

# INGO

CHRISTIAN HUEMER  
MARION SCHOLZ

**Objektorientierte Modellierung mit UML**

Inhalt	
1	Vom Objekt zur Klasse
2	Die Klasse
3	<i>entfällt</i>
4	Die Assoziation
5	Die Multiplizität und die Rolle
6	Die exklusive Assoziation und die Assoziationsklasse
7	Die n-äre Assoziation
8	Die Aggregation
9	Die Generalisierung
10	Exkurs: Die Ordnung und Eindeutigkeit von Assoziationen
11	Gesamtbeispiel
12	Die Datentypen
13	Die Übersetzung nach Java
15	Forward versus Reverse Engineering
14	Das Paketdiagramm

INGO

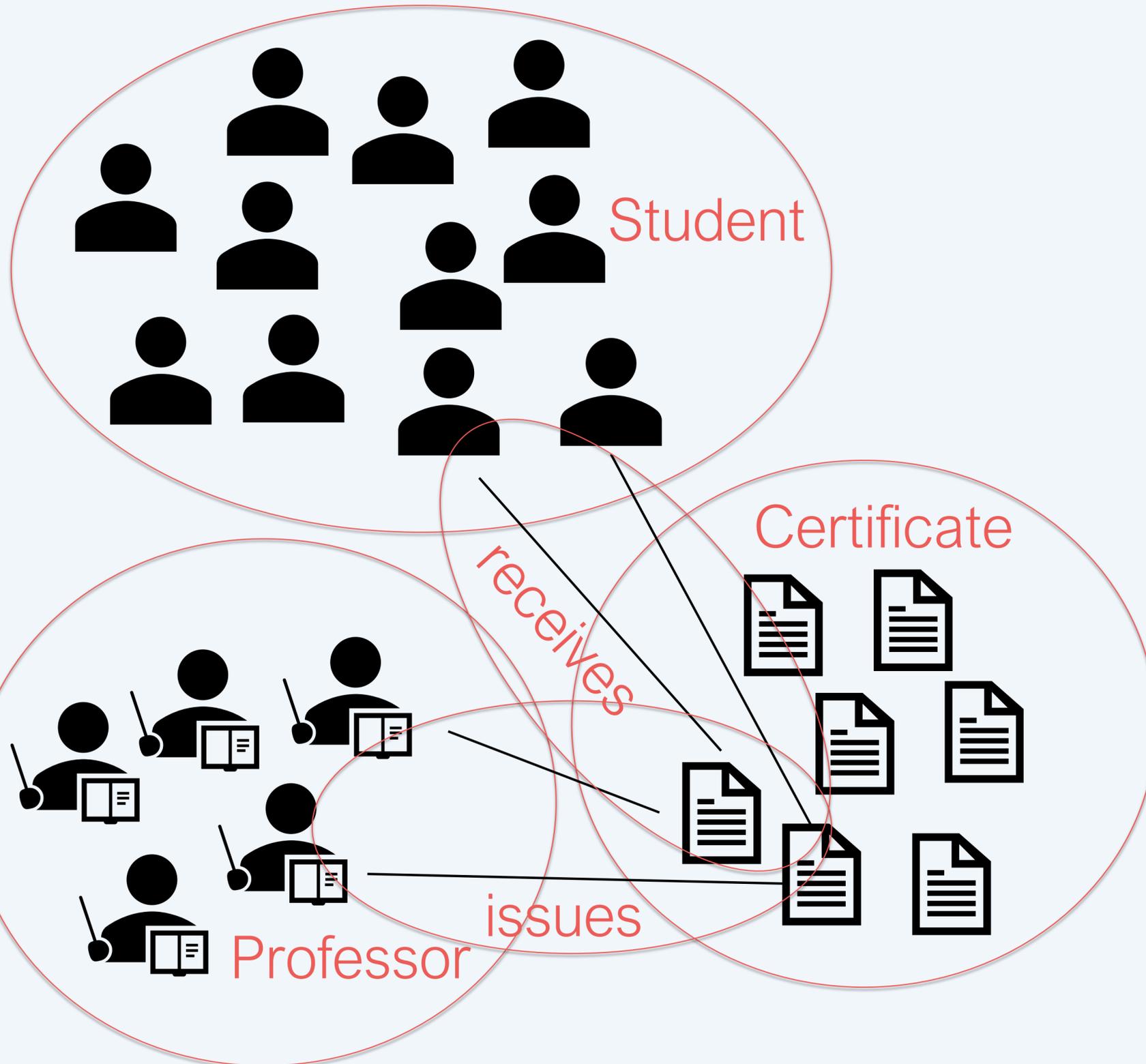
# Strukturmodellierung Vom Objekt zur Klasse



INGO

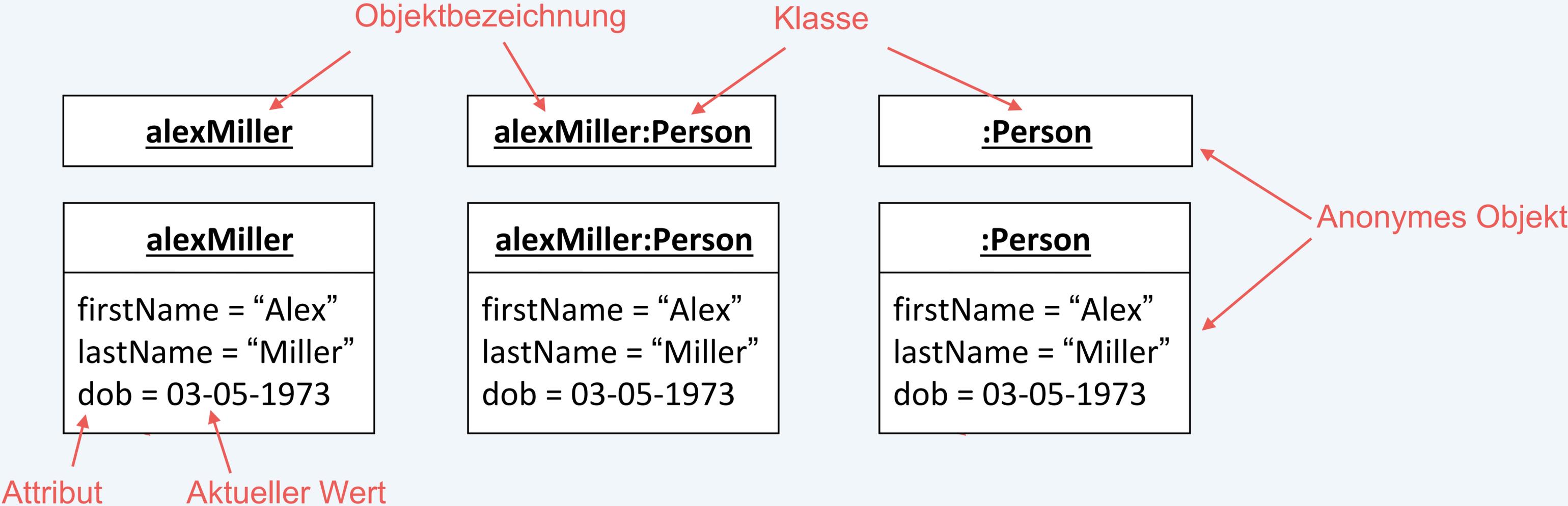
Christian Huemer und Marion Scholz

# Objekte/Links und Klassen/Assoziationen



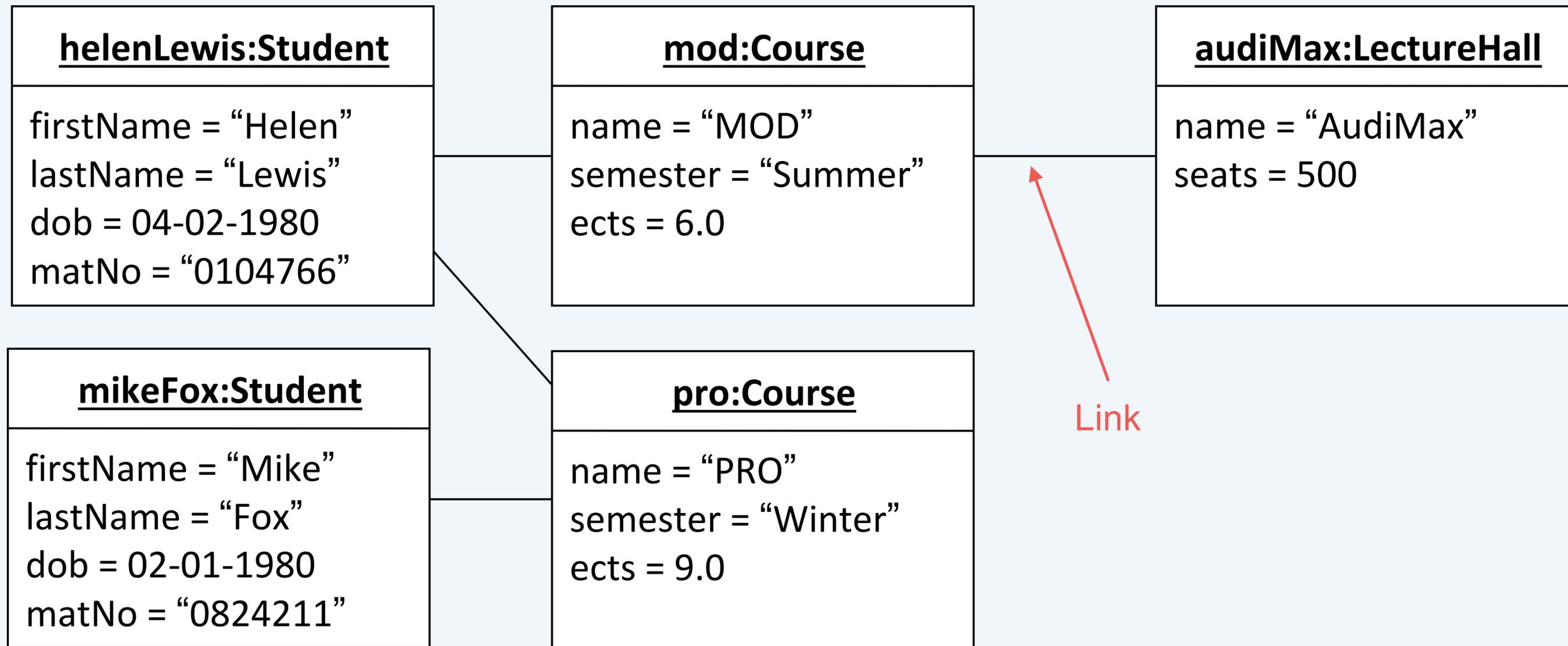
# Objekte

- Instanzen eines Systems
- Notationsvarianten:

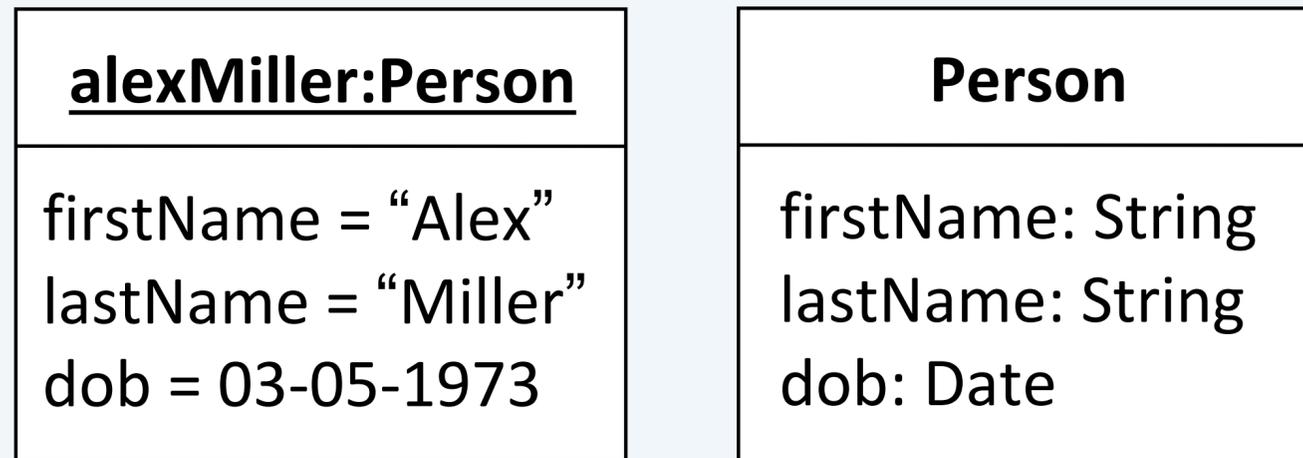


# Objektdiagramm

- Beschreibt den strukturellen Aspekt eines Systems auf Instanzebene
- Momentaufnahme (snapshot) des Systems
- Muss nicht vollständig sein



# Vom Objekt zur Klasse



Objekt dieser Klasse

Klasse

- Instanzen eines Systems haben oft gleiche charakteristische Merkmale und gleiches Verhalten
- Klasse: Bauplan für eine Menge von ähnlichen Objekten eines Systems
- Objekte: Instanzen von Klassen
- Attribute: strukturelle Merkmale einer Klasse
  - Unterschiedlicher Wert für jede Instanz (= Objekt)
- Operationen: Verhalten einer Klasse
  - Für alle Objekte einer Klasse ident  
⇒ Werden im Objektdiagramm nicht abgebildet

ingo

# Strukturmodellierung

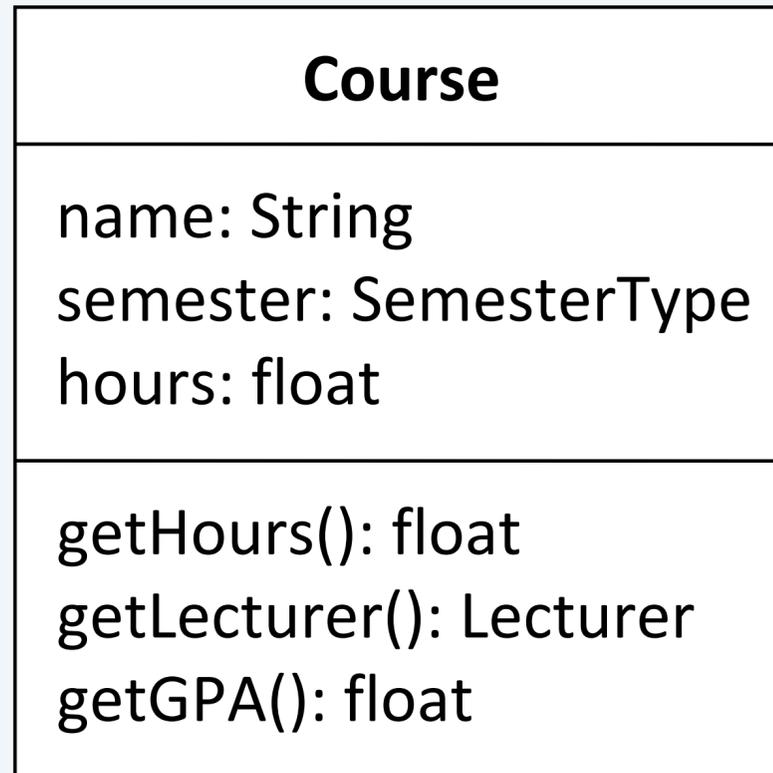
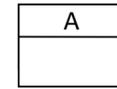
## Die Klasse



ingo

Christian Huemer und Marion Scholz

# Notation für Klassen

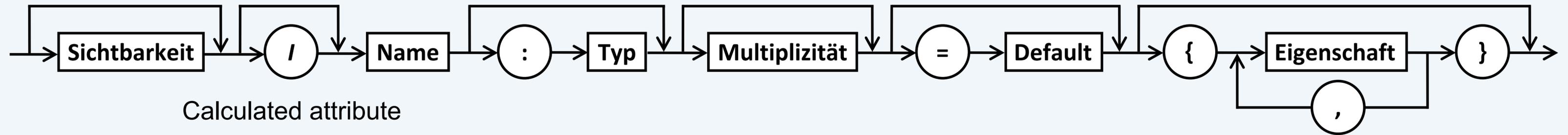


Klassenname

Attribute

Operationen

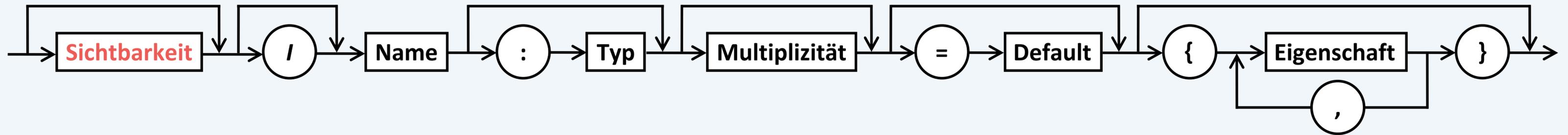
# Syntax der Attributspezifikation



## Person

```
+ firstName: String
+ lastName: String
- dob: Date
# address: String[1..*]{unique,ordered}
- ssNo: String {readOnly}
- /age: int
- password: String = "pw123"
- personsNumber: int
```

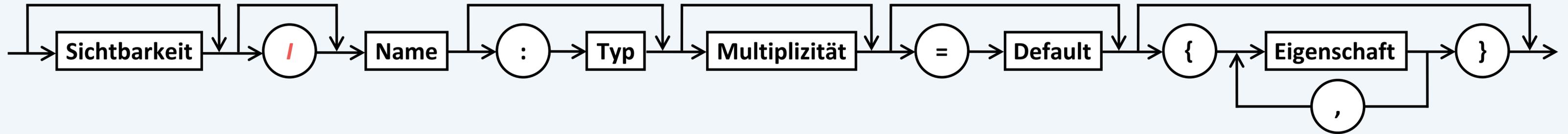
# Attributsyntax - Sichtbarkeit



Person
+ firstName: String
+ lastName: String
- dob: Date
# address: String[1..*]{unique,ordered}
- ssNo: String {readOnly}
- /age: int
- password: String = "pw123"
- <u>personsNumber</u> : int

- Wer darf auf das Attribut zugreifen
  - + ... public
  - - ... private
  - # ... protected
  - ~ ... package

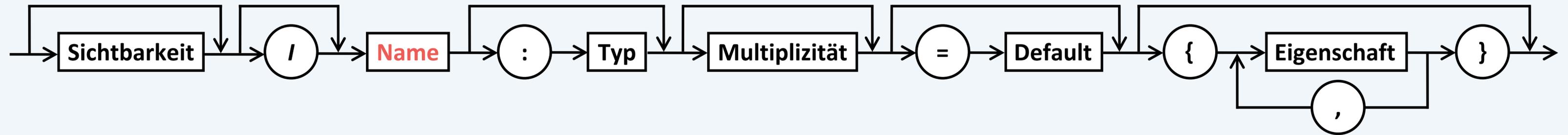
# Attributsyntax – Abgeleitetes Attribut



Person
+ firstName: String
+ lastName: String
- dob: Date
# address: String[1..*]{unique,ordered}
- ssNo: String {readOnly}
- /age: int
- password: String = "pw123"
- <u>personsNumber</u> : int

- Wert des Attributs wird von anderen Attributen abgeleitet
  - age: abgeleitet vom Geburtsdatum (dob)

# Attributsyntax - Name

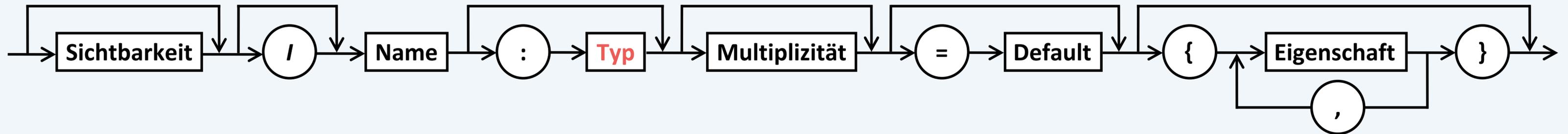


- Name des Attributs

## Person

```
+ firstName: String  
+ lastName: String  
- dob: Date  
# address: String[1..*]{unique,ordered}  
- ssNo: String {readOnly}  
- /age: int  
- password: String = "pw123"  
- personsNumber: int
```

# Attributsyntax - Typ



Person
+ firstName: <b>String</b>
+ lastName: <b>String</b>
- dob: <b>Date</b>
# address: <b>String</b> [1..*]{unique,ordered}
- ssNo: <b>String</b> {readOnly}
- /age: <b>int</b>
- password: <b>String</b> = "pw123"
- <u>personsNumber</u> : <b>int</b>

- Klasse
- Datentyp
  - Primitive Datentypen
    - Vordefiniert: **Boolean, Integer, UnlimitedNatural, String**
    - User-definiert: **«primitive»**
    - Zusammengesetzte Datentypen: **«datatype»**
  - Enumerationen: **«enumeration»**

«primitive»
Float
round(): void

«datatype»
Date
day
month
year

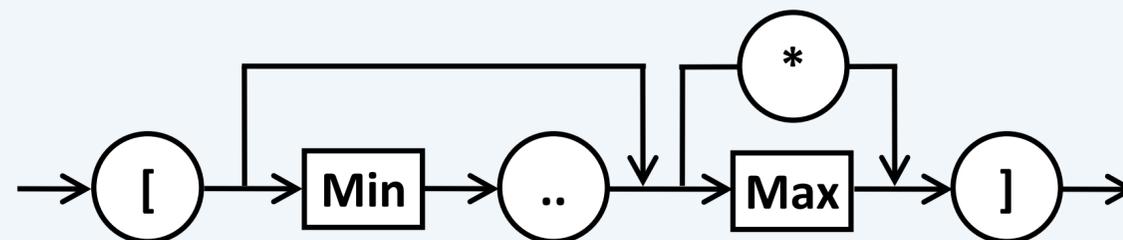
«enumeration»
AcademicDegree
bachelor
master
phd

# Attributsyntax - Multiplizität

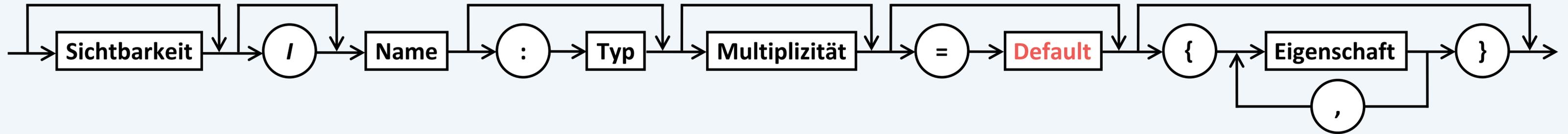


Person
+ firstName: String
+ lastName: String
- dob: Date
# address: String[1..*]{unique,ordered}
- ssNo: String {readOnly}
- /age: int
- password: String = "pw123"
- <u>personsNumber</u> : int

- Anzahl an Werten die ein Attribut beinhalten kann
- Default: 1
- Notation: **[min..max]**
  - Keine Obergrenze: [\*] oder [0..\*]



# Attributsyntax - Defaultwert

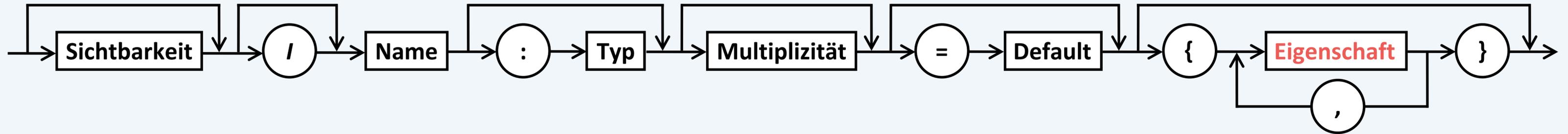


## Person

```
+ firstName: String
+ lastName: String
- dob: Date
# address: String[1..*]{unique,ordered}
- ssNo: String {readOnly}
- /age: int
- password: String = "pw123"
- personsNumber: int
```

- Standardwert
- Wird verwendet, wenn der Wert des Attributs nicht explizit gesetzt wird

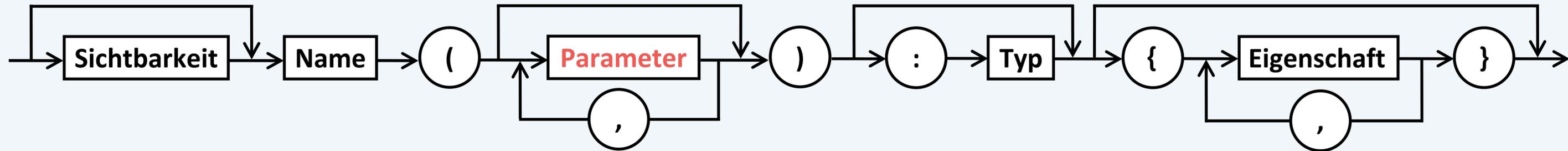
# Attributsyntax - Eigenschaften



Person
+ firstName: String
+ lastName: String
- dob: Date
# address: String[1..*]{unique,ordered}
- ssNo: String {readOnly}
- /age: int
- password: String = "pw123"
- <u>personsNumber</u> : int

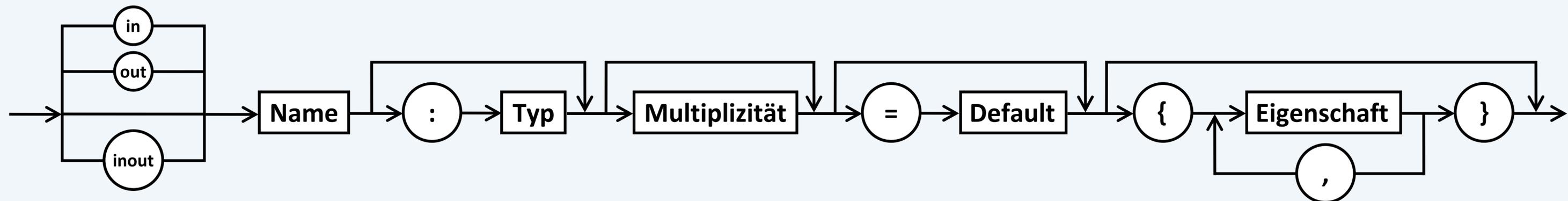
- Vordefinierte Eigenschaften
  - {readOnly}
  - {unique}, {non-unique}
  - {ordered}, {unordered}
- Mögliche Kombinationen
  - Menge: {unordered, unique}
  - Multimenge: {unordered, non-unique}
  - Geordnete Menge: {ordered, unique}
  - Liste: {ordered, non-unique}

# Operationssyntax - Parameter

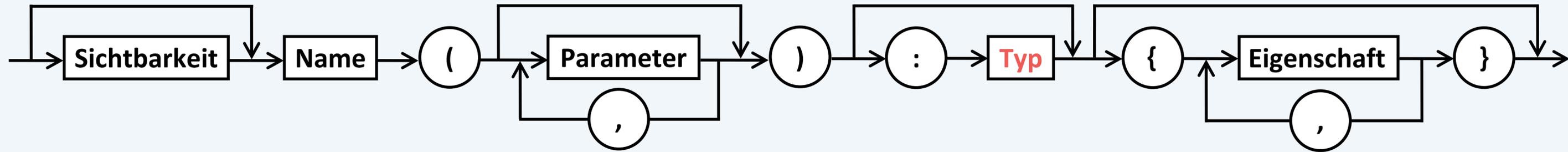


Person
...
+getName(out fn: String, out ln: String): void + updateLastName(newName: String): boolean <u>+ getPersonsNumber(): int</u>

- Notation ähnlich Attribut
- Richtung des Parameters
  - **in** ... Eingabeparameter
  - **out** ... Ausgabeparameter
  - **inout** ... Kombiniertes Ein-/Ausgabeparameter



# Operationssyntax - Typ

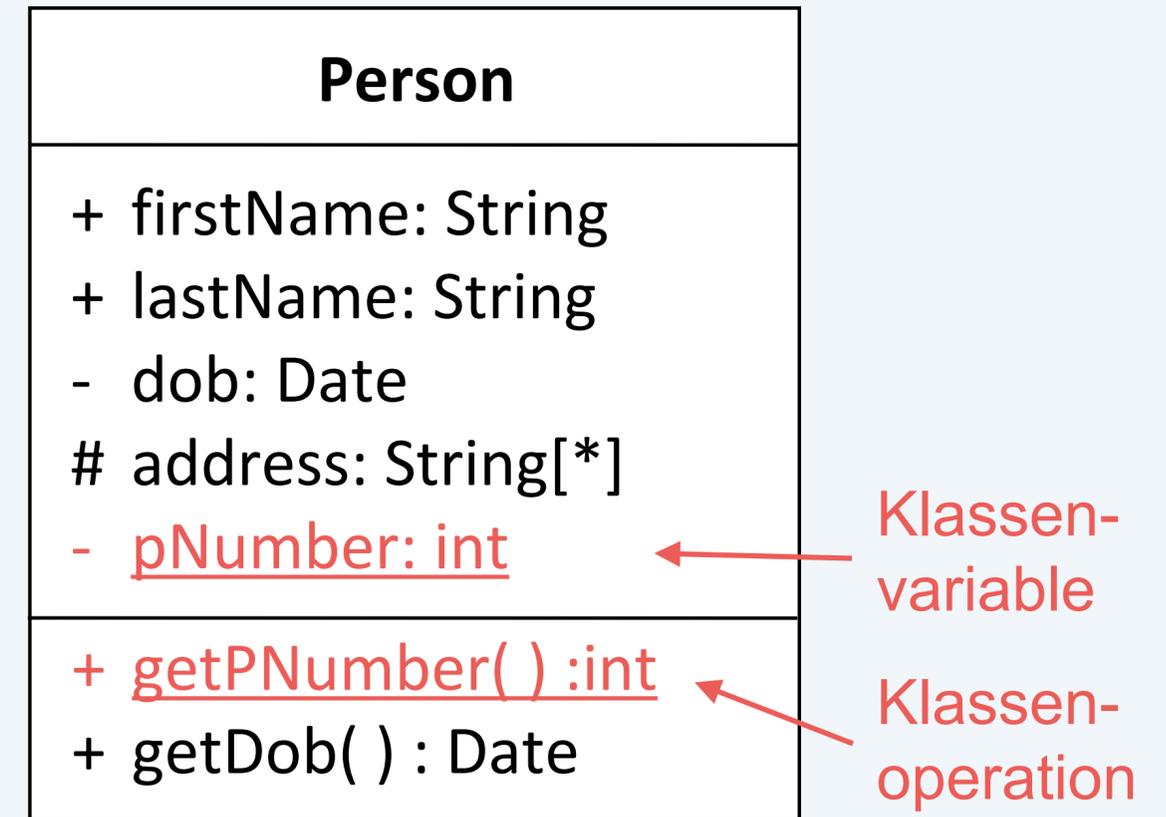


Person
...
+getName(out fn: String, out ln: String): void + updateLastName(newName: String): boolean <u>+ getPersonsNumber(): int</u>

- Typ des Rückgabewerts

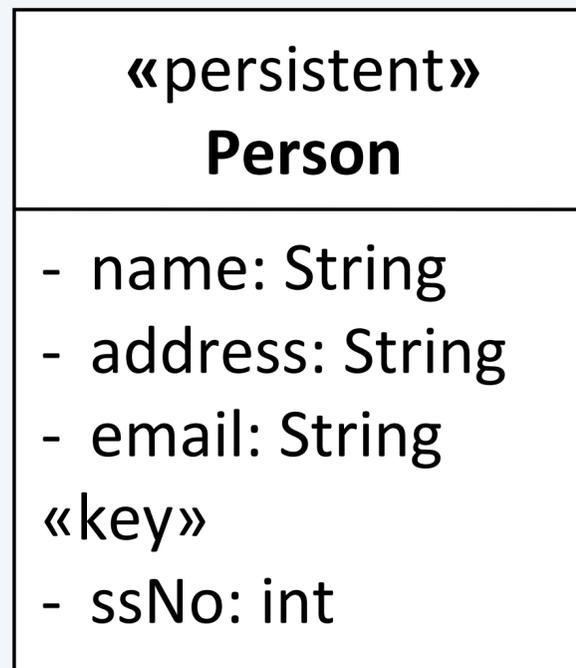
# Klassenvariable und Klassenoperation

- Instanzvariable (= Instanzattribut)
- Klassenvariable (= Klassenattribut, Statisches Attribut)
  - Werden nur einmal pro Klasse angelegt
  - Z.B. Zähler für die Instanzen einer Klasse, Konstanten, etc.
- Klassenoperation (= Statische Operation)
  - Können verwendet werden, wenn keine Instanz der sie beinhaltenden Klasse erzeugt wurde
  - Z.B. Konstruktoren, mathematische Funktionen, etc.
- Notation: Unterstrichen

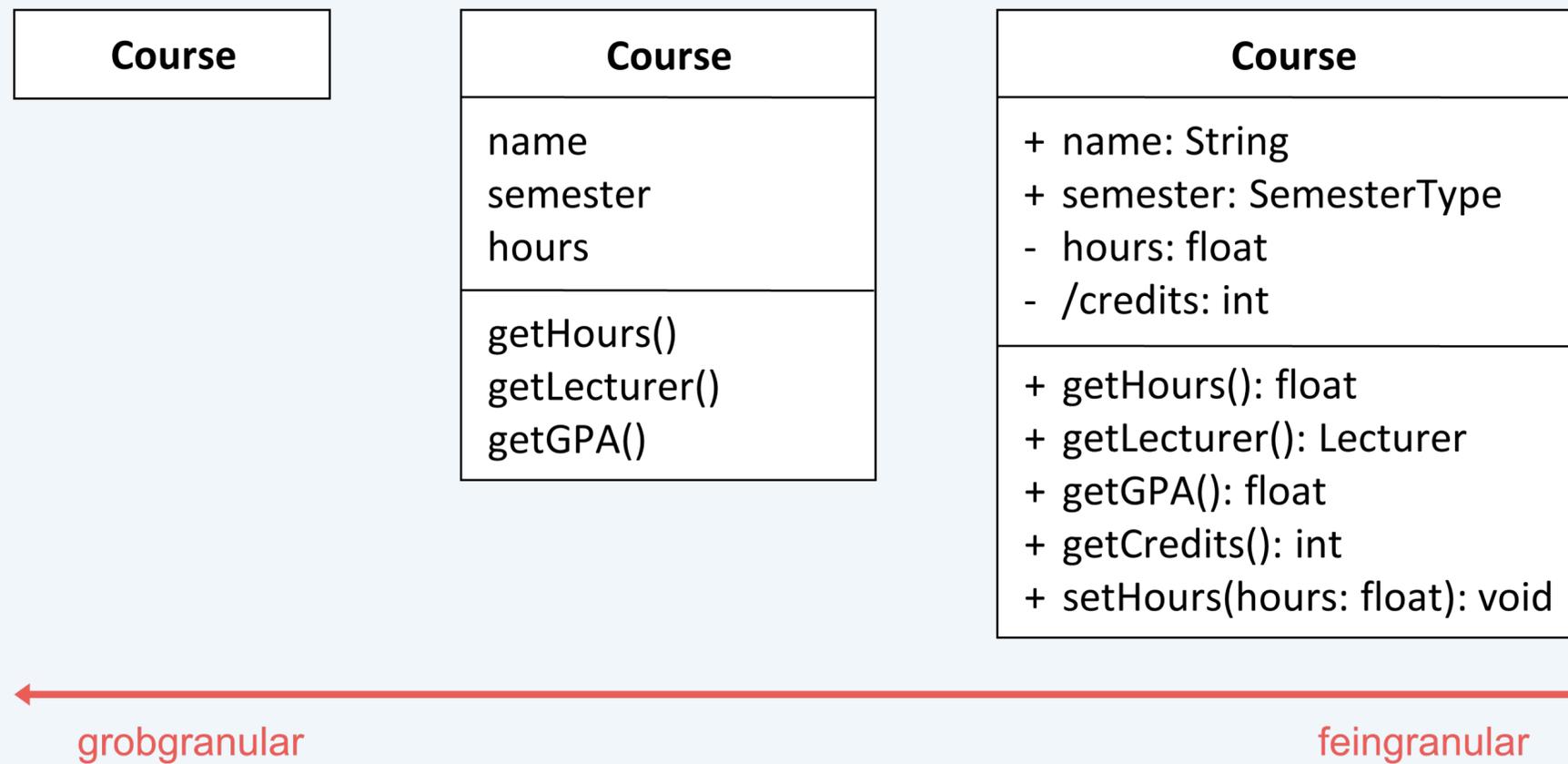


```

class Person {
    public String firstName;
    public String lastName;
    private Date dob;
    protected String[] address;
    private static int pNumber;
    public static int getPNumber() {...}
    public Date getDob() {...}
}
  
```



# Spezifikation einer Klasse: Unterschiedlicher Detailgrad



INGO

## Strukturmodellierung Die Assoziation

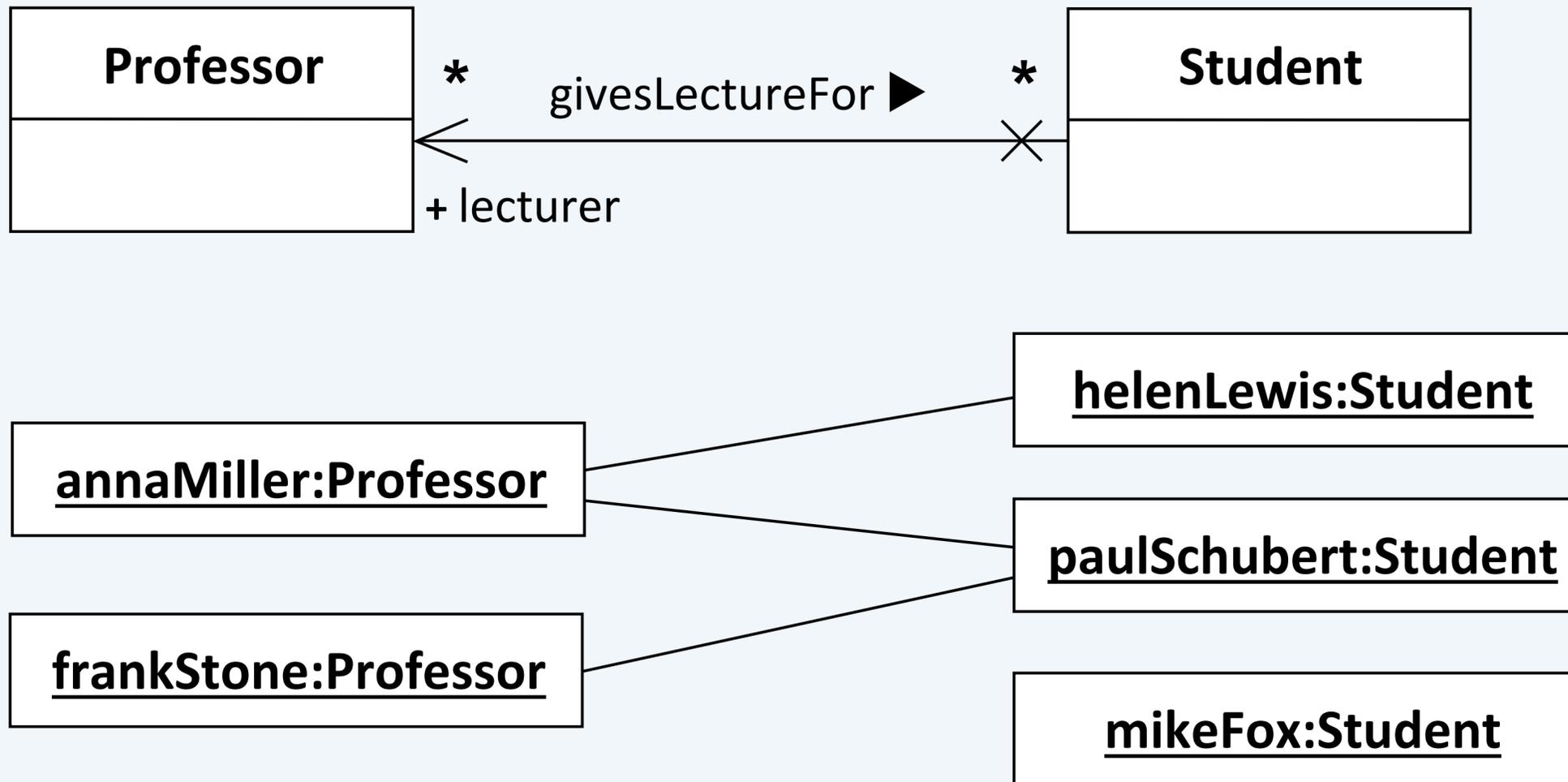


INGO

Christian Huemer und Marion Scholz

# Assoziation

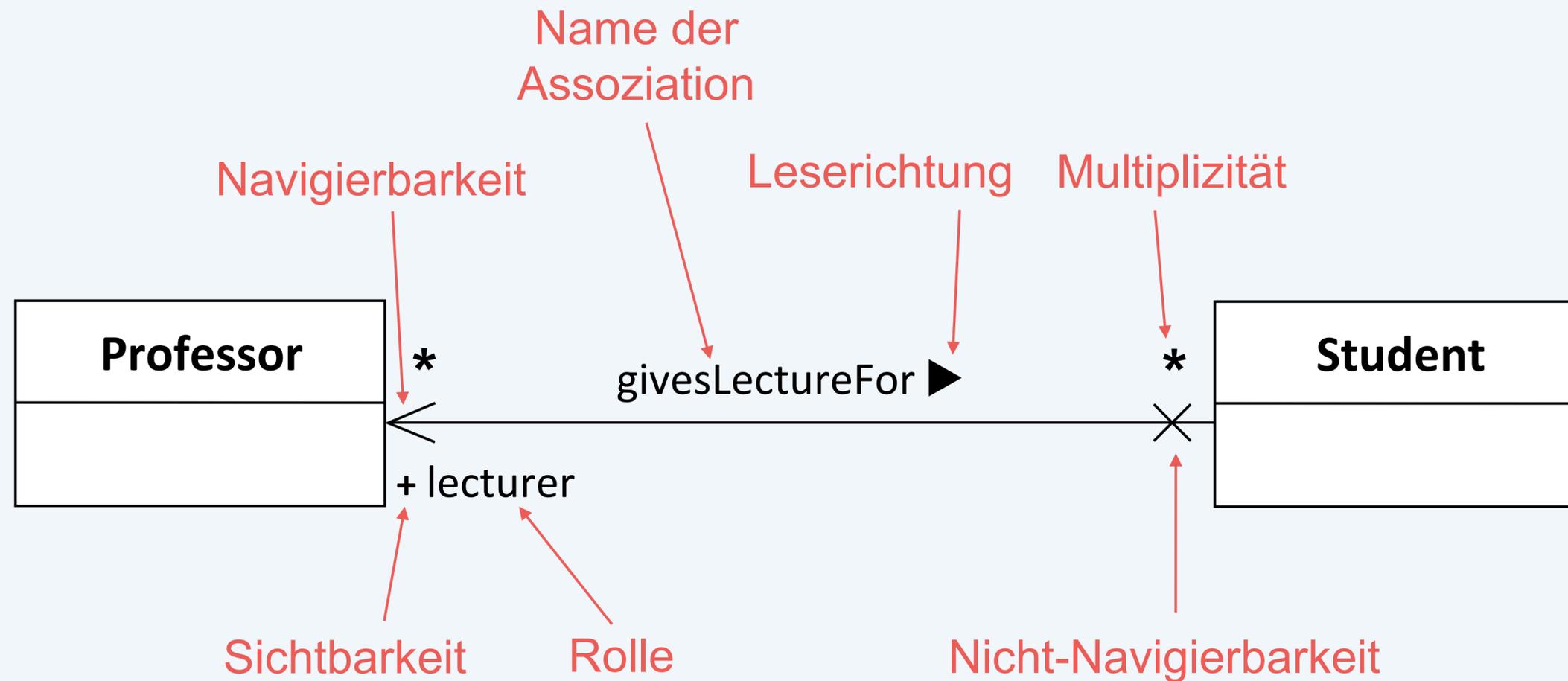
- Assoziationen zwischen Klassen modellieren mögliche **Links** zwischen **den Instanzen der Klassen**



# Binäre Assoziation



- Verbindet die Instanzen von zwei Klassen miteinander



# Binäre Assoziation: Navigierbarkeit

- Navigationsrichtungen sind entscheidend für die spätere Entwicklung
- **Navigierbares Assoziationsende: Pfeil**



- **Nicht-navigierbares Assoziationsende: Kreuz**
  - **A** kann auf die sichtbaren Attribute und Operationen von **B** zugreifen
  - **B** kann auf keinerlei Attribute und Operationen von **A** zugreifen



- **Weder Pfeil noch Kreuz: "keine Angabe"**



# Navigierbarkeit – UML Standard vs. Best Practice

## UML Standard



## Best Practice



# Binäre Assoziation als Attribut

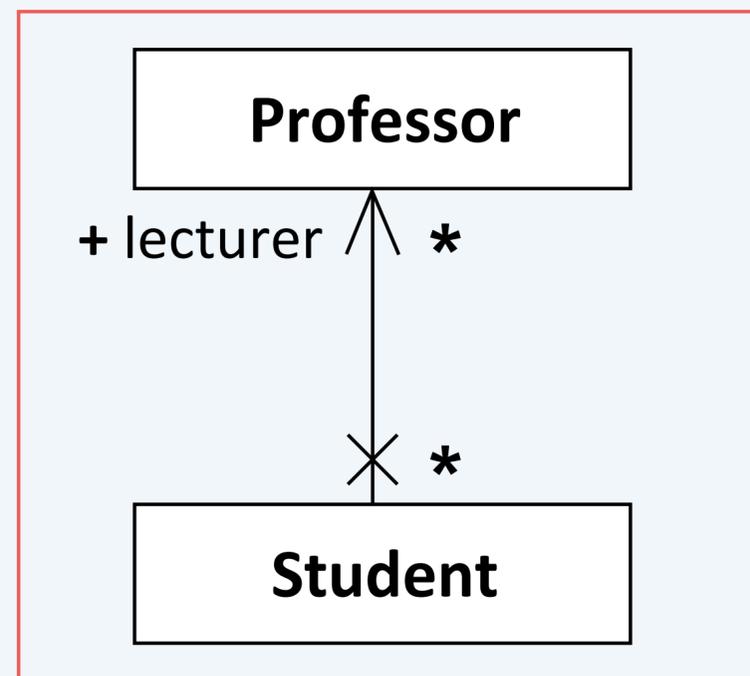
- Ein **navigierbares Assoziationsende**

- hat die gleiche Semantik, wie ein Attribut der Klasse am gegenüberliegenden Assoziationsende
- kann daher **anstatt** mit einer **gerichteten Kante** auch als **Attribut** modelliert werden
  - Die mit dem Assoziationsende verbundene Klasse muss dem **Typ** des Attributs entsprechen
  - Die **Multiplizitäten** müssen gleich sein

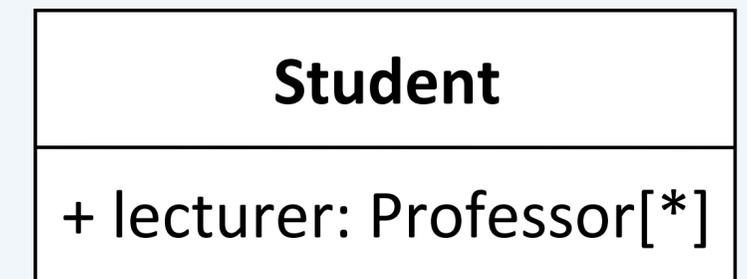
- Für ein navigierbares Assoziationsende sind somit alle Eigenschaften und Notationen von Attributen anwendbar

```
class Professor{...}

class Student{
  public Professor[] lecturer;
  ...
}
```



besser



INGO

# Strukturmodellierung Die Multiplizität und die Rolle



INGO

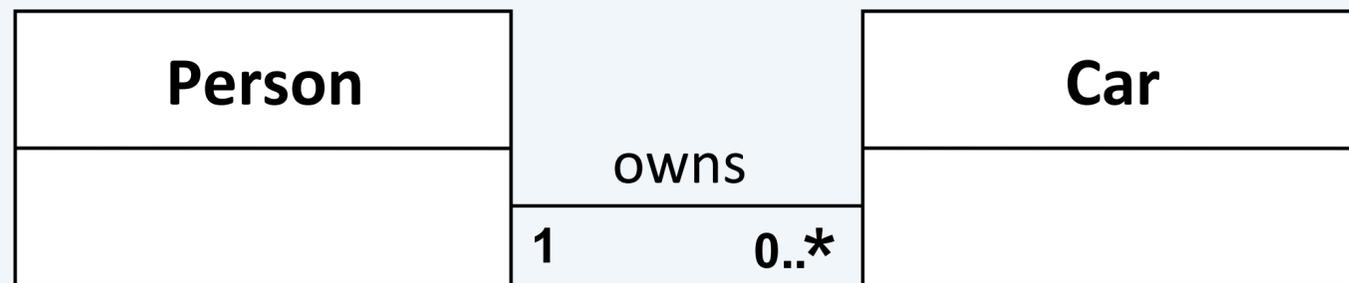
Christian Huemer und Marion Scholz

# Assoziation: Multiplizität

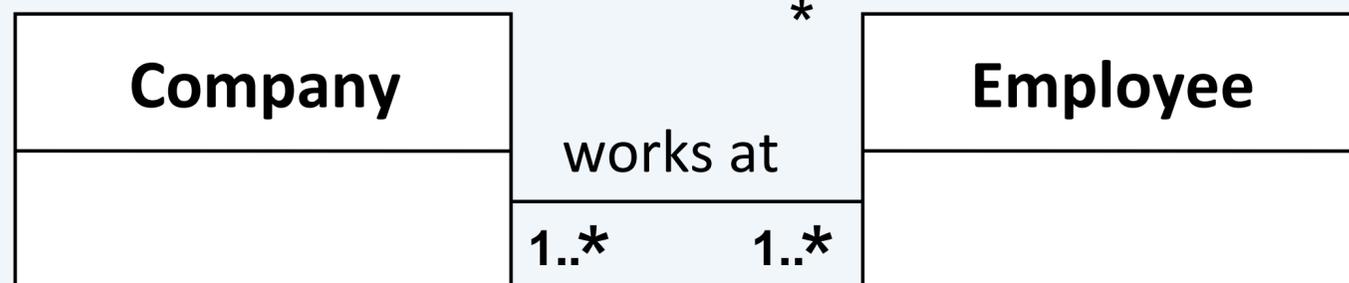
- Bereich: "min .. max"
- Beliebige Anzahl: "\*"
- Aufzählung möglicher Kardinalitäten (x, y, z)

genau 1:	1
uneingeschränkt:	* oder 0..*
0 oder 1:	0..1 oder 0, 1
fixe Anzahl (z.B. 3):	3
Bereich (z.B. $\geq 3$ ):	3..*
Bereich (z.B. 3-6):	3..6
Aufzählung:	3, 6, 7, 8, 9 oder 3, 6..9

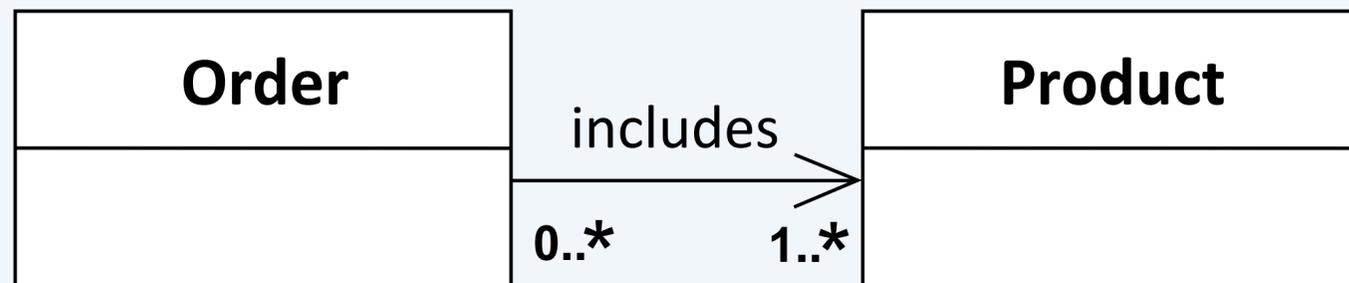
# Assoziation: Beispiele



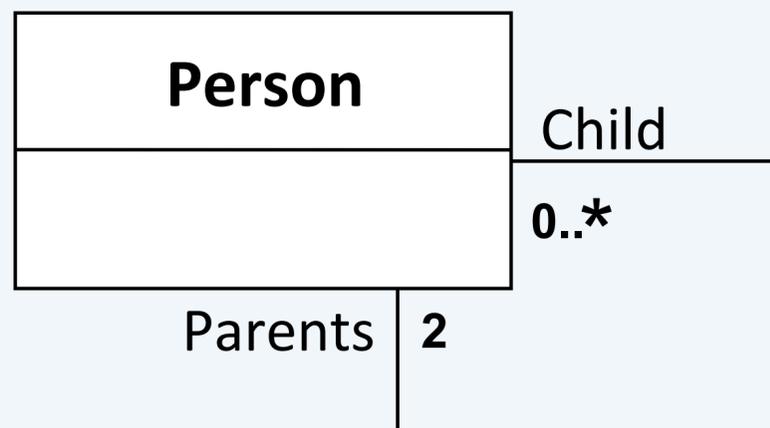
Ein **Car** hat genau einen Besitzer, eine **Person** kann aber mehrere **Cars** besitzen (oder keine).



In einer **Company** arbeitet mind. ein **Employee**, ein **Employee** arbeitet mind. in einer **Company**



Eine **Order** besteht aus 1-n **Products**, **Products** können beliebig oft bestellt werden. Von einer **Order** kann festgestellt werden, welche **Products** sie beinhaltet.

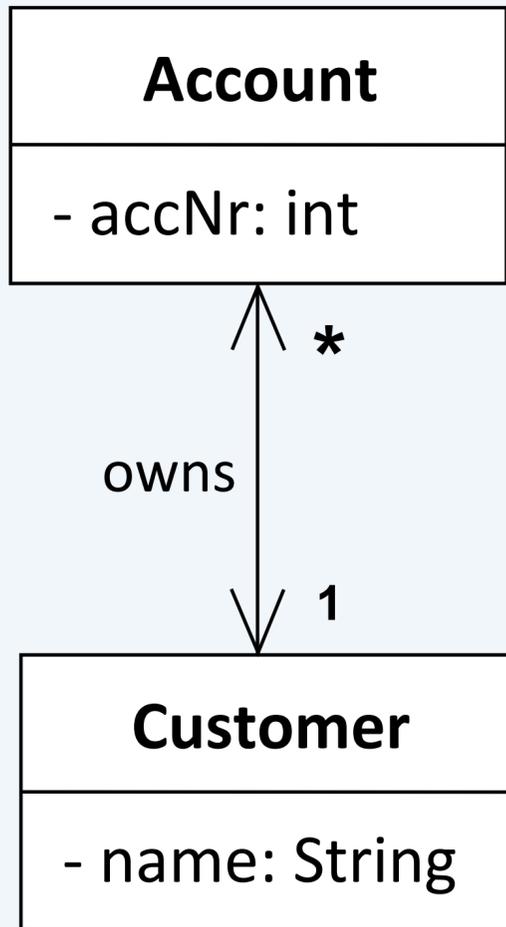


Eine **Person** hat 2 biologische **Parents**, die **Persons** sind, und 0 bis beliebig viele **Children**.

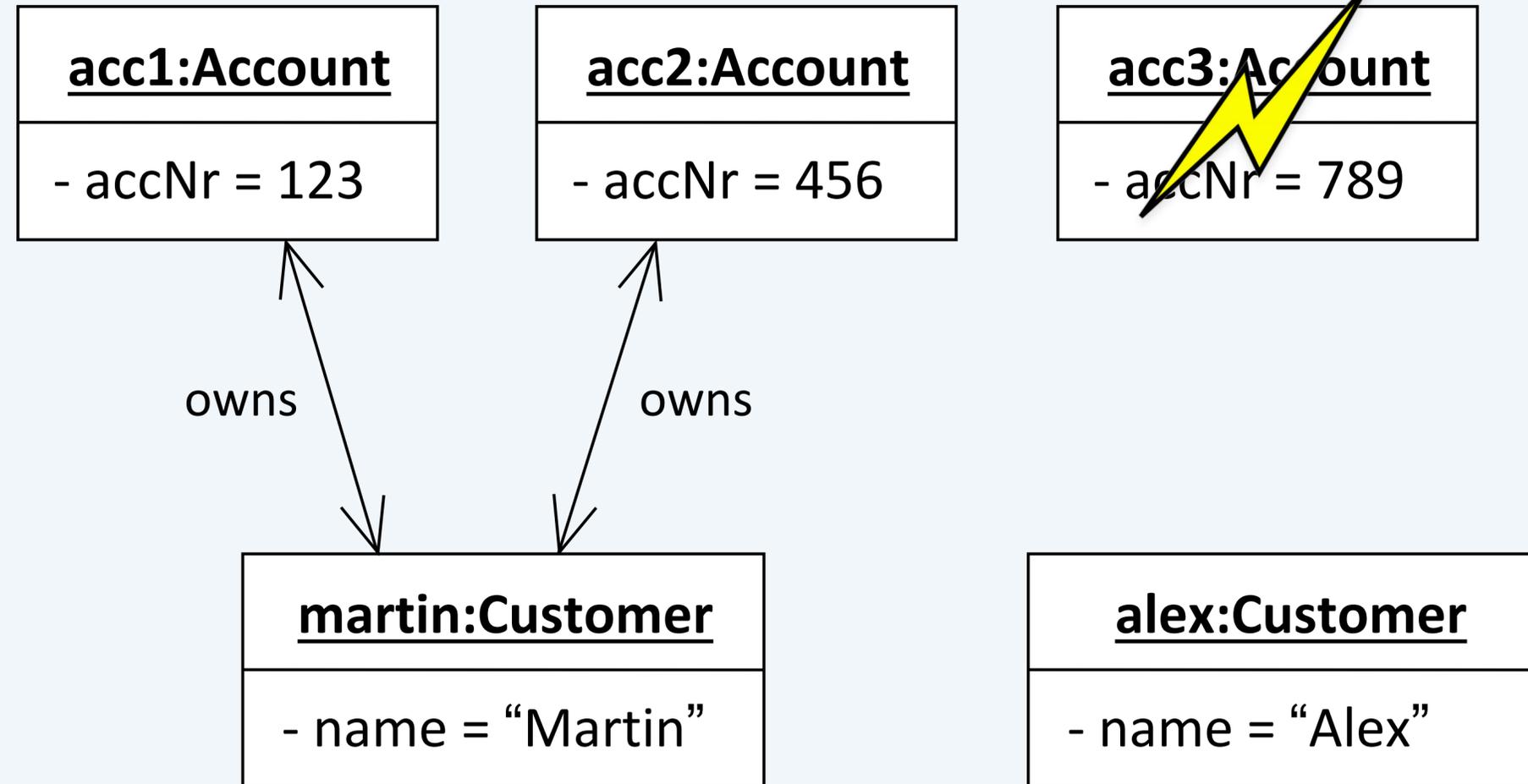
*Ist durch dieses Modell ausgeschlossen, dass eine **Person** **Child** von sich selbst ist?*

# Objektdiagramm: Beispiel

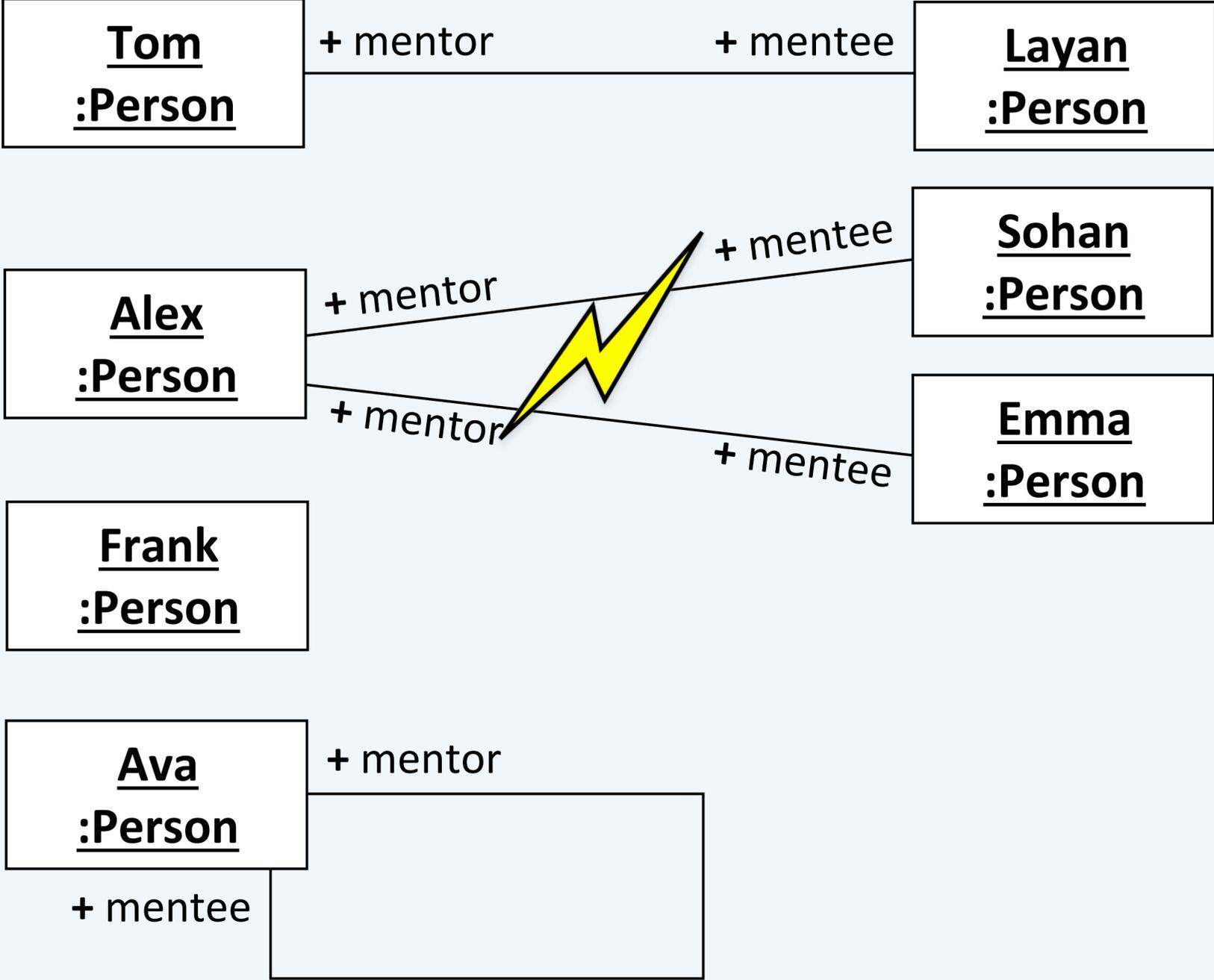
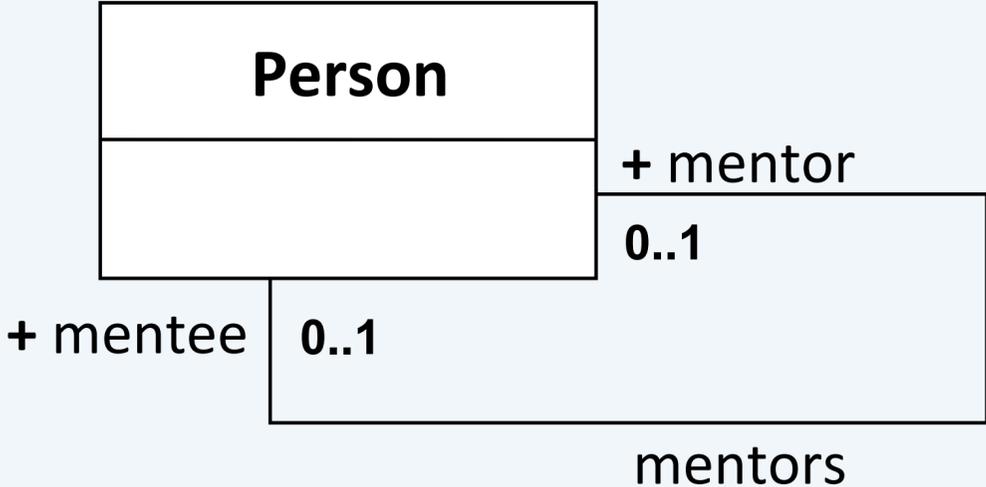
Klassendiagramm



Objektdiagramm

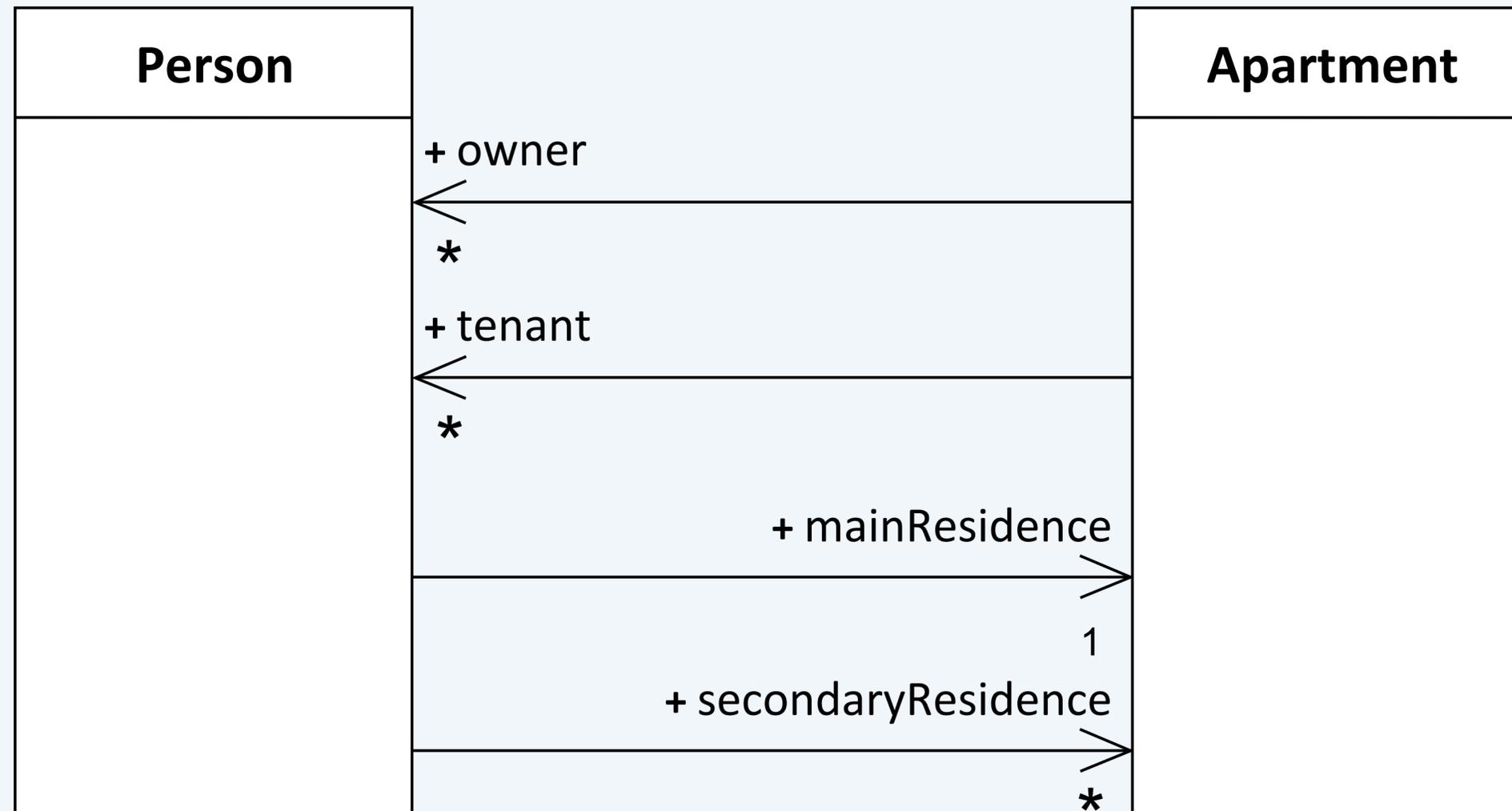


# Objektdiagramm: Beispiel bei unärer Assoziation



# Assoziation: Rollen

- Es können die Rollen festgelegt werden, die von den einzelnen Objekten in den Objektbeziehungen gespielt werden



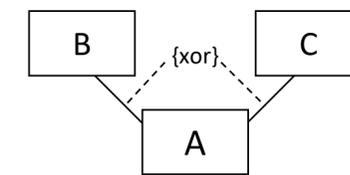
Strukturmodellierung

## Die exklusive Assoziation und die Assoziationsklasse

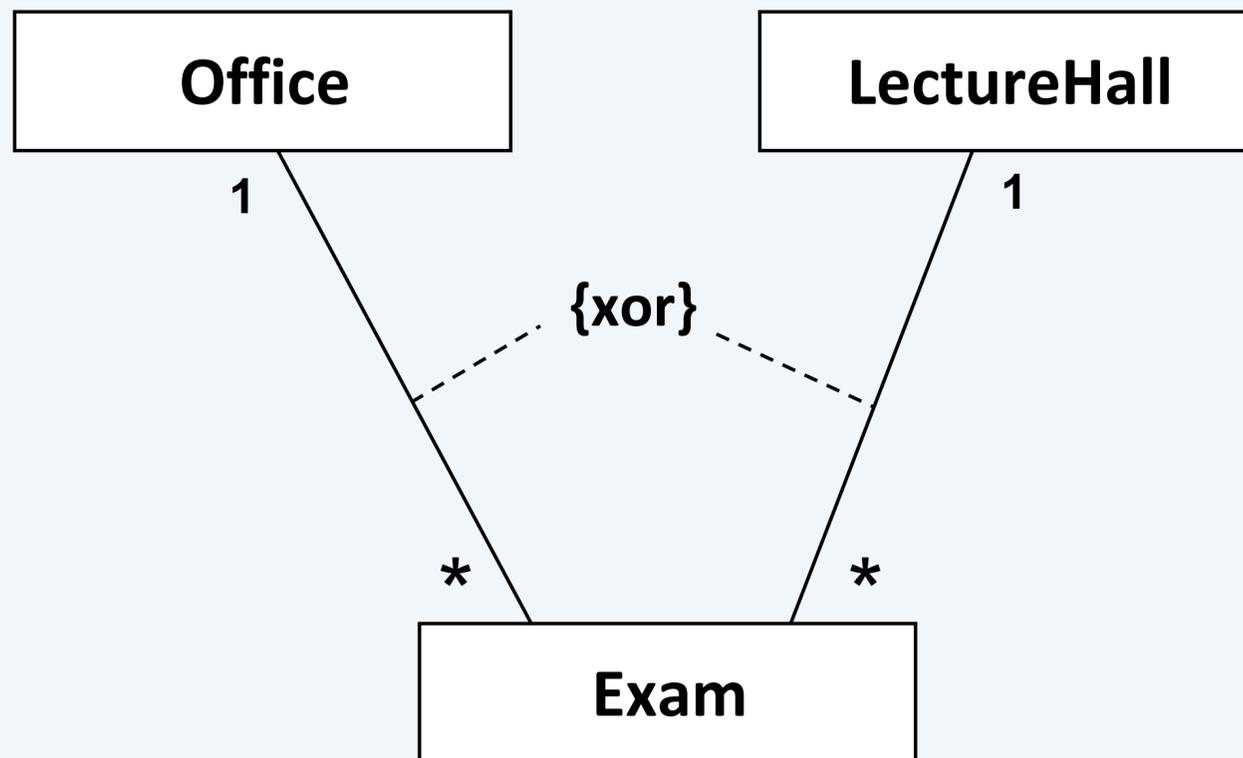


Christian Huemer und Marion Scholz

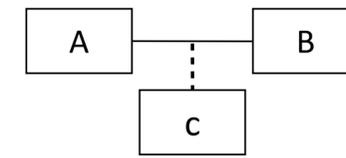
# Exklusive Assoziation



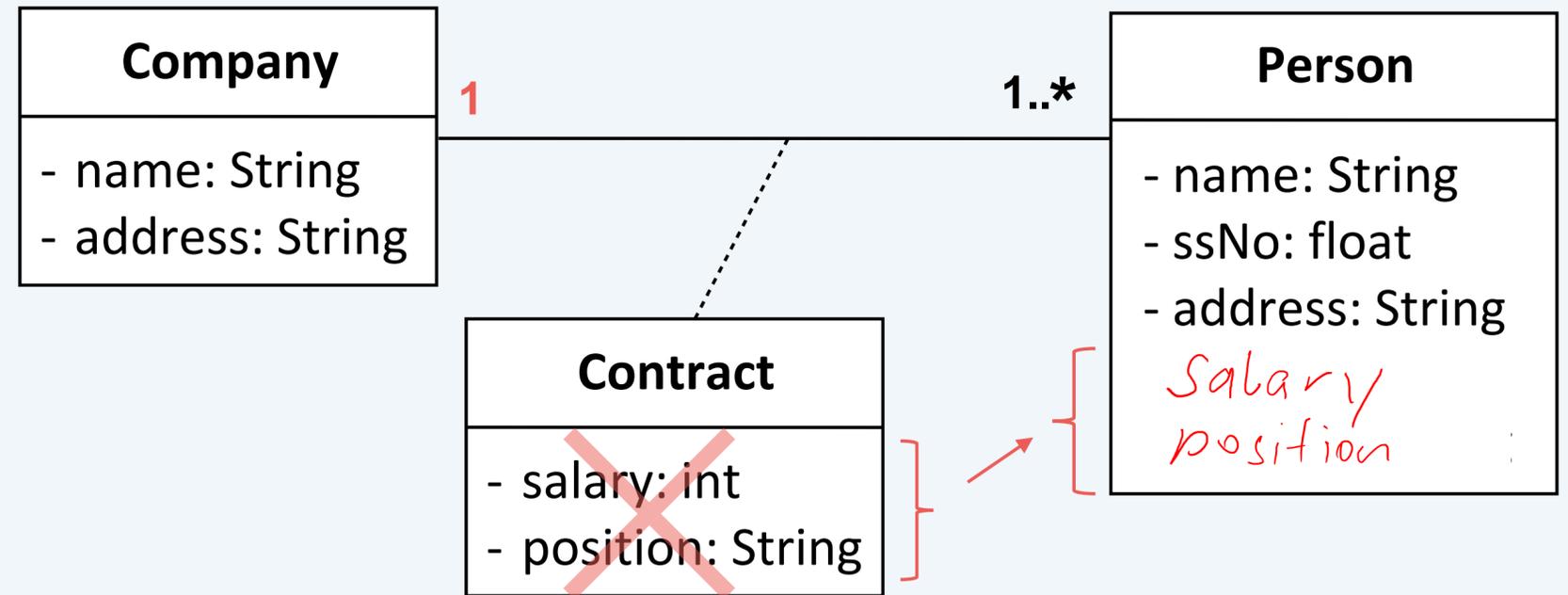
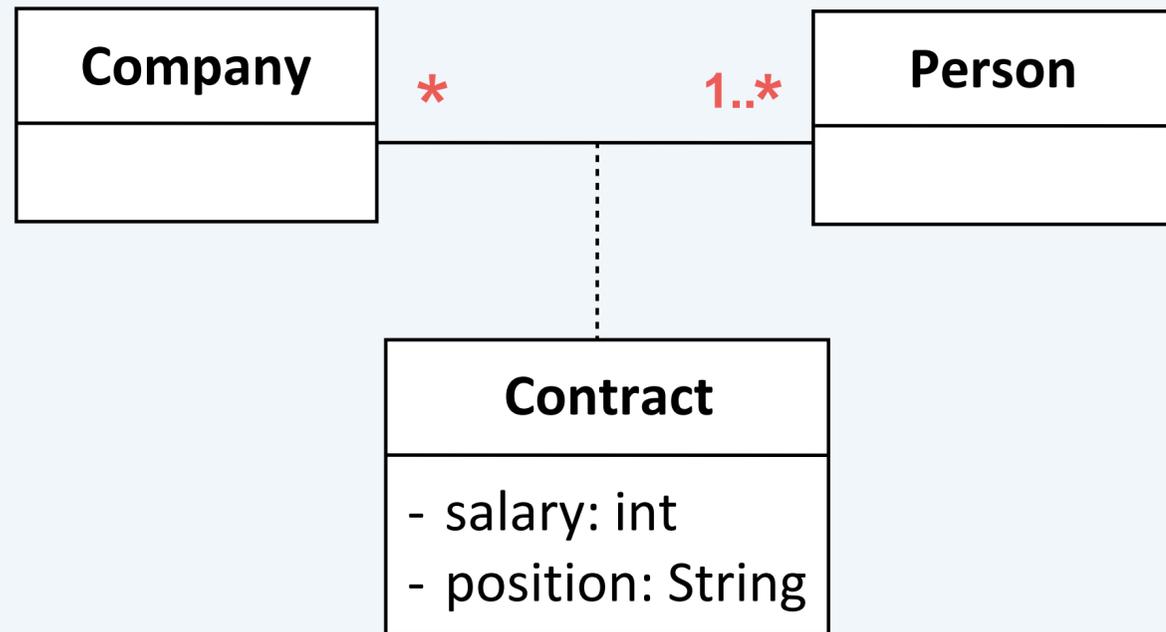
- Für ein bestimmtes Objekt kann zu einem bestimmten Zeitpunkt **nur eine von verschiedenen möglichen Assoziationen** instanziiert werden: **{xor}**



# Assoziationsklasse (1/2)



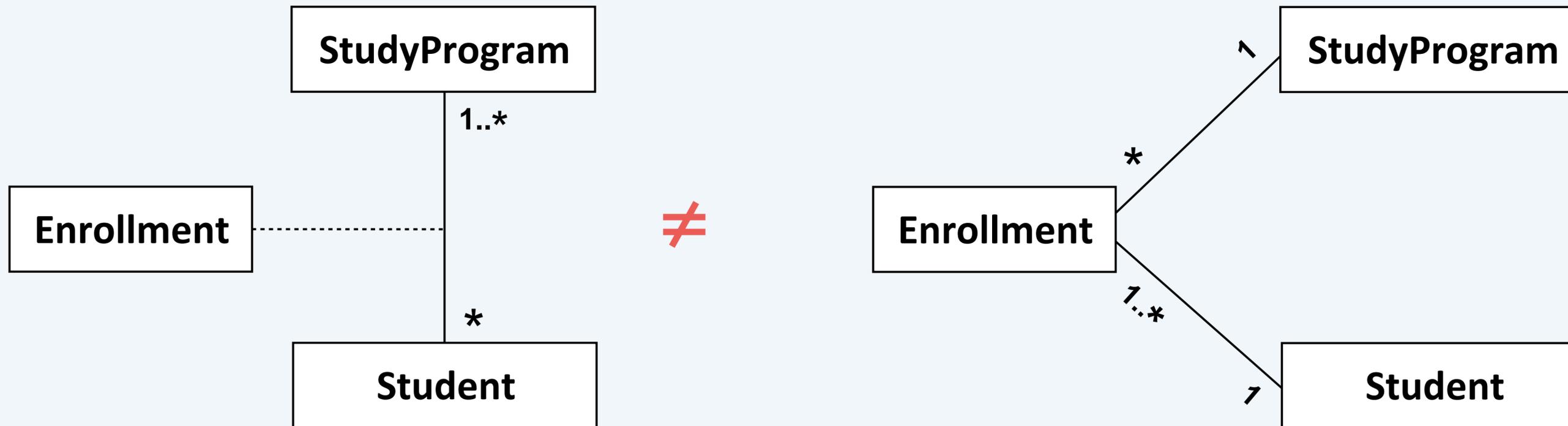
- Kann Attribute der Assoziation enthalten
  - Bei m:n-Assoziationen mit Attributen notwendig
  - Bei 1:1 und 1:n-Assoziationen sinnvoll aus Flexibilitätsgründen



Assoziationsklasse

# Assoziationsklasse (2/2)

- Normale Klasse ungleich Assoziationsklasse



Ein **Student** kann sich für ein bestimmtes **StudyProgram** nur **einmal** einschreiben

Ein **Student** kann **mehrere** **Enrollments** für ein und dasselbe **StudyProgram** haben

ingo

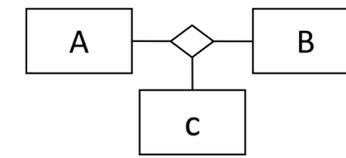
## Strukturmodellierung Die n-äre Assoziation



ingo

Christian Huemer und Marion Scholz

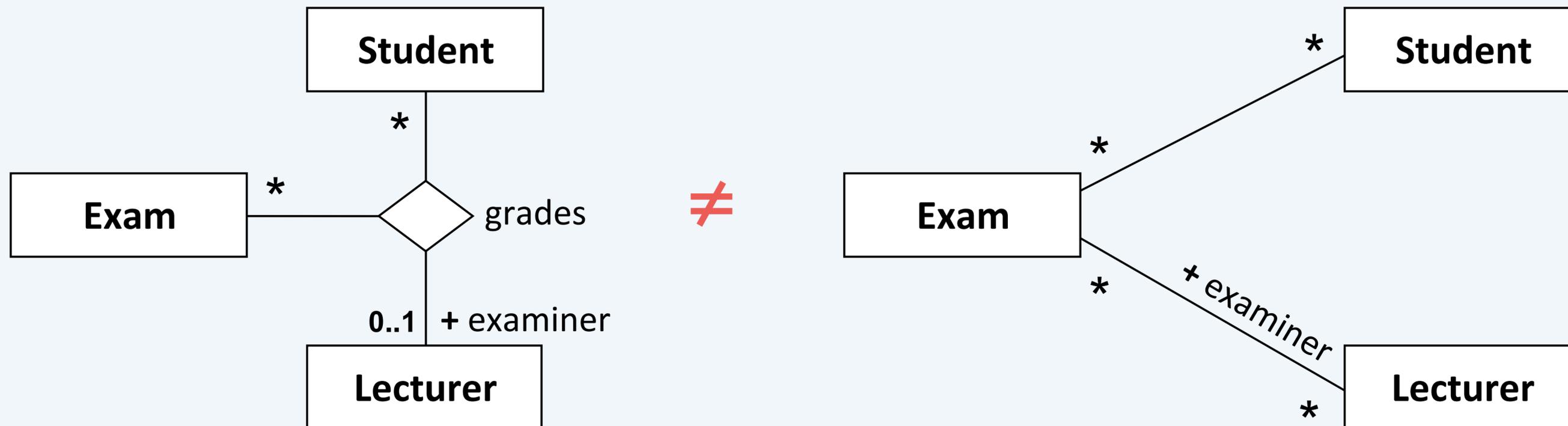
# n-äre Assoziation



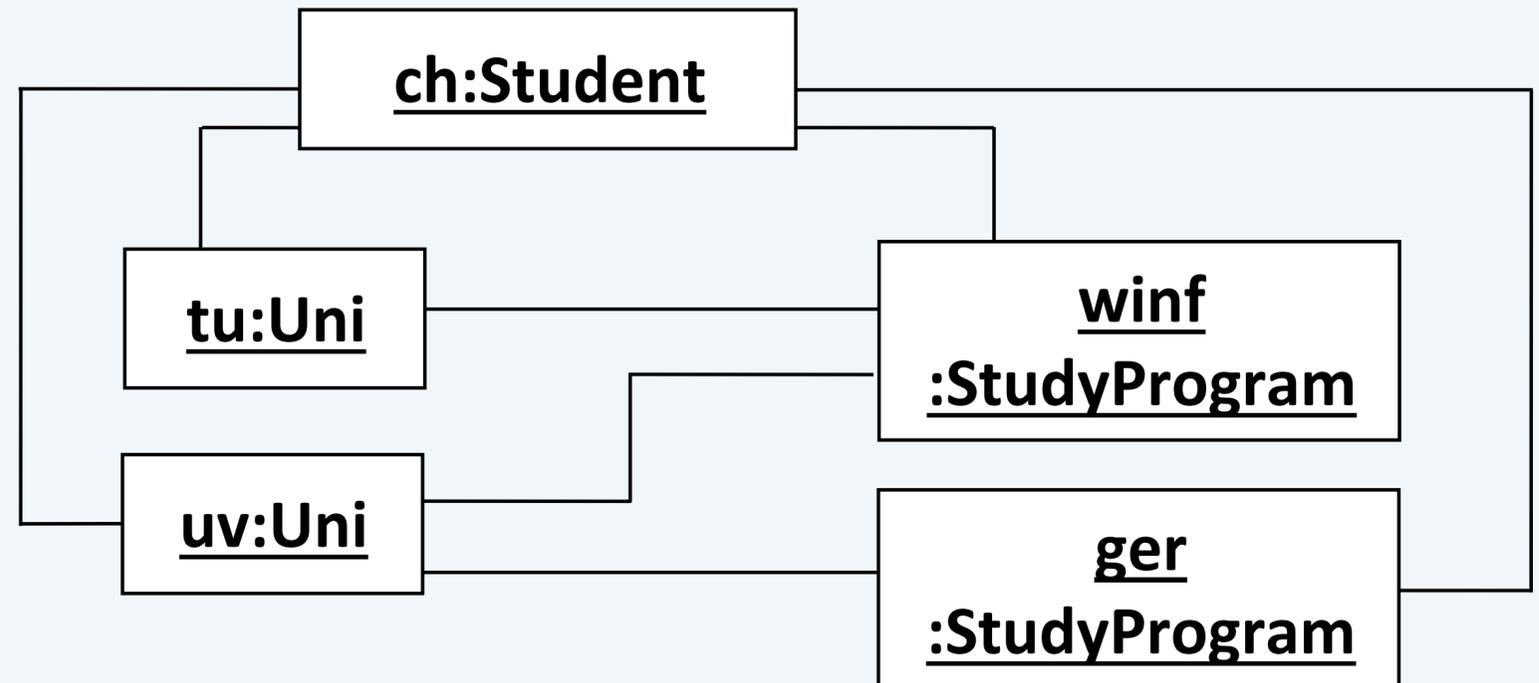
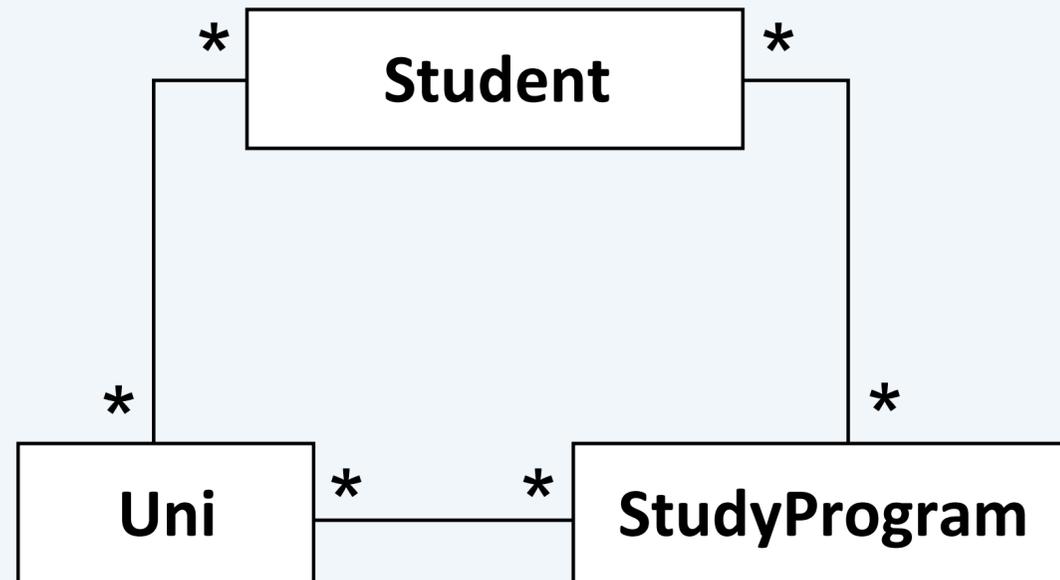
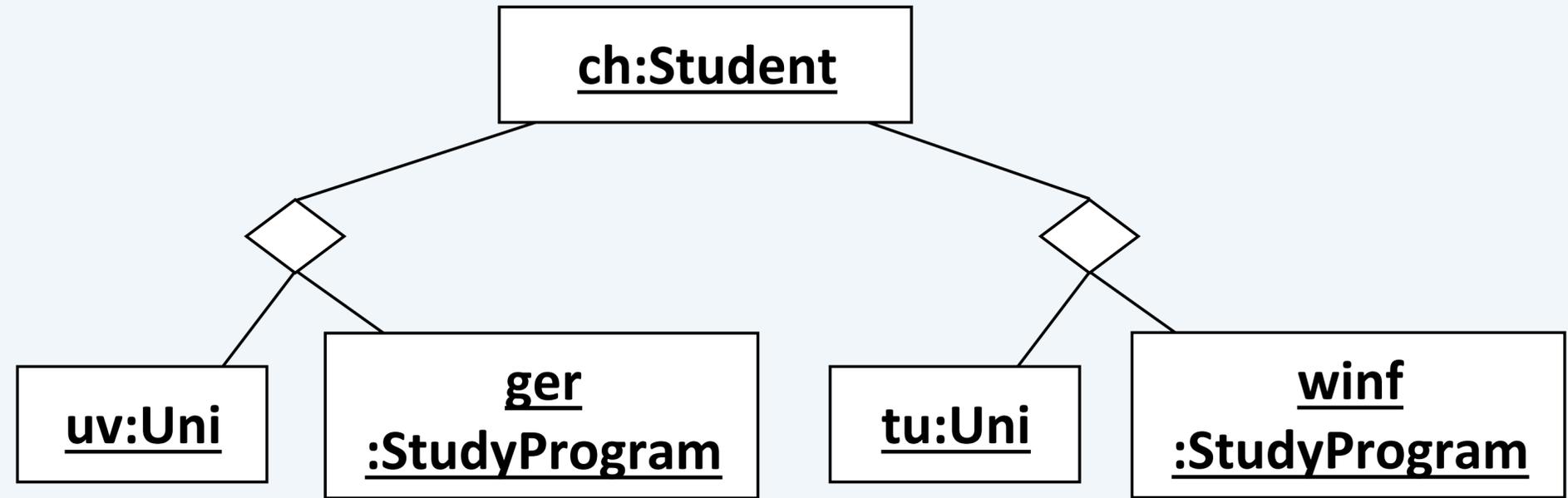
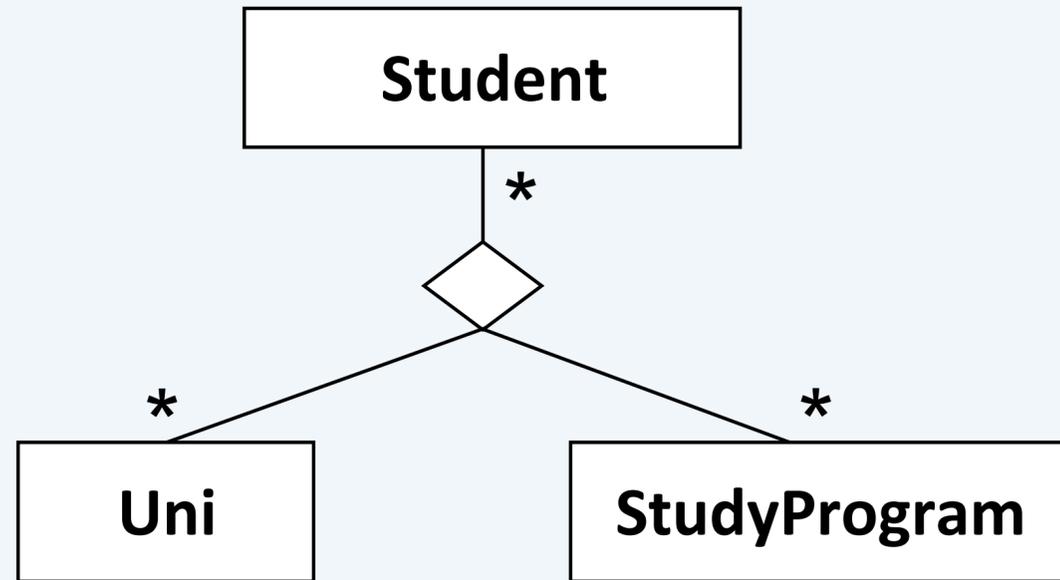
- **Beziehung zwischen mehr als zwei Klassen**
  - Navigationsrichtung kann nicht angegeben werden
  - N Sätze zu Bestimmung der Multiplizitäten
  - Eine bestimmte Kombination von Objekten aller anderen Klassen stehen in Beziehung zu wie vielen Objekten dieser Klasse.
- **Multiplizitäten implizieren Einschränkungen,**  
in einem bestimmten Fall funktionale Abhängigkeiten
- Ist bei einer ternären Assoziation die Multiplizität bei der Klasse C mit 1 angegeben, so existiert eine funktionale Abhängigkeit  $(A, B) \rightarrow (C)$

# n-äre Assoziation: Beispiel

- **(Student, Exam) → (Lecturer)**
  - Ein **Student** absolviert ein **Exam** bei einem oder keinem **Lecturer**
- **(Exam, Lecturer) → (Student)**
  - Ein **Exam** kann mit einem **Lecturer** von mehreren **Students** absolviert werden
- **(Student, Lecturer) → (Exam)**
  - Ein **Student** kann von einem **Lecturer** für mehrere **Exams** bewertet werden



# ternäre Assoziation versus binäre Assoziation



INGO

## Strukturmodellierung Die Aggregation

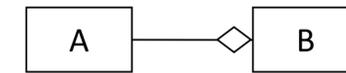


INGO

Christian Huemer und Marion Scholz

- Aggregation ist eine spezielle Form der Assoziation für Ganzes-Teil-Beziehungen
- Zwei Arten von Aggregationen:
  - Schwache Aggregation (shared aggregation)
  - Starke Aggregation – Komposition (composite aggregation)
- Für beide gelten folgenden Eigenschaften:
  - Transitivität:  
C ist Teil von B u. B ist Teil von A  $\Rightarrow$  C ist Teil von A
  - Anti-Symmetrie:  
B ist Teil von A  $\Rightarrow$  A ist nicht Teil von B

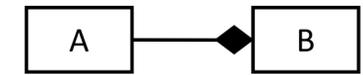
# Schwache Aggregation



- Wird als weiße Raute dargestellt
- Schwache Zugehörigkeit der Teile, d.h. Teile sind **unabhängig** von ihrem Ganzen
- Die Multiplizität auf Seite des Ganzen kann  $> 1$  sein
- Es gilt nur eingeschränkte Propagierungssemantik
- Die zusammengesetzten Objekte bilden einen **gerichteten, azyklischen Graphen**



# Starke Aggregation (= Komposition)



- Ein bestimmter Teil darf zu einem bestimmten Zeitpunkt in **maximal einem zusammengesetzten Objekt** enthalten sein
- Die **Multiplizität** des aggregierenden Endes der Beziehung kann (maximal) 1 sein
- **Abhängigkeit** der Teile vom zusammengesetzten Objekt
- **Propagierungssemantik**
- Die zusammengesetzten Objekte bilden einen **Baum**
- Es kann eine Hierarchie von "Teil-von" - Beziehungen dargestellt werden (Transitivität!)

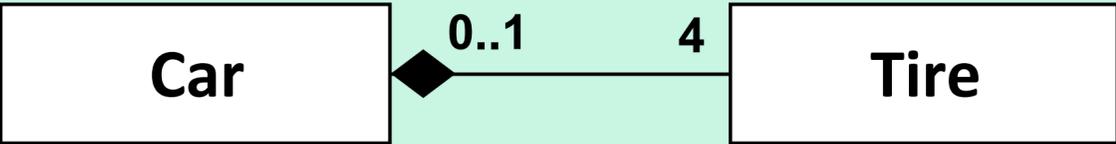


Wenn das `Building` gelöscht wird, wird die `LectureHall` auch gelöscht.

Der `Beamer` kann ohne `LectureHall` existieren, aber wenn er in der `LectureHall` enthalten ist während diese gelöscht wird, dann wird der `Beamer` auch gelöscht.

# Komposition und Aggregation

- Welche der folgenden Beziehungen trifft zu?

	<p>Ein Reifen kann auch ohne Auto existieren. Ein Reifen gehört zu maximal einem Auto.</p>	<p><b>JA</b></p>
	<p>Ein Reifen kann nicht ohne Auto existieren.</p>	<p><b>NEIN</b></p>
	<p>Ein Reifen kann Bestandteil mehrerer Autos sein.</p>	<p><b>NEIN</b></p>
	<p>Ein Auto hat 1 oder 2 Typen von Reifen. Mehrere Autos können den selben Reifentyp haben.</p>	<p><b>JA</b></p>

INGO

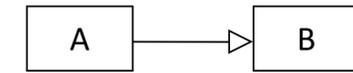
## Strukturmodellierung Die Generalisierung



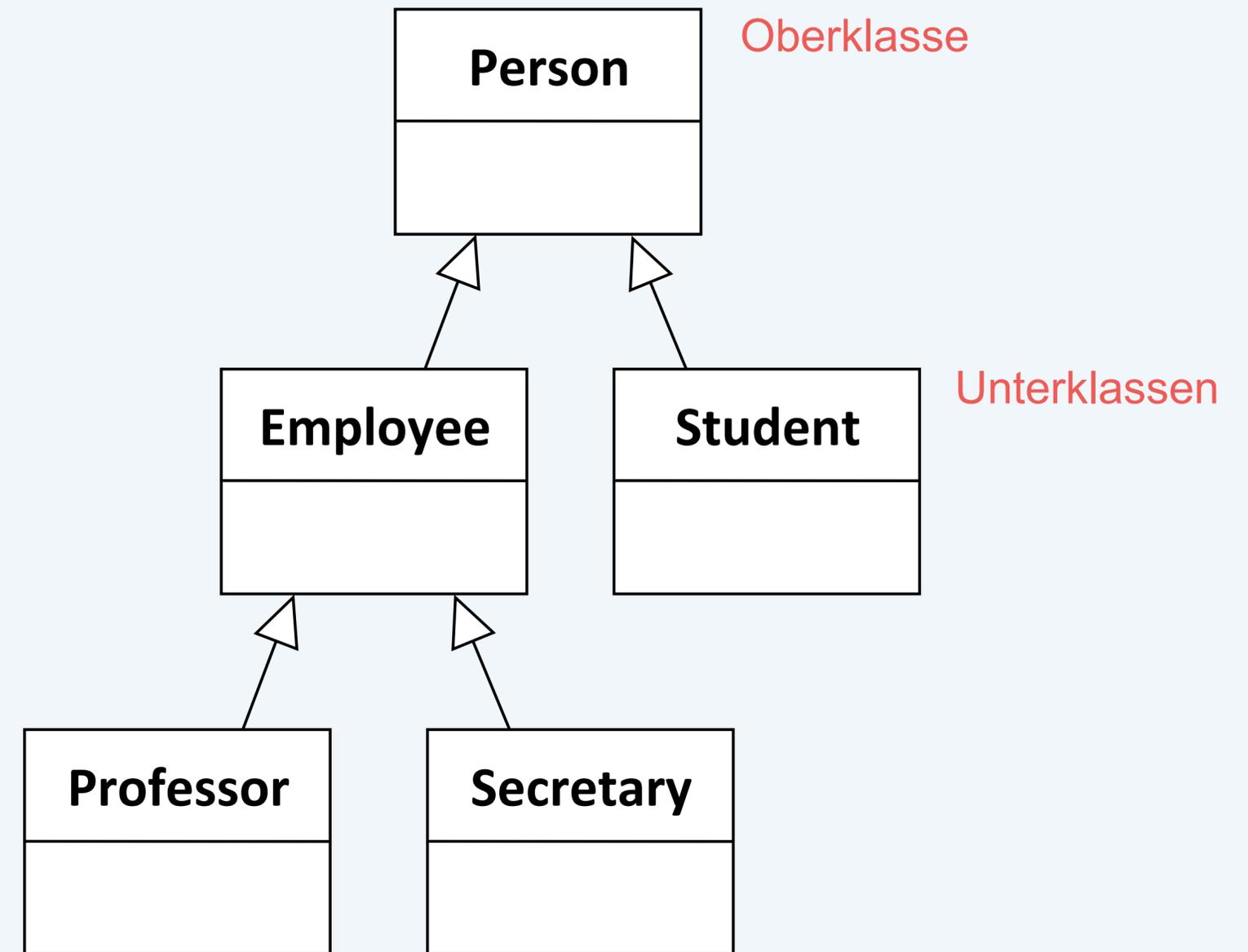
INGO

Christian Huemer und Marion Scholz

# Generalisierung



- **Taxonomische Beziehung** zwischen einer allgemeineren Klasse und einer spezielleren Klasse
  - Die Unterklasse **erbt** die Eigenschaften der Oberklasse
  - Kann **weitere Eigenschaften** hinzufügen
  - Eine Instanz der Unterklasse kann überall dort verwendet werden, wo eine Instanz der Oberklasse erlaubt ist (zumindest syntaktisch)
- Mittels Generalisierung wird eine Hierarchie von "ist-ein" Beziehungen dargestellt (Transitivität!)



Secretary ist ein Employee und eine Person

# Abstrakte Klasse (1/2)

{abstract}  
A



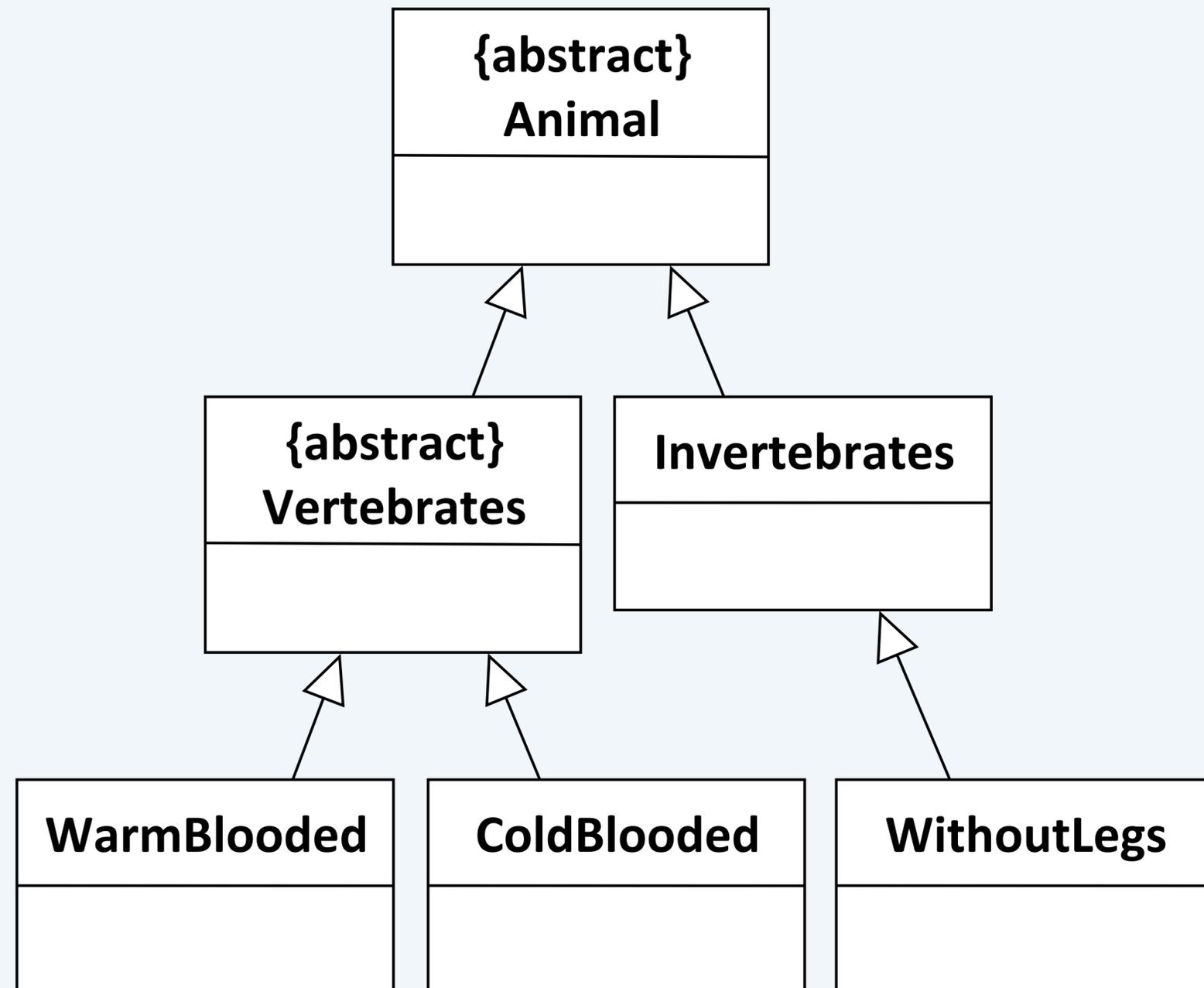
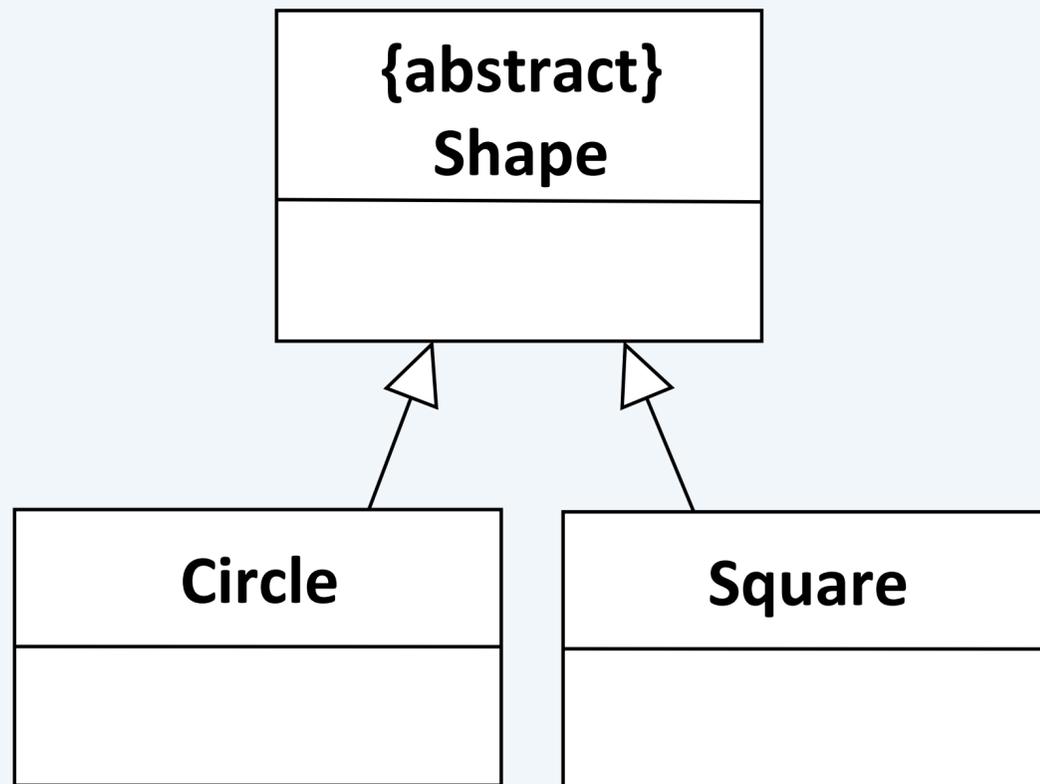
- Klasse, die **nicht instanziiert** werden kann
- **Nur in Generalisierungshierarchien** sinnvoll
- Dient zum "**Herausheben**" **gemeinsamer Merkmale** einer Reihe von Unterklassen
- Notation: Schlüsselwort `{abstract}` oder Klassenname in kursiver Schrift



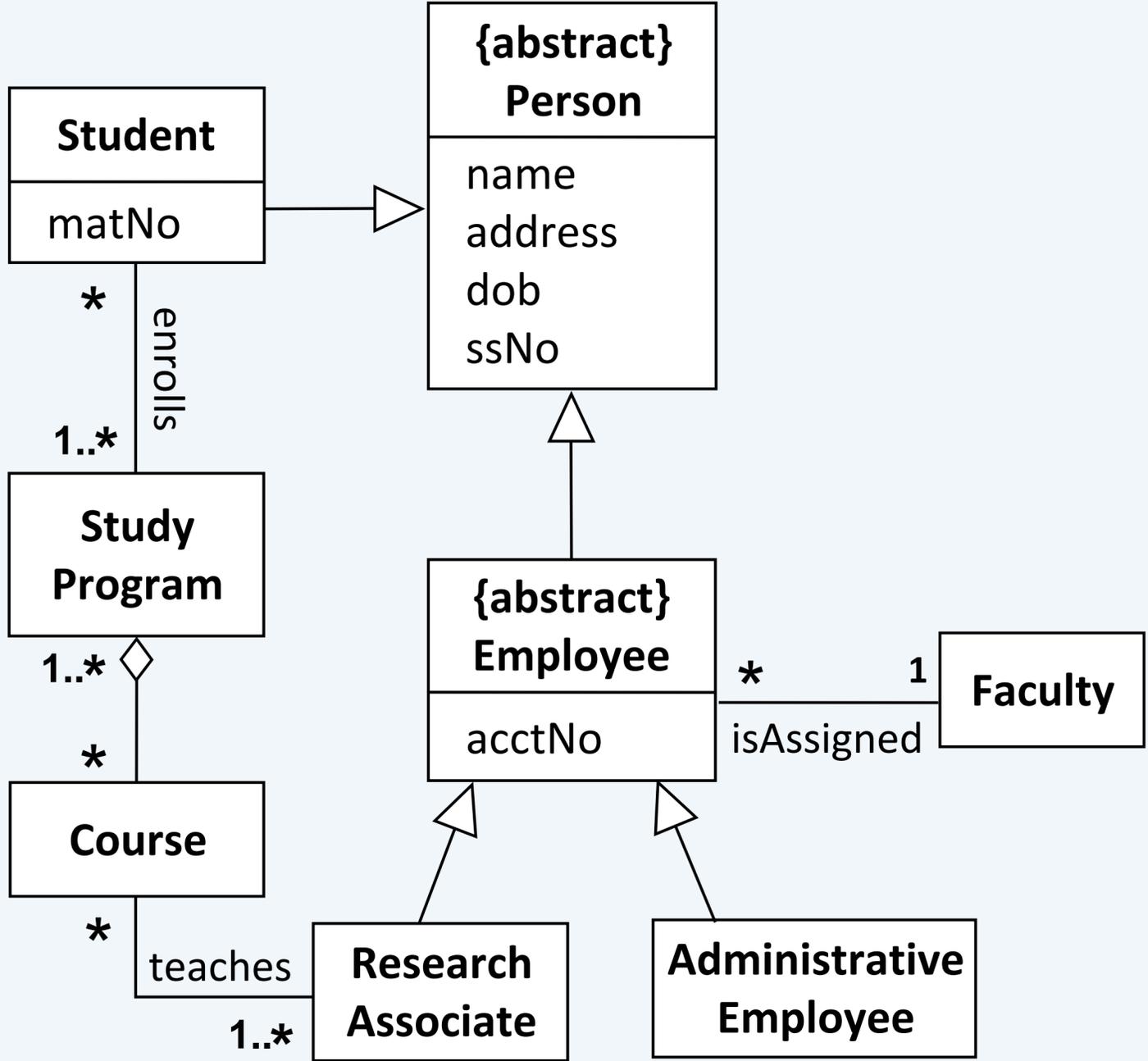
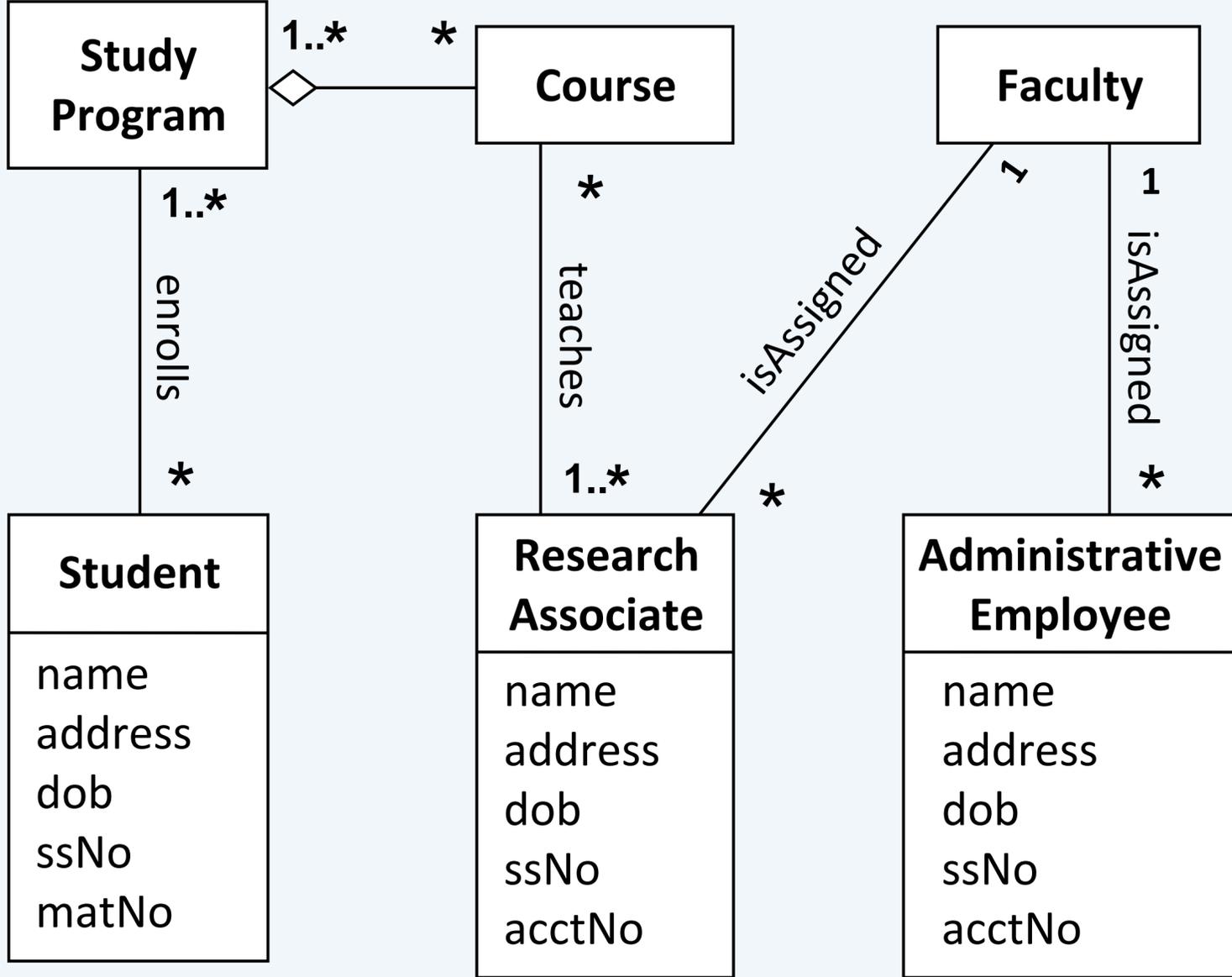
- Unterscheidung zwischen konkreten und abstrakten Operationen einer Klasse funktioniert analog

# Abstrakte Klasse (2/2)

## ■ Beispiele:

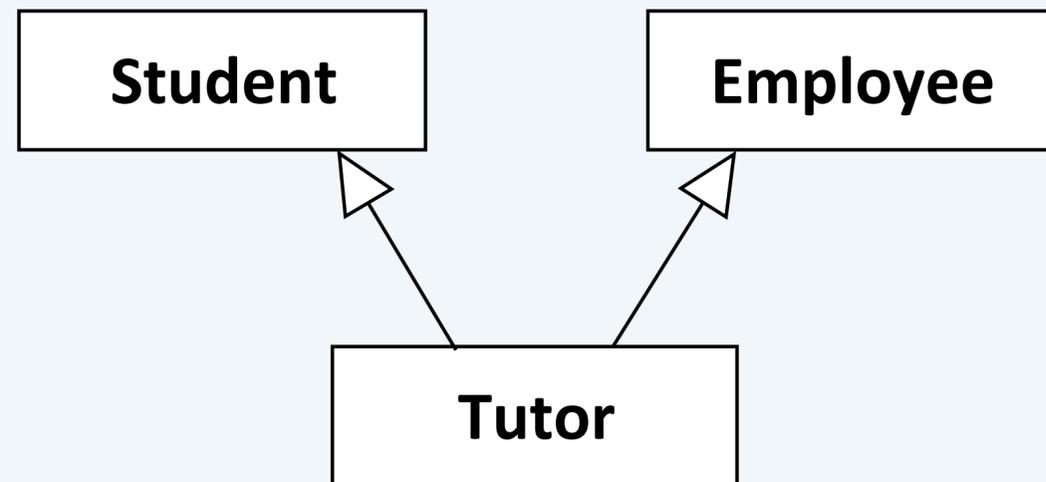


# Mit und ohne Generalisierung



# Mehrfachvererbung

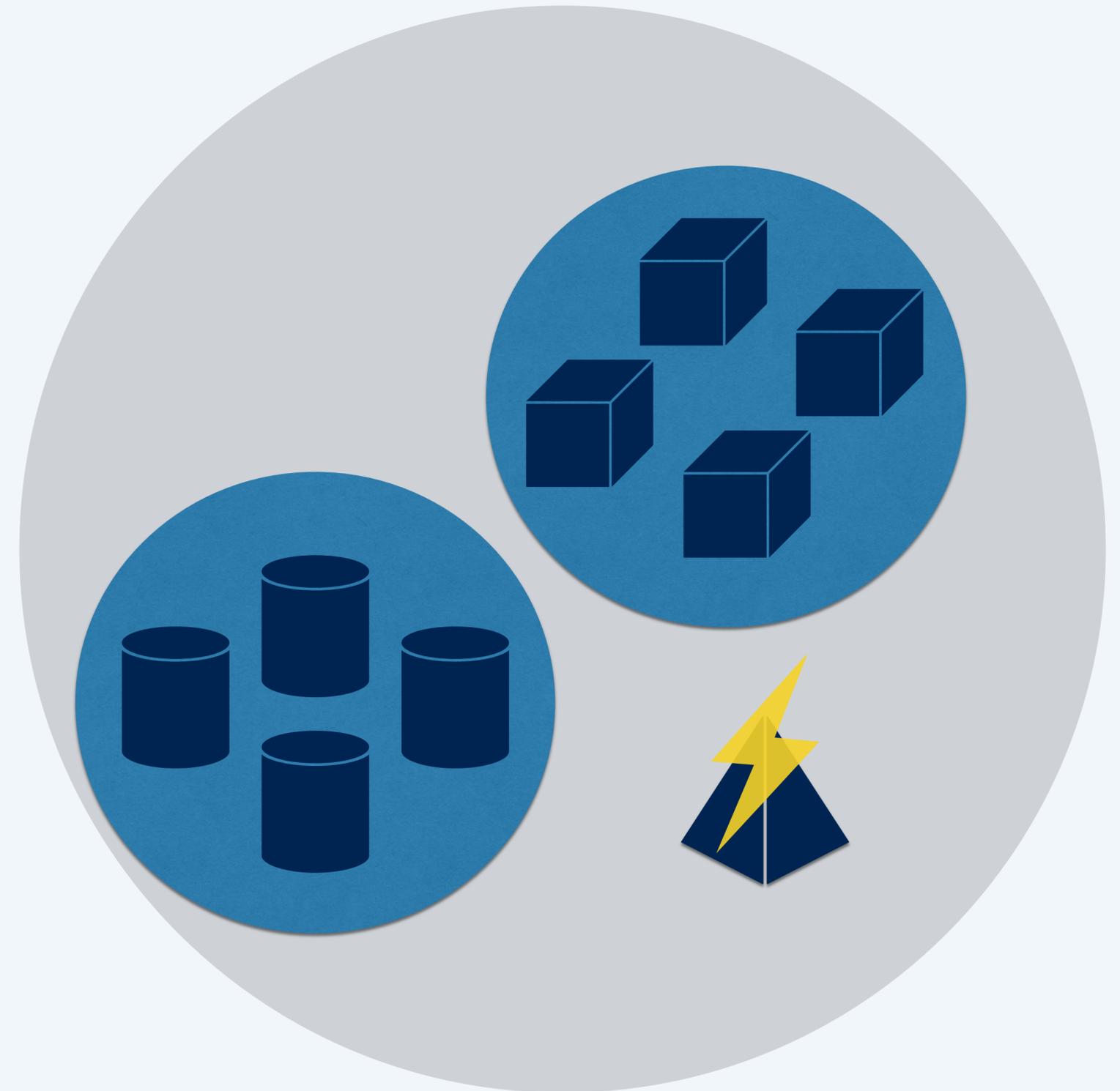
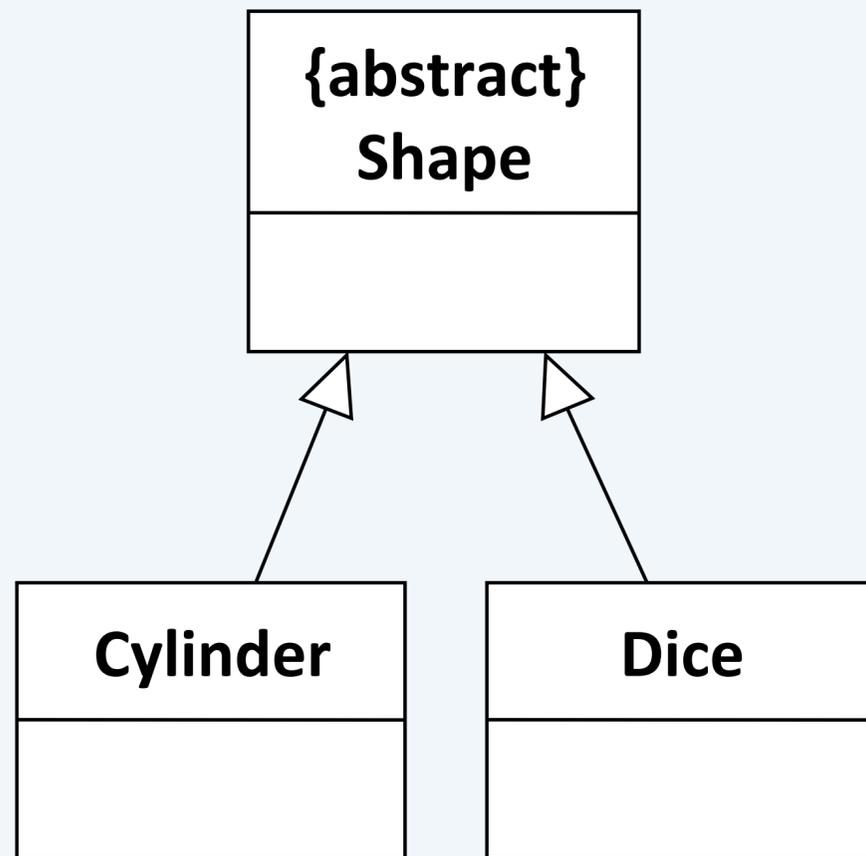
- Klassen können auch von mehreren Klassen erben
- Beispiel:



**Tutor ist Employee und Student**

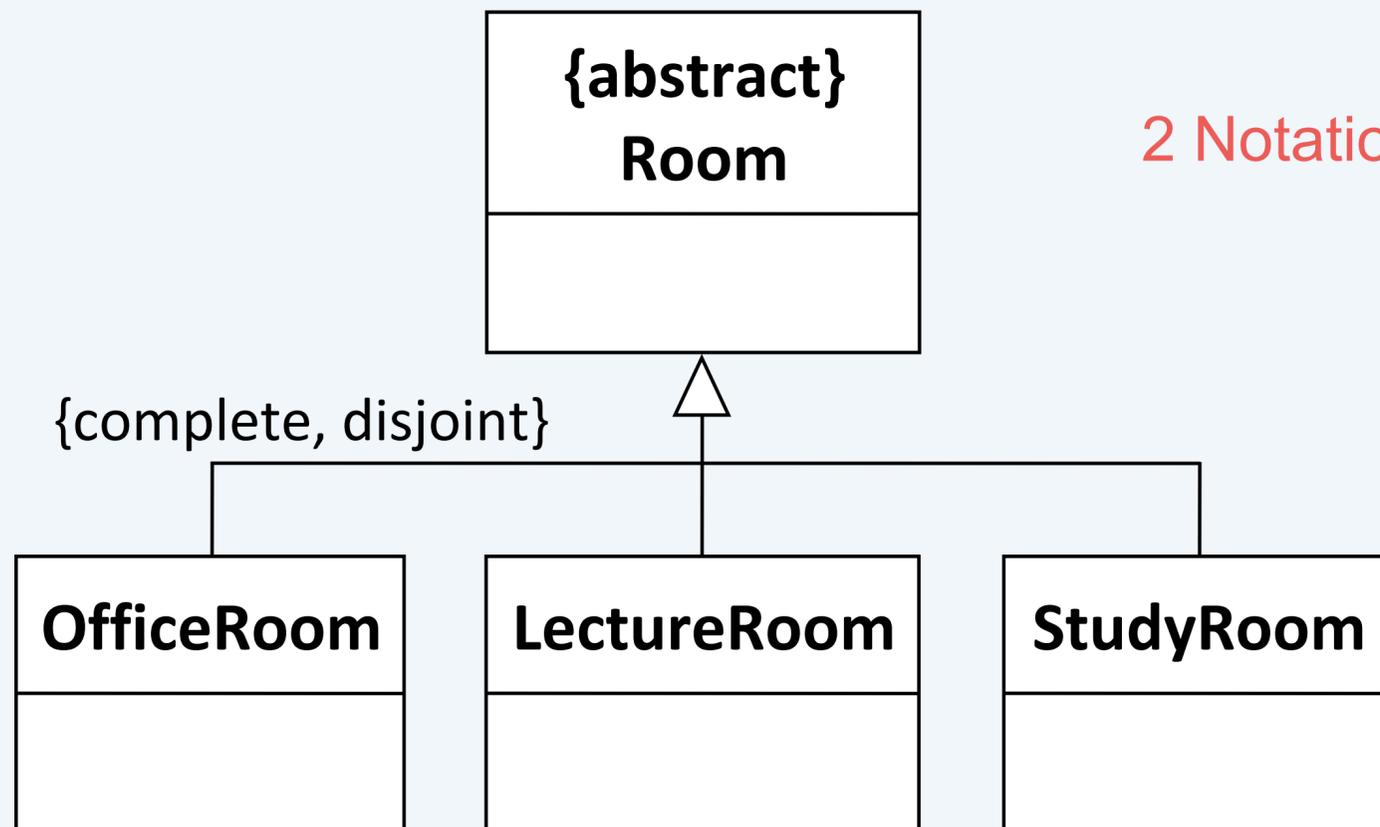
# Generalisierung: Eigenschaften (1/2)

- Vollständige / unvollständige Aufteilung

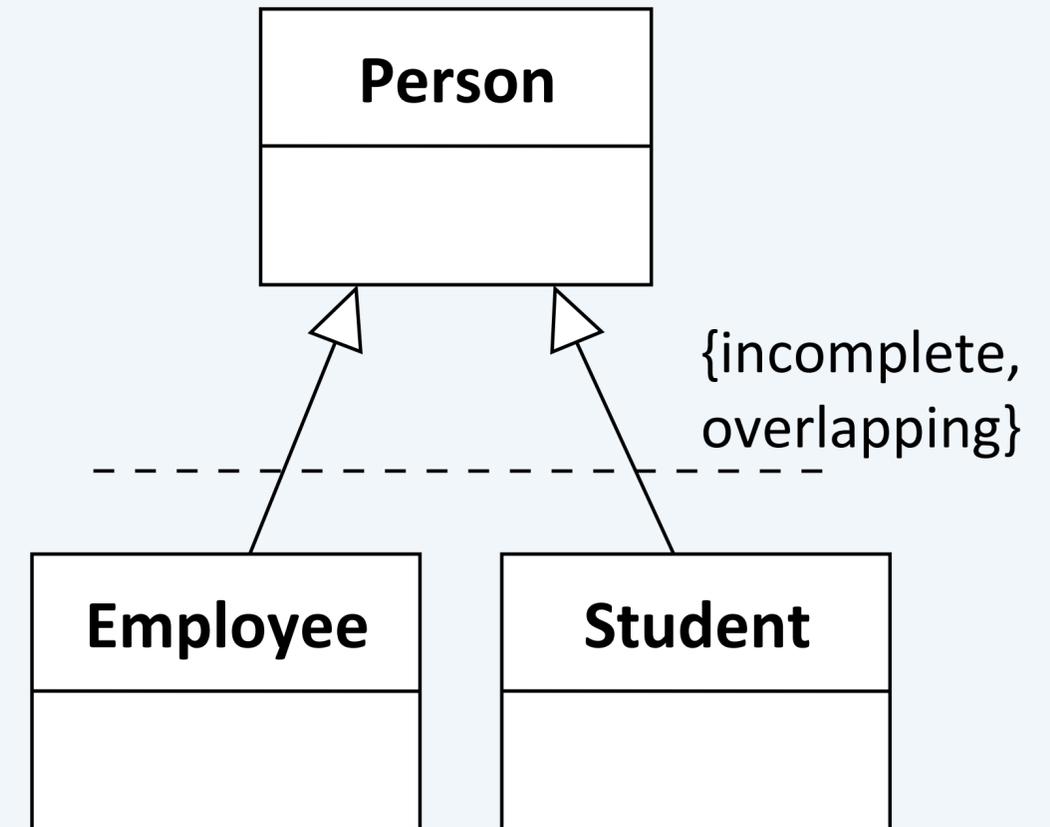


# Generalisierung: Eigenschaften (2/2)

- Unterscheidung kann vorgenommen werden in
  - Unvollständig / vollständig
  - Überlappend / disjunkt
  
- Default: unvollständig, disjunkt



2 Notationen bei >1 Pfeil



ingo

# Strukturmodellierung Die Ordnung und Eindeutigkeit von Assoziationen

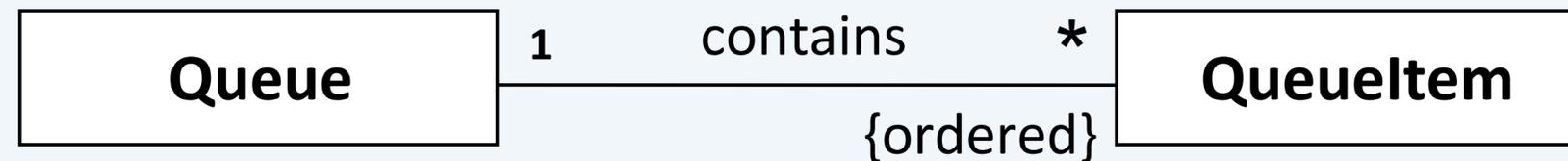


ingo

Christian Huemer und Marion Scholz

# Ordnung und Eindeutigkeit von Assoziationen

- Ordnung `{ordered}` ist unabhängig von Attributen



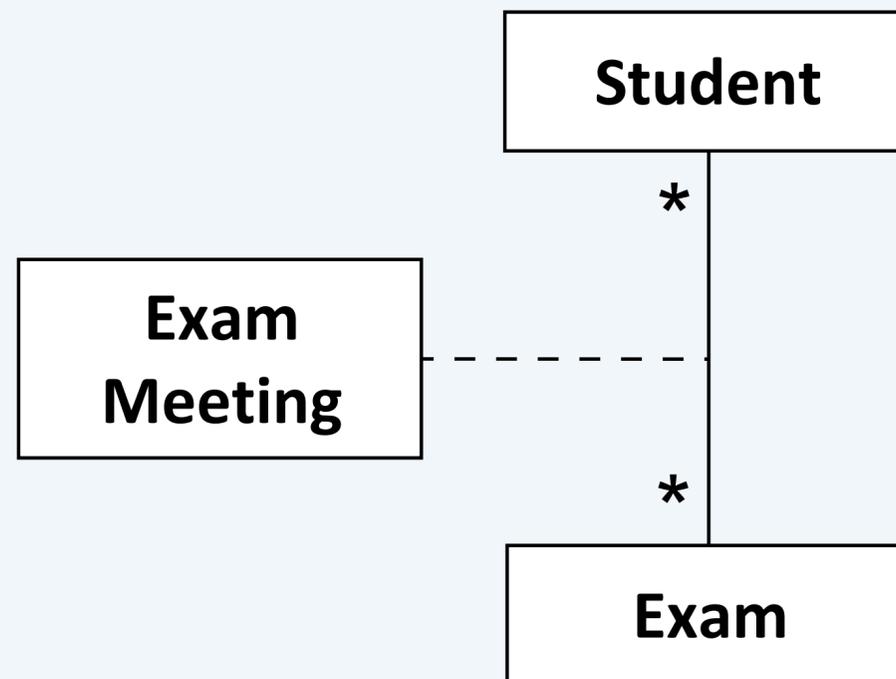
- Eindeutigkeit

- Wie bei Attributen durch `{unique}` und `{nonunique}`
- Kombination mit Ordnung `{set}`, `{bag}` und `{sequence}` bzw. `{seq}`

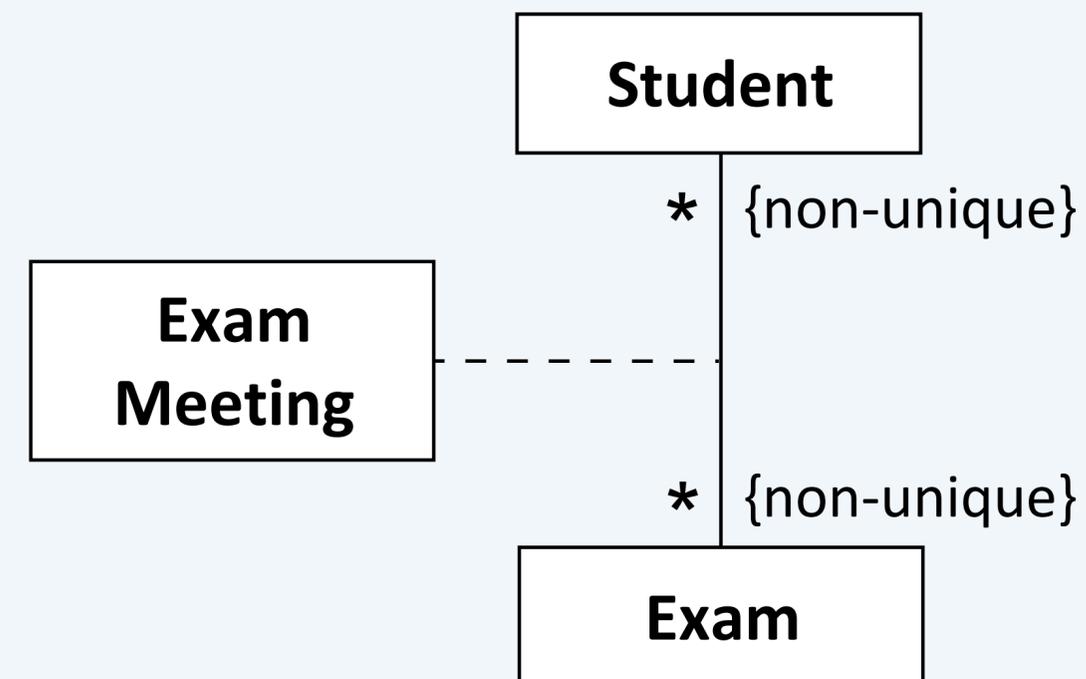
<u>Eindeutigkeit</u>	<u>Ordnung</u>	<u>Kombination</u>	<u>Beschreibung</u>
unique	unordered	set	Menge (Standardwert)
unique	ordered	orderedSet	Geordnete Menge
nonunique	unordered	bag	Multimenge (= Menge mit Duplikaten)
nonunique	ordered	sequence	Geordnete Menge mit Duplikaten (Liste)

# Unique / Non-Unique (1/3)

- Default: keine Duplikate
- `{non-unique}`: Duplikate erlaubt



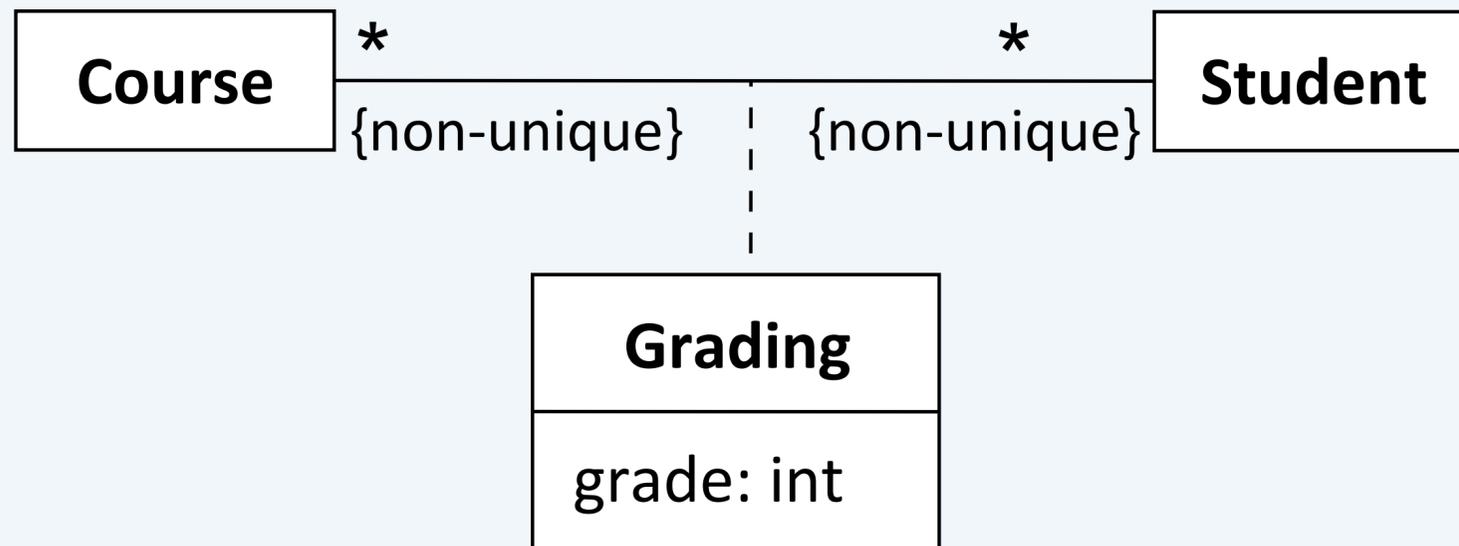
Ein **Student** kann für ein **Exam** nur **genau ein ExamMeeting** haben.



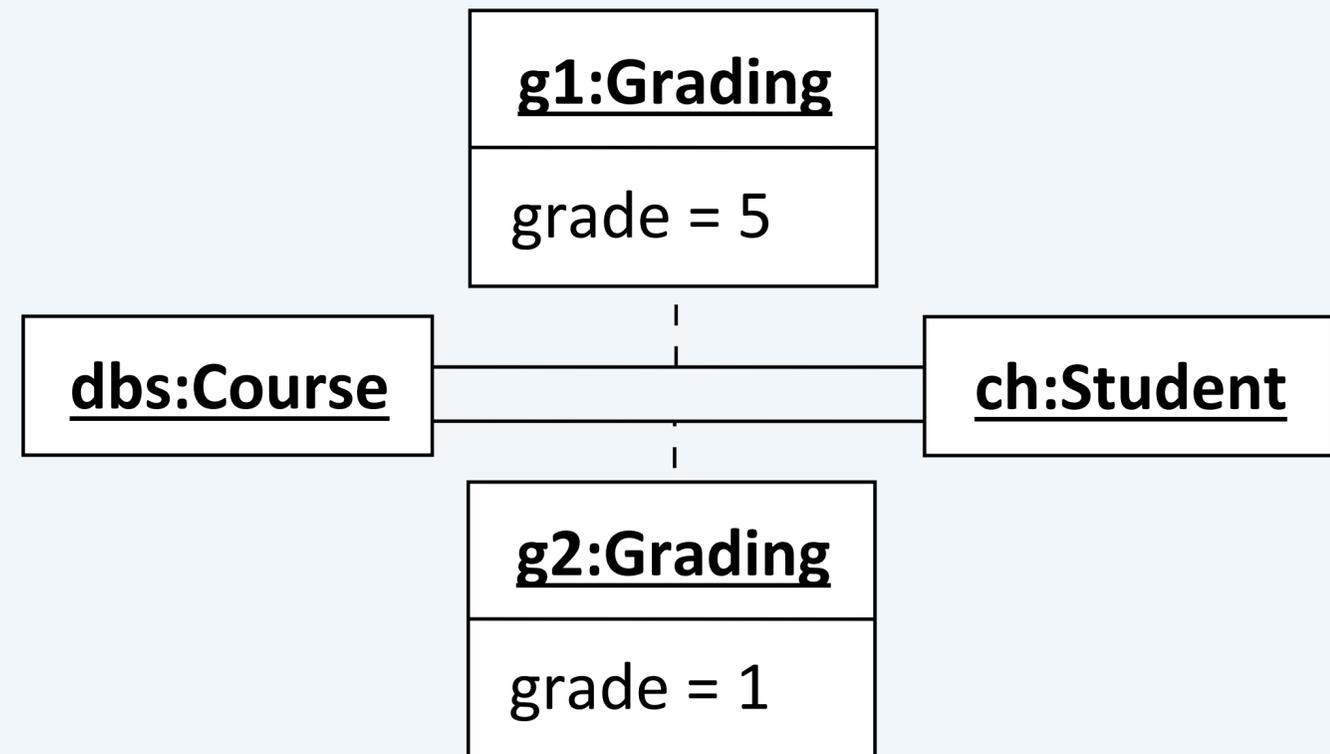
Ein **Student** kann für ein **Exam** **mehr als ein ExamMeeting** haben.

# Unique / Non-Unique (2/3)

Klassendiagramm

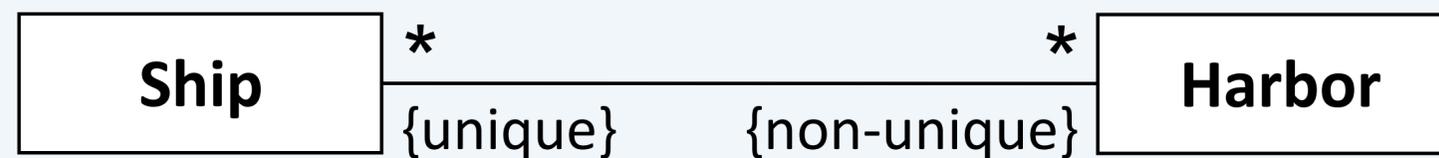


Objektdiagramm



# Unique / Non-Unique (3/3)

- Es soll gespeichert werden, wie oft ein bestimmtes **Ship** in welchem **Harbor** war
- Es ist nicht relevant, dass der **Harbor** weiß wie oft ein bestimmtes **Ship** da war



- Abbildung mittels Links im Objektdiagramm NICHT möglich



INGO

# Strukturmodellierung Gesamtbeispiel Klassendiagramm



INGO

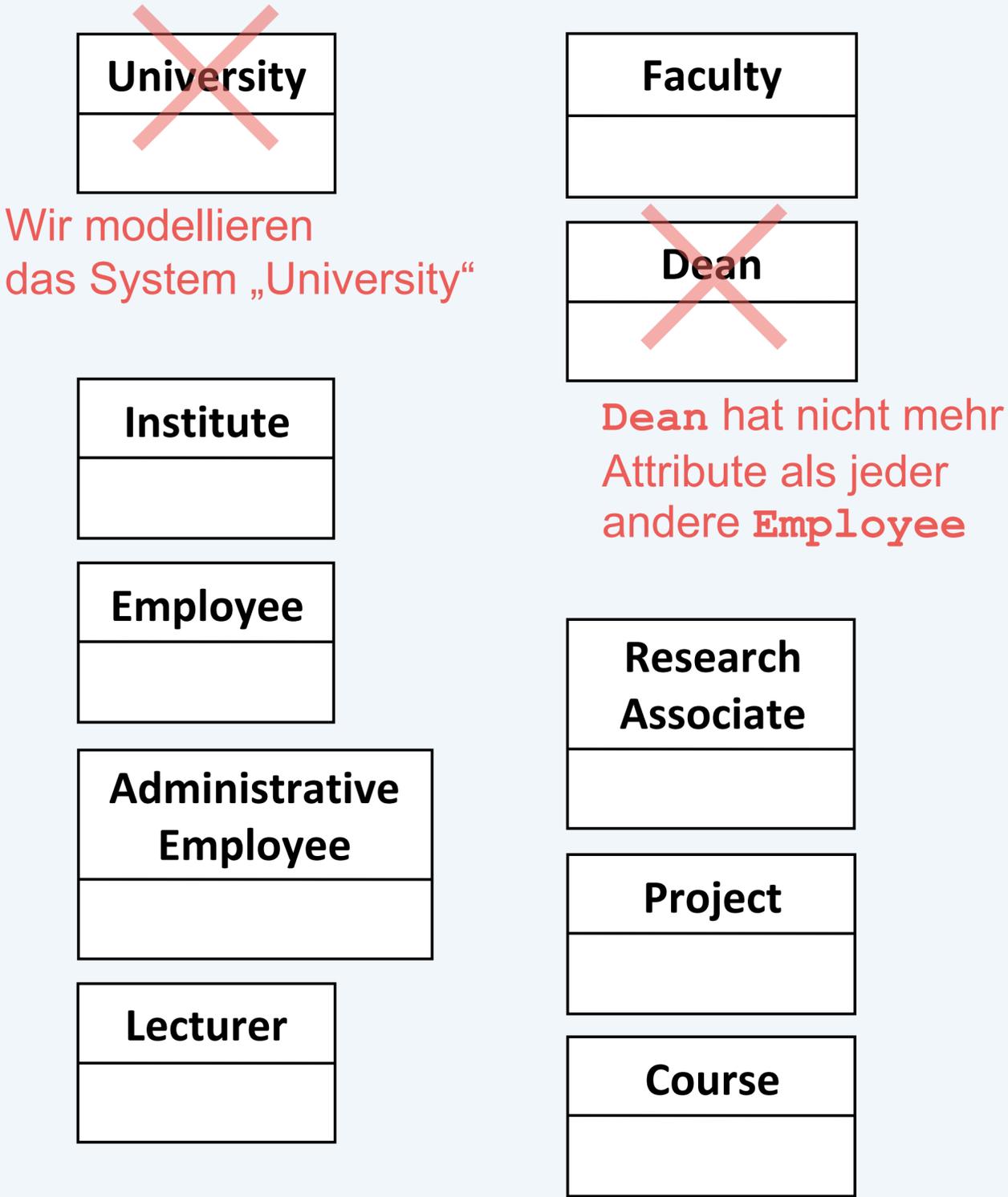
Christian Huemer und Marion Scholz

# Beispiel – Universitätsinformationssystem

- Eine Universität besteht aus mehreren Fakultäten, die sich aus verschiedenen Instituten zusammensetzen. Jede Fakultät und jedes Institut hat einen Namen. Für jedes Institut ist eine Adresse bekannt.
- Jede Fakultät wird von einem Dekan bzw. einer Dekanin geleitet, der bzw. die MitarbeiterIn der Universität ist.
- Die Gesamtzahl der MitarbeiterInnen ist bekannt. MitarbeiterInnen haben eine Sozialversicherungsnummer, einen Namen und eine E-Mail-Adresse. Es wird zwischen Forschungs- und Verwaltungspersonal unterschieden.
- Wissenschaftliche MitarbeiterInnen (WM) sind mindestens einem Institut zugeordnet. Das Forschungsfeld jedes/r WM ist bekannt. Darüber hinaus können WM für eine bestimmte Anzahl von Stunden in Projekte eingebunden werden, wobei Name, Start- und Enddatum der Projekte bekannt sind. Manche WM halten Kurse. Dann werden sie Lehrende genannt.
- Kurse haben eine eindeutige Nummer (ID), einen Namen und eine wöchentliche Dauer in Stunden.

# Schritt 1: Klassen identifizieren

- Eine Universität besteht aus mehreren Fakultäten, die sich aus verschiedenen Instituten zusammensetzen. Jede Fakultät und jedes Institut hat einen Namen. Für jedes Institut ist eine Adresse bekannt.
- Jede Fakultät wird von einem Dekan bzw. einer Dekanin geleitet, der bzw. die MitarbeiterIn der Universität ist.
- Die Gesamtzahl der MitarbeiterInnen ist bekannt. MitarbeiterInnen haben eine Sozialversicherungsnummer, einen Namen und eine E-Mail-Adresse. Es wird zwischen Forschungs- und Verwaltungspersonal unterschieden.
- Wissenschaftliche MitarbeiterInnen (WM) sind mindestens einem Institut zugeordnet. Das Forschungsfeld jedes/r WM ist bekannt. Darüber hinaus können WM für eine bestimmte Anzahl von Stunden in Projekte eingebunden werden, wobei Name, Start- und Enddatum der Projekte bekannt sind. Manche WM halten Kurse. Dann werden sie Lehrende genannt.
- Kurse haben eine eindeutige Nummer (ID), einen Namen und eine wöchentliche Dauer in Stunden.



# Schritt 2: Attribute identifizieren

- Eine Universität besteht aus mehreren Fakultäten, die sich aus verschiedenen Instituten zusammensetzen. Jede Fakultät und jedes Institut hat einen Namen. Für jedes Institut ist eine Adresse bekannt.
- Jede Fakultät wird von einem Dekan bzw. einer Dekanin geleitet, der bzw. die MitarbeiterIn der Universität ist.
- Die Gesamtzahl der MitarbeiterInnen ist bekannt. MitarbeiterInnen haben eine Sozialversicherungsnummer, einen Namen und eine E-Mail-Adresse. Es wird zwischen Forschungs- und Verwaltungspersonal unterschieden.
- Wissenschaftliche MitarbeiterInnen (WM) sind mindestens einem Institut zugeordnet. Das Forschungsfeld jedes/r WM ist bekannt. Darüber hinaus können WM für eine bestimmte Anzahl von Stunden in Projekte eingebunden werden, wobei Name, Start- und Enddatum der Projekte bekannt sind. Manche WM halten Kurse. Dann werden sie Lehrende genannt.
- Kurse haben eine eindeutige Nummer (ID), einen Namen und eine wöchentliche Dauer in Stunden.

Institute
+ name: String + address: String

Faculty
+ name: String

Employee
+ ssNo: int + name: String + email: String + <u>counter: int</u>

Research Associate
+ fieldOfStudy: String

Administrative Employee

Project
+ name: String + start: Date + end: Date

Lecturer

Course
+ name: String + id: int + hours: float

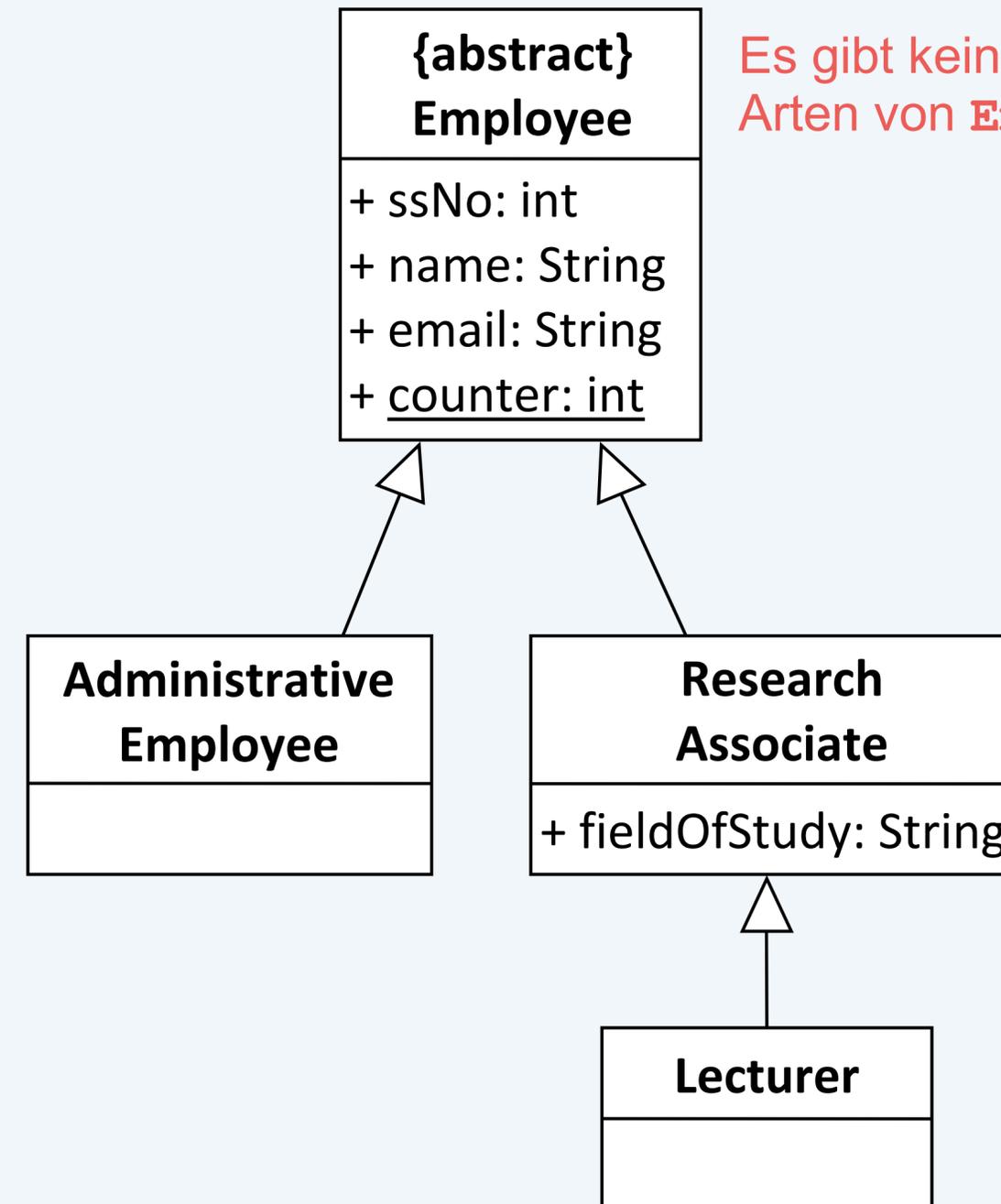
# Schritt 3: Beziehungen identifizieren (1/6)

- Drei Arten von Beziehungen:

- Generalisierung
- Assoziation
- Aggregation

- Anzeichen für eine Generalisierung

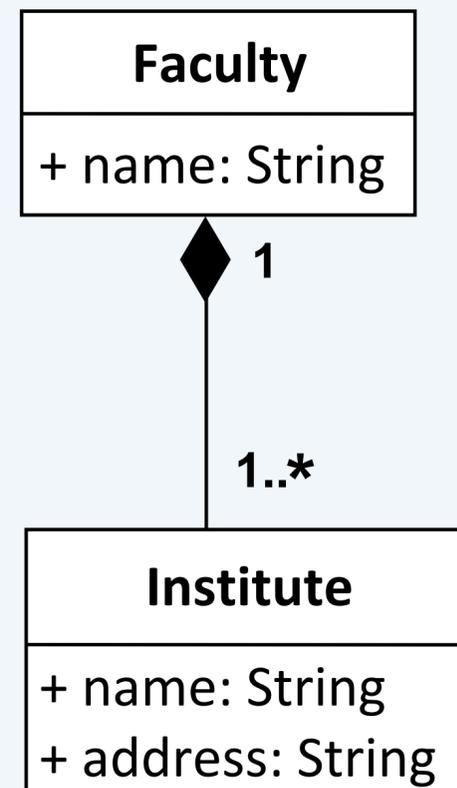
- "Es wird zwischen Forschungs- und Verwaltungspersonal unterschieden."
- "Manche Wissenschaftliche MitarbeiterInnen halten Kurse. Dann werden sie Lehrende genannt."



Es gibt keine weiteren Arten von **Employees**

# Schritt 3: Beziehungen identifizieren (2/6)

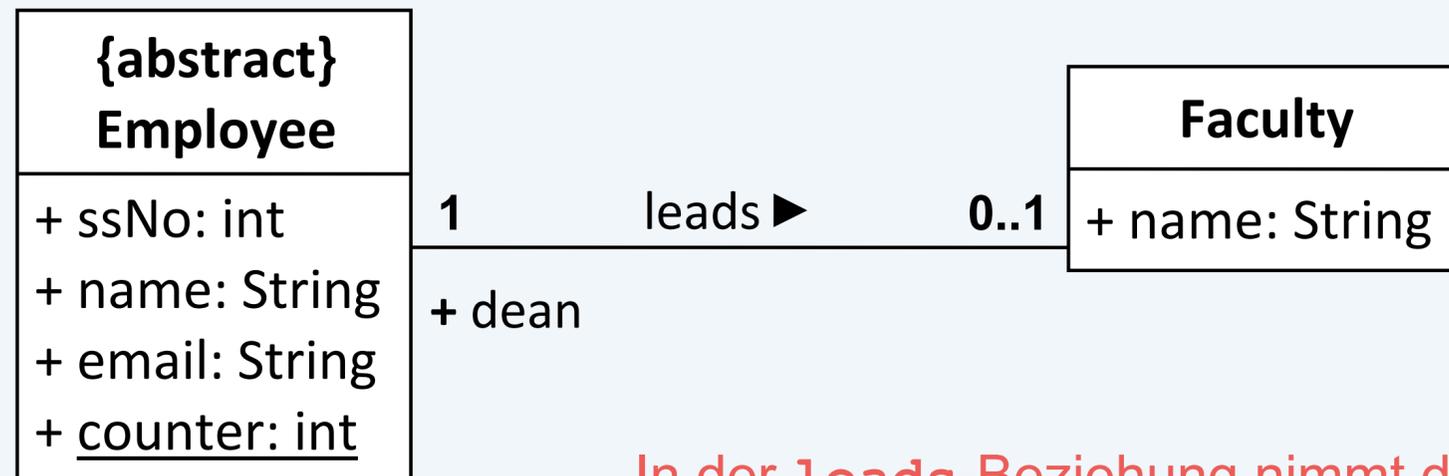
- "Eine Universität besteht aus mehreren Fakultäten, die sich aus verschiedenen Instituten zusammensetzen."



Komposition, um die Existenzabhängigkeit abzubilden

# Schritt 3: Beziehungen identifizieren (3/6)

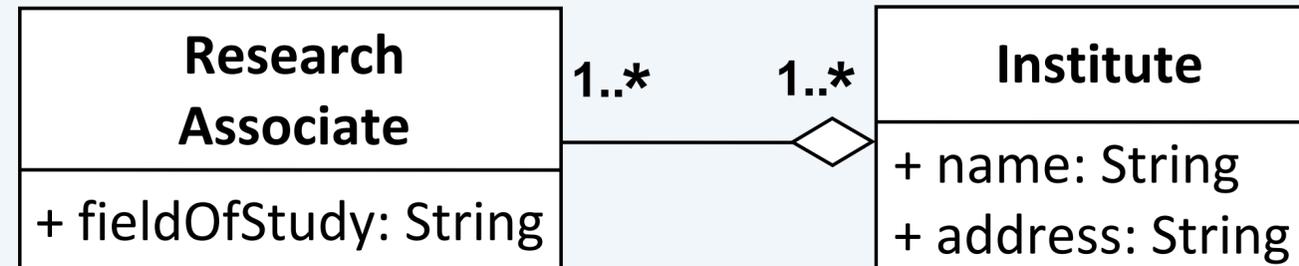
- "Jede Fakultät wird von einem Dekan bzw. einer Dekanin geleitet, der bzw. die MitarbeiterIn der Universität ist."



In der **leads**-Beziehung nimmt der **Employee** die Rolle des **dean** ein.

# Schritt 3: Beziehungen identifizieren (4/6)

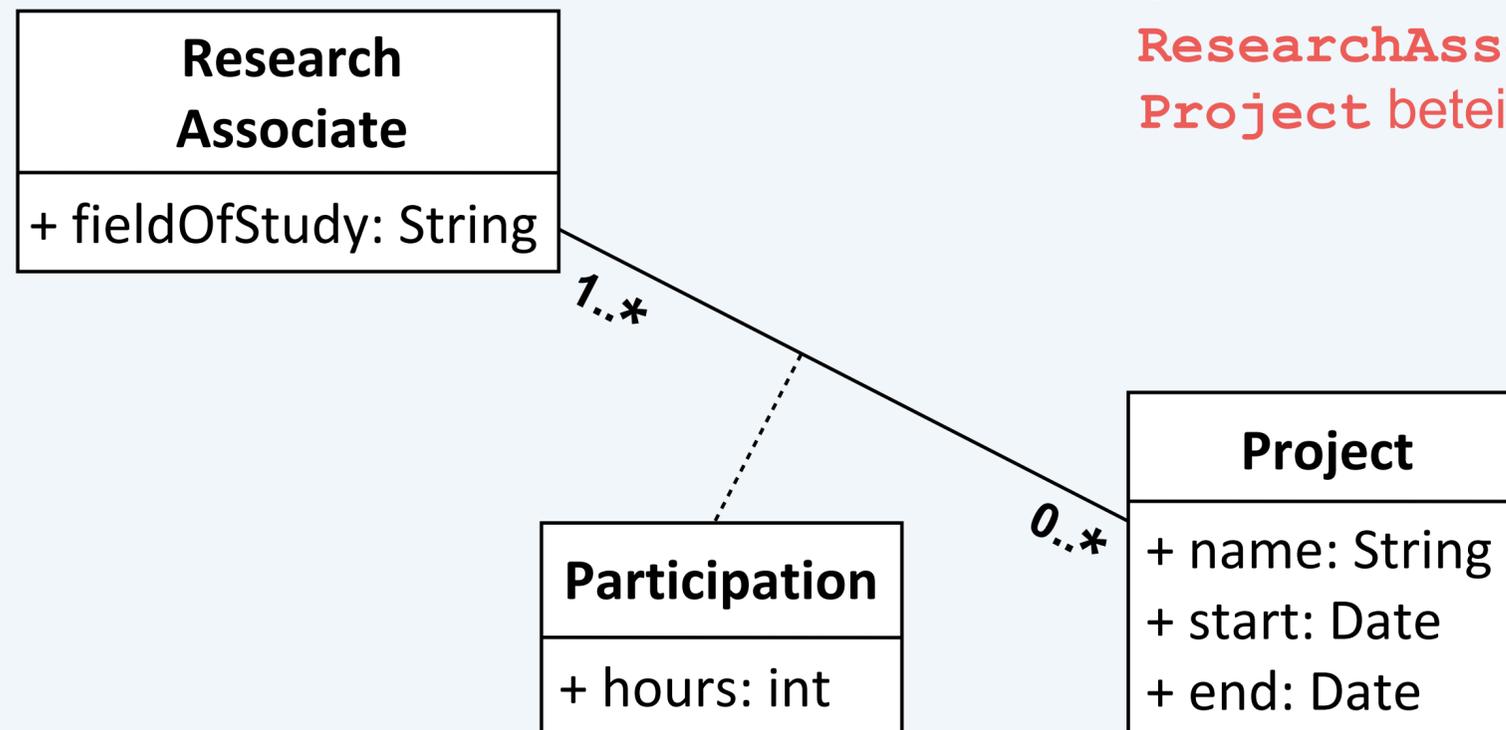
- "Wissenschaftliche MitarbeiterInnen sind mindestens einem Institut zugeordnet."



Schwache Aggregation um zu zeigen, dass **ResearchAssociates** Teil eines **Institute** sind, aber keine Existenzabhängigkeit besteht.

# Schritt 3: Beziehungen identifizieren (5/6)

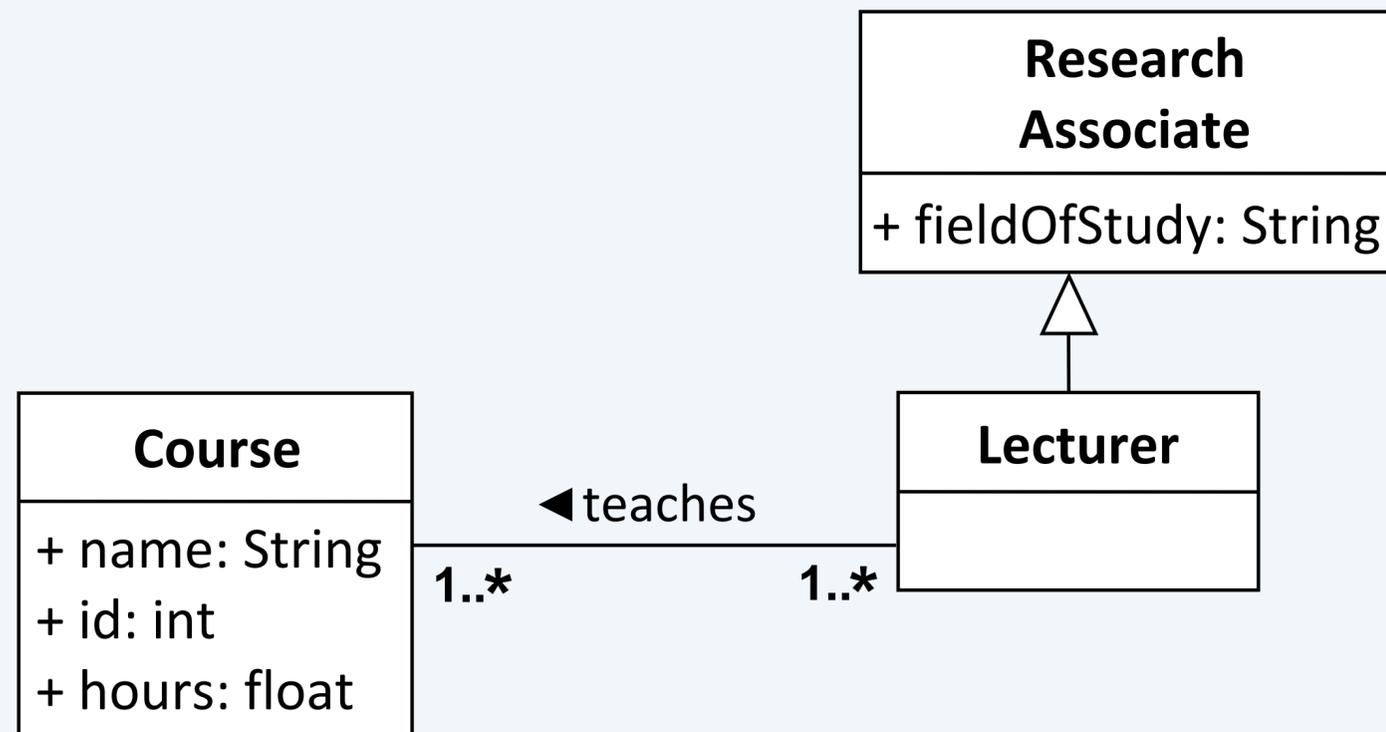
- "Darüber hinaus können WM für eine bestimmte Anzahl von Stunden in Projekte eingebunden werden."



Die Assoziationsklasse ermöglicht es, die Stundenzahl zu speichern, die jeder einzelne **ResearchAssociate** an einem einzelnen **Project** beteiligt ist.

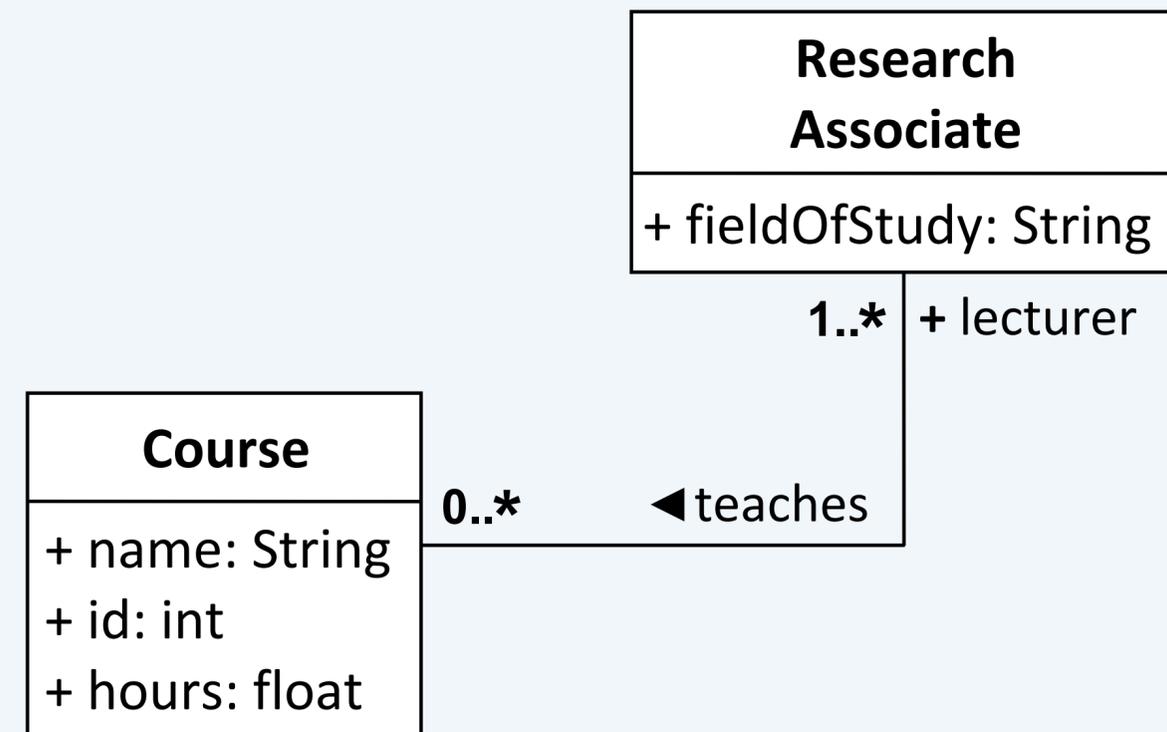
# Schritt 3: Beziehungen identifizieren (6/6)

- "Manche Wissenschaftliche MitarbeiterInnen halten Kurse. Dann werden sie Lehrende genannt."



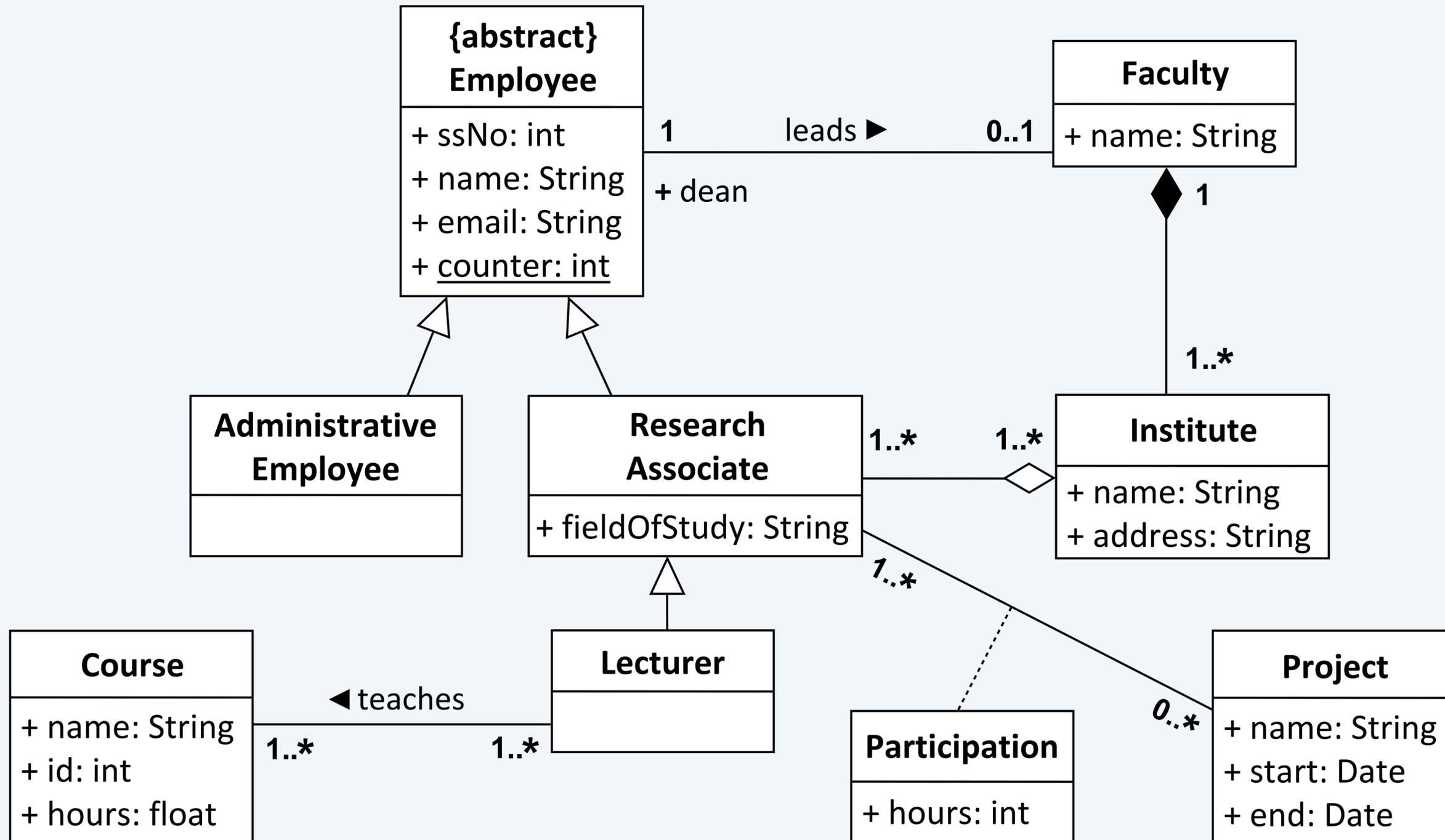
**Lecturer** erbt alle Eigenschaften und Beziehungen von **ResearchAssociate**.  
Ein **Lecturer** hat zusätzlich eine Beziehung `teaches` zu **Course**.

oder



**ResearchAssociate** hat eine Beziehung `teaches` zu **Course**, in der Rolle `lecturer`.

# ...und jetzt alles zusammen



INGO

## Strukturmodellierung Die Datentypen

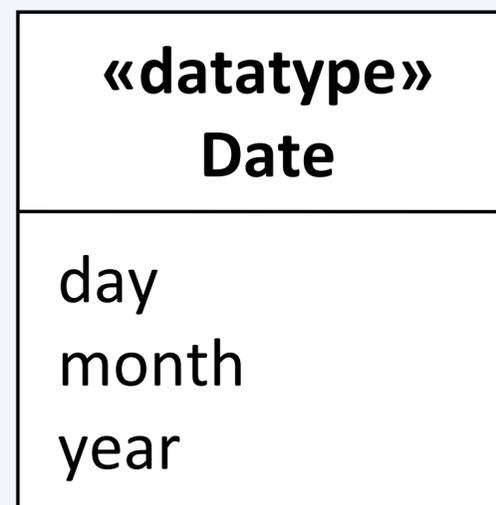


INGO

Christian Huemer und Marion Scholz

# Datentypen in UML

- Instanzen eines Datentyps haben keine Identität
  - Objekte: Instanzen einer Klasse
  - Werte: Instanzen eines Datentyps (z.B. Zahl 2)
- Notation: Rechteck mit Schlüsselwort **«datatype»** im ersten Abschnitt
  
- Arten von Datentypen:
  - Primitive Datentypen
  - Datentype mit Attributen (und Operationen)
  - Aufzählungstypen

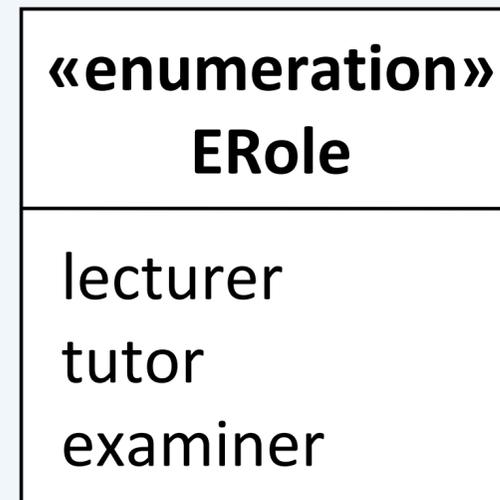
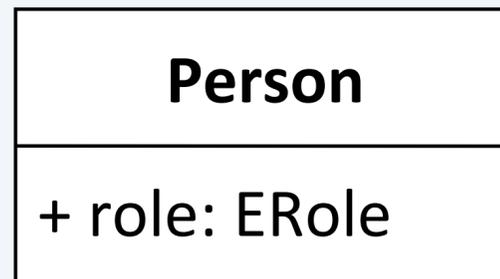


# Arten von Datentypen : Primitive Datentypen

- Primitive Datentypen: Datentypen ohne innere Struktur
- Von UML vordefinierte, primitive Datentypen:
  - Boolean
  - Integer
  - UnlimitedNatural
  - String
- Primitive Datentypen können auch selbst definiert werden:
  - Schlüsselwort `«primitive»`

# Arten von Datentypen : Aufzählungstypen

- Festlegung des Wertebereichs durch Aufzählung der möglichen Werte
- Notation: Klassensymbol mit Schlüsselwort **«enumeration»**
- Mögliche Ausprägungen werden durch benutzerdefinierte Bezeichner (Literale) angegeben



ingo

# Strukturmodellierung Die Übersetzung nach Java



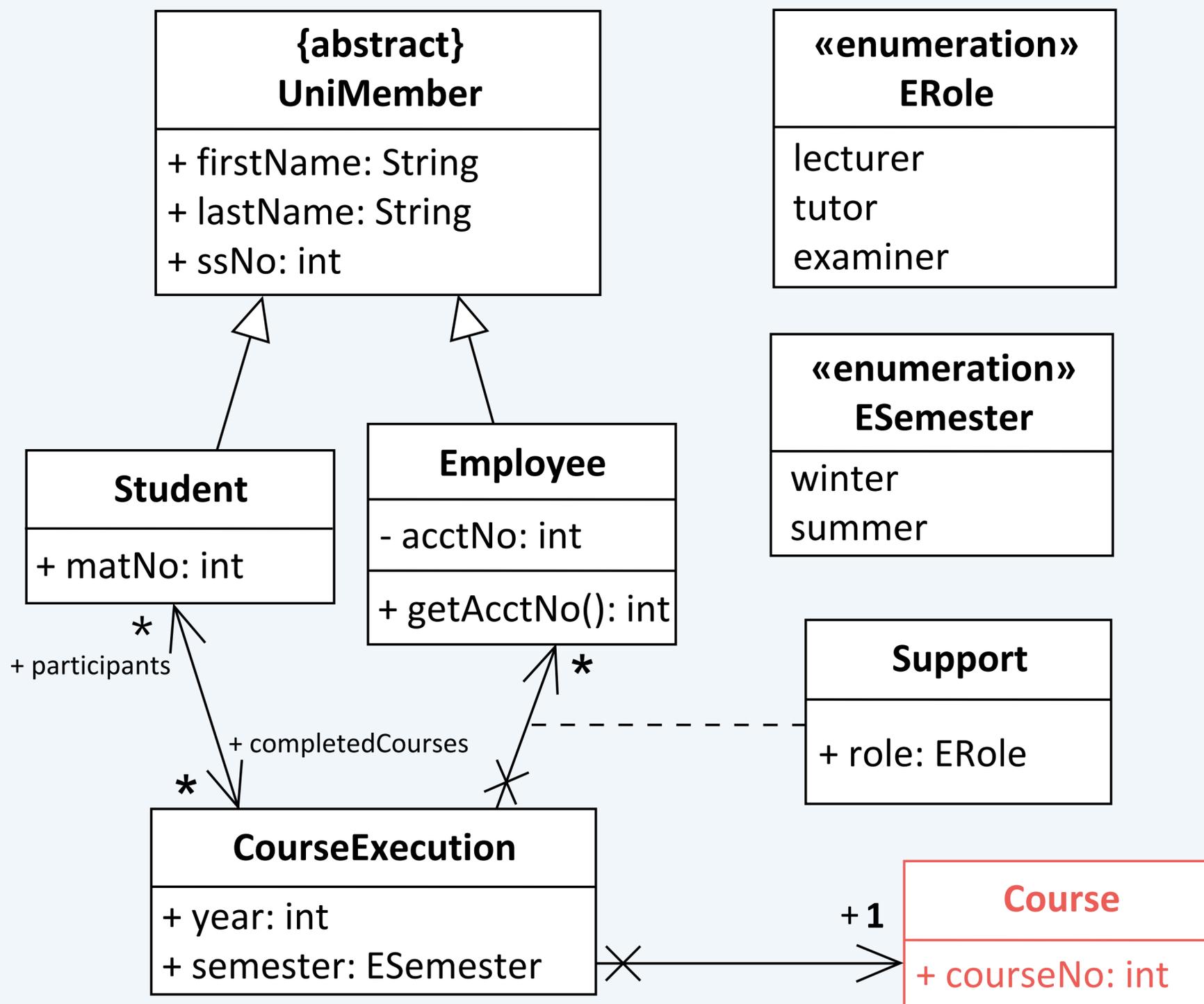
ingo

Christian Huemer und Marion Scholz

# Codegenerierung

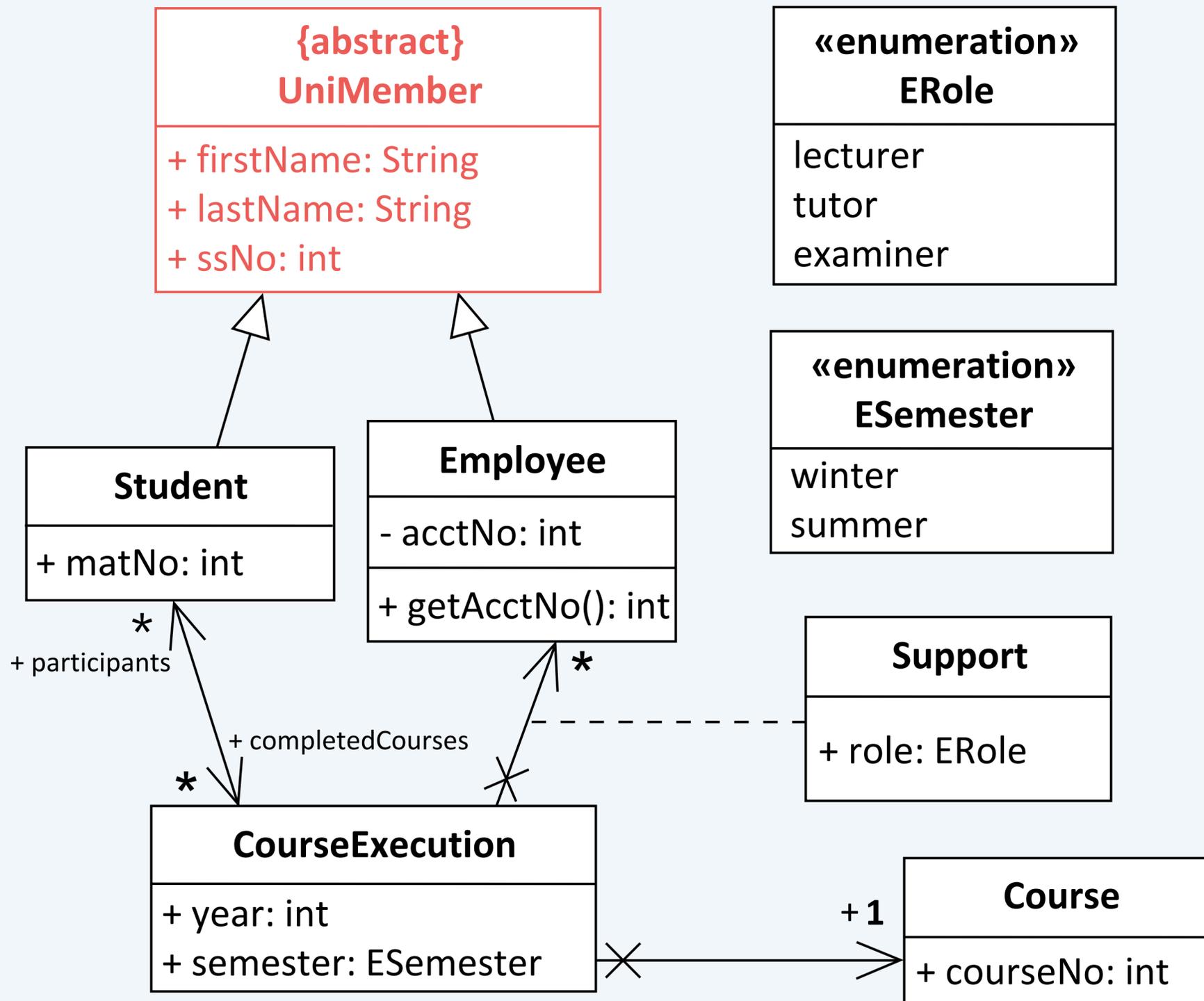
- Klassendiagramme werden oft mit der Intention erstellt, die modellierten Elemente in einer objektorientierten Programmiersprache umzusetzen
- Die Übersetzung kann in vielen Fällen automatisch erfolgen und bedarf nur geringer manueller Intervention

# Übersetzung nach Java – Beispiel (1/6)



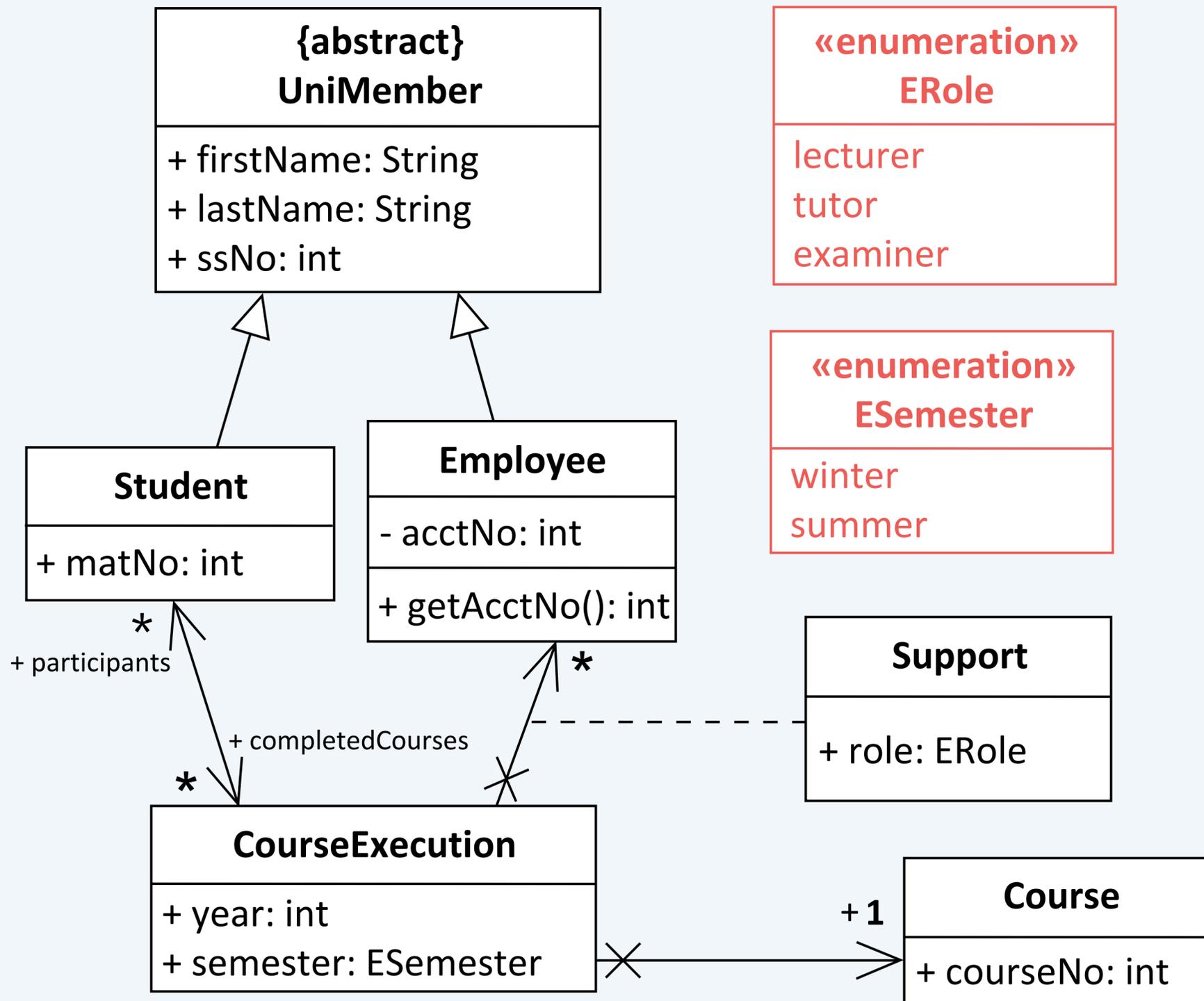
```
class Course {
    public int courseNo;
}
```

# Übersetzung nach Java – Beispiel (2/6)



```
abstract class UniMember {
    public String firstName;
    public String lastName;
    public int ssNo;
}
```

# Übersetzung nach Java – Beispiel (3/6)



«enumeration»  
ERole

lecturer  
tutor  
examiner

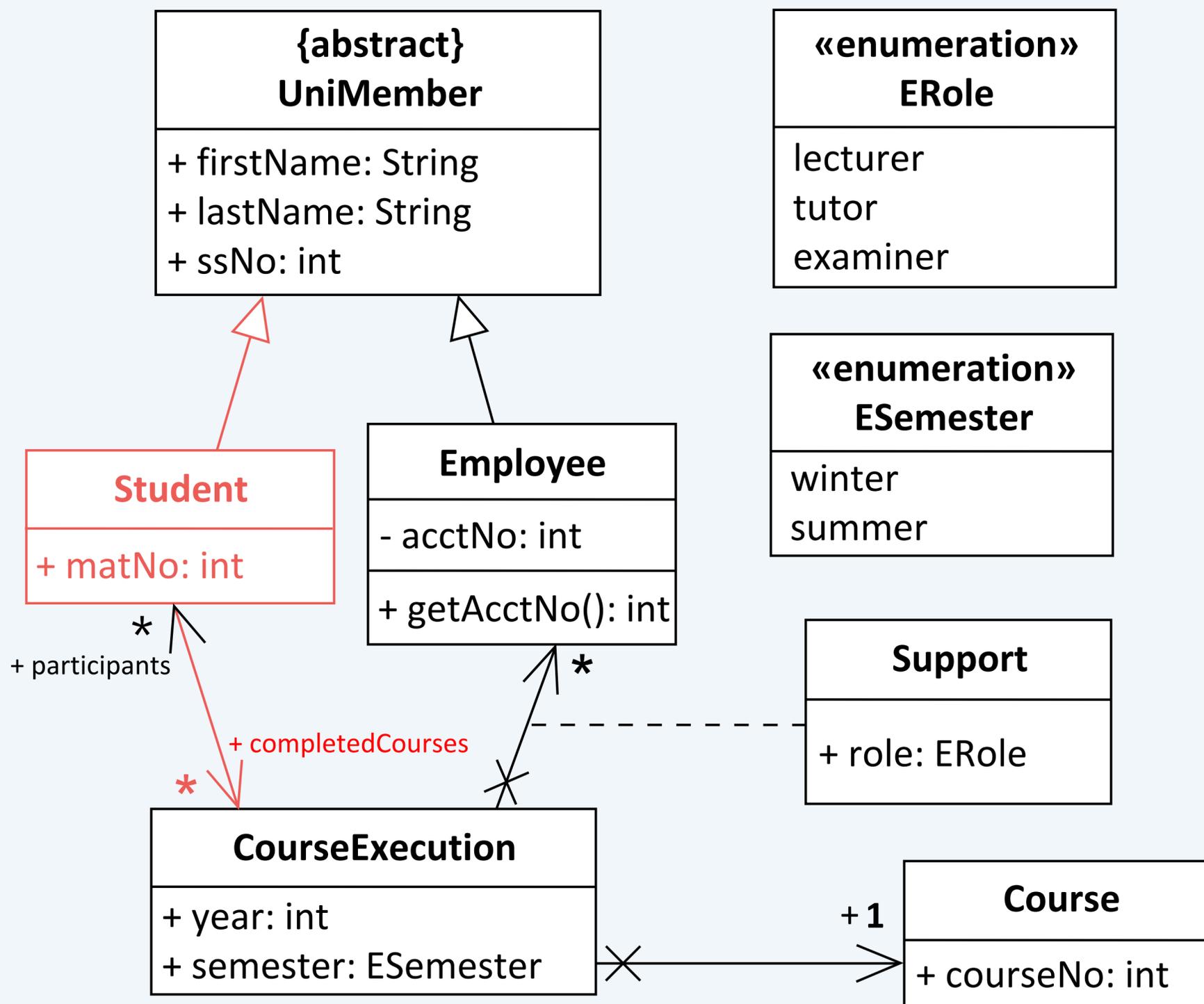
«enumeration»  
ESemester

winter  
summer

```
Enumeration ERole {
    lecturer,
    tutor,
    examiner
}
```

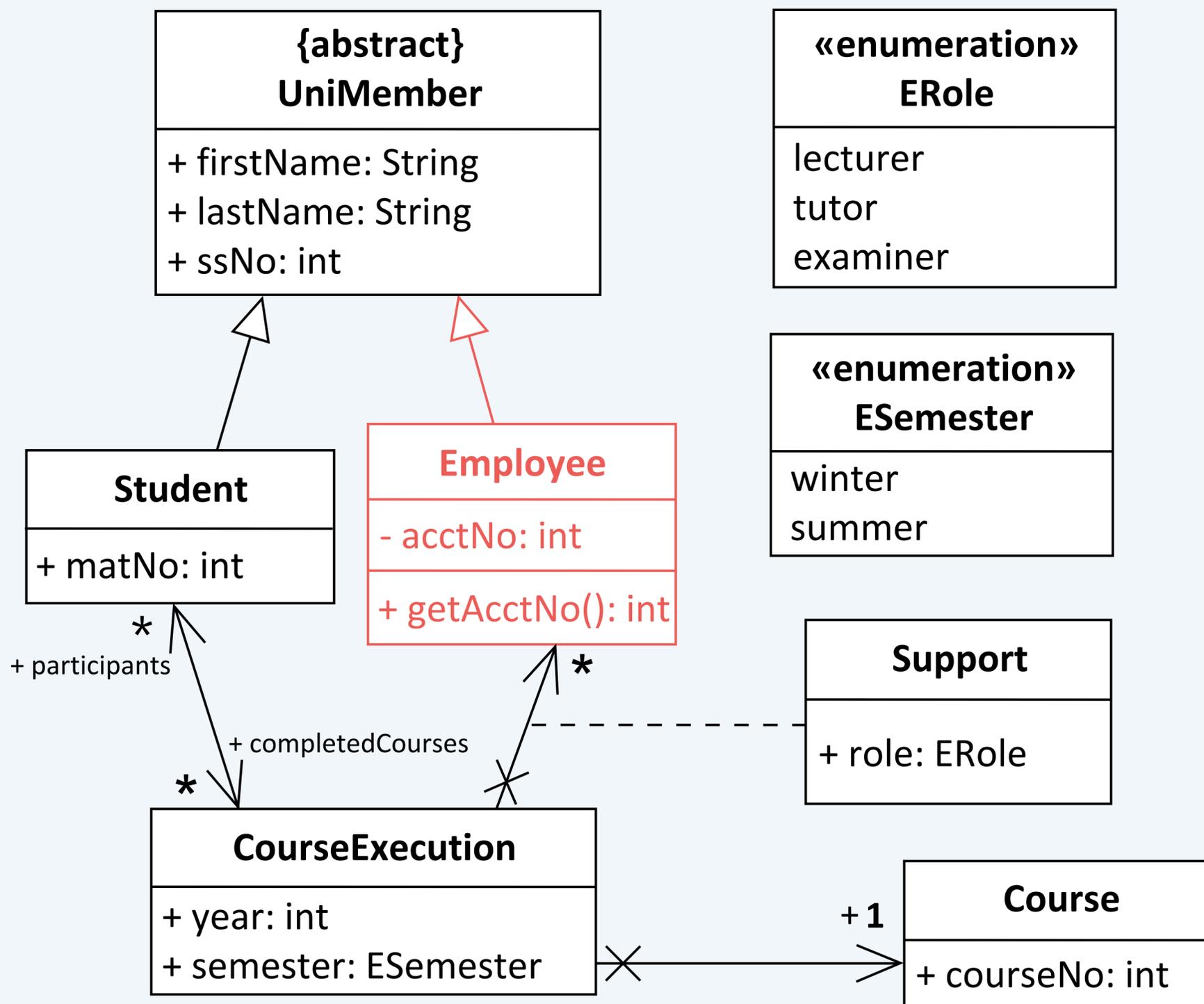
```
Enumeration ESemester {
    winter,
    summer
}
```

# Übersetzung nach Java – Beispiel (4/6)



```
class Student extends UniMember {
    public int matNo;
    public CourseExecution []
        completedCourses;
}
```

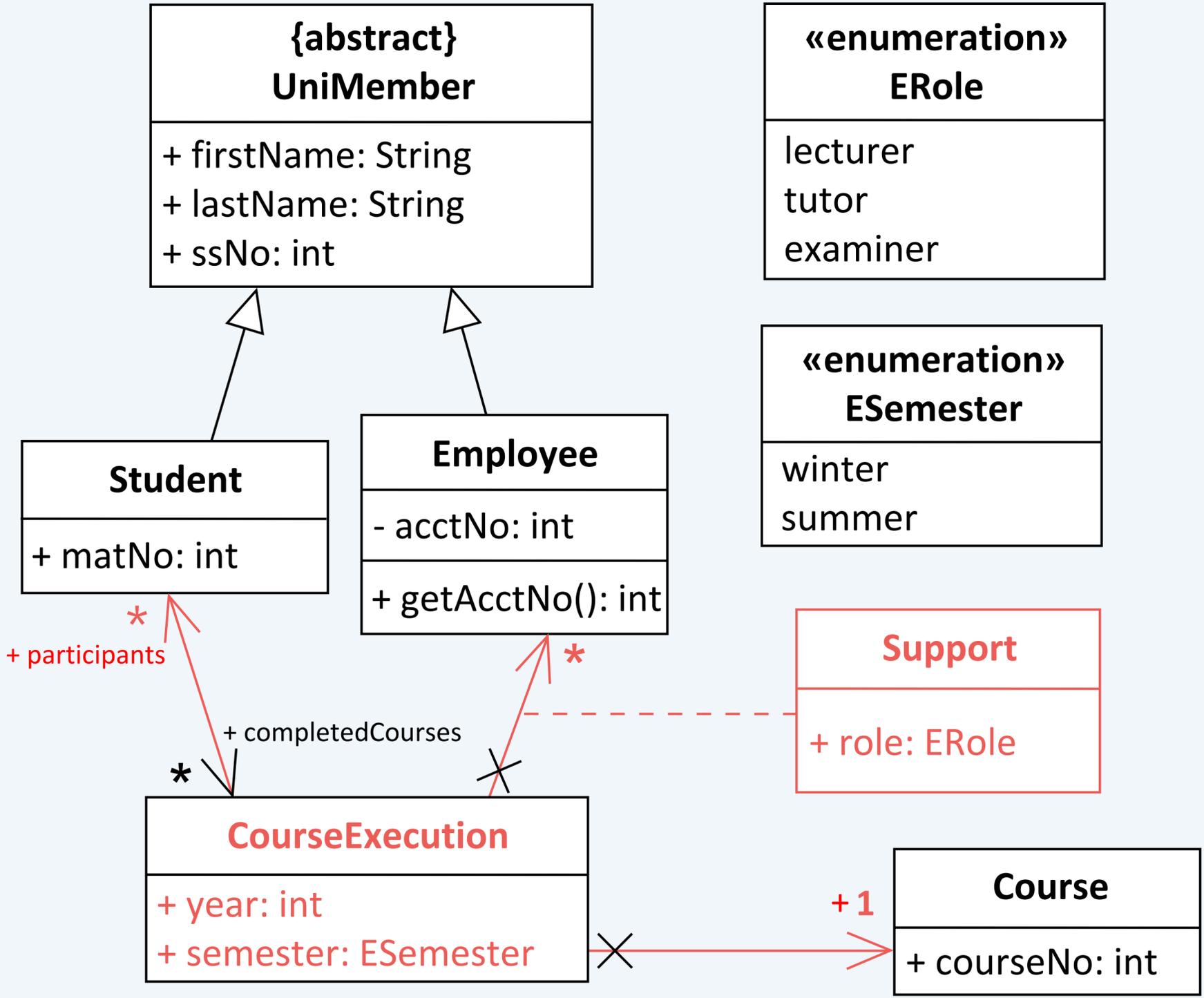
# Übersetzung nach Java – Beispiel (5/6)



```
class Employee extends UniMember {
    private int acctNo;

    public int getAcctNo () {
        return acctNo;
    }
}
```

# Übersetzung nach Java – Beispiel (6/6)



```
class CourseExecution {
    public int year;
    public ESemester semester;
    public Student [] participants;
    public Course the_course;
    public Hashtable support;
    // Key: Employee
    // Value: ERole
}
```

# Übersetzung nach Java: Zusammenfassung

- Klassen → Java-Klassen
- Attribute → Instanzvariablen
- Operationen → Methoden
- Klassenvariablen und -operationen: **static**
- Assoziationen
  - Aufnahme von Attribut nur bei Navigierbarkeit
  - Multiplizität = 1: Variable
  - Multiplizität  $\geq 2$  : Arrays, ArrayLists,...
- Einfachvererbung: **extends**
- Assoziationsklassen: Hashtables

**INGO**

# Strukturmodellierung Reverse Engineering



**INGO**

Christian Huemer und Marion Scholz

# Reverse Engineering



```
class Person {  
    public String name;  
    public Dog bf;  
}  
  
class Dog {  
    public String name;  
    public Person o;  
}
```



# Reverse Engineering



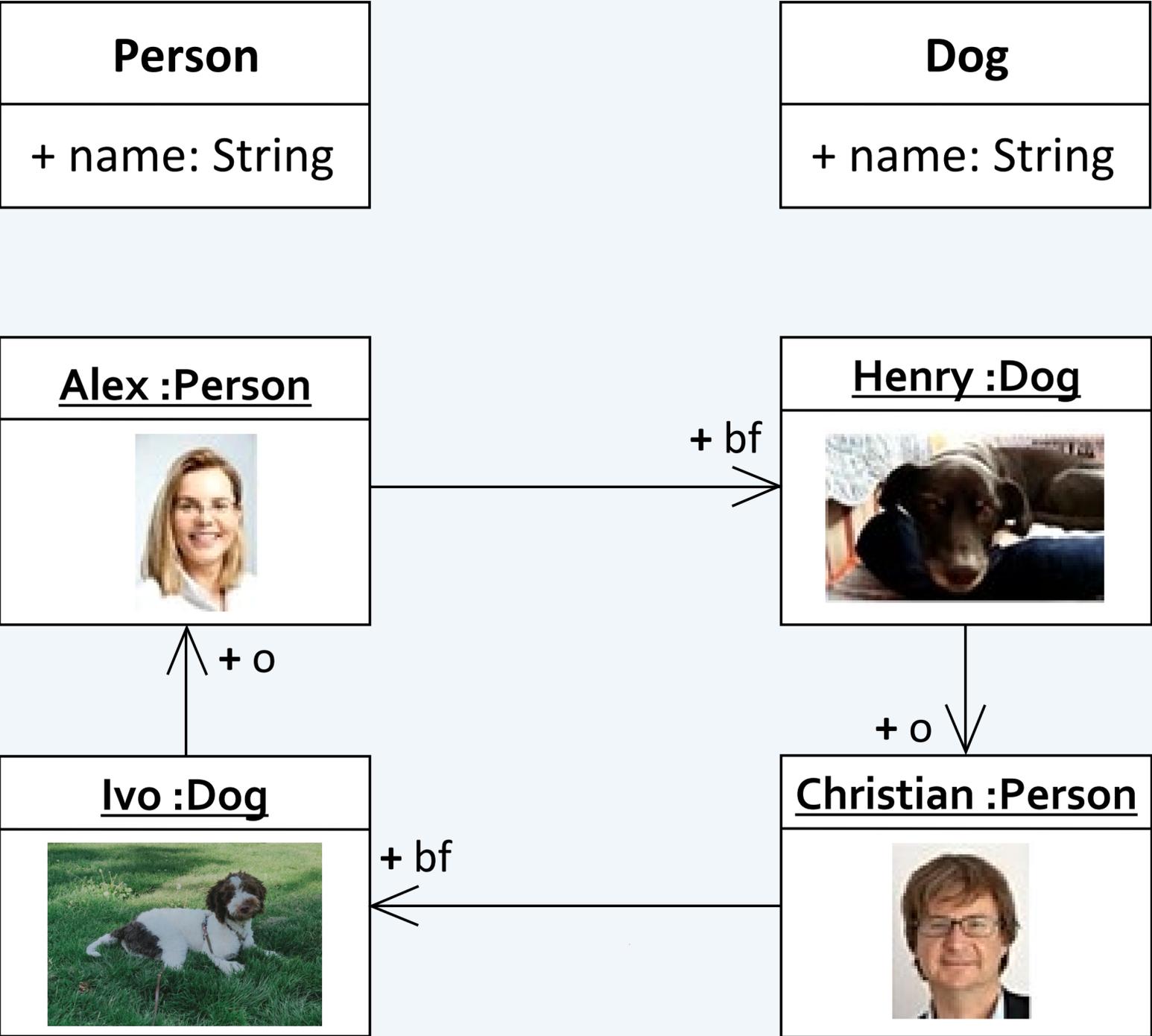
```
class Person {  
  public String name;  
  public Dog bf;  
}  
  
class Dog {  
  public String name;  
  public Person o;  
}
```



# Reverse Engineering



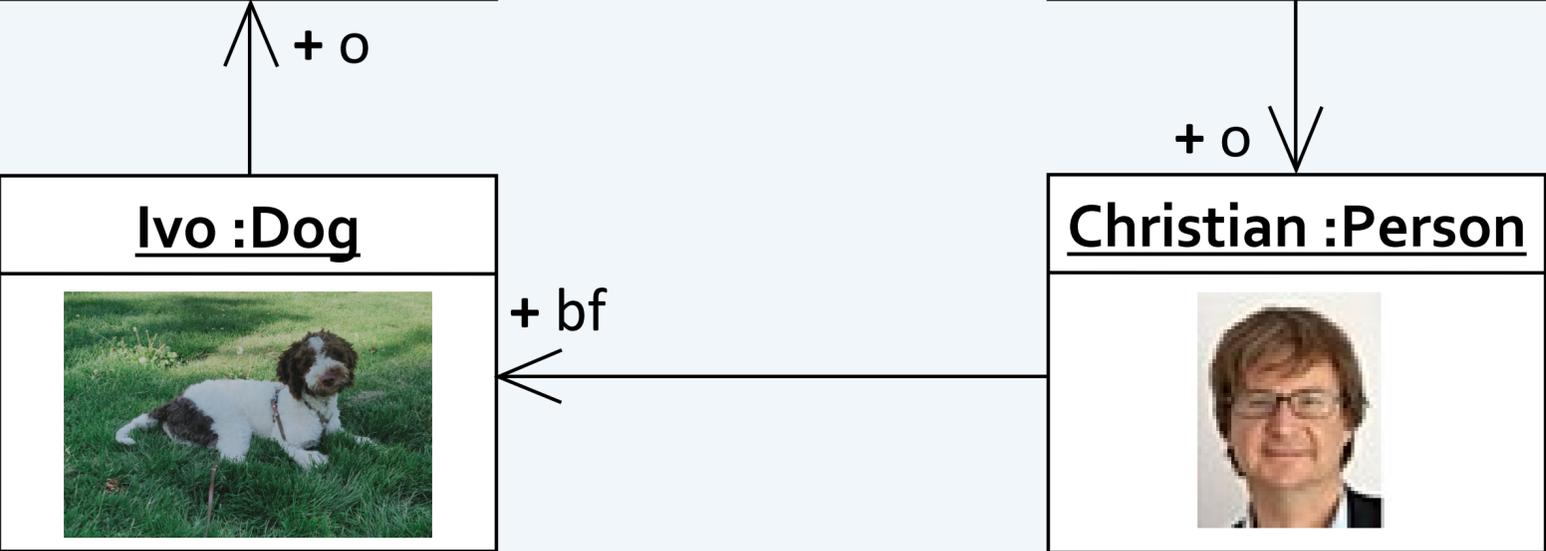
```
class Person {  
  public String name;  
  public Dog bf;  
}  
  
class Dog {  
  public String name;  
  public Person o;  
}
```



# Reverse Engineering



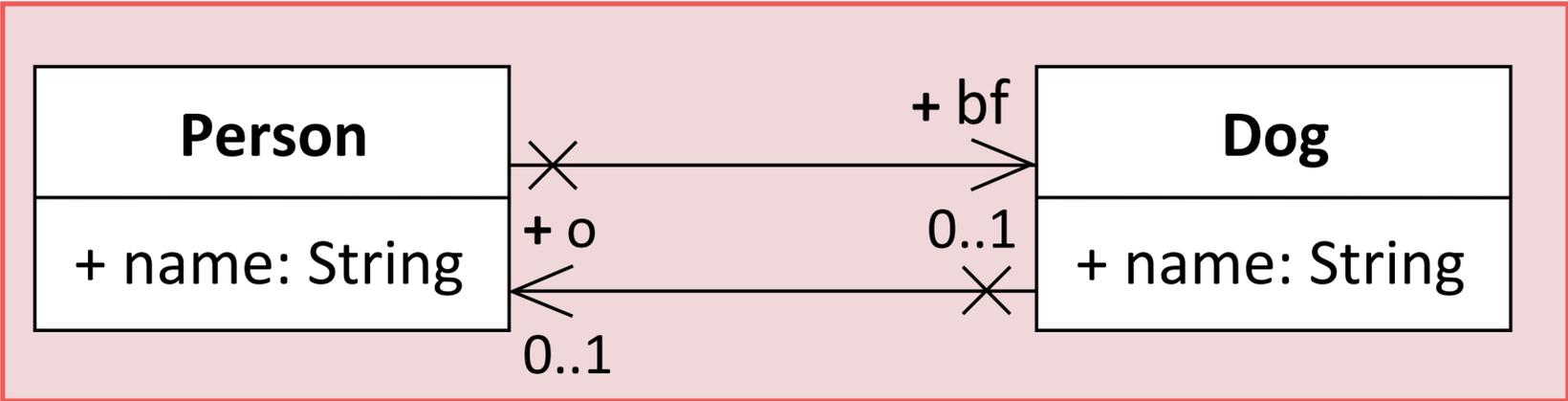
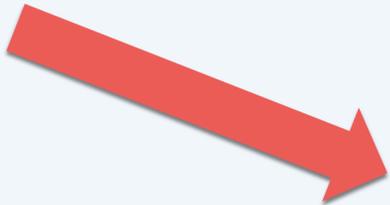
```
class Person {  
  public String name;  
  public Dog bf;  
}  
  
class Dog {  
  public String name;  
  public Person o;  
}
```



# Forward vs. Reverse Engineering



```
class Person {  
  public String name;  
  public Dog bf;  
}  
  
class Dog {  
  public String name;  
  public Person o;  
}
```



ingo

# Strukturmodellierung Das Paketdiagramm



ingo

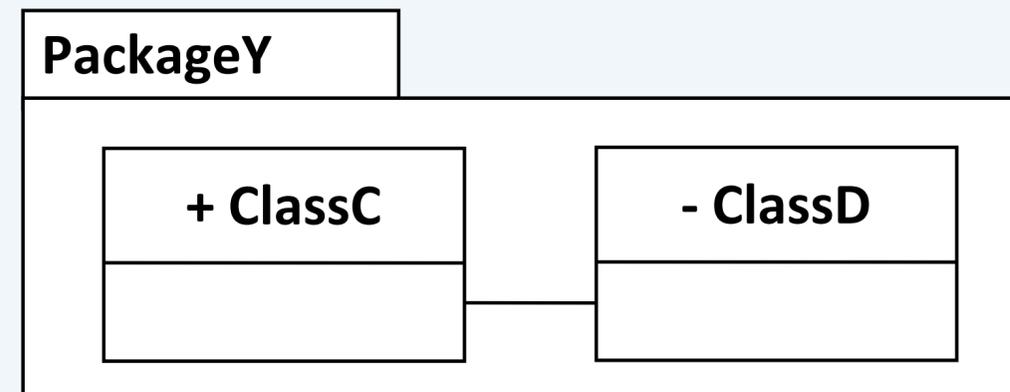
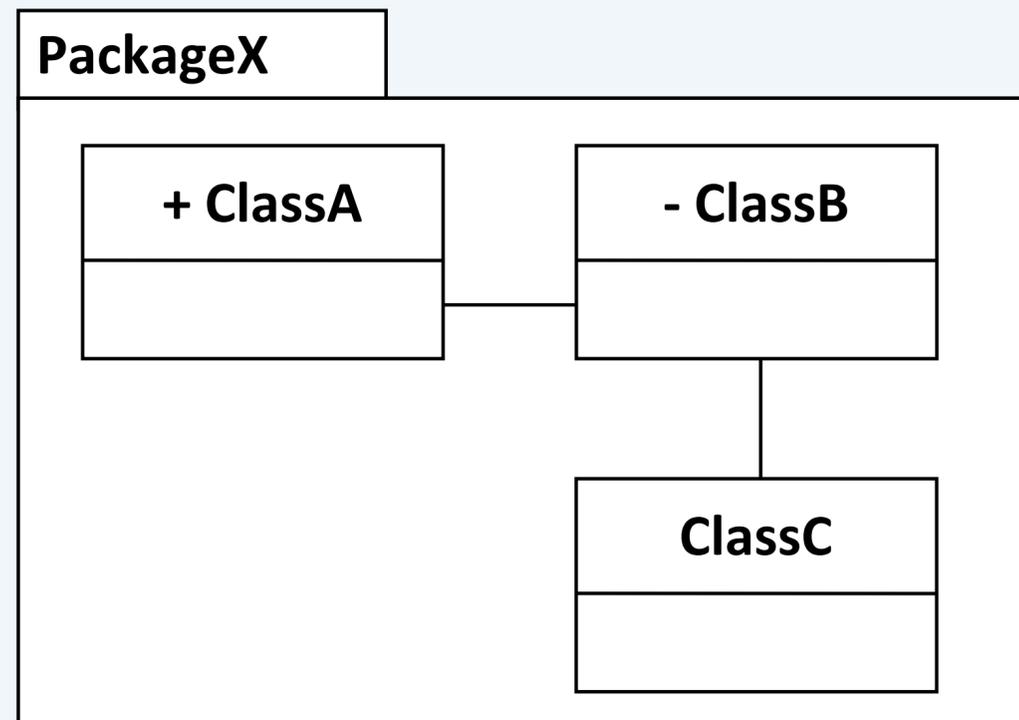
Christian Huemer und Marion Scholz

# Paketdiagramm

- UML-Abstraktionsmechanismus: Paket
- Modellelemente können höchstens **einem** Paket zugeordnet sein
  
- Partitionierungskriterien:
  - Funktionale Kohäsion
  - Informationskohäsion
  - Zugriffskontrolle
  - Verteilungsstruktur
  - ....
- Pakete bilden einen eigenen Namensraum
- Sichtbarkeit der Elemente kann definiert werden als "+" oder "-"

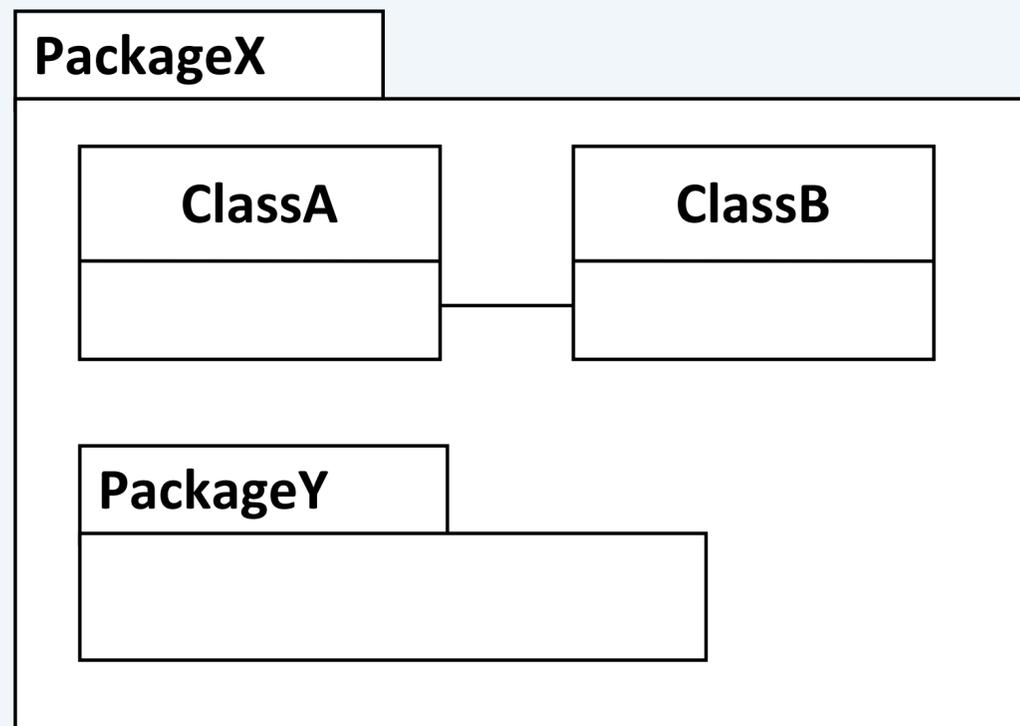
# Verwendung von Elementen anderer Pakete

- Elemente eines Pakets benötigen Elemente eines anderen
- Qualifizierung dieser "externen" Elemente
  - Zugriff über qualifizierten Namen
  - Nur auf öffentliche Elemente eines Pakets

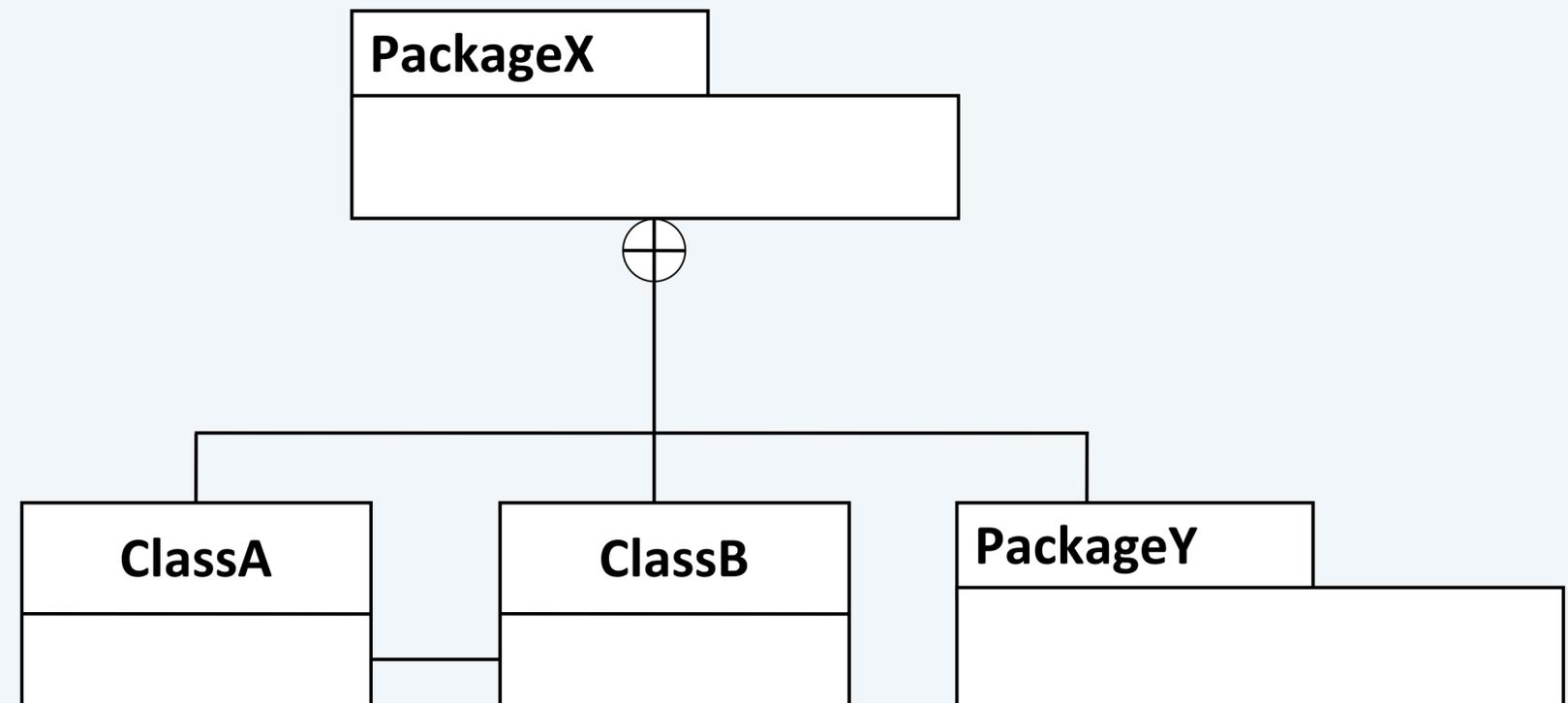


# Hierarchien von Paketen

- Pakete können geschachtelt werden
  - Beliebige Tiefe
  - Paket-Hierarchie bildet einen Baum
- Zwei Darstellungsformen



oder

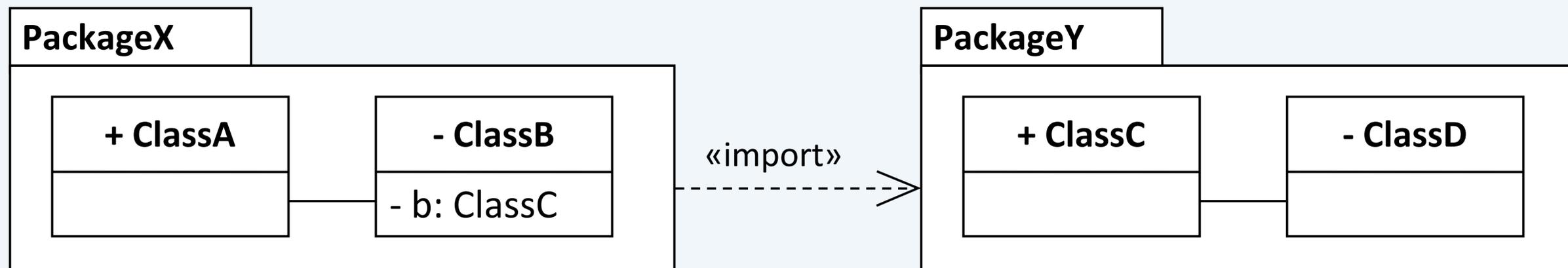


# Import von Elementen und Paketen

- Import einzelner Elemente
  - Voraussetzung: Sichtbarkeit des Elements ist öffentlich
- Import ganzer Pakete
  - Äquivalent mit Element-Import aller öffentlich sichtbaren Elemente des importierten Pakets
- Sichtbarkeiten
  - Beim Import kann die Sichtbarkeit der importierten Elemente und Pakete neu bestimmt werden
  - Sichtbarkeit nur öffentlich oder privat ("+" oder "-")
  - «**import**»-Beziehungen für öffentliche Sichtbarkeit
  - «**access**»-Beziehungen für private Sichtbarkeit

# Import von Elementen und Paketen – «import» (1/2)

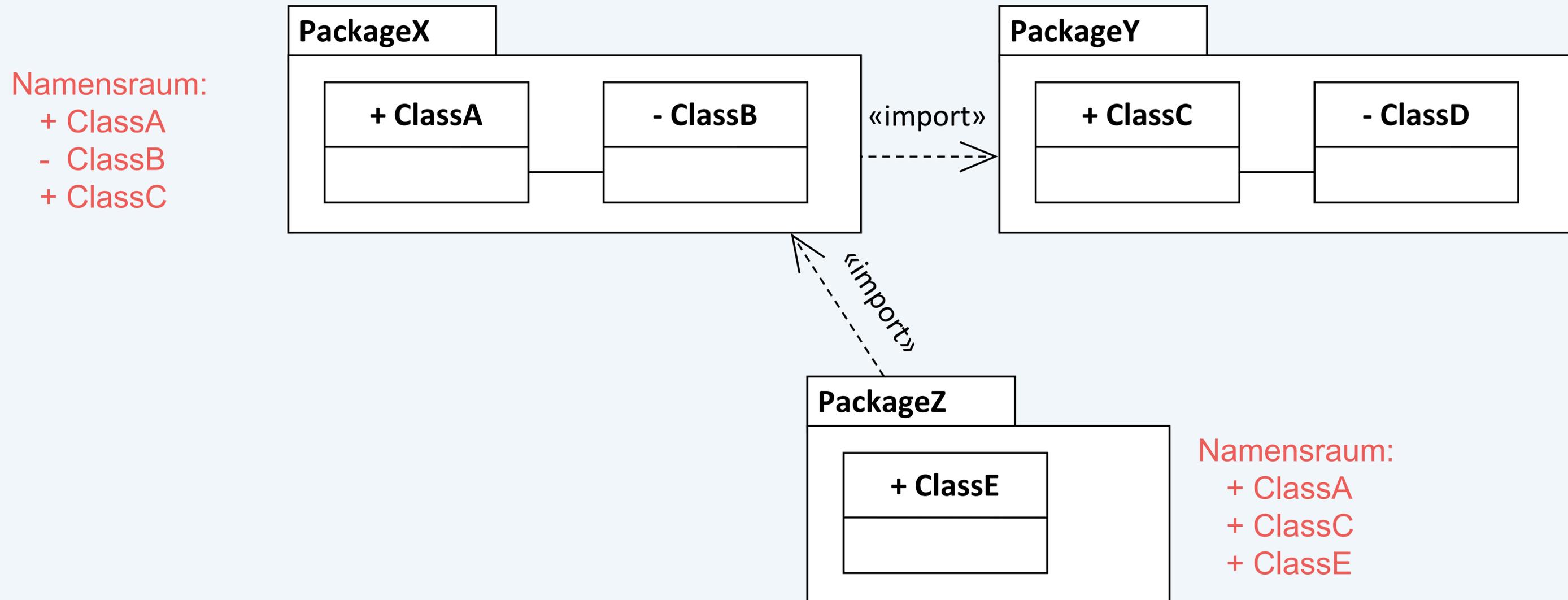
- Veränderung des Namensraums
  - Lädt die Namen des importierten Pakets in den Namensraum des Klienten
  - Ändert damit den Namensraum des Klienten
  - Qualifizierte Namen sind nicht mehr nötig



# Import von Elementen und Paketen – «import» (2/2)

## ■ Transitivität

- Die importierten Namen sind öffentlich und finden somit bei erneutem Import Berücksichtigung

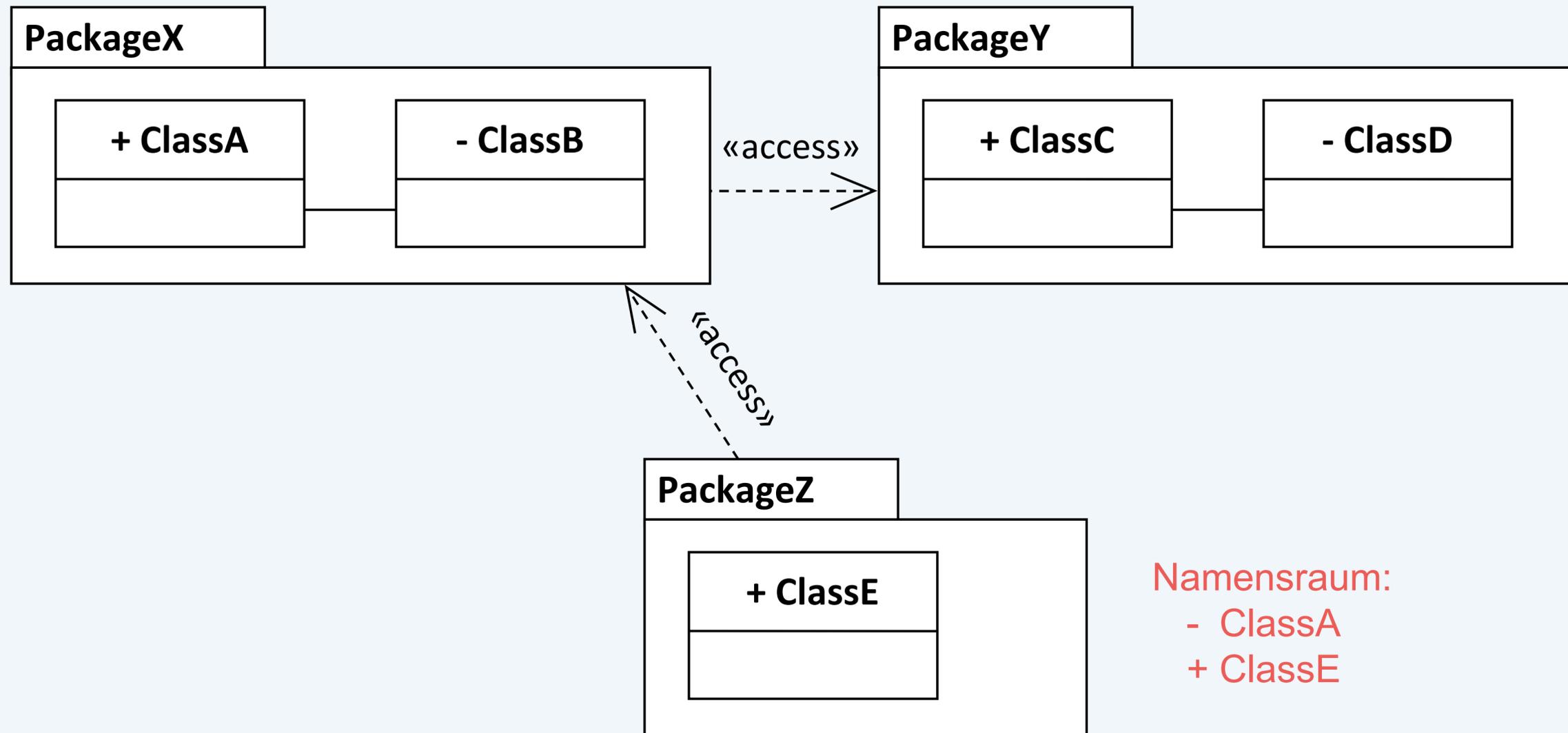


# Import von Elementen und Paketen – «access»

- Nicht-transitiv
- Änderung der Sichtbarkeit der importierten Elemente auf privat

Namensraum:

+ ClassA  
- ClassB  
- ClassC



Namensraum:

- ClassA  
+ ClassE