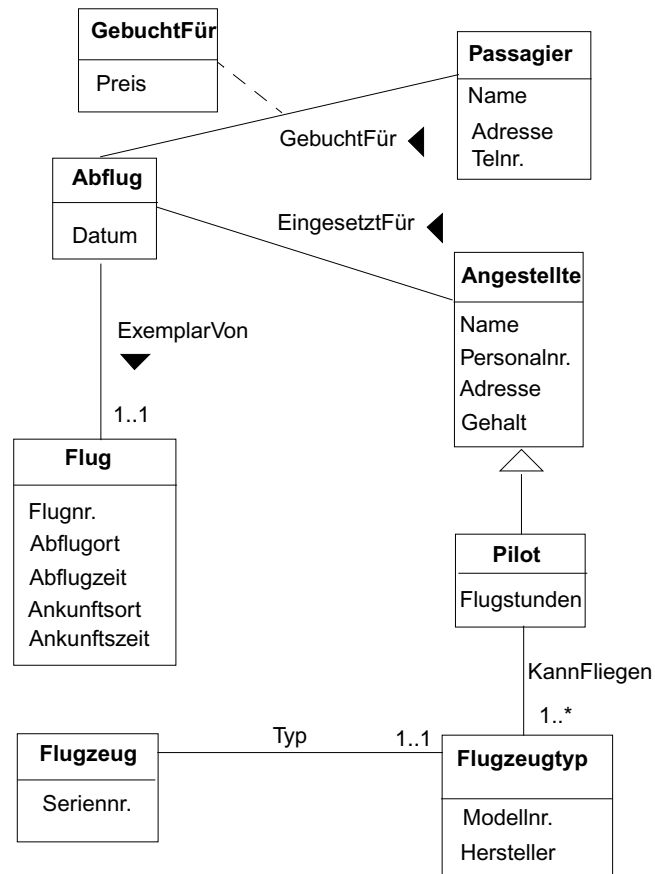
Generalisierung verstehen

### 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