

2. Informationsmodellierung

- **Vorgehensweise bei DB-Entwurf und -Modellierung**

- Lebenszyklus
- Informationserhebung

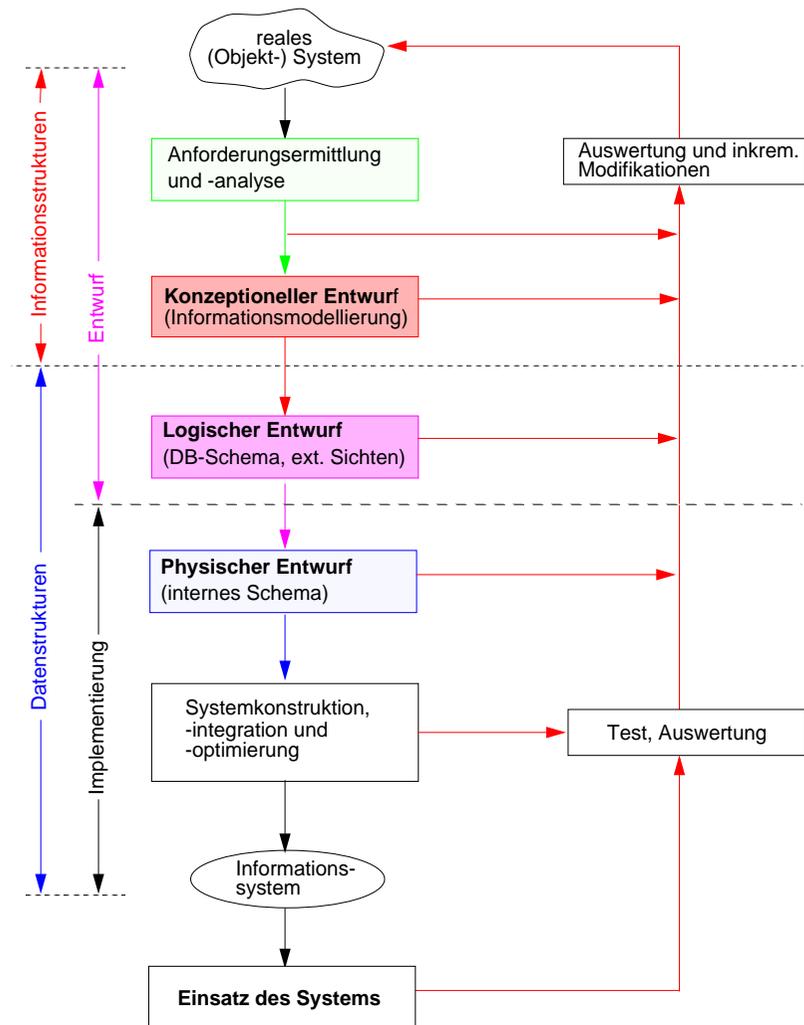
- **Entity-Relationship-Modell (ERM)**

- Definitionen, Konzepte
- Beziehungstypen
- Diagrammdarstellung
- Beispiele

- **Erweiterungen des ERM**

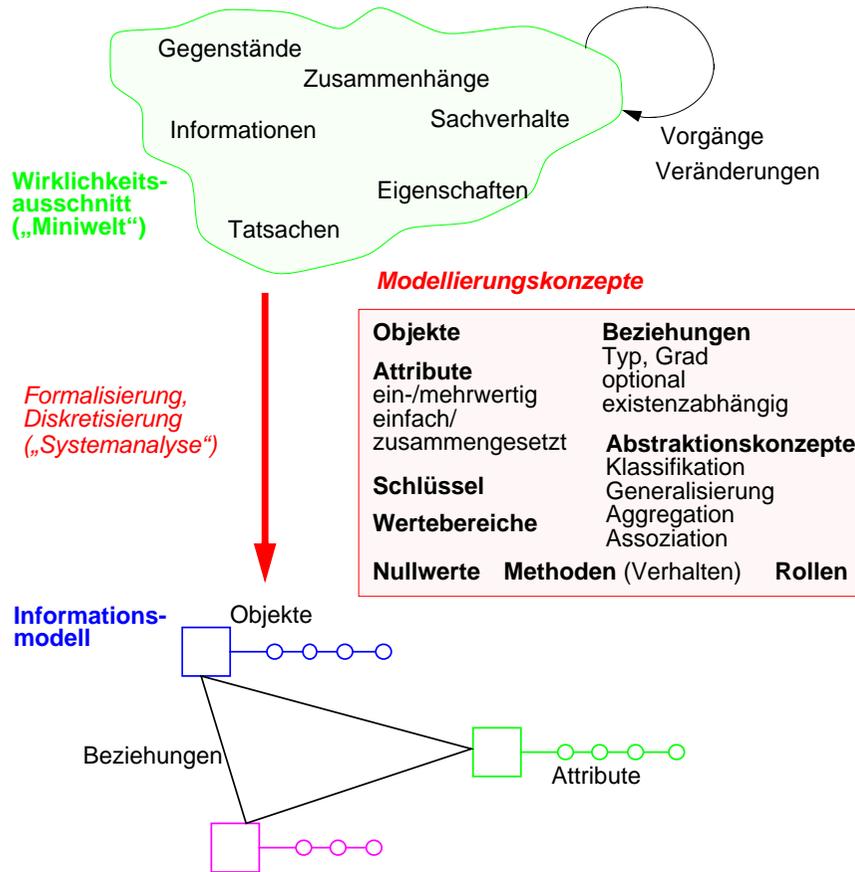
- Kardinalitätsrestriktionen
- Generalisierung (→ Vererbung)
- Aggregation

Schritte auf dem Weg zu einem Informationssystem



Bemerkung: Anforderungsermittlung und -analyse sind kaum systematisiert; Methoden: „Befragen“, „Studieren“, „Mitmachen“

Informationsmodelle



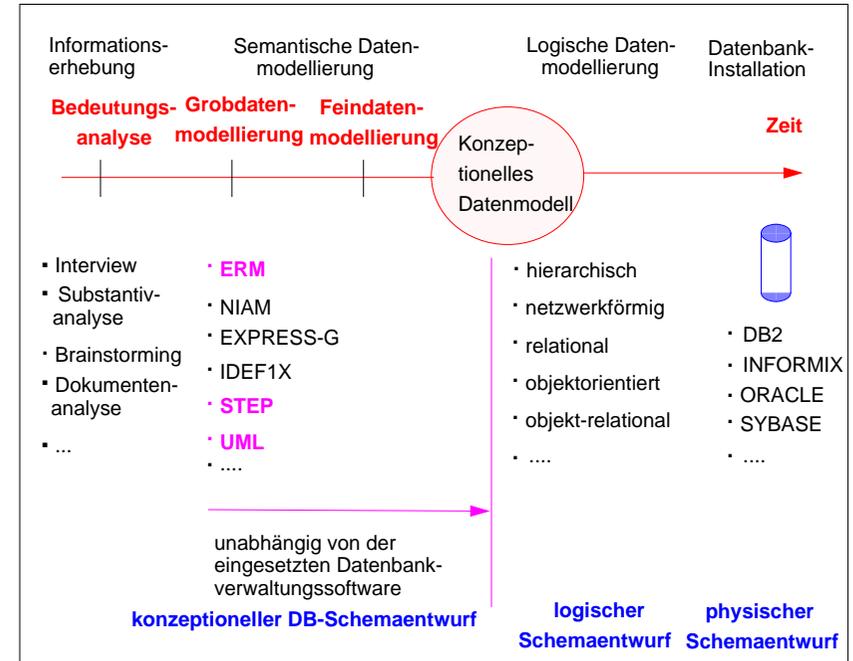
➔ **Informationsmodell** (Darstellungselemente & Regeln):
eine Art formale Sprache, um Informationen zu beschreiben

• Informationen über Objekte und Beziehungen nur, wenn:

- unterscheidbar und identifizierbar
- relevant
- selektiv beschreibbar

Von der Informationserhebung zum DB-Schema

• Prinzipielle Vorgehensweise



• ERM (Entity Relationship Model):

- generell einsetzbares Modellierungswerkzeug

• STEP (STandard for the EXchange of Product Definition Data):

- Modellierung, Zugriff, Austausch von **produktdefinierenden Daten** über den gesamten Produktlebenszyklus

• UML (Unified Modeling Language):

- Notation und Sprache zur Unterstützung objektorientierter Softwareentwicklung

Entity-Relationship-Modell (ERM) –¹ Überblick

• Modellierungskonzepte

- Entity-Mengen (Objektmengen)
- Wertebereiche, Attribute
- Primärschlüssel
- Relationship-Mengen (Beziehungsmengen)

• Klassifikation der Beziehungstypen

- benutzerdefinierte Beziehungen
- Abbildungstyp
 - 1 : 1
 - n : 1
 - n : m
- **Ziel**
 - Festlegung von semantischen Aspekten
 - explizite Definition von strukturellen Integritätsbedingungen

• Achtung

Das ERM modelliert die Typ-, nicht die Instanzenebene; es macht also Aussagen über Entity- und Relationship-Mengen, nicht jedoch über einzelne ihrer Elemente (Ausprägungen). Die Modellierungskonzepte des ERM sind häufig zu ungenau oder unvollständig. Sie müssen deshalb ergänzt werden durch Integritätsbedingungen oder Constraints

Konzepte des ERM

• Entities

- wohlunterscheidbare Dinge der Miniwelt (Diskurswelt)
- „A thing that has real or individual existence in reality or in mind“ (Webster)
- besitzen Eigenschaften, deren konkrete Ausprägungen als Werte bezeichnet werden

• Entity-Mengen (Entity-Sets)

- Zusammenfassung von „ähnlichen“ oder „vergleichbaren“ Entities
- haben gemeinsame Eigenschaften
- Beispiele:
 - Abteilungen, Angestellte, Projekte, ...
 - Bücher, Autoren, Leser, ...
 - Studenten, Professoren, Vorlesungen, ...
 - Kunden, Vertreter, Wein, Behälter, ...

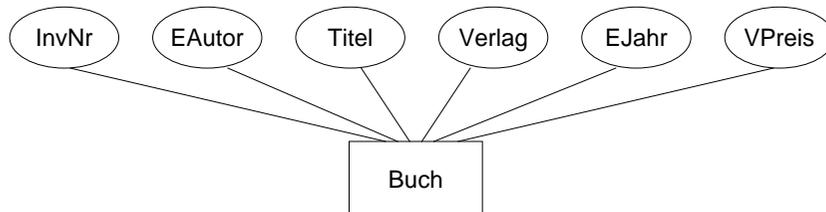
• Wertebereiche und Attribute

- Die möglichen oder „zulässigen“ Werte für eine Eigenschaft nennen wir Wertebereich (oder Domain)
- Die (bei allen Entities einer Entity-Menge auftretenden) Eigenschaften werden als Attribute bezeichnet
- Ein Attribut ordnet jedem Entity einer Entity-Menge einen Wert aus einem bestimmten Wertebereich (dem des Attributs) zu

1. Chen, P. P.-S.: The Entity-Relationship Model —Toward a Unified view of Data, in: ACM TODS 1:1, March 1976, pp. 9-36.

Konzepte des ERM (2)

- Entity-Typ Buch (in Diagrammdarstellung)



Attribut	Wertebereich
InvNr	
EAutor	
⋮	
EJahr	
VPreis	

➔ Name der Entity-Menge sowie zugehörige Attribute sind **zeitinvariant**

- Entity-Menge und ihre Entities sind **zeitveränderlich**

$e_1 = (4711, Kemper, DBS, Oldenbourg, \dots)$

$e_2 = (0815, Date, Intro. to DBS, Addison, \dots)$

$e_3 = (1234, Härder, DBS, Springer, \dots)$

➔ **Alle Attribute sind einwertig!**

Konzepte des ERM (3)

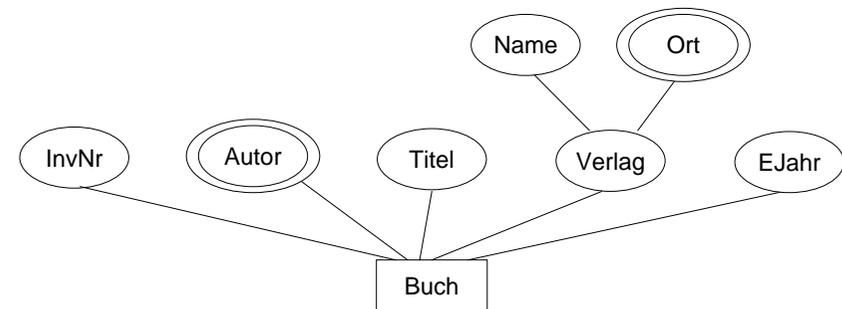
- Wie wird modelliert, wenn

- ein Buch mehrere Autoren hat
- die Verlagsinformation zusammengesetzt ist (Name, Ort)
- Eigenschaften hierarchisch gegliedert sind

- Erhöhung der Modellierungsgenauigkeit

- einwertige Attribute
- mehrwertige Attribute (Doppelovale)
- zusammengesetzte Attribute (hierarchisch angeordnete Ovale)

➔ **Verschachtelungen sind möglich**



$e_3 =$

Konzepte des ERM (4)

- **Wie wird ein Entity identifiziert?**
 - Entities müssen „wohlunterscheidbar“ sein
 - Information über ein Entity **ausschließlich** durch (Attribut-) Werte

- **Identifikation** eines Entities durch Attribut (oder Kombination von Attributen)
 - (1:1) - Beziehung
 - ggf. künstlich erzwungen (lfd. Nr.)

- $\{A_1, A_2, \dots, A_m\} = \mathbf{A}$ sei Menge der (einwertigen) Attribute zur Entity-Menge E
 - $\mathbf{K} \subseteq \mathbf{A}$ heißt Schlüsselkandidat von E
 - $\Leftrightarrow \mathbf{K}$ irreduzibel; $e_i, e_j \in E$;
 - $e_i \neq e_j \rightarrow \mathbf{K}(e_i) \neq \mathbf{K}(e_j)$

- Mehrere Schlüsselkandidaten (SK) möglich

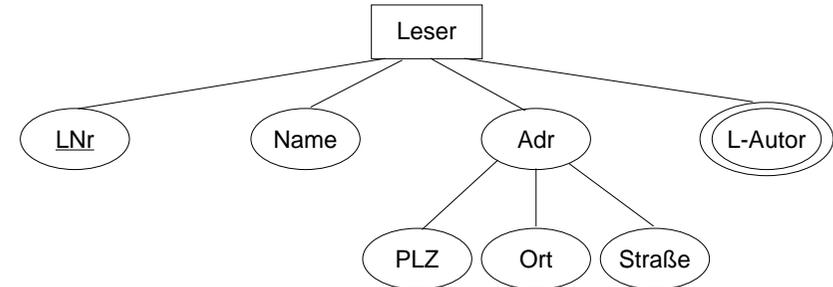
- ➔ **Primärschlüssel** auswählen

- **Beispiel:**

Entity-Menge **Student** mit Attributen Matnr, SVNr, Name, Gebdat, FbNr

Konzepte des ERM (5)

- Entity-Deklaration oder **Entity-Typ** legt die zeitinvarianten Aspekte von Entities fest
- **Entity-Diagramm**



- **Entity-Typ $E = (X, K)$**

Leser = ({LNr, Name, Adr (PLZ, Ort, Straße), {L-Autor} }, {LNr})

- **Wertebereiche**

$W(\text{LNr}) = \text{int}(8), \quad W(\text{Name}) = W(\text{L-Autor}) = \text{char}(30)$
 $W(\text{PLZ}) = \text{int}(5), \quad W(\text{Ort}) = \text{char}(20), \quad W(\text{Straße}) = \text{char}(15)$
 $\text{dom}(\text{Adr}) = W(\text{PLZ}) \times W(\text{Ort}) \times W(\text{Straße}) = \text{int}(5) \times \text{char}(20) \times \text{char}(15)$
 $\text{dom}(\text{L-Autor}) = 2^{W(\text{L-Autor})} = 2^{\text{char}(30)}$

- **Zusammensetzung** $A (B (C_1, C_2), \{D (E_1, E_2)\})$

mit $W(C_1), W(C_2), W(E_1), W(E_2)$

$\text{dom}(B) = W(C_1) \times W(C_2)$
 $\text{dom}(D) = 2^{W(E_1) \times W(E_2)}$
 $\text{dom}(A) = \text{dom}(B) \times \text{dom}(D)$

ERM - Definitionen

• Def. 1: Entity-Typ

Ein Entity-Typ hat die Form $E = (X, K)$ mit einem Namen E , einem Format X und einem Primärschlüssel K , der aus (einwertigen) Elementen von X besteht². Die Elemente eines Formats X werden dabei wie folgt beschrieben:

- i) Einwertige Attribute: A
- ii) Mehrwertige Attribute: $\{A\}$
- iii) Zusammengesetzte Attribute: $A (B_1, \dots, B_k)$

• Def. 2: Wertebereich (Domain)

$E = (X, K)$ sei ein Entity-Typ und $\text{attr}(E)$ die Menge aller in X vorkommenden Attributnamen. Jedem $A \in \text{attr}(E)$, das nicht einer Zusammensetzung voransteht, sei ein Wertebereich $W(A)$ zugeordnet. Für jedes $A \in \text{attr}(E)$ sei

$$\text{dom}(A) := \begin{cases} W(A) & \text{falls } A \text{ einwertig} \\ 2^{W(A)} \text{ oder } P(W(A)) & \text{falls } A \text{ mehrwertig} \\ W(B_1) \times \dots \times W(B_k) & \text{falls } A \text{ aus einwertigen} \\ & B_1, \dots, B_k \text{ zusammengesetzt} \end{cases}$$

Besteht A aus mehrwertigen oder zusammengesetzten Attributen, wird die Definition rekursiv angewendet.

• Def. 3: Relationship-Typ

Ein Relationship-Typ hat die Form $R = (\text{Ent}, Y)$. Dabei ist R der Name des Typs (auch „Name der Beziehung“), Ent bezeichnet die Folge der Namen der Entity-Typen, zwischen denen die Beziehung definiert ist, und Y ist eine (möglicherweise leere) Folge von Attributen der Beziehung.

2. Das Format X eines Entity-Typs kann formal als Menge oder als Folge dargestellt werden. Die Schreibweise als Folge ist einfacher; die Folge kann bei der Diagrammdarstellung übernommen werden.

Konzepte des ERM (6)

• Relationship-Mengen

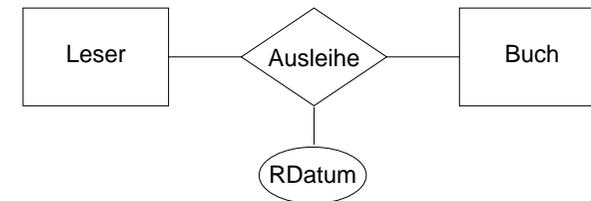
Zusammenfassung von gleichartigen Beziehungen (Relationships) zwischen Entities, die jeweils gleichen Entity-Mengen angehören

z. B. „hat ausgeliehen“ zwischen „Leser“ und „Buch“

• Eigenschaften

- Grad n der Beziehung (*degree*), gewöhnlich $n=2$ oder $n=3$
- Existenzabhängigkeit
- Beziehungstyp (*connectivity*)
- Kardinalität

• ER-Diagramm



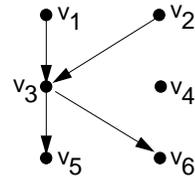
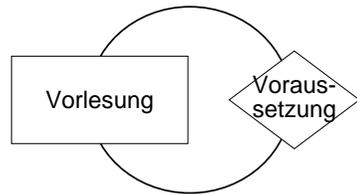
• Relationship-Typ $R = (\text{Ent}, Y)$

• Eigenschaften

Grad:
Existenzabhängig:
Beziehungstyp:

Relationship-Mengen

- Motivation für Rollennamen



- Definition:

Voraussetzung = ((Vorlesung, Vorlesung), (∅))

d. h. Voraussetzung^t = { (v_i, v_j) | v_i, v_j ∈ Vorlesung }

genauer: direkte Voraussetzung

- Einführung von Rollennamen (rn) möglich (Reihenfolge!)
auf Typebene: (rn₁/E, rn₂/E) oder (Vorgänger/Vorlesung, Nachfolger/Vorlesung)

auf Instanzebene: (Vorgänger/v_i, Nachfolger/v_j)

Sprechweise: „v_j setzt v_i voraus“

oder „v_i ist-Voraussetzung-für v_j“

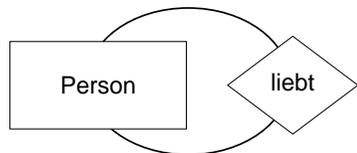
- Eigenschaften:

Grad:

Existenzabhängig:

Beziehungstyp:

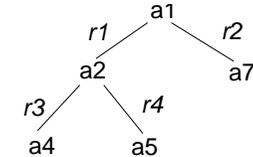
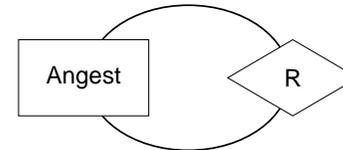
- Transitivität gilt bei Selbstreferenz i. allg. nicht!



Relationship-Mengen (2)

- Keine Disjunktheit der Entity-Mengen gefordert, die an einer R_i beteiligt sind

Direkter-Vorgesetzter = ((Angest/Angest, Chef/Angest), (∅))



- Eigenschaften

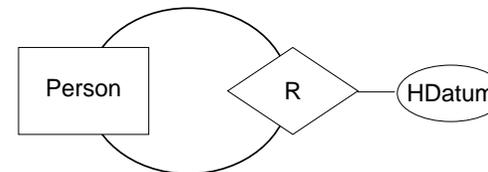
Grad:

Existenzabhängig:

Beziehungstyp:

- R sei Direkter-Vorgesetzter. Welche Beziehungen auf Angestellter sind zulässig?

- Relationship-Menge Heirat = ((Mann/Person, Frau/Person), (HDatum))



- Eigenschaften

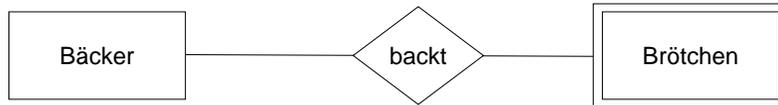
Grad:

Existenzabhängig:

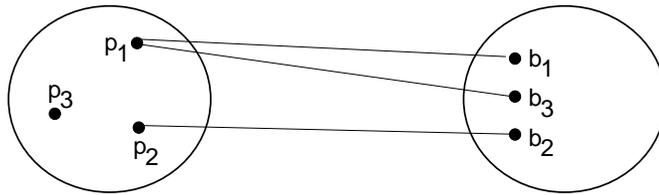
Beziehungstyp:

Relationship-Mengen (3)

- Existenzabhängigkeit einer Entity-Menge
- Beispiele



Existenzabhängigkeit: „Relationship begründet Existenz von“

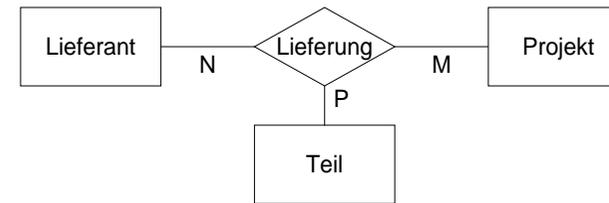


Eigenschaften

Grad: 2
 Existenzabhängig: ja
 Beziehungstyp: 1 : n

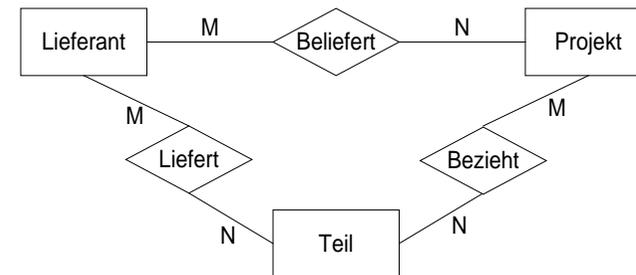
- Bem.:** In manchen Modellen steht eine existenzabhängige Entity-Menge rechts von der selbständigen Entity-Menge und der „erzeugenden“ Relationship-Menge. Bei Mehrfachreferenzen ist eine „erzeugende“ von weiteren „referenzierenden“ Relationship-Mengen zu unterscheiden.

Dreistellige Relationship-Mengen



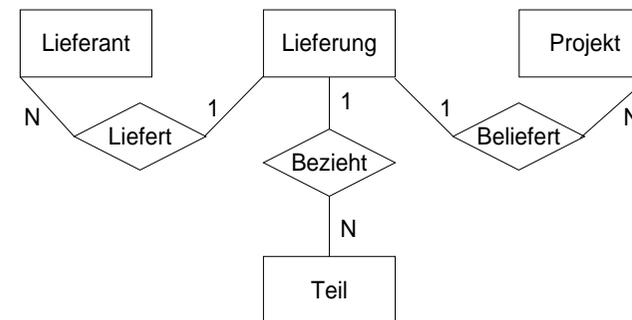
Achtung:

Nicht gleichwertig mit drei zweistelligen (binären) Relationship-Mengen!



Aber:

Manche Systeme erlauben nur die Modellierung binärer Relationship-Mengen!



Klassifikation von Datenabbildungen

- **ZIEL:**

- Festlegung von semantischen Aspekten (hier: Beziehungstyp)
- explizite Definition von strukturellen Integritätsbedingungen

- **Unterscheidung von Beziehungstypen**

- $E_i - E_j$
- $E_i - E_i$

- **Festlegung der Abbildungstypen**

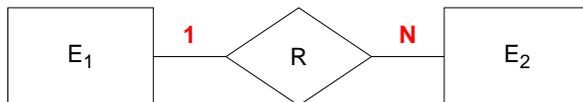
- 1:1 ... eindeutige Funktion (injektive Abbildung)
- n:1 ... math. Funktion (funktionale oder invers funktionale Abbildung)
- n:m ... math. Relation (komplexe Abbildung)

- **Beispiele zu $E_i - E_j$**

- 1:1 ... LEITET/WIRD_GELEITET: PROF \leftrightarrow ARBGRUPPE
- 1:n ... ARBEITET_FÜR/MIT: MITARBEITER \rightarrow PROF
- n:m ... BESCHÄFTIGT/IST_HIWI: PROF — STUDENT

➔ Abbildungstypen implizieren nicht, daß für jedes $e_k \in E_i$ auch tatsächlich ein $e_l \in E_j$ existiert

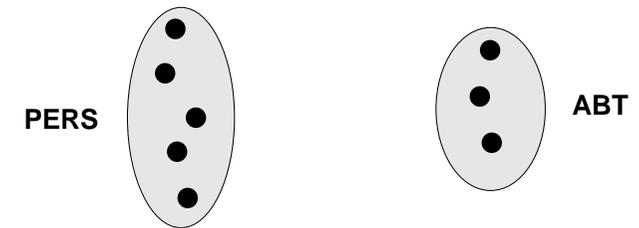
- **Diagrammdarstellung:**



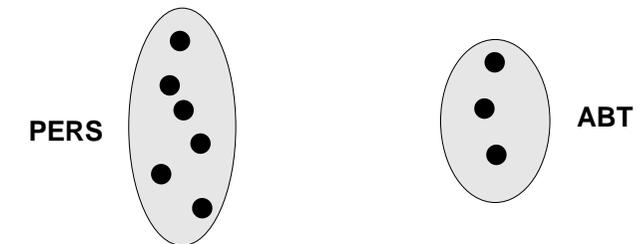
Klassifikation von Datenabbildungen (2)

- **Beispiele zu $E_i - E_j$ (externe Klassifikation)**

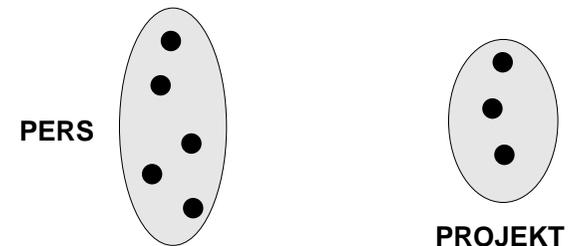
- **1:1:** LEITET/WIRD_GELEITET: PERS \leftrightarrow ABT



- **n:1/1:n:** ARBEITET_FÜR/HAT_MITARBEITER: PERS \rightarrow ABT



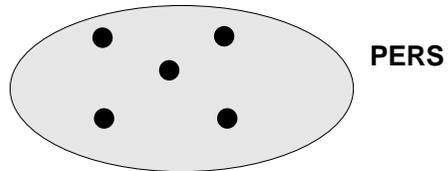
- **n:m:** ARBEITET_FÜR/MITARBEIT: PERS — PROJEKT



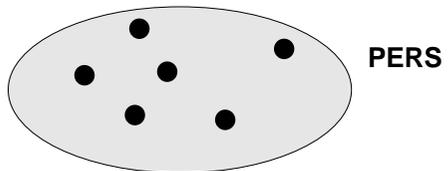
Klassifikation von Datenabbildungen (3)

• Beispiele zu $E_i - E_i$ (externe Klassifikation)

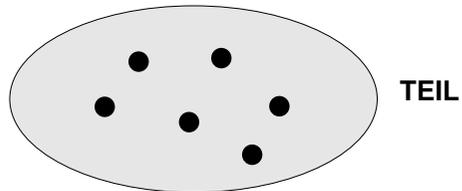
- **1:1**: VERHEIRATET MIT: PERS \leftrightarrow PERS



- **n:1/1:n**: UNTERGEB./VORGESETZTER_VON: PERS \dashrightarrow PERS



- **n:m**: ...SETZT_SICH_ZUSAMMEN_AUS/
GEHT_EIN_IN: TEIL \dashrightarrow TEIL

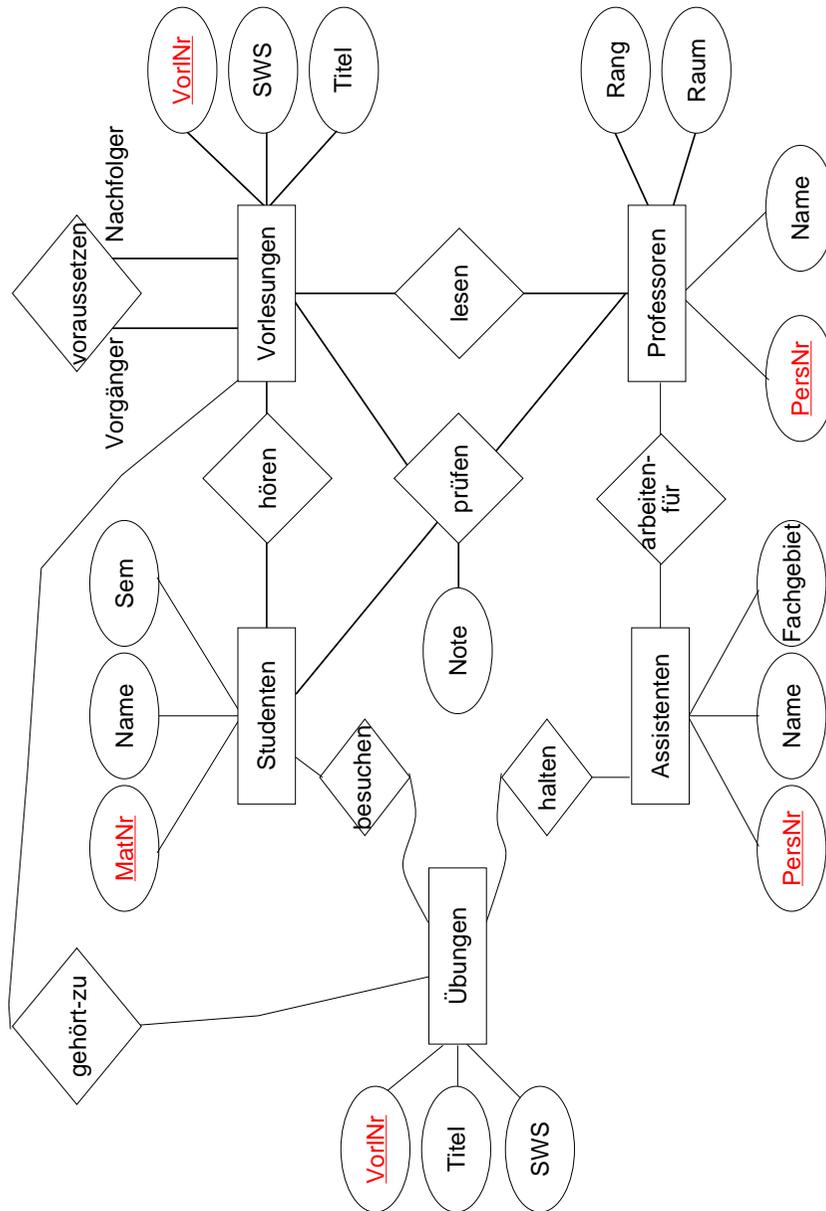


Anwendungsbeispiel: Vorlesungsbetrieb

Stellen Sie ein ER-Diagramm für folgende Miniwelt auf:

- Jeder Professor **hält** mehrere seiner Vorlesungen und **prüft** Studenten jeweils über eine dieser Vorlesungen.
- Mehrere Assistenten **arbeiten** jeweils für einen Professor und **halten** Übungen, die zu den entsprechenden Vorlesungen **gehören**.
- Mehrere Studenten **hören** jeweils eine Reihe von Vorlesungen.
- Übungen und Vorlesungen werden jeweils von mehreren Studenten **besucht**.
- Der Besuch von Vorlesungen **setzt** i. allg. die Kenntnis anderer Vorlesungen **voraus**.

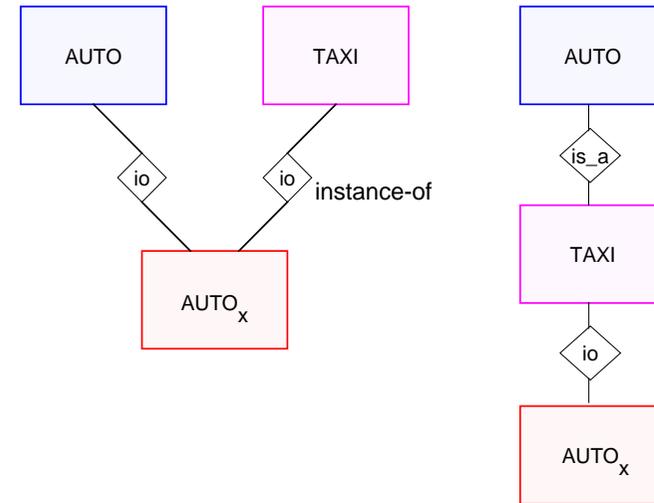
ER-Diagramm - Vorlesungsbetrieb



2 - 21

Erweiterungen des ERM

- „Alles dreht sich um die genauere Modellierung von Beziehungen“
- **Beispiel:** Unangemessene Modellierung bei überlappenden EM



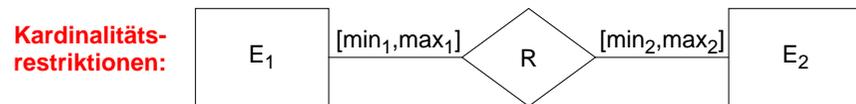
- **Ziele**
 - Verfeinerung der Abbildungen von Beziehungen durch **Kardinalitätsrestriktionen**
 - Ausprägungen (Objekte) einer EM sollen im Modell explizit dargestellt werden
 - gleichartige Darstellung von Ausprägung und Typ (EM)
 - Einführung von systemkontrollierten Beziehungen (**Abstraktionskonzepte**)

2 - 22

Verfeinerung der Datenabbildung: Kardinalitätsrestriktionen

- **Bisher:** grobe strukturelle Festlegung der Beziehungen
z. B.: 1:1 bedeutet „höchstens eins zu höchstens eins“
- Verfeinerung der Semantik eines Beziehungstyps durch Kardinalitätsrestriktionen:
sei $R \subseteq E_1 \times E_2 \times \dots \times E_n$
Kardinalitätsrestriktion $\text{kard}(R, E_i) = [\text{min}, \text{max}]$
bedeutet, daß jedes Element aus E_i in wenigstens min und höchstens max Ausprägungen von R enthalten sein muß (mit $0 \leq \text{min} \leq \text{max}$, $\text{max} \geq 1$).

Graphische Darstellung



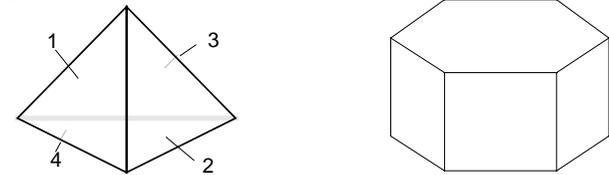
e_1 nimmt an $[\text{min}_1, \text{max}_1]$ Beziehungen von Typ R teil
 e_2 nimmt an $[\text{min}_2, \text{max}_2]$ Beziehungen von Typ R teil

Beispiele:

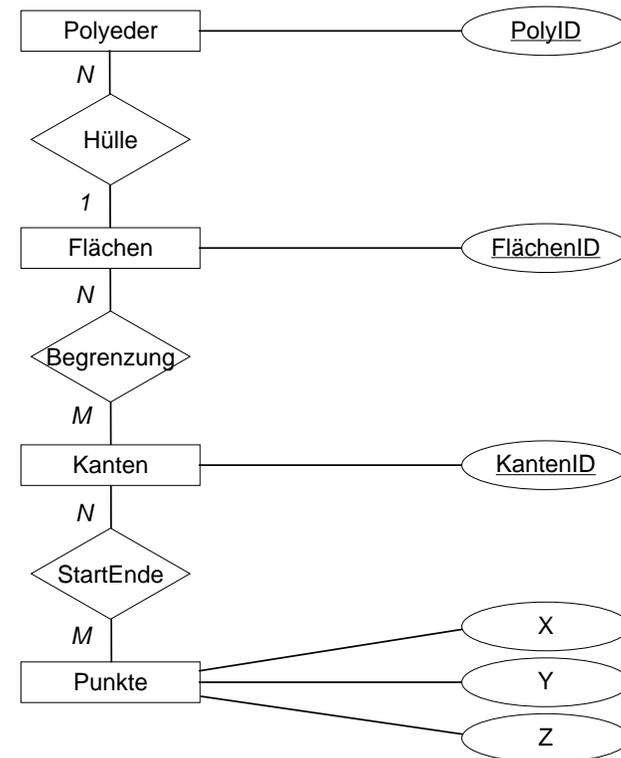
R	E_1	E_2	$\text{kard}(R, E_1)$	$\text{kard}(R, E_2)$
Abt-Leitung	ABT	PERS		
Heirat	FRAU	MANN		
Eltern	PAARE	KIND		
Abt-Angehörigk.	ABT	PERS		
V.Teilnahme	VORL	STUDENT		
Mitarbeit	PERS	PROJEKT		

Begrenzungsflächendarstellung von Körpern

Beispiel-Körper:



ER-Diagramm:



Abstraktionskonzepte³

- **Ziel:**
 - Erfassung von **noch mehr** Semantik aus der Miniwelt durch das ERM
 - Entwicklung von (Beschreibungs-)Modellen zur **adäquateren** Wiedergabe der ausgewählten Miniwelt (Diskursbereich)
 - Definition von **systemkontrollierten Beziehungen**
- **Aufgabe:**
 - Identifikation von **wesentlichen** Konstrukten, die vom Menschen angewendet werden, wenn er seinen Diskursbereich beschreibt.
- ➔ Anwendung von **Abstraktion**, um die Information zu organisieren:
“abstraction permits someone to suppress specific details of particular objects emphasizing those pertinent to the actual view”
- **Zwei Typen von Abstraktionen**
 - von einfachen zu zusammengesetzten Objekten (*1-Ebenen-Beziehung*)
 - von zusammengesetzten zu (komplexer) zusammengesetzten Objekten (*n-Ebenen-Beziehungen*)
- **Abstraktionskonzepte werden vor allem eingesetzt**
 - zur **Organisation der Information** und damit auch
 - zur **Begrenzung des Suchraumes** beim Retrieval sowie
 - zu **systemkontrollierten Ableitungen** (Reasoning)
- **Übersicht**
 - Klassifikation – Instantiation
 - Generalisierung – Spezialisierung
 - Element-/Komponentenaggregation

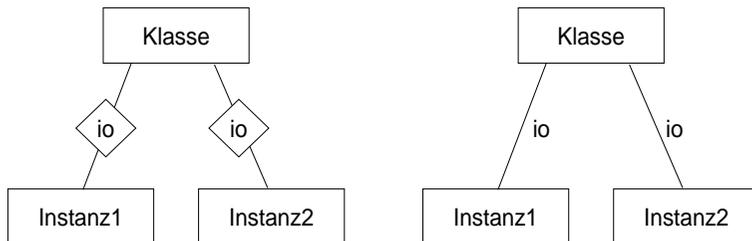
Klassifikation

- Klassifikation entspricht der Bildung von Entity-Mengen:
Sie faßt Objekte (*Entities*) mit gemeinsamen Eigenschaften zu einem neuen zusammengesetzten Objekt (Entity-Typ, **Klasse**, Klassenobjekt) zusammen
- Eine Klasse ist definiert als Zusammenfassung von Objekten **gleichen Typs** (und gleicher Repräsentation).
Dadurch nur einmalige Definition von
 - Attributnamen und -typen
 - Methoden
 - Integritätsbedingungen
- Es wird eine **'instance-of'**-Beziehung ('io') als 1-Ebenen-Beziehung zu den Objekten der Klasse aufgebaut

3. Mattos, N.: An Approach to Knowledge Management, LNAI 513, Springer, 1991

Instantiation

- Instantiation ist das inverse Konzept zur Klassifikation
- Sie wird benutzt, um zu Instanzen/Objekten zu gelangen, die den Eigenschaften der Klasse unterliegen
 - gleiche Struktur (Attribute)
 - gleiche Operationen
 - gleiche Integritätsbedingungen
- Klassifikation/Instantiation sind die primären Konzepte zur **Objektbildung und -strukturierung**
- **Graphische Darstellung**



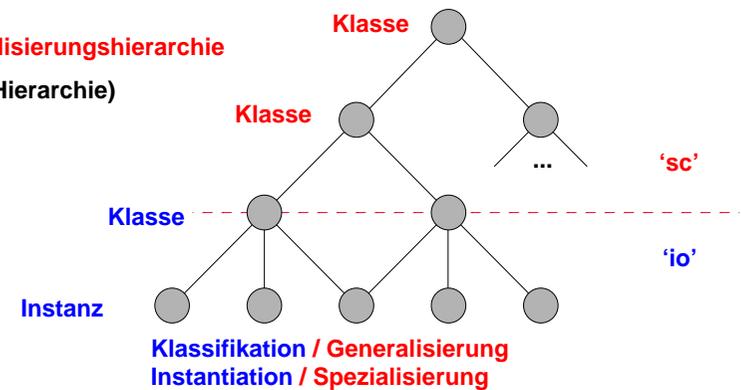
Die Darstellungen der anderen Abstraktionskonzepte erfolgen entsprechend.

Generalisierung

- **Aufgabe**
Generalisierung ist ein ergänzendes Konzept zur Klassifikation. Durch sie wird eine allgemeinere Klasse definiert, welche die Gemeinsamkeiten der zugrundeliegenden Klassen aufnimmt und deren Unterschiede unterdrückt
- **Anwendung**
 - Sie baut die **'subclass-of'**-Beziehung auf ('sc'- oder 'is-a'-Beziehung)
 - Sie ist rekursiv anwendbar (n-Ebenen-Beziehung) und organisiert die Klassen in einer Generalisierungshierarchie
 - Eine Superklasse ist eine Verallgemeinerung/Abstraktion der zugehörigen Subklassen. Sie entspricht einem komplex zusammengesetzten Objekt, das gebildet wird als Kollektion von komplex zusammengesetzten Objekten (Subklassen)
- **Struktureigenschaften der Generalisierung**
 - Alle Instanzen einer Subklasse sind auch Instanzen der Superklasse
 - Ein Objekt kann gleichzeitig Instanz verschiedener Klassen sein sowie auch Subklasse mehrerer Superklassen (→ Netzwerke, (n:m) !)
 - Zugehörigkeit eines Objektes zu einer Klasse/Superklasse wird im wesentlichen bestimmt durch **Struktur** (Attribute), **Verhalten** (Operationen) und **Integritätsbedingungen** der Klasse/Superklasse

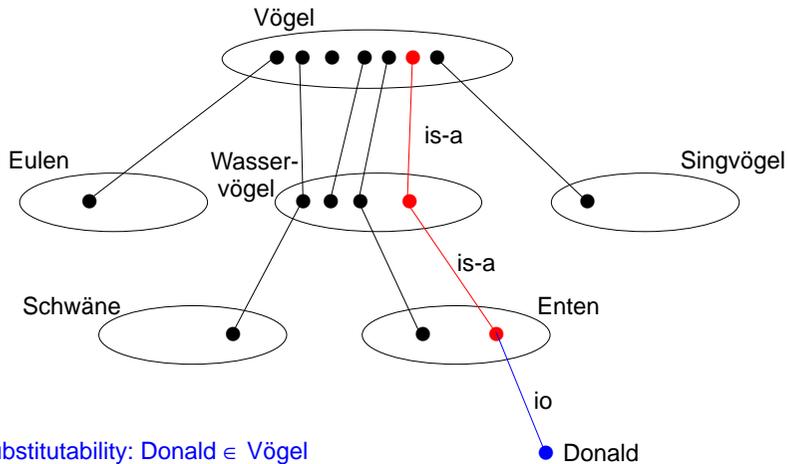
Generalisierungshierarchie

(Is-a-Hierarchie)

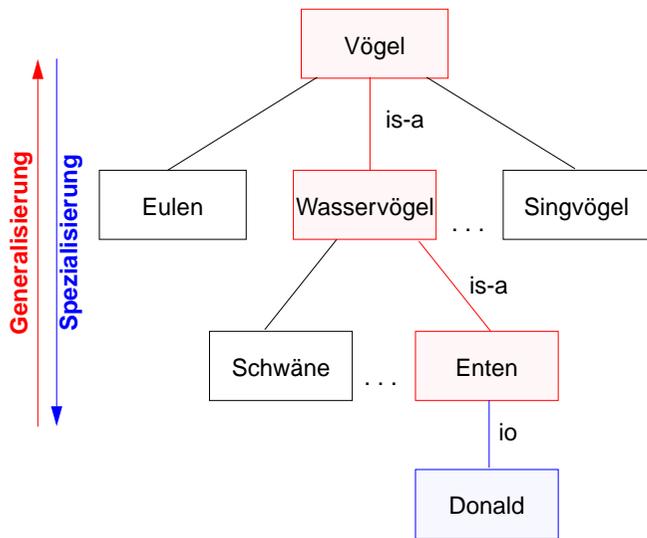


Modellierungsbeispiel zur Generalisierung

Instanzendarstellung

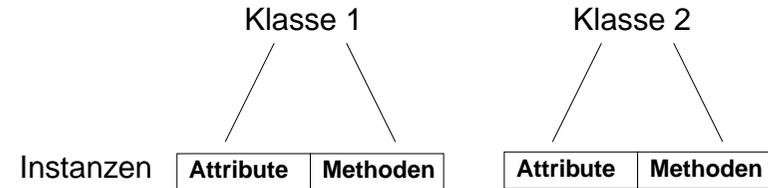


Typdarstellung



Generalisierung (2)

- Objekte können gleichzeitig Instanzen mehrerer Klassen sein:



Dabei können Attribute (und Methoden) mehrfach eingerichtet werden:

Klasse Autofahrer (Name, Geburtstag, Führerscheinklasse, ...)

Klasse Student (Name, Geburtstag, Matrikelnr, ...)

Grund: Autofahrer und Studenten sind beide Personen, und in dieser „Rolle“ haben beide Namen und Geburtstag

➔ Generalisierungsschritt: **Klasse** Person einrichten

- Aber:

Studenten oder Autofahrer, die keine Personen sind, darf es nicht geben!
(Es kann jedoch Personen geben, die weder Studenten noch Autofahrer sind)

- Beziehung zwischen den Klassen:

Student (Autofahrer) ist **Subklasse** von Person

Person ist **Superklasse** von Student und Autofahrer

- jede Instanz der Subklasse ist immer auch Instanz der Klasse, aber nicht umgekehrt

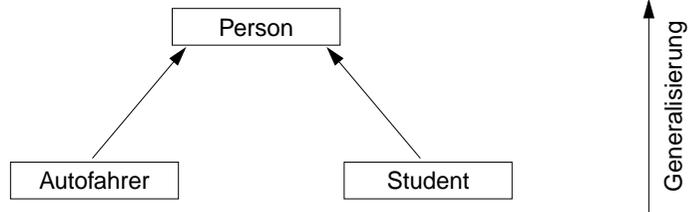
- jede Methode, die auf die Instanzen einer Klasse anwendbar ist, ist damit immer auch auf die Instanzen sämtlicher Subklassen anwendbar

➔ Garantie von bestimmten Integritätsbedingungen durch das System:

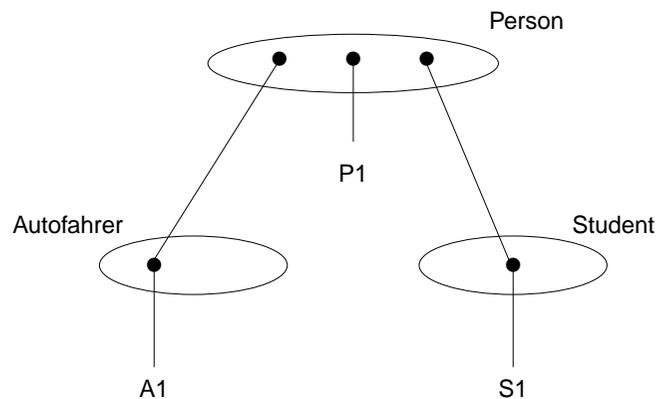
jeder Student ist auch Person

Generalisierung - Beispiel

- Klassen



- Instanzen



- Subklassen sind i. allg. nicht disjunkt!

Spezialisierung

- Aufgabe

Spezialisierung ist das inverse Konzept zur Generalisierung. Sie unterstützt die 'top-down'-Entwurfsmethode:

- zuerst werden die allgemeineren Objekte beschrieben (Superklassen)
- dann die spezielleren (Subklassen)

- Systemkontrollierte Ableitung

Dabei wird natürlich das Konzept der **Vererbung** ausgenutzt:

- Superklassen-Eigenschaften werden 'vererbt' an alle Subklassen, da diese auch dort gültig sind

- **Vorteile:**

- keine Wiederholung von Beschreibungsinformation
- abgekürzte Beschreibung
- Fehlervermeidung

Spezialisierung (2)

- **Vererbung von**

- **Struktur:** Attribute, Konstante und Default-Werte
- **Integritätsbedingungen:** Prädikate, Wertebereiche usw. sowie
- **Verhalten:** Operationen (auch Methoden genannt)

➔ Es müssen **alle Struktur-, Integritäts- und Verhaltensspezifikationen** vererbt werden. Integritätsbedingungen können **eingeschränkt**, Default-Werte können **überschrieben**, Methoden **überladen** werden.

- **Arten der Vererbung**

- Einfach-Vererbung (eindeutig)
- Mehrfach-Vererbung

- **Schlußweise für Vererbungsregeln:**

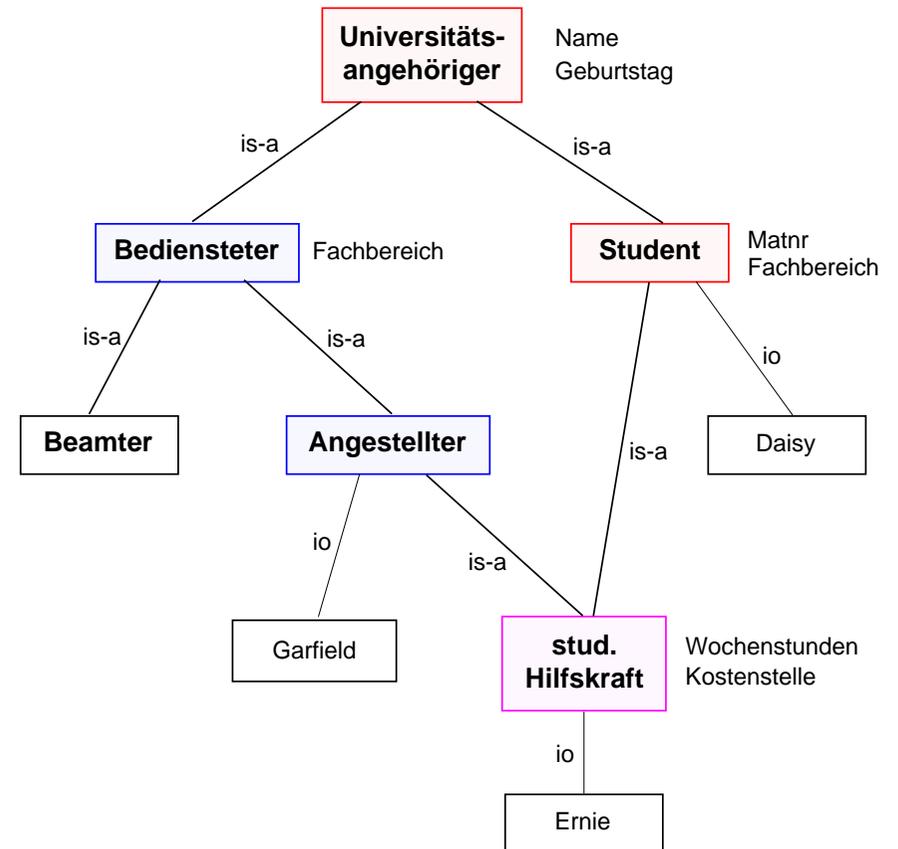
HasAttribute (C1, A) ← Isa (C1, C2),
HasAttribute (C2, A)

HasValue (C1, A, V) ← Isa (C1, C2),
HasValue (C2, A, V)

P(..., C1, ...) ← Isa (C1, C2),
P (..., C2, ...)

Vererbung (Inheritance)

- Subklasse **erbt alle** Attribute der Superklasse

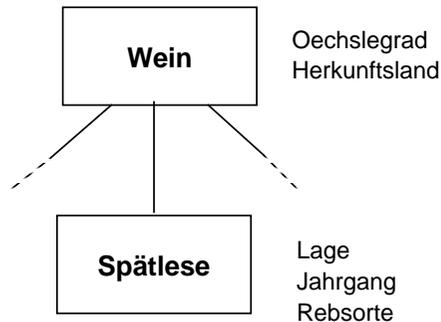


- **Mehrfach-Vererbung (multiple inheritance)** kann zu Konflikten führen

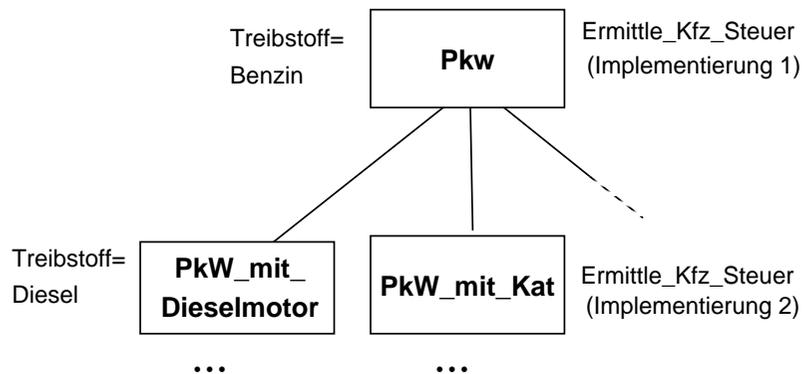
➔ Auflösung explizit durch den Benutzer, z. B. durch Umbenennung:
 Hiwi_im_Fachbereich → Fachbereich of Angestellter
 immatrikuliert_im_Fachbereich → Fachbereich of Student

Vererbung (2)

- Subklasse kann den Wertebereich ererbter Attribute **einschränken**:



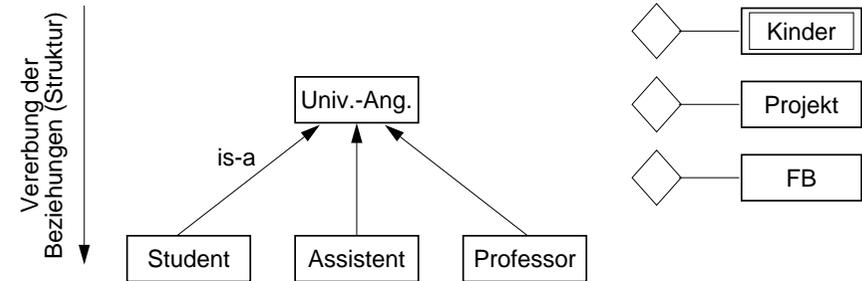
- Subklasse kann ererbte Attributwerte **überschreiben** oder Methoden **überladen**:



Methoden mit **gleichem Namen und unterschiedlicher Implementierung** (*Overloading*)

Vererbung (3)

- Vererbung von Beziehungen:



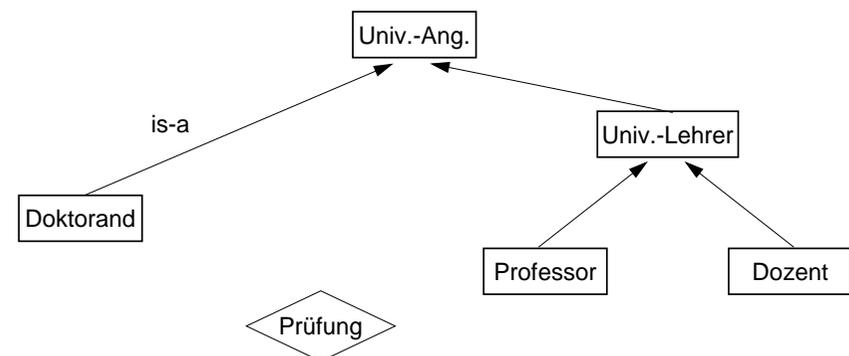
- Beispiel: Doktorprüfung

Drei-Weg-Beziehung zwischen Doktorand sowie zwei Professoren als Erst- und Zweitgutachter



- Verfeinerung von Doktorprüfung:

Erstgutachter muß Professor sein, Zweitgutachter kann Dozent sein



Spezialisierung: Definitionen

- **Subklasse:**

Klasse S, deren Entities eine Teilmenge einer Superklasse G sind:

$$S \subseteq G$$

d. h., jedes Element (Ausprägung) von S ist auch Element von G.

- **Spezialisierung: $Z = \{S_1, S_2, \dots, S_n\}$**

Menge von Subklassen S_i mit derselben Superklasse G

Z heißt **vollständig (total)**, falls gilt

$$G = \cup S_i \quad (i = 1..n)$$

andernfalls **partiell**.

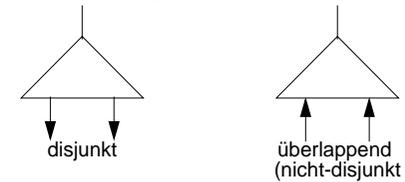
Z ist **disjunkt**, falls

$$S_i \cap S_j = \{ \} \quad \text{für } i \neq j$$

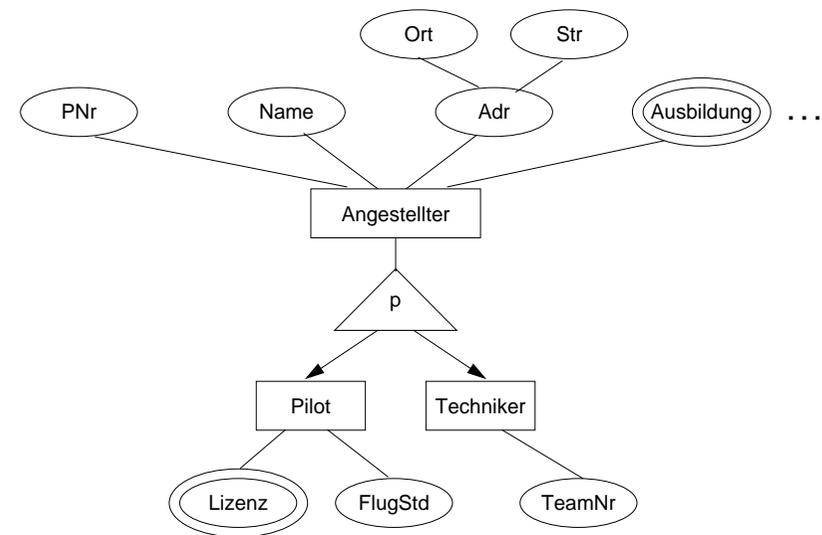
andernfalls **überlappend (nicht-disjunkt)**.

Arten von Spezialisierungen

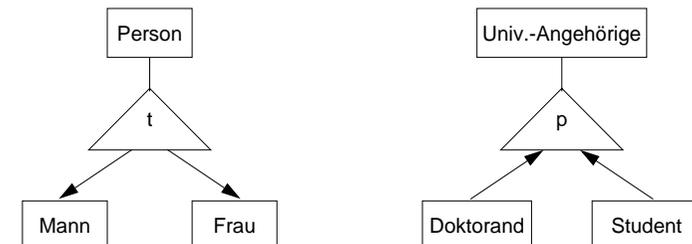
- **Verfeinerung der is-a-Beziehung**



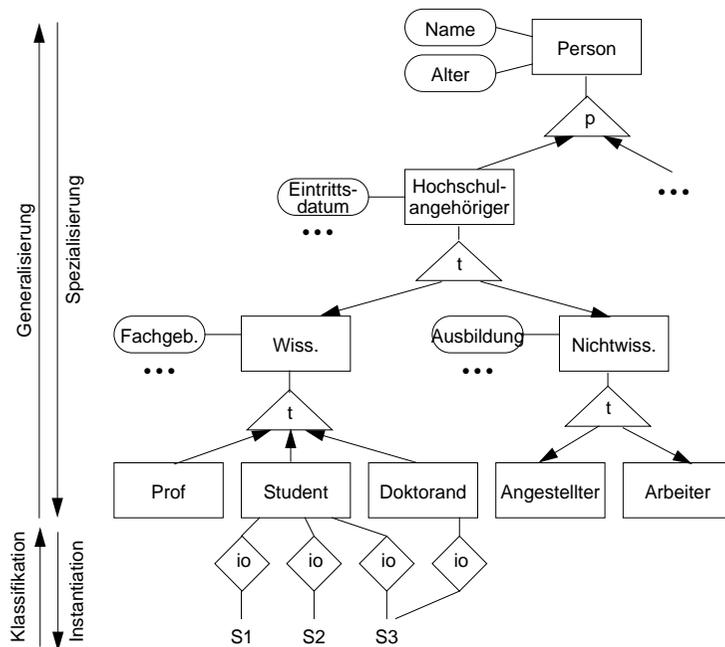
- **Partielle, disjunkte Spezialisierung**



- **Weitere Spezialisierungen**



Abstraktionskonzept: Generalisierung/Spezialisierung



➔ Generalisierungshierarchie als ER-Diagramm

• Nutzung beim objektorientierten DB-Entwurf

Vererbung von Typinformationen

- Strukturdefinitionen: Attribute, Defaultwerte, konstante Werte
- Integritätsbedingungen: Prädikate, Wertebereiche, Zusicherungen
- Verhalten: Operationen (Methoden) und ggf.
- Aspektdefinitionen: Kommentare, Einheiten u. a.

Aggregation

• Beziehung mit spezieller zusätzlicher Bedeutung:

Das Objekt, auf das sie verweist, soll **Bestandteil** sein
(**Teil-Ganze-Beziehung**),

z. B.

Auto	-	Motor
Tisch	-	Tischplatte
Kante	-	Endpunkt
Bild	-	Farbtabelle

• Entweder **exklusiv**:

kein anderes Objekt darf denselben Bestandteil haben

oder **gemeinsam**:

derselbe Bestandteil wird in zwei oder mehr Objekten verwendet

• Entweder **abhängig**:

Bestandteil kann nicht allein existieren;
wird mit dem Objekt gelöscht

oder **unabhängig**:

Bestandteil kann auch für sich als Objekt existieren

➔ Objekte mit exklusiven und/oder abhängigen Objekten heißen
zusammengesetzte Objekte

(„composite objects“, „komplexe Objekte“)

oder **Aggregate**

Aggregation (2)

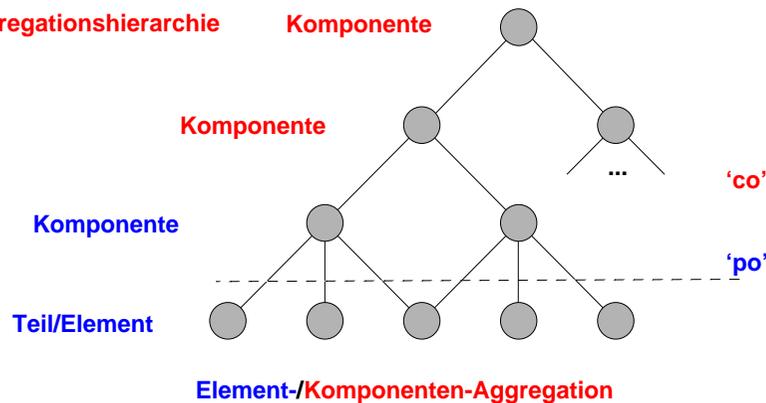
Aufgabe

Die Element-Aggregation gestattet die Zusammensetzung von Objekten aus einfachen Objekten. Sie stellt die 'Teil-Ganze'-Relation für solche nicht weiter zerlegbaren Objekte her

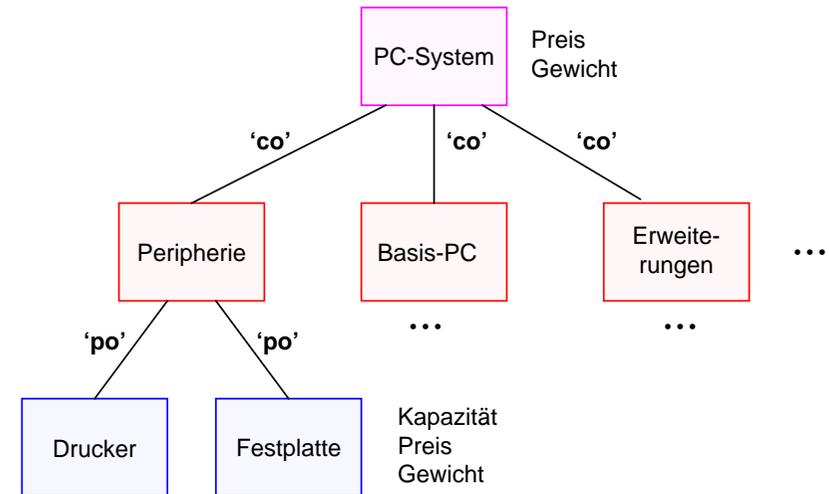
Anwendung

- Eine Kollektion von einfachen Objekten (Element-Objekt, **Teil**) wird als zusammengesetztes Objekt (**Komponentenobjekt/Aggregatobjekt**) behandelt
- Sie baut eine **'part-of'**-Beziehung ('po') auf (1-Ebenen-Abstraktion). Typischerweise erzeugt der Benutzer ein Aggregat aus Teilen mit Hilfe von Connect-Anweisungen; dabei müssen Struktureigenschaften beachtet werden (z. B. Mannschaft besitzt 11 Spieler)
- Die Möglichkeit, heterogene Objekte zu aggregieren, erhöht die Anwendungsflexibilität

Graphische Darstellung:



Aggregation - Beispiel



Systemkontrollierte Ableitungen: implizierte Prädikate

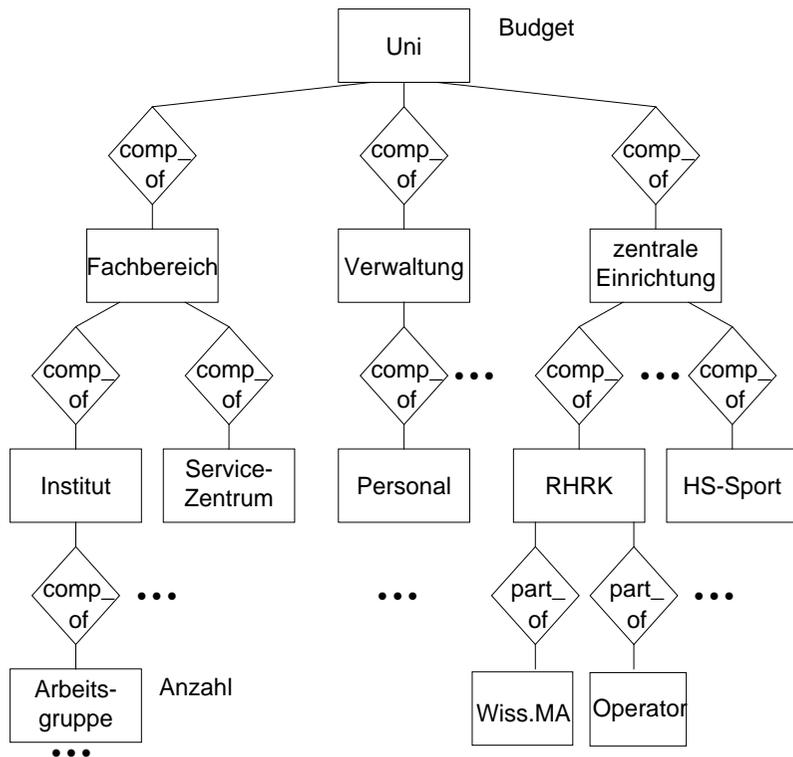
- Prädikate, die über der Aggregationshierarchie spezifiziert sind und gemeinsame Eigenschaften von Elementen/Aggregaten betreffen
- 'upward implied predicate'
Wenn $P(x)$ wahr \Rightarrow $P(\text{Aggregatobjekte}(x))$ wahr
- 'downward implied predicate'
Wenn $P(x)$ wahr \Rightarrow $P(\text{Komponentenobjekte}(x))$ wahr

im Beispiel:

- 'upward implied predicate': Gewicht $>$ x
- 'downward implied predicate': Preis $<$ y

Abstraktionskonzept: Aggregation

- (Komponenten-) Objekte lassen sich zu **einem neuen Objekt** zusammenfassen
- Element- und Komponenten-Aggregation möglich
- 'part-of'-Beziehung und 'component-of'-Beziehung



• Ableitung von Objekteigenschaften (*implied predicates*)

- upward implied predicate (Anzahl > x)
- downward implied predicate (Budget < y)

Zusammenfassung

• DB-Entwurf umfaßt

- Informationsbedarfsanalyse
- konzeptionelles DB-Schema (-> Informationsmodell)
- logisches DB-Schema
- physisches DB-Schema (nicht diskutiert)

• ERM-Charakteristika

- Modellierung bezieht sich auf die Typebene
- Relevante Zusammenhänge der Miniwelt werden durch Entity- und Relationship-Mengen modelliert. Sie werden genauer durch Attribute, Wertebereiche, Primärschlüssel/Schlüsselkandidaten beschrieben
- Klassifikation von Beziehungstypen dient der Spezifikation von strukturellen Integritätsbedingungen
- Anschauliche Entwurfsdarstellung durch ER-Diagramme

➔ **relativ karges Informationsmodell**

• Einführung weiterer Modellierungskonzepte

- Verfeinerung von Beziehungen durch Kardinalitätsrestriktionen und vor allem Abstraktionskonzepte
- Das erweiterte ERM ist sehr mächtig und umfaßt viele bekannte Modellierungskonzepte
 - Generalisierung und Vererbung
 - Aggregation und implizierte Prädikate
- Integritätsbedingungen wurden hier nicht behandelt (➔ **Relationenmodell**)