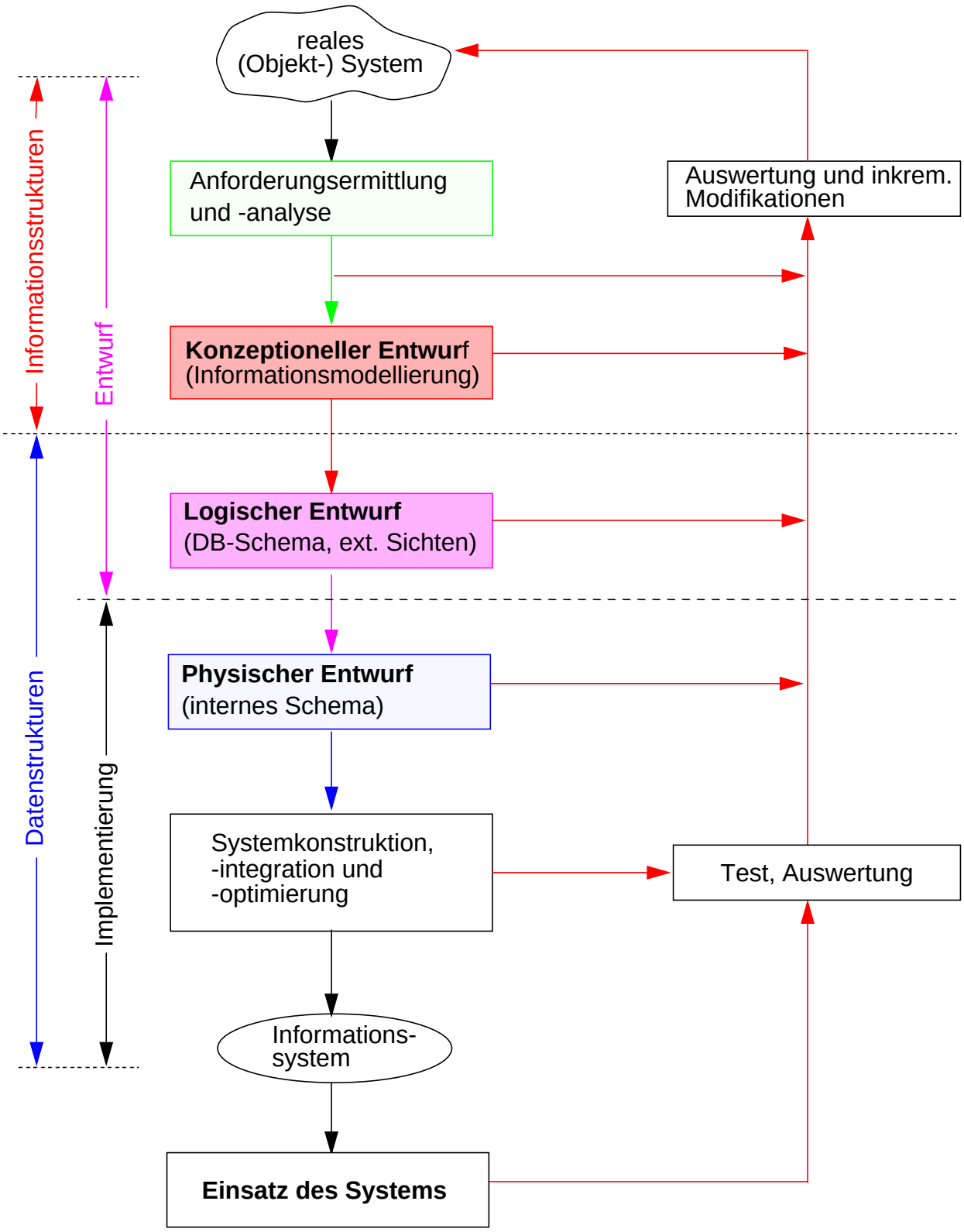
2. Informationsmodellierung

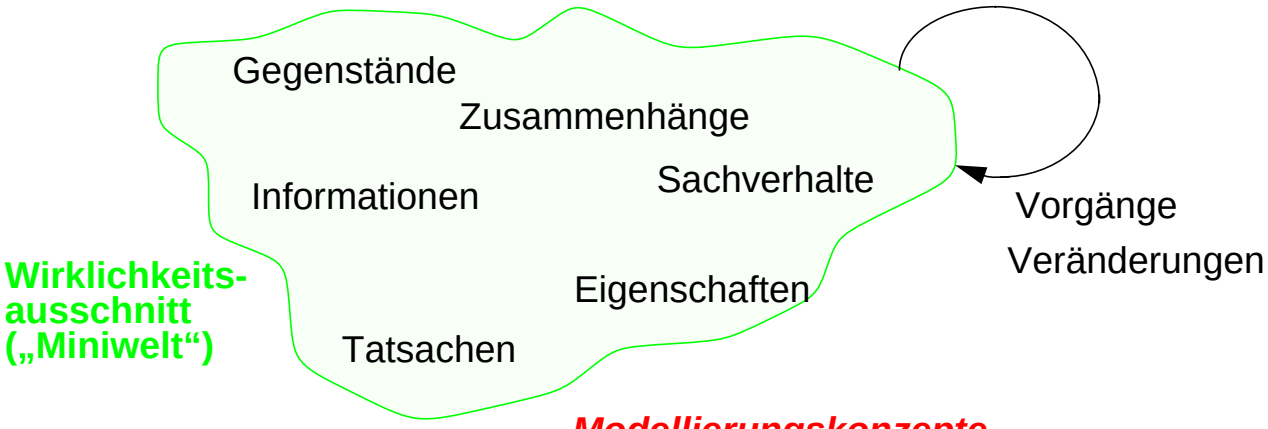
- **Vorgehensweise bei DB-Entwurf und -Modellierung**
  - Lebenszyklus
  - Informationserhebung
- **Entity-Relationship-Modell (ERM)**
  - Definitionen, Konzepte
  - Beziehungstypen
  - Diagrammdarstellung
  - Beispiele
- **Erweiterungen des ERM**
  - Kardinalitätsrestriktionen
  - Generalisierung (➥ Vererbung)
  - Aggregation

Schritte auf dem Weg zu einem Informationssystem



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

Informationsmodelle



Wirklichkeits-ausschnitt („Miniwelt“)

Modellierungskonzepte

Formalisierung, Diskretisierung („Systemanalyse“)

Objekte

Attribute
ein-/mehrwertig
einfach/
zusammengesetzt

Schlüssel

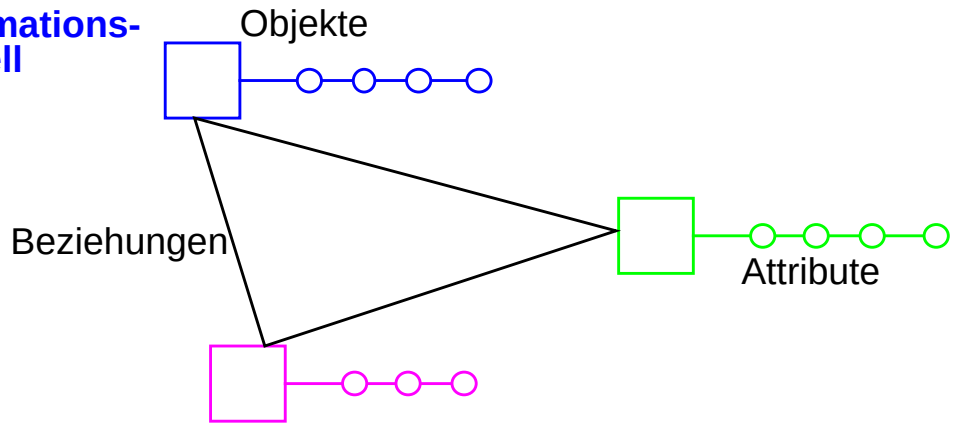
Wertebereiche

Beziehungen
Typ, Grad
optional
existenzabhängig

Abstraktionskonzepte
Klassifikation
Generalisierung
Aggregation
Assoziation

Nullwerte **Methoden** (Verhalten) **Rollen**

Informations-modell

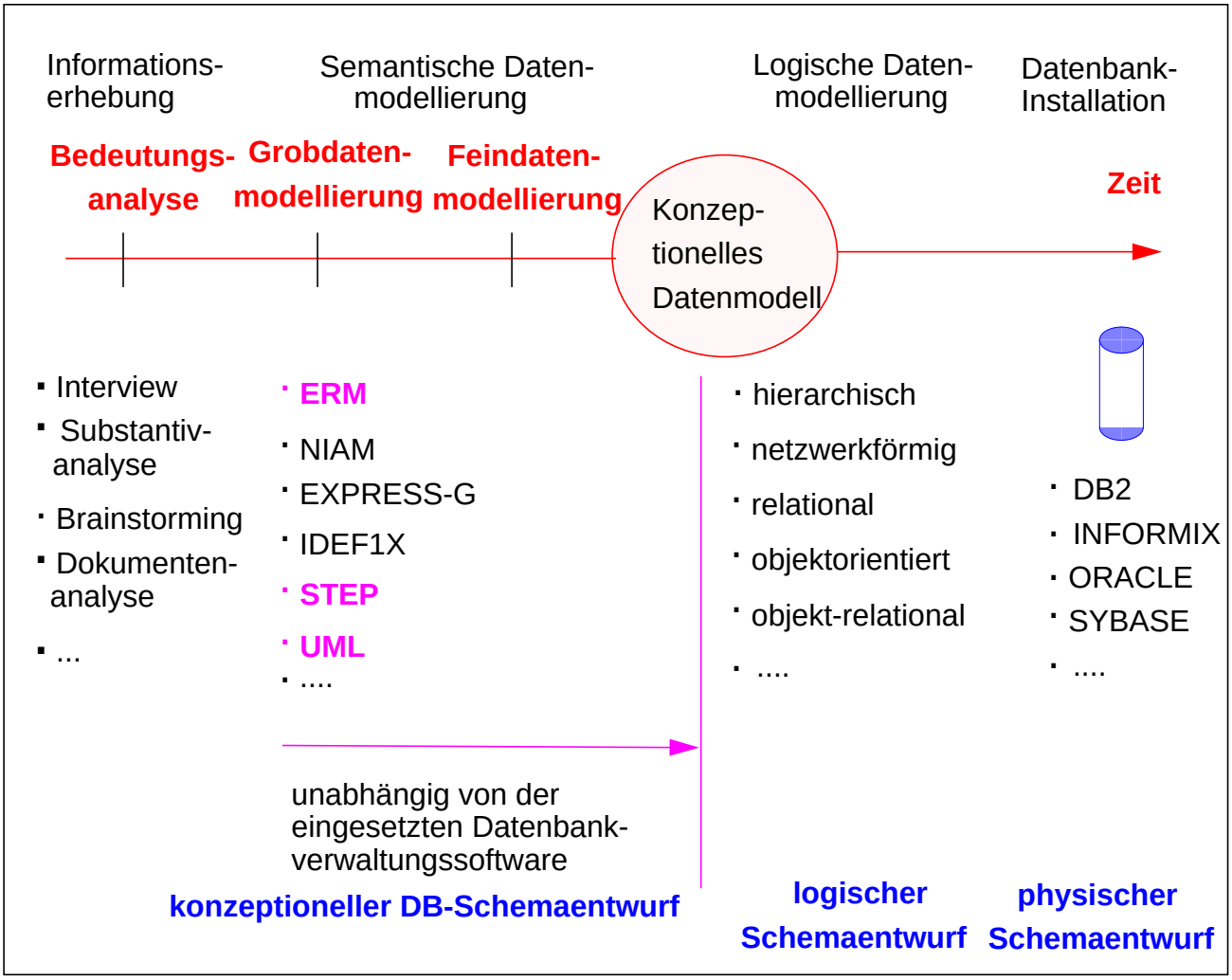


➥ **Informationsmodell** (Darstellungselemente & Regeln)**:**
eine Art formale Sprache, um Informationen zu beschreiben

- **Informationen über Objekte und Beziehungen nur, wenn:**
  - unterscheidbar und identifizierbar
  - relevant
  - selektiv beschreibbar

Von der Informationserhebung zum DB-Schema

- **Prinzipielle Vorgehensweise**



- **ERM** (**E**ntity **R**elationship **M**odel)**:**

  - generell einsetzbares Modellierungswerkzeug

- **STEP** (**ST**andard for the **E**xchange of **P**roduct Definition Data)**:**

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

- **UML (U**nified **M**odeling **L**anguage)**:**

  - 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

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

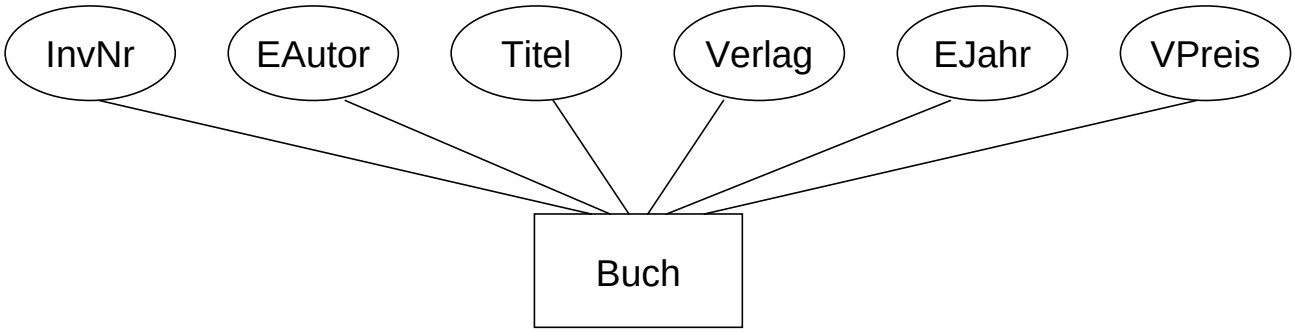
- **Entities**
  - wohlunterscheidbare Dinge der Miniwelt (Diskurswelt)
  - „A thing that has real or individual existence in reality or in mind“ (Webster)
  - besitzen Eigenschaften, deren konkrete Ausprägungen als Werte bezeichnet werden

- **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

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, ...)

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

e_3 = (1234, Härder, DBS, Springer, ...)

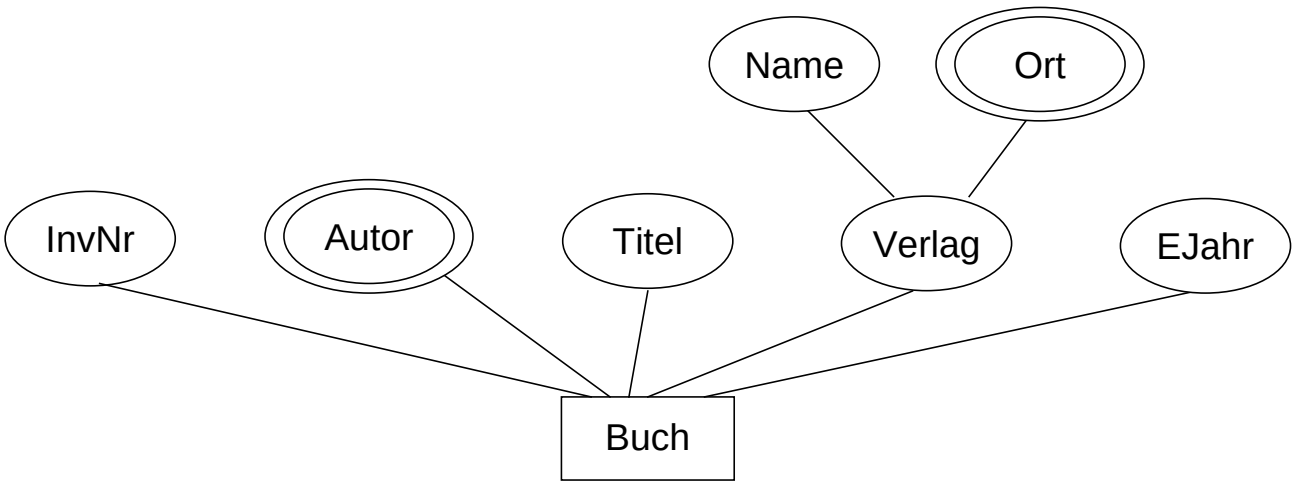
➥ Alle Attribute sind einwertig!

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.)

- $\{A_1, A_2, ..., A_m\}$ = **A** sei Menge der (einwertigen) Attribute zur Entity-Menge E

  K $\subseteq$ **A** heißt Schlüsselkandidat von E

  $\Leftrightarrow$ **K** irreduzibel; $e_i, e_j \in E$;

  $e_i \neq e_j \rightarrow$ **K**$(e_i) \neq$ **K**(e_j)

- Mehrere Schlüsselkandidaten (SK) möglich

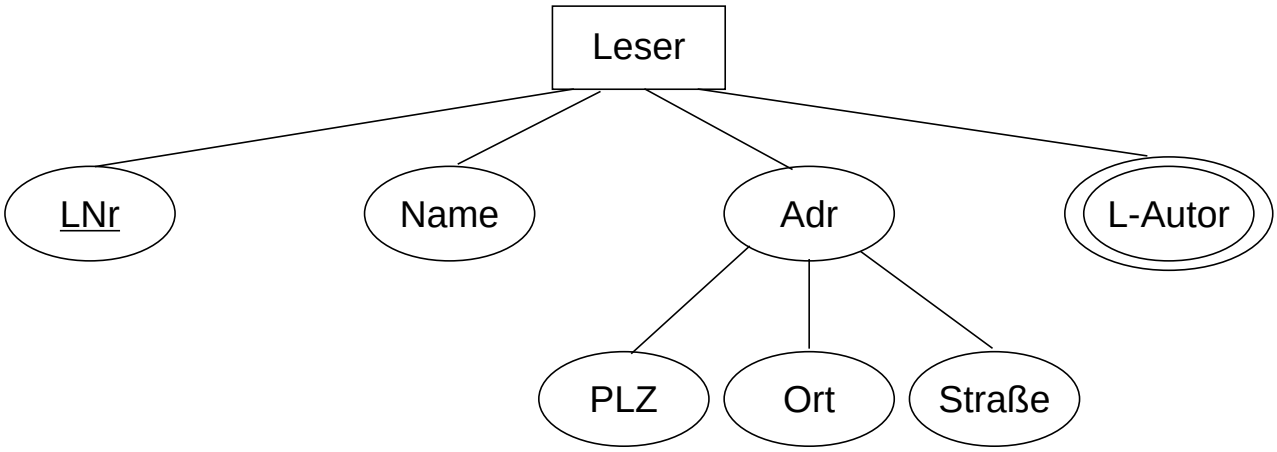
➥ **Primärschlüssel** auswählen

- **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(LNr) = int(8), W(Name) = W(L-Autor) = char(30)
  W(PLZ) = int(5), W(Ort) = char(20), W(Straße) = char(15)

  dom(Adr) = W(PLZ) x W(Ort) x W(Straße) = int(5) x char(20) x char(15)

  dom(L-Autor)= $2^{W(L\text{-}Autor)} = 2^{char(30)}$

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

  mit W(C_1), W(C_2), W(E1), W(E_2)

  dom(B) = W(C_1) x W(C_2)

  dom(D) = $2^{W(E1) \times W(E2)}$

  dom(A) = dom(B) x 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 besteht[2]. Die Elemente eines Formats X werden dabei wie folgt beschrieben:

  i) Einwertige Attribute: A

  ii) Mehrwertige Attribute: {A}

  iii) Zusammengesetzte Attribute: A (B_1, ..., B_k)

- **Def. 2: Wertebereich (Domain)**

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

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

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

- **Def. 3: Relationship-Typ**

  Ein Relationship-Typ hat die Form R = (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**

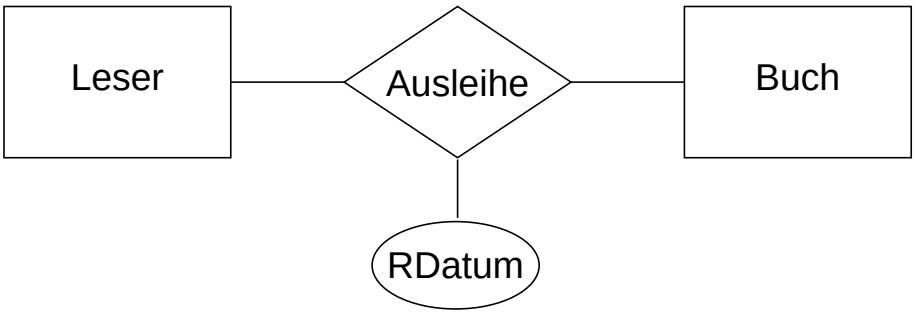
  Zusammenfassung von gleichartigen Beziehungen (Relationships) zwischen Entities, die jeweils gleichen Entity-Mengen angehören

  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**



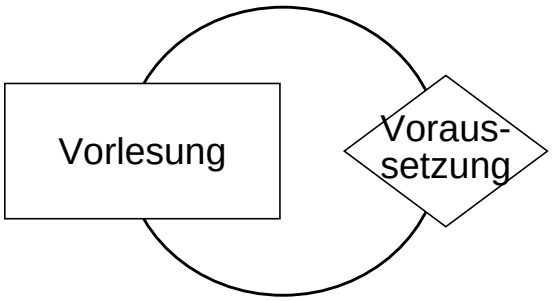
- **Relationship-Typ** R = (Ent, Y)

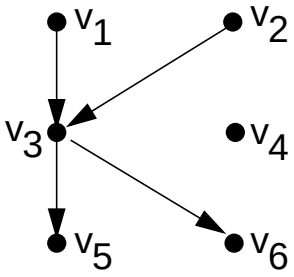
- **Eigenschaften**

  Grad:
  Existenzabhängig:
  Beziehungstyp:

Relationship-Mengen

- **Motivation für Rollennamen**





- **Definition:**

  Voraussetzung $= ((\text{Vorlesung}, \text{Vorlesung}), (\varnothing))$

  d. h. Voraussetzung^t $= \{ (v_i, v_j) \mid v_i, v_j \in \text{Vorlesung} \}$

  genauer: direkte Voraussetzung

- Einführung von Rollennamen (rn) möglich (Reihenfolge!)
  auf Typebene: (rn_1/E, rn_2/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“

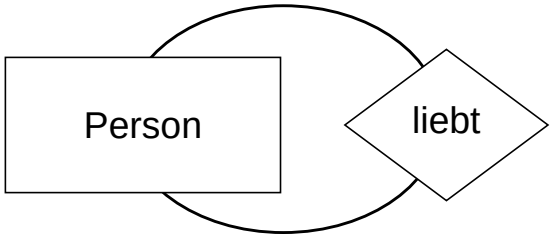
- **Eigenschaften:**

  Grad:

  Existenzabhängig:

  Beziehungstyp:

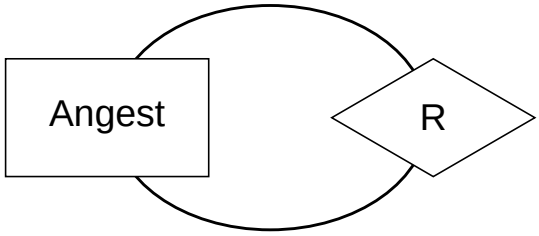
- **Transitivität gilt bei Selbstreferenz i. allg. nicht!**

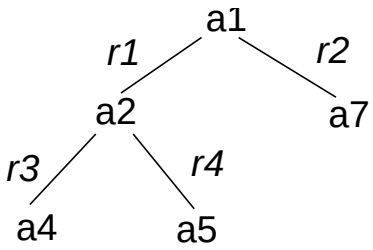


Relationship-Mengen (2)

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

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



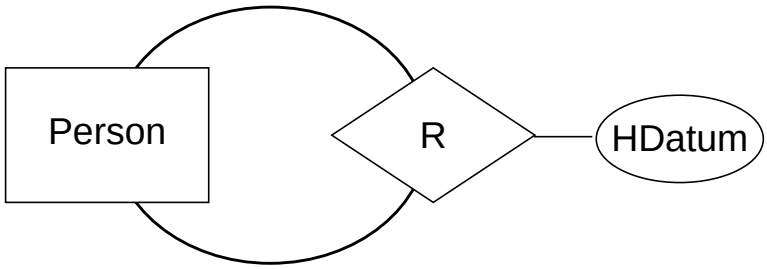


- **Eigenschaften**

  Grad:
  Existenzabhängig:
  Beziehungstyp:

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

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

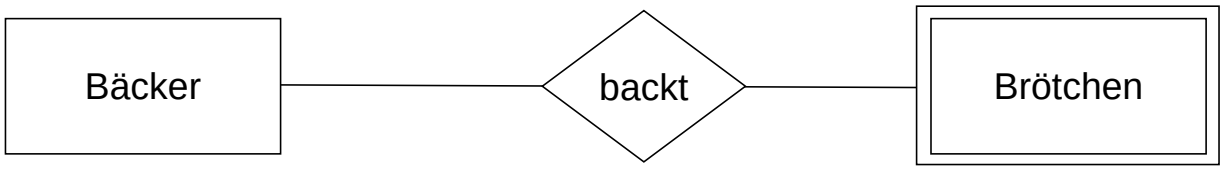


- **Eigenschaften**

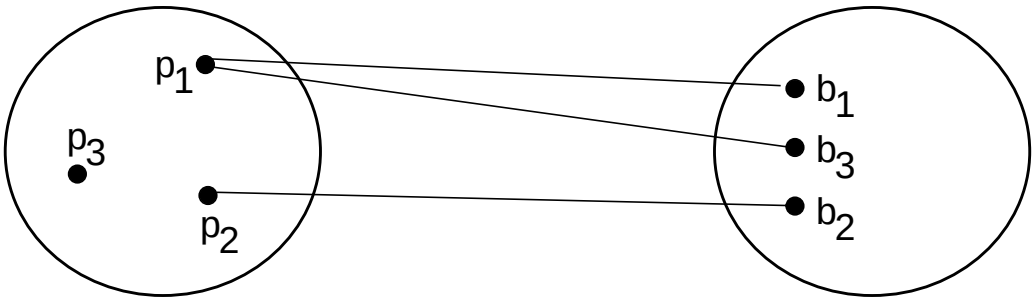
  Grad:
  Existenzabhängig:
  Beziehungstyp:

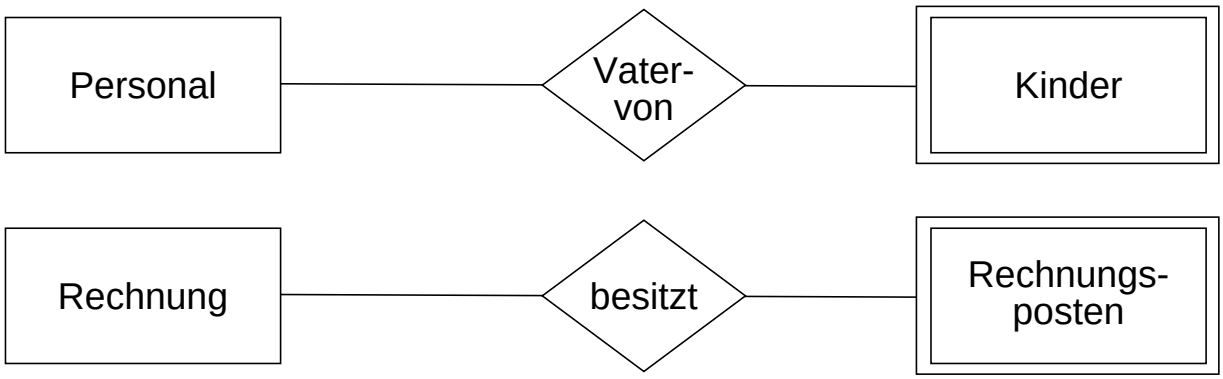
Relationship-Mengen (3)

- **Existenzabhängigkeit einer Entity-Menge**
- **Beispiele**



Existenzabhängigkeit: „Relationship begründet Existenz von“



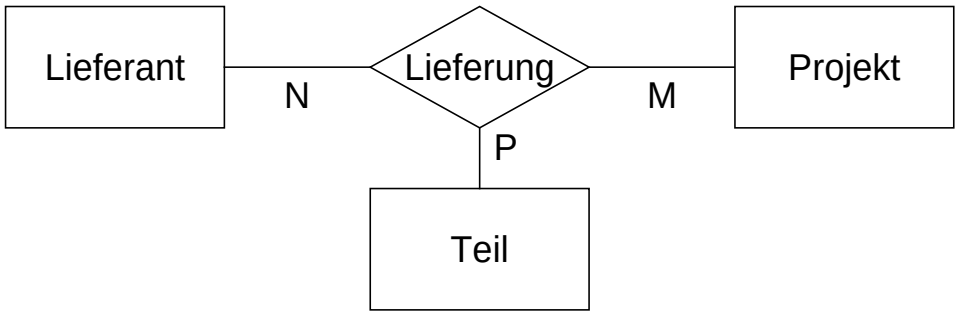


- **Eigenschaften**

Grad:	2
Existenzabhängig:	ja
Beziehungstyp:	1 : n

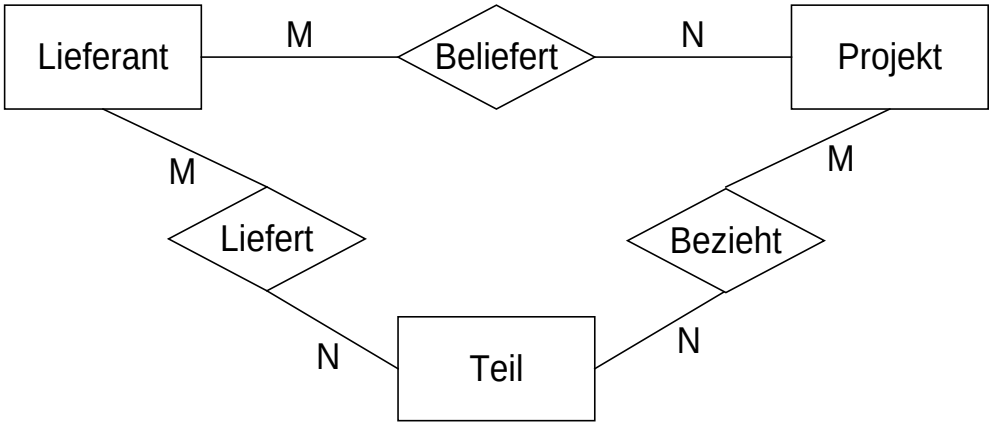
- **Bem.:** In manchen Modellen steht eine existenzabhängige Entity-Menge rechts von der selbständigen Entity-Menge und der „erzeugenden“ Relationship-Menge. Bei Mehrfachreferenzen ist eine „erzeugende” von weiteren „referenzierenden” Relationship-Mengen zu unterscheiden.

Dreistellige Relationship-Mengen



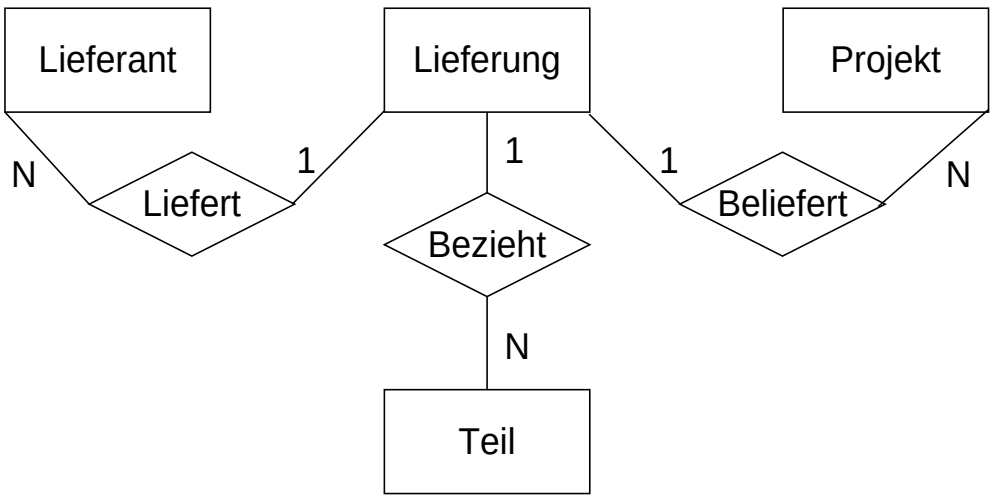
Achtung:

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

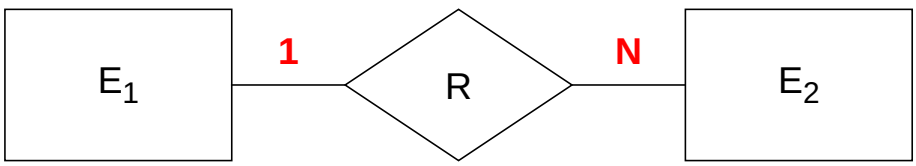
- **Unterscheidung von Beziehungstypen**
  - E_i - E_j
  - E_i - E_i

- **Festlegung der Abbildungstypen**
  - 1:1 ... eineindeutige 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**:

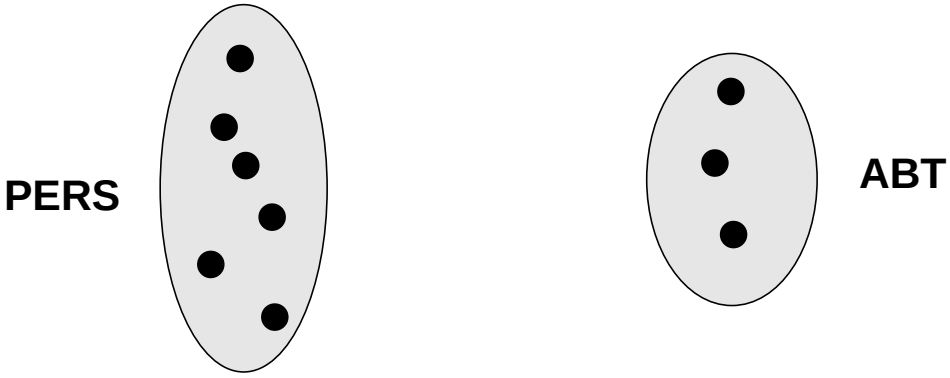


Klassifikation von Datenabbildungen (2)

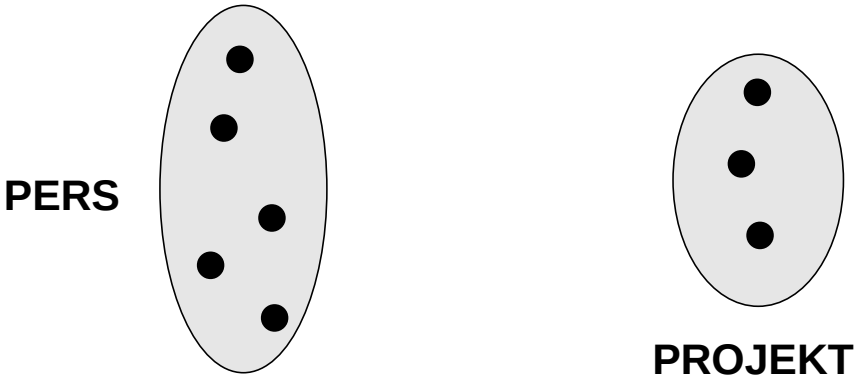
- **Beispiele zu E_i – E_j (externe Klassifikation)**

  - **1:1:** LEITET/WIRD_GELEITET: PERS **<—>** ABT

  - **n:1/1:n:** ARBEITET_FÜR/HAT_MITARBEITER: PERS **—>** ABT



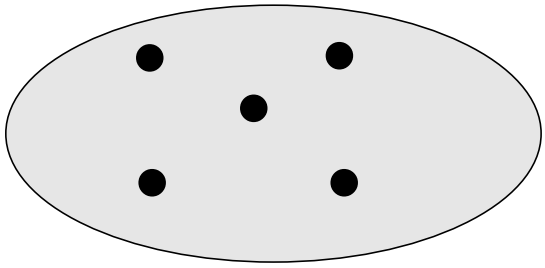
  - **n:m:** ARBEITET_FÜR/MITARBEIT: PERS **—** PROJEKT



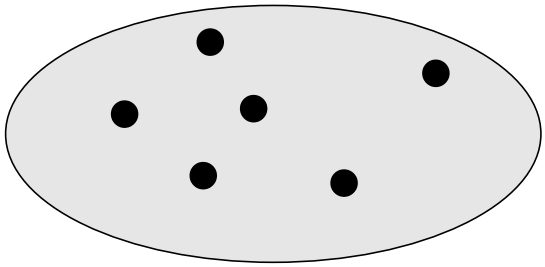
Klassifikation von Datenabbildungen (3)

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

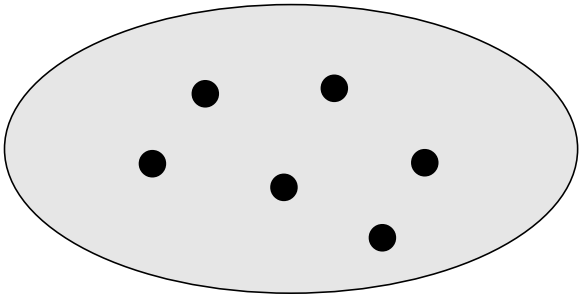
  - **1:1:** VERHEIRATET MIT: PERS **<--->** PERS



  - **n:1/1:n:** UNTERGEB./VORGESETZTER_VON: PERS **--->** PERS



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

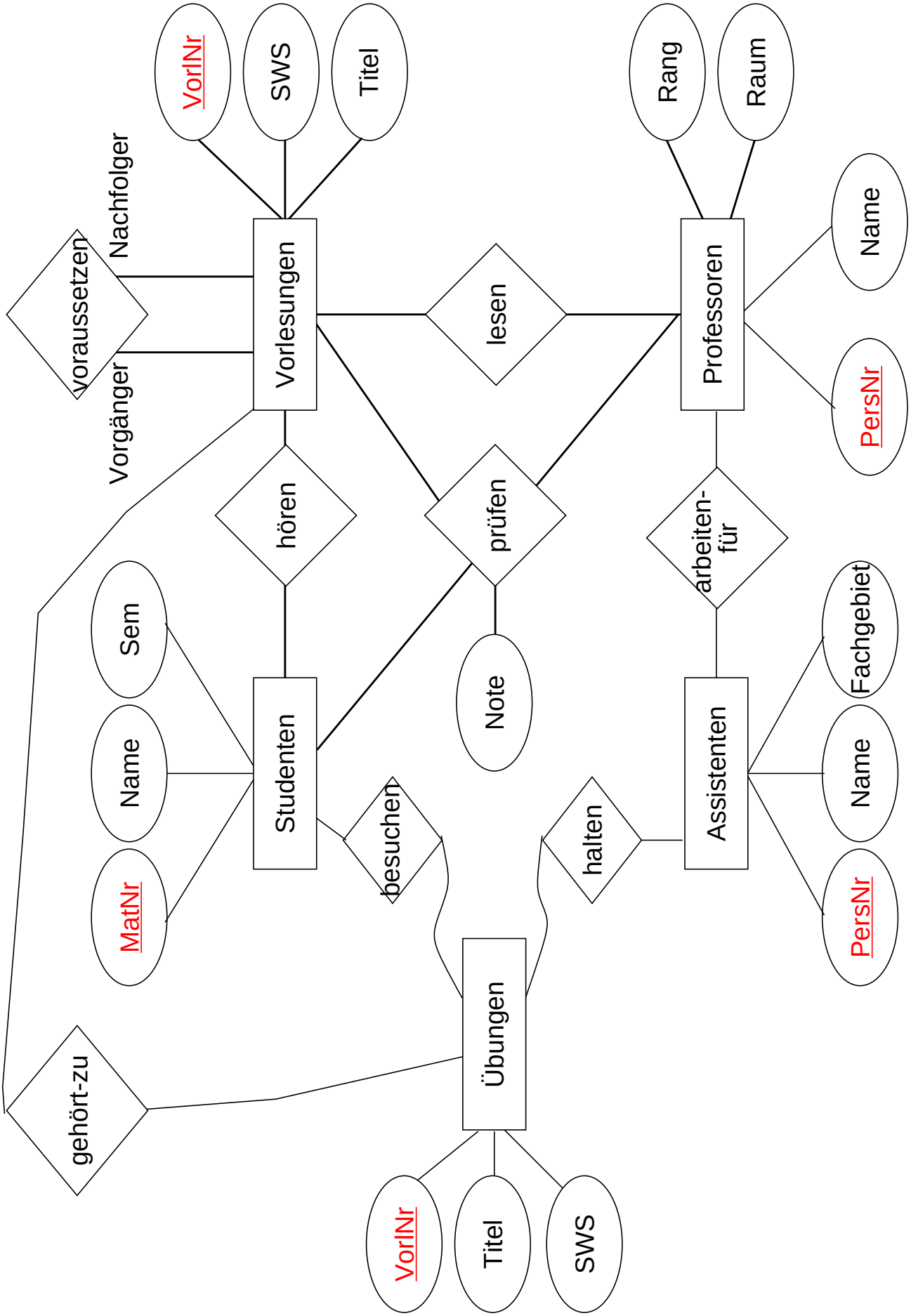


Anwendungsbeispiel: Vorlesungsbetrieb

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**.

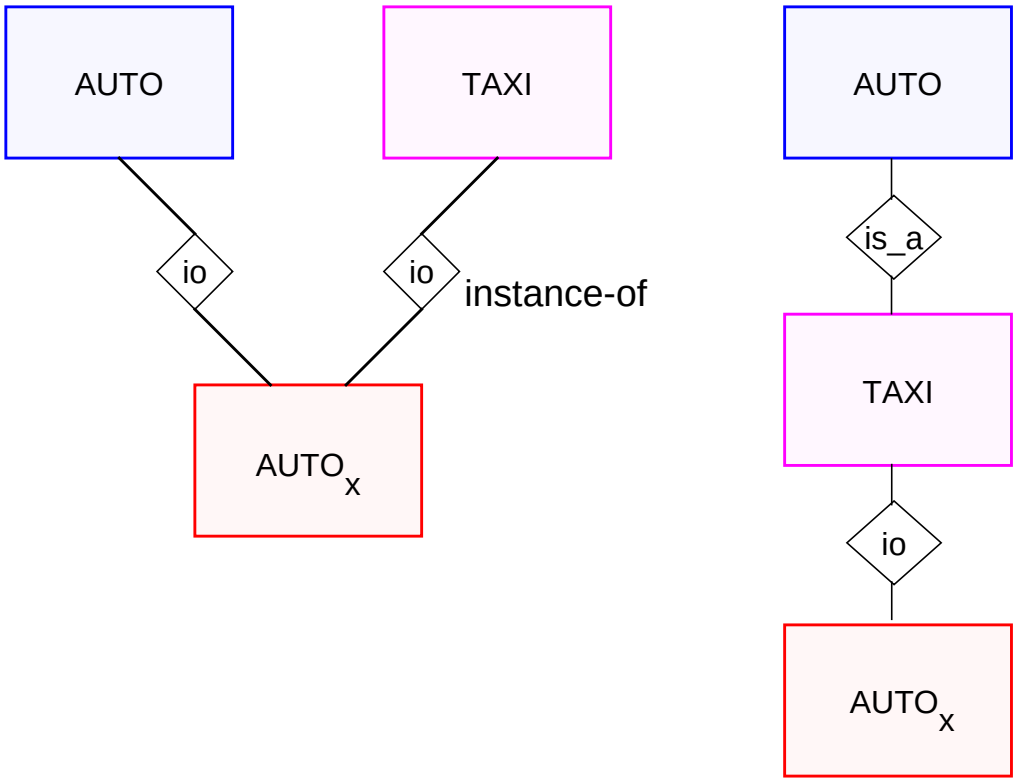
ER-Diagramm - Vorlesungsbetrieb



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**)

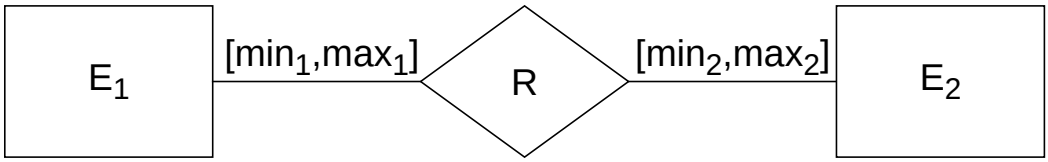
Verfeinerung der Datenabbildung: Kardinalitätsrestriktionen

- **Bisher:** grobe strukturelle Festlegung der Beziehungen
  z. B.: 1:1 bedeutet „höchstens eins zu höchstens eins“

- Verfeinerung der Semantik eines Beziehungstyps durch Kardinalitäts-restriktionen:
  sei $R \subseteq E_1 \times E_2 \times ... \times E_n$
  Kardinalitätsrestriktion $kard(R,E_i) = [min,max]$
  bedeutet, daß jedes Element aus E_i in wenigstens min und höchstens max Ausprägungen von R enthalten sein muß (mit 0 <= min <= max, max >= 1).

- **Graphische Darstellung**

Kardinalitäts-restriktionen:



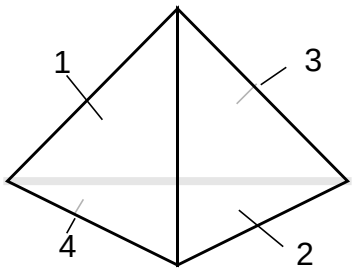
e_1 nimmt an $[min_1,max_1]$ Beziehungen von Typ R teil
e_2 nimmt an $[min_2,max_2]$ Beziehungen von Typ R teil

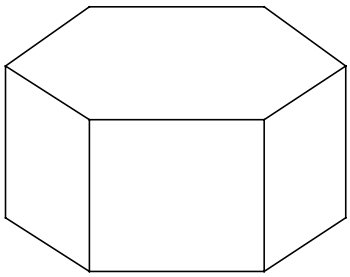
- **Beispiele**:

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

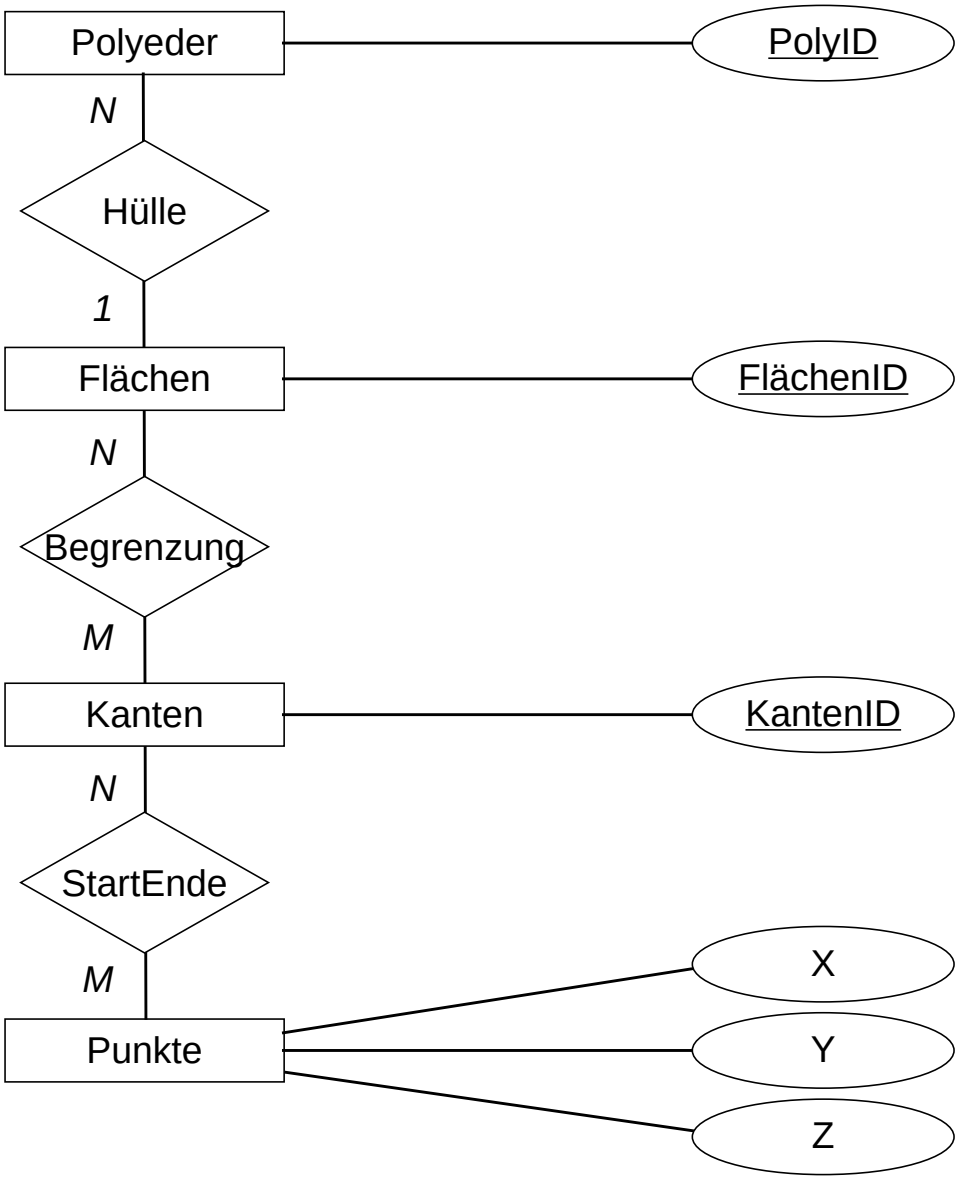
Begrenzungsflächendarstellung von Körpern

Beispiel-Körper:





ER-Diagramm:



Abstraktionskonzepte[3]

- **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

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

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

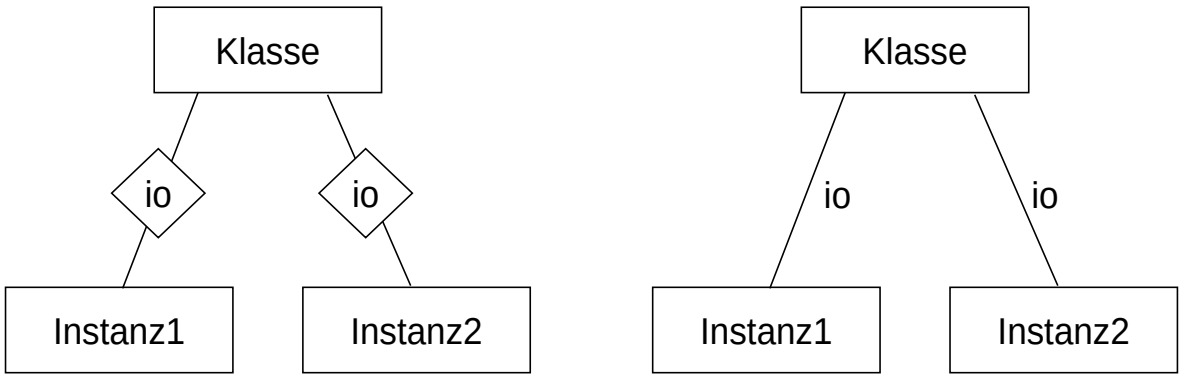
- Eine Klasse ist definiert als Zusammenfassung von Objekten
  gleichen Typs (und gleicher Repräsentation).
  Dadurch nur einmalige Definition von
  - Attributnamen und -typen
  - Methoden
  - Integritätsbedingungen

- Es wird eine **'instance-of'**-Beziehung (**'io'**) als 1-Ebenen-Beziehung zu den Objekten der Klasse aufgebaut

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**

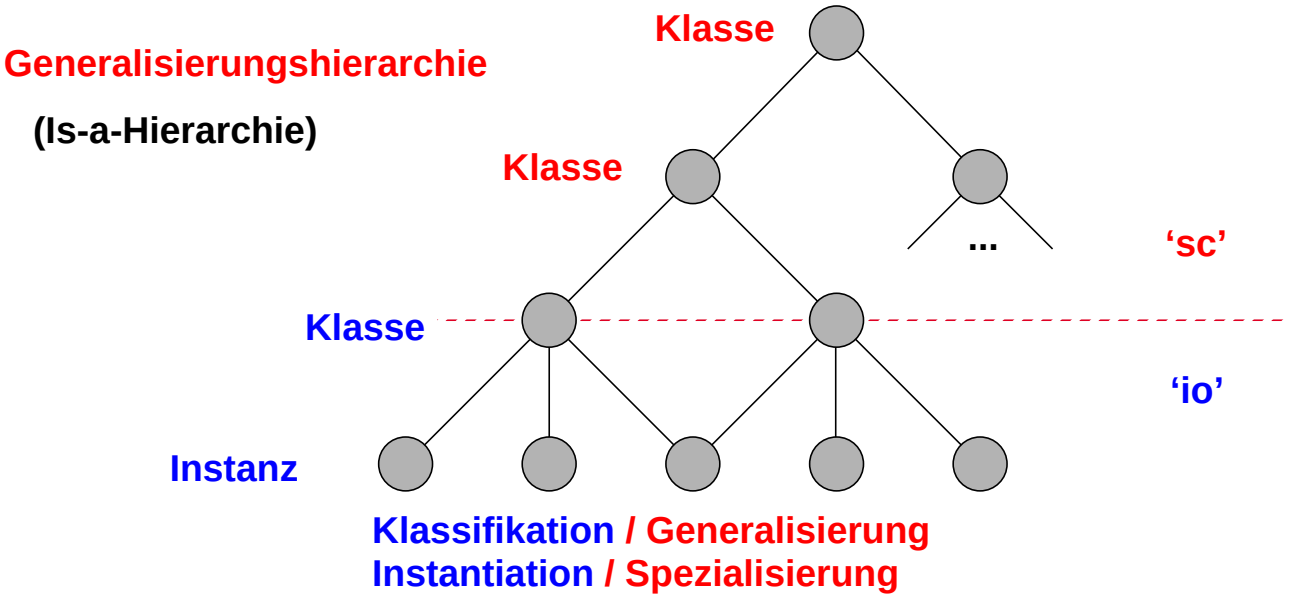
  Generalisierung ist ein ergänzendes Konzept zur Klassifikation. Durch sie wird eine allgemeinere Klasse definiert, welche die Gemeinsamkeiten der zugrundeliegenden Klassen aufnimmt und deren Unterschiede unterdrückt

- **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)

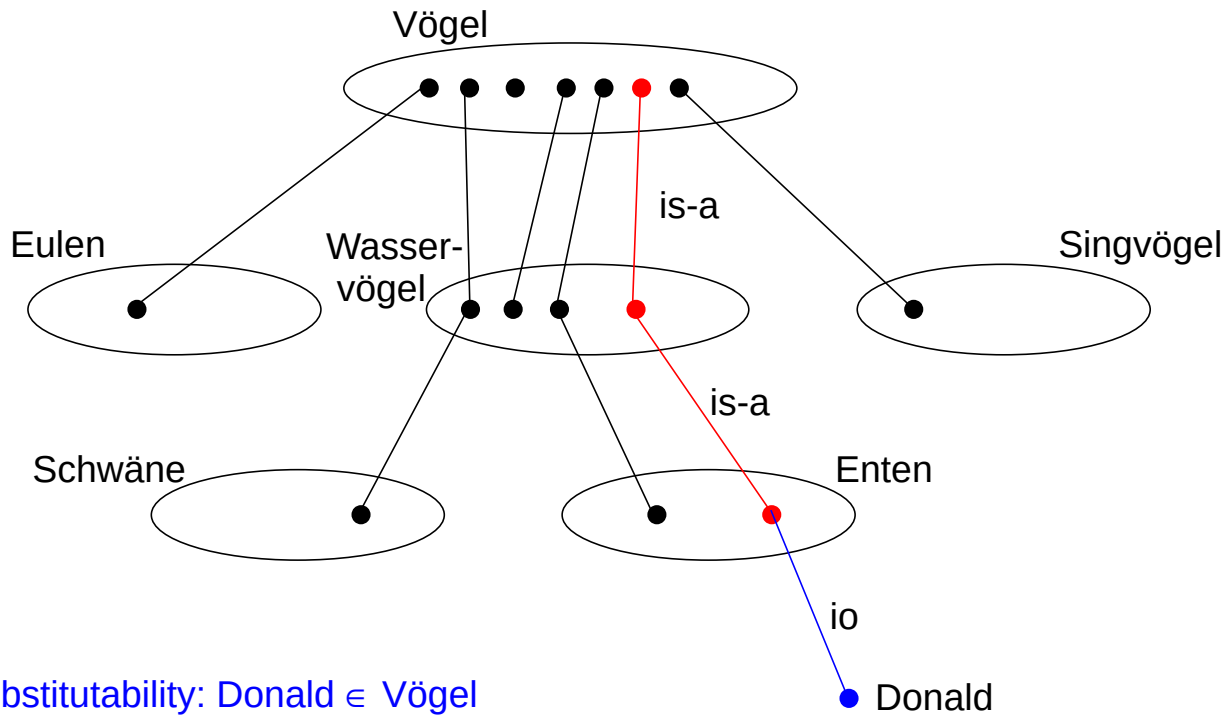
- **Struktureigenschaften der Generalisierung**

  - Alle Instanzen einer Subklasse sind auch Instanzen der Superklasse
  - Ein Objekt kann gleichzeitig Instanz verschiedener Klassen sein sowie auch Subklasse mehrerer Superklassen ($\rightarrow$ Netzwerke, (n:m) !)
  - Zugehörigkeit eines Objektes zu einer Klasse/Superklasse wird im wesentlichen bestimmt durch **Struktur** (Attribute)**,** **Verhalten** (Operationen) und **Integritätsbedingungen** der Klasse/Superklasse



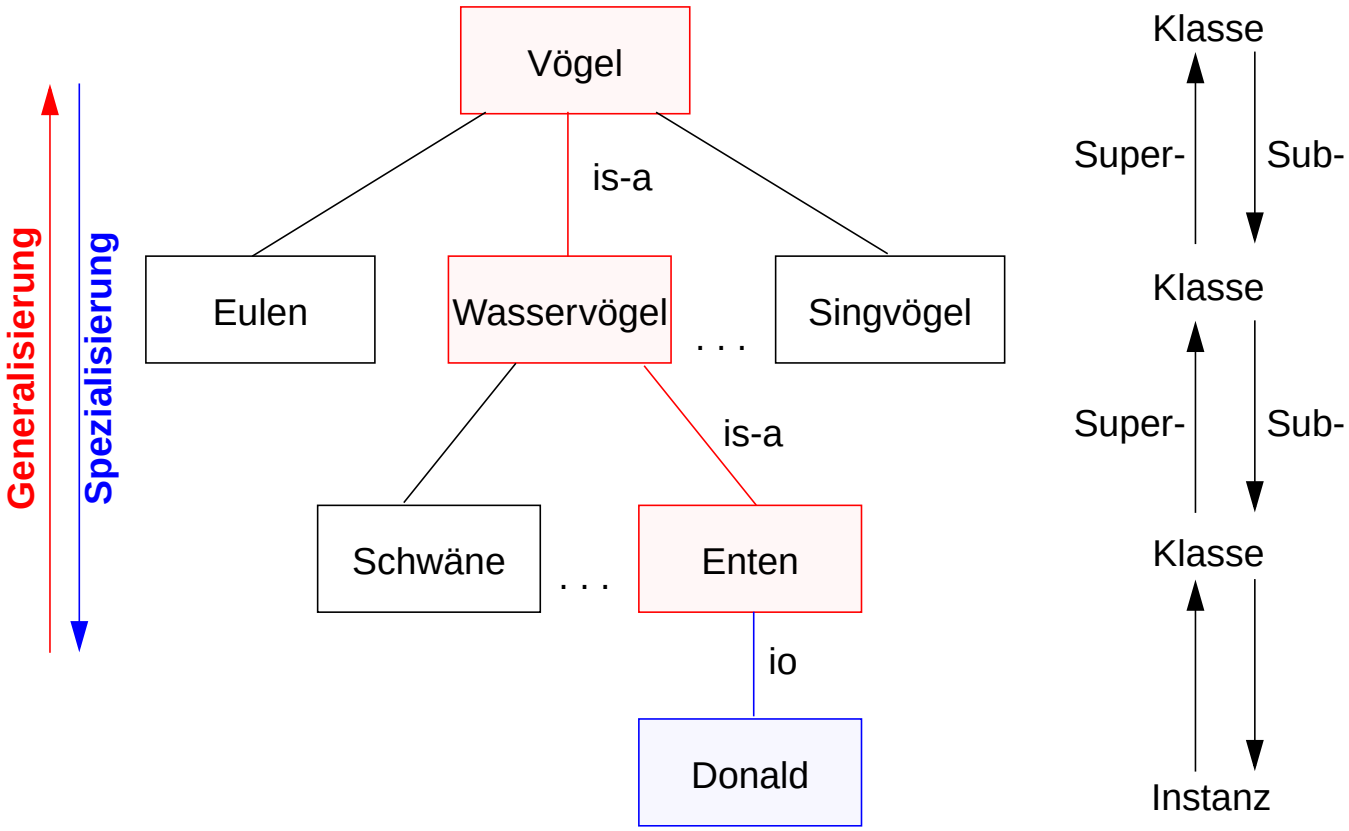
Modellierungsbeispiel zur Generalisierung

Instanzendarstellung



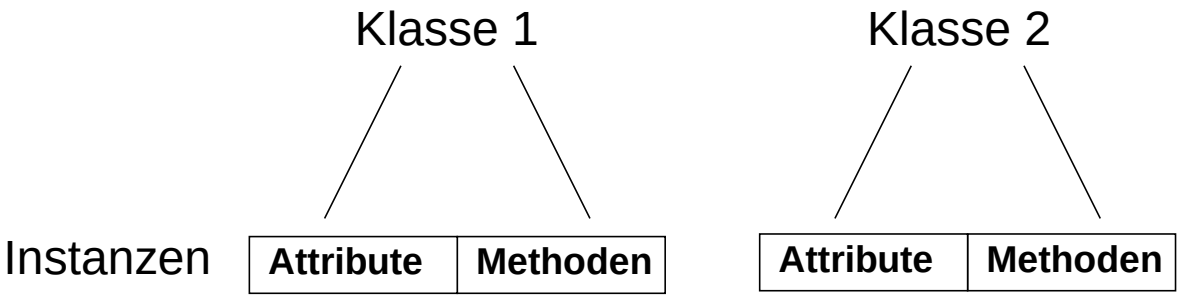
Substitutability: Donald $\in$ Vögel

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

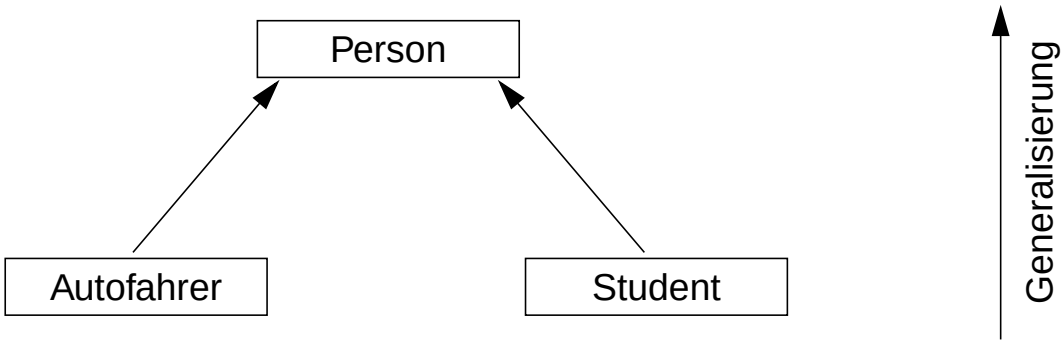
- jede Instanz der Subklasse ist immer auch Instanz der Klasse, aber nicht umgekehrt
- jede Methode, die auf die Instanzen einer Klasse anwendbar ist, ist damit immer auch auf die Instanzen sämtlicher Subklassen anwendbar

➥ Garantie von bestimmten Integritätsbedingungen durch das System:

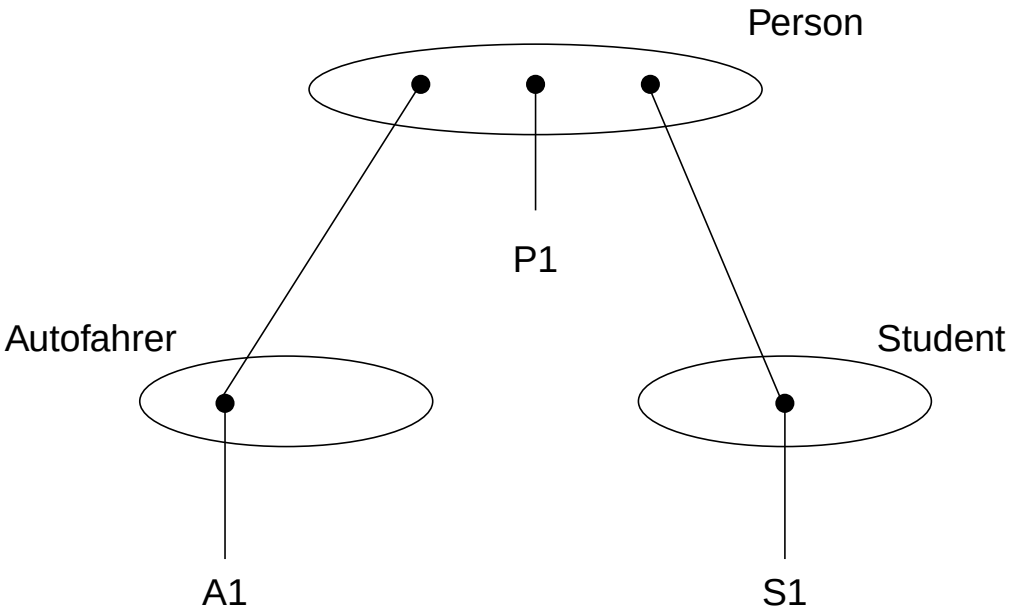
jeder Student ist auch Person

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.

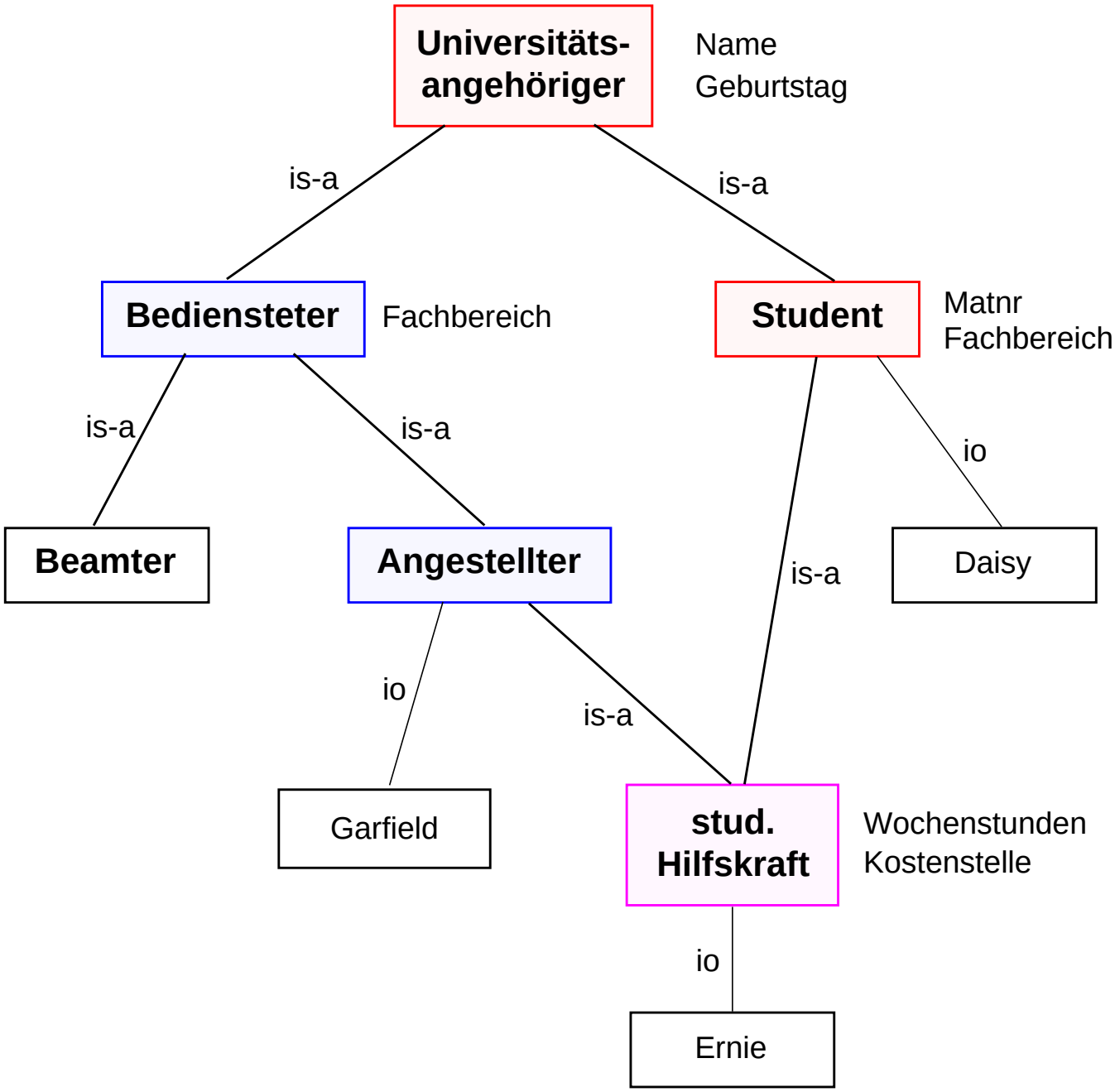
- **Arten der Vererbung**
  - Einfach-Vererbung (eindeutig)
  - Mehrfach-Vererbung

- **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

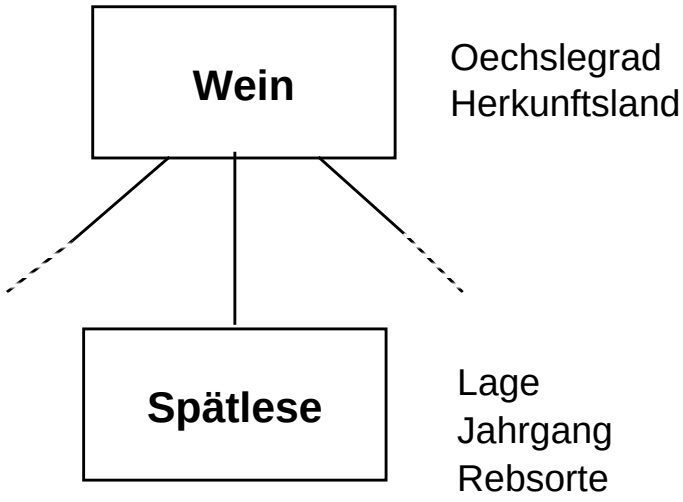


- **Mehrfach-Vererbung** (*multiple inheritance*) kann zu Konflikten führen

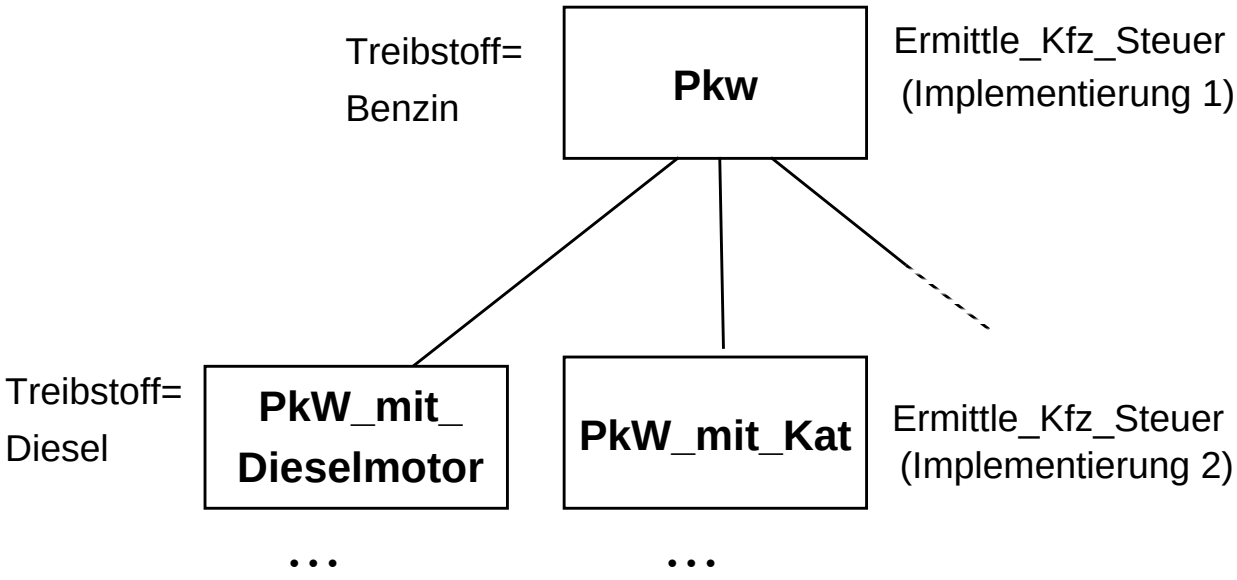
  ➥ Auflösung explizit durch den Benutzer, z. B. durch Umbenennung:
  Hiwi_im_Fachbereich → Fachbereich of Angestellter
  immatrikuliert_im_Fachbereich → Fachbereich of Student

Vererbung (2)

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



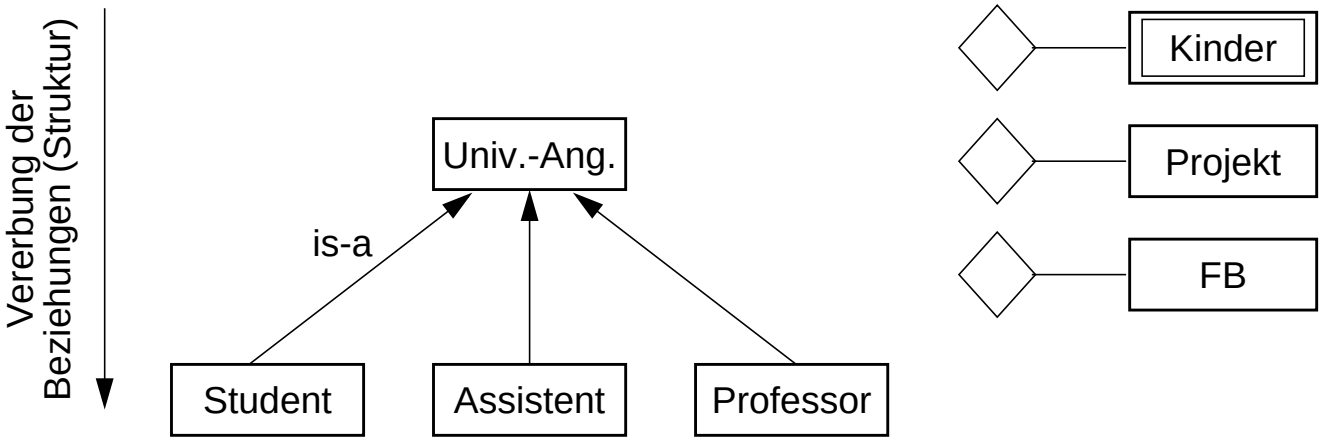
- Subklasse kann ererbte Attributwerte **überschreiben** oder Methoden **überladen:**



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

Vererbung (3)

- **Vererbung von Beziehungen:**

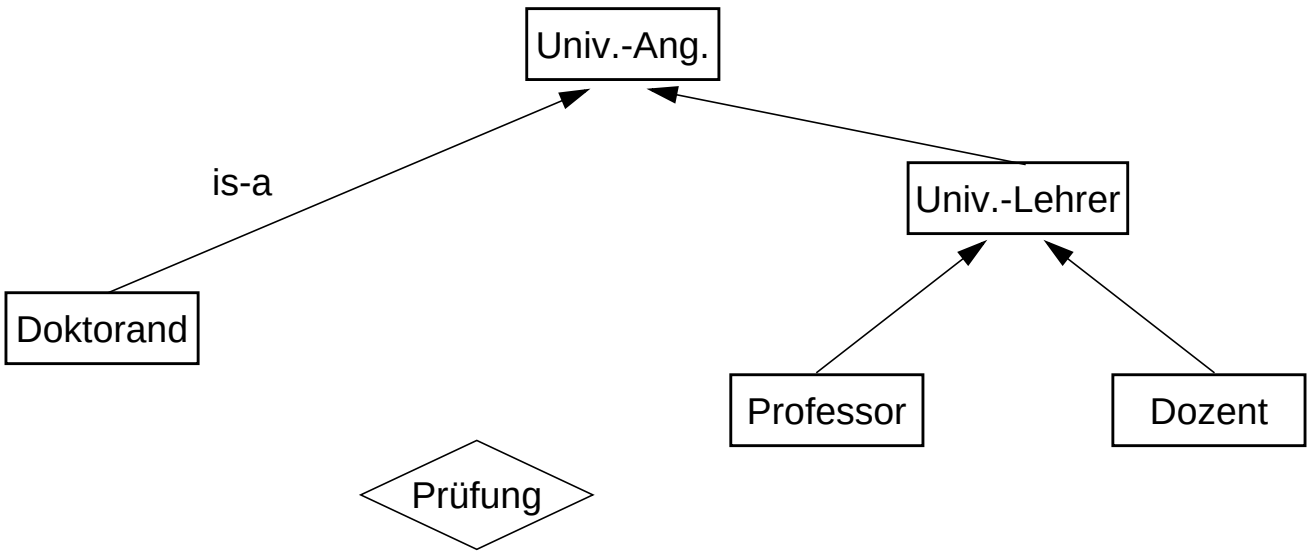


- **Beispiel: Doktorprüfung**

  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: $Z = \{S_1, S_2, \ldots S_n\}$

  Menge von Subklassen S_i mit derselben Superklasse G

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

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

  andernfalls **partiell**.

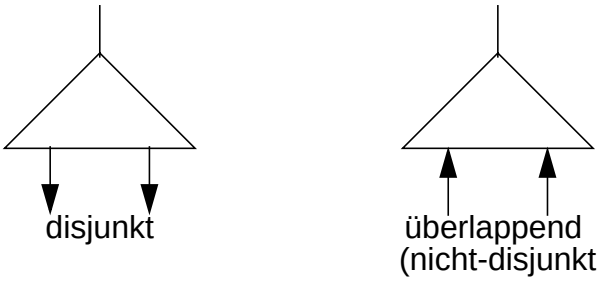
  Z ist **disjunkt**, falls

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

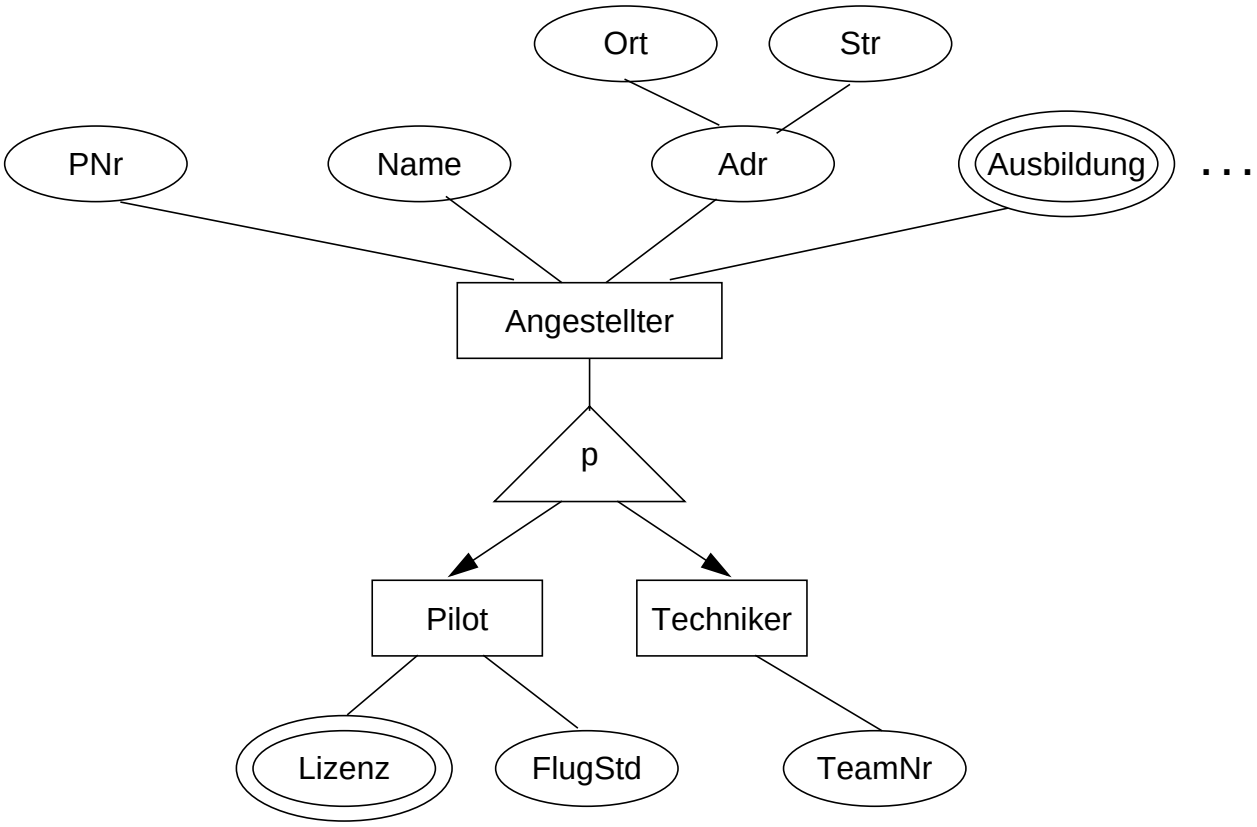
  andernfalls **überlappend (nicht-disjunkt)**.

Arten von Spezialisierungen

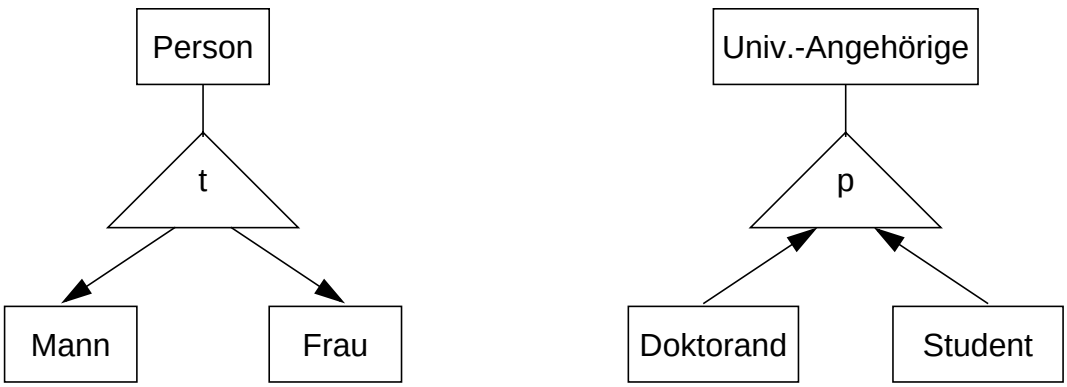
- **Verfeinerung der is-a-Beziehung**



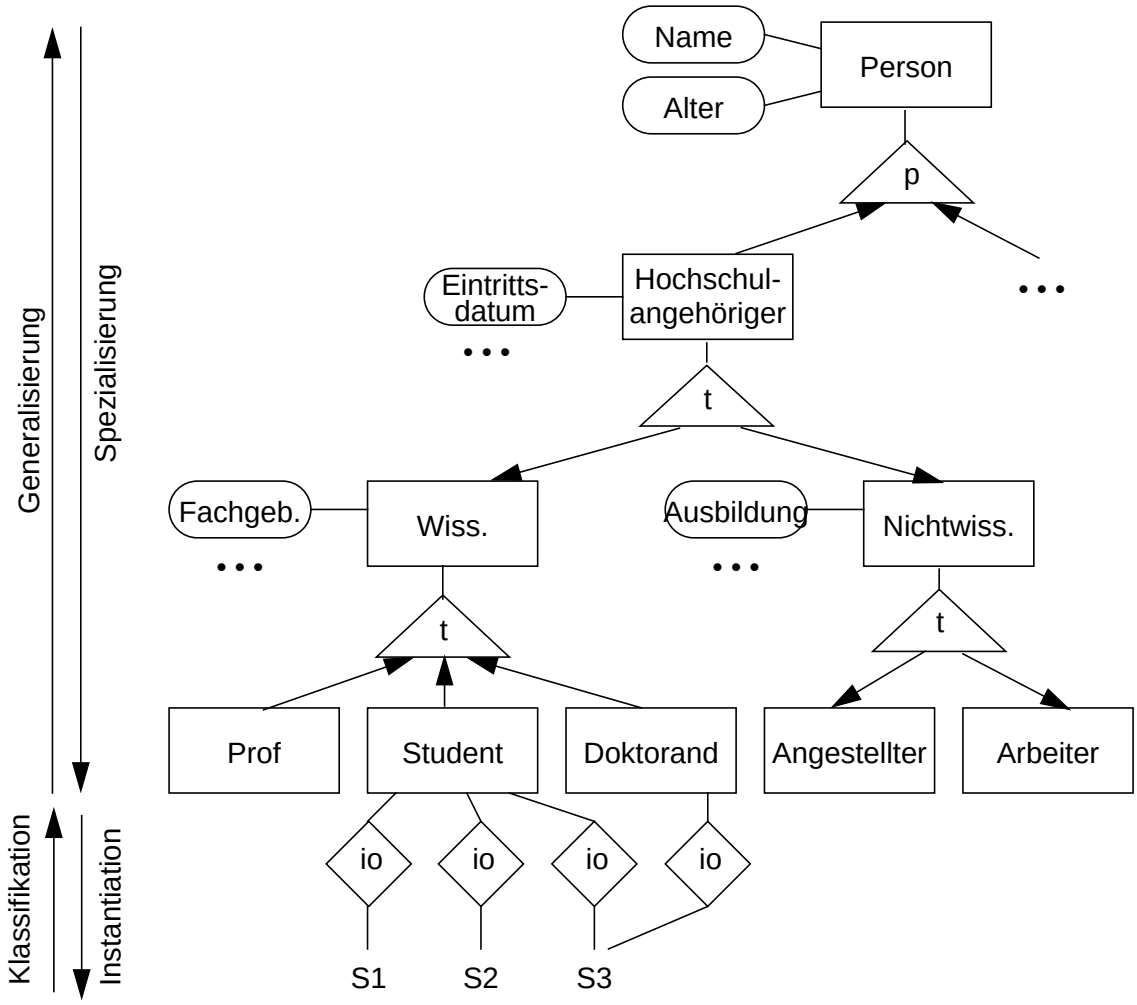
- **Partielle, disjunkte Spezialisierung**



- **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

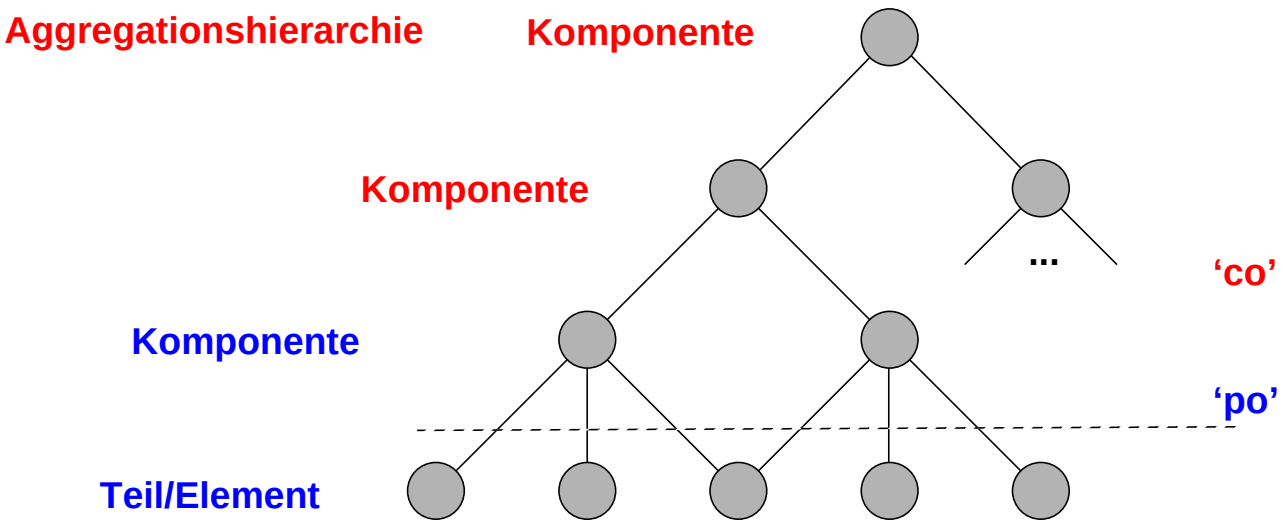
- **Anwendung**

  - Eine Kollektion von einfachen Objekten (Element-Objekt, **Teil**) wird als zusammengesetztes Objekt (**Komponenten**objekt/**Aggregat**objekt) 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)

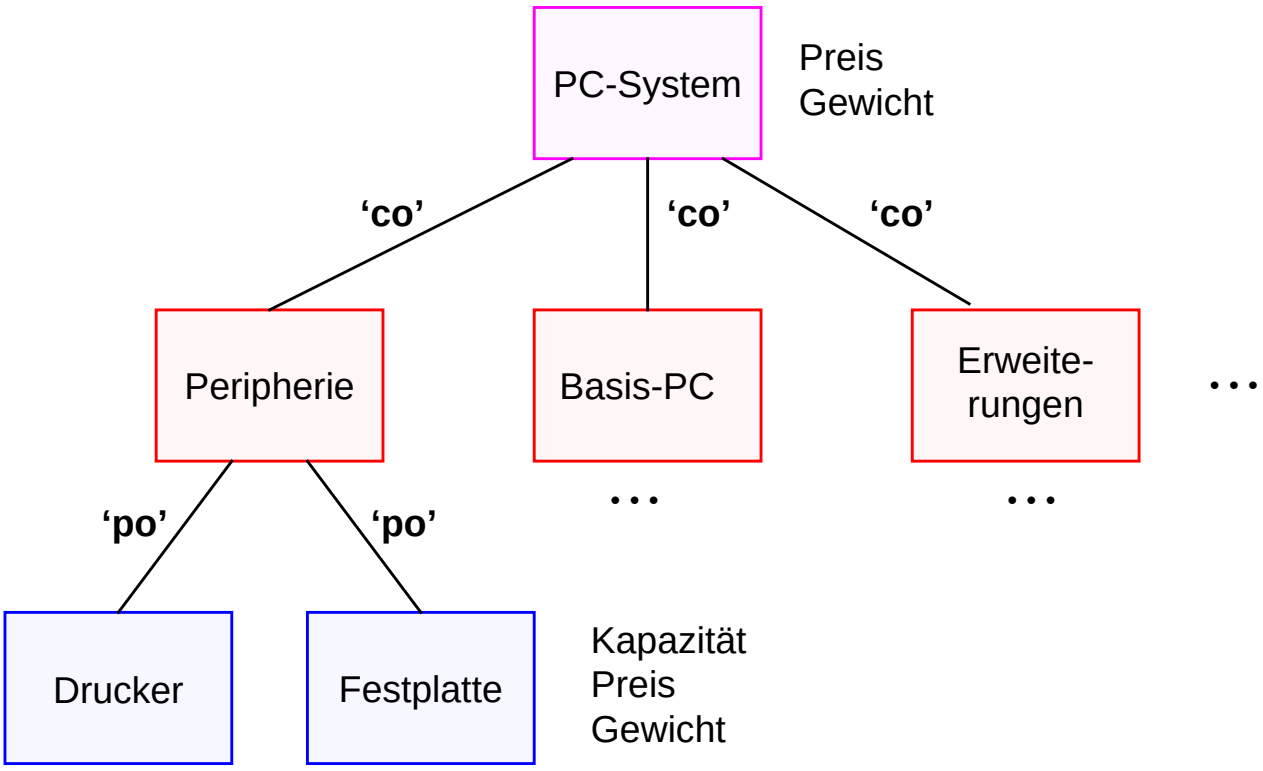
  - Die Möglichkeit, heterogene Objekte zu aggregieren, erhöht die Anwendungsflexibilität

- **Graphische Darstellung:**



Element-/Komponenten-Aggregation

Aggregation - Beispiel



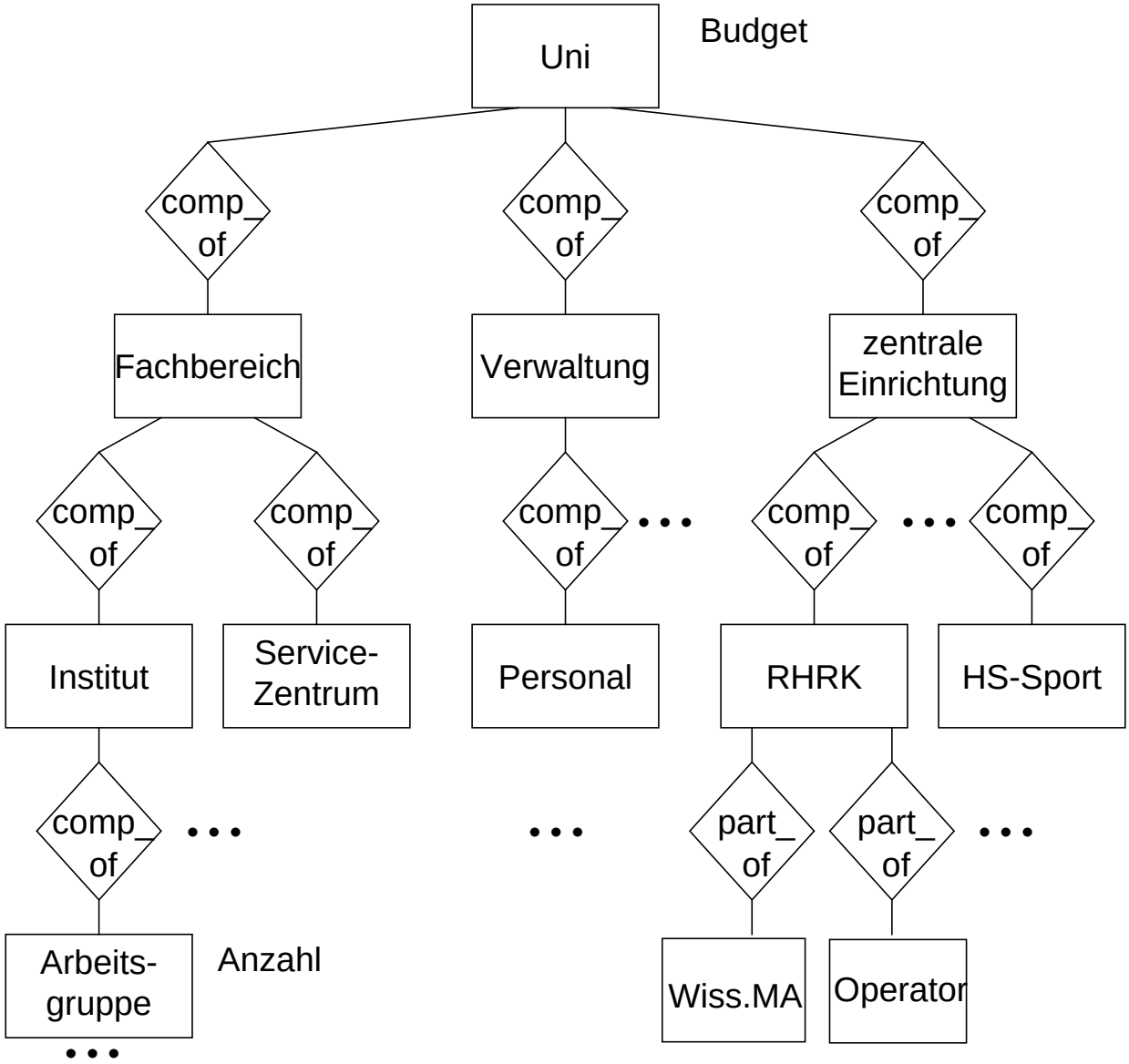
- **Systemkontrollierte Ableitungen: implizierte Prädikate**
  - Prädikate, die über der Aggregationshierarchie spezifiziert sind und gemeinsame Eigenschaften von Elementen/Aggregaten betreffen
  - 'upward implied predicate'

    Wenn P(x) wahr $\Rightarrow$ P (Aggregatobjekte (x)) wahr
  - 'downward implied predicate'

    Wenn P(x) wahr $\Rightarrow$ P (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)