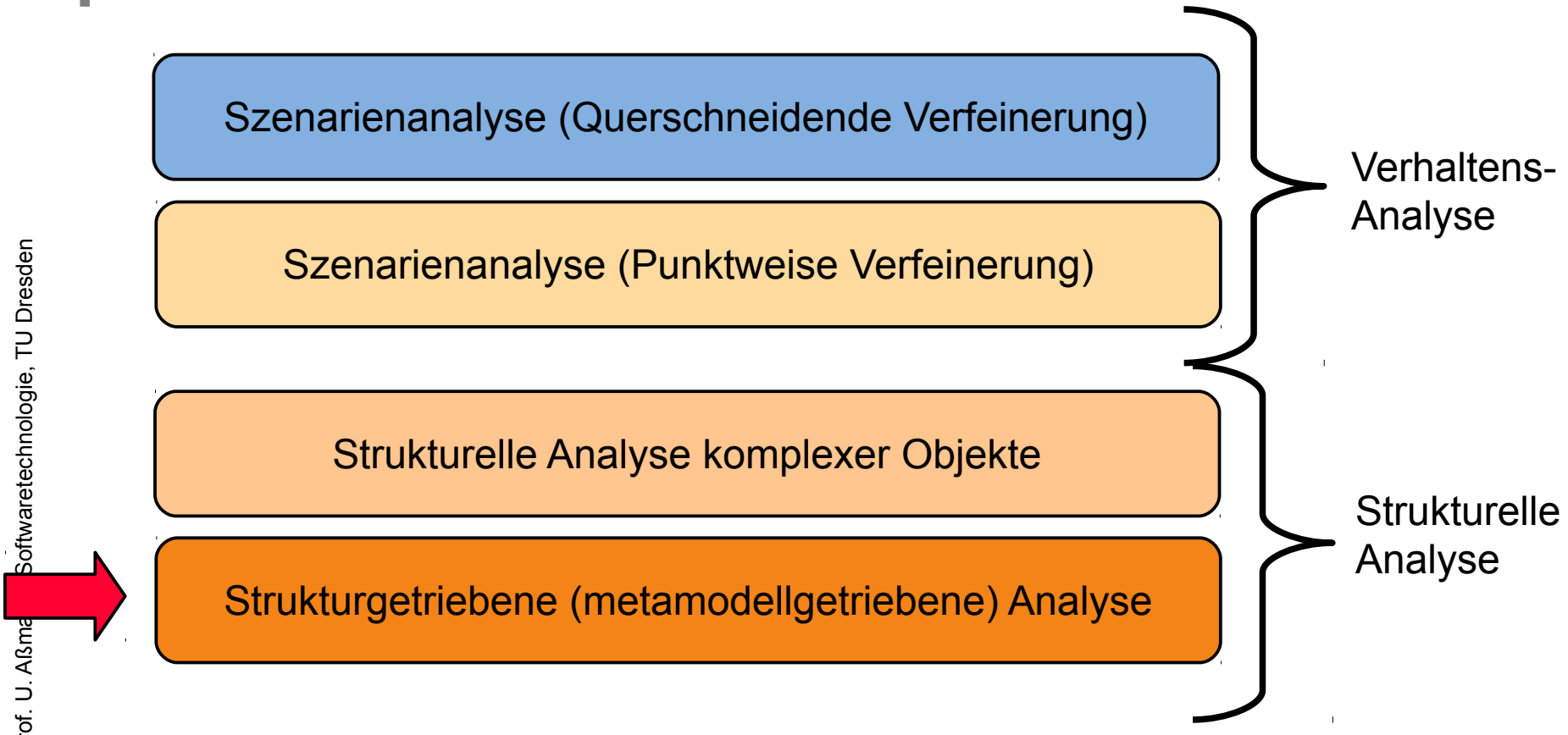
OOA (Teil III)
31) Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung

Prof. Dr. rer. nat. habil. Uwe Aßmann
Institut für Software- und Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
Version 13-1.1, 08.06.13

Obligatorische Literatur

- Zuser, Kap. 7-9
- Störrle 5.2-5.5
- Balzert Kap. 6-7, 9-10

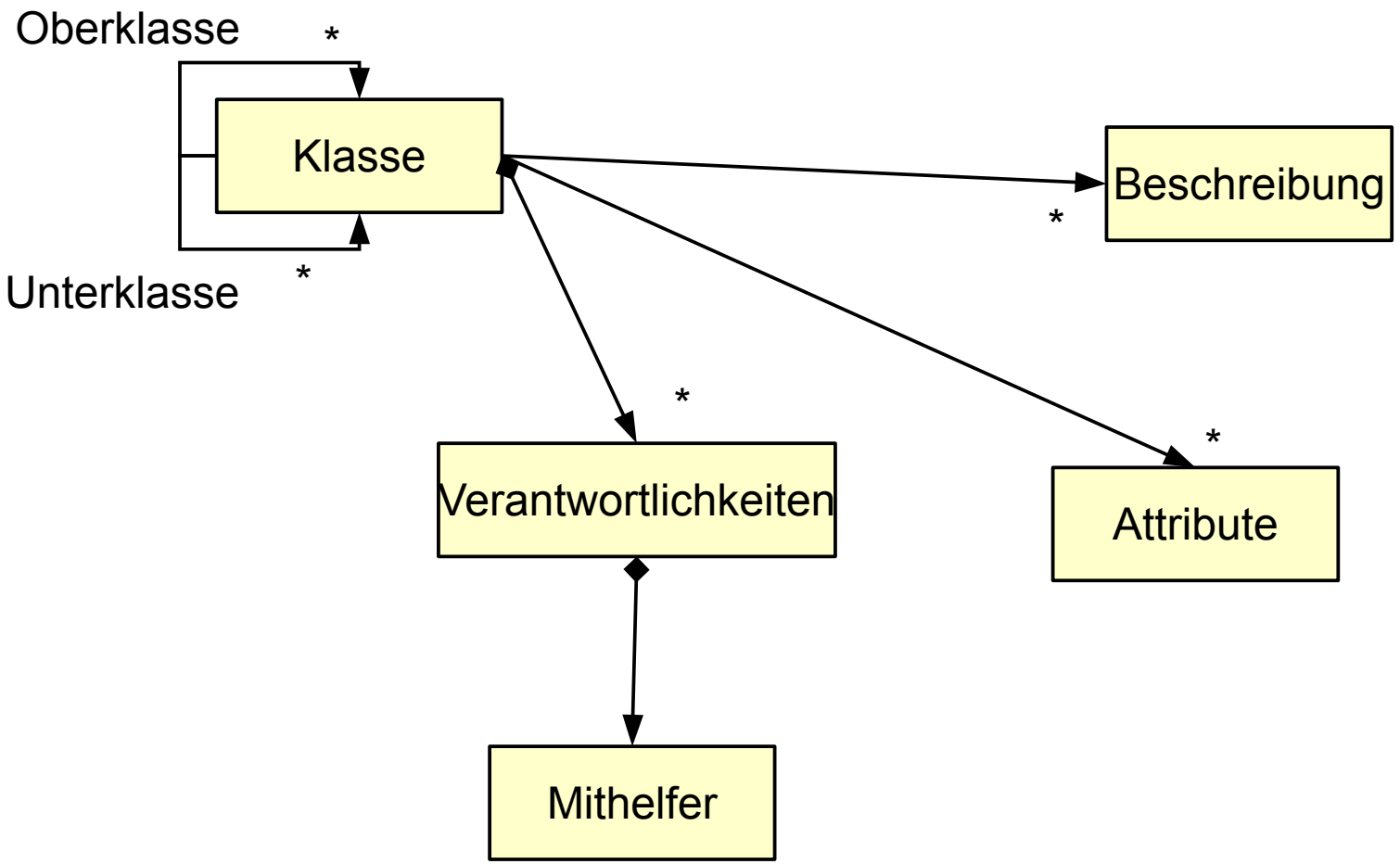
Objektorientierte Analyseverfahren



31.1 Strukturmodelle (Metamodelle)

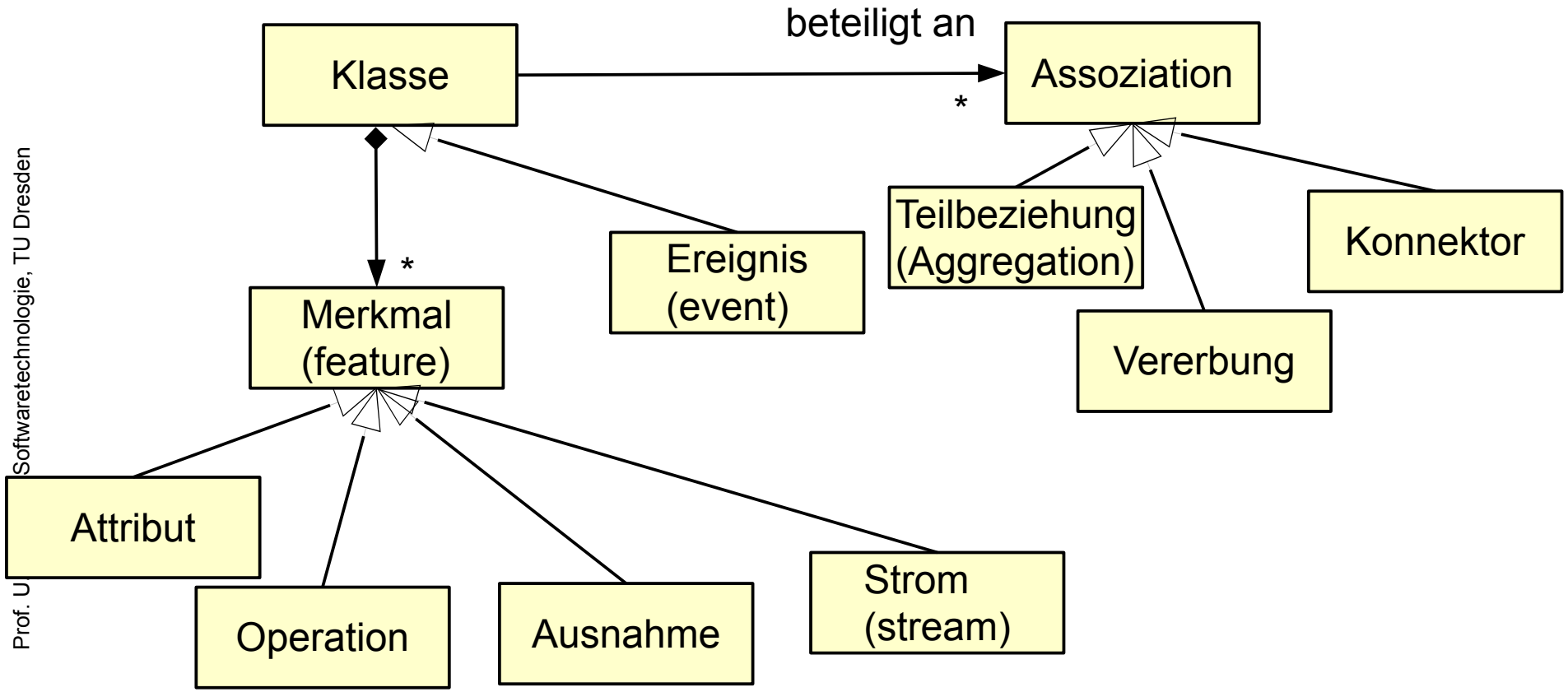
Metamodelle

- Ein **Metamodell** beschreibt die *Struktur einer Menge von Modellen* mit Hilfe eines Klassendiagramms
- Bsp.: Vereinfachtes Metamodell von CRC:



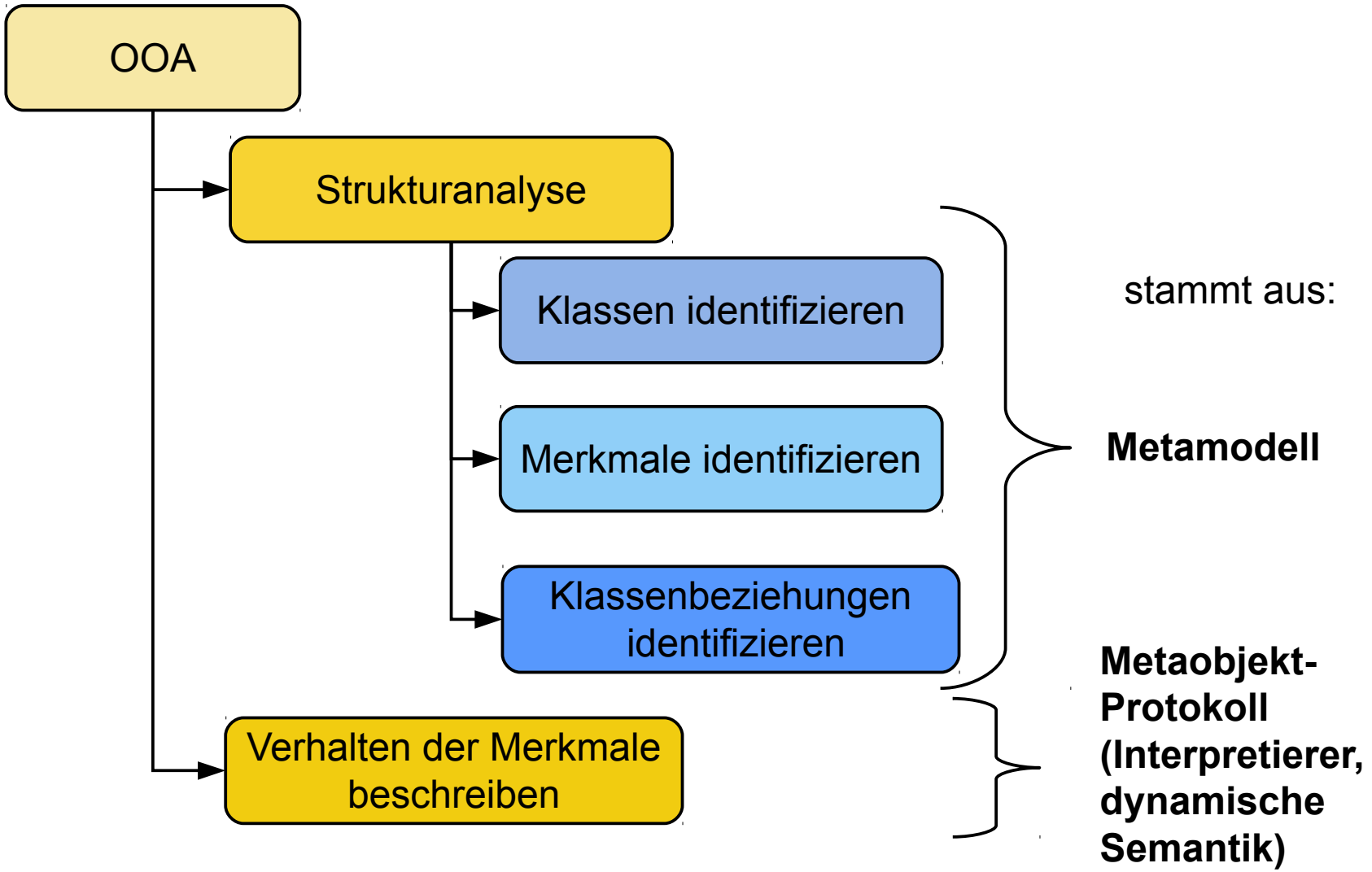
Metamodelle

- Vereinfachtes Metamodell von UML:



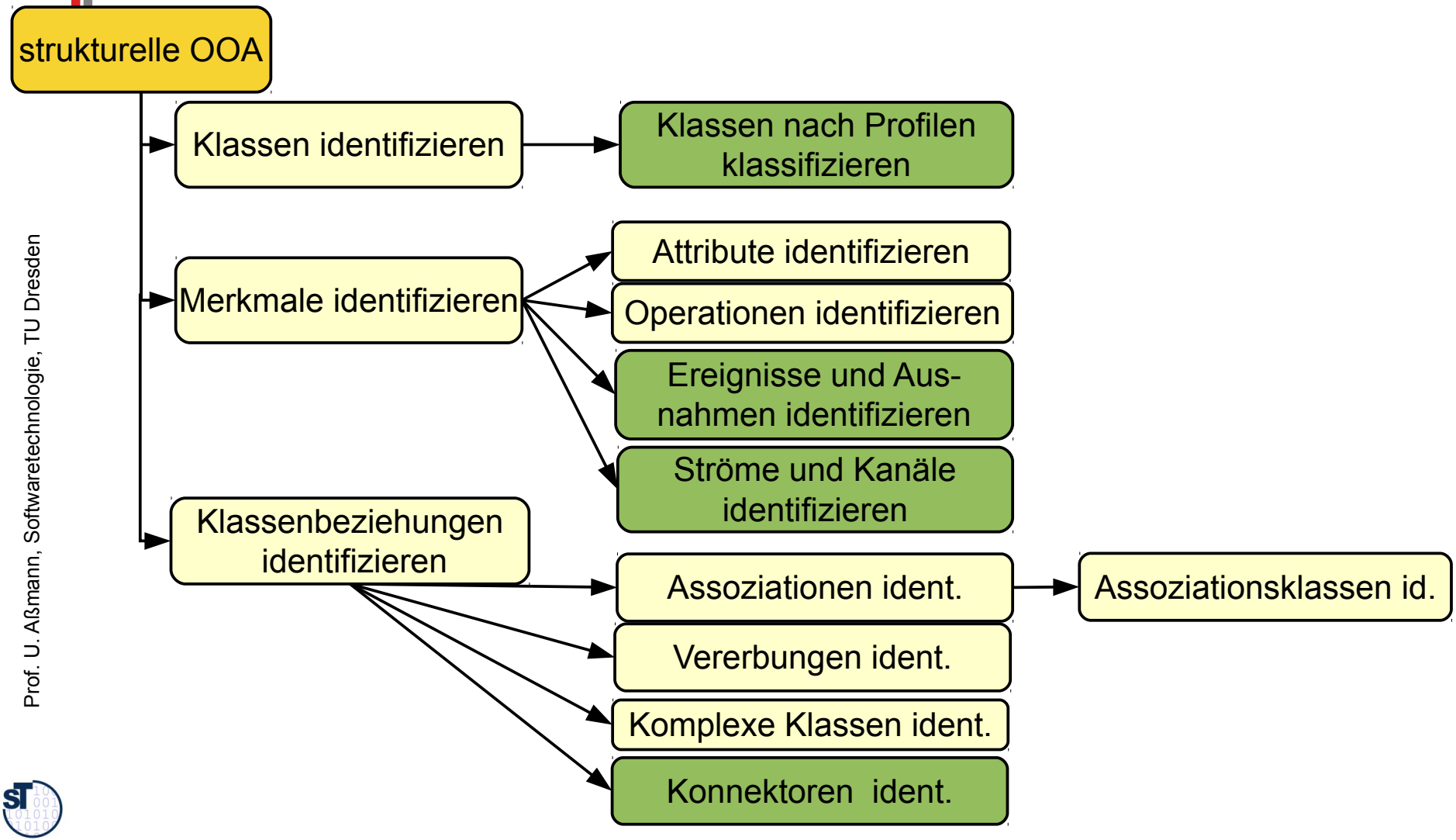
Schritte der objektorientierten, metamodellgetriebenen Analyse

- Ähnlich zur CRC Analyse, mit größeren Metamodellen, reicherer Struktur



Schritte der strukturellen, metamodellgetriebenen Analyse

- gelb: Domänenmodell; grün: Kontextmodell, TL-Architektur



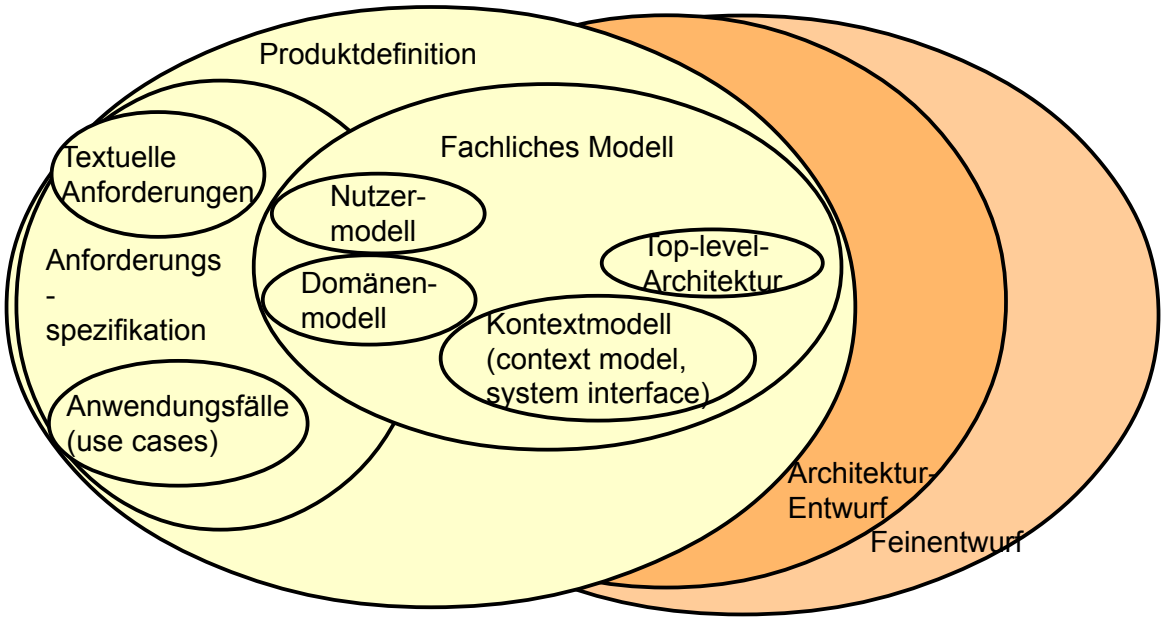
Strukturgetriebene Analyse

Während einer **strukturgetriebenen Analyse** sucht man im Problembereich des Kunden nach Ausprägungen aller Begriffe des Metamodells.

- Die Schritte der metamodellgetriebenen Analyse gelten für alle Arten von Analysemodellen in der Produktdefinition
  - Anforderungsspezifikationen
  - Fachliche Modelle
    - Domänenmodell
    - Kontextmodell
    - Top-level-Architektur
- Im folgenden werden sie hauptsächlich für ein Analysemodell dargestellt, das alle obigen Teilmodelle integriert
  - Man kann aber Klassen den jeweiligen Teilmodellen zuordnen
- Wir werden noch weitere Analyseschritte für Kontextmodell und Top-level-Architektur kennenlernen.

Vom Analysemodell zum Entwurfsmodell

- Analysemodelle sind gröber als Entwurfsmodelle.
  - Beim Übergang zum Entwurfsmodell wird das Analysemodell *verfeinert*, d.h. *ausgefüllt* und *detailliert*.
  - Das Analysemodell ist sozusagen das *Skelett* des Entwurfsmodells
    - Kontextmodell ergibt Top-Level-Architektur ergibt Architekturmodell ergibt Feinentwurf
    - Domänenmodell ergibt Materialentwurf
    - GUI-Prototyp ergibt GUI



Verfeinerung von der Analyse zum Entwurf

Das **Analysemodell** besteht aus Fragmentgruppen (Fragmenten und generischen Fragmenten) von UML

- Verfeinerungsschritte wurden bereits diskutiert
- Verfeinerungsschritte vom Analysemodell zum Entwurfsmodell
  - **Vervollständigung** (Ausfüllen, Elaboration) von Fragmenten zu Sätzen
    - Detaillierung von Fragmenten mit optionalen Einzelheiten
  - **Strukturierung**, Restrukturierung
  - **Abflachen** von Fragmenten (Flachklopfen, lowering, **Realisierung**): Ersetzen von ausdrucksstarken Konstrukten durch weniger ausdrucksstarke, implementierungsnähere
  - **Erhöhung Zuverlässigkei**t: Einziehen von qualitätssteigernden Fragmenten, z.B. Typen von Parametern, generische Typen

Was man vom Analysemodell abflachen muss

- Das Analysemodell nutzt verschiedene ausdrucksstarke Sprachkonstrukte (hier aUML), die nicht in der Programmiersprache (hier Java) vorhanden sind
- Beim Übergang vom Analysemodell zum Entwurfsmodell und Implementierungsmodell muss man diese abflachen (*Realisieren, Flachklopfen, lowering*)

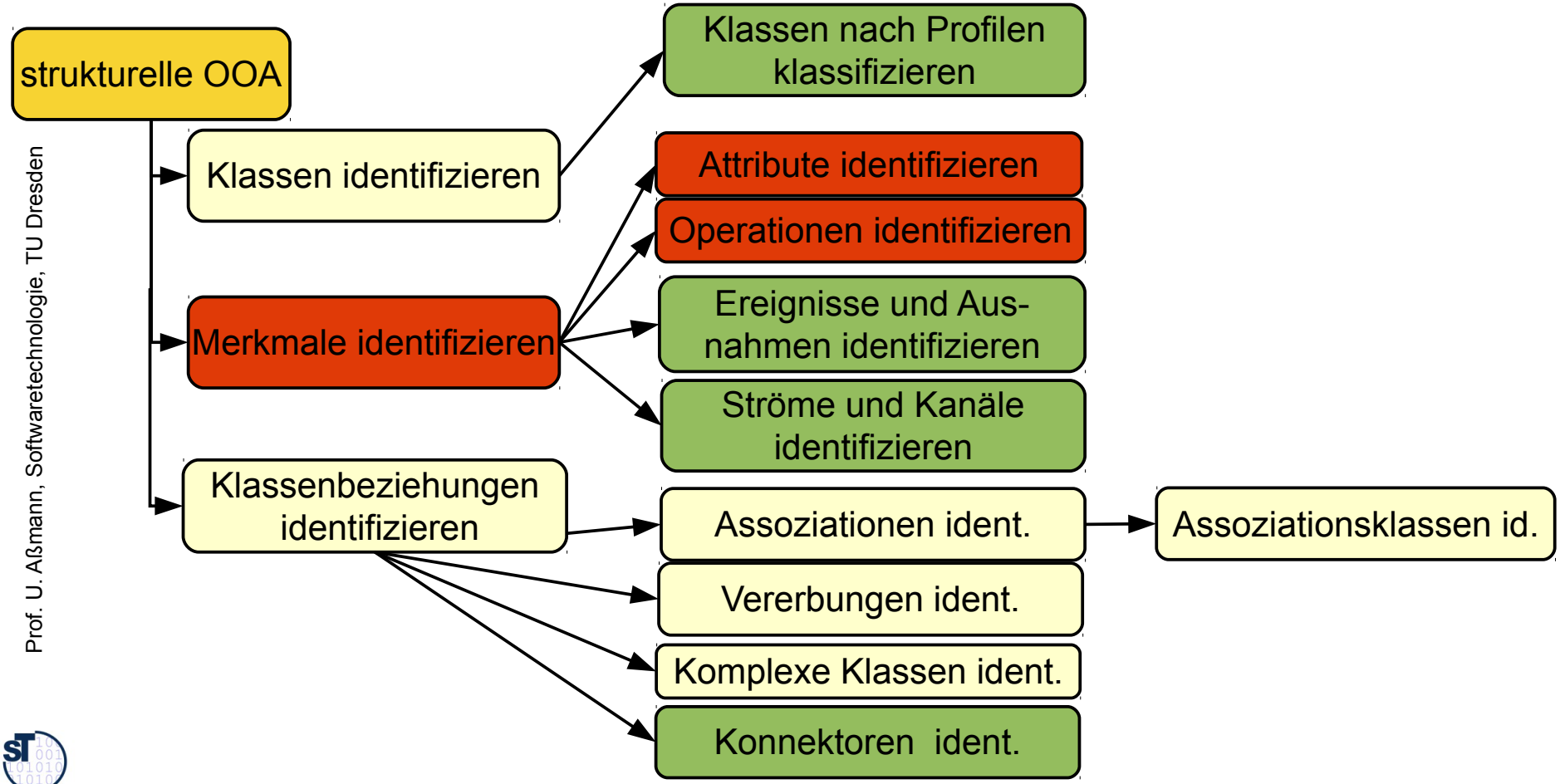
- Strukturelle Eigenschaften
  - Relationen:
    - n-stellige Assoziationen, bidirektionale Assoziationen
    - Aggregationen, Kompositionen
    - Konnektoren
  - Objekte:
    - Mehrfachvererbung von Code
    - Aktive Objekte
    - Komplexe Objekte wie Unterobjekte (Rollen, Facetten, Teile)
    - Ströme und Kanäle
- Verhalten
  - States
  - Activites
  - Ereignisse auffangen und behandeln

31.2 Analyse von Merkmalen

(Wdh.)

Schritte der strukturellen, metamodellgetriebenen Analyse

- Idee: Laufe das Metamodell ab und finde Ausprägungen aller Begriffe
- gelb: Domänenmodell; grün: Kontextmodell, TL-Architektur



Aufgabe der Analyse von Klassen

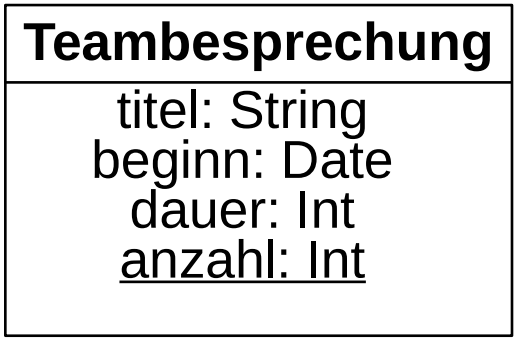
- im Domänenmodell:
  - Klassen können sowohl Objekte als Begriffe repräsentieren
  - Vererbung zwischen Begriffen bilden Begriffshierarchien (Taxonomien)
  - Assoziation
  - Aggregation und Komposition (Ganz-Teile-Beziehungen)
- in Kontextmodell und Top-level-Architektur:
  - Klassen repräsentieren Daten, die auf Kanälen fliessen
  - Prozesse, die die Daten bearbeiten
- in funktionalen Anforderungen:
  - funktionale Anforderungen werden Operationen, die Klassen zugeordnet sind

Botschaften, Operation, Methode

- Eine **Botschaft** (**Message, Nachricht)** ist eine Nachricht eines Senders an ein Empfänger-Objekt, eine Operation auszuführen
- Eine **Rückmeldung** ist eine Botschaft, die ein Sender einer Botschaft als Antwort erhält
- Eine **Operation** koppelt eine Botschaft mit einer Reaktion und einer Rückmeldung: “a service that can be requested from an object to effect behaviour” (UML-Standard)
- Eine **Methode** (method) “is the implementation of an operation” (das “Wie” einer Operation)
  - "In den Methoden wird all das programmiert, was geschehen soll, wenn das Objekt die betreffende Botschaft erhält." (Middendorf/Singer)
  - *synchrone Operation / Methode:* der Sender wartet auf die Beendigung des Service
  - *asynchrone Operation:* ein Service mit Verhalten aber ohne Rückgabe, d.h. der Sender braucht nicht zu warten
- Ein **Push** ist eine Botschaft mit einem Datum an ein Objekt zur Ablage
- Ein **Pull** ist eine Botschaft an ein Objekt zur Ablage, das als Rückmeldung ein Datum mitführt

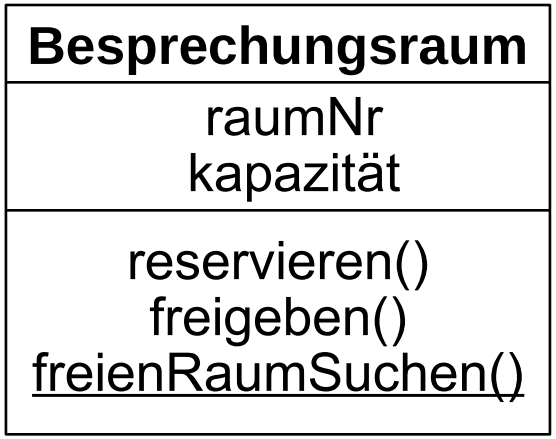
Klassenattribute (Statische Attribute)

- Ein **Klassenattribut** beschreibt ein Datenelement, das genau einen Wert für die gesamte Klasse annehmen kann.
  - Es ist also ein Attribut des Klassenprototypen
- **Notation:** Unterstreichung
- **Imlementierung:**
  - Implmentierungsmuster Singleton
  - Klassenattribute und -operationen: Schlüsselwort **`static`**



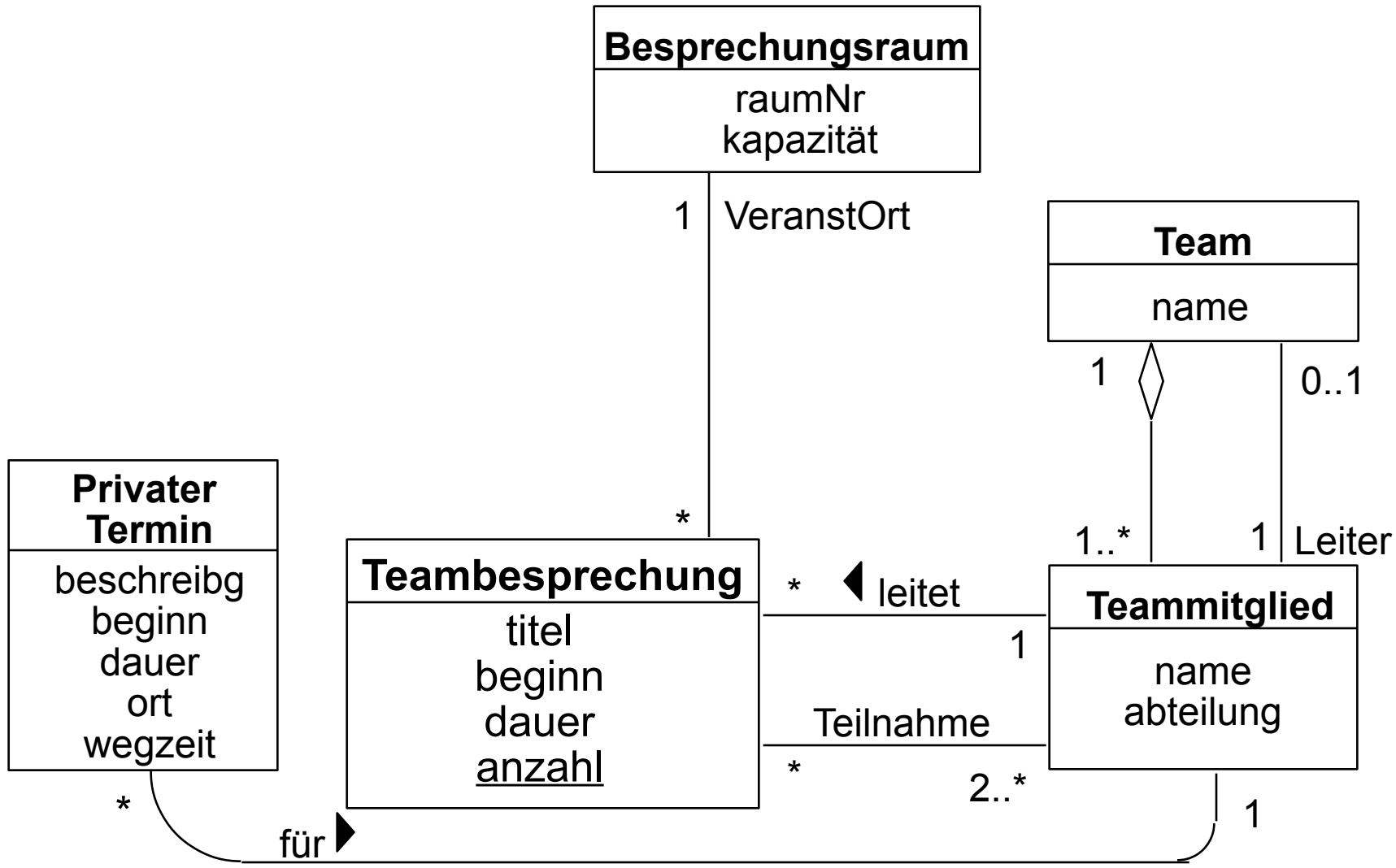
Klassenoperation (Statische Operation)

- **Definition** Eine ***Klassenoperation*** *A* einer Klasse *K* ist die Beschreibung einer Aufgabe, die nur unter Kenntnis der aktuellen Gesamtheit der Instanzen der Klasse ausgeführt werden kann.
  Gewöhnliche Operationen heißen auch ***Instanzoperationen.***
- **UML Notation:** Unterstreichung analog zu Klassenattributen.
- **Java:** Die Methode main() ist statisch, und kann vom Betriebssystem aus aufgerufen werden




```
class Steuererklaerung {

  public static main (String[] args) {
     Steuerzahler hans =
       new Steuerzahler();
     ...
  }
}
```

Beispiel: Analysemodelle beginnen mit unvollständiger Information (Fragmente)



Prof. U. Aßmann, Softwaretechnologie, TU Dresden

Operationen

- **Def.:** Eine ***Operation*** einer Klasse *K* ist die Beschreibung einer Aufgabe, die jede Instanz der Klasse *K* ausführen kann.

Teambesprechung
titel beginn dauer
raumFestlegen einladen absagen

Teambesprechung
titel beginn dauer
raumFestlegen() einladen() absagen()

- "Leere Klammern":
  - In vielen Büchern (und den Unterlagen zur Vorlesung) zur Unterscheidung von Attributnamen: raumFestlegen(), einladen(), absagen() etc.
  - Auf Analyseebene gleichwertig zu Version ohne Klammern

Parameter und Datentypen für Operationen

- Detaillierungsgrad in der Analysephase gering
  - meist Operationsname ausreichend
  - Signatur kann angegeben werden
  - Entwurfsphase und Implementierungsmodell: vollständige Angaben der Typen ist nötig, um Fehler in der Programmierung früher zu erkennen (frühe oder statische Typisierung)

- **Notation:**

  `Operation (Art Parameter:ParamTyp=DefWert, ...): ResTyp`

  - *Art* (des Parameters): **in**, **out**, oder **inout** (weglassen heißt **in**)
  - *DefWert* legt einen Default-Parameterwert fest, der bei Weglassen des Parameters im Aufruf gilt.

- **Beispiel** (Klasse Teambesprechung)**:**

```
raumFestlegen (in wunschRaum: Besprechungsraum): Boolean
```

Spezifikation von Operationen

- **Definition** Die *Spezifikation* einer Operation legt das Verhalten der Operation fest, ohne einen Algorithmus festzuschreiben.

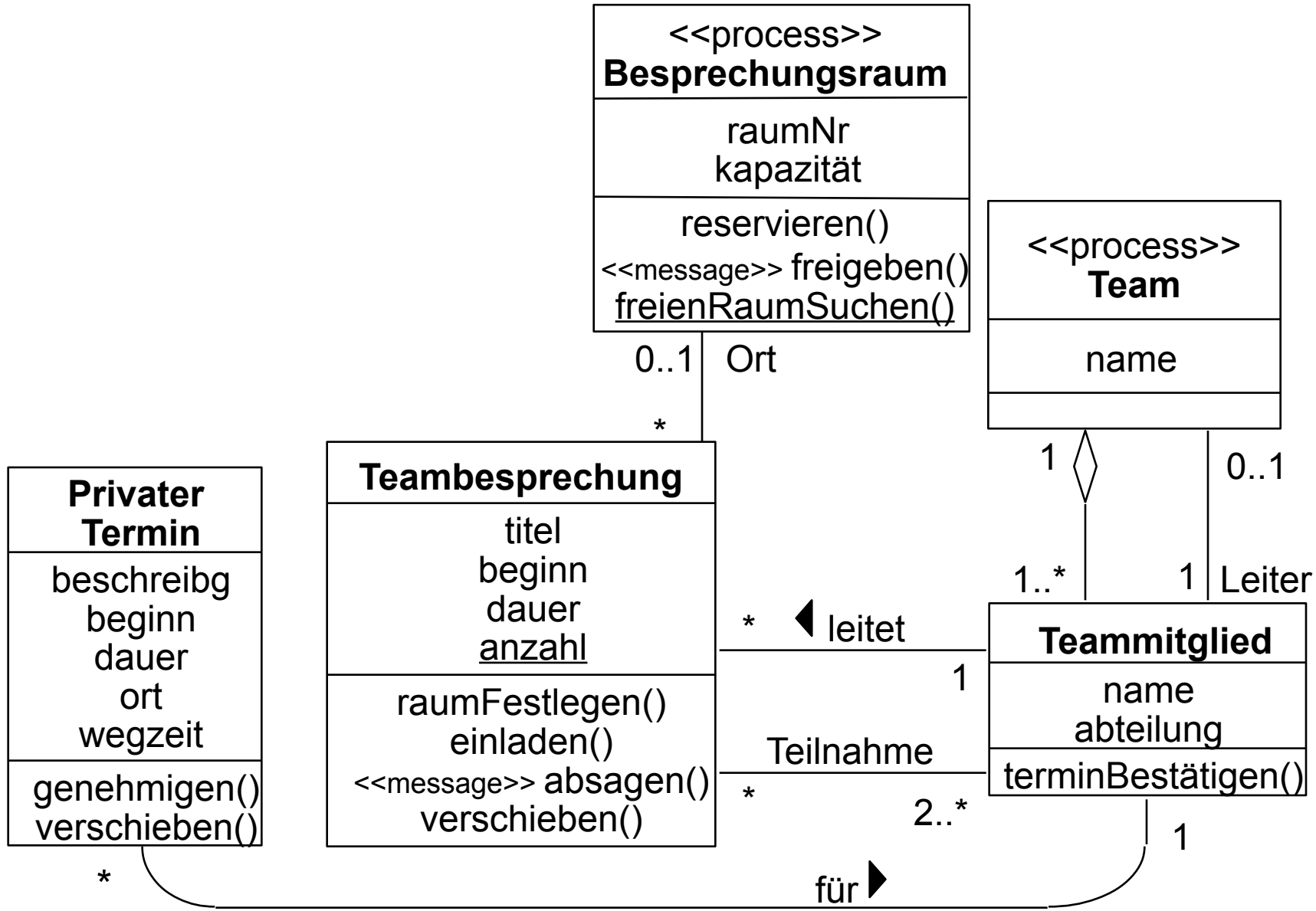
Es wird das *"**Was**"* beschrieben und noch nicht das ***"Wie"***.

- Häufigste Formen von Spezifikationen:
  - Signaturen (Typen der Parameter und Rückgabewerte)
  - Text in natürlicher Sprache (oft mit speziellen Konventionen)
    - Oft in Programmcode eingebettet (Kommentare)
    - Werkzeugunterstützung zur Dokumentationsgenerierung, z.B. "javadoc"
  - Vor- und Nachbedingungen (Verträge, contracts)
  - Tabellen, spezielle Notationen
  - "Pseudocode" (Programmiersprachenartiger Text)
  - Zustandsmaschinen, Aktivitätendiagramme

Sequentielle und parallele OO Sprachen

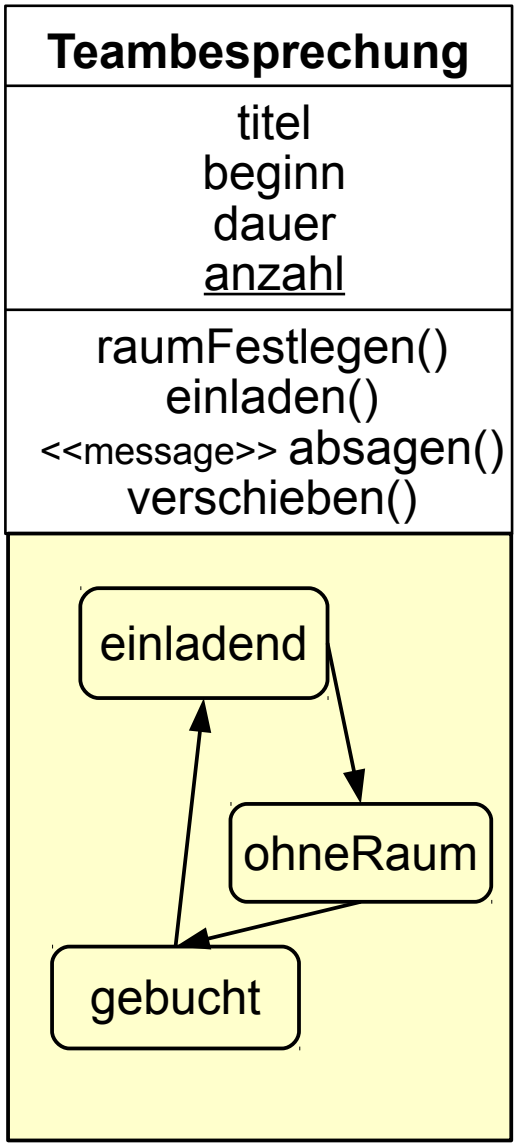
- Objekte kommunizieren mit Botschaftenaustausch und reagieren auf den Empfang einer Nachricht mit dem Ausführen einer (oder mehrerer) Methode(n)
- In einer **sequentiellen objekt-orientierten Sprache** setzt sich ein Aufruf an ein Objekt mit der Anfrage, eine Operation (einen Dienst) auszuführen, zusammen aus:
  - einer Aufruf-Nachricht (Botschaft, message),
  - einer synchronen Ausführung einer (oder mehrerer) Methoden und
  - einer Aufruf-Fertigmeldung (mit Rückgabe)
- In einer **parallelen objekt-orientierten Sprache** setzt sich ein Aufruf an ein Objekt mit der Anfrage, eine Operation (einen Dienst) auszuführen, zusammen aus:
  - einer Aufruf-Nachricht (Botschaft, message),
  - einer *asynchronen* Ausführung von Methoden (der Sender kann parallel weiterlaufen)
  - einer Aufruf-Fertigmeldung (mit Rückgabe), die vom Sender ausdrücklich abgefragt werden muss

Beispiel: Parallelität und verschiedene Arten von Operationen im Analysemodell



Weitere Bemerkungen

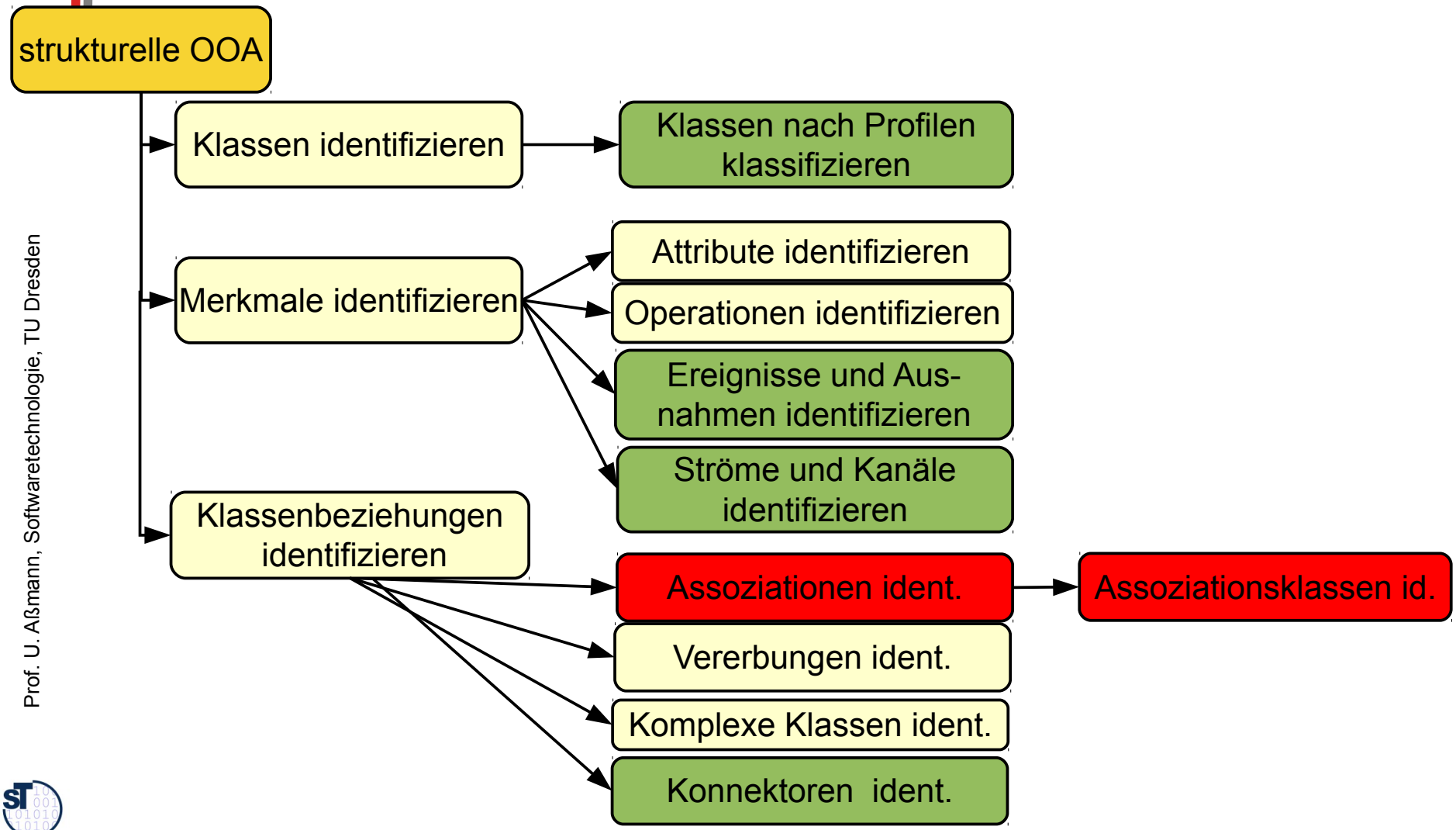
- Weitere Abteile (compartments) in Klassen:
  - Neben dem Attribut- und Operationsabteil können weitere Abteile angehängt werden
  - Verhaltensmodelle können in Abteilen hinzukommen (Statecharts, Aktivitätendiagramme)
  - Mit solchen Verhaltensbeschreibungen können *Objektlebenszyklen* beschrieben werden (siehe später)



31.3 Analyse von Klassenbeziehungen

Schritte der strukturellen, metamodellgetriebenen Analyse

- gelb: Domänenmodell; grün: Kontextmodell, TL-Architektur

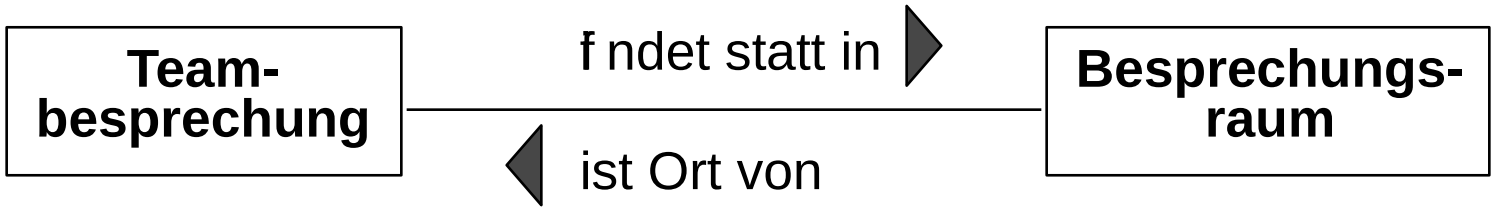


Assoziation (Klassenbeziehung)

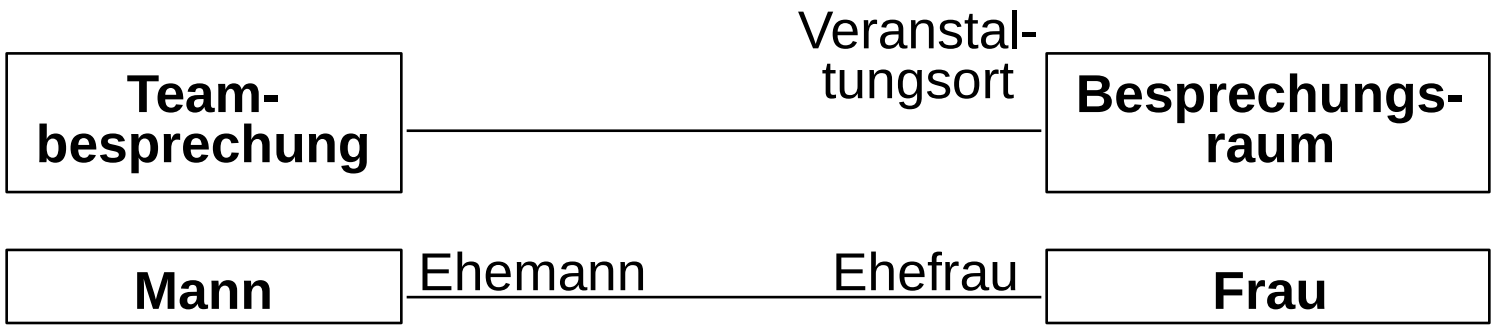
- Assoziationen stellen Relationen, Graphen oder Hypergraphen dar, d.h. bilden Abstraktionen von Referenzen
- **Definition:** Eine (binäre) **Assoziation (Beziehung, relationship)** AS zwischen zwei Klassen *K1* und *K2* beschreibt, daß die Instanzen der beiden Klassen in einer Beziehung zueinander stehen.
- **Semantik:** Für jedes Objekt *O1* der Klasse *K1* gibt es eine individuelle, veränderbare und endliche Menge *AS* von Objekten der Klasse *K2*, mit dem die Assoziation *AS* besteht.
  Analoges gilt für Objekte von *K2*.
- Mathematisch ist dies eine Relation zwischen dem Extent von K1 und dem Extent von K2

Leserichtung und Assoziationsenden

- Für Assoziationsnamen kann die **Leserichtung** angegeben werden.

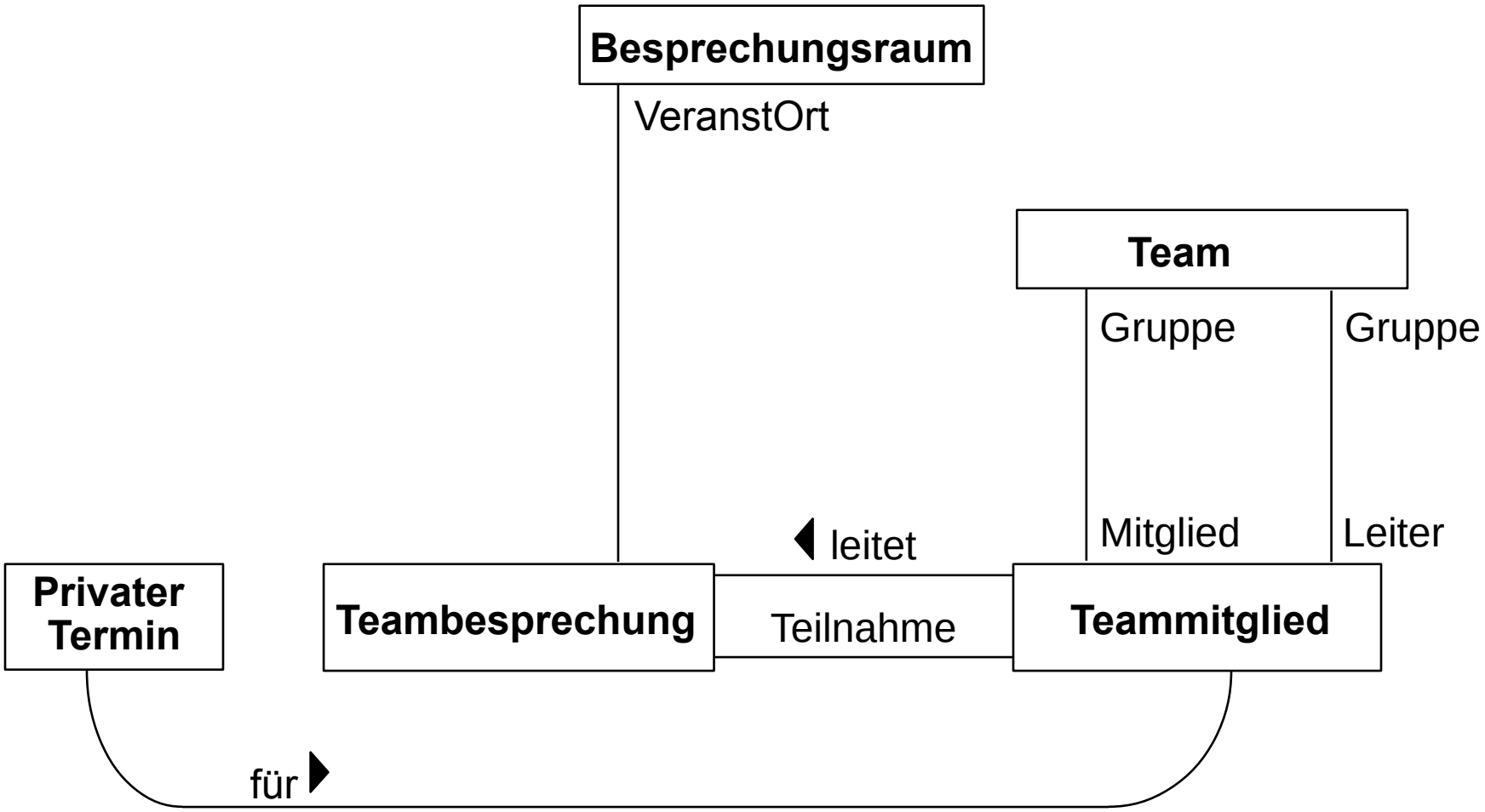


- Ein Name für ein **Assoziationsende** bezeichnet die Assoziation aus der Sicht einer der teilnehmenden Klassen.
  - Ein Assoziationende beschreibt die ***Rolle*** einer Klasse in einer Assoziation



Beispiel: Assoziationen

- Die Assoziationen eines Analysediagramms können “gelesen” werden:
  - Ein Team besitzt als Mitglieder die Teammitglieder, als Leiter ein Teammitglied. Teammitglieder gehören zur Gruppe des Teams.



Multiplizität bei Assoziationen

- **Definition** Die **Multiplizität (Kardinalität)** einer Klasse *K1* in einer Assoziation *AS* mit einer Klasse *K2* begrenzt die Anzahl der Objekte der Klasse *K2*, mit denen ein Objekt von *K1* in der Assoziation *AS* stehen darf. (**Weite** der Relation)

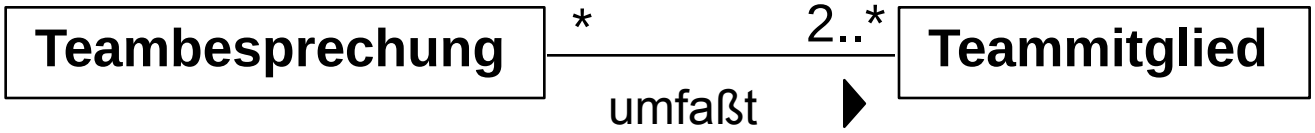
- **Notation:**

Multiplizität *Mult:*

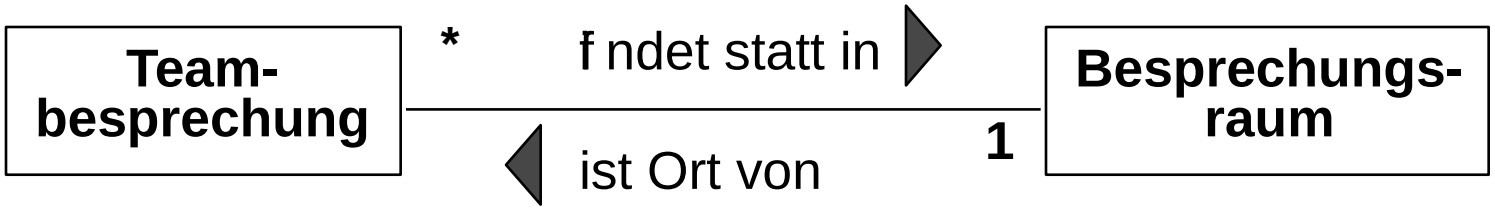
n	(genau *n* Objekte der Klasse *K2*)
n..m	(*n* bis *m* Objekte der Klasse *K2*)
n1, n2	(*n1* oder *n2* Objekte der Klasse *K2*)

Zulässig für *n* und *m* :

Zahlenwerte	(auch 0)
*	(d.h. beliebiger Wert, einschließlich 0)

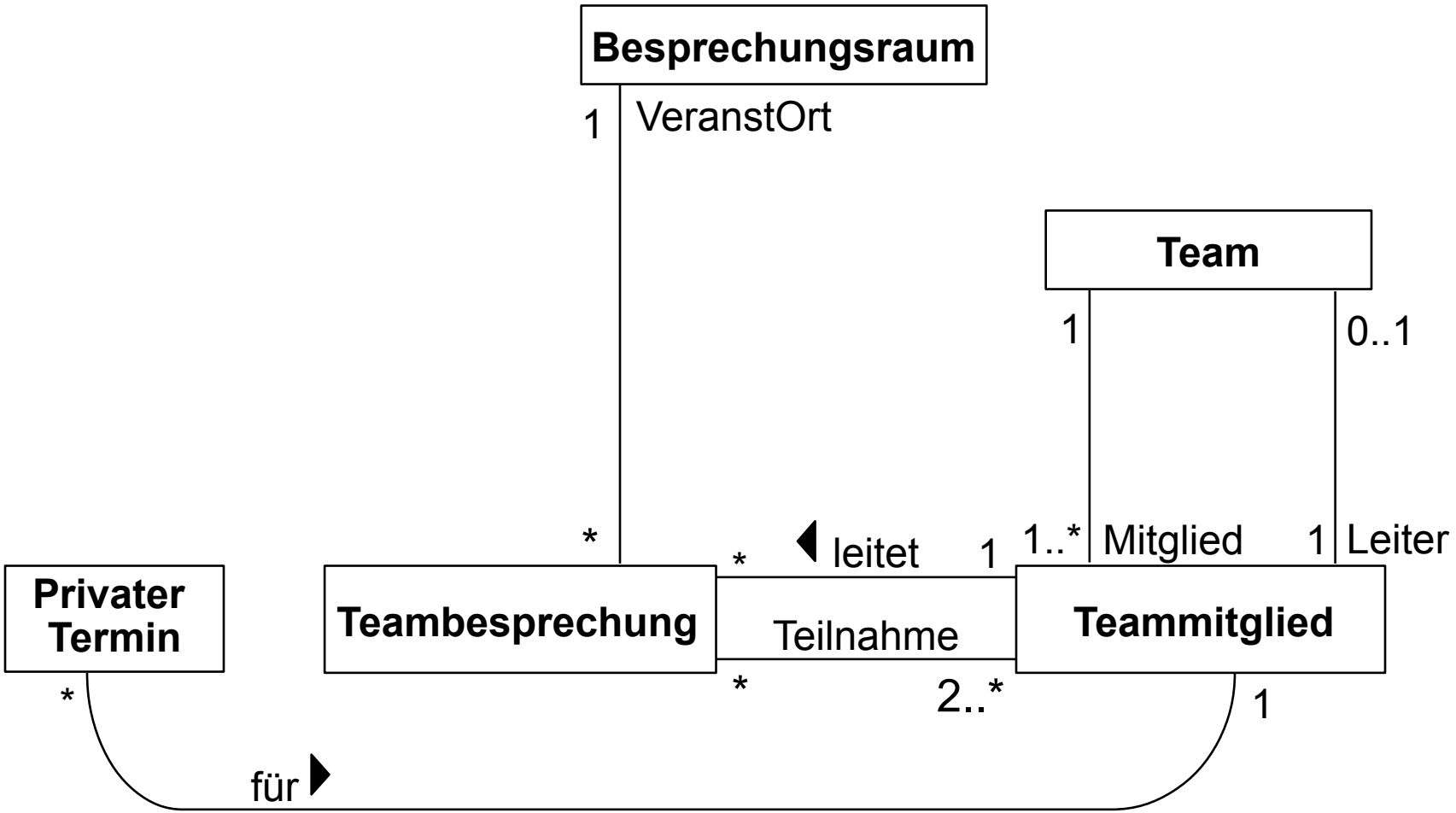


Multiplizitäten bestimmen durch "Vorlesen"



- Von links nach rechts:
  - "Jede Teambesprechung findet statt in ***(wie vielen?)*** Besprechungsräumen."
  - "Jede Teambesprechung findet statt in genau 1 Besprechungsraum."
- Von rechts nach links:
  - "Jeder Besprechungsraum ist Ort von ***(wie vielen?)*** Teambesprechungen."
  - Jeder Besprechungsraum ist Ort von 0 oder mehreren Teambesprechungen."
- Die Multiplizitätsbeschränkung steht an der Klasse, für die die Anzahl der Teilnehmer an der Assoziation beschränkt werden.

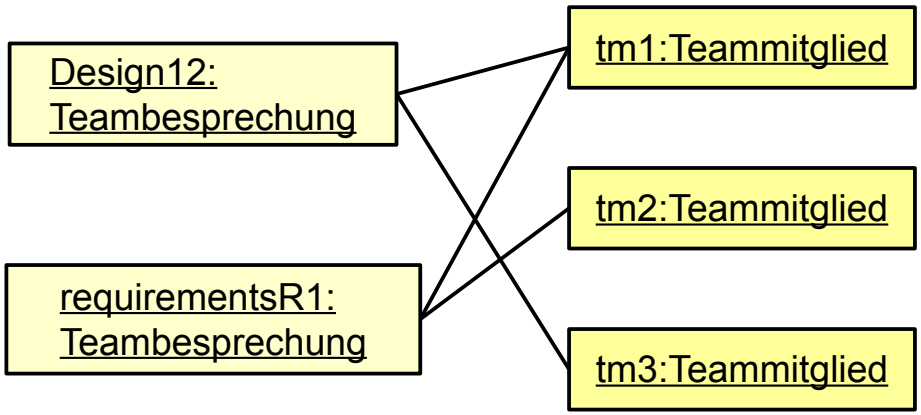
Beispiel: Multiplizitäten



Semantik (bidirektionaler) Assoziationen

- Ein **Extent** einer Assoziation (auch *Relation, Graph*) ist ähnlich einer *Tabelle*:

Teilnahme-Assoziation	
Teambesprechung	Teammitglied
design12	tm1
design12	tm3
requirementsR1	tm1
requirementsR1	tm2



- Von einem beteiligten Objekt aus betrachtet, gibt eine Assoziation eine *Menge* von assoziierten Objekten an (**Nachbarmenge**)*:*

  Objekt design12:Teambesprechung

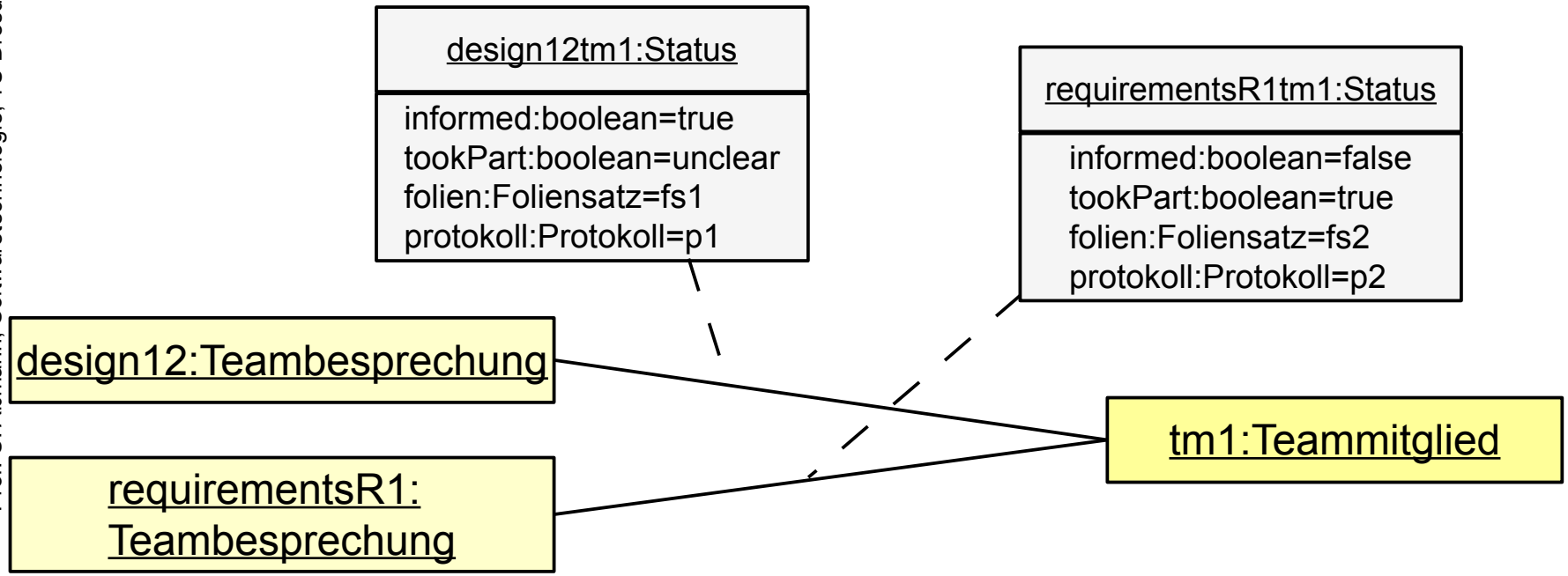
  Teammitglied-Objekte in Teilnahme-Assoziation: {tm1, tm3}

  Objekt tm1:Teammitglied

  Teambesprechung-Objekte in Teilnahme-Assoziation: {design12,requirementsR1}

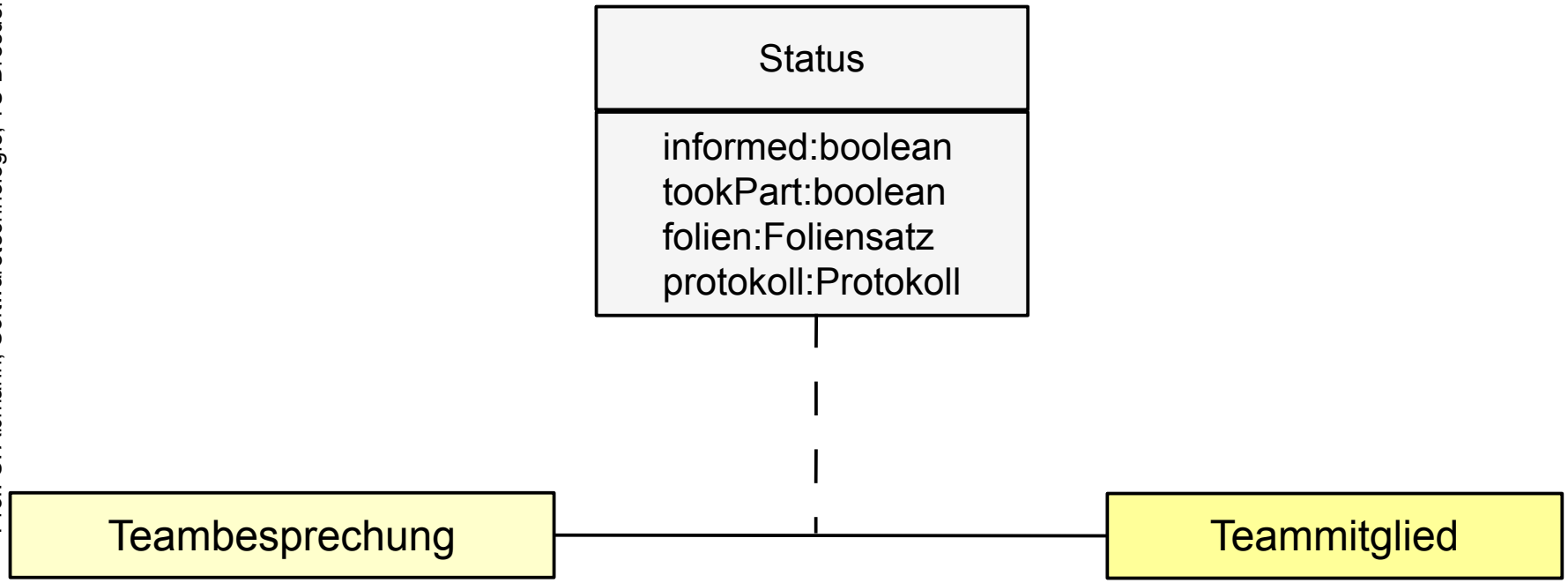
Assoziationsattribute

- Oft tragen Assoziationen (Tupel der Relationen, Kanten des Graphen) *Kantenattribute*
  - Diese werden durch *Kantenobjekte* modelliert:

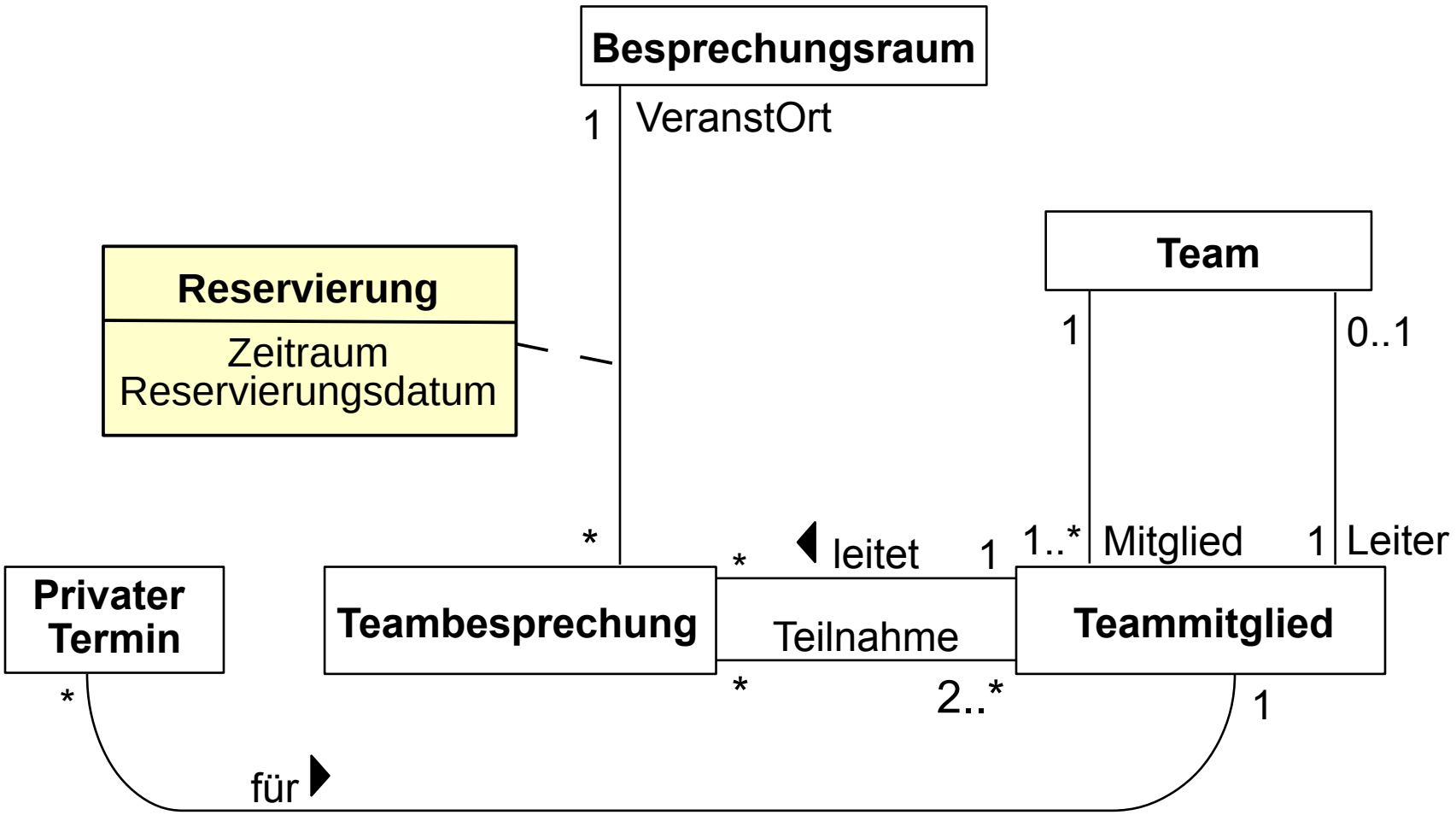


Assoziationsklassen

- **Definition**: Eine *Assoziationsklasse* beschreibt die Kantenobjekte einer Assoziation.
- Assoziationsklassen werden benötigt, wenn Wissen darstellt werden soll, das für jede Kante (Tupel) *unterschiedlich* ist, d.h. Wissen über die Assoziation der Objekte darstellt



Beispiel: Reservierung als Assoziationsklasse



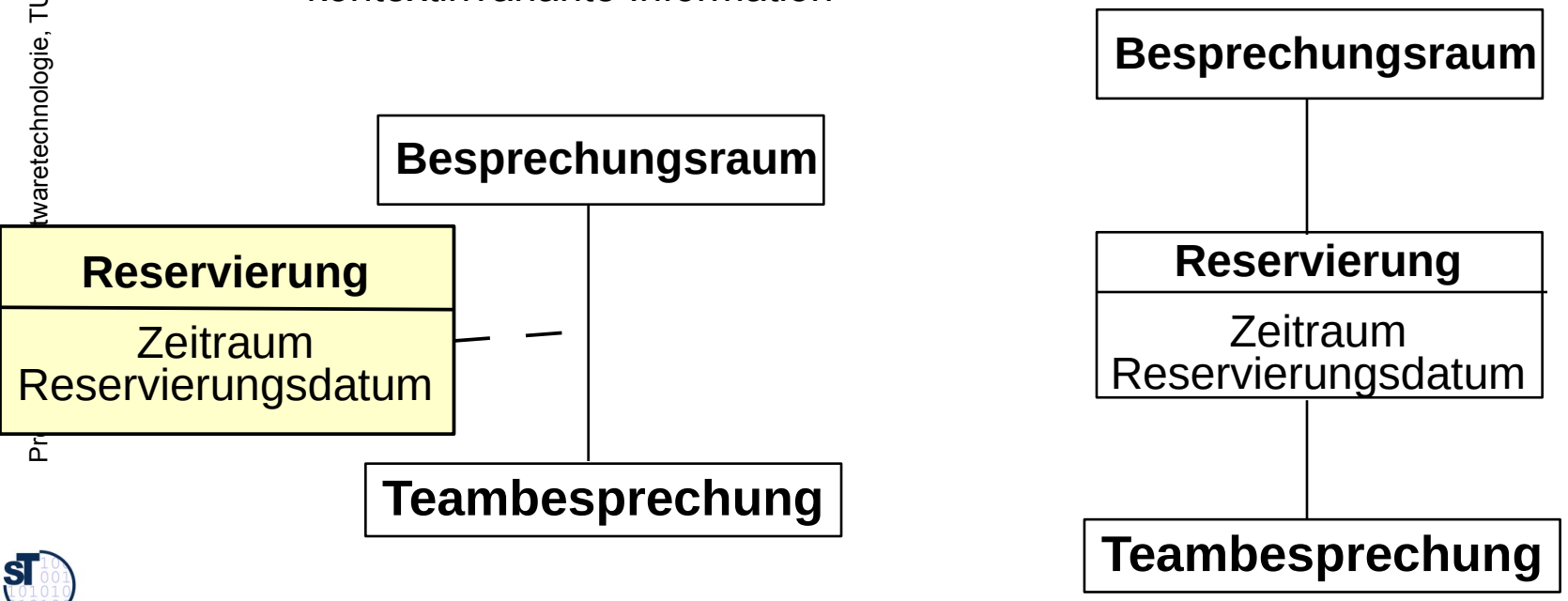
21.3.2 Realisierung von Assoziationen

- 1) Realisierung durch Assoziationsklassen bzw. Zwischenklassen, die Assoziationen repräsentieren:
  - Geeignete Datenstrukturen erforderlich
    - "Beidseitige" Abfragemöglichkeit
    - Abflachung zu normalen Klassen nötig
- 2) Realisierung durch Graphen einer Graph-Bibliothek (siehe Kap. 23)
- 3) Realisierung von Assoziationen durch explizite Rollenklassen
- 4) Realisierung durch zwei gerichtete Assoziationen
  - Redundanz: zusätzlicher Speicheraufwand, Gefahr von Inkonsistenzen
  - Aber: schnelle Navigation
- 5) Realisierung nur in einer Richtung:
  - Gibt nicht die volle Semantik des Modells wieder
  - Abhängig von Benutzung (Navigation) der Assoziation

- **Genaue Entscheidung erst im Entwurf !**

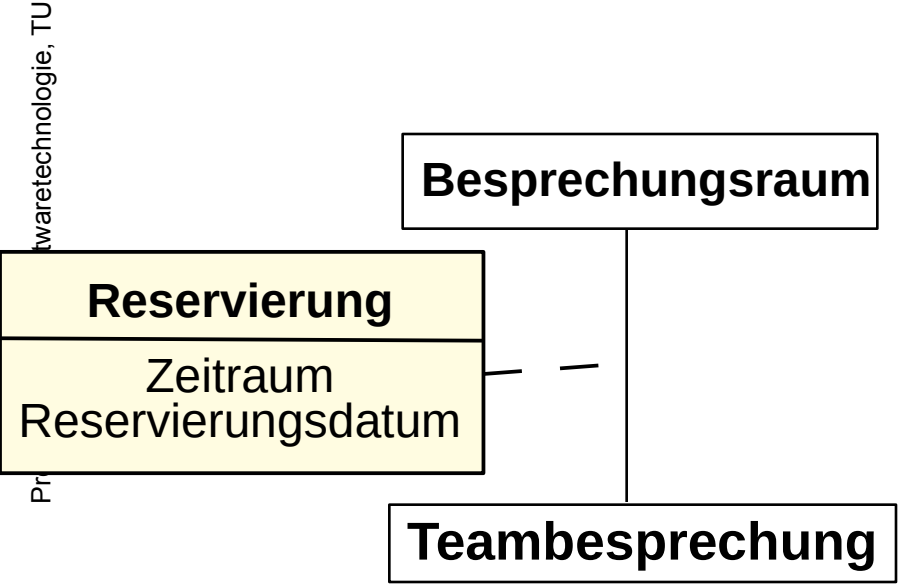
21.3.2.1 Realisierung von Assoziationsklassen mit “Zwischenklassen”

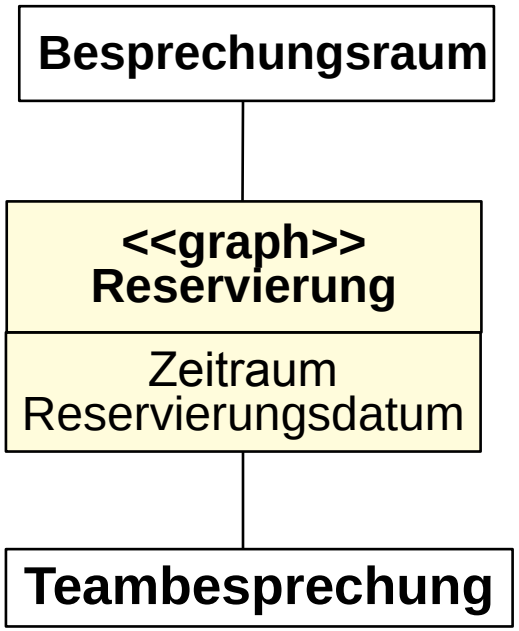
- Assoziationsklassen können im Implementierungsmodell in normale relationale „Zwischen“-Klassen abgeflacht werden:
  - Attribut "Reservierungsdatum" für eine Raumreservierung wird für Assotiation benötigt (z.B. um Reservierungskonflikte aufzulösen).
  - Die Klasse "Reservierung" wird in die bestehende Assoziation eingefügt und "zerlegt" sie in zwei neue Assoziationen.
  - Die Klasse “Reservierung” trägt die kontextspezifische Information, “Besprechungsraum” und “Teambesprechung” fokussieren sich auf die kontextinvariante Information



Realisierung von Assoziationsklassen

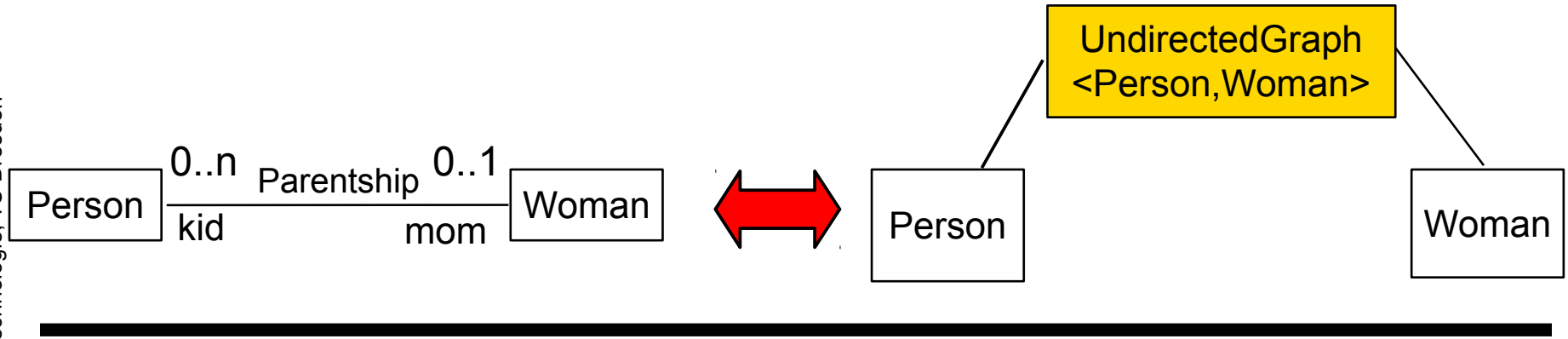
- Assoziationsklassen können im Implementierungsmodell in Graphklassen abgeflacht werden:



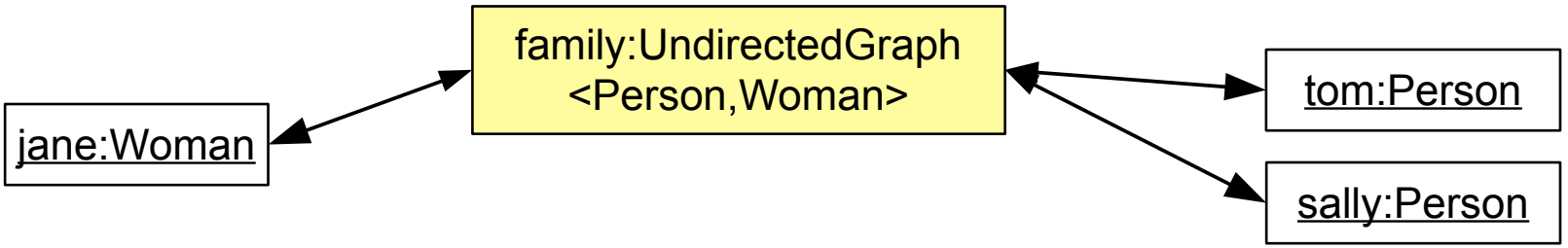


21.3.2.2 Realisierung von bidirektionalen Assoziationen durch Graphklassen

- Auch bidirektionale Assoziationen können durch Graphklassen realisiert werden

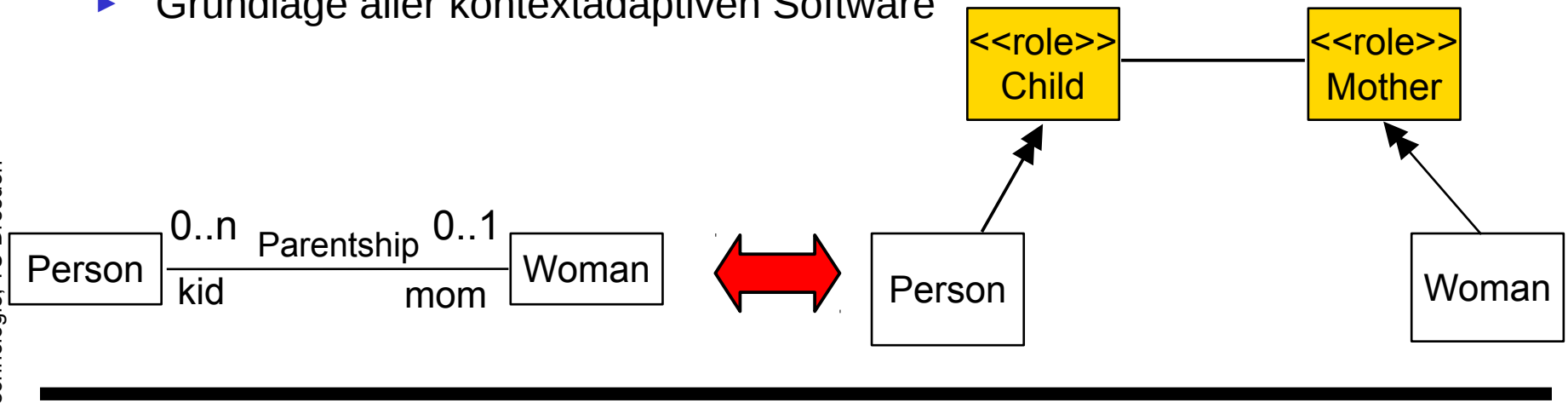


Laufzeit: zwei Referenzen zwischen Graphobjekt und den assoziierten Objekten

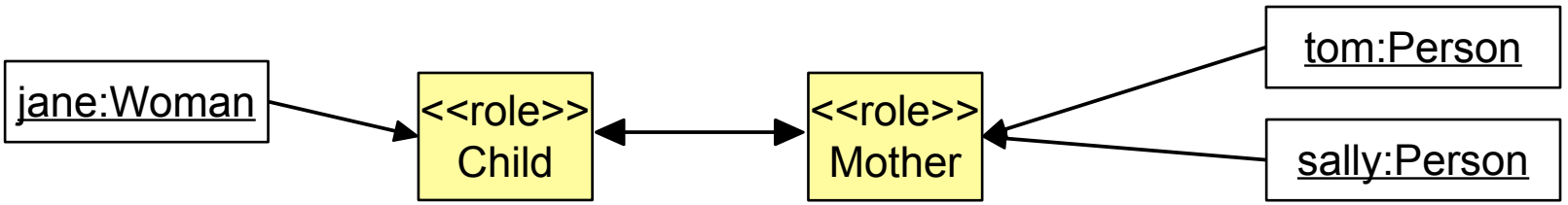


21.3.2.3 Realisierung von bidirektionalen Assoziationen durch Rollenklassen

- Assoziationen können durch Rollenklassen realisiert werden, die das kontextspezifische Verhalten tragen
- Person, Woman tragen das kontextinvariante Verhalten
- Grundlage aller kontextadaptiven Software

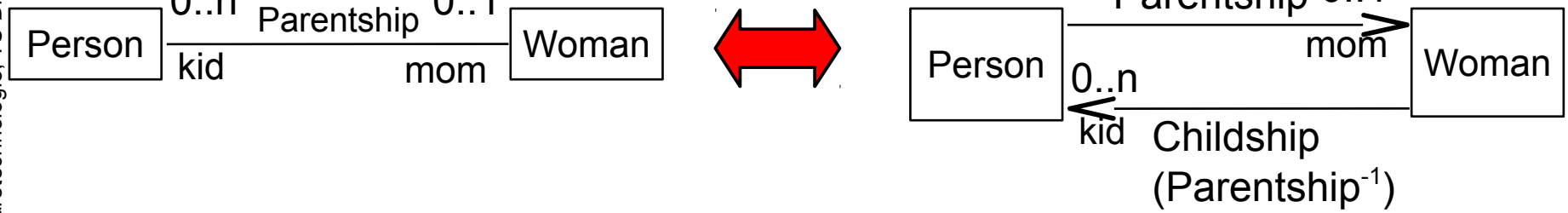


Laufzeit: Referenzen zwischen Rollenobjekten und den assoziierten Objekten

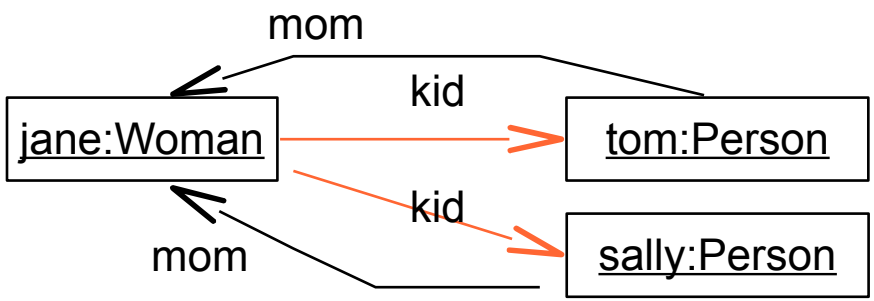


21.3.2.4 Realisierung von bidirektionalen Assoziationen durch unidirektionale

- Bidirektionale Assoziationen können, falls sie keine Attribute tragen, in gerichtete Assoziationen umgewandelt werden
- Realisierung in jUML durch Einführung von *gerichteten* Assoziationen

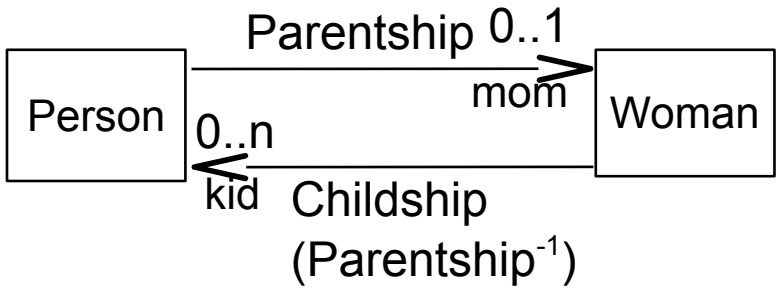


Laufzeit:

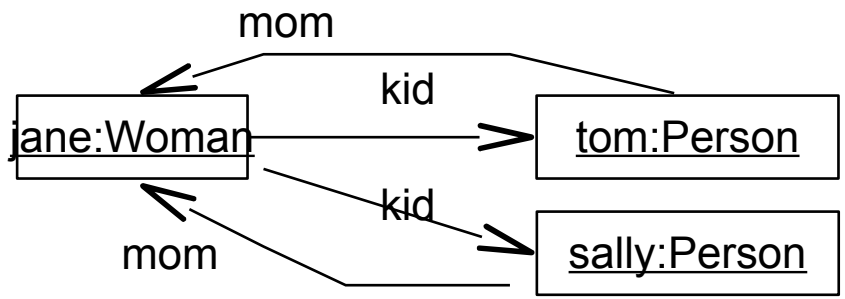


Realisierung von bidirektionalen Assoziationen durch unidirektionale

- Realisierung von jUML in Java durch Arrays oder Collections (s. Kap. 21-collections)



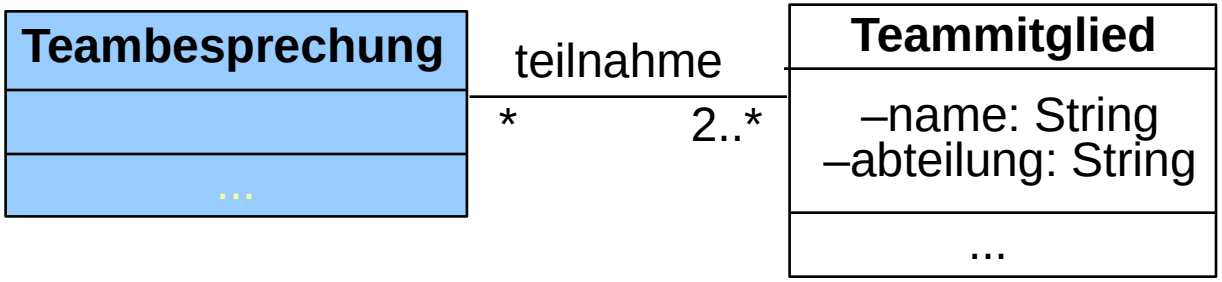

```
class Person {
   ...
   private Woman mom;
   ...
}
class Woman {
   ...
   private Set<Person> kid;
   ...
}
```




```
Woman jane = new Woman();
jane.kid.add(tom);
tom.mom = jane;
...
jane.kid.add(sally);
```

Realisierung von bidirektionalen Assoziationen durch unidirektionale: Beispiel UML/Java

- Achtung: fixe Multiplizitäten müssen in Java durch Programmierung kontrolliert werden, z.B. in Konstruktoren (s. Kap. 21-collections)



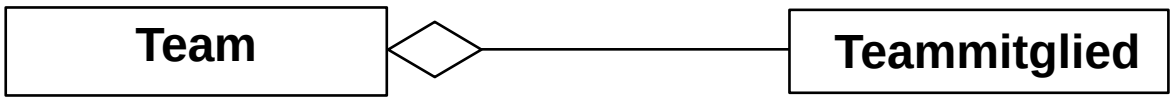

```
class Teambesprechung {

  private Teammitglied[] teilnahme;
  ...
  public Teambesprechung (
    Teammitglied[] teilnehmer) {
     this.teilnahme = teilnehmer;
  }
}
```

```
class Teammitglied {
  private String name;
  private String abteilung;
  private Teambesprechung[] teilnahme;
  public Teammitglied (
    Teammbesprechung[] teilnahme) {
     if (teilnahme.size() < 2) error();
     this.teilnahme = teilnahme;
  }...
}
```

31.3.2 Aggregation, Komposition, Rollenspiel als Integrationsoperationen

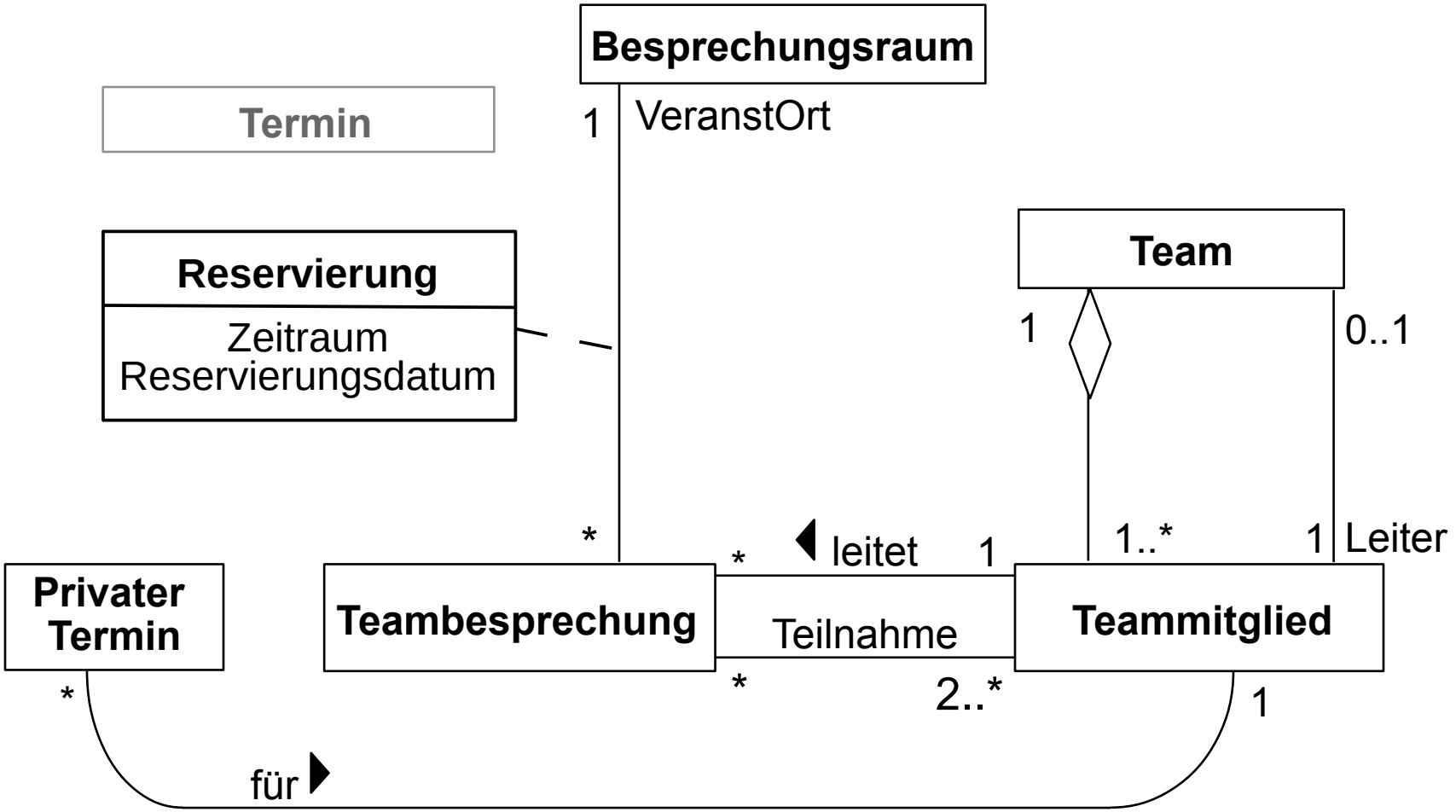
Aggregation (has-a)

- **Definition:** Wenn eine Assoziation den Namen „hat-ein“ oder "besteht-aus" tragen könnte, handelt es sich um eine **Aggregation** (Ganzes/Teile-Relation).
  - Eine Aggregation besteht zwischen einem *Aggregat,* dem *Ganzen,* und seinen *Teilen.*
  - Die auftretenden Aggregationen bilden auf den Objekten immer eine transitive, antisymmetrische Relation (einen gerichteten zyklenfreien Graphen, *dag*).
  - Ein Teil kann zu mehreren Ganzen gehören (*shared*), zu einem Ganzen (*owns-a*) und exklusiv zu einem Ganzen (*exclusively-owns-a*)



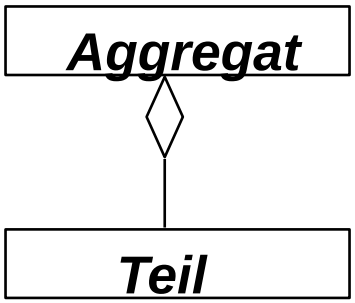
Lies: „Team hat ein Teammitglied“

Beispiel: Assoziationen und Aggregationen

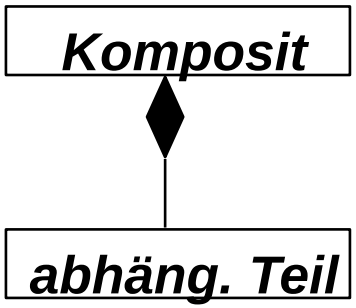


Komposition (owns-a)

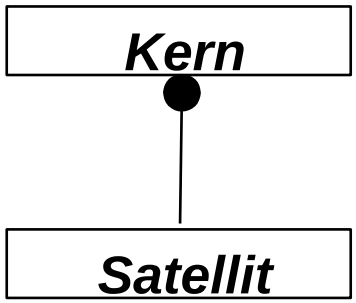
- **Definition:** Ein Spezialfall der Aggregation ist die ***Komposition*** zwischen einem *Komposit* und seinen *Teilen.*
  - Ein Objekt kann Teil höchstens eines Komposits sein (Eigentums-Relation *exclusively-owns-a*).
  - Das Teil ist *abhängig* vom Komposit (*dependent part*).
    - Das Komposit hat die alleinige Verantwortung für Erzeugung und Löschung seiner Teile (gleiche Lebenszeit)
- Def: Aggregation, Komposition und Rollespiel sind Spezialfälle der **Integration** von Unterobjekten (integrates-a)



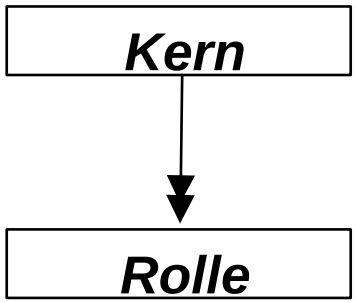
Aggregation



Komposition



Integration



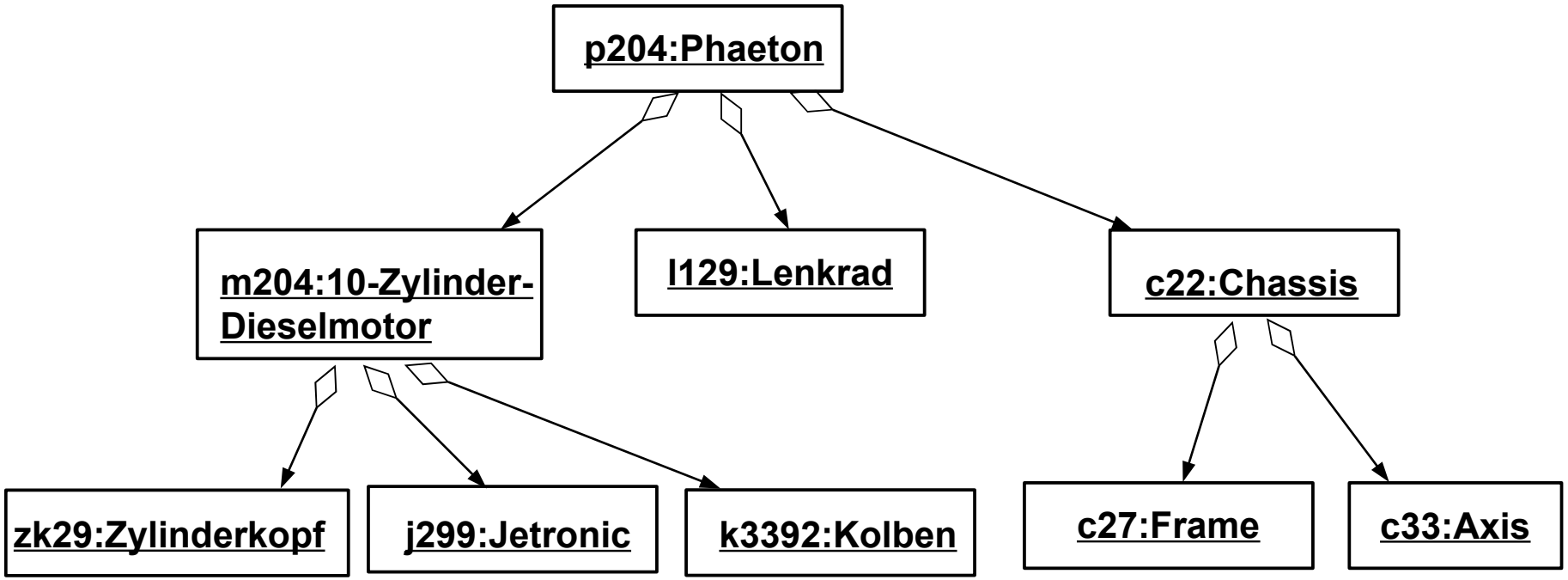
Rollenspiel

Komposite Objekte in Anwendungen

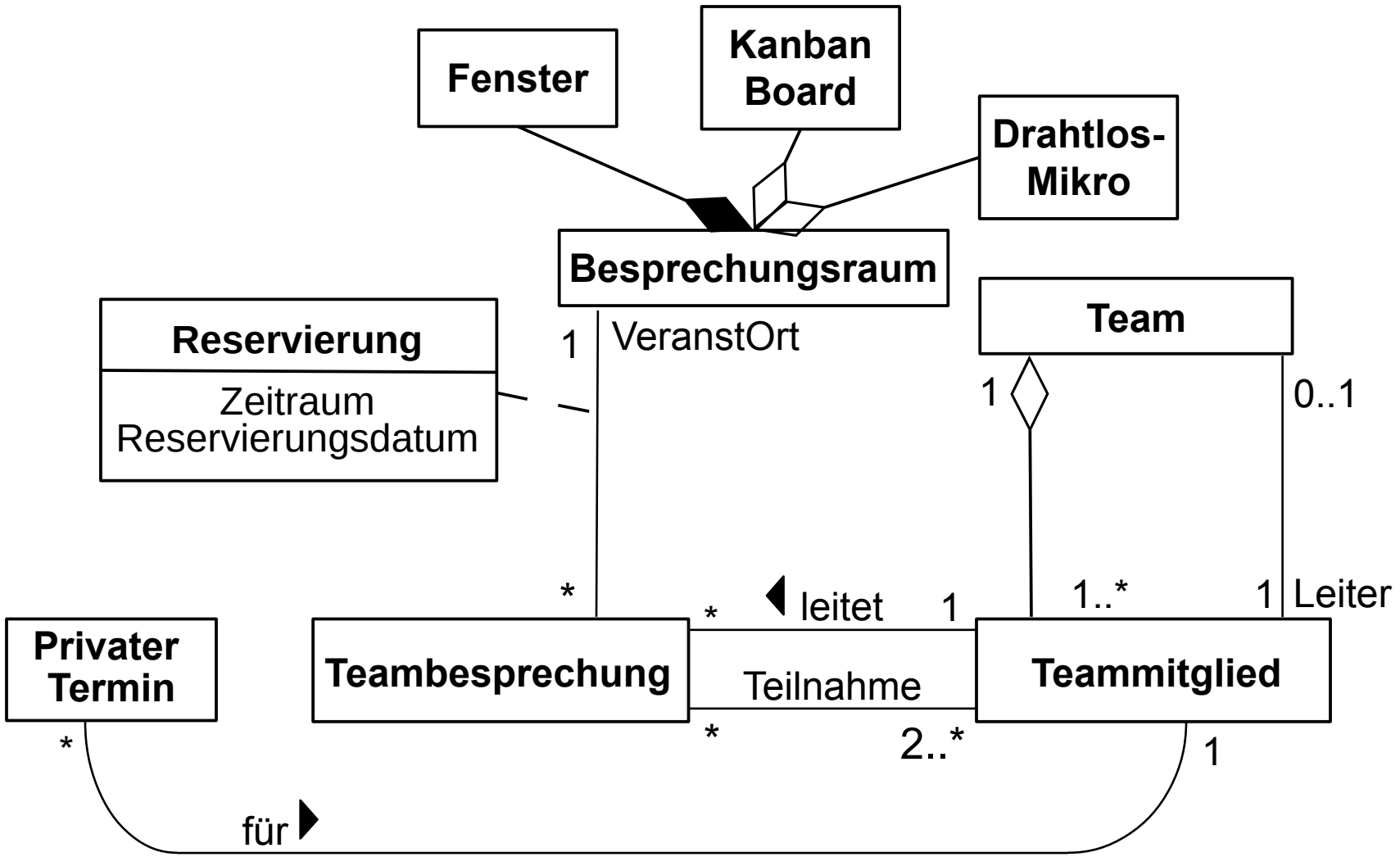
- Viele Daten, die in Anwendungen gehandhabt werden, sind **komposite Objekte**
- Typischerweise werden *Materialien* von Anwendungen mit kompositen Objekten darstellt
  - Materialien gehören zur Datenhaltungsschicht
  - Materialien sind oft komplex
- Beispiele:
  - Produktionsplanungssysteme verwalten
    - *Produkte*. Die Teile eines Produkts werden in Stücklisten (eigentlich Stückbäume) verwaltet
    - *Fabriken.* Die Teile und Maschinen einer Fabrik werden modelliert
  - Geschäftsprozesssoftware verwaltet *Dokumente von Geschäftsvorgängen* (Bestellungen, Rechnungen, Löhne, Mitarbeiter...), die ebenfalls komposite Objekte darstellen
  - *Geschäftsobjekte (business objects)*, Objekte des Domänenmodells, sind oft komposit
    - Komposition ist wichtig im Domänenmodell und Datenhaltung!

Beispiel: Komposite Objekte als Stücklisten

- Produktionsplanungssysteme (PPS) verwalten Produkte.
  - Die Teile eines Produkts werden in *Stücklisten* (eigentlich *Stückbäume*) verwaltet
  - Stückliste eines Phaeton (alle Teile sind lebenslang numeriert, um verfolgbar zu sein)

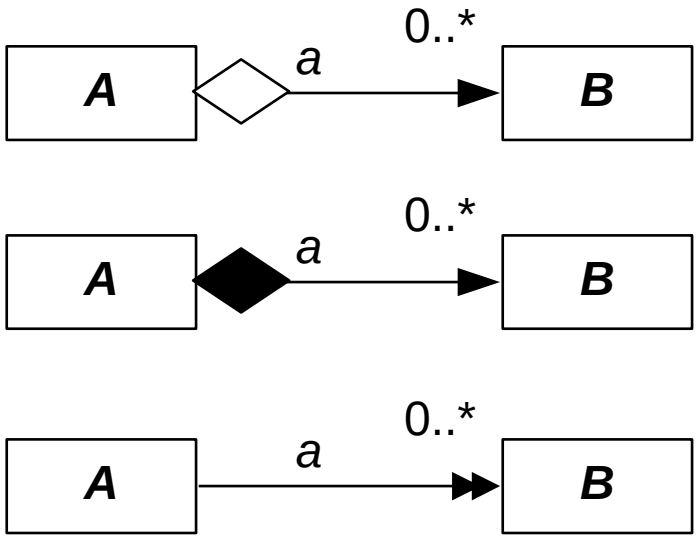


Beispiel: Assoziationen und Aggregationen



Realisierung von Aggregation und Komposition in Java

- Aggregationen stellen azyklische Graphen dar und können daher genau wie Assoziationen abgebildet werden
- Komposition und Rollen werden in gleicher Weise abgebildet
  - Daher gehen in Java die Analyseinformationen verloren!
- Überlege auch den Einsatz des Entwurfsmusters Composite

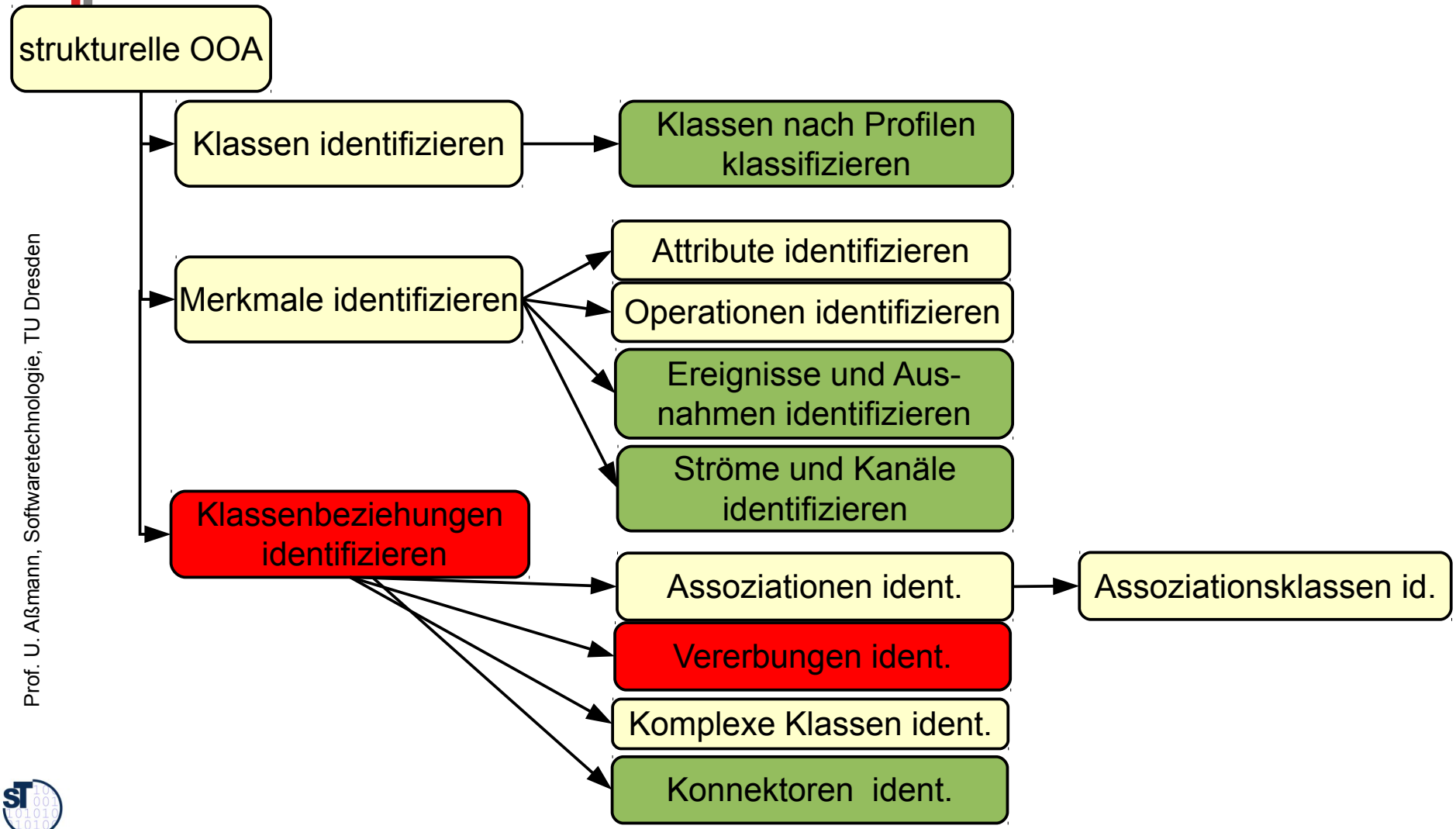



```
class A {
  ...
  Collection<B> a;
  // B[] a;
  ...
}
```

31.4 Mehrfachvererbung zwischen Klassen

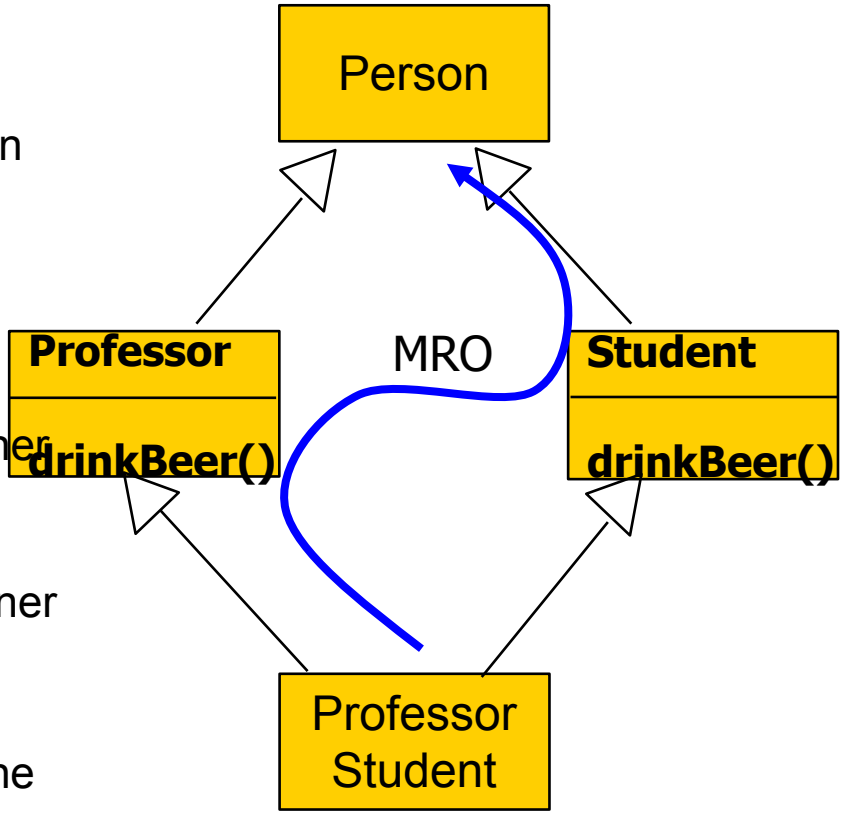
Schritte der strukturellen, metamodellgetriebenen Analyse

- gelb: Domänenmodell; grün: Kontextmodell, TL-Architektur



Mehrfachvererbung (Multiple Inheritance)

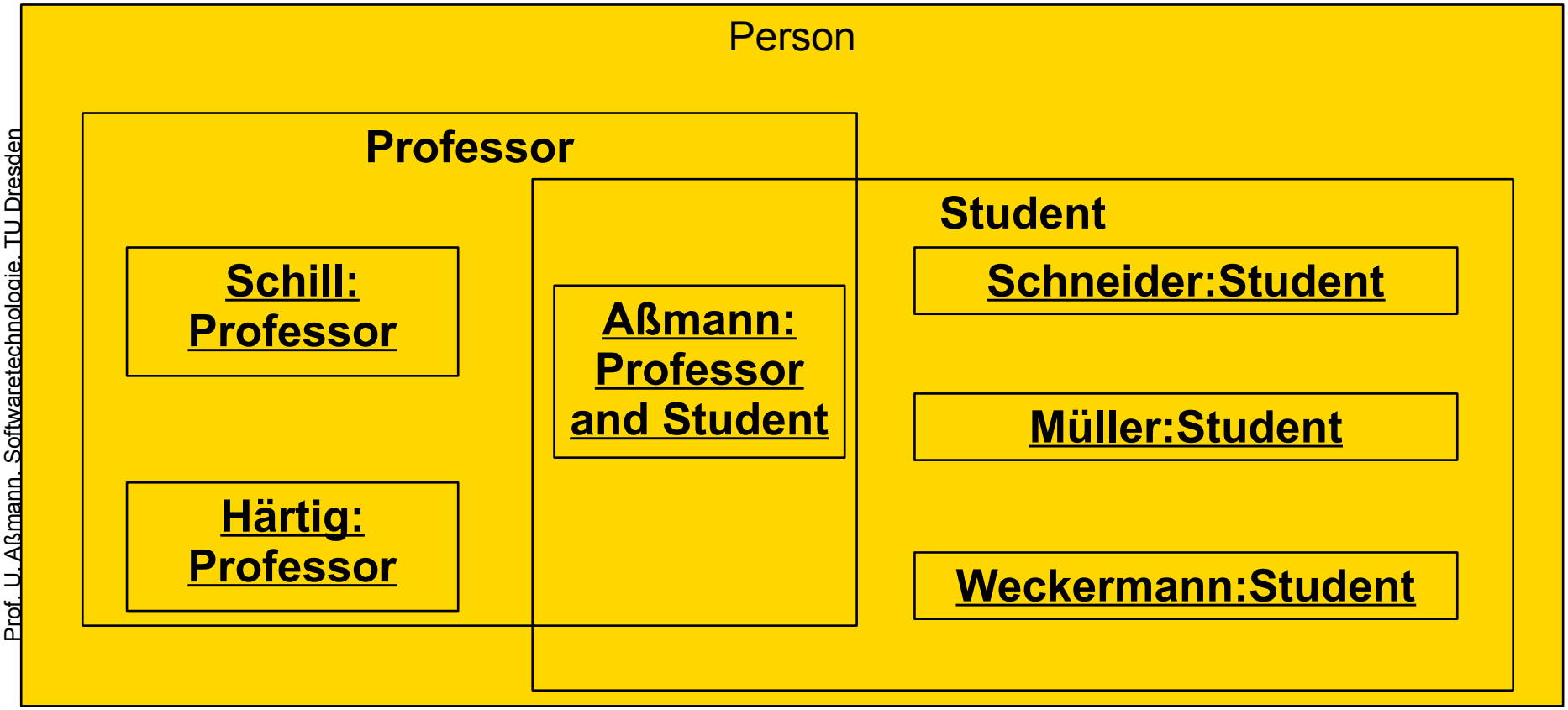
- Mehrfachvererbung
  - Eine Klasse kann mehrere Oberklassen besitzen
  - Dadurch wird die Vererbungsrelation ein gerichteter azyklischer Graph (dag)
- Eine Klasse kann ein Merkmal mehrmals erben
  - Daher muss die Merkmalssuche einer Strategie gehorchen, der Merkmalsauflösungsordnung (method-resolution-order, MRO), einer Navigationsstrategie, die aufwärts nach Merkmalen sucht
  - Oft links-nach-rechts-aufwärts-Suche



Von wo wird drinkBeer() geerbt?

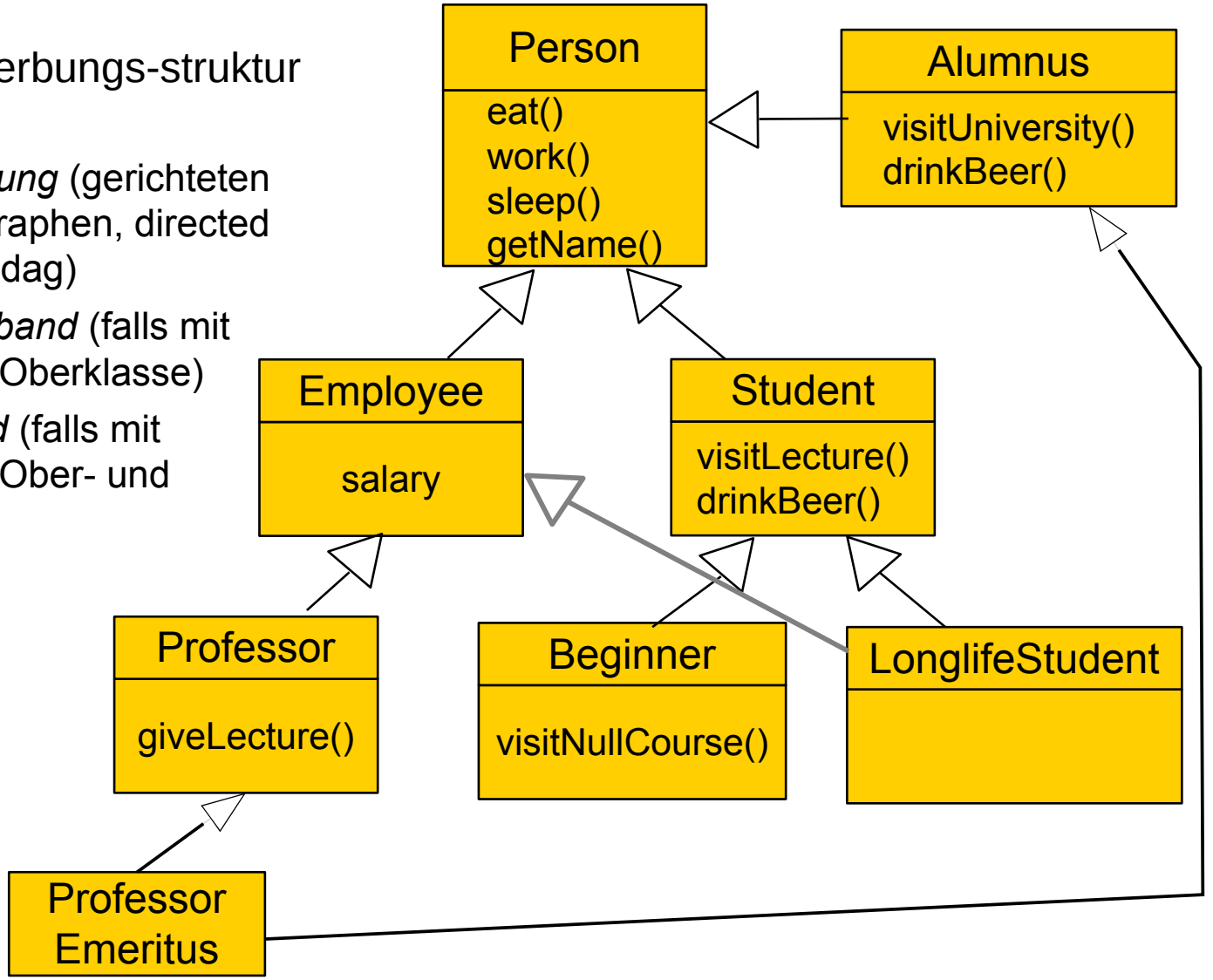
Mehrfachvererbung als Venn-Diagramm

- Betrachtet man Klassen als Mengen, bildet sich Unterklassenbeziehung auf Teilmengenbeziehung ab
- Mehrfach-Vererbung ergibt ein Venn-Diagramm mit Überschneidungen



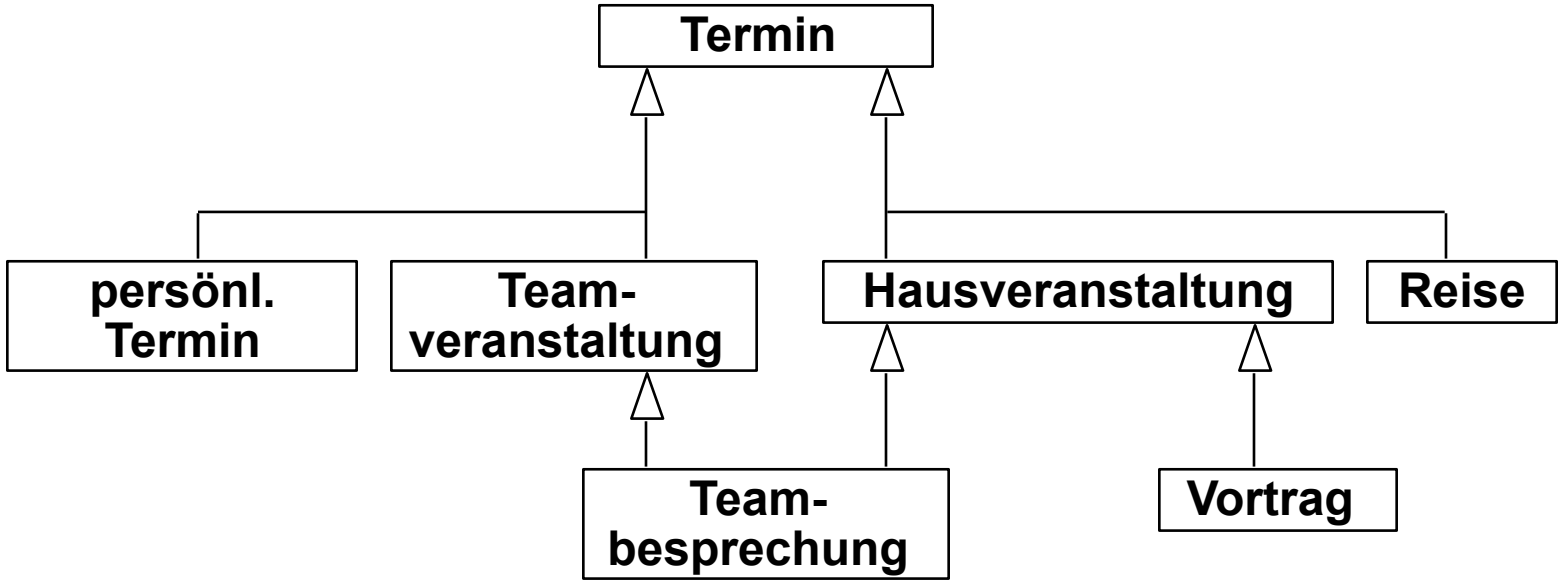
Ein grosser Mehrfachvererbungsverband

- Eine Mehrfachvererbungs-struktur bildet
  - eine *Halbordnung* (gerichteten azyklischen Graphen, directed acyclic graph, dag)
  - einen *Halbverband* (falls mit gemeinsamer Oberklasse)
  - Einen *Verband* (falls mit gemeinsamer Ober- und Unterklasse)



Realisierung von Code-Mehrfachvererbung in Java

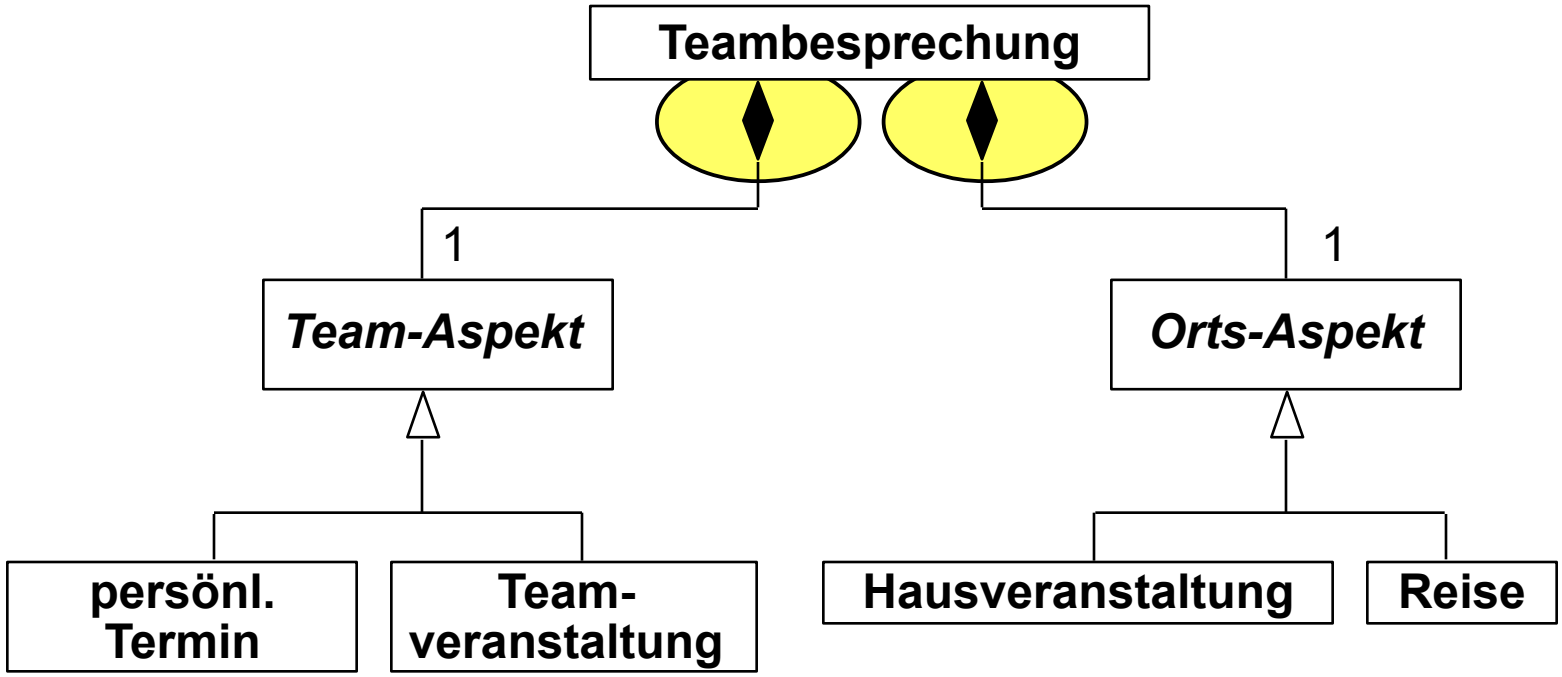
- In UML ist es prinzipiell möglich, daß eine konkrete Klasse von mehreren Klassen erbt:



- Java unterstützt Mehrfachvererbung von konkreten Klassen ***nicht,*** nur von Schnittstellen

```
class Teambesprechung
  extends Teamveranstaltung, Hausveranstaltung
```

Realisierung von Mehrfachvererbung durch Komposition



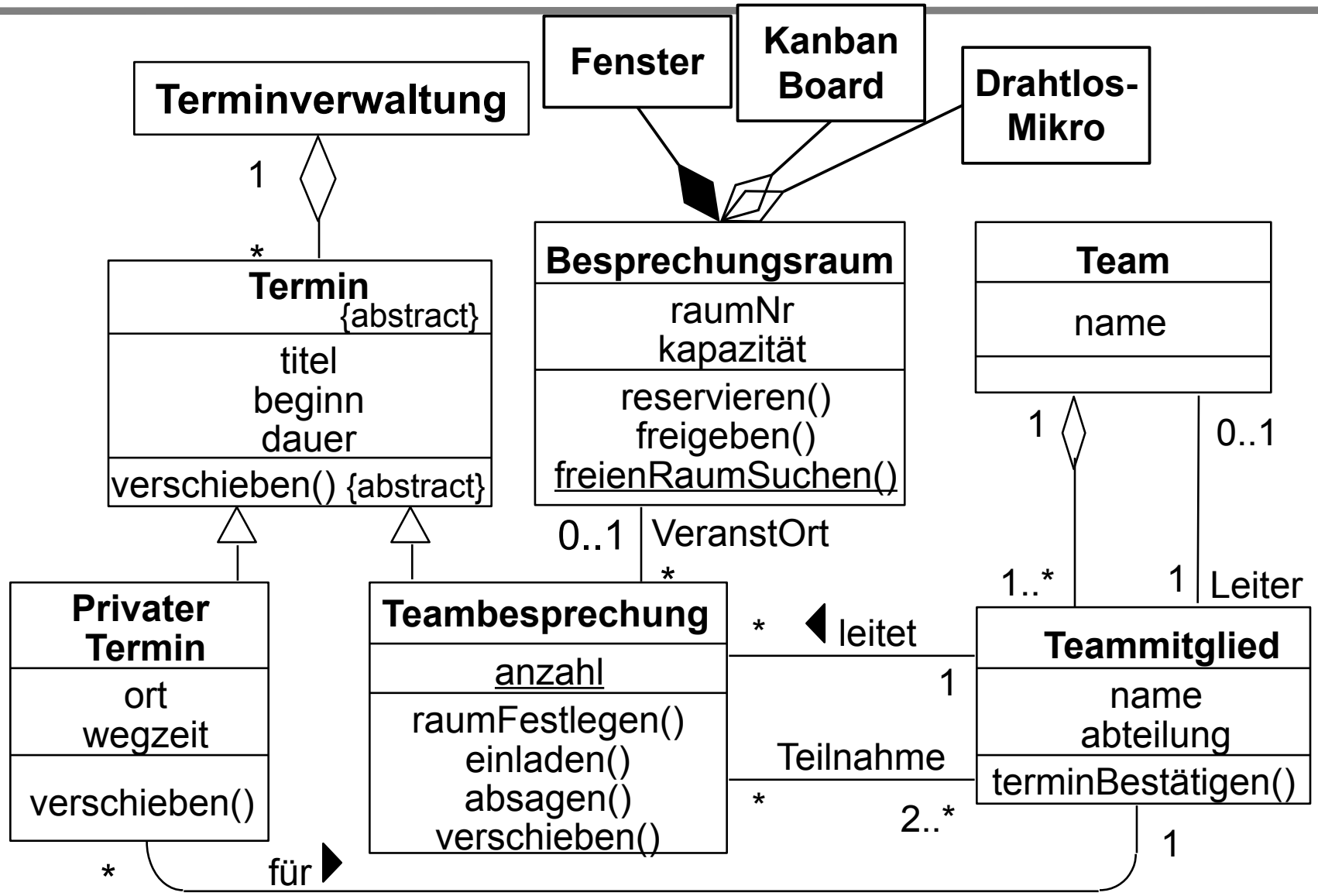

```
class Teambesprechung {
  private Teamaspekt ta;
  private Ortsaspekt oa;
  ...
}
```

```
abstract class Teamaspekt {
}

abstract class Teamveranstaltung
  extends Teamaspekt {
  ...
}
```

Verschiedene Ähnlichkeitsrelationen in Analysemodellen (Similarity Relationships)

- *is-a:* zeigt Ähnlichkeit an.
  - In Mengenhierarchien ist die Untermengenrelation gemeint (subset)
  - In Begriffshierarchien Unterkonzept-Relation (subconcept)
  - is-a ist azyklische Relation, bei einfacher Vererbung baumförmig
- *is-structured-like:* zeigt ähnliche Struktur an (strukturelle Ähnlichkeit oder Gleichheit)
- *behaves-like:* Verhaltensähnlichkeit
  - *always-behaves-like*: Konformanz (conformance), Ersetzbarkeit (substitutability)
  - *sometimes-behaves-like*: gelegentlich verhaltensgleich
  - *restrictedly-behaves-like*: im allgemeinen konformant, aber nicht in speziellen Situationen (extravagance, restriction inheritance)
  - Achtung: *is-a, is-structured-like, behaves-like* werden alle *Vererbung* genannt
- *instance-of:* A ist aus einer Schablone S gemacht worden

Beispiel: Analyse-Klassendiagramm



Ausblick: Verfeinerung von Analyse- zum Entwurfsmodell

Analyse-Modell (Fragmente)	Entwurfs-Modell (Mehr Struktur & mehr Details)
Notation: aUML	Notation: dUML
Objekte: Fachgegenstände	Objekte: Softwareeinheiten
Klassen: Fachbegriffe, parallele Prozesse	Klassen: mit Abstrakt, Interface, Stereotyp
Attribute ohne Typen und Sichtbarkeiten	Attribute: Sichtbarkeiten, Ableitung, Klassenattribute, Initialisierung, weitere spezielle Eigenschaften
Operationen: ohne Typen, Parameter und Rückgabewerte	Operationen: voll typisiert, mit Parameter, Rückgabewert, Klassenoperation
Assoziationen: partiell, bidirektional i. Allg. ohne Datentypen	Unidirektionale Assoziationen mit voller Multiplizität, Navigation, qualifizierte A.
Aggregationen, Kompositionen	
Leserichtung, partielle Multiplizitäten	
Vererbung: Begriffsstruktur	Vererbung: Programmableitung
Annahme perfekter Technologie	Annahme perfekter Technologie
Funktionale Essenz	Erfüllung konkreter Rahmenbedingungen
Völlig projektspezifisch	Gesamtstruktur des Systems
Grobe Strukturskizze	Ähnlichkeiten zwischen verwandten Projekten (zwecks Wiederverwendung)
	Genaue Strukturdefinition

Was haben wir gelernt?

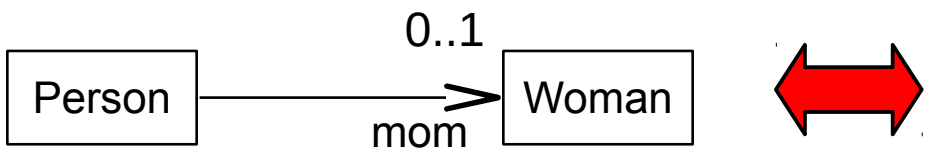
- Strukturelle Analyse spürt die Struktur von objektorientierten Anwendungen auf
- Strukturgetriebene Analyse verwendet das Metamodell, um die Elemente von Modellen aufzuspüren
  - Strukturelle Analyse mittels CRC und UML-Klassendiagramme sind beides Beispiele für strukturgetriebene Analyse
- Das UML-Metamodell gibt Klassen, Merkmale, und Beziehungen als Strukturelemente vor
  - Diese müssen beim Übergang ins Entwurfsmodell abgeflacht werden
  - Mehrfachvererbung kann durch Komposition ausgedrückt werden

The End

- Einige Folien sind eine überarbeitete Version der Vorlesungsfolien zur Vorlesung Softwaretechnologie von © Prof. H. Hussmann. Used by permission.

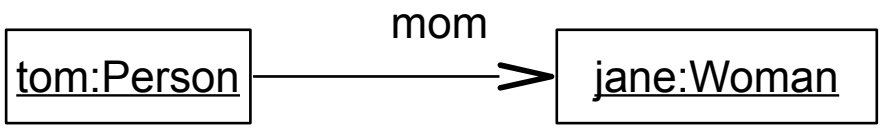
Einseitige einstellige Assoziationen in Java und jUML (Wdh.)

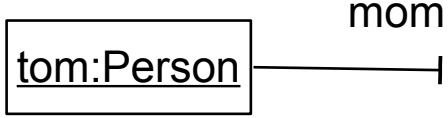
- Ein Kind kann höchstens eine Mutter haben




```
class Person {
   ...
   private Woman mom;
   ...
}
```

Laufzeit:

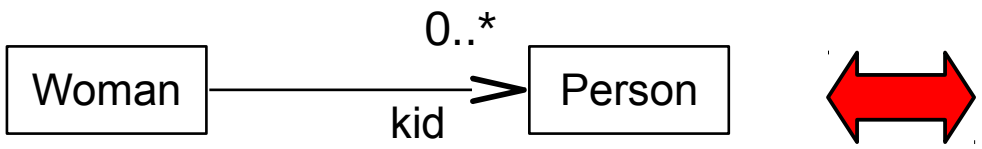





```
Person tom = new Person();
tom.mom = jane;
...
tom.mom = null;
```

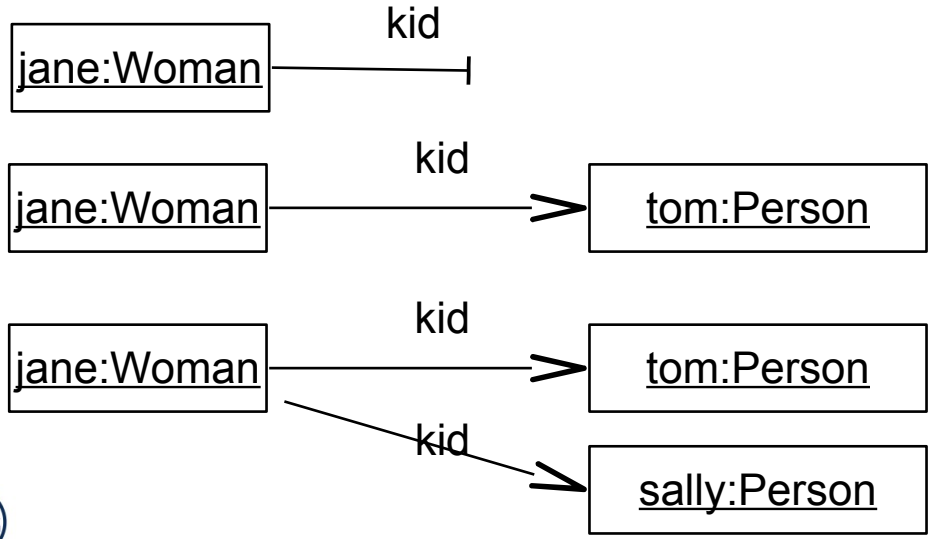
Einseitige mehrstellige Assoziationen (Wdh.)

- Eine Mutter kann aber viele Kinder haben
  - Annahme: Die Obergrenze der Anzahl der Child-Objekte spätestens bei erstmaliger Eintragung von Assoziationsinstanzen bekannt und relativ klein. (Allgemeinere Realisierungen siehe später.)




```
class Woman {
   ...
   private Person[] kid;
   ...
}
```

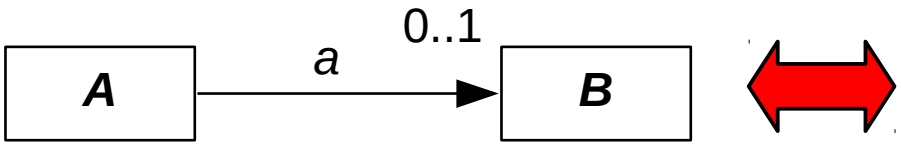
Laufzeit:



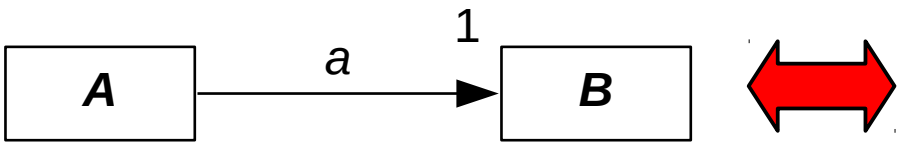

```
Woman jane = new Woman();
jane.kid[0] = tom;
...
jane.kid[1] = sally;
```

Optionale und notwendige Assoziationen

- Untere und obere Schranken von unidirektionalen Assoziationen können durch die Einführung von Argumenten in Konstruktoren eingehalten werden
  - Analog z.B. für Multiplizitäten 0..* und 1..*




```
class A {
   ...
   private B a;
   ...
}
```




```
class A {
   ...
   private B a;
   ...
   public A (B a, ...) {
      this.a = a; ...
   }
}
```