

# Datenbanken

Informatik, ICS und als Wahlfach

## 2. Von der Realität zum konzeptionellen Datenmodell

Prof. Dr. Markus Goldstein

SoSe 2022

## **2.1 Entitäten und Entitätstypen**

### 2.1.1 Attribute

### 2.1.2 Identifizierung

## **2.2 Beziehungen**

### 2.2.1 Multiplizitäten

### 2.2.2 Optionalität

## **2.3 Beziehungen (weitere Konzepte)**

### 2.3.1 Redundanz/ Zyklik

### 2.3.2 Parallele Beziehungstypen

### 2.3.3 Identifizierende Beziehung

### 2.3.4 Schlüssel

### 2.3.5 Rekursiv-Beziehungstyp

### 2.3.6 Eigenschaften von Beziehungstypen

- Nachdem sich die Excel-Datei als ungeeignet erwiesen hat, beschließen Sie eine **eigene Datenbank** für Ihren Kiosk zu entwerfen.
- Die Anforderungen an das neue DB-System haben Sie bereits als Text erfasst.
- Wie bereits gezeigt, ist der nächste Schritt die konzeptionelle Modellierung welche in der Regel mit Hilfe eines Entity-Relationship (ER)-Modells durchgeführt wird.

# Entity-Relationship Modell

Vereinfachte graphische Darstellung von

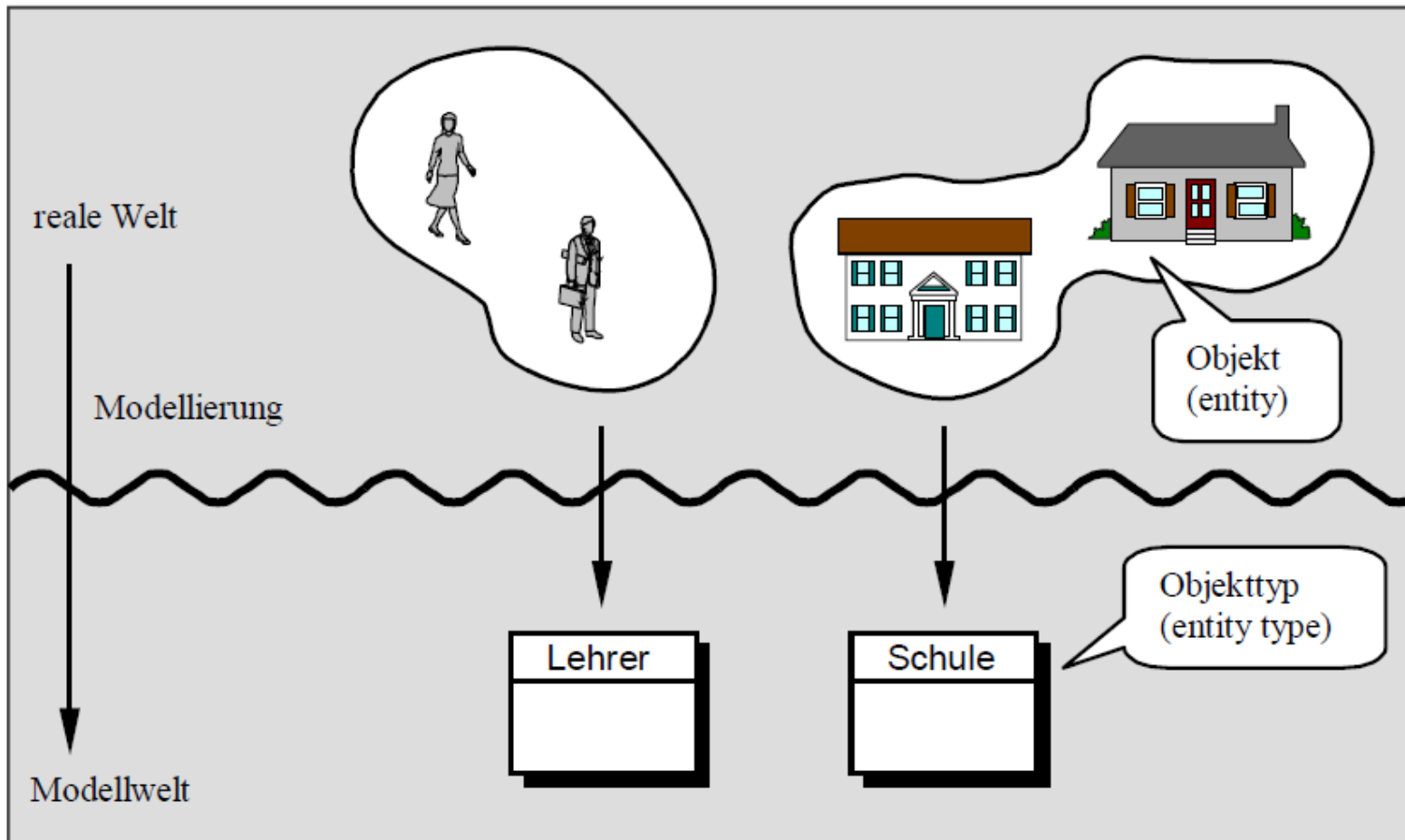
- Entitäten (Objekten)
- Beziehungen zwischen den Objekten
  - Notwendigkeit
  - Anzahl der beteiligten Entitäten

## Ziele

- Bessere Kommunikation zwischen den Beteiligten
  - Experten (Fachabteilung), Anwendungsentwickler, ...
- Beurteilung der Qualität des Modells
- Grundlage zur Erstellung der Datenbank

# Entitäten und Entitätstypen

- Beispiel: Schule



## Entität (Objekt; engl. entity)

- Ein Exemplar von
  - Konkreten (Studierender; Gebäude)
  - Abstrakten/ nicht-materiellen (Zugehörigkeit; Betreuungsverhältnis)

Dingen

- Dient der Informationsspeicherung

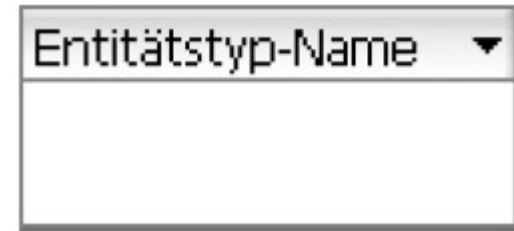
## Entitätstyp (engl. entity type)

- Eindeutig benannt
- „Gruppe“ von Entitäten (Objekten)
- Speicherung gleichartiger Informationen
- Gleichartige Verarbeitung
- „Klasse“ in der OOP

# Darstellung des Entitätstyps

## Darstellung

- In zweigeteilter Box
- Mit Namen in Kopfteil



The diagram shows a rectangular box representing an entity type. It is divided into two horizontal sections. The top section is a header with the text 'Entitätstyp-Name' followed by a small downward-pointing triangle, indicating a dropdown menu. The bottom section is a large, empty rectangular area for additional information or attributes.

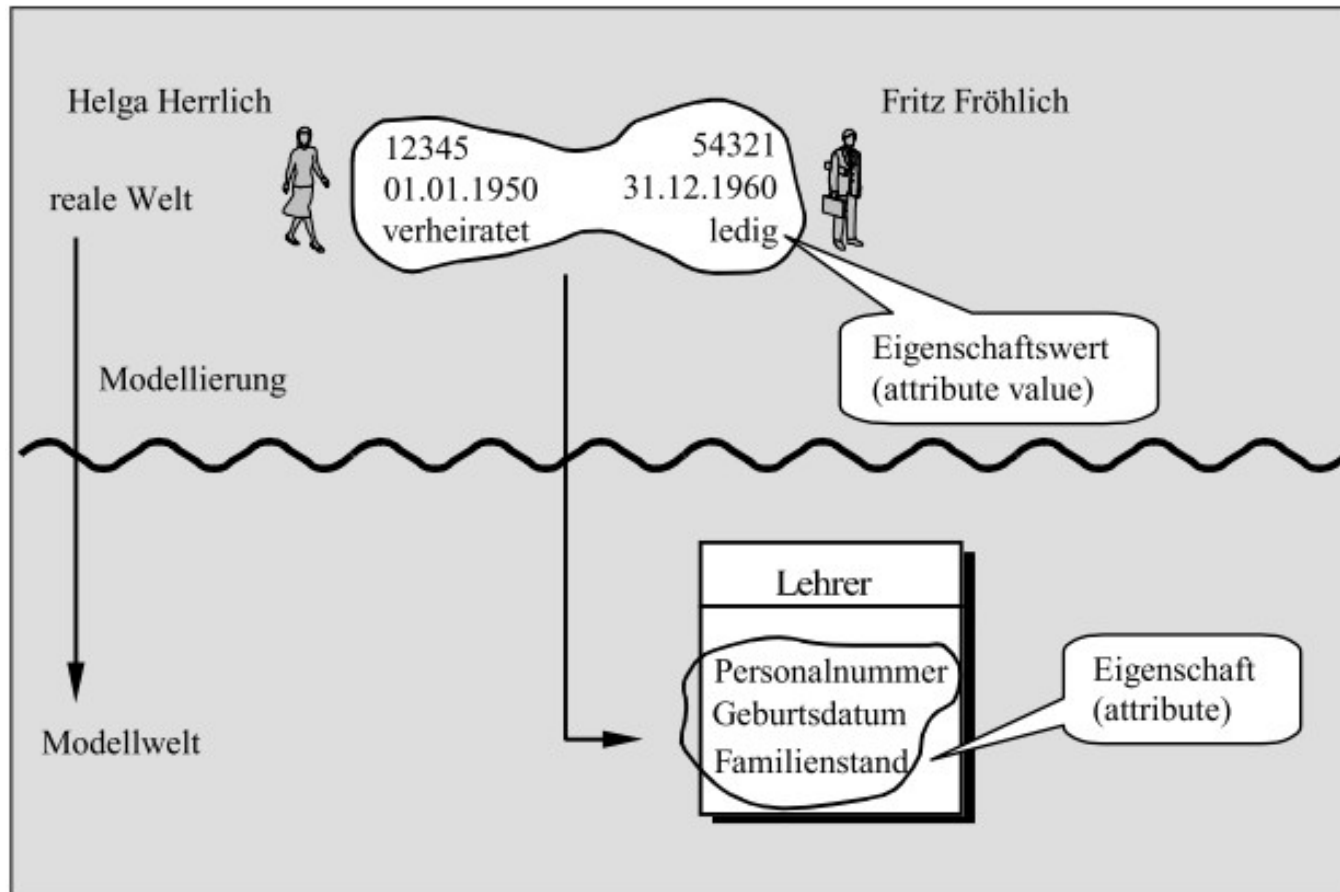
## Name

- In der Einzahl
- Eindeutig in gesamten Datenmodell
- Bezeichnet den Entitätstyp, nicht eine Entität (z.B. Kunde)



# Beschreibung durch Attribute

- Eigenschaften (Attribute) von Lehrern



## **Attribut (engl. attribute)**

- Eigenschaft
- Benennung eines Merkmals
- Ein relevantes Merkmal von Entitäten eines Entitätstyps
- Beispiel: Familienstand

## **Attributwert (engl. attribute value)**

- Eigenschaftswert
- Spezielle Ausprägung eines Attributs für ein Objekt
- Beispiel: „ledig“

## Darstellung

- In der Box des Entitätstypen
- Eintrag in unterem Teil



## Benennung

- In der Einzahl
- Eindeutig im Entitätstyp
- Kann/darf aber in mehreren Entitätstypen vorkommen (Oftmals aber praktisch, Benennung eindeutig zu halten, z.B. KundenName, MitarbeiterName)

# Beispiel: Schule

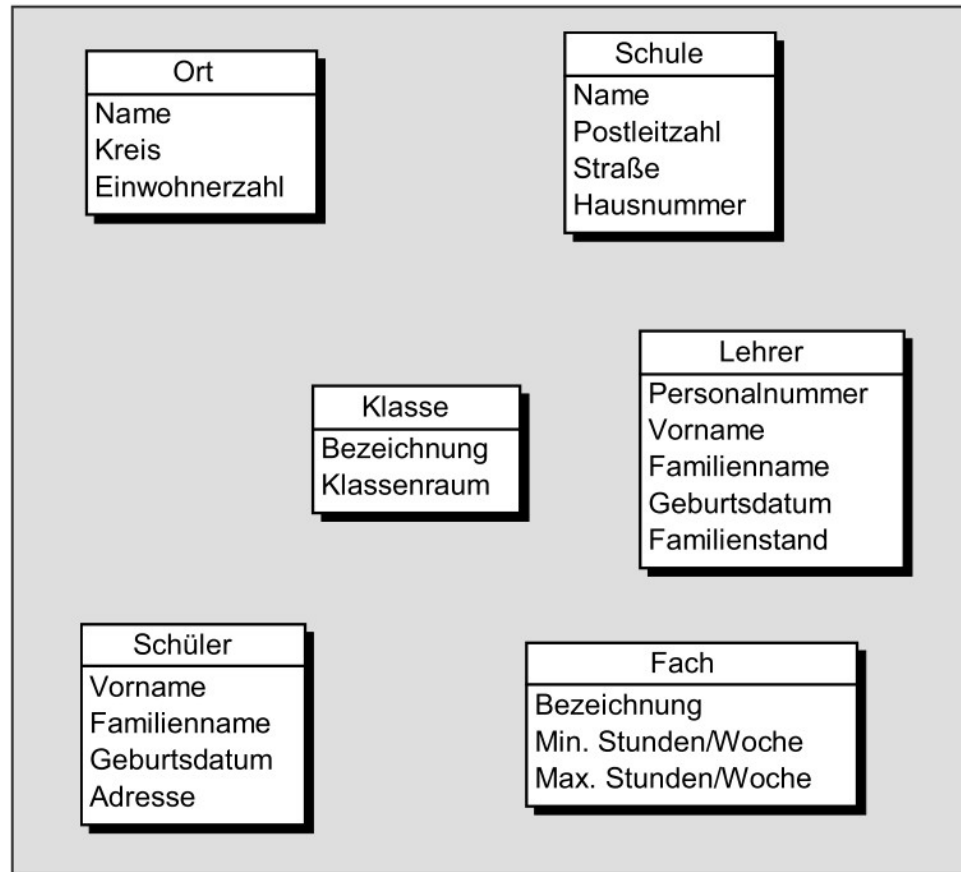
- Es werden über alle größeren Orte des Landes Informationen gesammelt. Die Stadt Neustadt (Kreis Schwarzwald) hat beispielsweise 60.000 Einwohner. Die Goethe-Schule von Neustadt hat die Adresse: Wiesenweg 1, 19999 Neustadt. Fritz Fröhlich (geb. 31.12.1960, ledig, Personalnummer 54321) ist Lehrer. Englisch wird an den Schulen des Landes mind. 2 h/Woche und höchstens 6h/Woche unterrichtet. Die Klasse 11b der Goethe-Schule hat als Klassenraum den Unterrichtsraum 107. Über die Schüler muss bekannt sein: der Vorname, der Familienname, das Geburtsdatum und die Adresse.
- Was sind Entitätstypen? Entitäten? Attribute? Attributwerte?

# Beispiel: Schule

- Es werden über alle größeren **Orte** des Landes Informationen gesammelt. Die Stadt **Neustadt** (**Kreis Schwarzwald**) hat beispielsweise **60.000 Einwohner**. Die **Goethe-Schule** von **Neustadt** hat die **Adresse**: Wiesenweg 1, 19999 Neustadt. **Fritz Fröhlich** (geb. 31.12.1960, ledig, **Personalnummer 54321**) ist **Lehrer**. **Englisch** wird an den **Schulen** des Landes mind. 2 h/Woche und höchstens 6h/Woche unterrichtet. Die **Klasse 11b** der **Goethe-Schule** hat als **Klassenraum** den **Unterrichtsraum 107**. Über die **Schüler** muss bekannt sein: der **Vorname**, der **Familienname**, das **Geburtsdatum** und die **Adresse**.
- Substantive führen zu Entitätstypen und deren Attributen
  - **Entitätstyp** / **Entität** / **Attribut** / **Attributwert**

# Beispiel: Schule (II)

- Datenmodell (Version 1)



- Die Attribute werden so atomar/individuell wie möglich bestimmt
  - ~~„Wiesenweg 1“~~ → Strasse: „Wiesenweg“, Hausnummer: „1“
- Keine Vermischung von Attributwerten
  - Name: ~~„Götheschule von Neustadt“~~ → Name: „Götheschule“  
(„Neustadt“ ist schon Attributwert des Entitätstyps „Ort“)
- Später mehr (siehe 1. Normalform)

- Wir möchten Entitäten (Objekte) eindeutig identifizieren
  - Dies ist wichtig für das Relationale Datenmodell ( $\rightarrow$  später)
  - Oder einfach zum Auffinden von einzelnen Objekten
  - Mathematisch handelt es sich bei den Attributwerten um eine Menge
- Ein einzelner Attributwert ist u.U. nicht ausreichend
  - z.B. „Neustadt“
  - Hier benötigen wir eine andere Lösung ...



## Möglichkeiten zur Identifizierung einer Entität

- Ein einziges Attribut
  - Beispiel: Bezeichnung eines Fachs
  
- Kombination von Attributen (zusammengesetzt: engl. „compound“)
  - Beispiel: Name und Kreis eines Ortes
  
- Organisatorisches Attribut (Surrogat, engl. surrogate)
  - „Künstlich“ erzeugt/ eingefügt
  - Beispiel: Personalnummer

**Ein Hauptattribut (engl. primary attribute) hat eine**

- identifizierende Eigenschaft oder eine
- teil-identifizierende Eigenschaft

**Es leistet also einen Beitrag zur**

- Identifizierung einer Entität
- Innerhalb eines Entitätstyps

## **Ein Nebenattribut (engl. secondary attribute)**

- Hat eine beschreibende Eigenschaft
- Nicht notwendig zur Identifizierung

## **Es leistet keinen Beitrag zur**

- Identifizierung einer Entität
- innerhalb eines Entitätstyps

# Darstellung von Haupt-/Nebenattributen

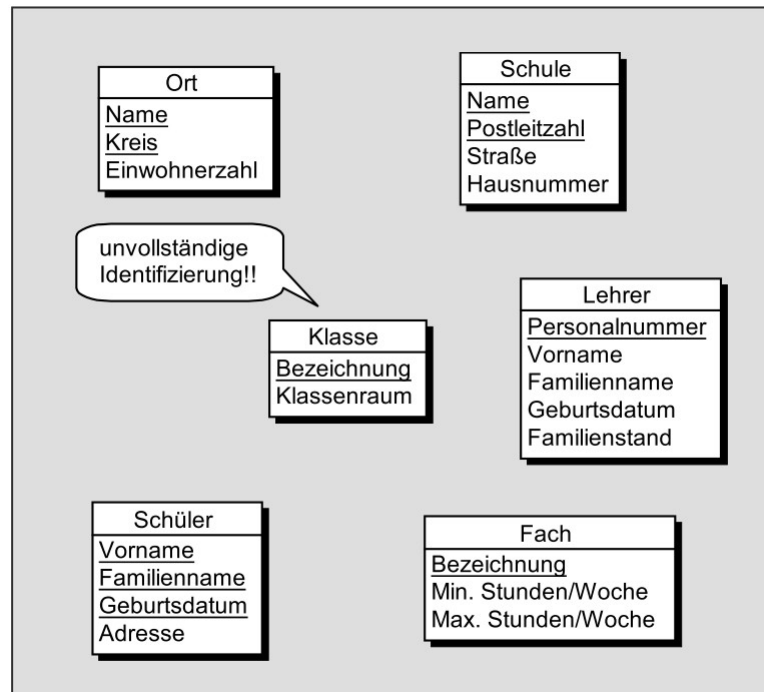
## Kennzeichnung durch

- Unterstreichen
- Symbolik (hier in Form eines Schlüssels)



# Beispiel: Schule

- Datenmodell (Version 2)
  - Name der Schule u.U. nicht eindeutig (→ Kombination)
  - Lehrer: Surrogat
  - Ort → Kombination, da Name u.U. nicht eindeutig
  - Schüler: Kombination
  - Klasse: Problem (→ später)



## 2.1 Entitäten und Entitätstypen

2.1.1 Attribute

2.1.2 Identifizierung

## 2.2 Beziehungen

2.2.1 Multiplizitäten

2.2.2 Optionalität

## 2.3 Beziehungen (weitere Konzepte)

2.3.1 Redundanz/ Zyklik

2.3.2 Parallele Beziehungstypen

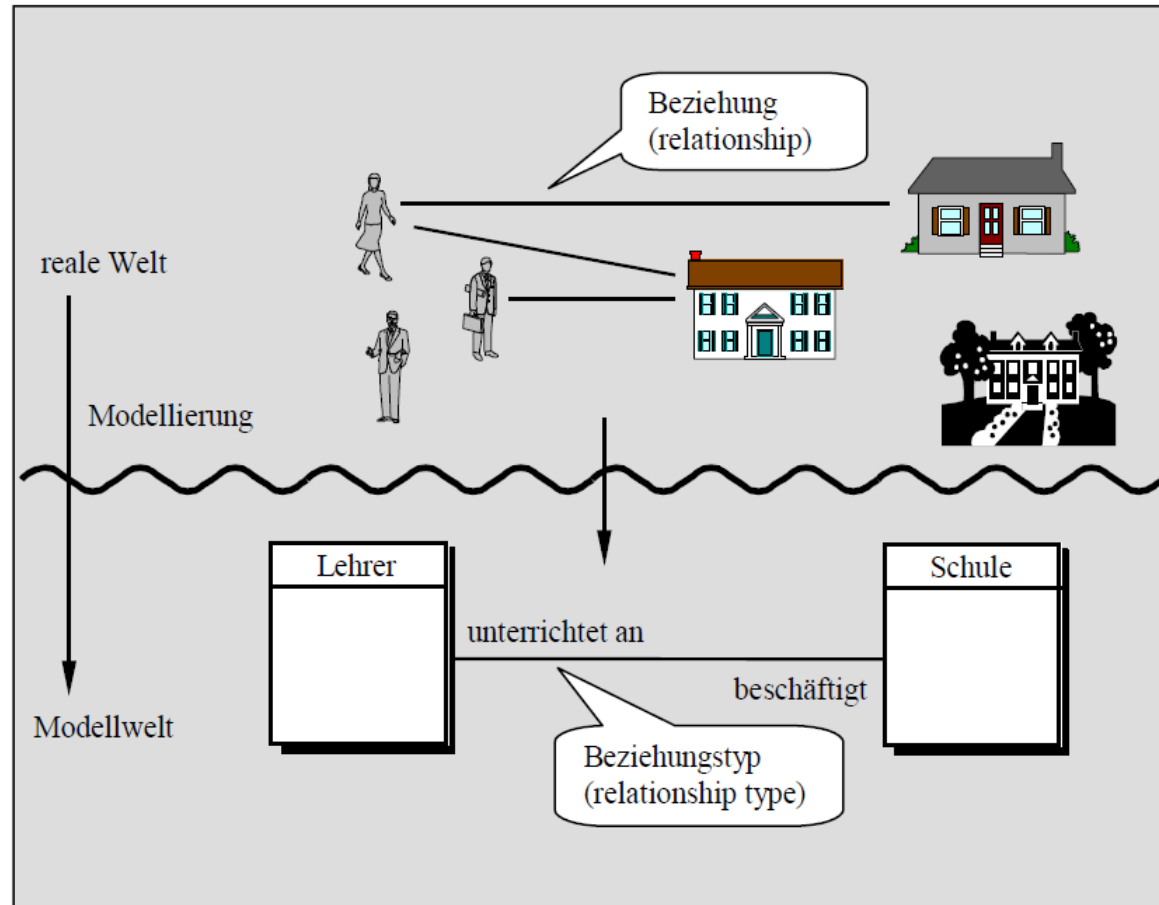
2.3.3 Identifizierende Beziehung

2.3.4 Schlüssel

2.3.5 Rekursiv-Beziehungstyp

2.3.6 Eigenschaften von Beziehungstypen

- Wir müssen nun auch die Beziehungen zwischen den Entitäten betrachten



## **Eine Beziehung (engl. relationship) ist ein**

- konkreter Zusammenhang
- zwischen realen Entitäten
- An einer Beziehung können (in der realen Welt) auch mehr als zwei Entitäten beteiligt sein.
- Bei zwei Beteiligten: Duale oder binäre Beziehung
- Wir betrachten (vorerst) nur duale Beziehungen



**Ein Beziehungstyp (engl. relationship type) ist ein**

- sachlogischer Zusammenhang
  - zwischen (zwei) Entitäten **verschiedener** Entitätstypen
- 
- Auch hier können mehr als zwei Entitäten beteiligt sein.

## **Der Grad (engl. degree) eines Beziehungstypen ist**

- Die Anzahl der an einem Beziehungstypen beteiligten Entitätstypen
- Bei zwei Entitätstypen: Dualer Beziehungstyp
- Sind mehr als zwei Entitätstypen an einem Beziehungstyp beteiligt, so heißt der Beziehungstyp von höherem Grad bzw. bei
  - 3 Entitätstypen: ternär
  - 4 Entitätstypen: quaternär
  - n Entitätstypen: n-är
- Höhere Grade lassen sich in der Praxis oft durch Einführung eines zusätzlichen Entitätstyps zu dualen Beziehungstypen auflösen

## Benennung

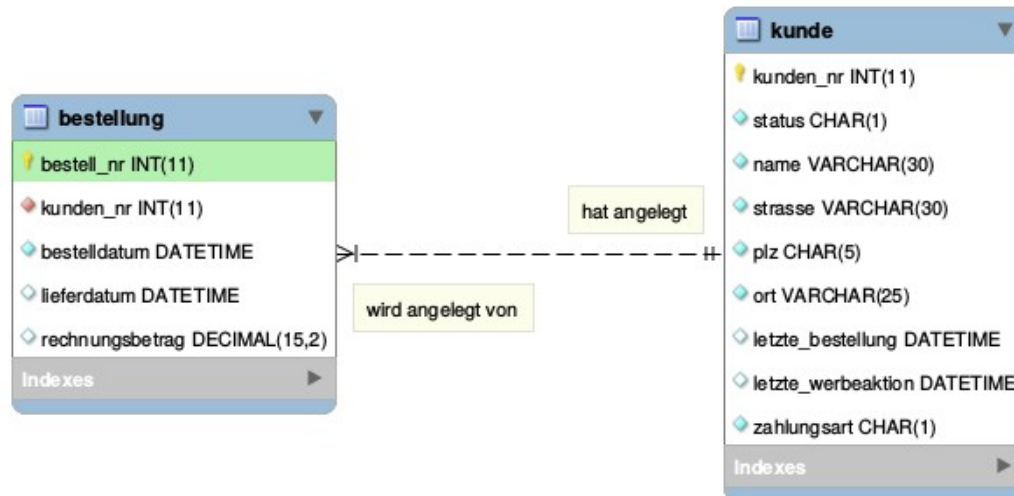
- Ausdruck der Semantik des sachlogischen Zusammenhangs

## Multiplizität bestehend aus

- Optionalität
- Kardinalität

## Benennung

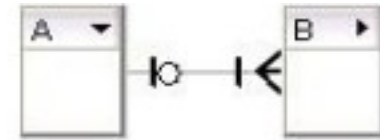
- Jede Richtung einzeln benennen
- Beide Richtungen sollten einen fehlerfreien Satz ergeben
- Beispiel:  
Ein A *steht in Beziehung mit* einem B und  
ein B *hat eine Verbindung mit* einem A



# Multiplizität

Multiplizität  $\langle A, B \rangle$  besteht aus zwei Aspekten

- Optionalität: Zeichen **vor** dem Komma
- Kardinalität: Zeichen **hinter** dem Komma









## Optionalität

- Muss jedes A mit einem B in Beziehung stehen?
- Ja => 1,?      Nein => 0,?

## Kardinalität

- Kann ein A mit mehreren Bs in Beziehung stehen?
- Ja => ?,**N**      Nein => ?,**1**      (analog in Gegenrichtung B, A)

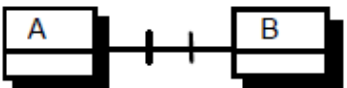
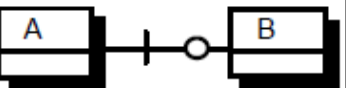
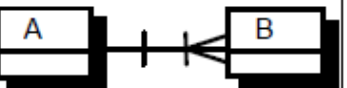
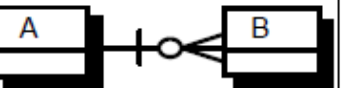
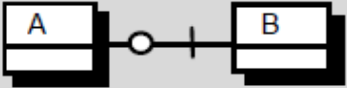
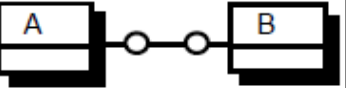
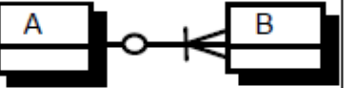
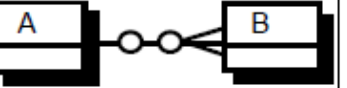
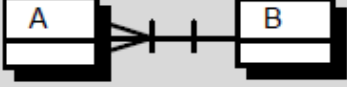
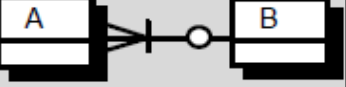
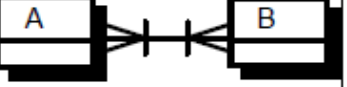
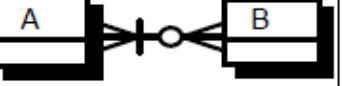
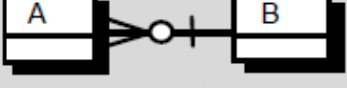
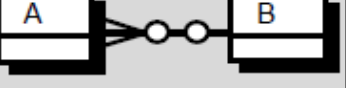
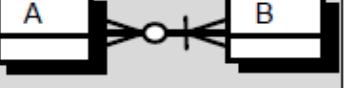
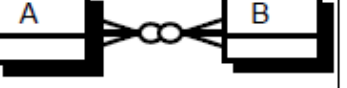
- Zusammenfassend

Antwort auf Frage		Schreibweise		Symbolik
<i>Muss</i> Beziehung bestehen? (Optionalität)	Kann Beziehung zu <i>mehreren</i> bestehen? (Kardinalität)	gesamt	einzel	Krähenfuß
ja	ja	N (bzw. M)	1, N	
ja	nein	1	1,1	 bzw. 
nein	ja	CN (bzw. CM)	0,N	
nein	nein	C	0,1	 bzw. 

- Eine Beziehungstyp wird durch eine Linie dargestellt
- Die Benennung der Richtung von A nach B steht in der Nähe von A
- Die Optionalität (muss nicht in Beziehung stehen) wird durch einen Kreis gekennzeichnet (→ Merkregel: „mindestens 0“)
- Ist die Verbindung verpflichtend wird dies durch einen Strich gekennzeichnet (→ Merkregel: „mindestens 1“)
- Die Kardinalität 1 wird durch einen Strich dargestellt, die Kardinalität N durch die Krähenfüße
- Bei einer Kardinalität von  $>1$  können auch Minimum und Maximum angegeben werden [min,max] (vor der Benennung)

# Klassen von Beziehungstypen

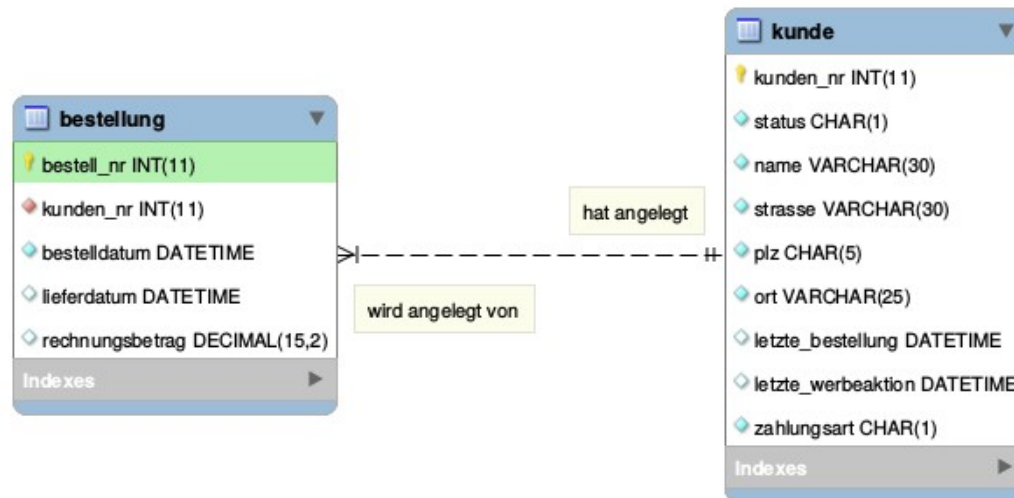
- Symmetrische Matrix

$A \rightarrow B$		Kardinalität 1		Kardinalität N	
$B \downarrow A$		nicht-optional	optional	nicht-optional	optional
1	n o	 1:1	 1:C	 1:N	 1:CN
	o	 C:1	 C:C	 C:N	 C:CN
N	n o	 N:1	 N:C	 M:N	 M:CN
	o	 CN:1	 CN:C	 CM:N	 CM:CN



## Leserichtung beachten!

- Ein Kunde <hat angelegt> <eine oder mehrere> Bestellungen
- Kunde ohne Bestellung geht hier nicht



# Beispiel: Schule

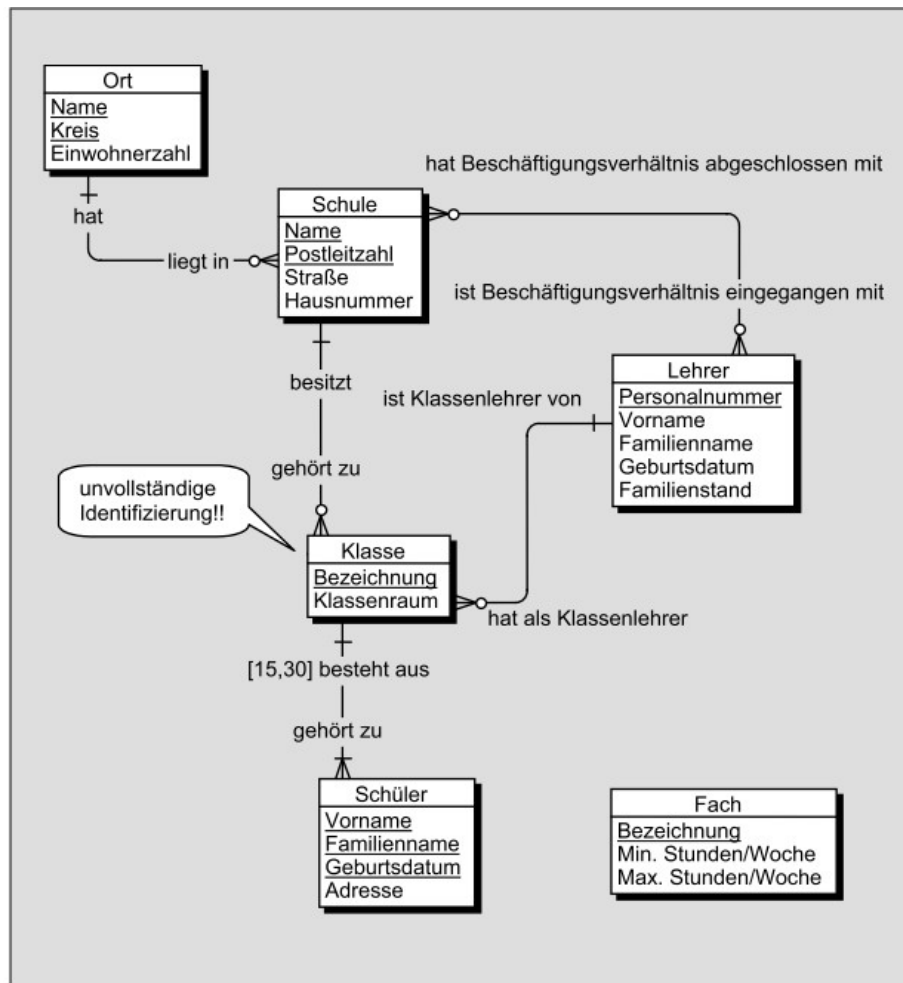
- Es werden über alle größeren Orte des Landes Informationen gesammelt. Die Stadt Neustadt (Kreis Schwarzwald) hat beispielsweise 60.000 Einwohner. Die Goethe-Schule von Neustadt hat die Adresse: Wiesenweg 1, 19999 Neustadt. Fritz Fröhlich (geb. 31.12.1960, ledig, Personalnummer 54321) ist Lehrer. Englisch wird an den Schulen des Landes mind. 2 h/Woche und höchstens 6h/Woche unterrichtet. Die Klasse 11b der Goethe-Schule hat als Klassenraum den Unterrichtsraum 107. Über die Schüler muss bekannt sein: der Vorname, der Familienname, das Geburtsdatum und die Adresse.
- Was sind Beziehungstypen? Was sind Multiplizitäten?

# Beispiel: Schule

- Es werden über alle größeren Orte des Landes Informationen gesammelt. Die **Stadt Neustadt (Kreis Schwarzwald)** **hat** beispielsweise **60.000 Einwohner**. Die **Goethe-Schule von Neustadt** **hat** die **Adresse: Wiesenweg 1, 19999 Neustadt**. Fritz Fröhlich (geb. 31.12.1960, ledig, Personalnummer 54321) ist Lehrer. **Englisch wird** an den **Schulen** des Landes mind. 2 h/Woche und höchstens 6h/Woche **unterrichtet**. Die **Klasse** 11b der Goethe-Schule **hat als Klassenraum** den Unterrichtsraum 107. Über die Schüler **muss bekannt sein**: der Vorname, der Familienname, das Geburtsdatum und die Adresse.
- Verben führen zu Beziehungstypen und Multiplizitäten (aber Vorsicht bei „hat“ → evtl. Attribut)
- Oftmals implizierte Beziehungen (z.B. Schule → Stadt)
  - **Beziehungstyp** / **Beziehung** / **Attribut** / **Attributwert**

# Beispiel: Schule

- Datenmodell (Version 3)



# Aufgaben

Bitte bearbeiten Sie jetzt die Aufgaben in Moodle zum Kapitel 2.

- **Teil A**

## **2.1 Entitäten und Entitätstypen**

### 2.1.1 Attribute

### 2.1.2 Identifizierung

## **2.2 Beziehungen**

### 2.2.1 Multiplizitäten

### 2.2.2 Optionalität

## **2.3 Beziehungen (weitere Konzepte)**

### 2.3.1 Redundanz/ Zyklik

### 2.3.2 Parallele Beziehungstypen

### 2.3.3 Identifizierende Beziehung

### 2.3.4 Schlüssel

### 2.3.5 Rekursiv-Beziehungstyp

### 2.3.6 Eigenschaften von Beziehungstypen

## Erinnerung an das Einführungsbeispiel

- Wir wollen Redundanz bei Daten vermeiden

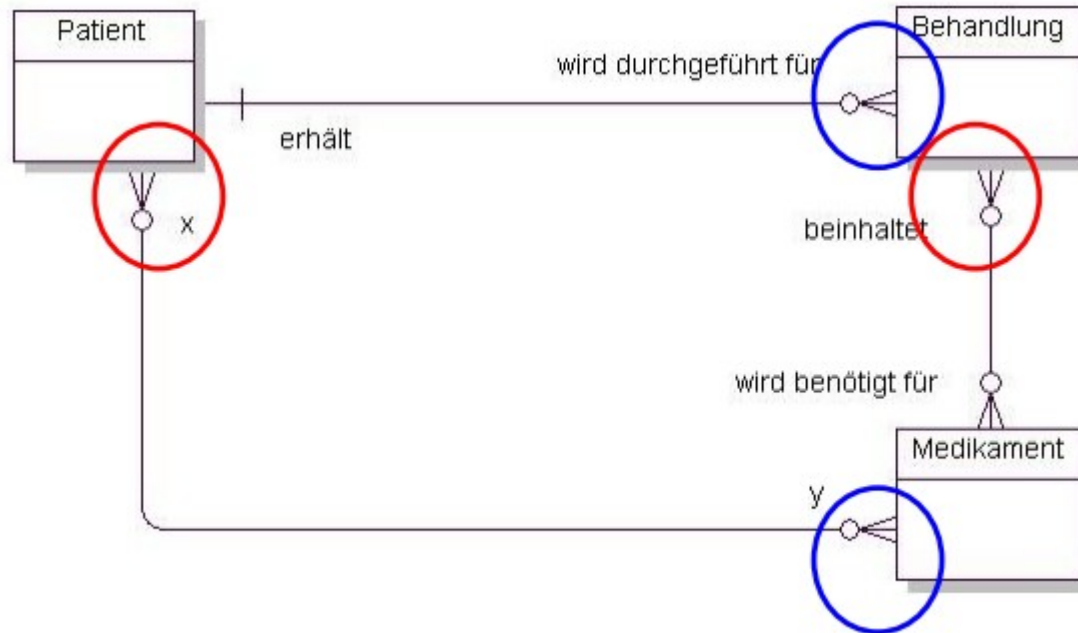
## Gründe

- Mehraufwand in der Datenpflege (z.B. Update/ Änderung)
- Widersprüchlichkeit in den Daten möglich (Inkonsistenz)
- Speicherplatzverschwendung (heutzutage nicht mehr so wichtig)

## Redundanz durch Beziehungstypen?

# Zyklus bei Beziehungstypen

- Beispiel

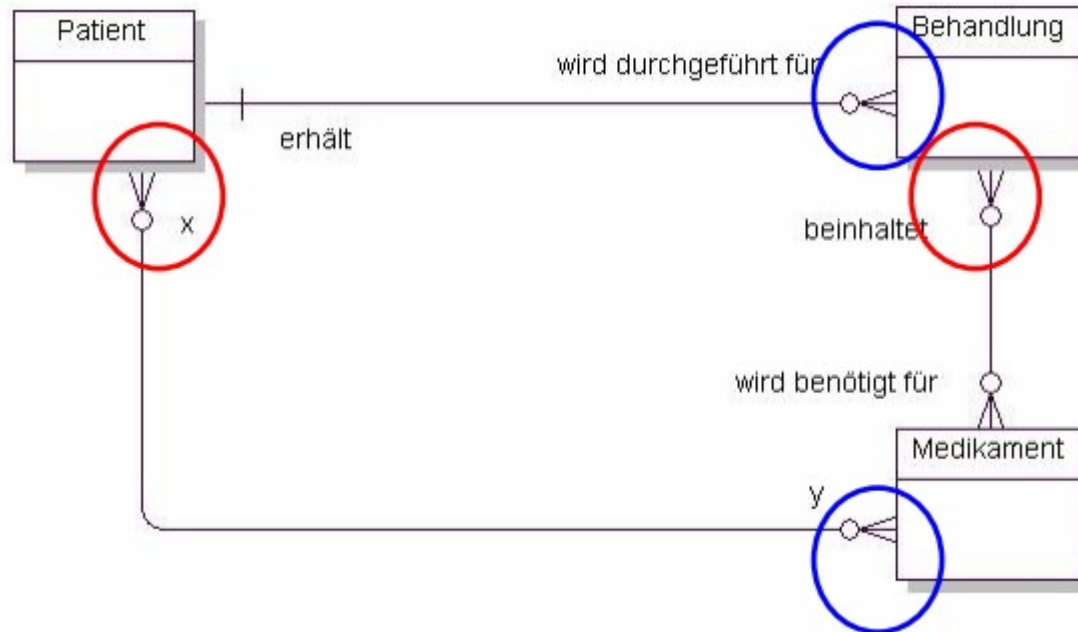


- x: Patient <erhält> Medizin → Redundanz



# Zyklus bei Beziehungstypen

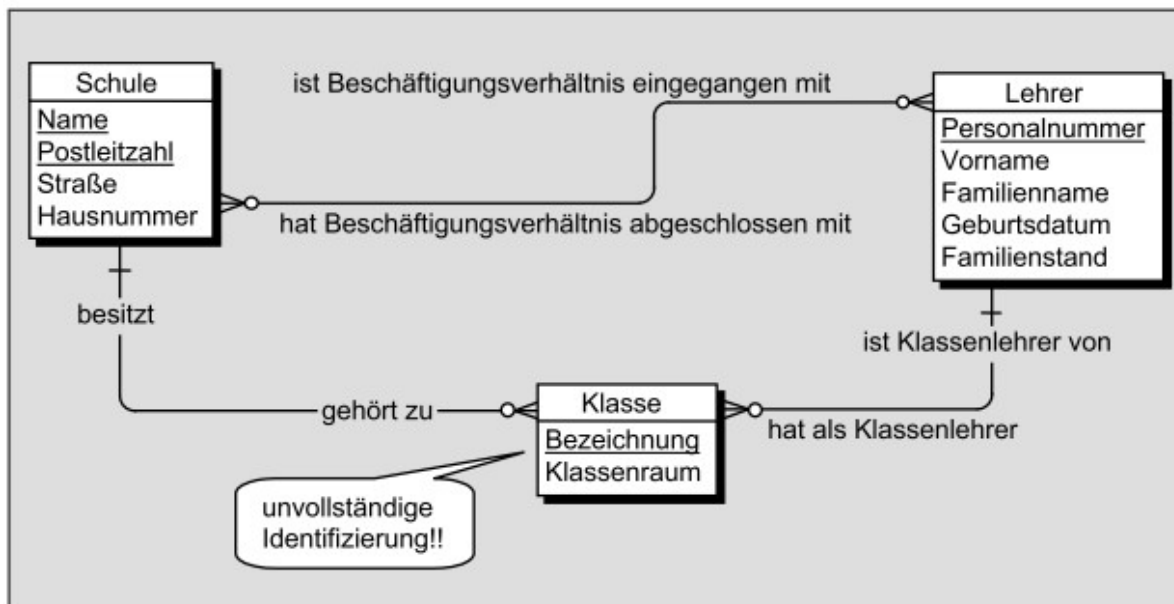
- Beispiel



- x: Patient *<reagiert allergisch auf>* Medizin → keine Redundanz

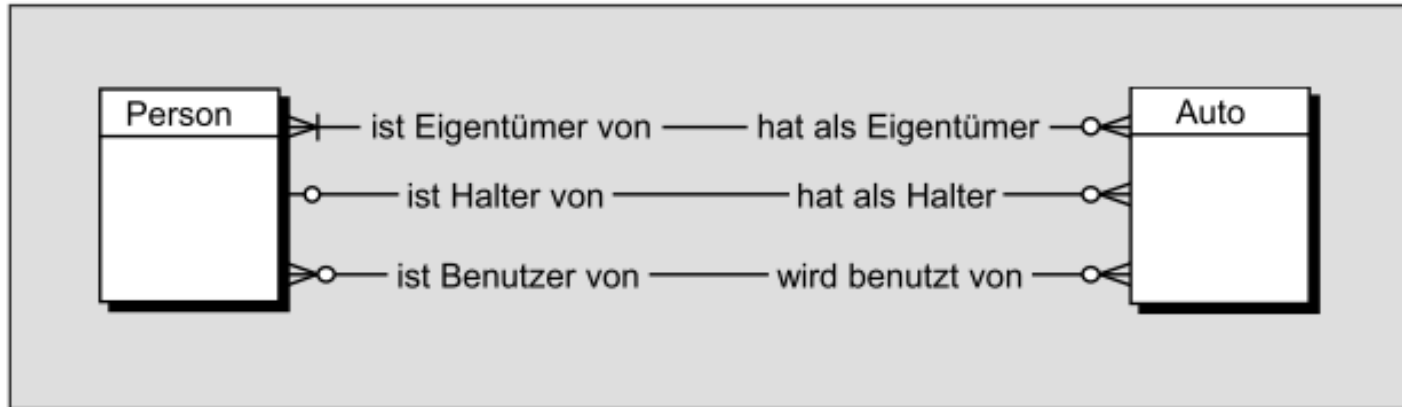
# Redundanz im Beispiel Schule

- Ist diese Zyklik redundant?



# Parallele Beziehungstypen

- Beispiel mehrerer paralleler Beziehungstypen

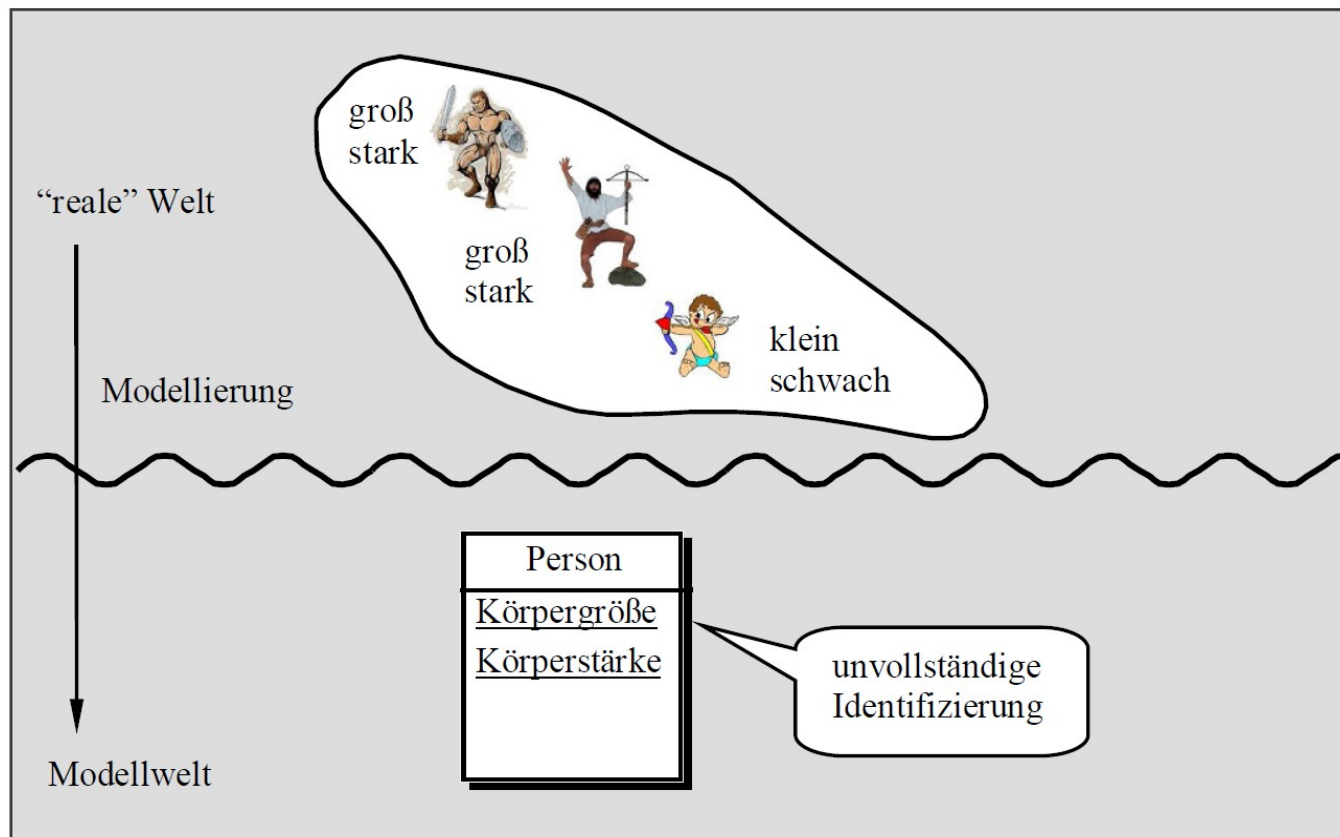


Ist eine Multiplizität festgelegt durch Entitätstypen?

- Nein, alle dargestellten Beziehungstypen möglich
- Multiplizität definiert sich durch die **Semantik**

# Wiederholung: Identifikation

- Unvollständige Identifizierung
- Personen sind **nicht** durch Stärke und Größe unterscheidbar



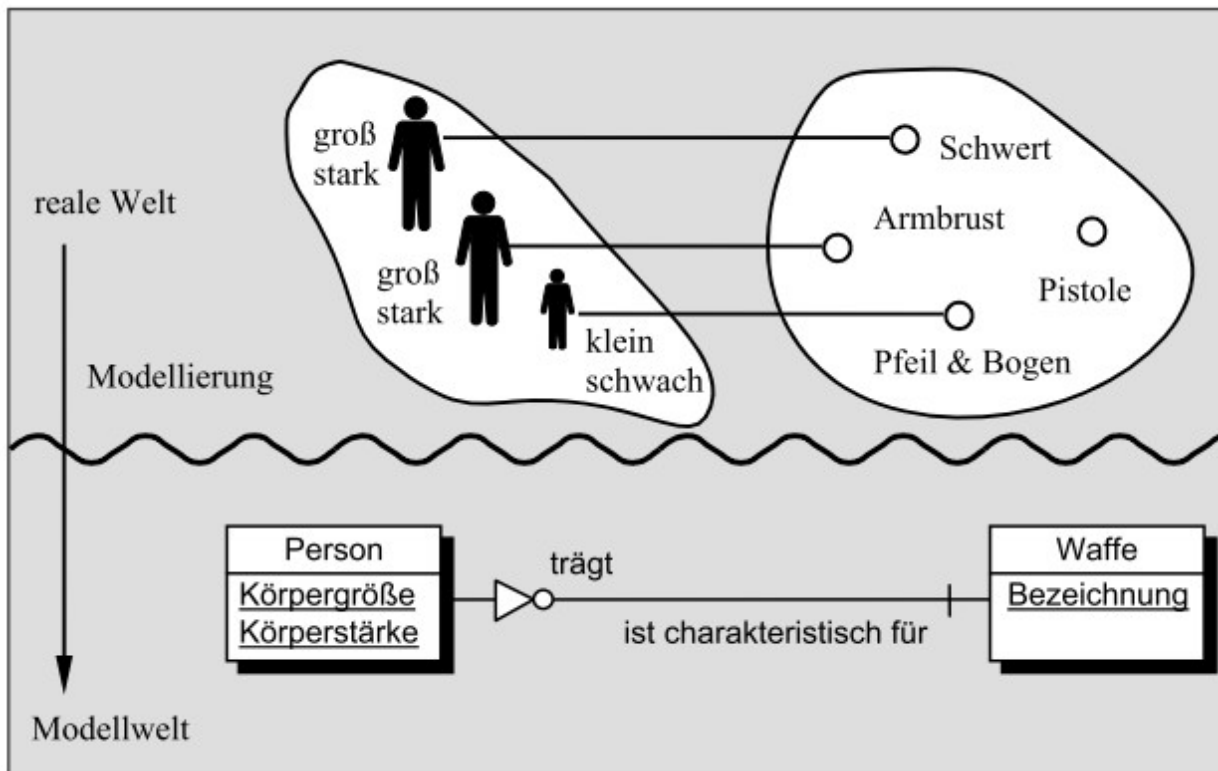
## Ein schwacher Entitätstyp ist

- Ein Entitätstyp ;o)
- Eigenschaften nicht ausreichend für eindeutige Identifizierung
- Eine oder mehrere Beziehungstyp-Richtung(en) zur Identifizierung nötig

# Schwacher Entitätstyp

Beispiel: Beziehungstyp-Richtung zur Identifizierung zusätzlich nötig

→ **identifizierender Beziehungstyp**



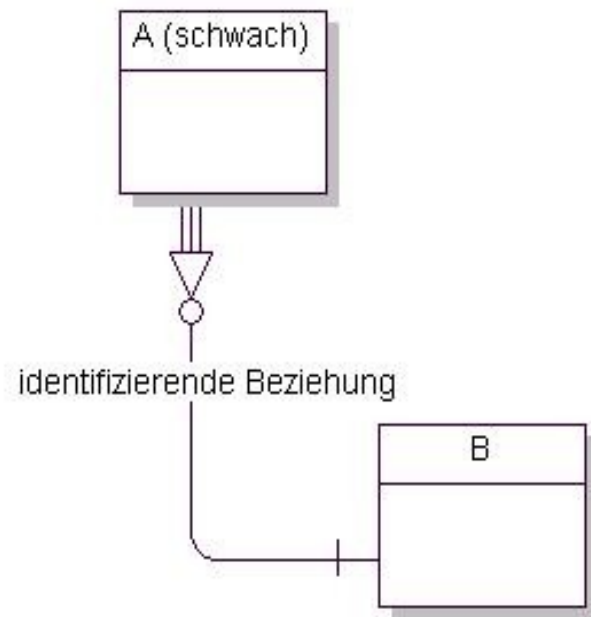
# Darstellung Identifizierende Beziehung

## Kennzeichnung der identifizierenden Beziehung

- Identifikationssymbol ▷
- Kardinalität 1: ein Strich
- Kardinalität N: siehe rechts

## Konsequenzen

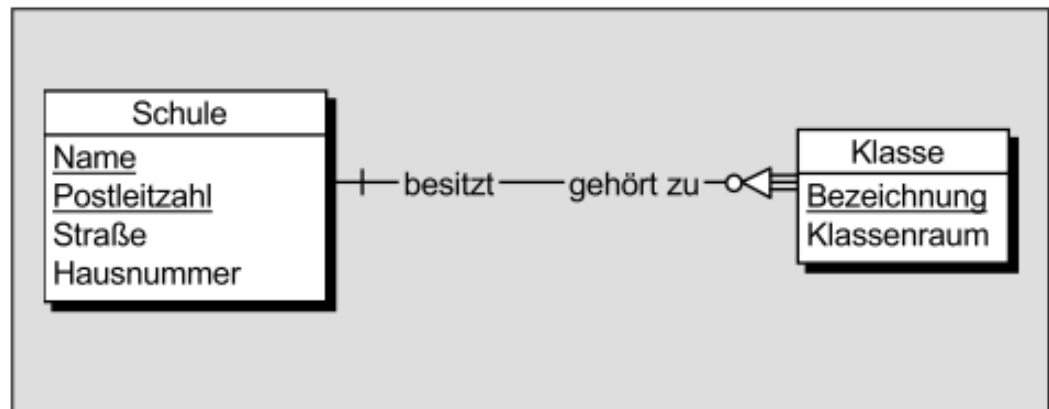
- A ist schwacher Entitätstyp
- B kann nicht optional sein



# Beispiel Schule

Wir haben festgestellt, die Klasse lässt sich nicht eindeutig identifizieren (unvollständige Identifizierung)

- Beispiel: Klasse „2b“ gibt es an vielen Schulen im Land
- Lösung mit identifizierender Beziehung
- Klasse wird identifiziert durch
  - Schule
  - Bezeichnung der Klasse





## **Zusammenfassung: Identifizierung mittels ...**

- Verwendung relevanter Eigenschaften (Attribute)
  - ein einziges Attribut
  - Kombination von mehreren Attributen
  - organisatorisches Attribut (Surrogat)
- Verwendung von Beziehungstyp-Richtungen
  - eine bestimmte
  - mehrere Richtungen
- Kombination von Attributen/ Beziehungstyp-Richtungen

Neue Terminologie, üblich in der Datenbank-Welt: **Schlüssel**

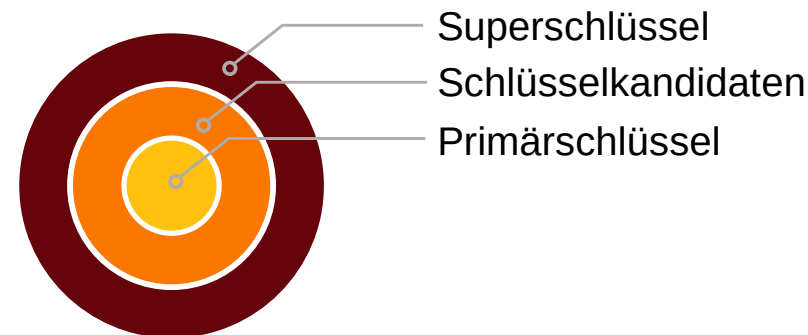
- **Schlüssel**(-kandidat) (engl. **key**)

- Attribut(e) und/oder
- Beziehungstyprichtung(en)
- zur eindeutige Identifizierung
- minimal (d.h., nur die notwendigen)

} Superschlüssel

- **Primärschlüssel**

- Ein aus den Schlüsselkandidaten ausgewählter Schlüssel



## **Zusammengesetzter Schlüssel** (engl. composite/compound key)

- Mehrere teil-identifizierende Elemente
  - Attribute und/oder ( ← „composite“)
  - Beziehungstyprichtung(en) ( ← „compound“)

## **Teilschlüssel** (engl. part of a key)

- echte Teilmenge der teil-identifizierenden Elemente
- Entstehung durch Entfernung wenigstens eines teil-identifizierenden Elements

# Beispiel: Schlüssel

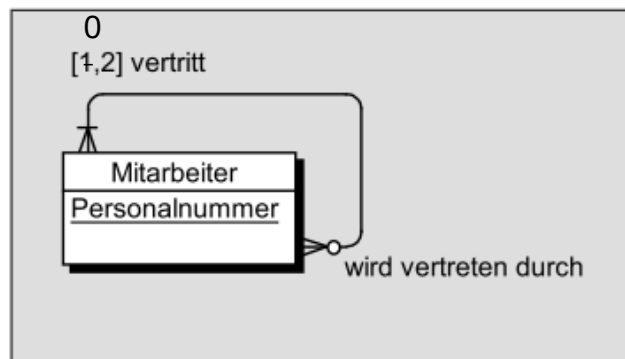
- Schlüsselkandidat?
- Primärschlüssel?
- Superschlüssel?
- Zusammengesetzter Schlüssel?
- Teilschlüssel?

Bestellposition
Bestell_Positions_Nr
Bestell_Nr
Artikel_Nr
Mwst_Satz
Bestellmenge
Liefermenge
Gesamt_Preis

## Rekursiv-Beziehungstyp (engl.: recursive relationship type)

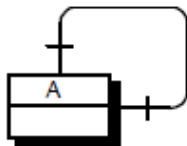
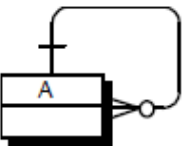
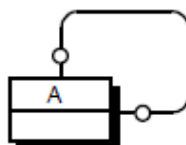
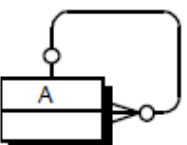
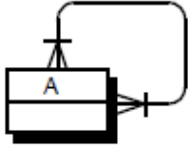
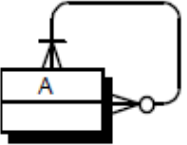
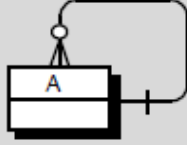
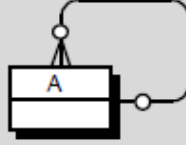
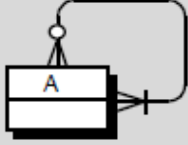
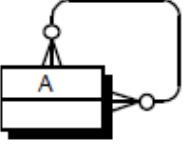
- sachlogischer Zusammenhang
- Entitäten gehören demselben Entitätstypen an

- Beispiel



# Rekursiv-Beziehungstyp

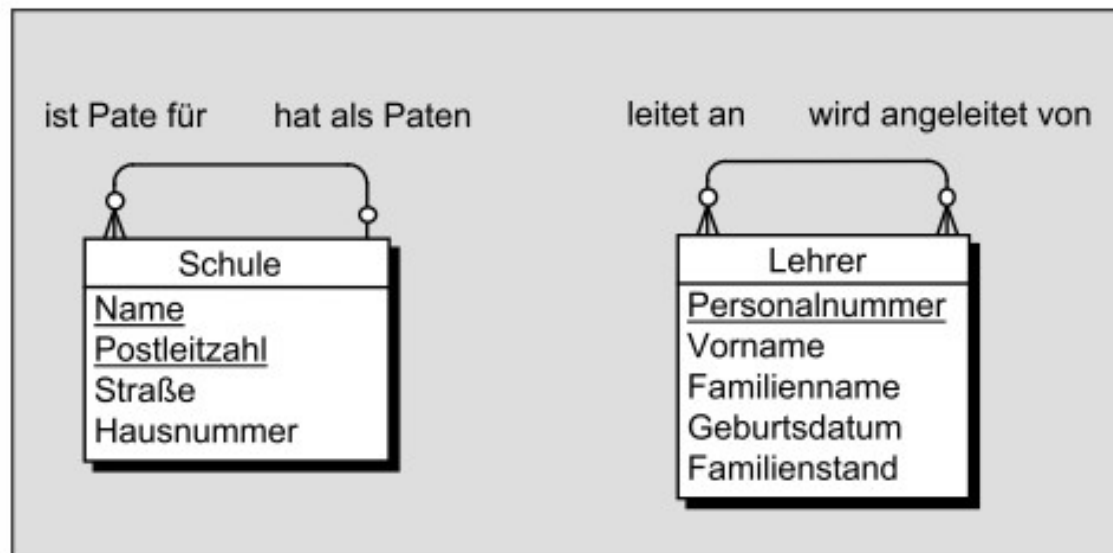
## 7 Klassen für Rekursiv-Beziehungen

1. Beziehungstyp- Richtung →  2. Beziehungstyp- Richtung ↓		Kardinalität 1		Kardinalität N	
		nicht-optional	optional	nicht-optional	optional
Kardi- nalität 1	nicht- optional	 1:1			 1:CN
	optional		 C:C		 C:CN
Kardi- nalität N	nicht- optional			 M:N	 M:CN
	optional	 CN:1	 CN:C	 CM:N	 CM:CN

(1:C, 1:N, C:N entfällt,  
da beide Mengen gleich sind  
d.h., die gleiche Mächtigkeit  
haben)

## Beispiel: Schule

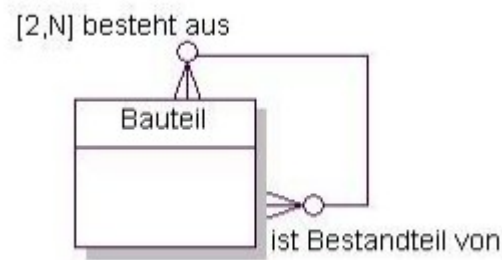
- „Eine Schule kann höchstens für eine andere Schule Pate sein“
- „In jeder Schule ist ein Lehrer Direktor (und leitet die anderen an)“



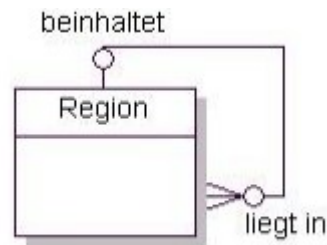
# Rekursiv-Beziehungstyp

Wird auch für **Hierarchien** verwendet.

Beispiel: Stückliste



Weiteres Beispiel: Regionalinformationen



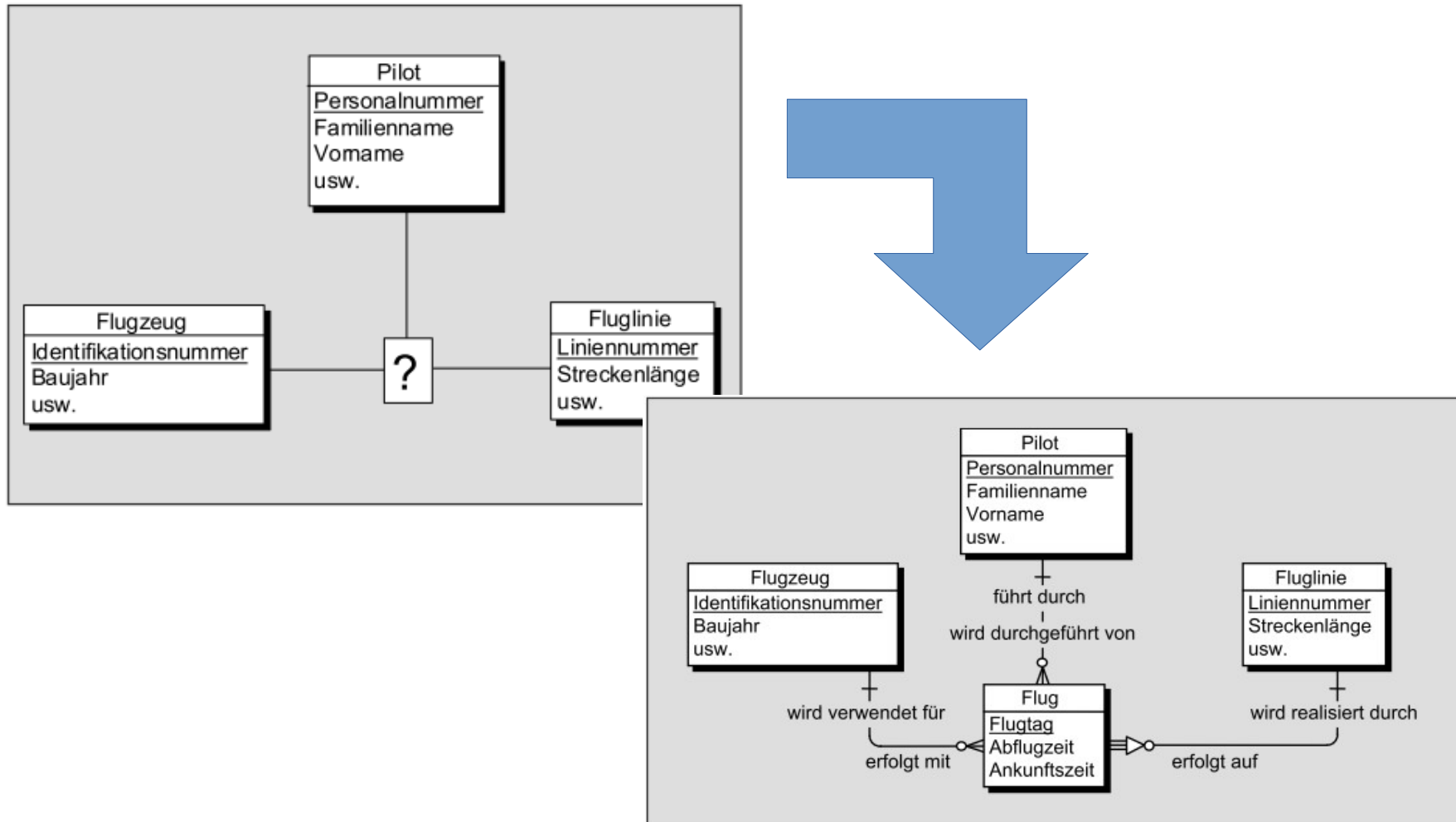


- Entitätstypen: Behälter für Informationsobjekte
- (Teil-)identifizierende Eigenschaft
- Beschreibende Eigenschaft
- Duale und rekursive Beziehungstypen
  - Benennung
  - Optionalitätsangabe
  - Kardinalitätsangabe (ggf. mit Intervall)
- Identifizierender Beziehungstyp

**Ist damit alles modellierbar?**

# Beziehungstypen mit höheren Grad

- Aggregation (→ Koppel-Entitätstyp)

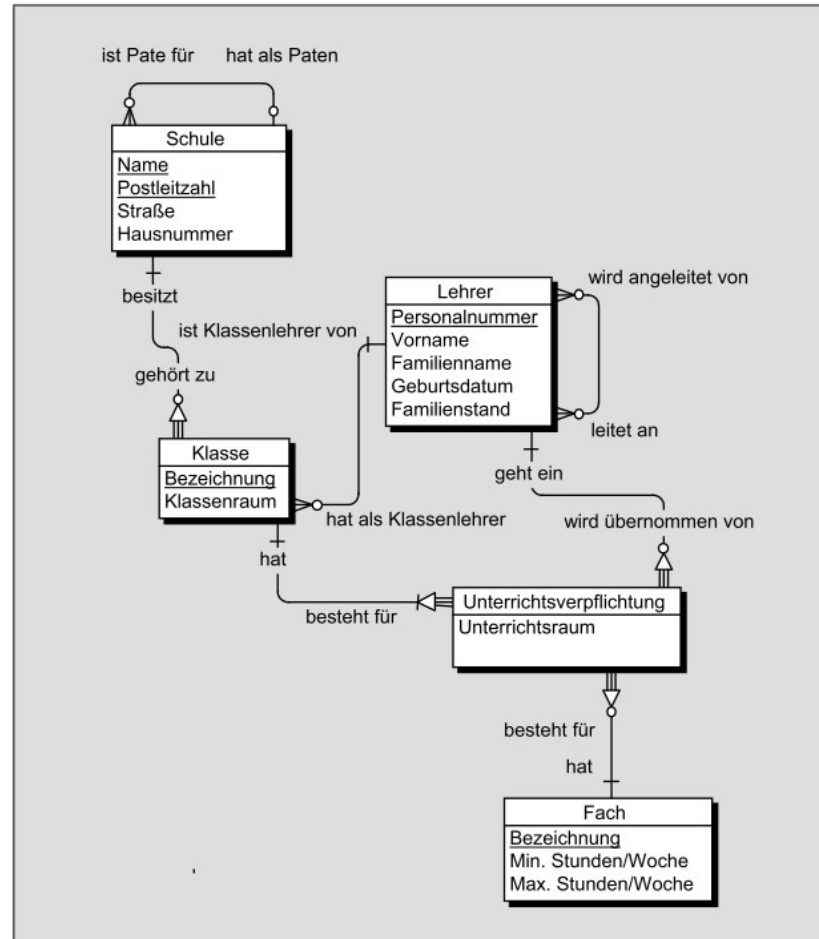


## **Entitätstyp (engl. entity type) – erweiterte Definition (Folie 7)**

- eindeutig benannt
- Gruppe von (elementaren) Entitäten
- Speicherung gleichartiger Informationen
- gleichartige Verarbeitung
- **Sachlogische Zusammenhänge von Entitäten**

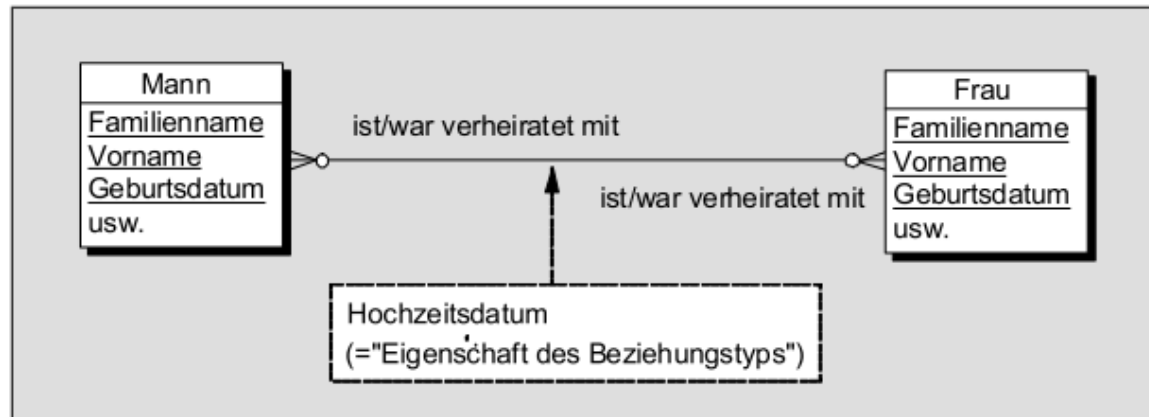
# Beispiel: Schule

- Einbeziehung des „Fachs“ mit Koppel-Entitätstyp
- Datenmodell (Version 4)

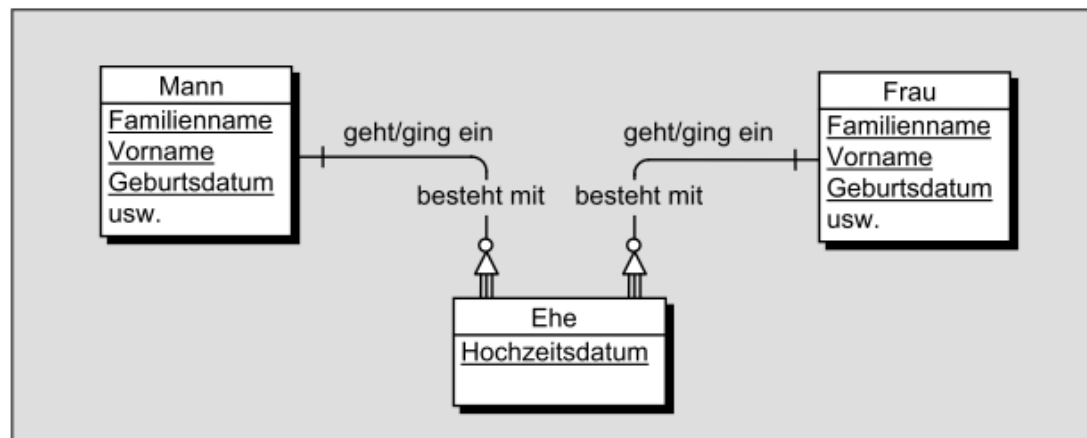


# Eigenschaften von Beziehungstypen

- Beispiel: Eigenschaft „Hochzeitsdatum“ zwischen Mann und Frau

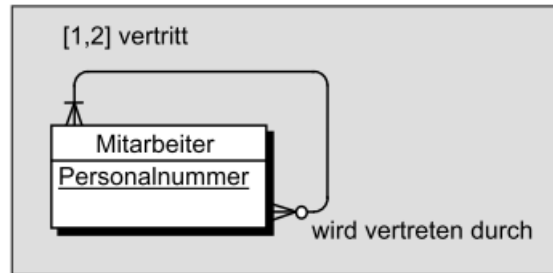


- Lösung mit Koppel-Entitätstyp

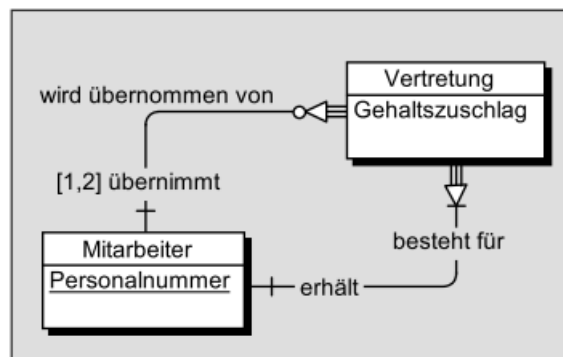


# Eigenschaften von Beziehungstypen

- Beispiel 2: Gehaltszuschlag bei Vertretung

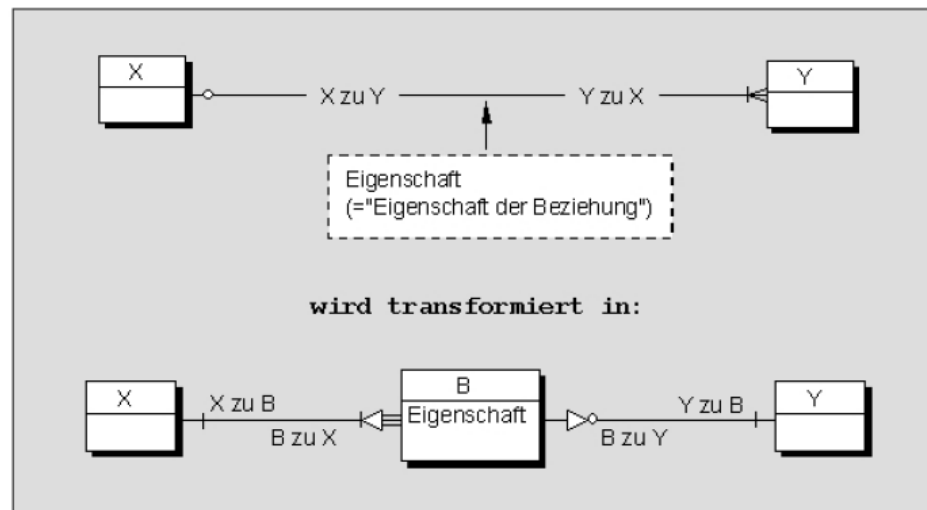


- Lösung mit Koppel-Entitätstyp



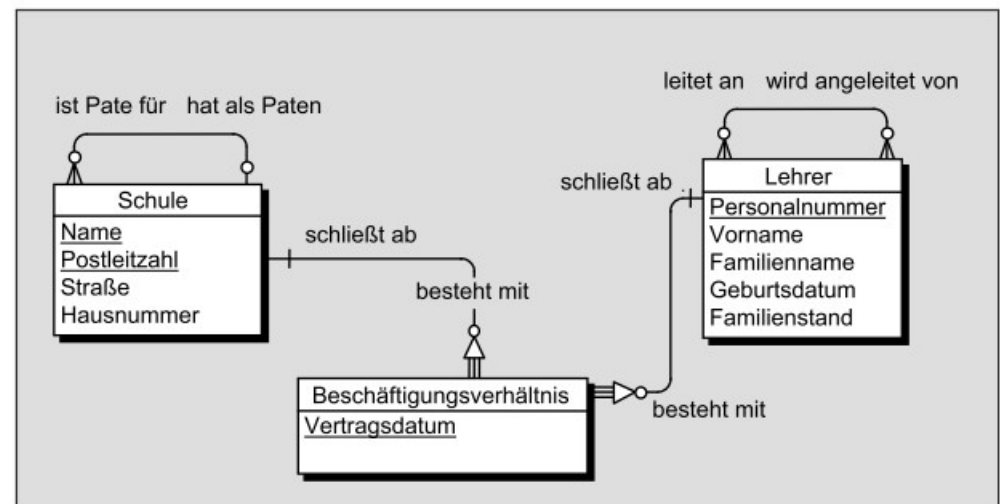
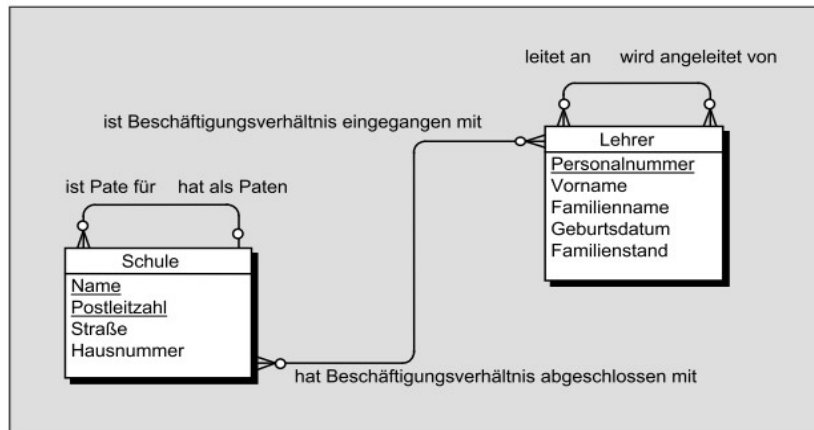
# Eigenschaften von Beziehungstypen

- Generelle Regel:  
Sollen Eigenschaften des Beziehungstyps modelliert werden, also mehr als die „Verbindung“, benutzen wir einen zusätzlichen Entitätstyp.



# Eigenschaften von Beziehungstypen

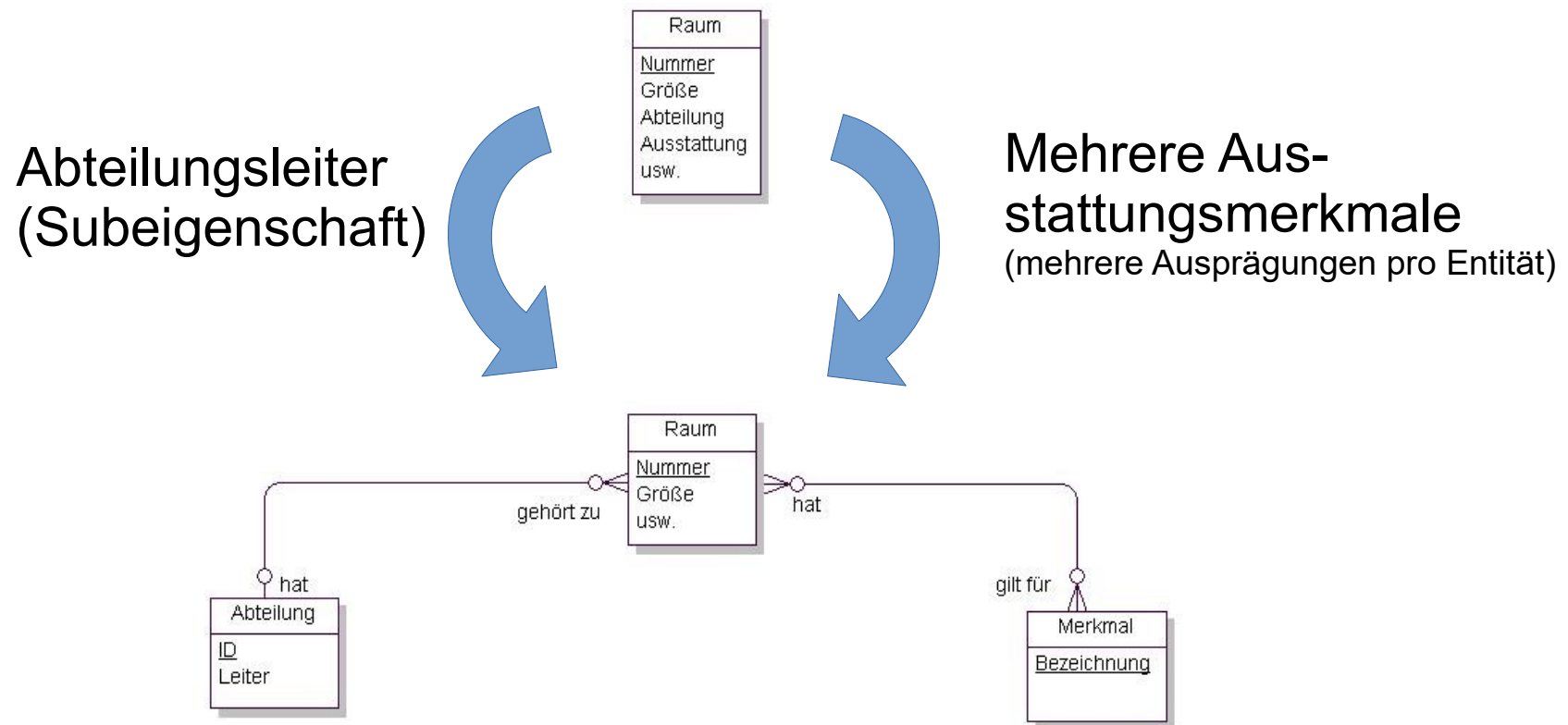
## ■ Beispiel: Schule



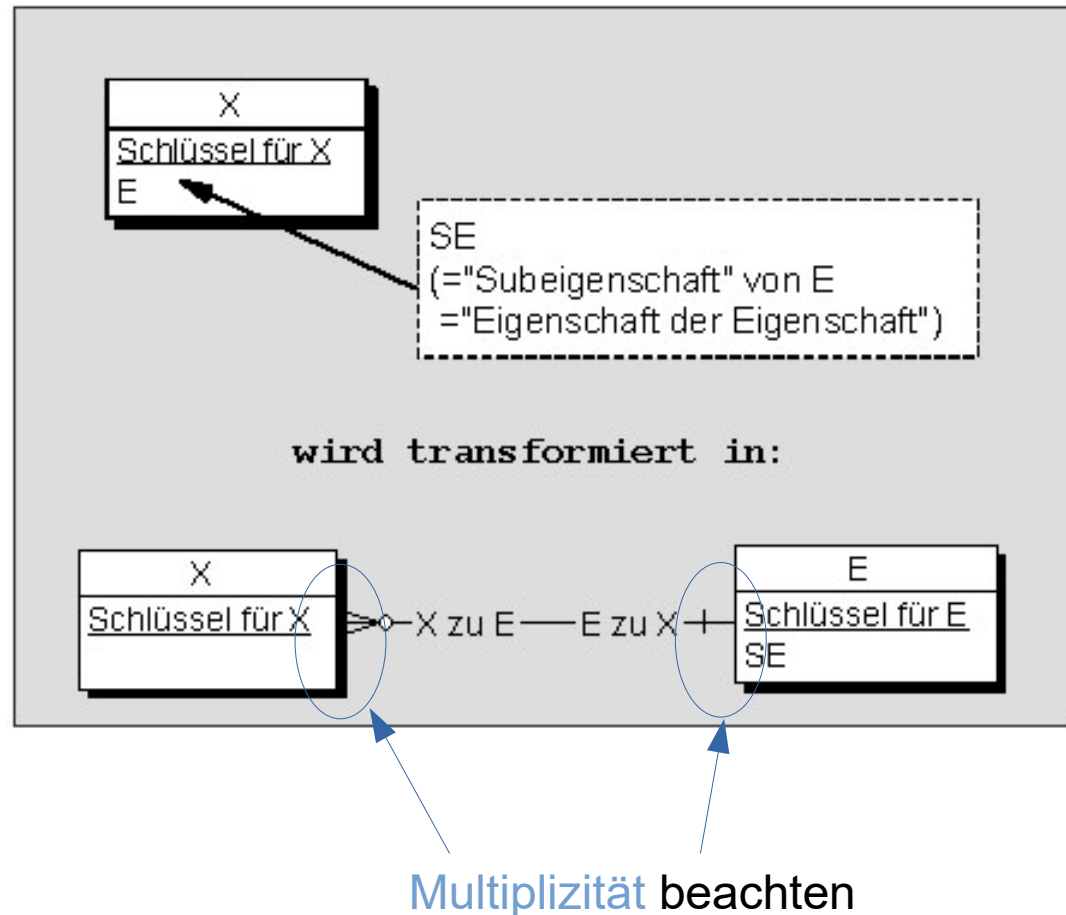


## Komplexe Eigenschaften

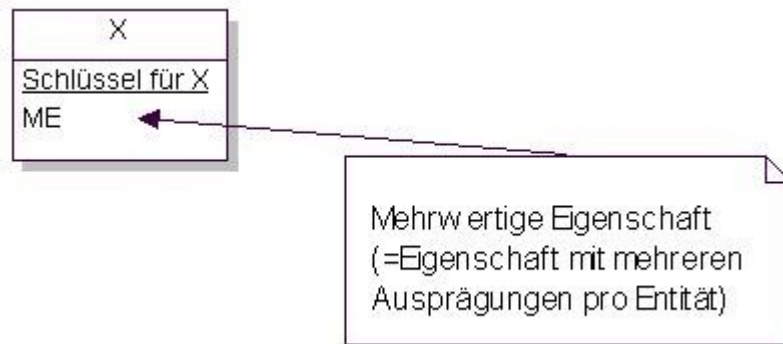
- Eigenschaften von Eigenschaften ( $\rightarrow$  Subeigenschaft)



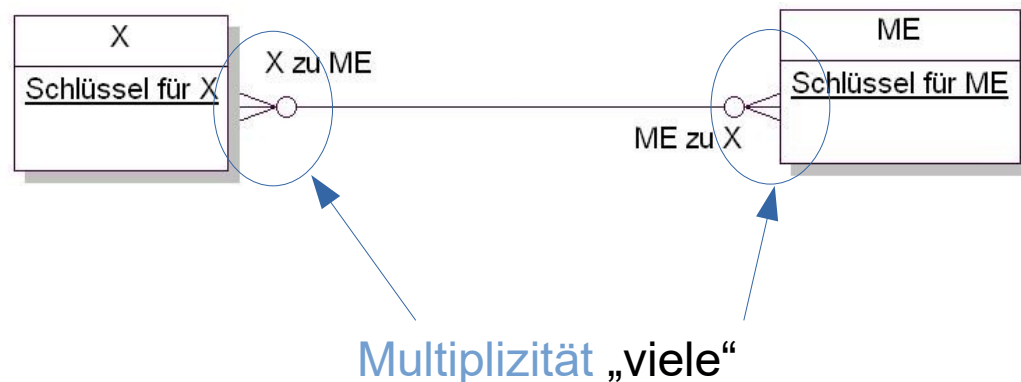
- Regel 1: Berücksichtigung von Subeigenschaft mit neuen Entitätstyp



- Regel 2: Berücksichtigung von **mehreren** Ausprägungen mit neuen Entitätstyp

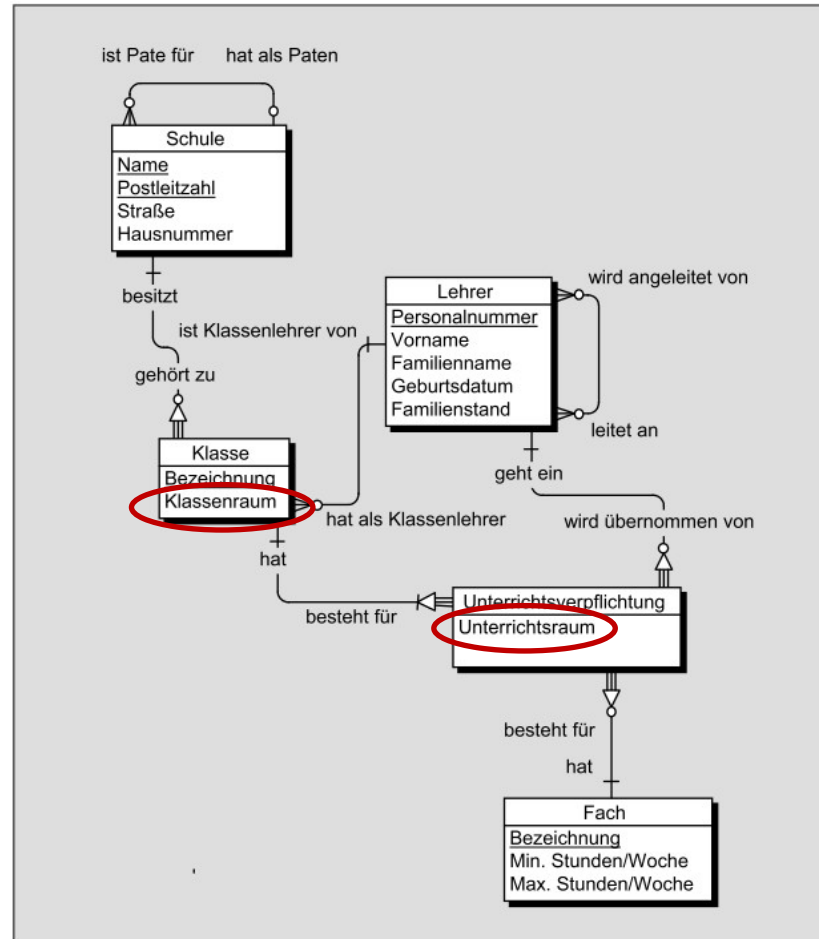


wird transformiert in:

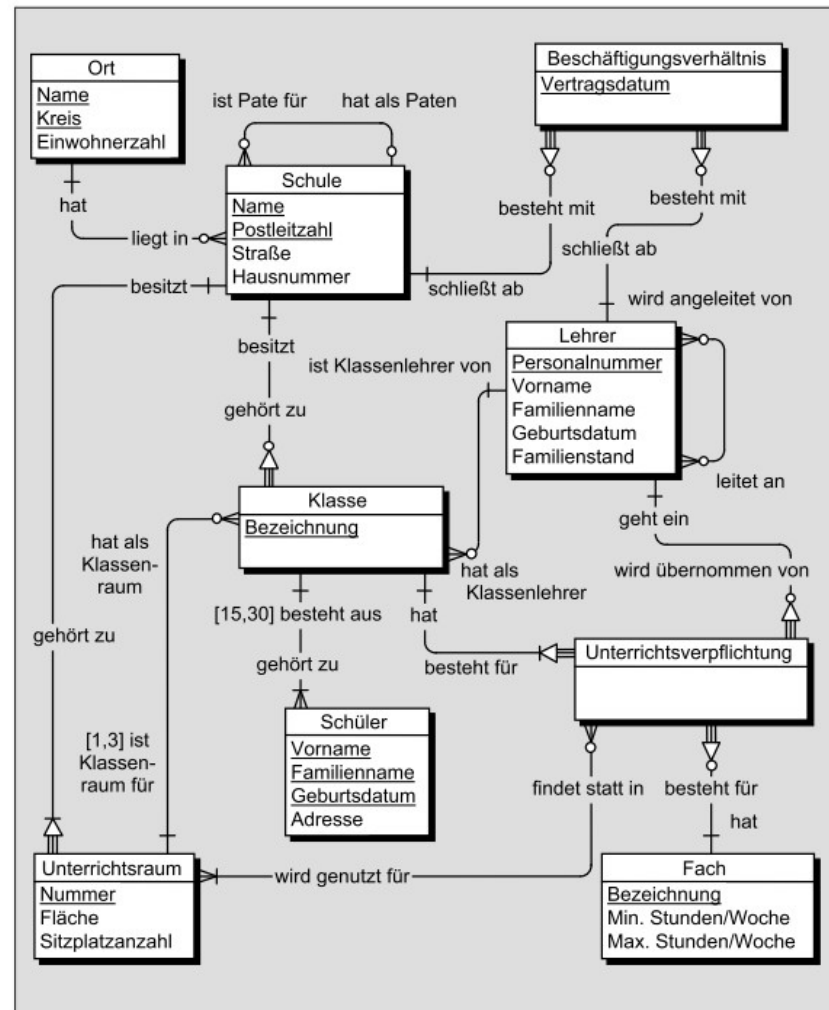


# Beispiel: Schule

- Beispiel: Speichern von Subeigenschaft „Anzahl der Sitzplätze“



- Datenmodell (Version 5)



# Aufgaben

Bitte bearbeiten Sie jetzt die Aufgaben in Moodle zum Kapitel 2.

- **Teil B**