

32. Strukturelle Analyse von komplexen Objekten

Die Verwaltung von Geschäftsobjekten als Hauptaufgabe von Informationssystemen

- Erweiterung komplexer Objekte durch Mehrfach-Brücken auch über Schichten hinweg

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann

Institut für Software- und

Multimediatechnik

Lehrstuhl Softwaretechnologie

Fakultät für Informatik

TU Dresden

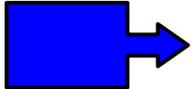
Version 19-0.1, 02.06.19

- 1) Komplexe Objekte in Informationssystemen
- 2) Modellierung von komplexen Objekten
 - 1) Komplexe Objekte
 - Private und essentielle Teile
 - 2) Natürliche Typen und Rollen
 - 3) Realisierung von Rollen und Teilen durch Bridge
- 3) Objektanreicherung mit Multi-Bridge
- 4) Anhang
 - 1) Facetten
 - 2) Phasen

- ▶ Störrle 5.3, 5.4
- ▶ Weitere nicht-obligatorische Literatur:
 - Bill Lazar. IBM's San Francisco Project. Dr. Dobbs Journal.
<http://www.drdobbs.com/ibms-san-francisco-project/184415597>
 - Vincent D. Arnold ; Rebecca J. Bosch ; Eugene F. Dumstorff ; Paula J. Helfrich ; Timothy C. Hung ; Verlyn M. Johnson ; Ronald F. Persik ; Paul D. Whidden. IBM Business Frameworks: San Francisco project technical overview [Technical forum]. IBM Systems Journal, Volume: 36 Issue: 3
 - <https://ieeexplore.ieee.org/document/5387159/>
 - L. Maciaszek. Requirements Analysis and System Design – Developing Information Systems with UML. Addison-Wesley.
 - Giancarlo W. Guizzardi. Ontological foundations for structure conceptual models. PhD thesis, Twente University, Enschede, Netherlands, 2005.
 - Nicola Guarino, Chris Welty. Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. Data and Knowledge Engineering, 39:51-74, 2001.
 - [Steimann] Friedrich Steimann. On the representation of roles in object-oriented and conceptual modelling. Data Knowl. Eng, 35(1):83-106, 2000.
 - Beispiel für ein ERP System: Odoo <https://www.odoo.com/>

Überblick Teil III: Objektorientierte Analyse (OOA)

1. Überblick Objektorientierte Analyse
 1. (schon gehabt:) Strukturelle Modellierung mit CRC-Karten
2. Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung mit UML
 1. Strukturelle metamodellgetriebene Modellierung für das Domänenmodell
 2. Strukturelle Modellierung von komplexen Objekten
 3. Strukturelle Modellierung für Kontextmodell und Top-Level-Architektur
3. Analyse von funktionalen Anforderungen (Verhaltensanalyse)
 1. Funktionale Verfeinerung: Dynamische Modellierung und Szenarienanalyse mit Aktionsdiagrammen
 2. Funktionale querschneidende Verfeinerung: Szenarienanalyse mit Anwendungsfällen, Kollaborationen und Interaktionsdiagrammen
 3. (Funktionale querschneidende Verfeinerung für komplexe Objekte)
4. Beispiel Fallstudie EU-Rent



Ziele

- ▶ Die Analyse von komplexen Objekten spielt eine große Rolle in der OOA
- ▶ Komplexe Objekte sind strukturiert in Unterobjekte (Kerne, Rollen, Teile, Facetten, Phasen), die durch Endo-Assoziationen zusammengefügt werden
- ▶ Verstehe die Natur von Informationssystemen, die Geschäftsobjekte verwalten
 - Beispiel: SAP, Peopleware, ...

32.1 Schichten eines Softwaresystems

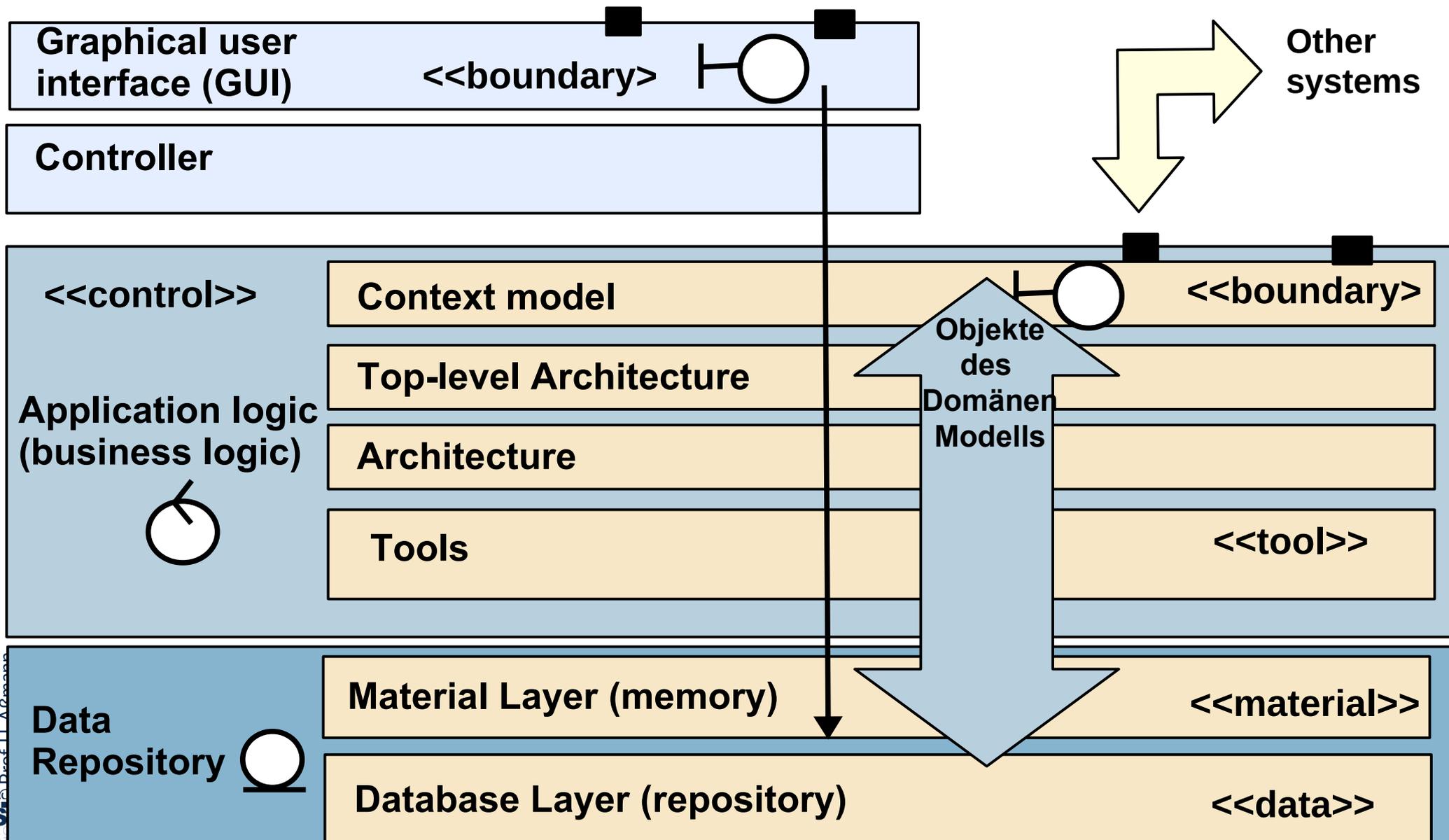
Softwaresysteme bestehen aus
Schichten

Manche Objekte begrenzen sich auf
eine Schicht, aber komplexe Objekte
kreuzen alle Schichten



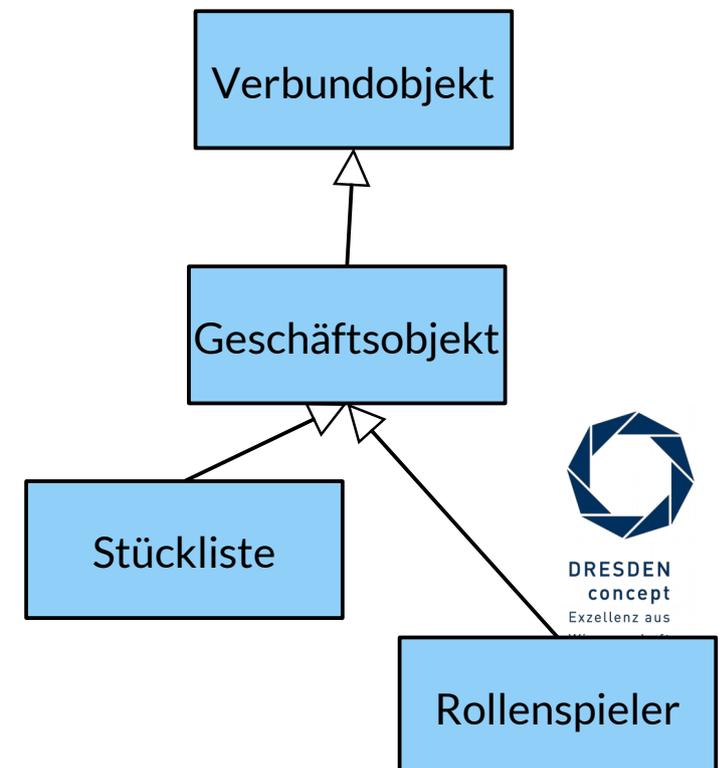
Q7: Verfeinerte BCE-Schichtung eines Systems

- ▶ Im Teil III+IV verwenden wir 7 Schichten in 3 Gruppen:



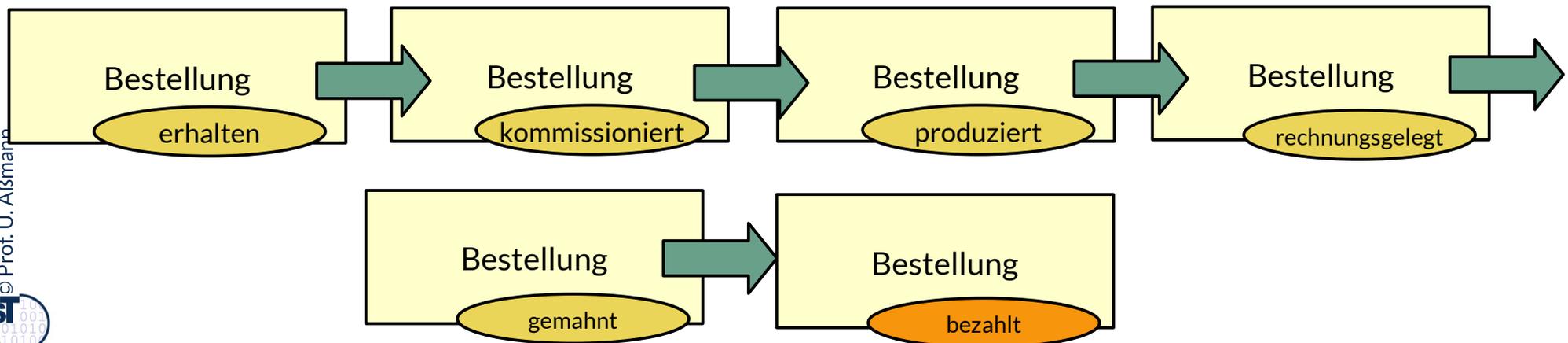
32.2 Komplexe Objekte in Informationssystemen

Wir haben in Kap. 31 (Strukturelle Modellierung) bereits die Analyse komplexer Objekte kennengelernt. Hier folgen mehr Details



Geschäftsobjekte (Business Objects)

- ▶ In großen objektorientierten Frameworks (wie SAP) werden die Objekte sehr komplex
- ▶ Beispiel: Bestellung, ein Geschäftsobjekt in Geschäftssoftware (Enterprise Resource Planning, ERP):
 - eine Bestellung ist ein langlebiges, persistentes komplexes Objekt, das von dem
 - Auftragseingang des Kunden an durch die
 - Produktion, Kommissionierung, Rechnungserstellung,
 - Auslieferung und Mahnwesen
 - erhalten bleiben muss
- ▶ Dynamische Erweiterbarkeit nötig, da die Bestellung verschiedene Phasen durchläuft und daher viele verschiedene Rollen spielt
 - Enthält viele Teile, und wird in neuen Phasen ständig mit neuen Teilen, Attributen und Methoden versehen
 - Verhalten muss an die Phase adaptiert werden



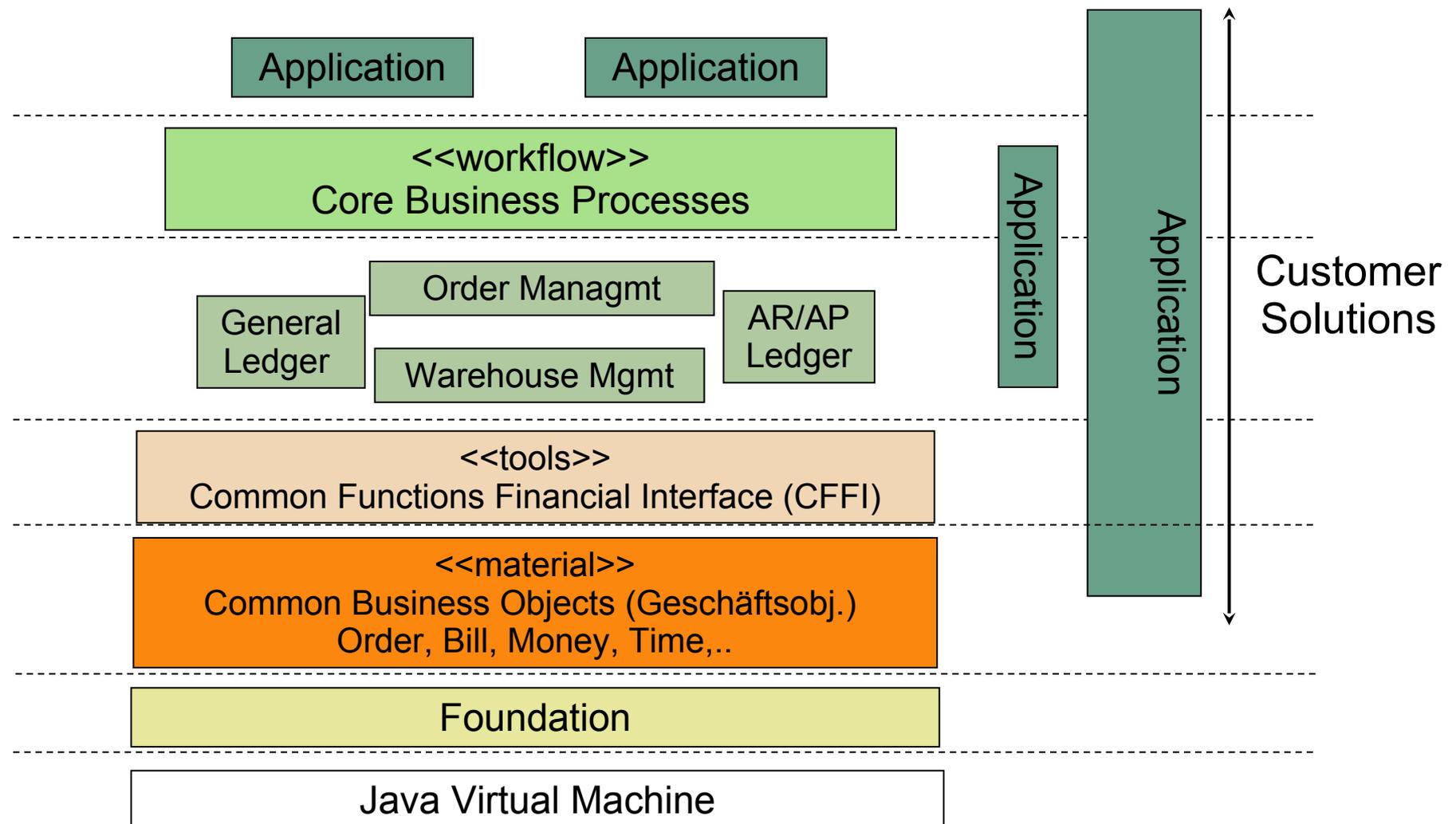
Architektur von IBM San Francisco

Java-Framework für Geschäftsanwendungen (ERP)

9

Softwaretechnologie (ST)

- ▶ P. Monday, J. Carey, M. Dangler. SanFrancisco Component Framework: an introduction. Addison-Wesley, 2000.



Beispiel: Komplexe Geschäftsobjekte in der SanFrancisco Bibliothek

▶ Wertobjekte:

- Adresse, Währung, Kalender

Allgemeine Geschäftsobjekte:

- Firma
- Geschäftspartner
- Kunde (und Person)
- Zahlen mit beliebiger Genauigkeit mit Nachkommastellen
- Fiskalische Kalender
- Bezahlmethode
- Maßeinheit

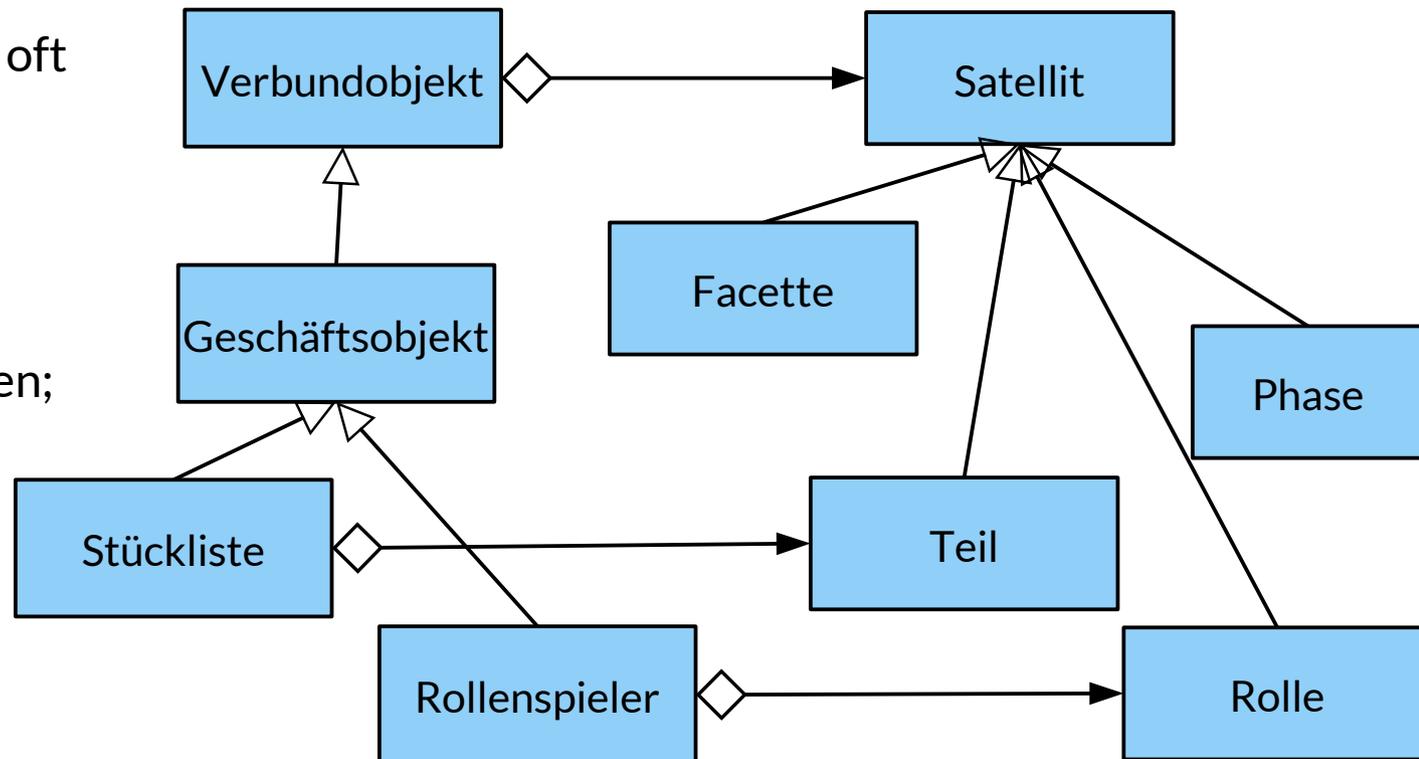
▶ Finanzielle Geschäftsobjekte

- Geld
- Währungsgewinn
- Konto
- Verlustkonto
- Allgemeine Mechanismen für Geschäftssoftware:
 - Buchführungskonten
 - Klassifikationen
 - Schlüsselobjekte

- ▶ Start des Projekts: 1995
- ▶ IBM stellte 1999 sein Framework wieder ein
- ▶ Technische Gründe liegen in Java:
 - Einfache Vererbung von Java erschwert die Wiederverwendung von Code
 - Komplexe Objekte (Geschäftsobjekte) können in Java schlecht repräsentiert werden (keine Endorelationen)
 - Dynamisch sich wandelnde komplexe Objekte können schlecht repräsentiert werden:
 - Dynamische Teile wie Phasen und Rollen können nicht einfach abgebildet werden. Dynamische Anpassung ist zu komplex
 - In Wirklichkeit hat Java Probleme, komplexe *und* dynamische Objekte zu beschreiben. Es braucht dazu Entwurfsmuster, aber auch Mechanismen für große Objekte
- ▶ Das Folgende stellt Modellierungsmethoden für komplexe Objekte vor

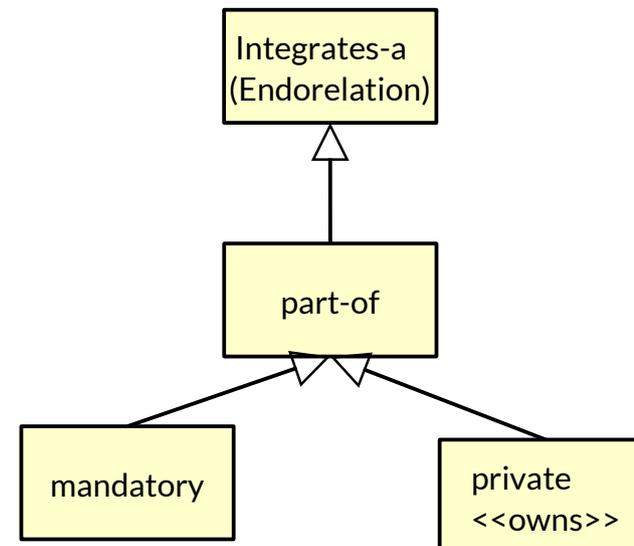
Ein **komplexes Objekt** (Verbundobjekt, Subjekt, complex object, compound object) ist ein (logisches) Objekt, das auf Programmierniveau wegen seiner Komplexität durch mehrere (physische) Objekte dargestellt wird. Seine innere Struktur ist meist hierarchisch, immer aber azyklisch angelegt.

- ▶ Komplexe Objekte leben oft parallel zueinander und kommunizieren oft über Ströme, Senken, Kanäle
- ▶ **Stücklisten** haben Teile; **Rollenspieler** haben Rollen; **Geschäftsobjekte** haben beides.



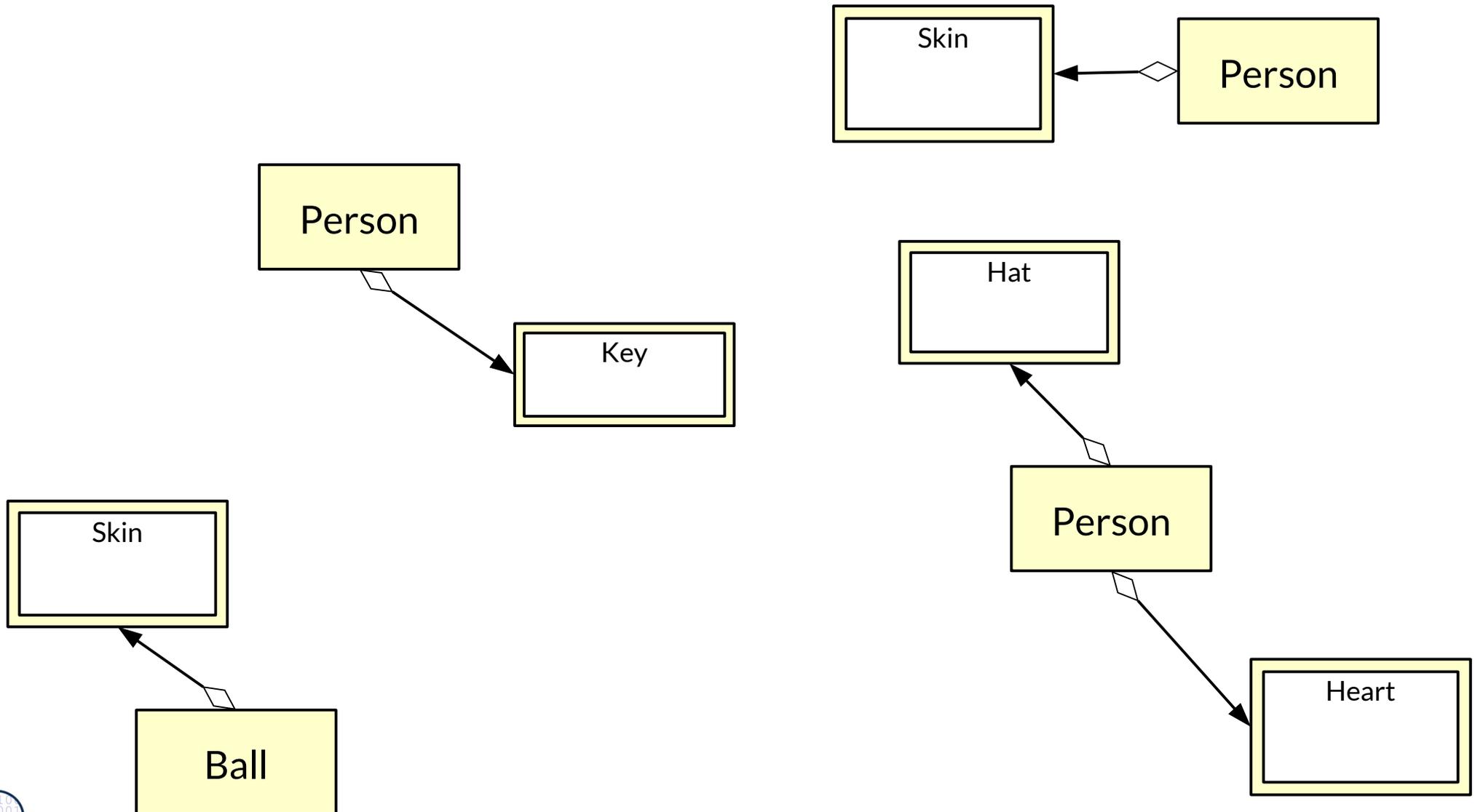
32.2.1 Private und essentielle Teile von kompositen Objekten zur Modellierung von Stücklisten

- ▶ z.B. in SAP-Systemen
- ▶ “Mereologie” <https://de.wikipedia.org/wiki/Mereologie>



Private und essentielle Teile

- ▶ Gibt es hier einen Unterschied in der Bedeutung der Aggregationen?



Geteilte Teile

- ▶ Ein geteiltes Teil (shared part) ist in mehrere Ganze eingebettet und gehört zu mehreren Kernobjekten. `<<shared>>`

Private Teile (Eigentumsbeziehung):

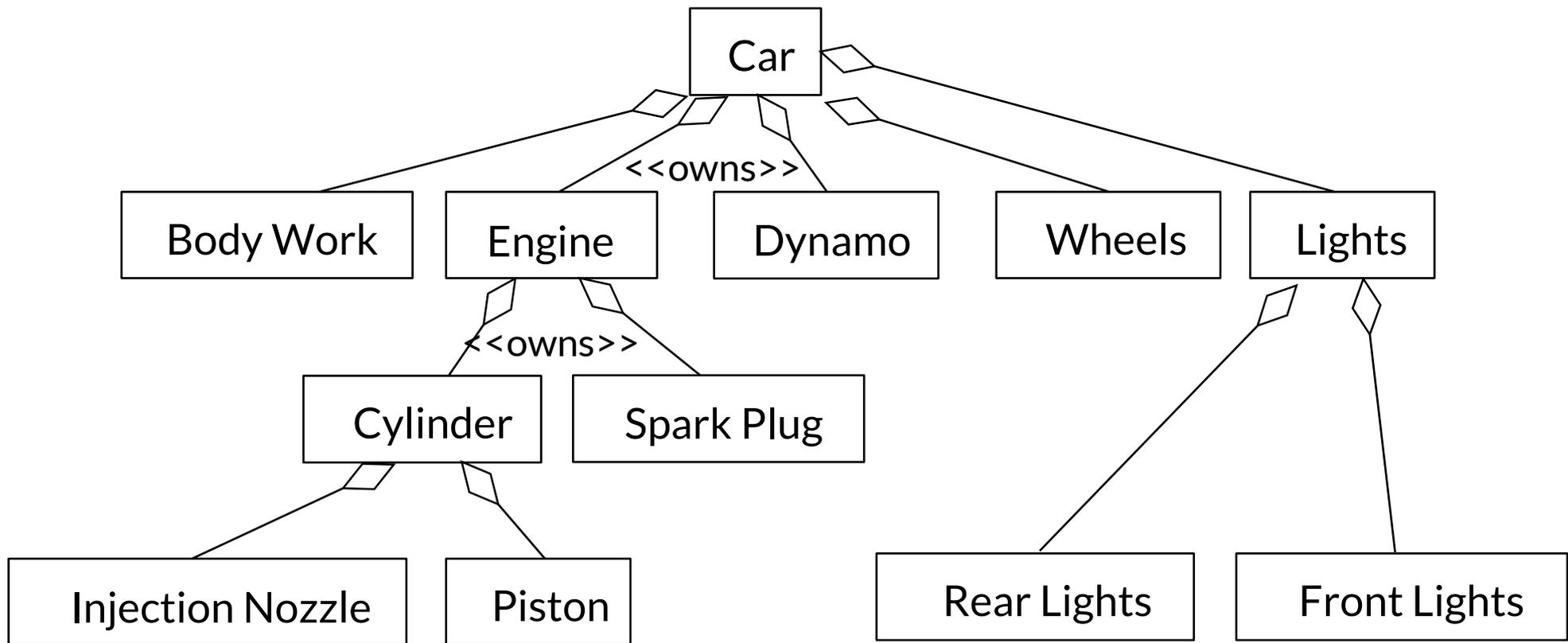
- Ein **privates Teil (owned part)** ist ein nicht-fundiertes Unterobjekt, das ausschließlich zu einem Kernobjekt gehört
 - Beispiel: Eine Person hat einen Hut
 - Zu einer Zeit hat das Teil genau einen Eigner (alias-freie Ganz/Teile-Beziehung), aber das Teil kann das Ganze wechseln
 - **Stereotyp <<owns>>**
- Ein **zugeeignetes Teil (exclusively owned part)** ist ein rigides privates Unterobjekt, das immer zu einem Kernobjekt gehört
 - Beispiel: eine Person hat einen Arm
 - Teil gehört exklusiv dem Ganzen und kann die Zugehörigkeit nicht ändern
 - **Stereotyp <<exclusively-owns>>**

Obligatorische Teile:

- Ein **obligatorisches Teil (mandatory part)** ist ein zugeeignetes Unterobjekt, von dessen Typ das Kernobjekt unbedingt eines braucht
 - Beispiel: Eine Person braucht ein Herz
 - das Ganze braucht ein Teil vom Typ des Teils
 - **Stereotyp <<mandatory>>**
- Ein **wesenhaftes Teil (essential part)** ist ein essentielles Teilobjekt, das nicht ausgewechselt werden kann, ohne das Kernobjekt zu zerstören
 - Beispiel: Eine Person braucht ein Gehirn
 - Das Ganze braucht genau dieses Teilobjekt zum Leben
 - **Stereotyp <<essential>>**

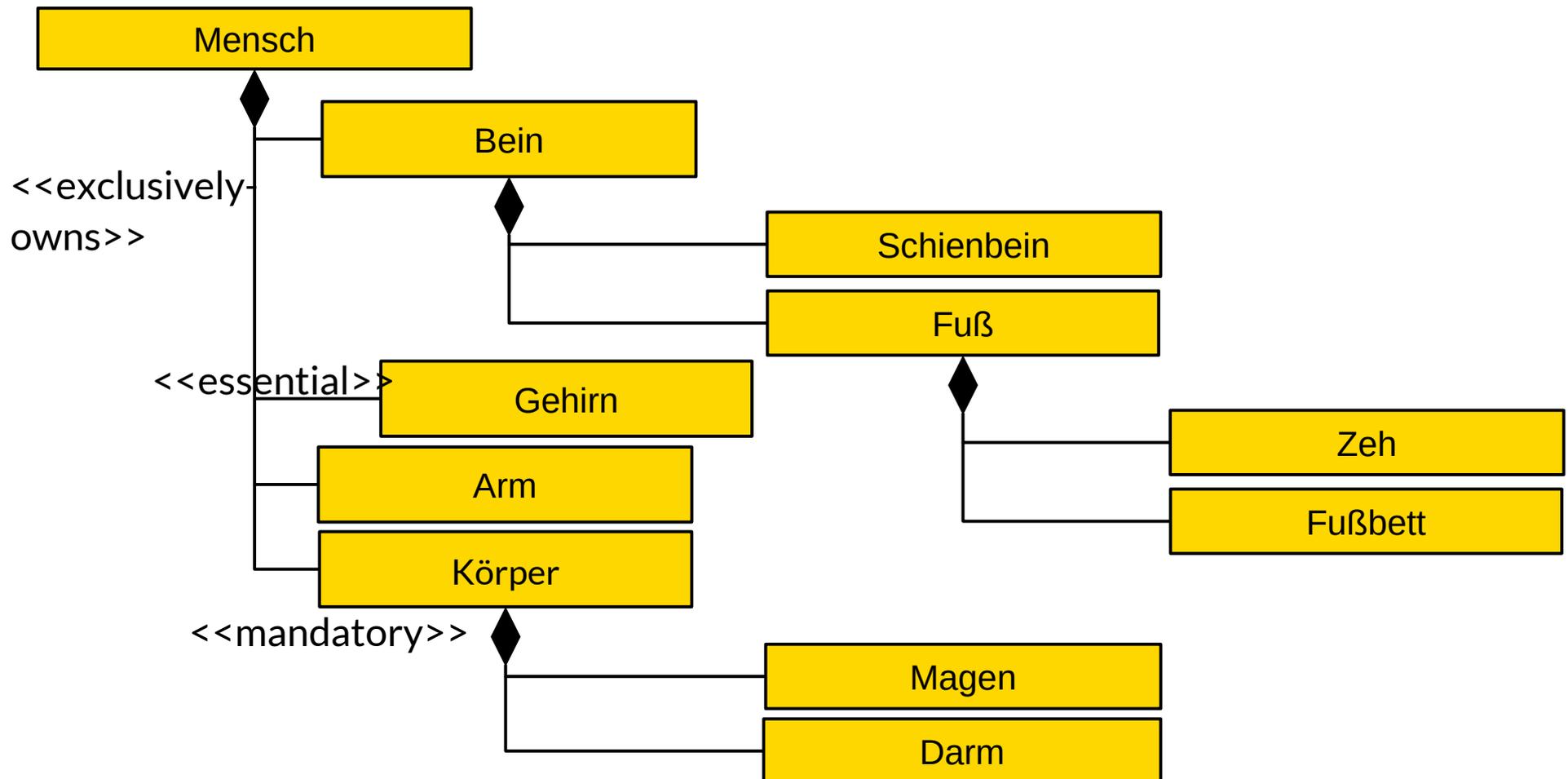
Hierarchische Systemzerlegung mit privaten Teilen (<<owns>>)

- ▶ Bei privaten Teilen (Eigentumsbeziehungen) gibt es kein Teilen von Unterteilen (kein *sharing*, kein *aliasing*)
- ▶ Merke: die spezielle Semantik von Teile-Relationen kann durch *Stereotypen* angegeben werden



Darstellung komplexer Objekte mit privaten Teilen

- ▶ <<exclusively-owns>> kann durch <<essential>> und <<mandatory>> spezialisiert werden
- ▶ Aggregationshierarchien können als Zeilenhierarchie dargestellt werden

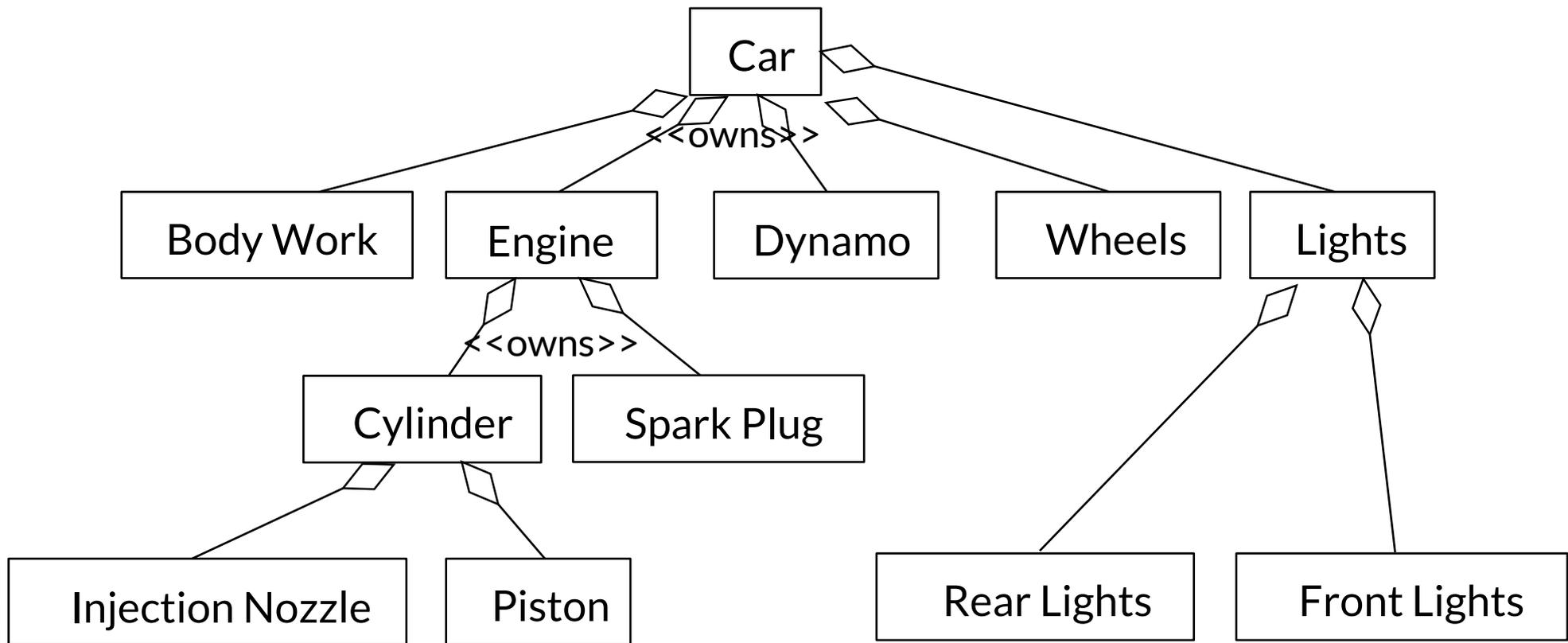


Weitere Ganz/Teile-Beziehungen (Whole-Part Relationships)

- ▶ **Eigentumsbeziehungen** bilden baumförmige Relationen (**Stückliste**)
 - *Private Teile* (s. vorige Folie)
 - *Abhängiges Teil* (*composed-of*) (Komposition in UML): das Teil hat die gleiche Lebenszeit wie das Ganze und kann nicht alleine existieren
- ▶ **Einfache Teilebeziehungen** sind azyklisch, bilden aber keine Hierarchien
 - *has-a*: Aggregation, einfache Teilebeziehung. Das Teil kann Teil von mehreren Ganzen sein (Aliase möglich)
 - *member-of*: Wie has-a, aber Gleichheit mit Geschwistern gefordert

Teile-Verfeinerung durch hierarchische Systemzerlegung mit statisch bekannter Anzahl von privaten Teilen

- ▶ **Teile-Verfeinerung** beginnt mit den komplexen Ganzen
 - .. und findet Schritt für Schritt neue Teile
- Resultat: Stückliste



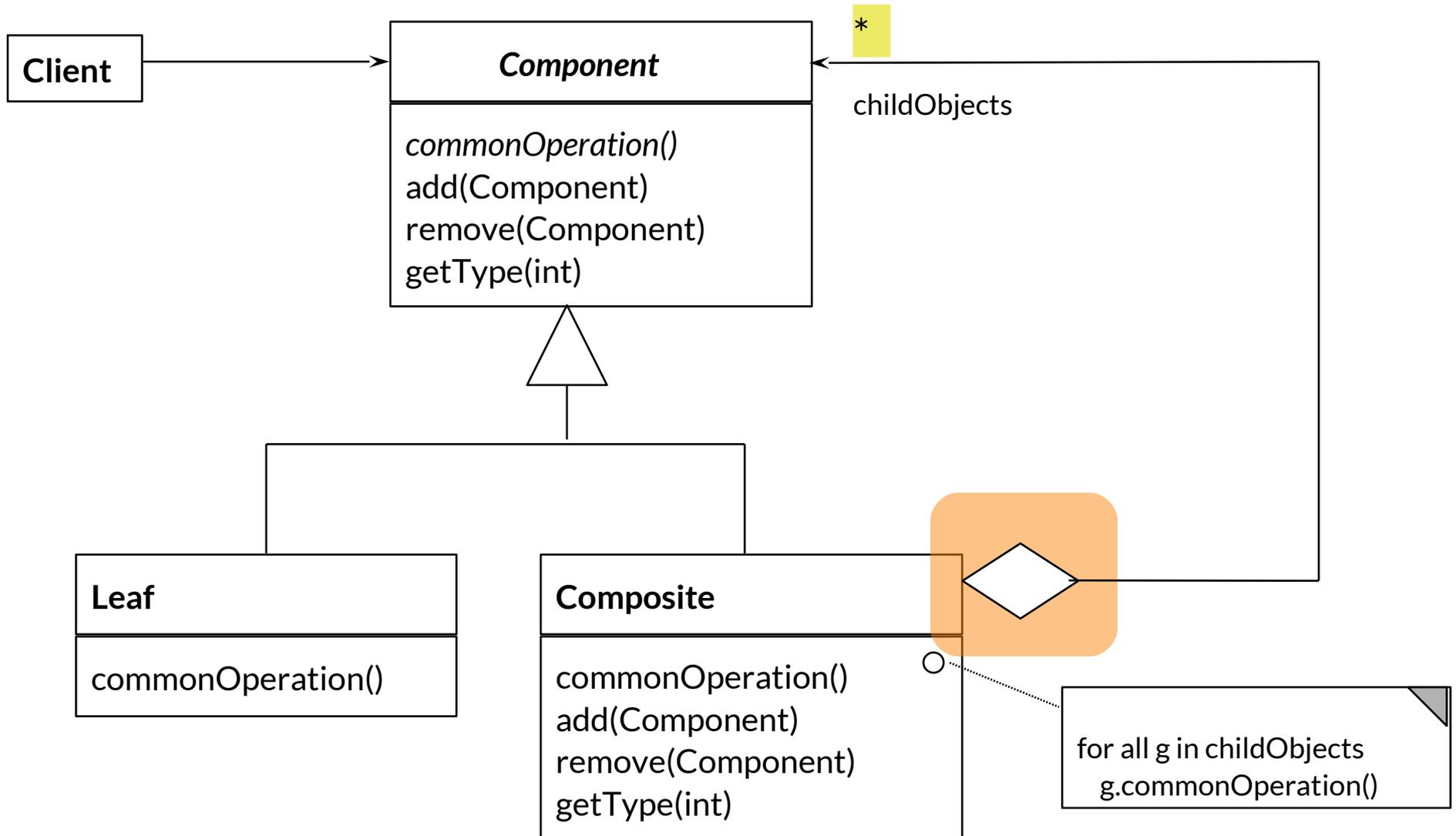
Unbekannt viele Teile

Achtung: Welche Aggregation steht im Composite?

21

Softwaretechnologie (ST)

- ▶ Welchen Unterschied macht es, ob die Kinder eines Composite-Knoten aggregiert, komponiert, oder rollenspielend sind?



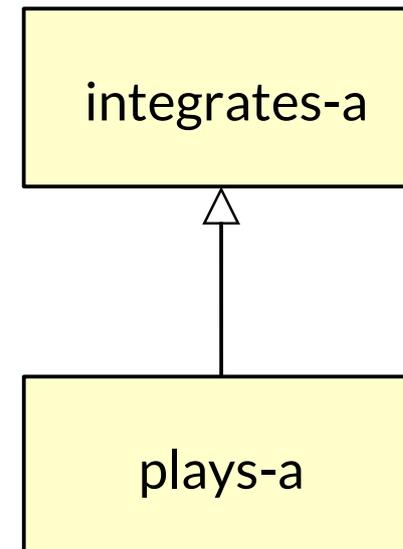
- ▶ Materialien in Informationssystemen sind hierarchisch strukturiert

Die genaue Analyse der Ganz/Teile-Beziehung ermöglicht es, Aussagen über die Lebenszeit von Teilen in komplexen Geschäftsobjekten zu treffen.

Die Verwaltung von Stücklisten ist eine wesentliche Aufgabe von Informationssystemen.

32.2.2 Natürliche Typen und Rollen zur Modellierung von Rollenspielern (und Geschäftsobjekten)

- ▶ Geschäftsobjekte in Informationssystemen enthalten Teile und Rollen



Verschiedene Arten von integrierten Unterobjekten

- ▶ Die verschiedene Arten von Unterobjekten ergeben sich aus einer Matrix von Typqualitäten
 - Hier: Überblick über das Folgende
- Aus allen Arten können Stereotypen abgeleitet werden (Profil "Satelliten")

	Nicht-Fundiert		Fundiert
Rigide	Natürlicher Typ	<<natural>>	Geteiltes Teil
	Kern	<<core>>	<<shared part>>
	Facette	<<facet>>	
	Zugeeignetes Teil	<<obligatory part>>	
Nicht-rigide	Phase	<<phase>>	Rolle
	Privates Teil	<<private part>>	<<role>>

Besitzt ein Objekt einen **rigiden Typ**, stirbt es, sobald es die Typeigenschaft verliert [N. Guarino]

- ▶ Beispiele:
 - *Book* ist ein rigider Typ; *Reader* ist ein nicht-rigider Typ
 - .. denn ein Leser kann aufhören zu lesen, aber ein Buch bleibt ein Buch
 - Weitere rigide Typen: Begriffe der realen Welt: *Person, Car, Chicken*
- ▶ Rigidität ist eine Typqualität:
 - Rigide Typen sind verknüpft mit der *Identität* der Objekte
 - Nicht-rigide Typen sind dynamische Typen, die den Zustand eines Objektes anzeigen

Ein **fundierter Typ (kontextbezogener Typ)** beschreibt Eigenschaften eines Objektes, die in Abhängigkeit von einem Kooperationspartner bestehen

- ▶ Beispiel:
 - *Buch* ist ein nicht-fundierter Typ
 - *Leser* ist ein fundierter Typ
 - Ein Leser ist nur ein Leser, wenn er ein Buch liest (kontextbasiert), während ein Buch ein Buch ist, auch wenn es niemand liest
- ▶ Fundiertheit ist eine Typqualität, die Kontextbezug eines Typs ausdrückt

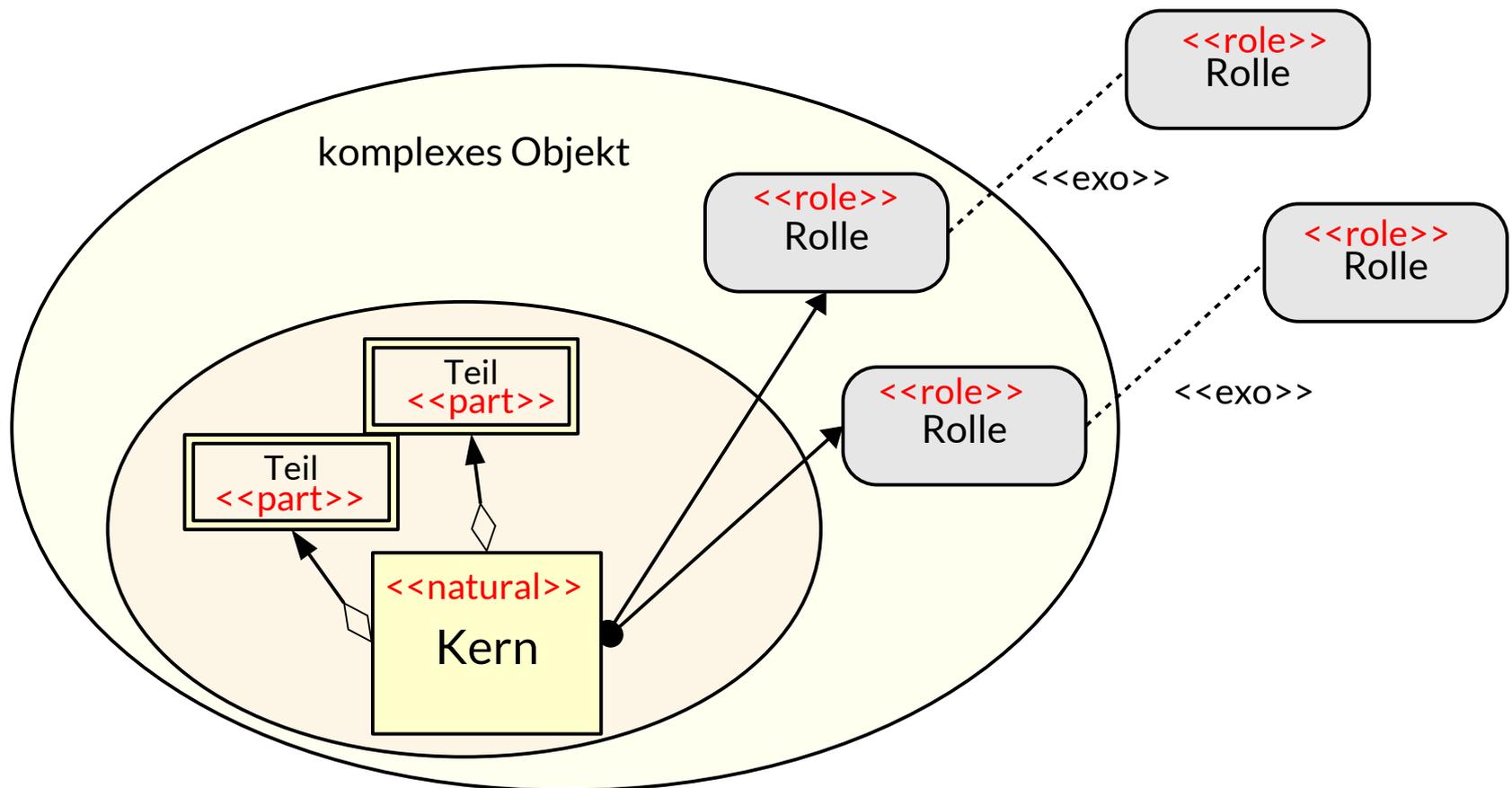
Ein *natürlicher Typ* ist ein nicht-fundierter und rigider Typ.

Ein *Rollentyp (Fähigkeit)* ist ein fundierter und nicht-rigider Typ.

- ▶ **Rollentypen (Fähigkeiten)** existieren nur in Abhängigkeit von einer Kollaboration.
 - Ein Rollentyp entspricht also einer partiellen Klasse
 - in UML: **Role (or role type)**: “The named set of features defined over a collection of entities participating in a particular context.”
- ▶ Unterscheide natürlichen Typen von Rollentypen:
 - Nicht-rigide Typen lassen sich immer durch ein Partizip Präsens aktiv beschreiben (im Englischen durch “object” ergänzen):
 - Leser == Lesender, Reader = Reading Object,
 - Forscher == Forschender, Researcher == Researching Object
 - Rigide Typen dagegen nicht:
 - Car == ?; Person = ?; Chicken == ?

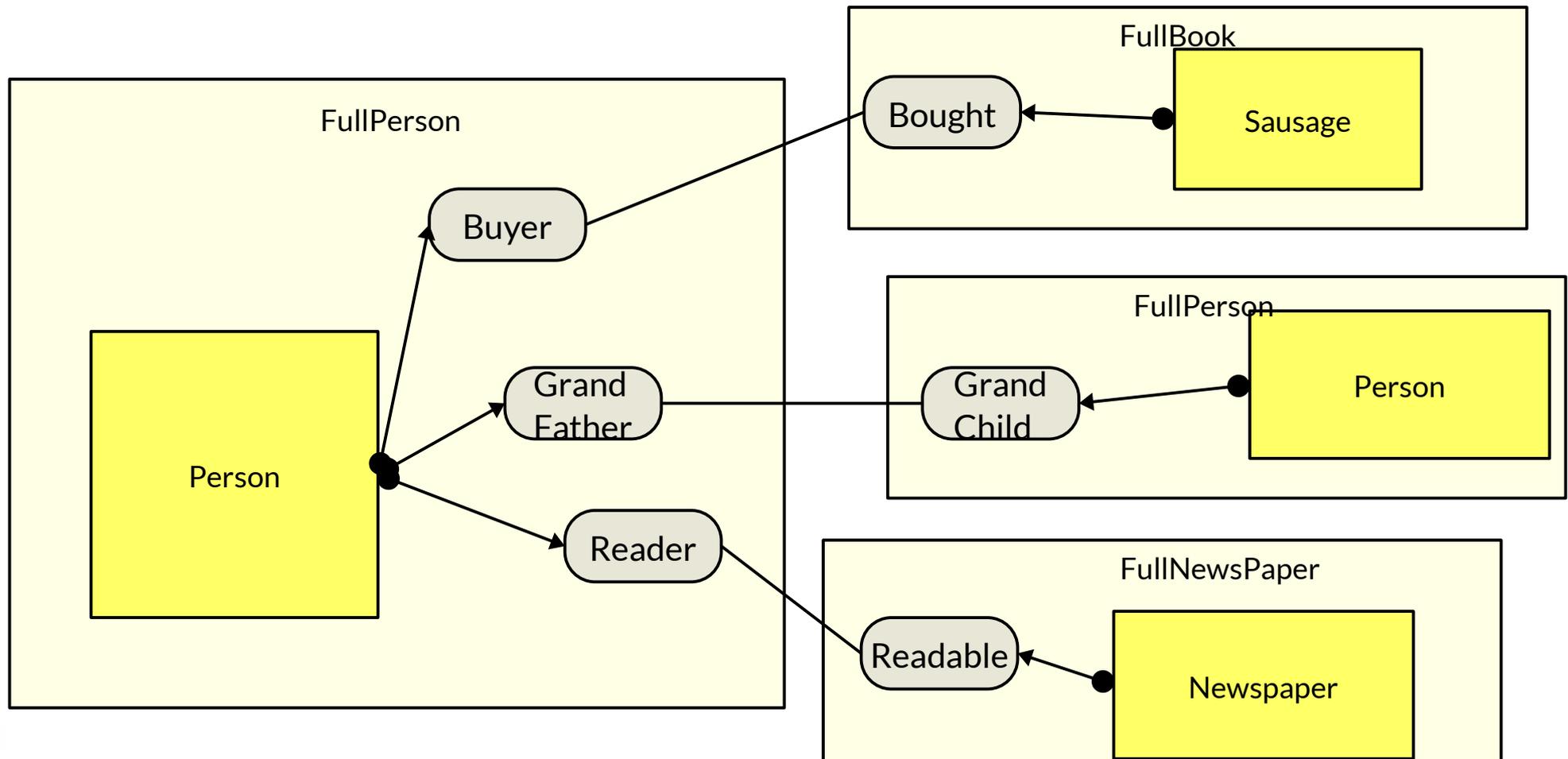
Komplexe Objekte mit Rollen

- ▶ Man sagt: ein Objekt *spielt eine Rolle* (*object plays a role*)
 - Ein Rollentyp (Fähigkeit) wird zur Laufzeit durch ein kontextbezogenes Unterobjekt (Rollensatellit) repräsentiert, das in Abhängigkeit von einem Kooperationspartner existiert
 - Rollen sind abhängige Teile, d.h. sie leben nur solange wie das Kernobjekt



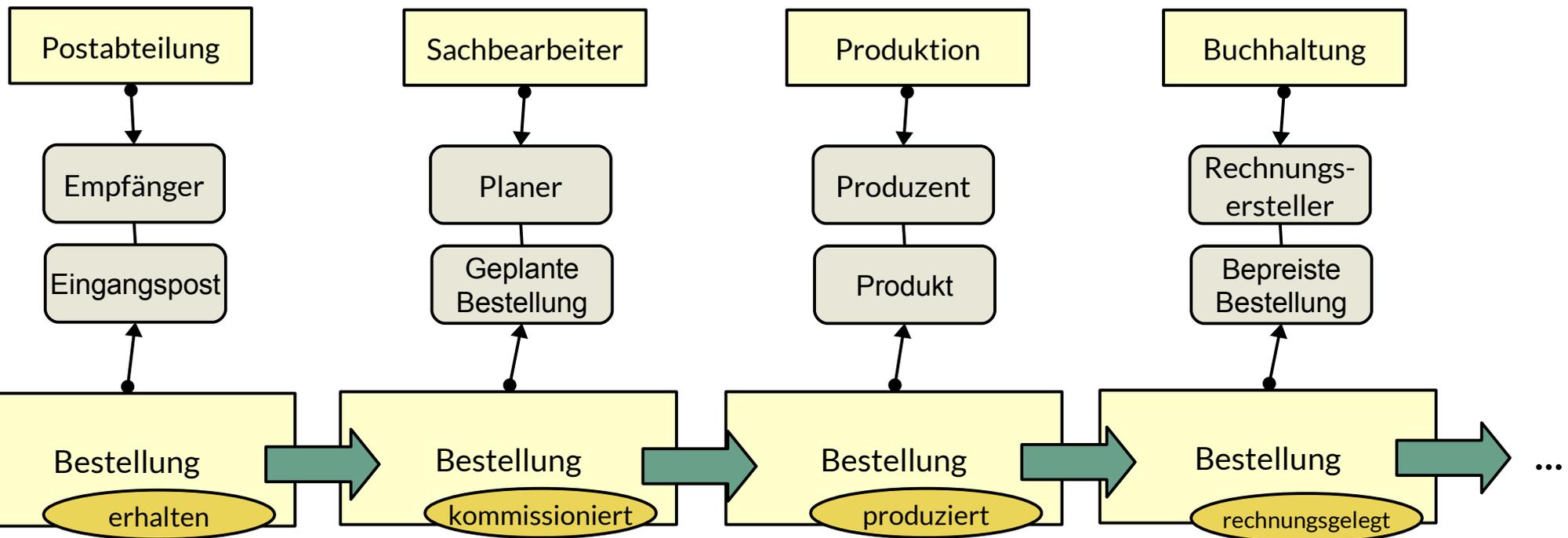
Die Steimannsche Rollen-Faktorisierung [Steimann]

- ▶ Man teilt den Typ eines Objektes in seine *natürlichen Kern* und seine *Rollen-Unterobjekte* auf
 - FullType = Natural-type x (role-type, role-type, ...)
 - Bsp.: FullPerson = Person x (Reader, Father, Customer, ..)

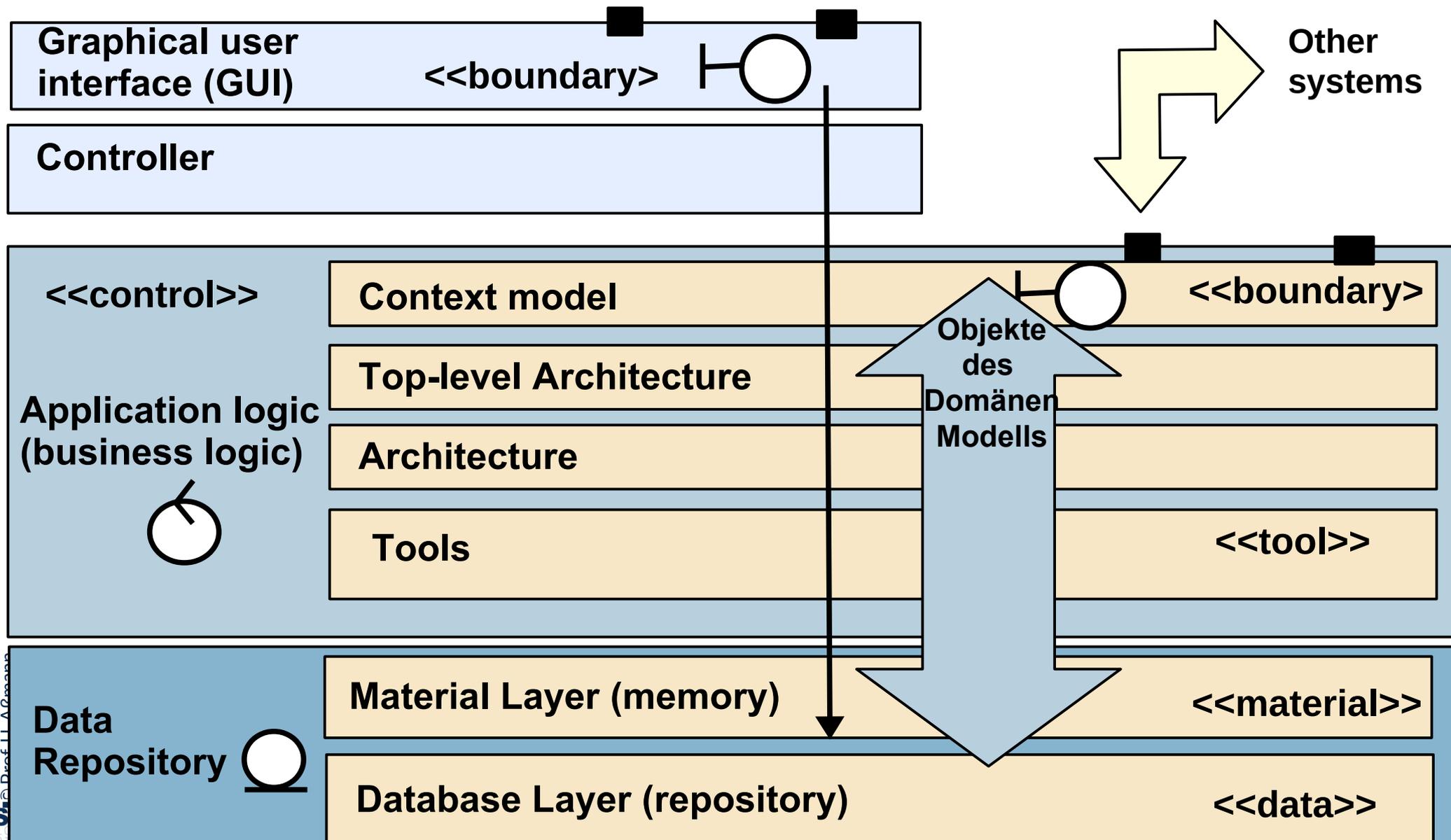


Rollen in Geschäftsobjekten (Business Objects)

- ▶ In Geschäftsobjekten kommen immer Rollen- und Teile-Unterobjekte vor
- ▶ Bestellung als Beispiel: eine Bestellung durchwandert mehrere Bearbeiter
 - Auftragseingang des Kunden, Produktion, Kommissionierung, Rechnungserstellung, Auslieferung und Mahnwesen
- ▶ Dynamische Erweiterbarkeit bzw. Adaption durch neue bzw. wechselnde Rollen-Unterobjekte nötig:



Warum komplexe Objekte des Domänenmodells alle Schichten kreuzen



32.3 Realisierung von Teilen und Rollen in Geschäftsobjekten in Informationssystemen

.. mit dem Bridge-Muster

Polymorphie ergibt sich aus dem Wechsel von Rollen-
Unterobjekten

Programm PersonRoles.java

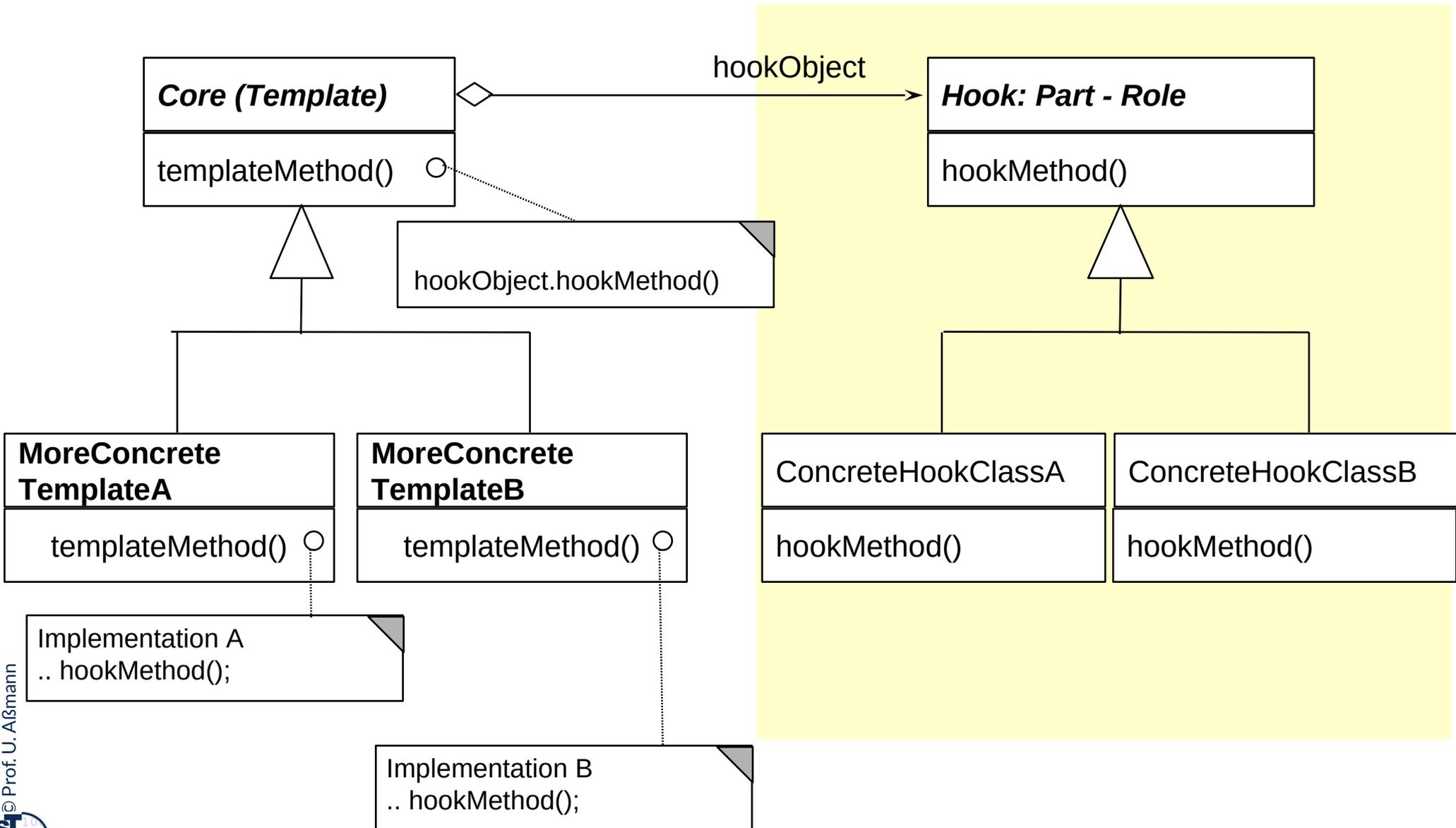


Klassische Realisierung: Unterobjekte mit Bridge-Muster

- ▶ Das Bridge-Muster bildet ein Großobjekt ab
 - Abstraction layer (Kern)
 - Implementation layer (Unterobjekt)
- ▶ Das Multi-Bridge-Muster enthält weitere Unterobjekte, d.h. mehrere Bridge
- ▶ Welche Arten von Unterobjekten gibt es?

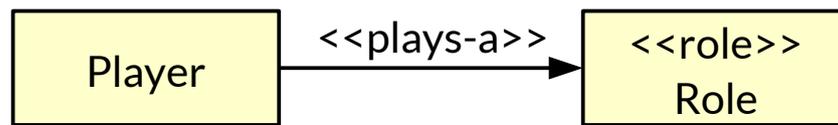
Rept.: Bridge and Dimensional Class Hierarchies

- ▶ Bridge implementiert Teile und Rollen in der Dimension "Implementierung"

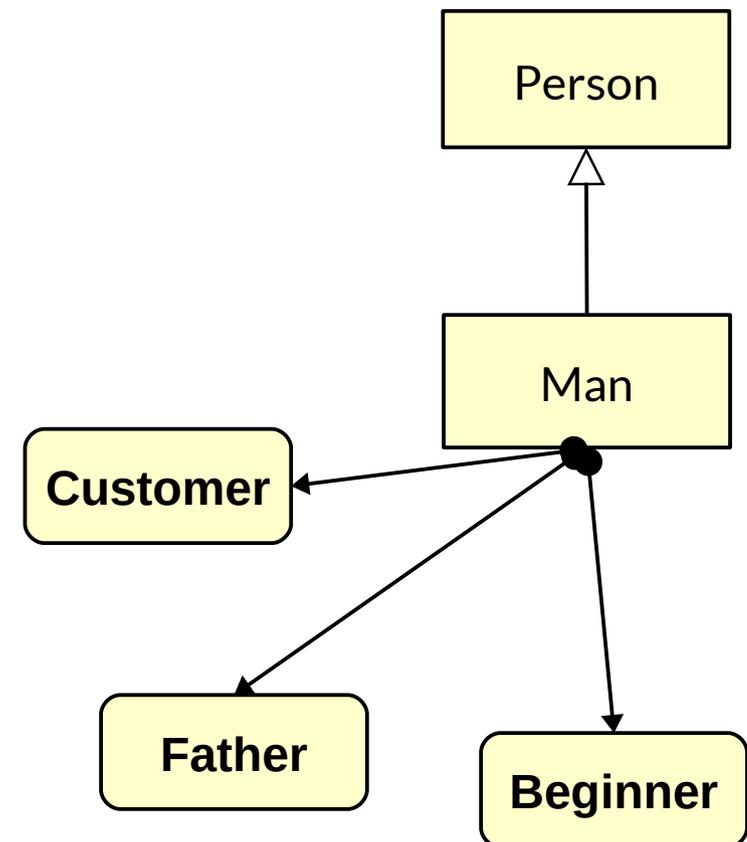
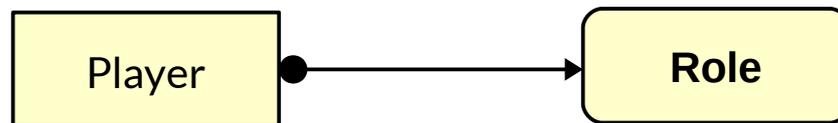


Spezielle Icons für Stereotypen von Aggregation in Brücken

- ▶ Für alle grafischen Elemente in UML können spezielle Icone vereinbart werden.
- ▶ Für Rollenklassen wählen wir ein Oval, für die Plays-a-Relation einen Pfeil mit Doppel-Kopf-Dreieck.

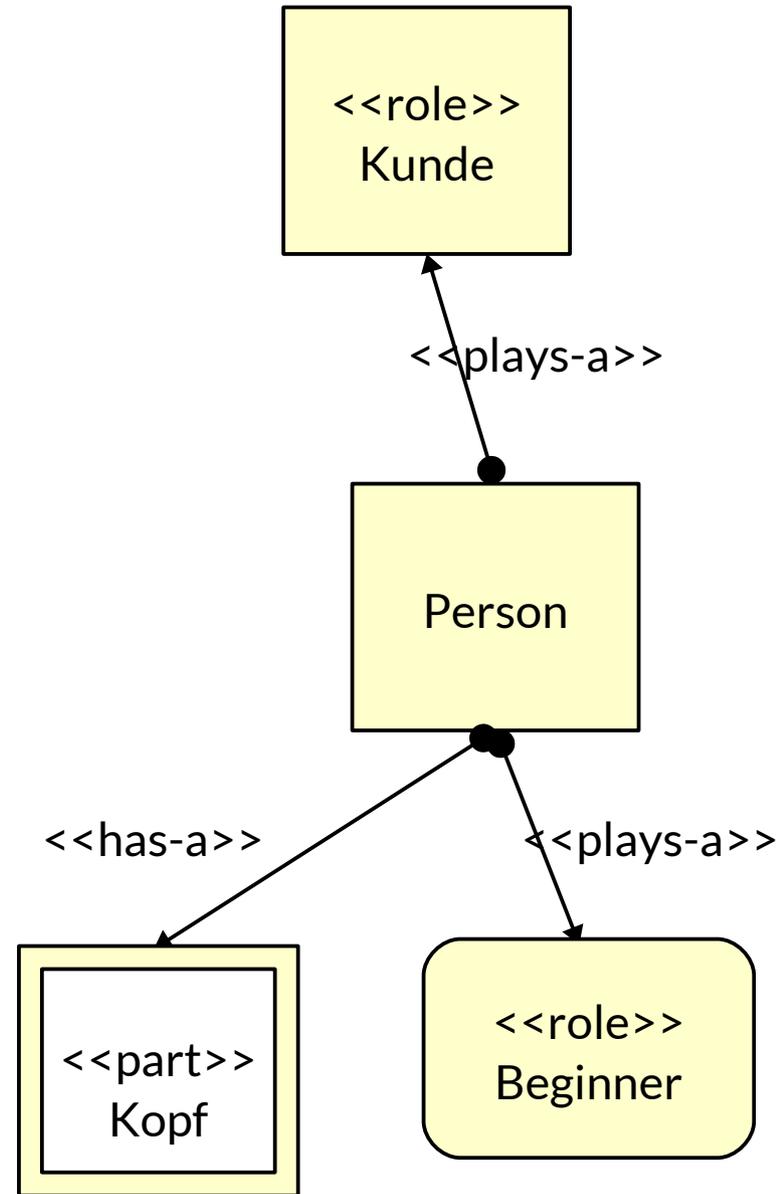


Abgekürzt:



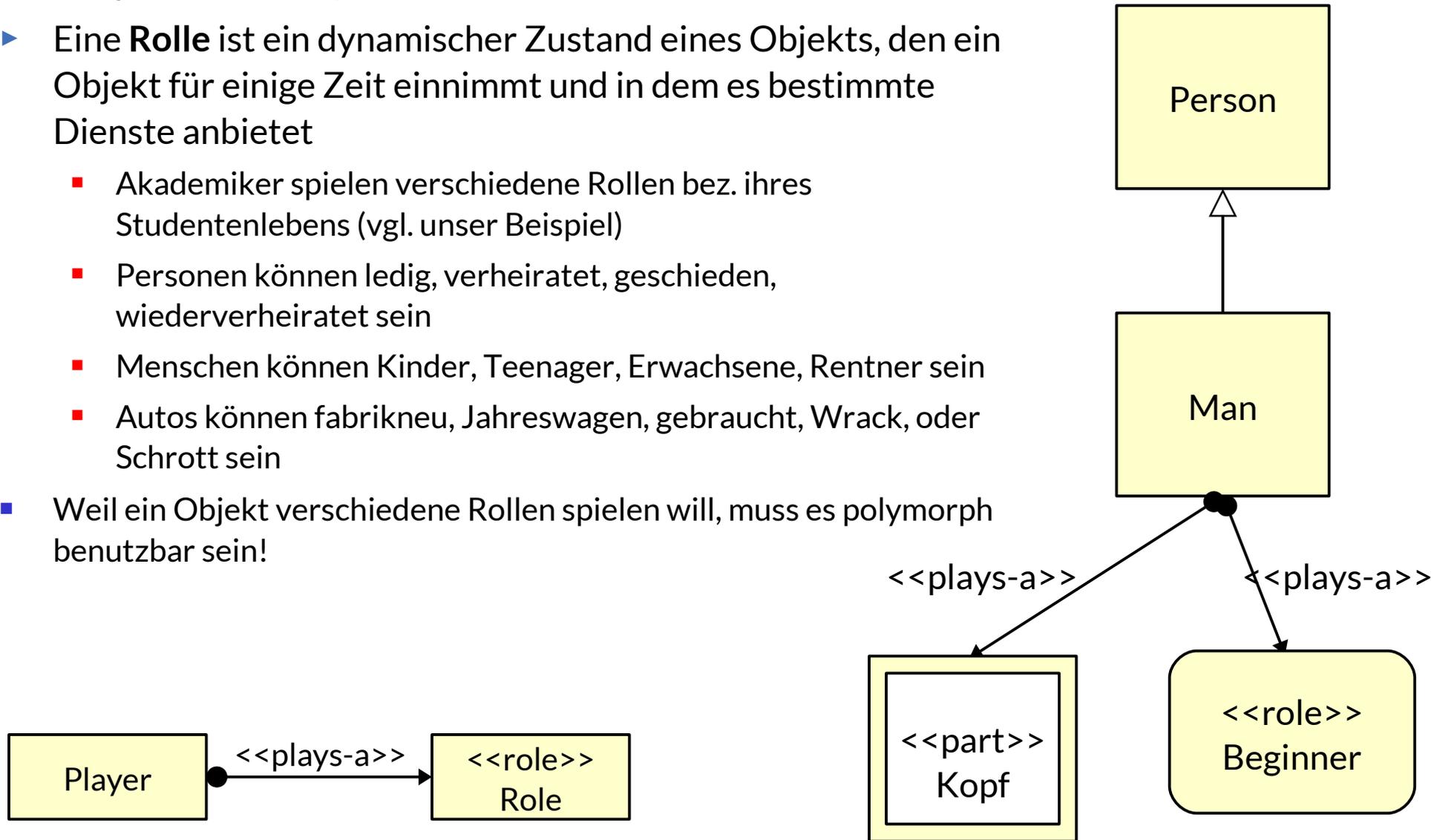
Unterobjekte

- ▶ **Großobjekt:** Manche Objekte sind sehr groß und leben lang. Sie werden daher in Unterobjekte gegliedert.
- ▶ Ein **Unterobjekt** gehört semantisch zu einem **Kernobjekt**
 - teilt also die Identität des Kernobjektes
 - muss diese auf die Frage “Wer bist du?” melden und *nicht den eigenen Identifikator*
 - Hier:
 - ein Kopf muss den Identifikator von Person melden, *nicht seinen eigenen*
 - ein Beginner muss den Identifikator von Person melden, *nicht seinen eigenen*



Rollenwechsel als Grund für Rollen-Polymorphie

- ▶ Ein Spezialfall der Polymorphie ergibt sich, wenn Objekte temporär **Rollen spielen** und ihre Rollen **wechseln**
- ▶ Eine **Rolle** ist ein dynamischer Zustand eines Objekts, den ein Objekt für einige Zeit einnimmt und in dem es bestimmte Dienste anbietet
 - Akademiker spielen verschiedene Rollen bez. ihres Studentenlebens (vgl. unser Beispiel)
 - Personen können ledig, verheiratet, geschieden, wiederverheiratet sein
 - Menschen können Kinder, Teenager, Erwachsene, Rentner sein
 - Autos können fabrikneu, Jahreswagen, gebraucht, Wrack, oder Schrott sein
- Weil ein Objekt verschiedene Rollen spielen will, muss es polymorph benutzbar sein!



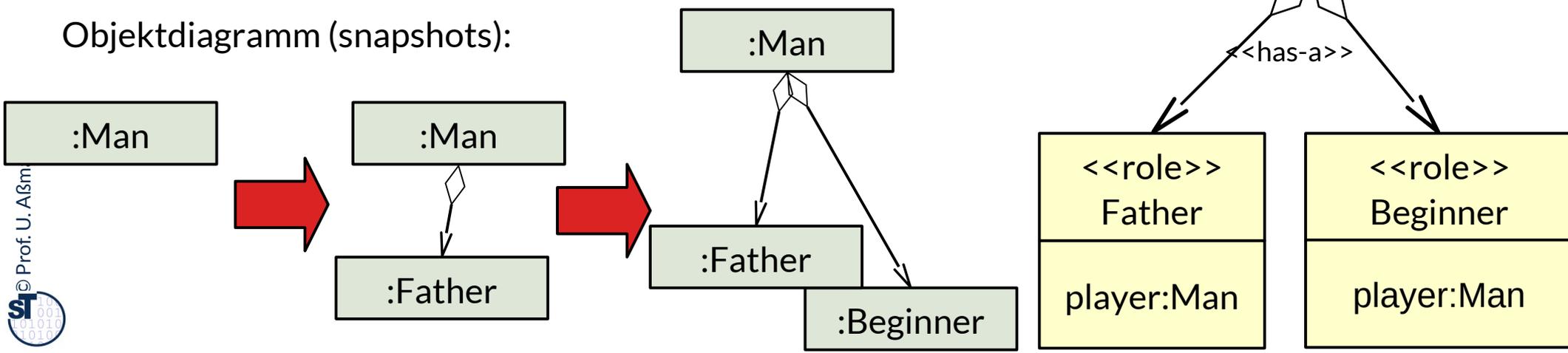
Implementierungsmuster: “Rollen mit Bridge”

39

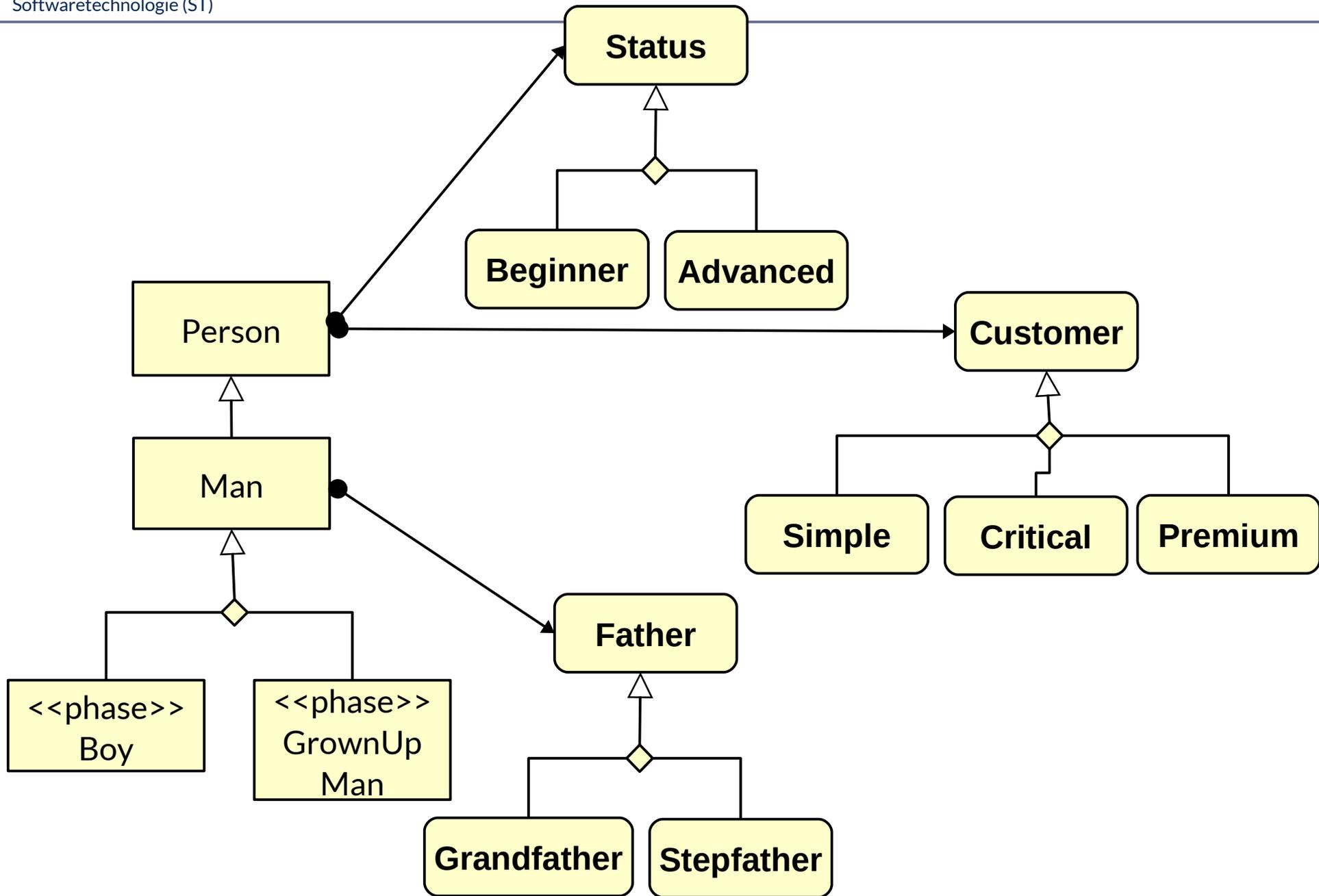
Softwaretechnologie (ST)

- ▶ In Java gibt es leider kein Sprachkonzept “Rolle”; statt dessen können Rollen durch **Teile** eines **Kernobjektes** modelliert werden (Bridge-Muster, Implementierung von *plays-a* durch *has-a*, Aggregation)
 - Vorteil: Kernobjekt kann viele Rollen spielen
 - Vorteil: Referenzen auf Kernobjekt bleiben bei Rollenwechsel erhalten!
- ▶ Man implementiert den Wechsel einer Rolle durch den Wechsel der entsprechenden Unterklasse des Rollen-Unterobjektes durch
 - Alloziere und fülle neues Rollen-Unterobjekt
 - Setze Variable um auf neues Objekt
 - Dealloziere altes Rollen-Unterobjekt

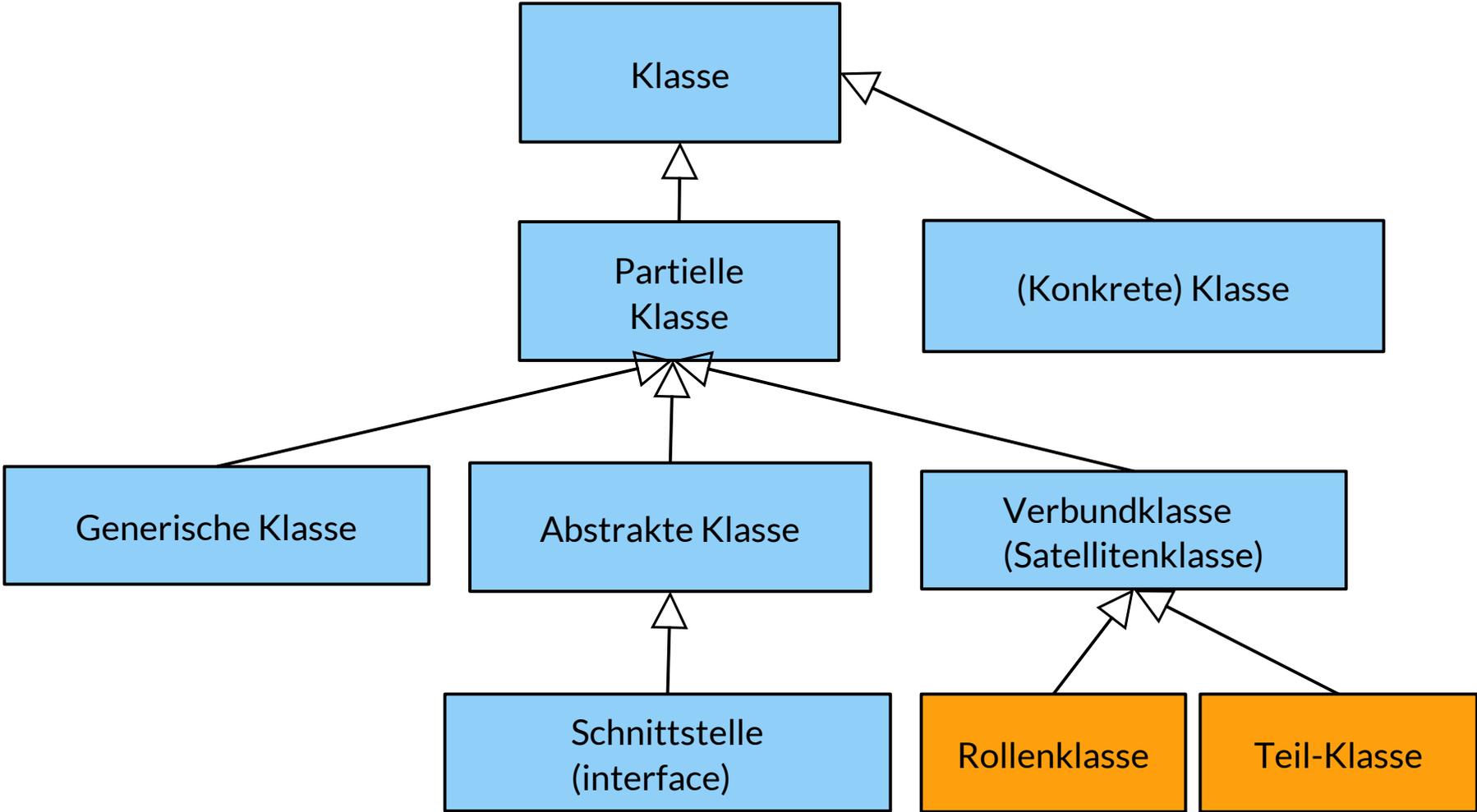
Objektdiagramm (snapshots):



Variation von Rollen mit Multi-Bridge



Begriffshierarchie von Klassen (Erweiterung)



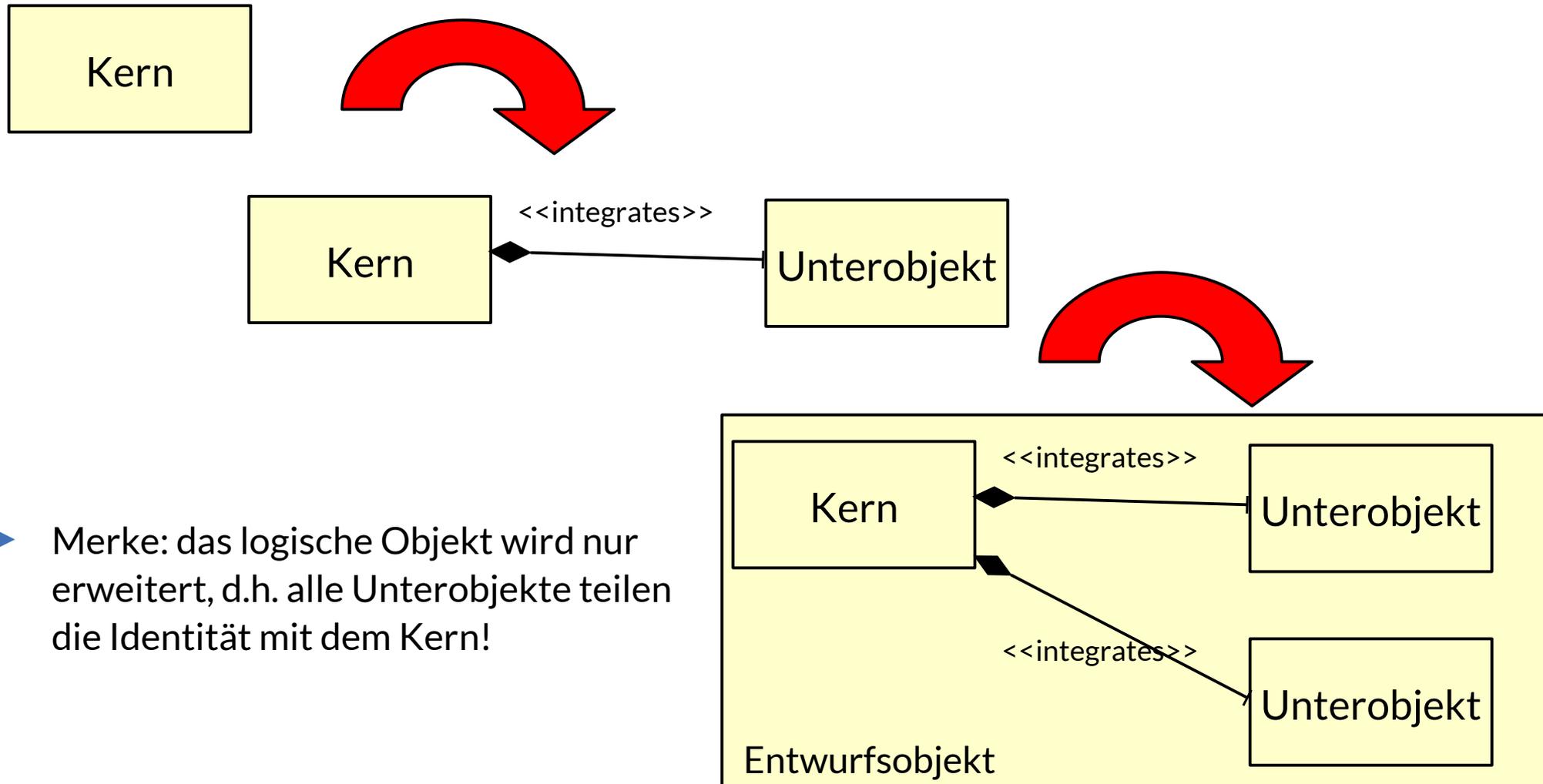
32.4 Objektorreicherung durch Teile und Rollen

- ▶ Die Entwicklung eines Informationssystems beruht auf Objektorreicherung durch Teile und Rollen, die in Verfeinerungsoperationen an die initialen Modelle angelagert werden.



Integration von Unterobjekten in Analyseobjekte zu komplexen Objekten

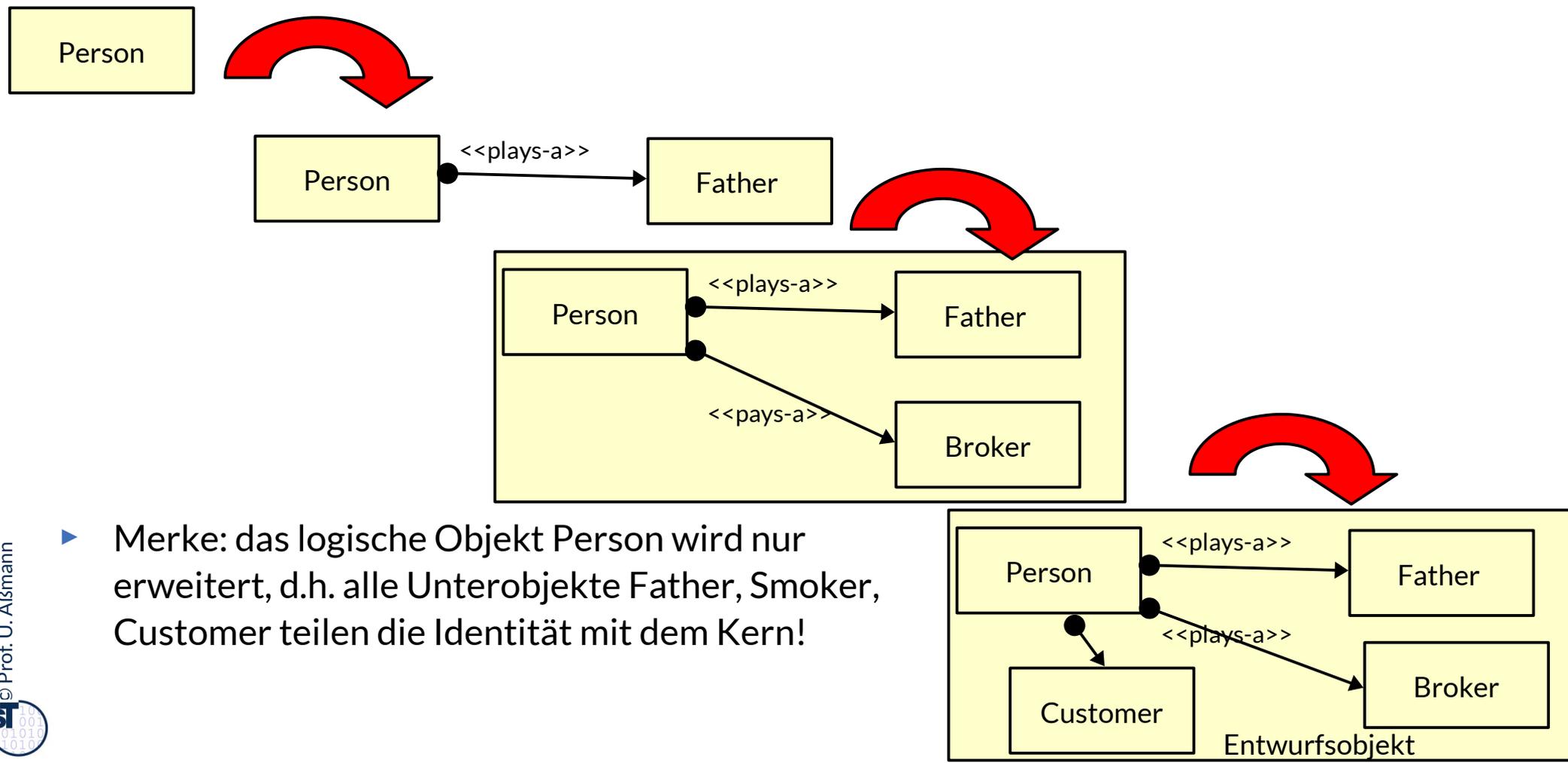
- ▶ **Integration von Unterobjekten** besteht aus der Anreicherung von Analyseobjekten aus dem Domänenmodell



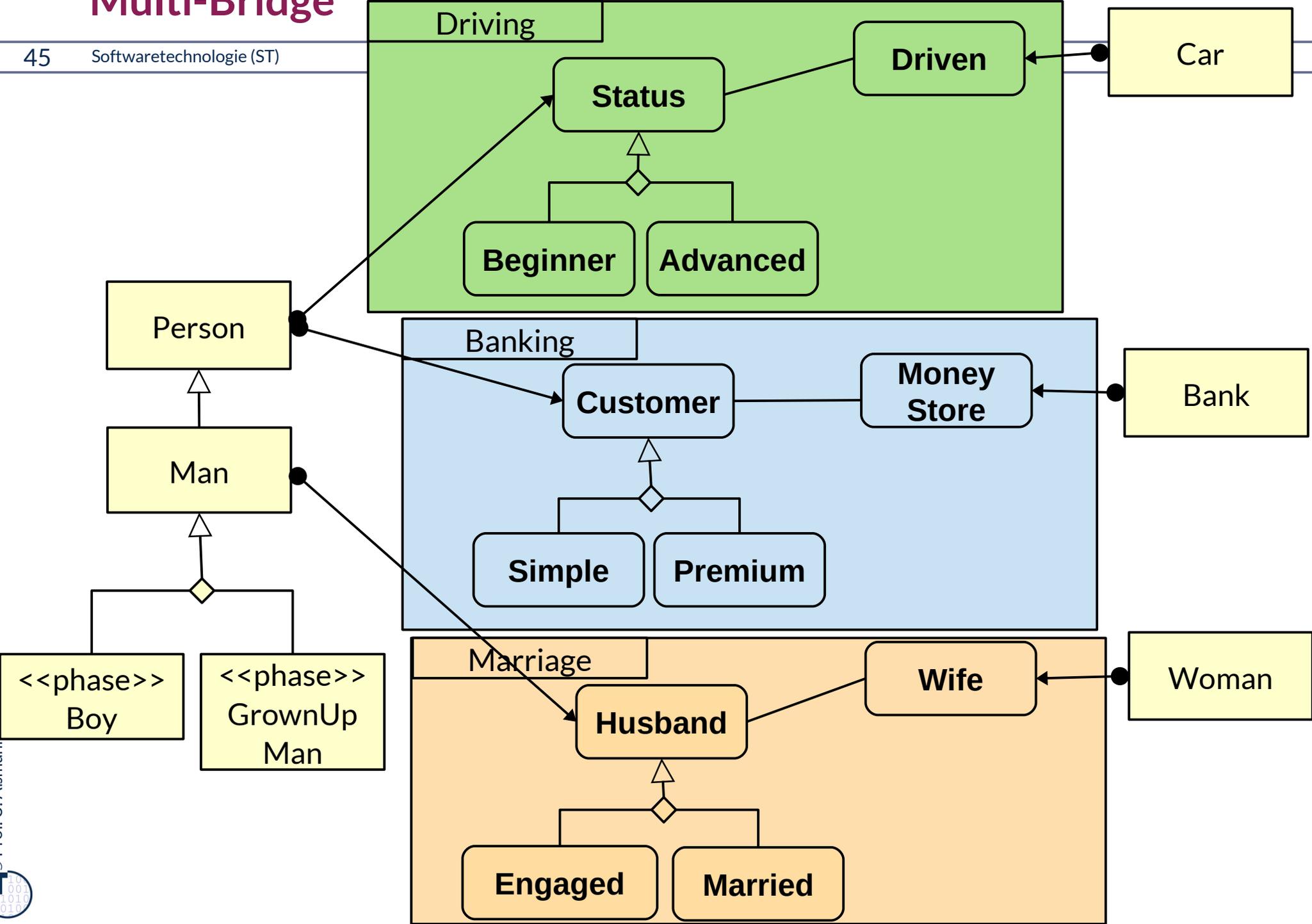
- ▶ **Merke:** das logische Objekt wird nur erweitert, d.h. alle Unterobjekte teilen die Identität mit dem Kern!

Beispiel: Integration von Unterobjekten in Personen

- ▶ Die Modellierung von Personen ist ein wesentliches Problem vieler Anwendungen.
- ▶ Hier kann mit der **Integration von Unterobjekten** an einen Personen-Kern zusätzliche Funktionalität modelliert werden

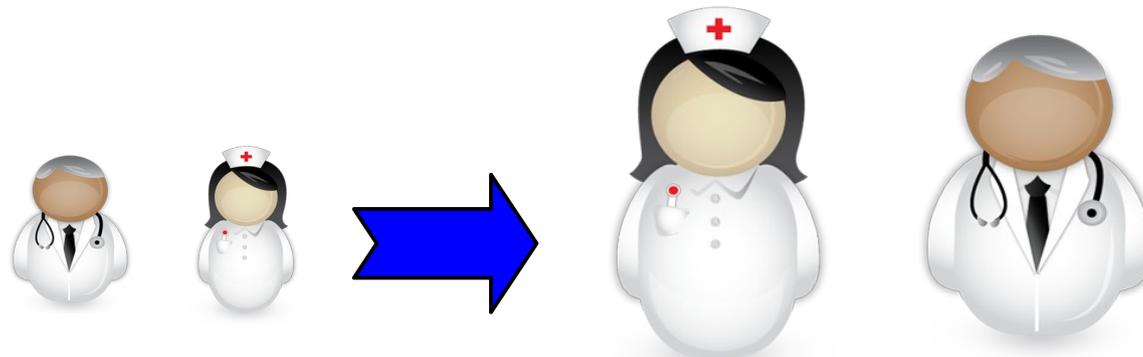


Beispiel: Querschneidende Erweiterung von Objekten mit Multi-Bridge



Querscheidende Verfeinerung benötigt Objektanreicherung (Object Fattening)

- ▶ **Objektanreicherung (Object fattening, Objektverfettung)** ist ein Verfeinerungsprozess zur *Entwurfszeit*, der an ein *Kernobjekt aus dem Domänenmodell* Unterobjekte anlagert (Domänenobjekt-Verfeinerung durch Integration), die Unterobjekte ergänzt, die Beziehungen klären zu
 - Plattformen (middleware, Sprachen, Komponenten-services)
 - Komponentenmodellen (durch Adaptergenerierung)
- Ziel: Ableitung von Entwurfs- und Implementierungsobjekten
 - Merk-Brücke “object fattening”: Objekte (“Hühner”, “Ärzte”) aus dem Domänenmodell werden Stück für Stück mit Implementierungsinformation in Unterobjekten verfettet
 - Die Objekte aus dem Domänenmodell bleiben erhalten, werden aber immer dicker
- Objektanreicherung geschieht mit dem Entwurfsmuster **Bridge**. Jede Anreicherung erzeugt eine Brücke, insgesamt ergibt sich eine **Multi-Bridge**



Arten von Verfeinerung durch Integration von Unterobjekten (Object fattening)

Bei der Objektorreicherung können verschiedene Arten von Unterobjekten zur Verfeinerung benutzt werden:

- ▶ **Teilverfeinerung (Teileanlagerung):**
 - Finden von privaten Teilen von komplexen Analyseobjekten, die integriert werden
 - Schichtung ihrer Lebenszyklen
- ▶ **Rollenverfeinerung (Rollenanlagerung):**
 - Finden von **Konnektoren (teams, collaborations)** zwischen Anwendungsobjekten
- ▶ **Optional:**
 - **Facettenverfeinerung (Facettenanlagerung):** Finden von Facetten-Unterobjekten, die Mehrfachklassifikationen ausdrücken
 - **Phasenverfeinerung (Phasenlagerung):** Finden von Phasen-Unterobjekten, die Lebensphasen des komplexen Objektes ausdrücken

Unterobjekte (Satelliten) gehören immer zu einer dieser speziellen Kategorien.

- ▶ Ein **Informationssystem** ist ein Softwaresystem, dessen primäre Aufgabe in der Information und Verwaltung von physischen oder immateriellen Materialien besteht (Produkte, Vorräte, Teile, Geld, Guthaben, etc.)
- ▶ Der Fluss der Materialien durch die Firma verändert die Materialien

In Informationssystemen modellieren Rollen die wechselnden Kontexteigenschaften von Materialien.

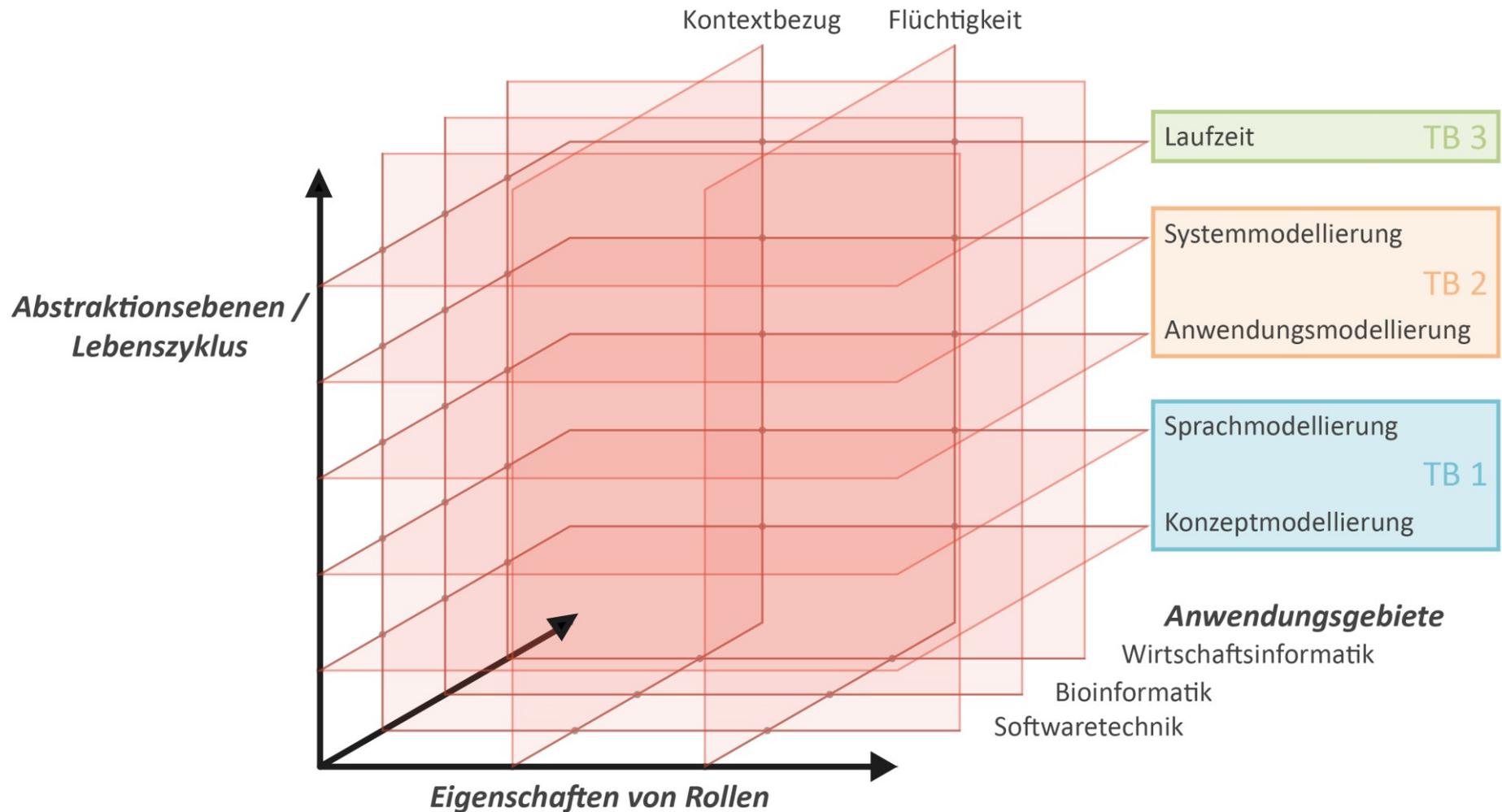
Bei der Entwicklung von Informationssystemen werden ihre Tools und ihre Materialien durch Mehrfach-Brücken querschneidend verfeinert, die Satelliten (Rollen und Teile) anlagern.

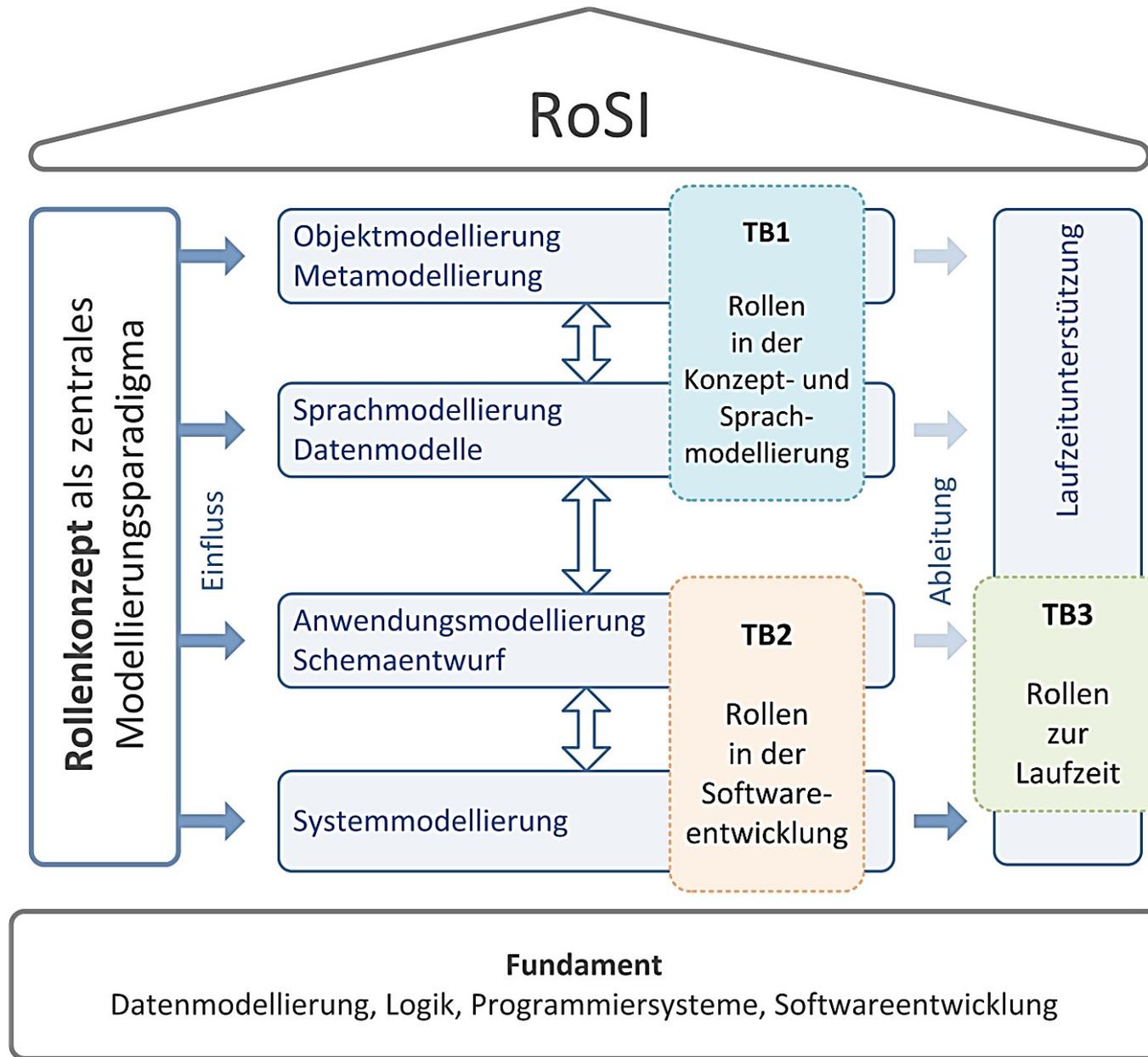
Aktuelle Forschung: Das Graduiertenkolleg “Rollenorientierte Software-Infrastrukturen (RoSI)

- ▶ Eine Speerspitze der Forschung in der Fakultät Informatik



Hypothese: Rollen sind ein Kernkonzept der Software-Entwicklung - Durchgängigkeit





Warum ist das wichtig?

- ▶ Auf dem Weg vom Analysemodell zum Implementierungsmodell entstehen *komplexe Objekte*
- ▶ Komplexe Objekte werden, durch mehrfache Anwendung des Entwurfsmusters Brücke, mit Satelliten erweitert (Objektanreicherung, Objektverfettung)
- ▶ Plattformportabilität:
 - Da Wiederverwendung ist das Hauptmittel der Softwarefirmen, um profitabel arbeiten zu können, erweitert man einen Entwurf zu *verschiedenen* Implementierungsmodellen, indem man verschiedene Brücken einzieht
- ▶ Funktionale Variabilität:
 - Will man verschiedenen Kundengruppen verschiedene Funktionalitäten anbieten, verfeinert man spezifisch für die Kundengruppen
 - Und erhält mehrere *Produktvarianten*
 - Und insgesamt eine *Produktlinie*
- ▶ Die Modellierung von Geschäftsobjekten ist eine Hauptaufgabe von Informationssystemen wie SAP

Was haben wir gelernt?

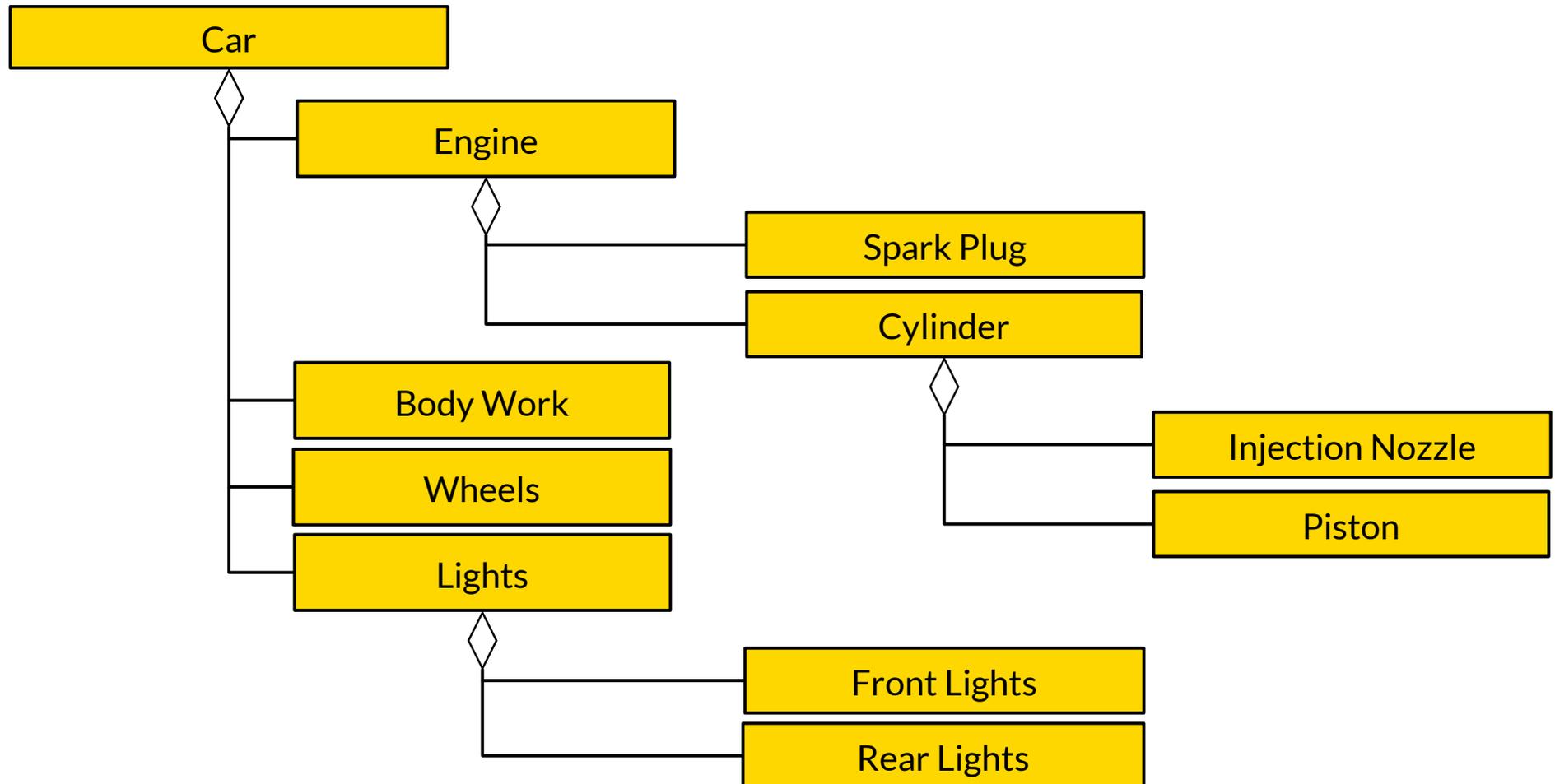
- ▶ Es gibt komplexe Objekte, die so groß sind, dass sie aus Kern und Unterobjekten (Satelliten) bestehen
 - Komplexe Objekte sind immer hierarchisch oder azyklisch und verwenden Endo-Assoziationen. Sie werden oft mit Multi-Bridge realisiert
 - Der Kern bildet meist eine Facade für die Unterobjekte
 - Unterobjekte sind typisch einer Kategorie zugeordnet (Rollen, Teile, Facetten, Phasen)
- ▶ Teile-Klassen sind unvollständige Klassen
- ▶ Rollenklassen sind dynamische, unvollständige Klassen
- ▶ Einfache Implementierung mit Bridge und Multi-Bridge
- ▶ Objktanreicherung besteht darin, ein komplexes Objekt aus dem Analysemodell durch weitere Unterobjekte im Entwurf und in der Implementierung anzureichern
- ▶ Informationssysteme nutzen für die Repräsentation von Geschäftsobjekten Rollen und Hierarchien
 - Die objektorientierte Systementwicklung nutzt als hauptsächliches Mittel die Objktanreicherung, um vom Problem des Kunden zum Analysemodell, dann über das Entwurfs- und Implementierungsmodell zum Programm zu kommen.

- ▶ Wie implementiert man ein Großobjekt mit fester Anzahl von Unterobjekten?
- ▶ Was passiert zur Laufzeit in einer Multi-Bridge mit Rollen-Unterobjekten? Wie vermeidet man einen Absturz des Systems, wenn die Rolle nicht gespielt wird?
- ▶ Warum sollte man Rollen von Objekten konzeptuell unterscheiden?

Ende des obligatorischen Materials

Darstellung komplexer Objekte mit privaten Teilen

- ▶ Komplexe Objekte können dargestellt werden
 - Mit Zeilenhierarchien
 - Mit Mind maps



32.A.1 Weitere Realisierungen von Rollen- Unterobjekten

(optional, nicht klausurrelevant)



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

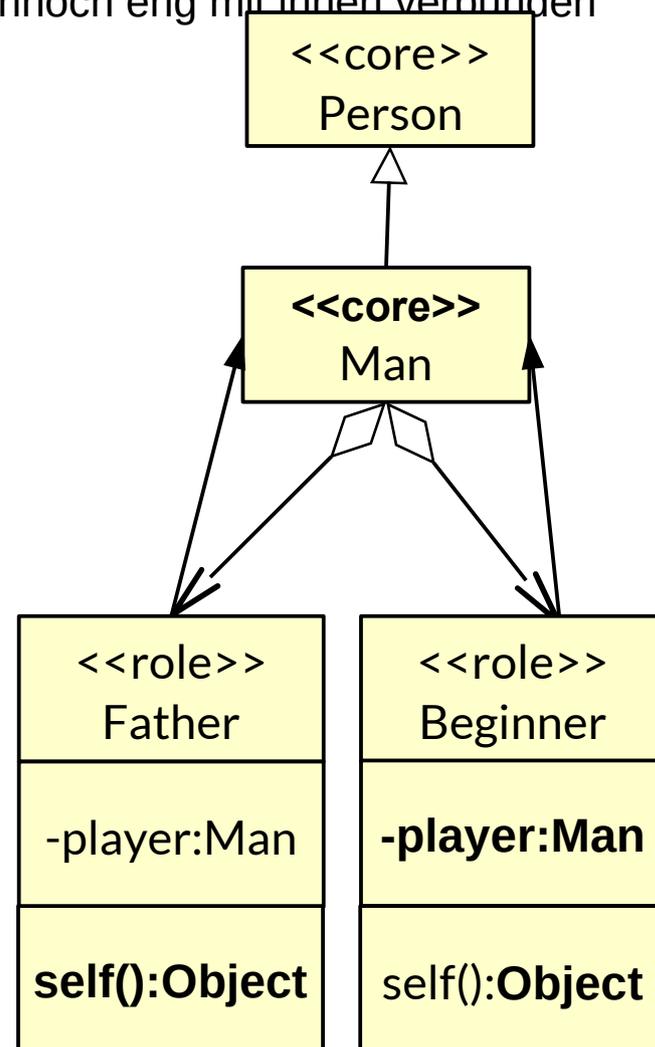
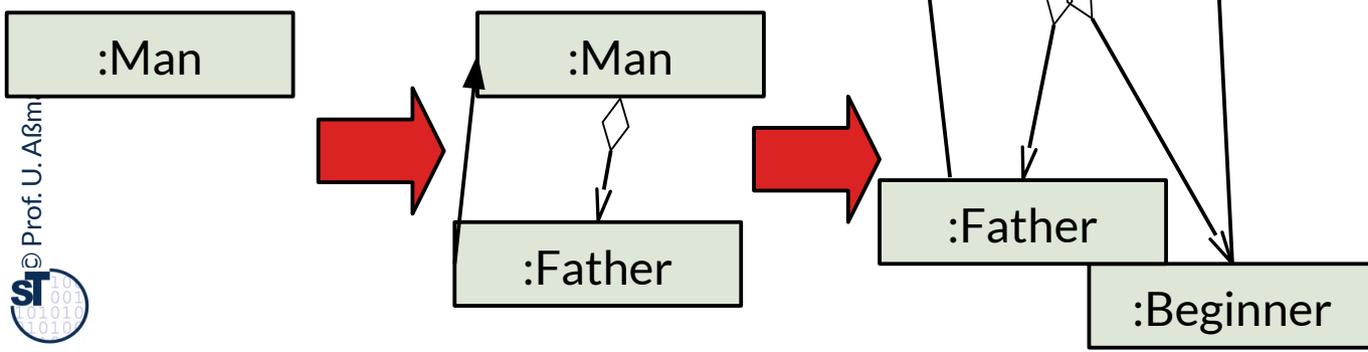
Implementierungsmuster: “Rollen mit Aggregation und Kern-Link”

58

Softwaretechnologie (ST)

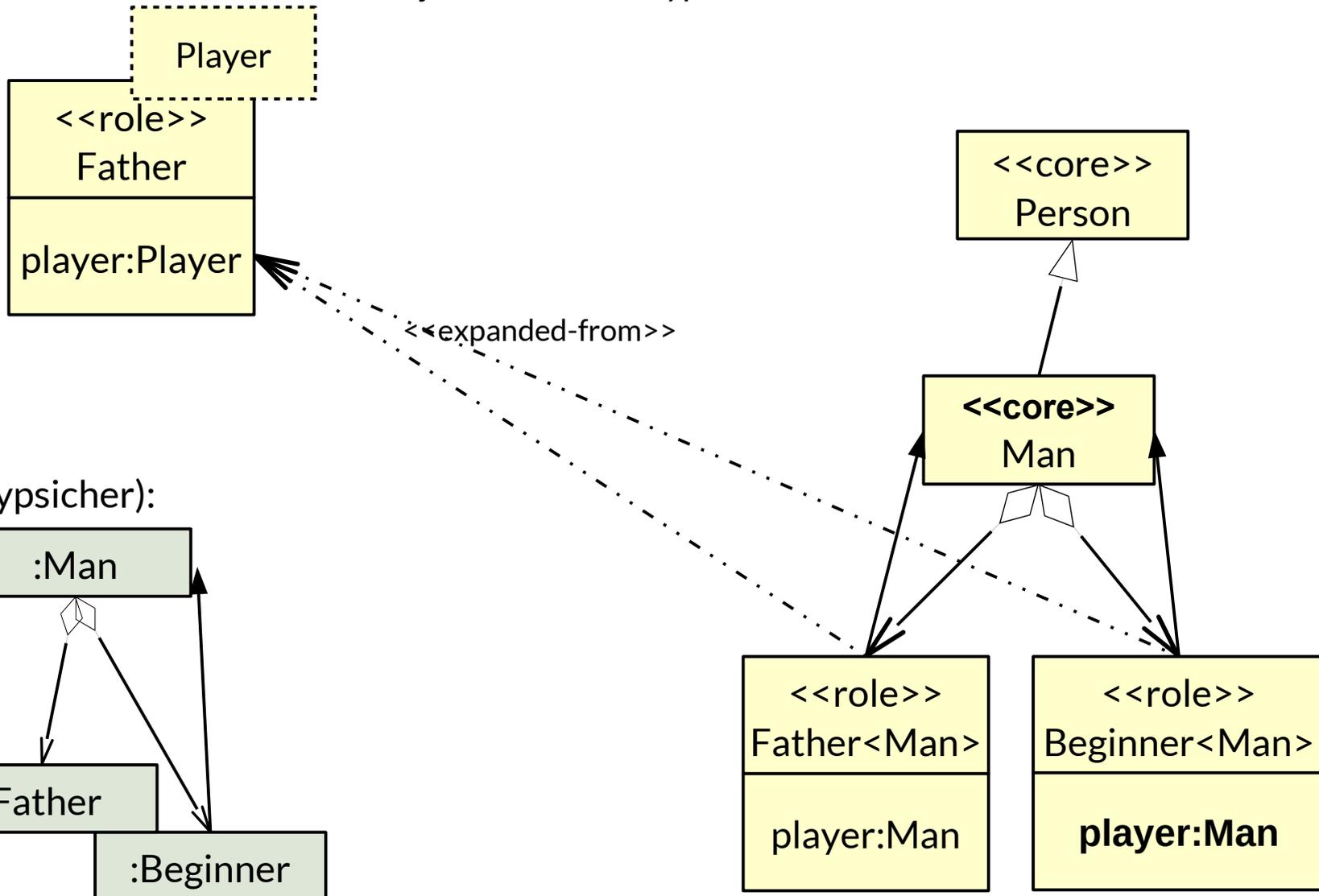
- ▶ Rollen sollten zusätzlich durch einen Rückwärts-Link `player` mit dem Kernobjekt verbunden sein
 - Vorteil: Kernobjekt kann viele Rollen spielen und ist dennoch eng mit ihnen verbunden
 - **Identifikationsmethode:** `self():Object`

Objektdiagramm (snapshots):

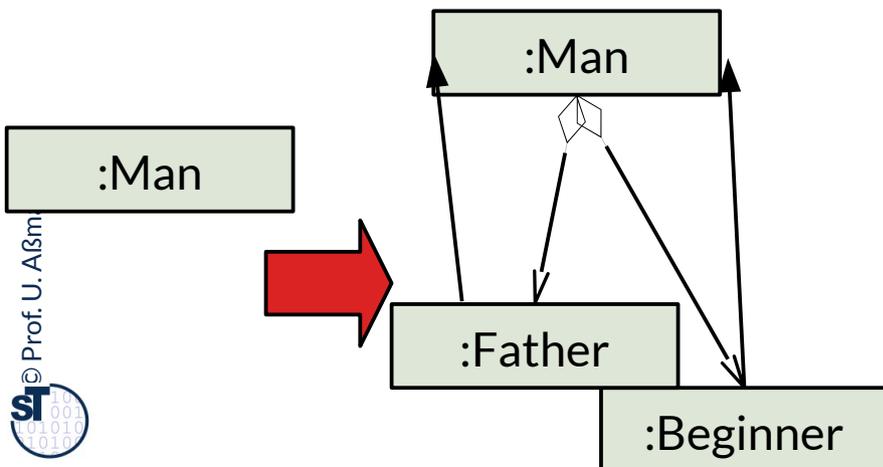


Implementierungsmuster: "Rollen mit generischem Player-Link"

- ▶ Rollen können als generische Klassen gesehen werden, die als generischen Parameter den Player erwarten
 - Dann ist das Netz zwischen Kernobjekt und Rollen typischer



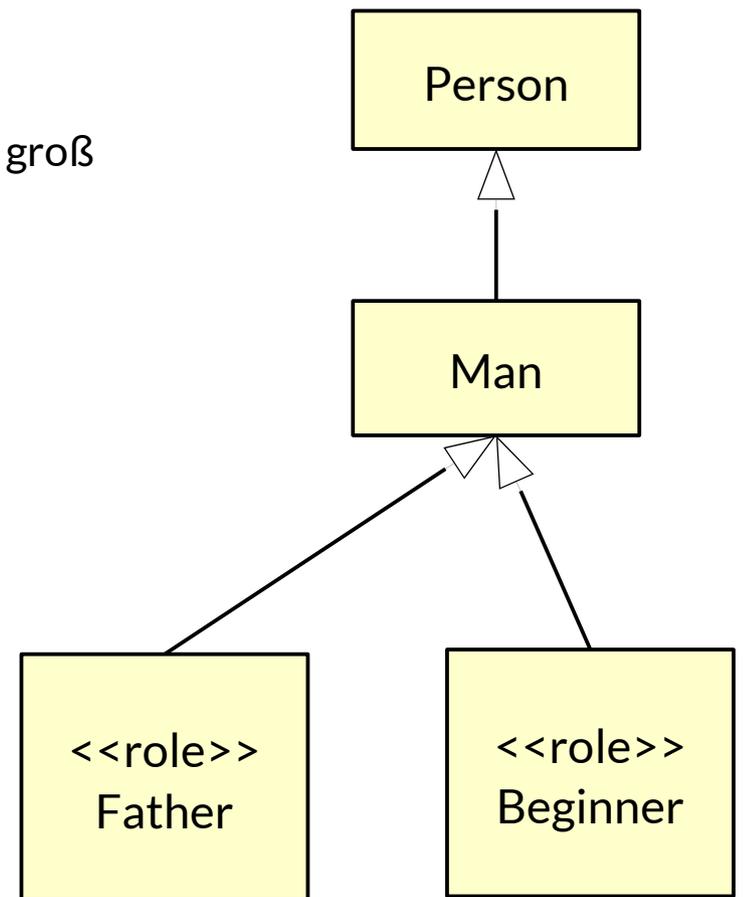
Objektdiagramm (typischer):



Oft genutztes, aber ungeschicktes Implementierungsmuster: "Rollen als Unterklassen"

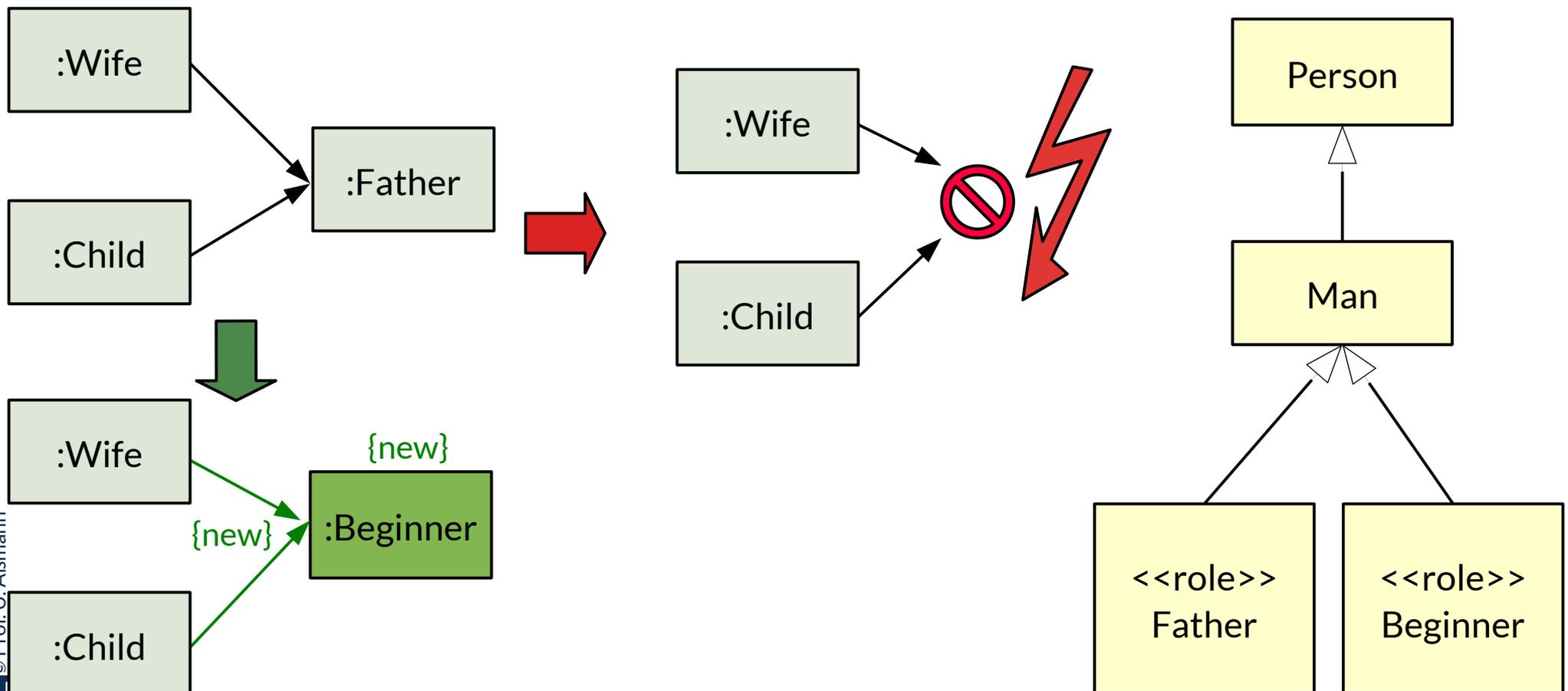
- ▶ Man kann mit Unterklassen die Rollen einer Oberklasse realisieren ("Implementierungsmuster")
- ▶ Man implementiert den Wechsel einer Rolle durch den Wechsel der entsprechenden Unterklasse durch
 - Alloziere und fülle neues Objekt aus den Werten des alten Objektes heraus
 - Setze Variable um auf neues Objekt
 - (Dealloziere altes Objekt)
- Problem: bei vielen Kontexten werden die Objekte viel zu groß

Objektdiagramm (snapshots):



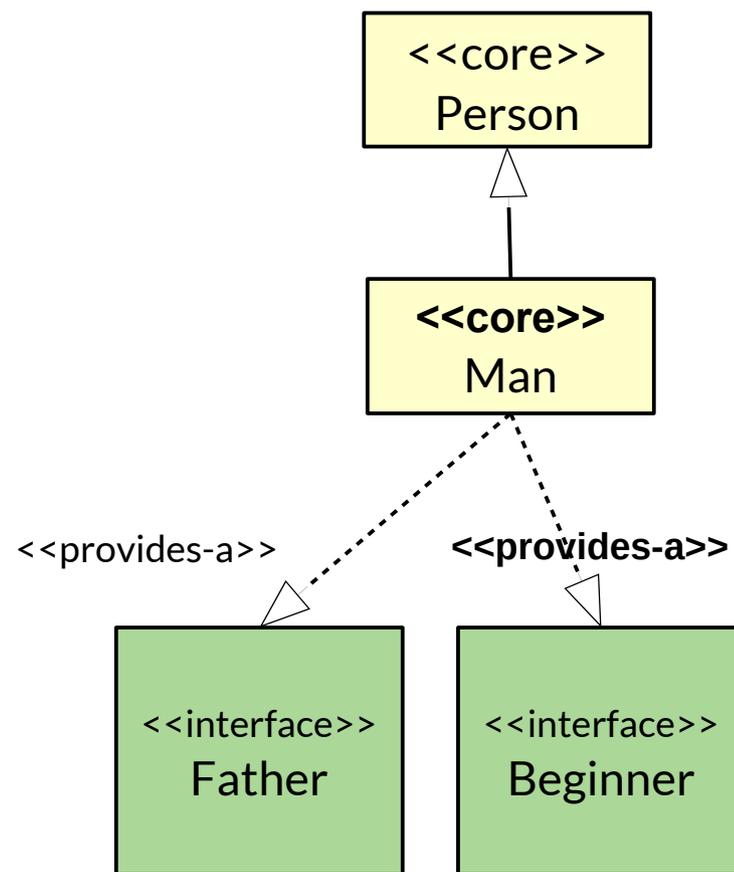
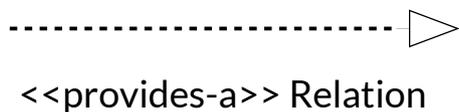
“Nirvana” im Implementierungsmuster: “Rollen als Unterklassen”

- ▶ Problem: Referenzen auf Objekte müssen bei Rollenwechsel umgesetzt werden und hinterlassen “Nirvana-Kanten” (dangling edges)
- ▶ Einer der häufigsten Programmierfehler überhaupt

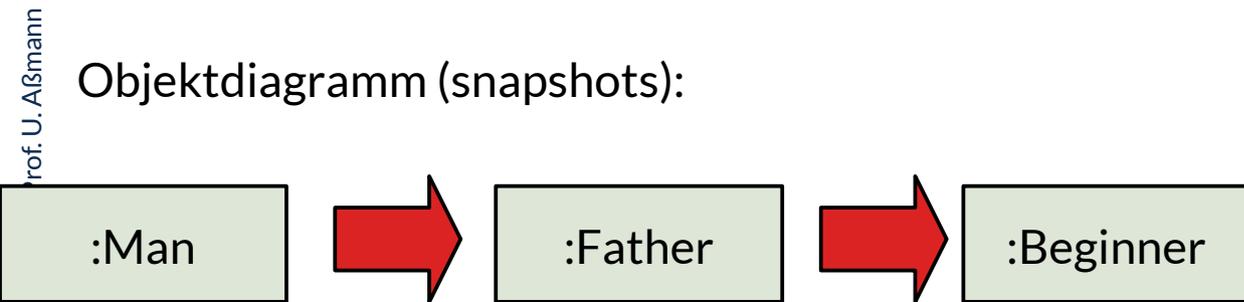


Implementierungsmuster: “Rollen mit Mehrfachvererbung”

- ▶ Rollen können auch durch *Mehrfachvererbung* realisiert werden
 - .. ähnlich zur Realisierung mit Einfachvererbung
- ▶ Vorteil: Kernobjekt erbt Rollenverhalten
- ▶ Nachteil: nur in Scala und C++ möglich



Objektdiagramm (snapshots):



32.A.2 Facettenklassifikation und Facetten- Unterobjekte

(optional, nicht klausurrelevant)



Facettenklassifikation

- ▶ Manchmal kann ein Objekt mehrfach klassifiziert werden
 - Person: (Raucher / Nichtraucher), (Gourmet/Gourmand), (Vegetarier/AllesEsser)
- ▶ Im Allgemeinen gilt: Eine *Facette* ist eine Klassifikationsdimension eines Objektes
 - Jede Facette hat ein eigenes Klassendiagramm
 - Die Facetten sind unabhängig von einander
 - Die Facetten bilden einen zusammengesetzten Typ, den *powertype*
- ▶ Eine Facette ist ein rigider Typ
- ▶ Im Speziellen ist eine Facette ein rigides Unterobjekt, das eine Typdimension eines komplexen repräsentiert.
 - Es kann seinen Typ unabhängig von allen anderen Facetten-Unterobjekten wechseln

<http://en.wikipedia.org/wiki/>

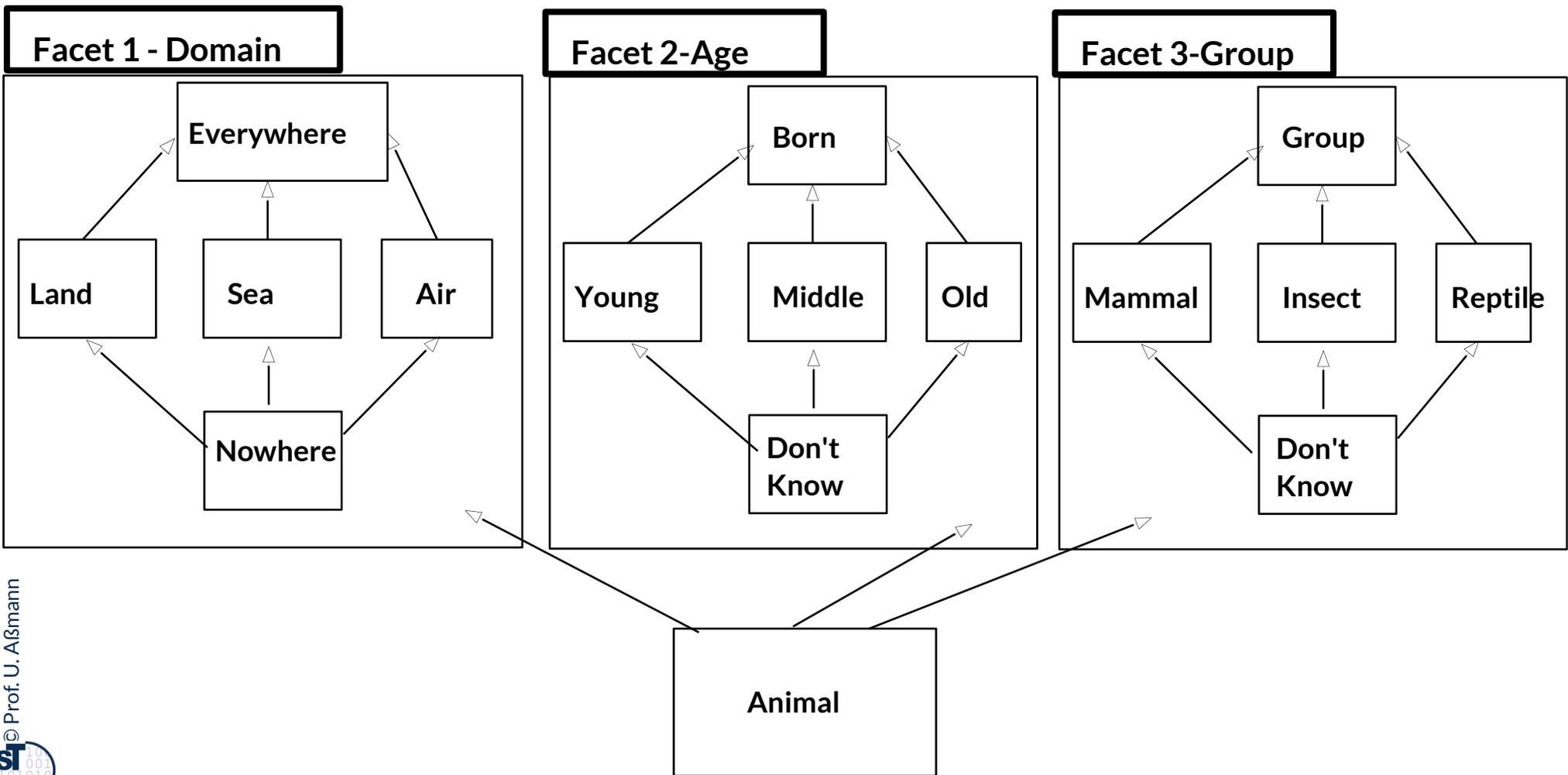
[Faceted classification
http://www.webdesignpractices.com/navigation/
facets.html](http://www.webdesignpractices.com/navigation/facets.html)

Facetten von Lebewesen

- ▶ Das folgende Modell von Lebewesen hat 3 Facetten:
 - Lebensbereich
 - Alter
 - Biologische Gruppe
- ▶ Ein Tier hat also 3 Facettenunterobjekte

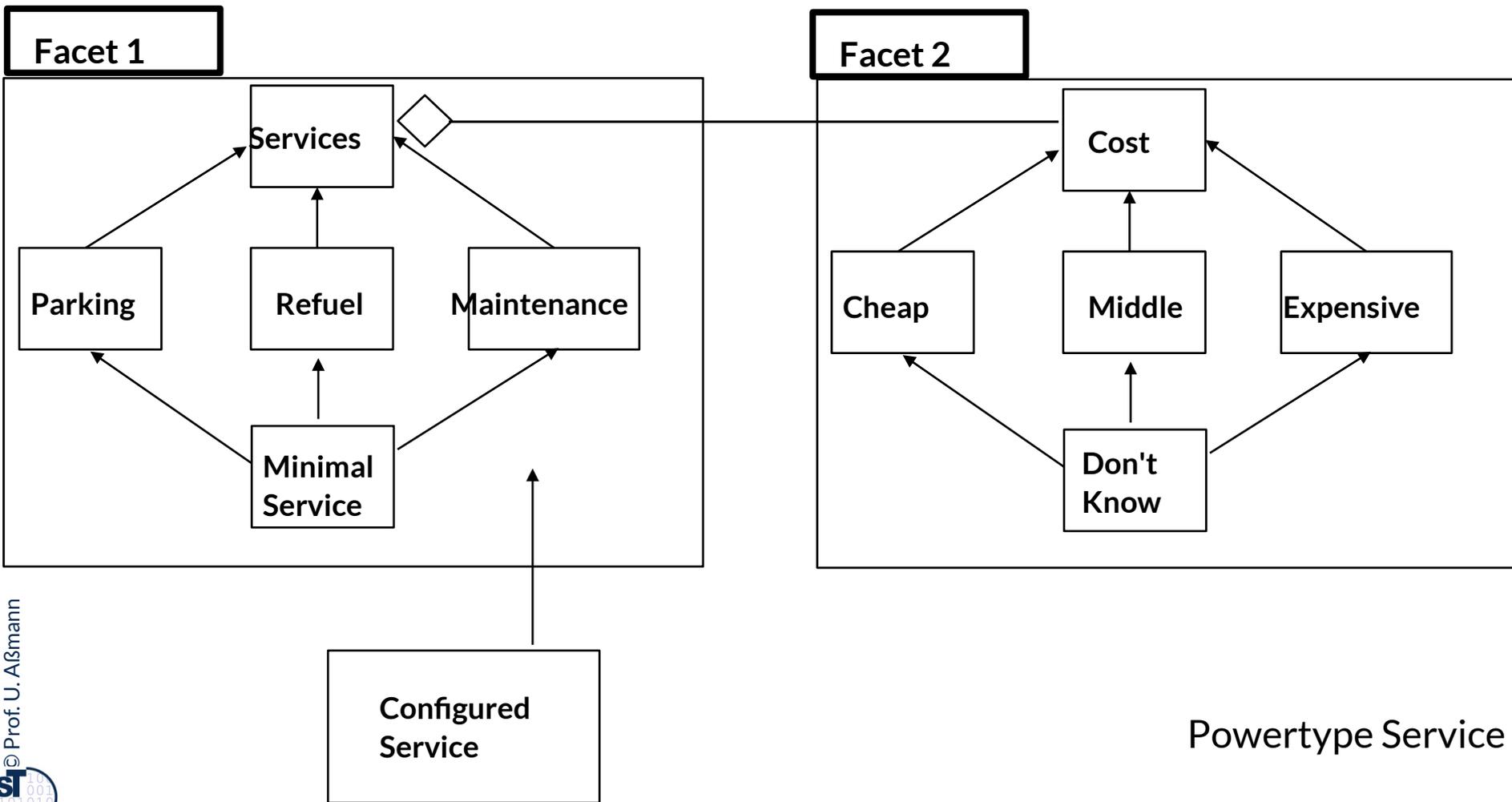
Facetten faktorisieren aus

- ▶ Eine Facettenklassifikation ist i.A. einfacher als eine ausmultiplizierte Vererbungshierarchie
 - Bei 3 Facetten braucht ein solches 3^n Klassen

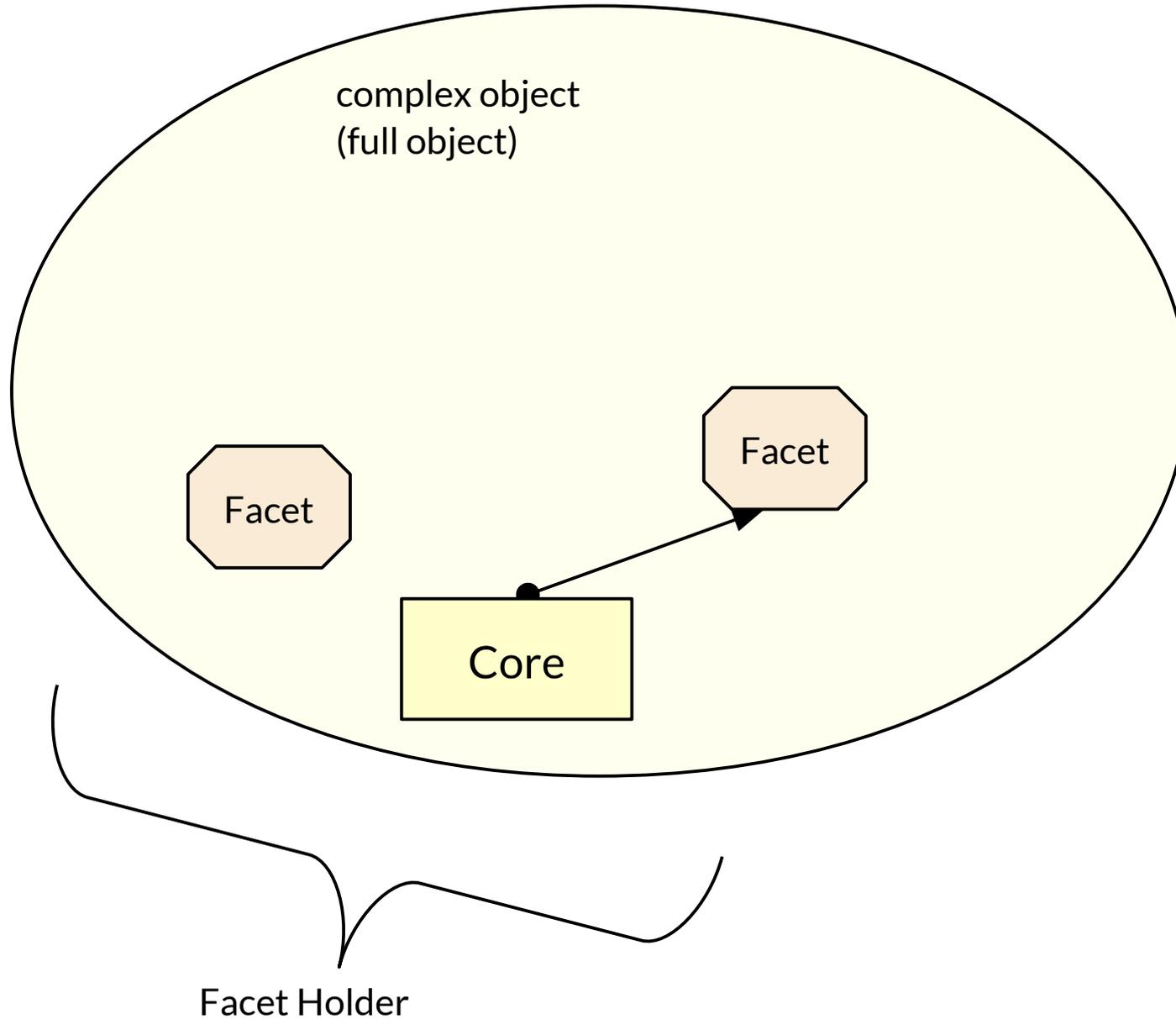


Einfache Realisierung durch Delegation

- ▶ Eine zentrale Facette, die anderen angekoppelt durch Aggregation (Delegation)

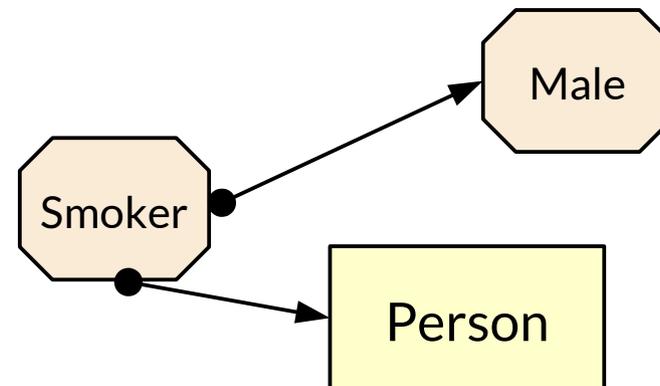
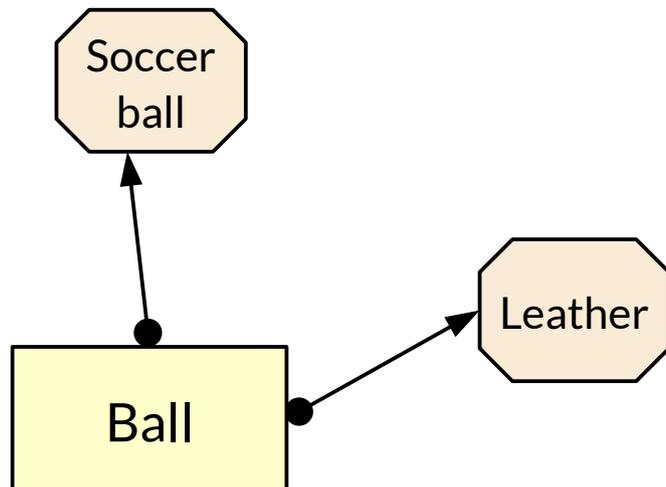
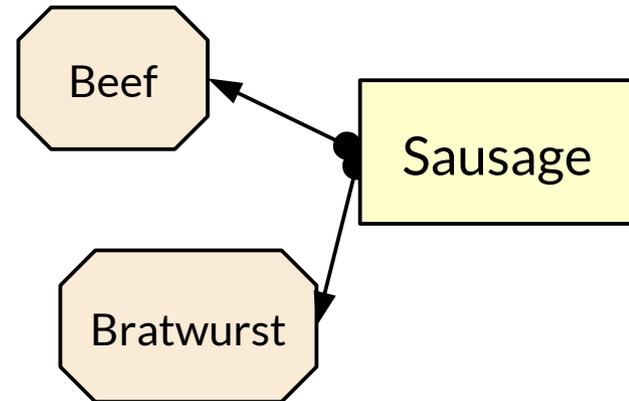
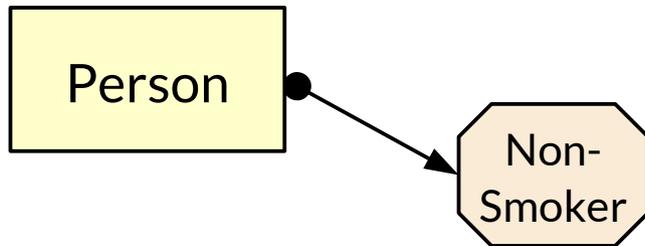


Facetten, repräsentiert als Unterobjekte



Facetten, repräsentiert als Unterobjekte

- ▶ non-founded; rigid



32.A.2 Phasen als Typen

(optional)

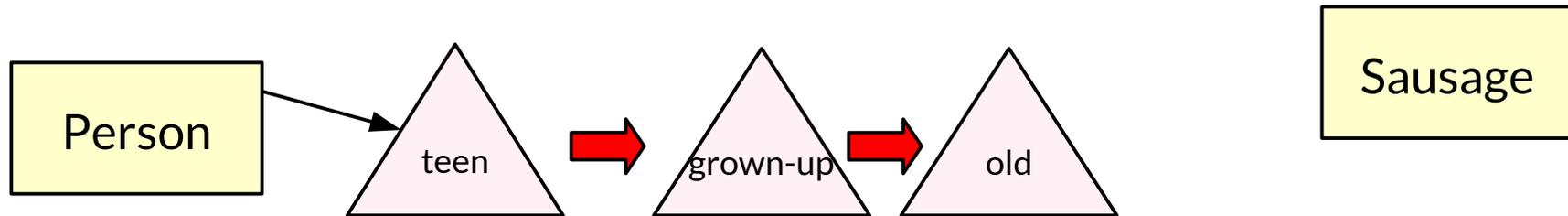


DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

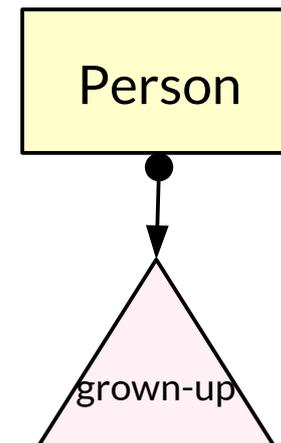
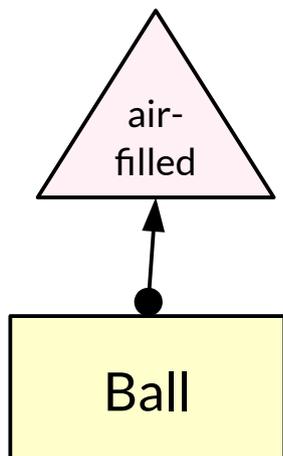
- ▶ Ein **Phasenobjekt** ist ein Unterobjekt, das eine Lebensphase (Zustand) eines komplexen Objektes beschreibt
- ▶ Ein **Phasentyp** charakterisiert die Lebensphase eines Objektes in seinem Lebenszyklus
 - Ein Phasentyp ist nicht-rigide, da er sich ändert im Laufe des Lebens

Was sind Phasen?

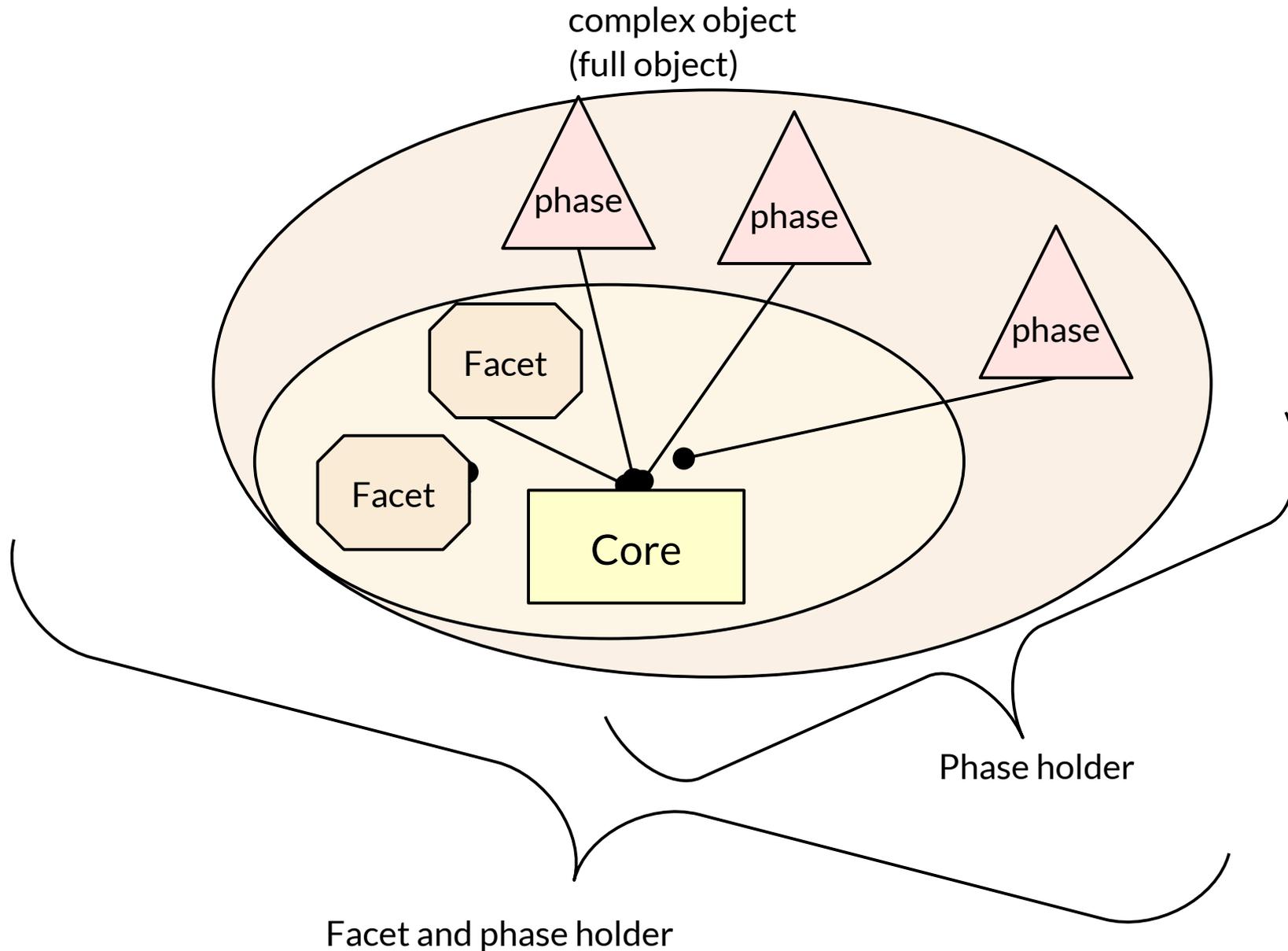
- ▶ Phasen sind nicht-fundiert, nicht-rigide Typen



States in a lifecycle



Komplexes Objekt mit Facetten und Phasen



The End



32. Strukturelle Analyse von komplexen Objekten

Die Verwaltung von Geschäftsobjekten als Hauptaufgabe von Informationssystemen

- Erweiterung komplexer Objekte durch Mehrfach-Brücken auch über Schichten hinweg

Prof. Dr. rer. nat. Uwe Aßmann
Institut für Software- und
Multimediatechnik
Lehrstuhl Softwaretechnologie
Fakultät für Informatik
TU Dresden
Version 19-0.1, 02.06.19

Softwaretechnologie (ST) © Prof. U. Aßmann

- 1) Komplexe Objekte in Informationssystemen
- 2) Modellierung von komplexen Objekten
 - 1) Komplexe Objekte
 - Private und essentielle Teile
 - 2) Natürliche Typen und Rollen
 - 3) Realisierung von Rollen und Teilen durch Bridge
- 3) Objektorreicherung mit Multi-Bridge
- 4) Anhang
 - 1) Facetten
 - 2) Phasen

- ▶ Störrle 5.3, 5.4
- ▶ Weitere nicht-obligatorische Literatur:
 - Bill Lazar. IBM's San Francisco Project. Dr. Dobbs Journal.
<http://www.drdobbs.com/ibms-san-francisco-project/184415597>
 - Vincent D. Arnold ; Rebecca J. Bosch ; Eugene F. Dumstorff ; Paula J. Helfrich ; Timothy C. Hung ; Verlyn M. Johnson ; Ronald F. Persik ; Paul D. Whidden. IBM Business Frameworks: San Francisco project technical overview [Technical forum]. IBM Systems Journal, Volume: 36 Issue: 3
· <https://ieeexplore.ieee.org/document/5387159/>
 - L. Maciaszek. Requirements Analysis and System Design – Developing Information Systems with UML. Addison-Wesley.
 - Giancarlo W. Guizzardi. Ontological foundations for structure conceptual models. PhD thesis, Twente University, Enschede, Netherlands, 2005.
 - Nicola Guarino, Chris Welty. Supporting ontological analysis of taxonomic relationships. Data and Knowledge Engineering, 39:51-74, 2001.
 - [Steimann] Friedrich Steimann. On the representation of roles in object-oriented and conceptual modelling. Data Knowl. Eng. 35(1):83-106, 2000.
 - Beispiel für ein ERP System: Odoo <https://www.odoo.com/>



Überblick Teil III: Objektorientierte Analyse (OOA)

3 Softwaretechnologie (ST)

1. Überblick Objektorientierte Analyse
 1. (schon gehabt:) Strukturelle Modellierung mit CRC-Karten
2. Strukturelle metamodelgetriebene Modellierung mit UML
 1. Strukturelle metamodelgetriebene Modellierung für das Domänenmodell
 2. Strukturelle Modellierung von komplexen Objekten
 3. Strukturelle Modellierung für Kontextmodell und Top-Level-Architektur
3. Analyse von funktionalen Anforderungen (Verhaltensanalyse)
 1. Funktionale Verfeinerung: Dynamische Modellierung und Szenarienanalyse mit Aktionsdiagrammen
 2. Funktionale querschnittende Verfeinerung: Szenarienanalyse mit Anwendungsfällen, Kollaborationen und Interaktionsdiagrammen
 3. (Funktionale querschnittende Verfeinerung für komplexe Objekte)
4. Beispiel Fallstudie EU-Rent



Ziele

- ▶ Die Analyse von komplexen Objekten spielt eine große Rolle in der OOA
- ▶ Komplexe Objekte sind strukturiert in Unterobjekte (Kerne, Rollen, Teile, Facetten, Phasen), die durch Endo-Assoziationen zusammengefügt werden
- ▶ Verstehe die Natur von Informationssystemen, die Geschäftsobjekte verwalten
 - Beispiel: SAP, Peopleware, ...



32.1 Schichten eines Softwaresystems

Softwaresysteme bestehen aus
Schichten

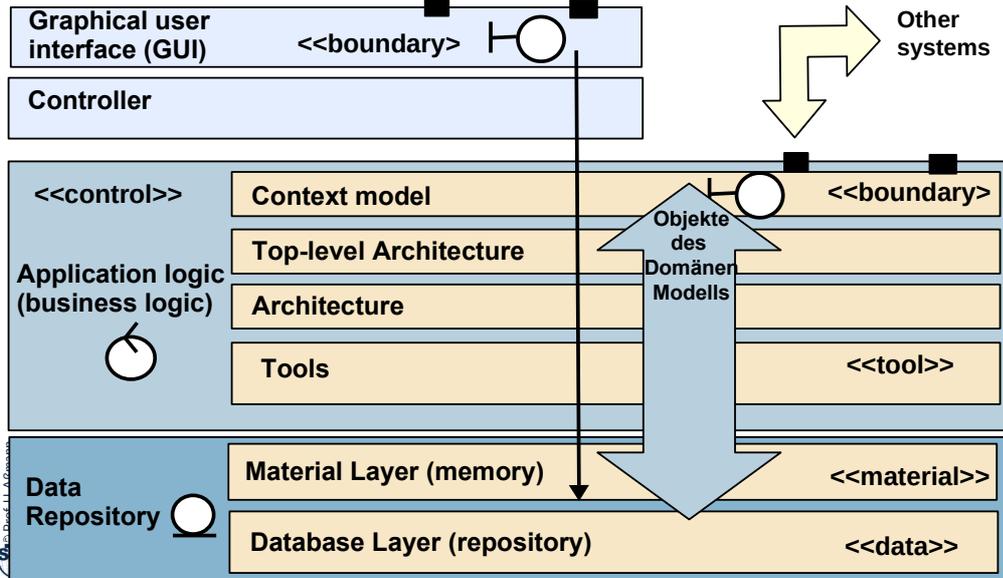
Manche Objekte begrenzen sich auf
eine Schicht, aber komplexe Objekte
kreuzen alle Schichten



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

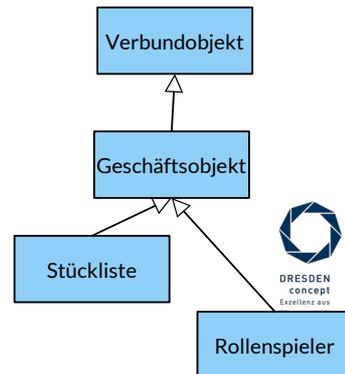
Q7: Verfeinerte BCE-Schichtung eines Systems

- Im Teil III+IV verwenden wir 7 Schichten in 3 Gruppen:



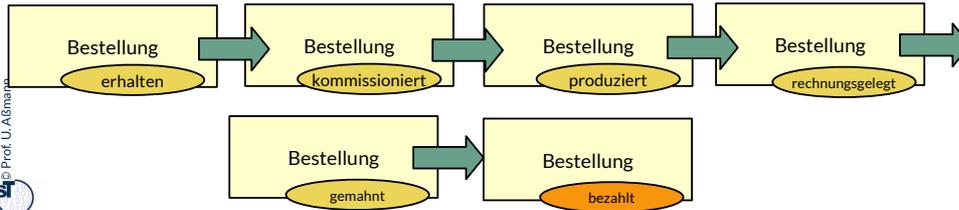
32.2 Komplexe Objekte in Informationssystemen

Wir haben in Kap. 31 (Strukturelle Modellierung) bereits die Analyse komplexer Objekte kennengelernt. Hier folgen mehr Details



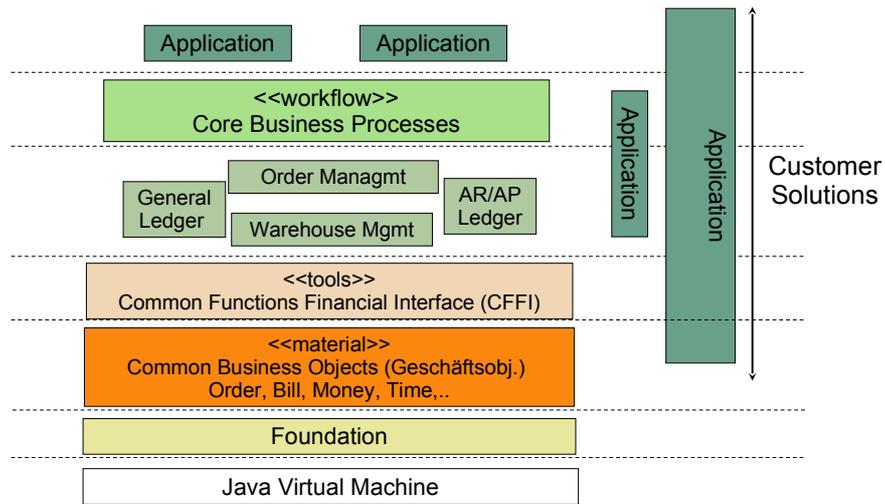
Geschäftsobjekte (Business Objects)

- ▶ In großen objektorientierten Frameworks (wie SAP) werden die Objekte sehr komplex
- ▶ Beispiel: Bestellung, ein Geschäftsobjekt in Geschäftssoftware (Enterprise Resource Planning, ERP):
 - eine Bestellung ist ein langlebiges, persistentes komplexes Objekt, das von dem
 - Auftragseingang des Kunden an durch die
 - Produktion, Kommissionierung, Rechnungserstellung,
 - Auslieferung und Mahnwesen
 - erhalten bleiben muss
- ▶ Dynamische Erweiterbarkeit nötig, da die Bestellung verschiedene Phasen durchläuft und daher viele verschiedene Rollen spielt
 - Enthält viele Teile, und wird in neuen Phasen ständig mit neuen Teilen, Attributen und Methoden versehen
 - Verhalten muss an die Phase adaptiert werden



Architektur von IBM San Francisco Java-Framework für Geschäftsanwendungen (ERP)

- ▶ P. Monday, J. Carey, M. Dangler. SanFrancisco Component Framework: an introduction. Addison-Wesley, 2000.



Beispiel: Komplexe Geschäftsobjekte in der SanFrancisco Bibliothek

- ▶ Wertobjekte:
 - Adresse, Währung, Kalender
- Allgemeine Geschäftsobjekte:
 - Firma
 - Geschäftspartner
 - Kunde (und Person)
 - Zahlen mit beliebiger Genauigkeit mit Nachkommastellen
 - Fiskalische Kalender
 - Bezahlmethode
 - Maßeinheit
- ▶ Finanzielle Geschäftsobjekte
 - Geld
 - Währungsgewinn
 - Konto
 - Verlustkonto
- Allgemeine Mechanismen für Geschäftssoftware:
 - Buchführungskonten
 - Klassifikationen
 - Schlüsselobjekte

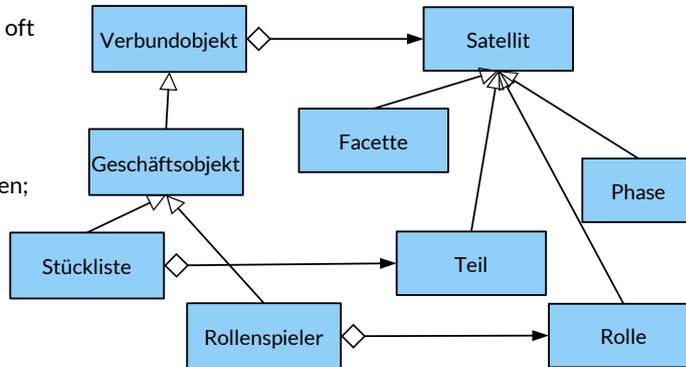


- ▶ Start des Projekts: 1995
- ▶ IBM stellte 1999 sein Framework wieder ein
- ▶ Technische Gründe liegen in Java:
 - Einfache Vererbung von Java erschwert die Wiederverwendung von Code
 - Komplexe Objekte (Geschäftsobjekte) können in Java schlecht repräsentiert werden (keine Endorelationen)
 - Dynamisch sich wandelnde komplexe Objekte können schlecht repräsentiert werden:
 - Dynamische Teile wie Phasen und Rollen können nicht einfach abgebildet werden. Dynamische Anpassung ist zu komplex
 - In Wirklichkeit hat Java Probleme, komplexe *und* dynamische Objekte zu beschreiben. Es braucht dazu Entwurfsmuster, aber auch Mechanismen für große Objekte
- ▶ Das Folgende stellt Modellierungsmethoden für komplexe Objekte vor



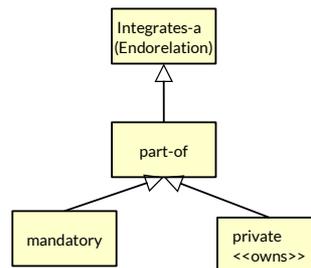
Ein **komplexes Objekt (Verbundobjekt, Subjekt, complex object, compound object)** ist ein (logisches) Objekt, das auf Programmierniveau wegen seiner Komplexität durch mehrere (physische) Objekte dargestellt wird. Seine innere Struktur ist meist hierarchisch, immer aber azyklisch angelegt.

- ▶ Komplexe Objekte leben oft parallel zueinander und kommunizieren oft über Ströme, Senken, Kanäle
- ▶ **Stücklisten** haben Teile; **Rollenspieler** haben Rollen; **Geschäftsobjekte** haben beides.



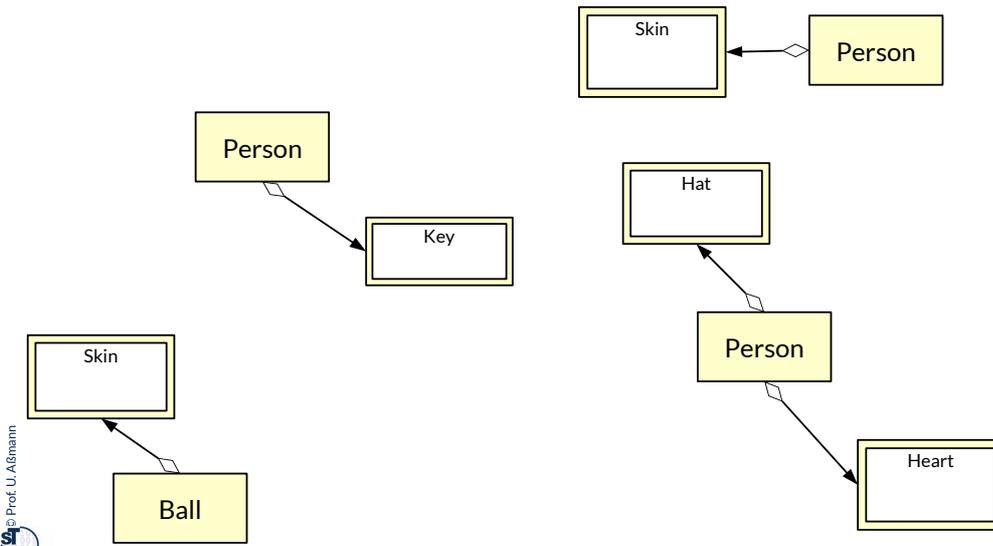
32.2.1 Private und essentielle Teile von kompositen Objekten zur Modellierung von Stücklisten

- ▶ z.B. in SAP-Systemen
- ▶ "Mereologie" <https://de.wikipedia.org/wiki/Mereologie>



Private und essentielle Teile

- ▶ Gibt es hier einen Unterschied in der Bedeutung der Aggregationen?



Geteilte Teile

- ▶ Ein geteiltes Teil (shared part) ist in mehrere Ganze eingebettet und gehört zu mehreren Kernobjekten. <<shared>>

Private Teile (Eigentumsbeziehung):

- Ein **privates Teil (owned part)** ist ein nicht-fundiertes Unterobjekt, das ausschließlich zu einem Kernobjekt gehört
 - Beispiel: Eine Person hat einen Hut
 - Zu einer Zeit hat das Teil genau einen Eigner (alias-freie Ganz/Teile-Beziehung), aber das Teil kann das Ganze wechseln
 - Stereotyp <<owns>>
- Ein **zugeeignetes Teil (exclusively owned part)** ist ein rigides privates Unterobjekt, das immer zu einem Kernobjekt gehört
 - Beispiel: eine Person hat einen Arm
 - Teil gehört exklusiv dem Ganzen und kann die Zugehörigkeit nicht ändern
 - Stereotyp <<exclusively-owns>>

Obligatorische Teile:

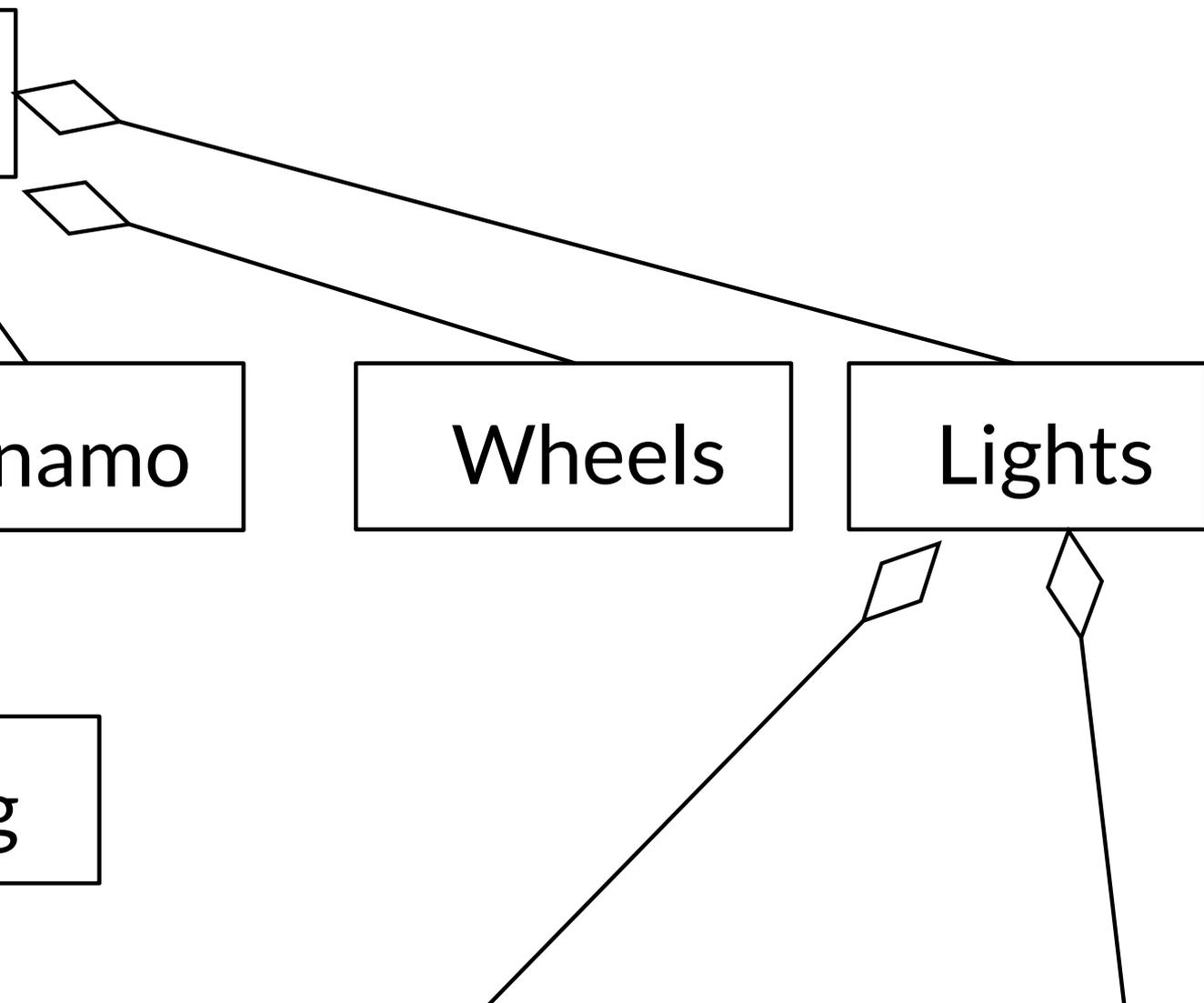
- Ein **obligatorisches Teil (mandatory part)** ist ein zugeeignetes Unterobjekt, von dessen Typ das Kernobjekt unbedingt eines braucht
 - Beispiel: Eine Person braucht ein Herz
 - das Ganze braucht ein Teil vom Typ des Teils
 - Stereotyp <<mandatory>>
- Ein **wesenhaftes Teil (essential part)** ist ein essentielles Teilobjekt, das nicht ausgewechselt werden kann, ohne das Kernobjekt zu zerstören
 - Beispiel: Eine Person braucht ein Gehirn
 - Das Ganze braucht genau dieses Teilobjekt zum Leben
 - Stereotyp <<essential>>



ng
>)

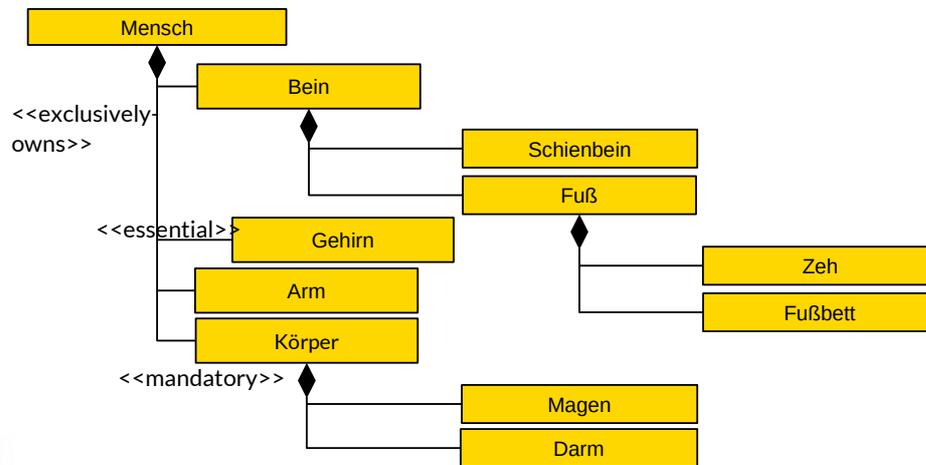
ungen) gibt es kein Teilen von Unterteilen (kei

e-Relationen kann durch *Stereotypen* angegeben



Darstellung komplexer Objekte mit privaten Teilen

- ▶ <<exclusively-owns>> kann durch <<essential>> und <<mandatory>> spezialisiert werden
- ▶ Aggregationshierarchien können als Zeilenhierarchie dargestellt werden



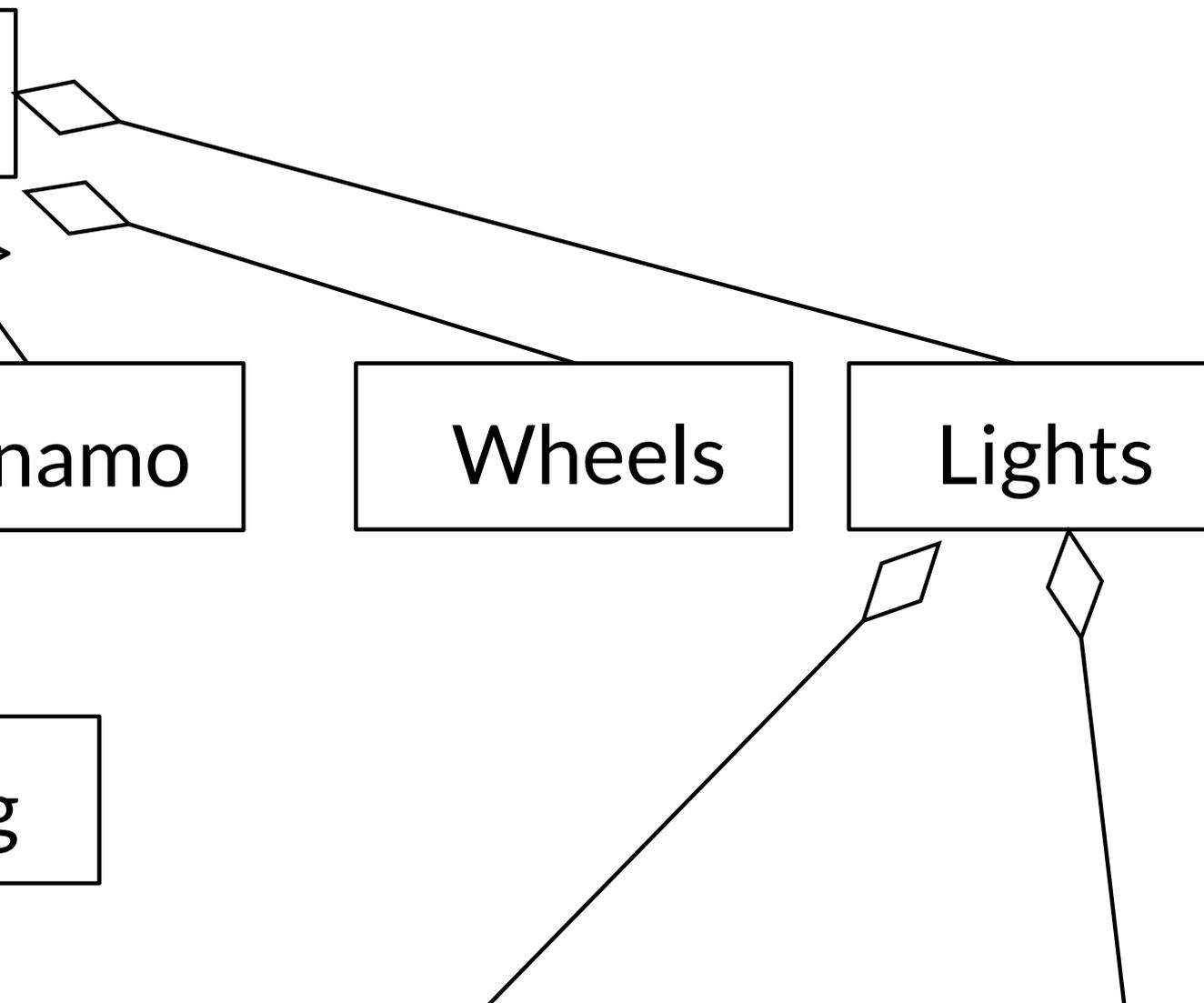
Weitere Ganz/Teile-Beziehungen (Whole-Part Relationships)

- ▶ **Eigentumsbeziehungen** bilden baumförmige Relationen (*Stückliste*)
 - *Private Teile* (s. vorige Folie)
 - *Abhängiges Teil (composed-of)* (Komposition in UML): das Teil hat die gleiche Lebenszeit wie das Ganze und kann nicht alleine existieren
- ▶ **Einfache Teilebeziehungen** sind azyklisch, bilden aber keine Hierarchien
 - *has-a*: Aggregation, einfache Teilebeziehung. Das Teil kann Teil von mehreren Ganzen sein (Aliase möglich)
 - *member-of*: Wie has-a, aber Gleichheit mit Geschwistern gefordert

Hierarchische Systemzerlegung mit privaten Teilen

komplexen Ganzen

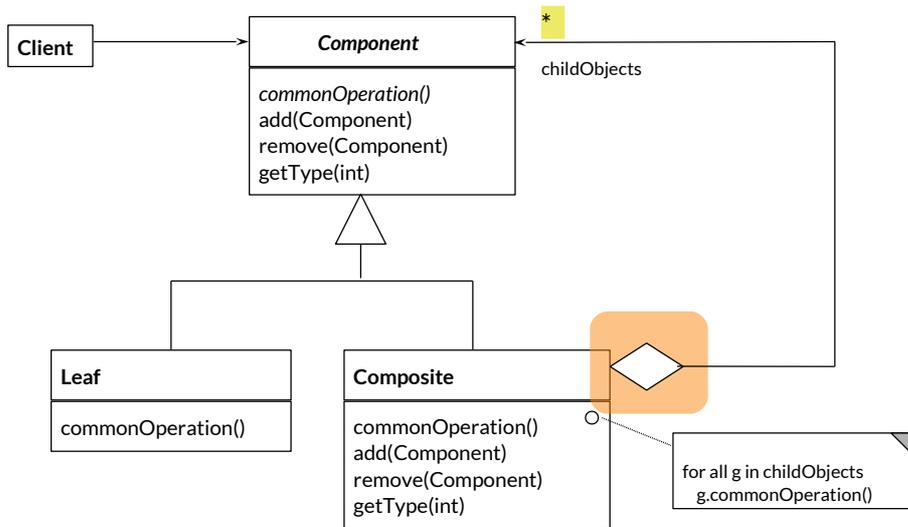
in private Teile



Unbekannt viele Teile

Achtung: Welche Aggregation steht im Composite?

- ▶ Welchen Unterschied macht es, ob die Kinder eines Composite-Knoten aggregiert, komponiert, oder rollenspielerisch sind?



- ▶ Materialien in Informationssystemen sind hierarchisch strukturiert

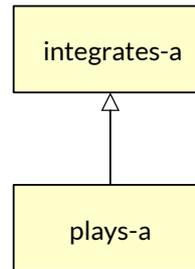
Die genaue Analyse der Ganz/Teile-Beziehung ermöglicht es, Aussagen über die Lebenszeit von Teilen in komplexen Geschäftsobjekten zu treffen.

Die Verwaltung von Stücklisten ist eine wesentliche Aufgabe von Informationssystemen.



32.2.2 Natürliche Typen und Rollen zur Modellierung von Rollenspielern (und Geschäftsobjekten)

- ▶ Geschäftsobjekte in Informationssystemen enthalten Teile und Rollen



Verschiedene Arten von integrierten Unterobjekten

- ▶ Die verschiedene Arten von Unterobjekten ergeben sich aus einer Matrix von Typqualitäten
 - Hier: Überblick über das Folgende
- Aus allen Arten können Stereotypen abgeleitet werden (Profil "Satelliten")

	Nicht-Fundiert	Fundiert
Rigide	Natürlicher Typ Kern Facette Zugeeignetes Teil	Geteiltes Teil
Nicht-rigide	Phase Privates Teil	Rolle



Besitzt ein Objekt einen **rigiden Typ**, stirbt es, sobald es die Typeigenschaft verliert [N. Guarino]

- ▶ Beispiele:
 - *Book* ist ein rigider Typ; *Reader* ist ein nicht-rigider Typ
 - .. denn ein Leser kann aufhören zu lesen, aber ein Buch bleibt ein Buch
 - Weitere rigide Typen: Begriffe der realen Welt: *Person*, *Car*, *Chicken*
- ▶ Rigidität ist eine Typqualität:
 - Rigide Typen sind verknüpft mit der *Identität* der Objekte
 - Nicht-rigide Typen sind dynamische Typen, die den Zustand eines Objektes anzeigen



Ein **fundierter Typ (kontextbezogener Typ)** beschreibt Eigenschaften eines Objektes, die in Abhängigkeit von einem Kooperationspartner bestehen

- ▶ Beispiel:
 - *Buch* ist ein nicht-fundierter Typ
 - *Leser* ist ein fundierter Typ
 - Ein Leser ist nur ein Leser, wenn er ein Buch liest (kontextbasiert), während ein Buch ein Buch ist, auch wenn es niemand liest
- ▶ Fundiertheit ist eine Typqualität, die Kontextbezug eines Typs ausdrückt



Ein **natürlicher Typ** ist ein nicht-fundierter und rigider Typ.

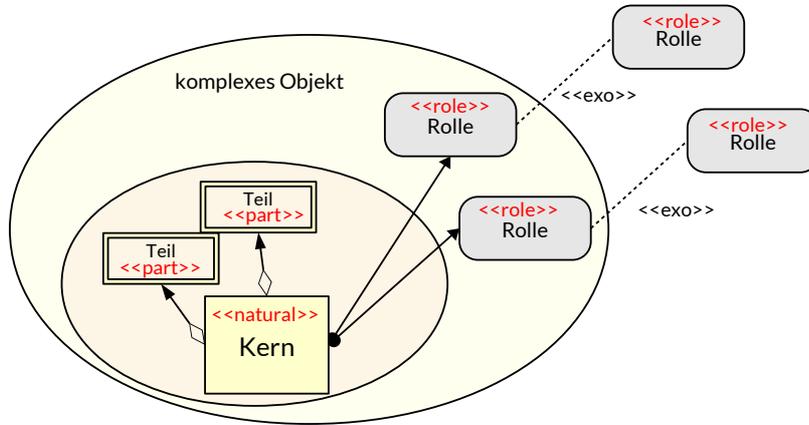
Ein **Rollentyp (Fähigkeit)** ist ein fundierter und nicht-rigider Typ.

- ▶ **Rollentypen (Fähigkeiten)** existieren nur in Abhängigkeit von einer Kollaboration.
 - Ein Rollentyp entspricht also einer partiellen Klasse
 - in UML: **Role (or role type)**: “The named set of features defined over a collection of entities participating in a particular context.”
- ▶ Unterscheide natürlichen Typen von Rollentypen:
 - Nicht-rigide Typen lassen sich immer durch ein Partizip Präsens aktiv beschreiben (im Englischen durch “object” ergänzen):
 - Leser == Lesender, Reader = Reading Object,
 - Forscher == Forschender, Researcher == Researching Object
 - Rigide Typen dagegen nicht:
 - Car == ?; Person = ?; Chicken == ?



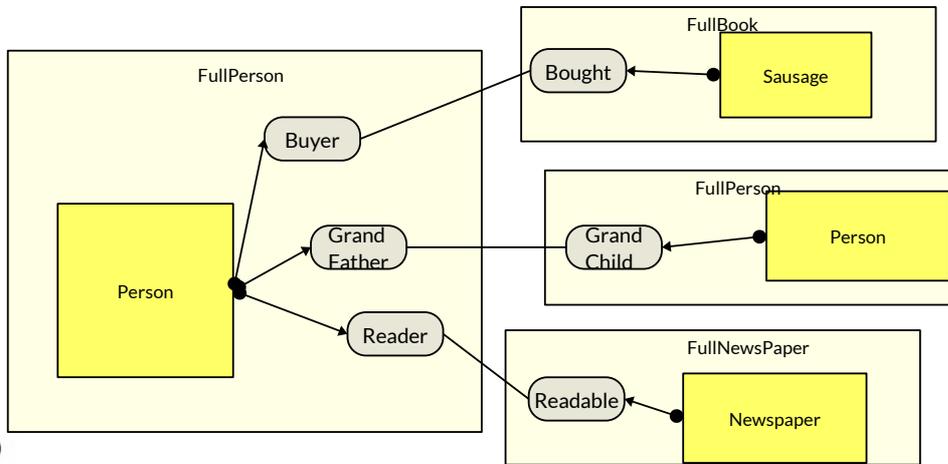
Komplexe Objekte mit Rollen

- ▶ Man sagt: ein Objekt *spielt eine Rolle* (object plays a role)
 - Ein Rollentyp (Fähigkeit) wird zur Laufzeit durch ein kontextbezogenes Unterobjekt (Rollensatellit) repräsentiert, das in Abhängigkeit von einem Kooperationspartner existiert
 - Rollen sind abhängige Teile, d.h. sie leben nur solange wie das Kernobjekt



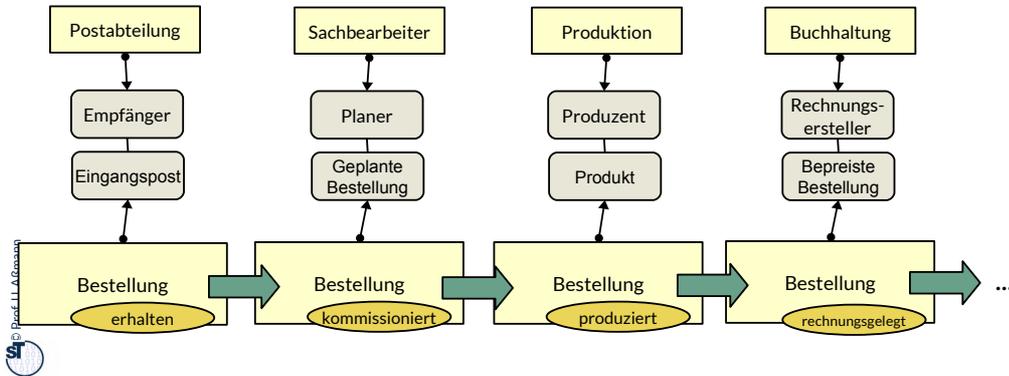
Die Steimannsche Rollen-Faktorisierung [Steimann]

- ▶ Man teilt den Typ eines Objektes in seine *natürlichen Kern* und seine *Rollen-Unterobjekte* auf
 - FullType = Natural-type x (role-type, role-type, ...)
 - Bsp.: FullPerson = Person x (Reader, Father, Customer, ..)

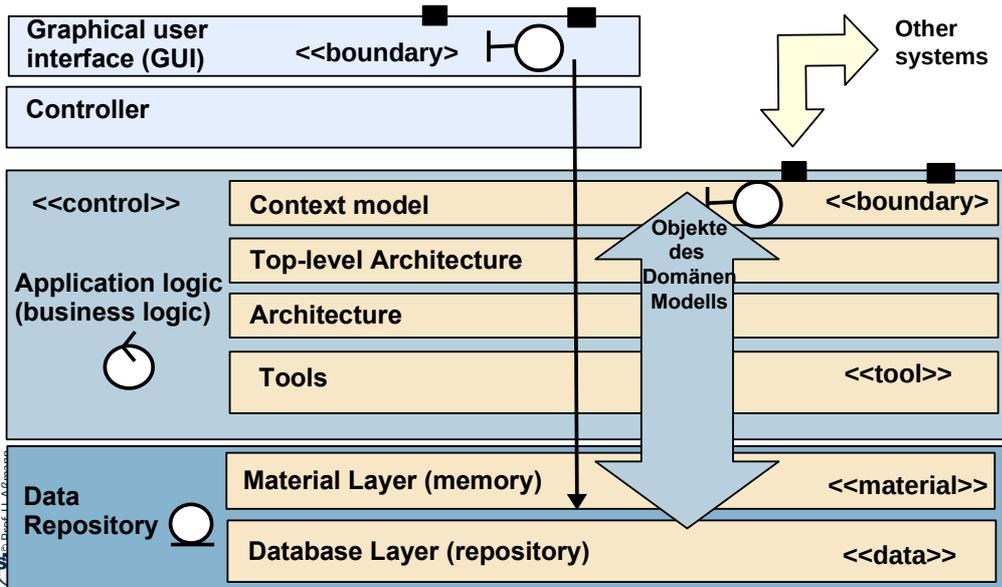


Rollen in Geschäftsobjekten (Business Objects)

- ▶ In Geschäftsobjekten kommen immer Rollen- und Teile-Unterobjekte vor
- ▶ Bestellung als Beispiel: eine Bestellung durchwandert mehrere Bearbeiter
 - Auftragseingang des Kunden, Produktion, Kommissionierung, Rechnungserstellung, Auslieferung und Mahnwesen
- ▶ Dynamische Erweiterbarkeit bzw. Adaption durch neue bzw. wechselnde Rollen-Unterobjekte nötig:



Warum komplexe Objekte des Domänenmodells alle Schichten kreuzen





32.3 Realisierung von Teilen und Rollen in Geschäftsobjekten in Informationssystemen

.. mit dem Bridge-Muster

Polymorphie ergibt sich aus dem Wechsel von Rollen-
Unterobjekten

Programm PersonRoles.java

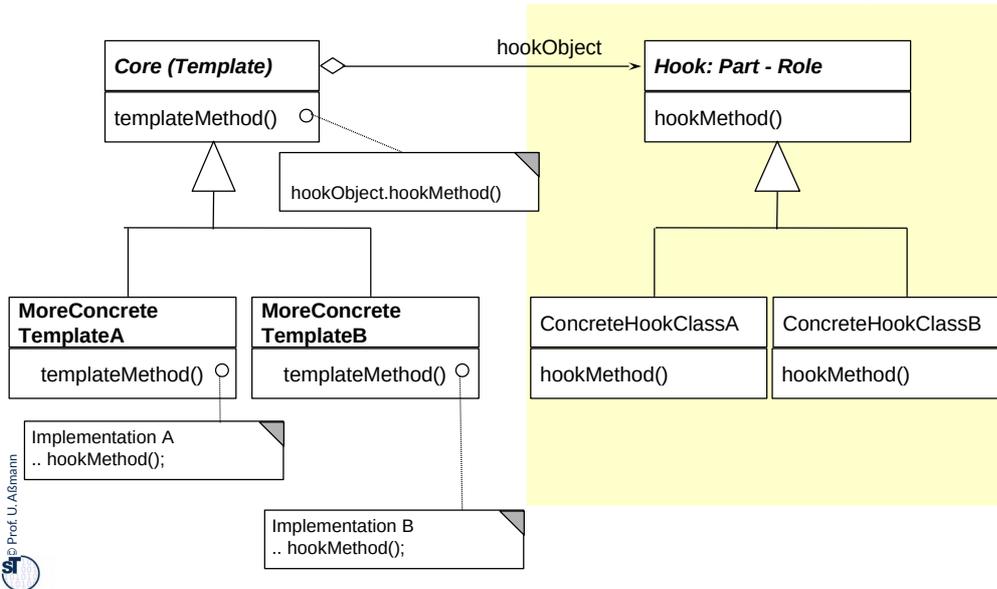


Klassische Realisierung: Unterobjekte mit Bridge-Muster

- ▶ Das Bridge-Muster bildet ein Großobjekt ab
 - Abstraction layer (Kern)
 - Implementation layer (Unterobjekt)
- ▶ Das Multi-Bridge-Muster enthält weitere Unterobjekte, d.h. mehrere Bridge
- ▶ Welche Arten von Unterobjekten gibt es?



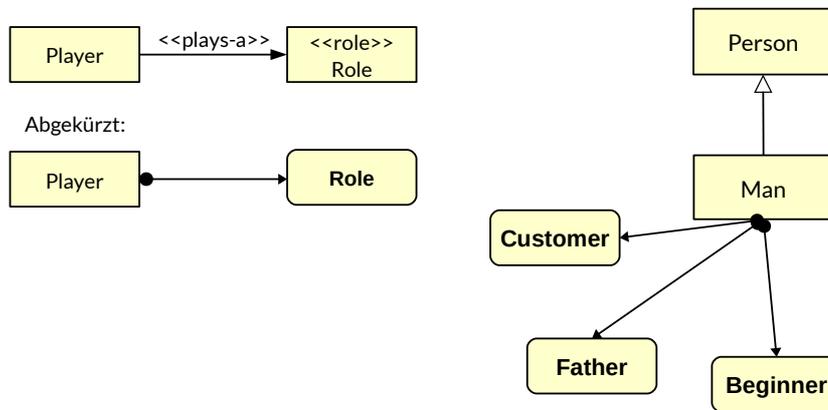
- ▶ Bridge implementiert Teile und Rollen in der Dimension "Implementierung"



- A Bridge varies also the template class in a class hierarchy
 - The sub-template classes can adapt the template algorithm
 - Important: the sub-template classes must fulfil the contract of the superclass
 - Although the implementation can be changed, the interface and visible behavior must be the same
- Both hierarchies can be varied independently
 - Factoring (orthogonalization)
 - Reuse is increased
- Basis for patterns
 - Observer, Visitor

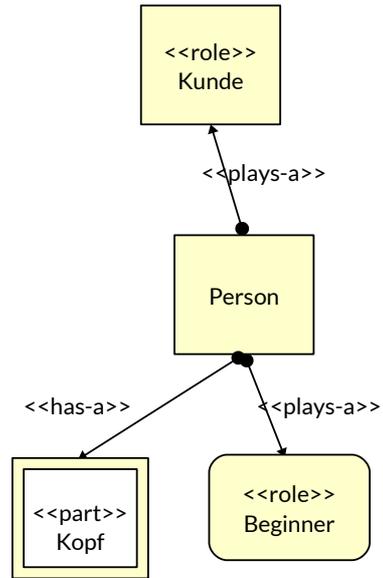
Spezielle Icons für Stereotypen von Aggregation in Brücken

- ▶ Für alle grafischen Elemente in UML können spezielle Icone vereinbart werden.
- ▶ Für Rollenklassen wählen wir ein Oval, für die Plays-a-Relation einen Pfeil mit Doppel-Kopf-Dreieck.



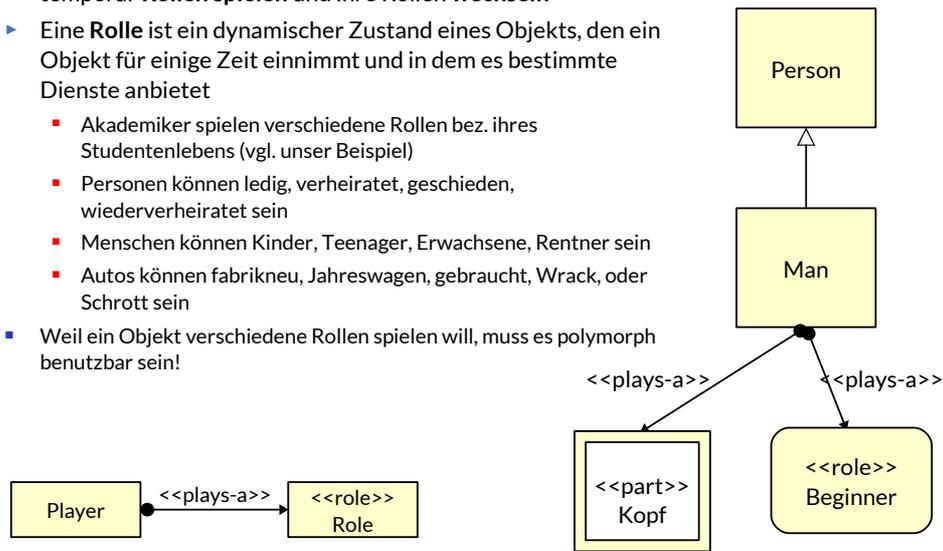
Unterobjekte

- ▶ **Großobjekt:** Manche Objekte sind sehr groß und leben lang. Sie werden daher in Unterobjekte gegliedert.
- ▶ Ein **Unterobjekt** gehört semantisch zu einem **Kernobjekt**
 - teilt also die Identität des Kernobjektes
 - muss diese auf die Frage "Wer bist du?" melden und *nicht den eigenen Identifikator*
 - Hier:
 - ein Kopf muss den Identifikator von Person melden, *nicht seinen eigenen*
 - ein Beginner muss den Identifikator von Person melden, *nicht seinen eigenen*



Rollenwechsel als Grund für Rollen-Polymorphie

- ▶ Ein Spezialfall der Polymorphie ergibt sich, wenn Objekte temporär **Rollen spielen** und ihre Rollen **wechseln**
- ▶ Eine **Rolle** ist ein dynamischer Zustand eines Objekts, den ein Objekt für einige Zeit einnimmt und in dem es bestimmte Dienste anbietet
 - Akademiker spielen verschiedene Rollen bez. ihres Studentenlebens (vgl. unser Beispiel)
 - Personen können ledig, verheiratet, geschieden, wiederverheiratet sein
 - Menschen können Kinder, Teenager, Erwachsene, Rentner sein
 - Autos können fabrikneu, Jahreswagen, gebraucht, Wrack, oder Schrott sein
- Weil ein Objekt verschiedene Rollen spielen will, muss es polymorph benutzbar sein!



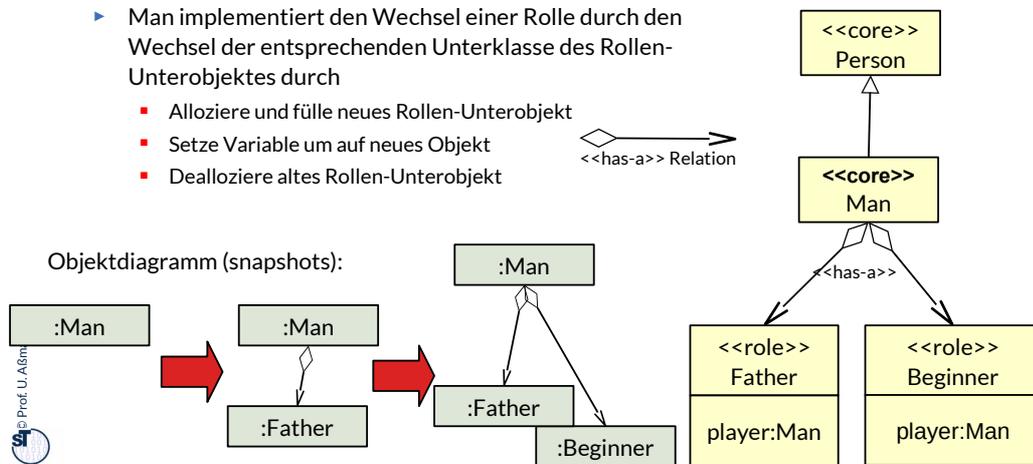
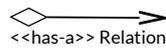
Implementierungsmuster: "Rollen mit Bridge"

- ▶ In Java gibt es leider kein Sprachkonzept "Rolle"; statt dessen können Rollen durch **Teile** eines **Kernobjektes** modelliert werden (Bridge-Muster, Implementierung von *plays-a* durch *has-a*, Aggregation)

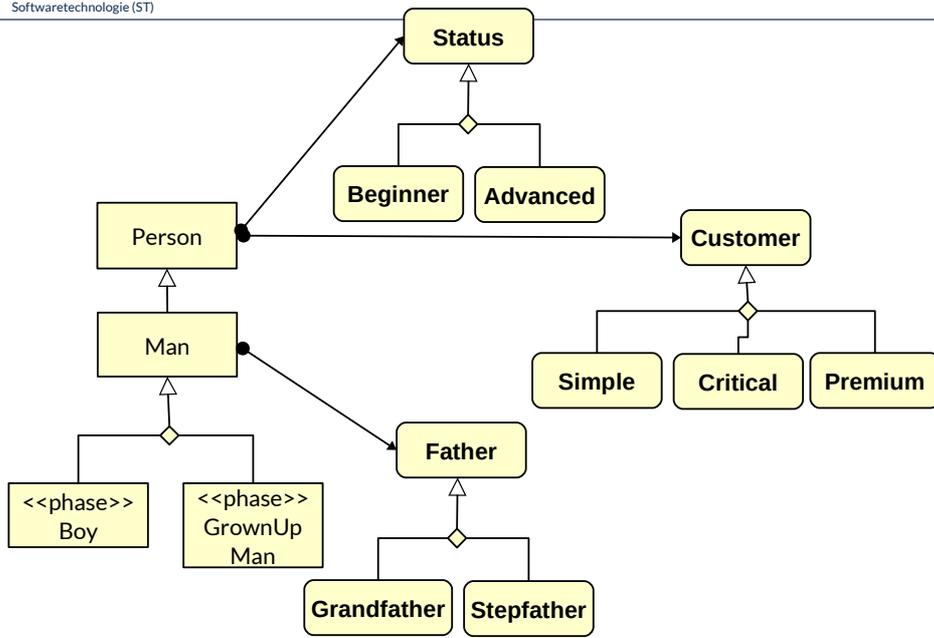
- Vorteil: Kernobjekt kann viele Rollen spielen
- Vorteil: Referenzen auf Kernobjekt bleiben bei Rollenwechsel erhalten!

- ▶ Man implementiert den Wechsel einer Rolle durch den Wechsel der entsprechenden Unterklasse des Rollen-Unterobjektes durch

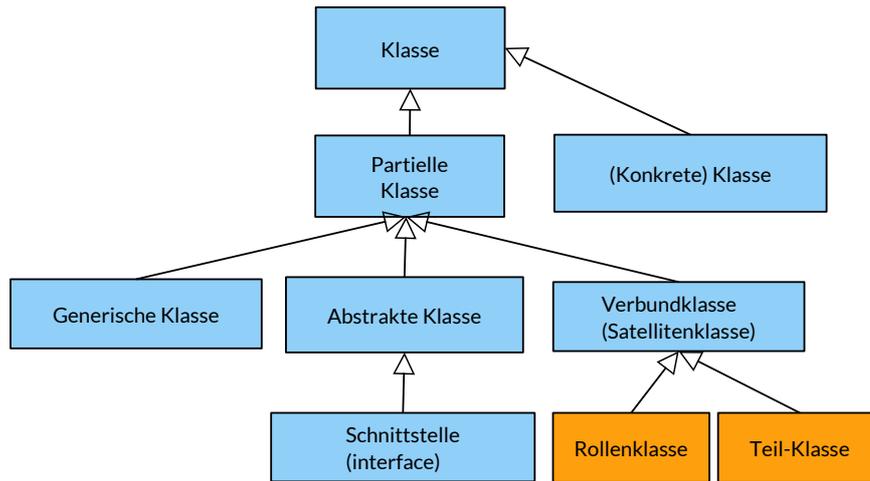
- Alloziere und fülle neues Rollen-Unterobjekt
- Setze Variable um auf neues Objekt
- Dealloziere altes Rollen-Unterobjekt



Variation von Rollen mit Multi-Bridge



Begriffshierarchie von Klassen (Erweiterung)





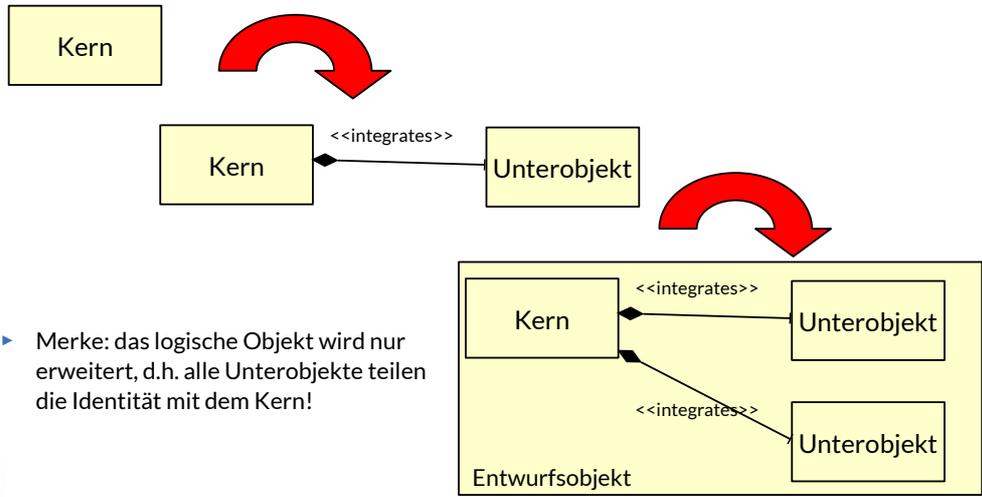
32.4 Objektorichung durch Teile und Rollen

- ▶ Die Entwicklung eines Informationssystems beruht auf Objektorichung durch Teile und Rollen, die in Verfeinerungsoperationen an die initialen Modelle angelagert werden.



Integration von Unterobjekten in Analyseobjekte zu komplexen Objekten

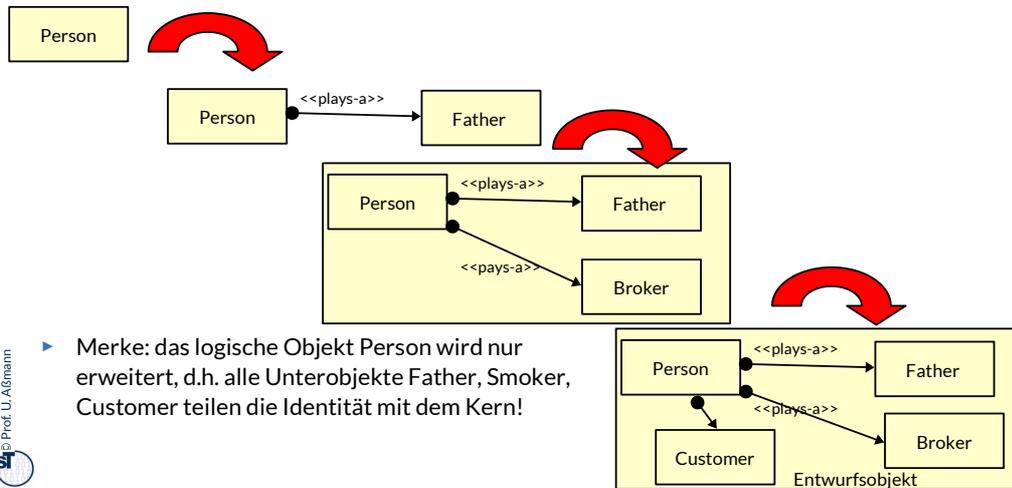
- ▶ **Integration von Unterobjekten** besteht aus der Anreicherung von Analyseobjekten aus dem Domänenmodell



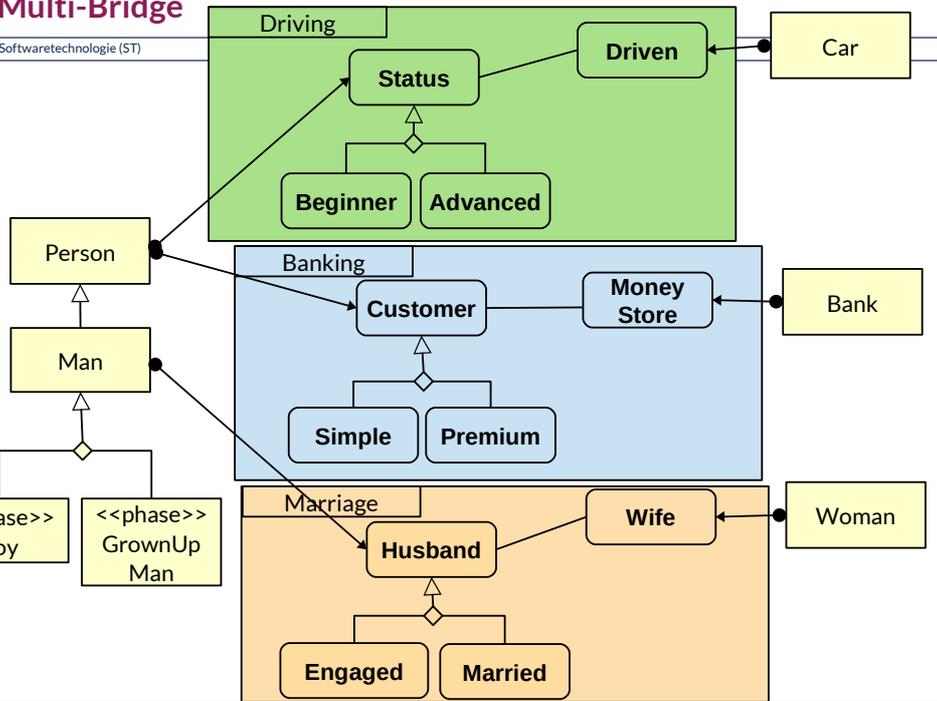
- ▶ **Merke:** das logische Objekt wird nur erweitert, d.h. alle Unterobjekte teilen die Identität mit dem Kern!

Beispiel: Integration von Unterobjekten in Personen

- ▶ Die Modellierung von Personen ist ein wesentliches Problem vieler Anwendungen.
- ▶ Hier kann mit der **Integration von Unterobjekten** an einen Personen-Kern zusätzliche Funktionalität modelliert werden

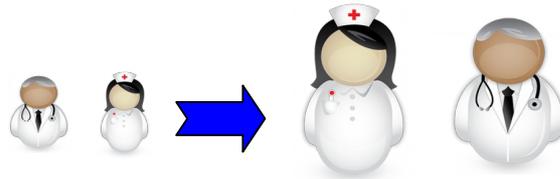


Beispiel: Querschneidende Erweiterung von Objekten mit Multi-Bridge



Querscheidende Verfeinerung benötigt Objektanreicherung (Object Fattening)

- ▶ **Objektanreicherung (Object fattening, Objektverfettung)** ist ein Verfeinerungsprozess zur *Entwurfszeit*, der an ein *Kernobjekt aus dem Domänenmodell* Unterobjekte anlagert (Domänenobjekt-Verfeinerung durch Integration), die Unterobjekte ergänzt, die Beziehungen klären zu
 - Plattformen (middleware, Sprachen, Komponenten-services)
 - Komponentenmodellen (durch Adaptergenerierung)
- Ziel: Ableitung von Entwurfs- und Implementierungsobjekten
 - Merk-Brücke "object fattening": Objekte ("Hühner", "Ärzte") aus dem Domänenmodell werden Stück für Stück mit Implementierungsinformation in Unterobjekten verfettet
 - Die Objekte aus dem Domänenmodell bleiben erhalten, werden aber immer dicker
- Objektanreicherung geschieht mit dem Entwurfsmuster **Bridge**. Jede Anreicherung erzeugt eine Brücke, insgesamt ergibt sich eine **Multi-Bridge**



Arten von Verfeinerung durch Integration von Unterobjekten (Object fattening)

Bei der Objektanreicherung können verschiedene Arten von Unterobjekten zur Verfeinerung benutzt werden:

- ▶ **Teilverfeinerung (Teileanlagerung):**
 - Finden von privaten Teilen von komplexen Analyseobjekten, die integriert werden
 - Schichtung ihrer Lebenszyklen
- ▶ **Rollenverfeinerung (Rollenanlagerung):**
 - Finden von **Konnektoren (teams, collaborations)** zwischen Anwendungsobjekten
- ▶ **Optional:**
 - **Facettenverfeinerung (Facettenanlagerung):** Finden von Facetten-Unterobjekten, die Mehrfachklassifikationen ausdrücken
 - **Phasenverfeinerung (Phasenlagerung):** Finden von Phasen-Unterobjekten, die Lebensphasen des komplexen Objektes ausdrücken

Unterobjekte (Satelliten) gehören immer zu einer dieser speziellen Kategorien.



- ▶ Ein **Informationssystem** ist ein Softwaresystem, dessen primäre Aufgabe in der Information und Verwaltung von physischen oder immateriellen Materialien besteht (Produkte, Vorräte, Teile, Geld, Guthaben, etc.)
- ▶ Der Fluss der Materialien durch die Firma verändert die Materialien

In Informationssystemen modellieren Rollen die wechselnden Kontexteigenschaften von Materialien.

Bei der Entwicklung von Informationssystemen werden ihre Tools und ihre Materialien durch Mehrfach-Brücken querschneidend verfeinert, die Satelliten (Rollen und Teile) anlagern.

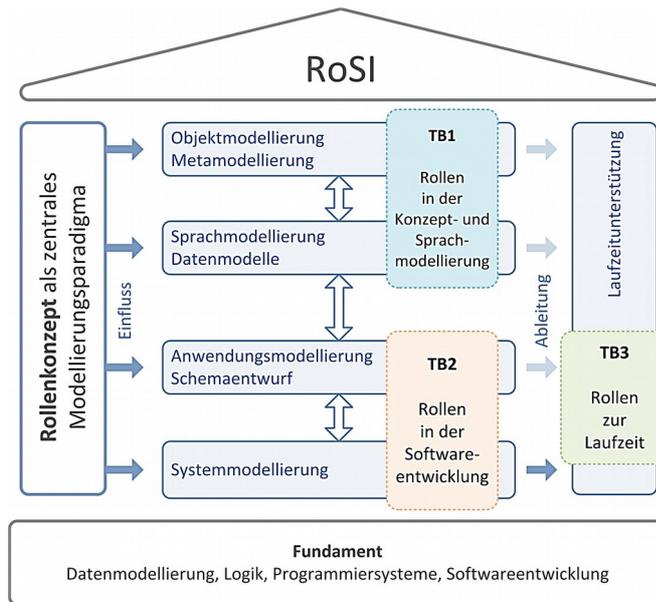




Aktuelle Forschung: Das Graduiertenkolleg "Rollenorientierte Software-Infrastrukturen (RoSI)

- ▶ Eine Speerspitze der Forschung in der Fakultät Informatik





Themenbereich 1 (TB1 - Rollen in der Konzept- und Sprachmodellierung) widmet sich den Metaebenen M3 und M2.

Arbeiten in diesem Themenbereich untersuchen die Begründung und Definition des Rollenbegriffs und seine Einbettung in den verschiedenen Sprachen (Modellierungssprachen, Datendefinitions- und -abfragesprachen, Programmiersprachen) der Softwareentwicklung.

Themenbereich 2 (TB2 - Rollen in der Softwareentwicklung) konzentriert sich auf die Verwendung des Rollenbegriffs auf Objektebene die Grundlagen der Anwendungsentwicklung (Anwendungsmodellierung, Schemaentwurf, Systemmodellierung) mit Rollen.

Warum ist das wichtig?

- ▶ Auf dem Weg vom Analysemodell zum Implementierungsmodell entstehen *komplexe Objekte*
- ▶ Komplexe Objekte werden, durch mehrfache Anwendung des Entwurfsmusters Brücke, mit Satelliten erweitert (Objektanreicherung, Objektverfettung)
- ▶ Plattformportabilität:
 - Da Wiederverwendung ist das Hauptmittel der Softwarefirmen, um profitabel arbeiten zu können, erweitert man einen Entwurf zu *verschiedenen* Implementierungsmodellen, indem man verschiedene Brücken einzieht
- ▶ Funktionale Variabilität:
 - Will man verschiedenen Kundengruppen verschiedene Funktionalitäten anbieten, verfeinert man spezifisch für die Kundengruppen
 - Und erhält mehrere *Produktvarianten*
 - Und insgesamt eine *Produktlinie*
- ▶ Die Modellierung von Geschäftsobjekten ist eine Hauptaufgabe von Informationssystemen wie SAP



Was haben wir gelernt?

- ▶ Es gibt komplexe Objekte, die so groß sind, dass sie aus Kern und Unterobjekten (Satelliten) bestehen
 - Komplexe Objekte sind immer hierarchisch oder azyklisch und verwenden Endo-Assoziationen. Sie werden oft mit Multi-Bridge realisiert
 - Der Kern bildet meist eine Facade für die Unterobjekte
 - Unterobjekte sind typisch einer Kategorie zugeordnet (Rollen, Teile, Facetten, Phasen)
- ▶ Teile-Klassen sind unvollständige Klassen
- ▶ Rollenklassen sind dynamische, unvollständige Klassen
- ▶ Einfache Implementierung mit Bridge und Multi-Bridge
- ▶ Objktanreicherung besteht darin, ein komplexes Objekt aus dem Analysemodell durch weitere Unterobjekte im Entwurf und in der Implementierung anzureichern
- ▶ Informationssysteme nutzen für die Repräsentation von Geschäftsobjekten Rollen und Hierarchien
 - Die objektorientierte Systementwicklung nutzt als hauptsächliches Mittel die Objktanreicherung, um vom Problem des Kunden zum Analysemodell, dann über das Entwurfs- und Implementierungsmodell zum Programm zu kommen.



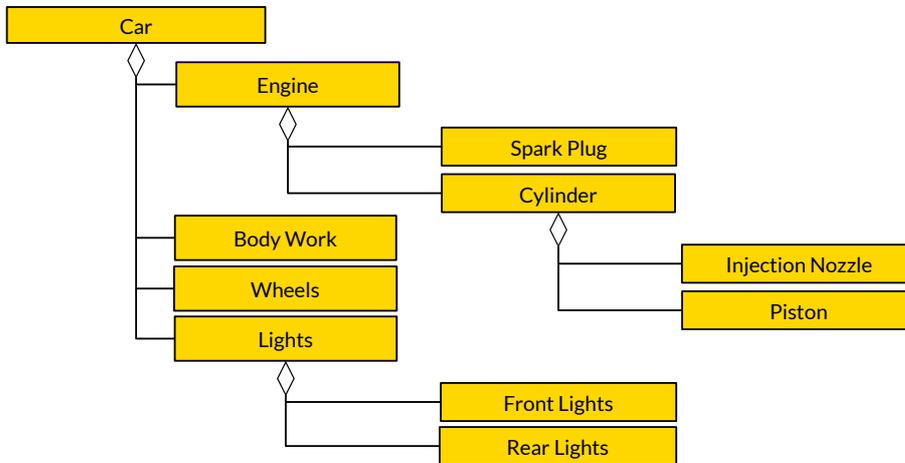
- ▶ Wie implementiert man ein Großobjekt mit fester Anzahl von Unterobjekten?
- ▶ Was passiert zur Laufzeit in einer Multi-Bridge mit Rollen-Unterobjekten? Wie vermeidet man einen Absturz des Systems, wenn die Rolle nicht gespielt wird?
- ▶ Warum sollte man Rollen von Objekten konzeptuell unterscheiden?



Ende des obligatorischen Materials

Darstellung komplexer Objekte mit privaten Teilen

- ▶ Komplexe Objekte können dargestellt werden
 - Mit Zeilenhierarchien
 - Mit Mind maps

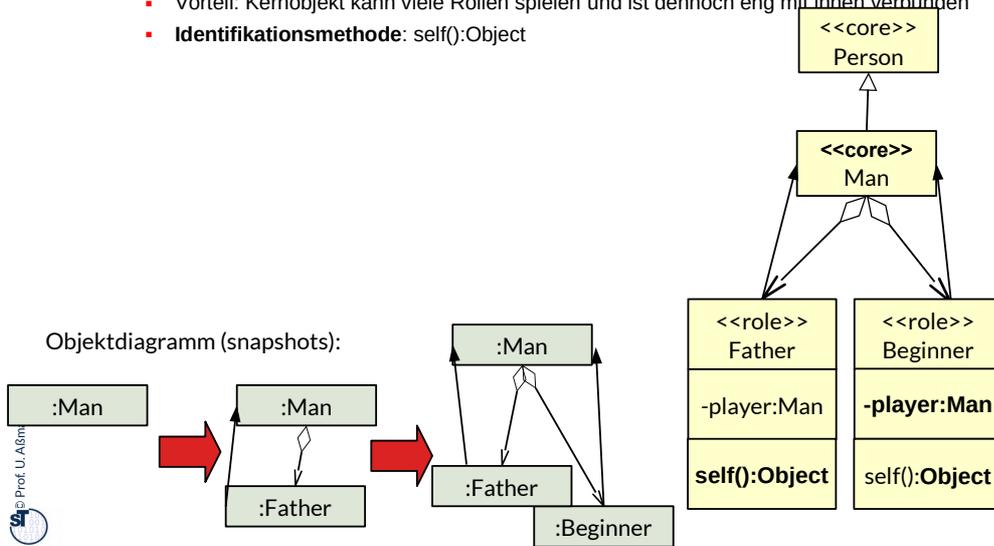


32.A.1 Weitere Realisier Unterobjekten

(optional, nicht klausurrelevant)

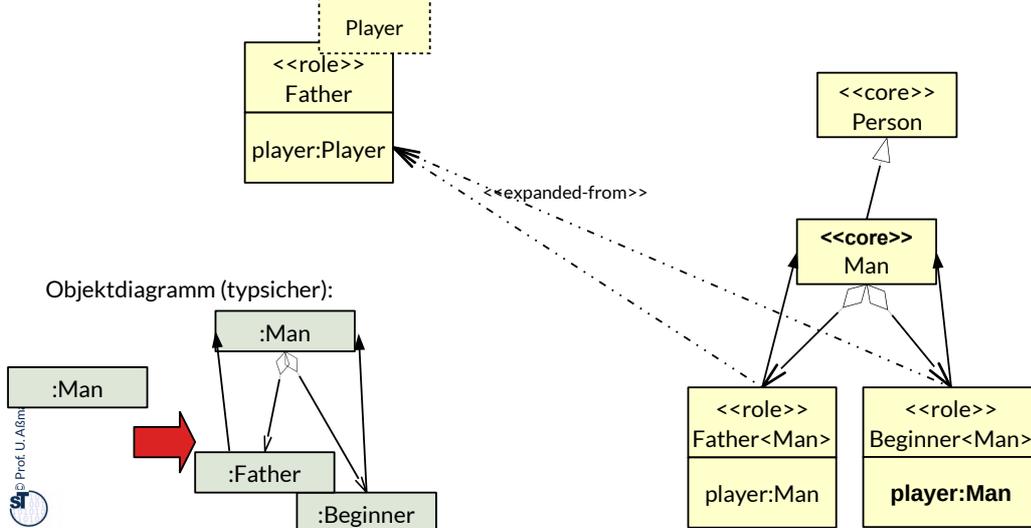
Implementierungsmuster: "Rollen mit Aggregation und Kern-Link"

- ▶ Rollen sollten zusätzlich durch einen Rückwärts-Link p1ayer mit dem Kernobjekt verbunden sein, da sie semantisch zu ihm gehören
 - Vorteil: Kernobjekt kann viele Rollen spielen und ist dennoch eng mit ihnen verbunden
 - **Identifikationsmethode:** self():Object



Implementierungsmuster: "Rollen mit generischem Player-Link"

- ▶ Rollen können als generische Klassen gesehen werden, die als generischen Parameter den Player erwarten
 - Dann ist das Netz zwischen Kernobjekt und Rollen typischer



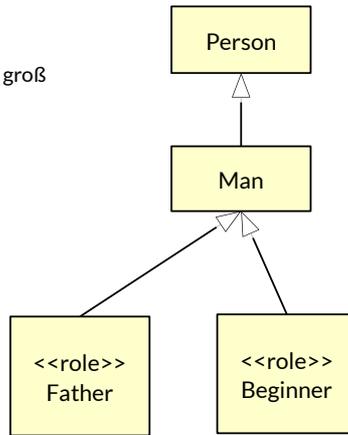
Oft genutztes, aber ungeschicktes Implementierungsmuster: "Rollen als Unterklassen"

- ▶ Man kann mit Unterklassen die Rollen einer Oberklasse realisieren ("Implementierungsmuster")
- ▶ Man implementiert den Wechsel einer Rolle durch den Wechsel der entsprechenden Unterklasse durch
 - Alloziere und fülle neues Objekt aus den Werten des alten Objektes heraus
 - Setze Variable um auf neues Objekt
 - (Dealloziere altes Objekt)
- Problem: bei vielen Kontexten werden die Objekte viel zu groß

Objektdiagramm (snapshots):

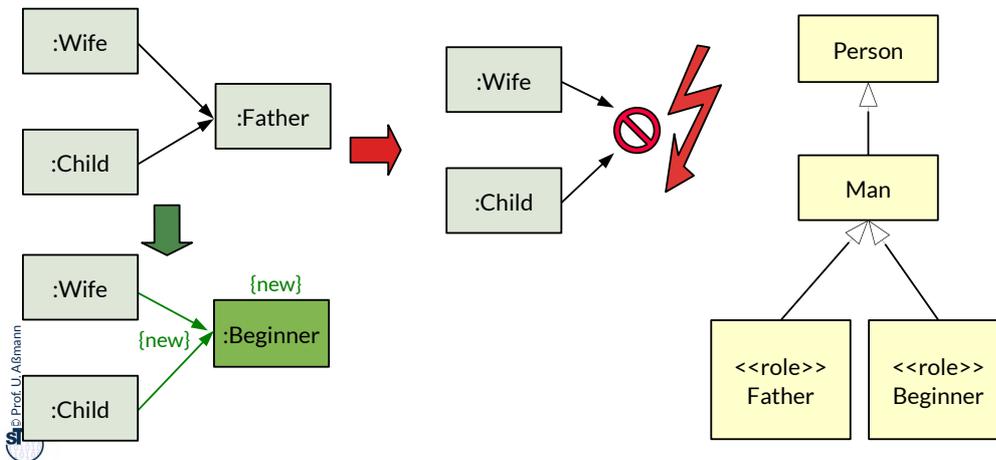


© Prof. U. Aßmann



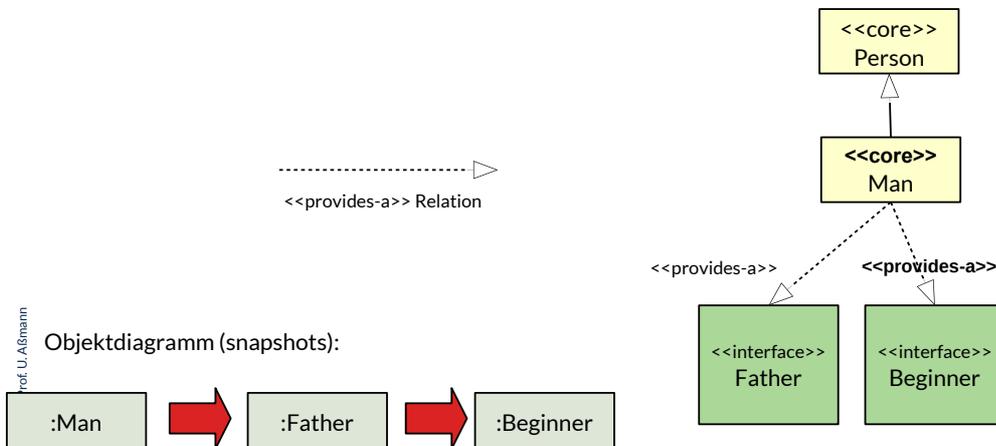
“Nirvana” im Implementierungsmuster: “Rollen als Unterklassen”

- ▶ Problem: Referenzen auf Objekte müssen bei Rollenwechsel umgesetzt werden und hinterlassen “Nirvana-Kanten” (dangling edges)
- ▶ Einer der häufigsten Programmierfehler überhaupt



Implementierungsmuster: "Rollen mit Mehrfachvererbung"

- ▶ Rollen können auch durch *Mehrfachvererbung* realisiert werden
 - .. ähnlich zur Realisierung mit Einfachvererbung
- ▶ Vorteil: Kernobjekt erbt Rollenverhalten
- ▶ Nachteil: nur in Scala und C++ möglich



32.A.2 Facettenklassifikation Unteroobjekte

(optional, nicht klausurrelevant)

- ▶ Manchmal kann ein Objekt mehrfach
 - Person: (Raucher / Nichtraucher
(Vegetarier/AllesEsser)
- ▶ Im Allgemeinen gilt: Eine *Facette* ist ein
 - Jede Facette hat ein eigenes Klasse
 - Die Facetten sind unabhängig von
 - Die Facetten bilden einen zusammen
- ▶ Eine Facette ist ein rigider Typ
- ▶ Im Speziellen ist eine Facette ein rigider
komplexen repräsentiert.
 - Es kann seinen Typ unabhängig von
wechseln

<http://en.wikipedia.org/v>

Faceted classification
<http://www.webdesignpractic>
facets.html

Facetten von Lebewesen

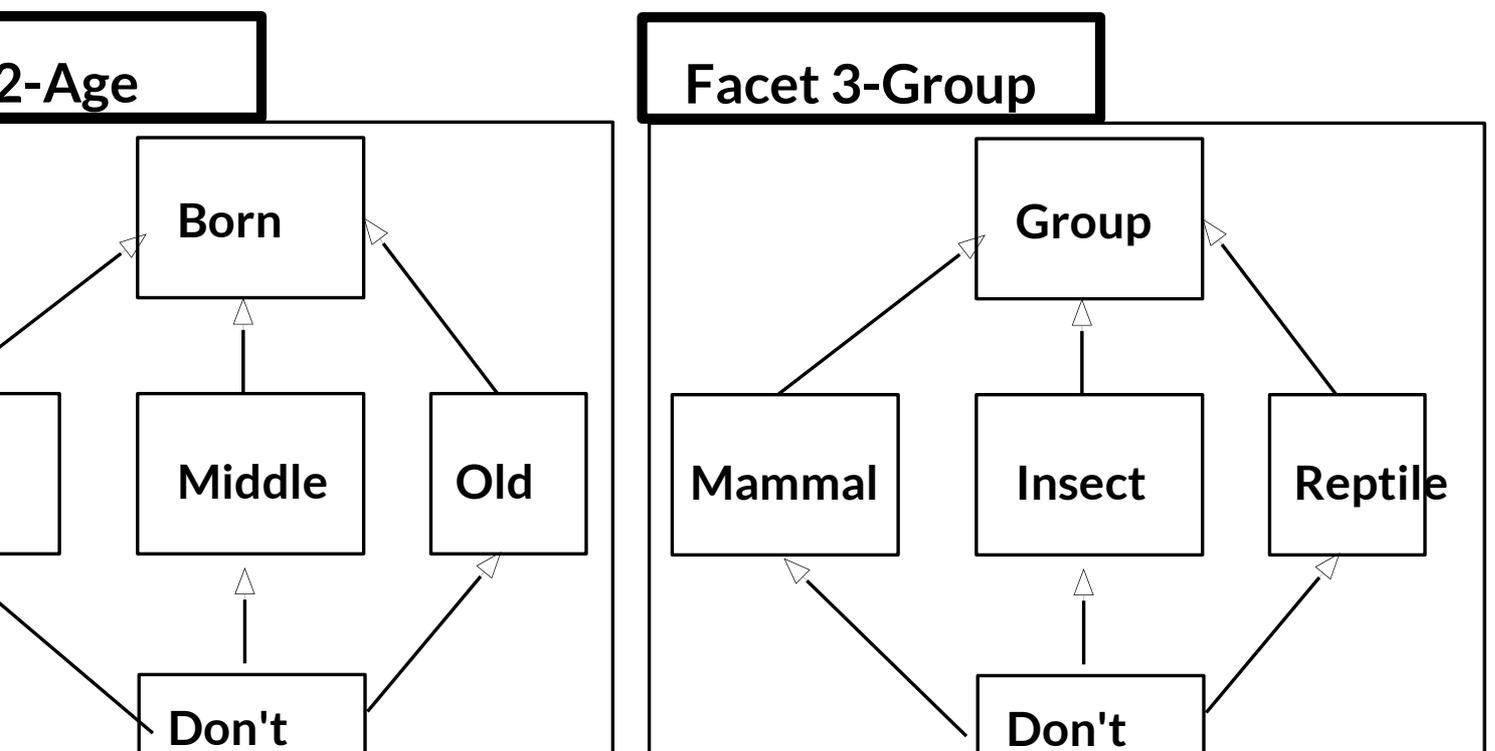
- ▶ Das folgende Modell von Lebewesen hat 3 Facetten:
 - Lebensbereich
 - Alter
 - Biologische Gruppe
- ▶ Ein Tier hat also 3 Facettenunterobjekte



aus

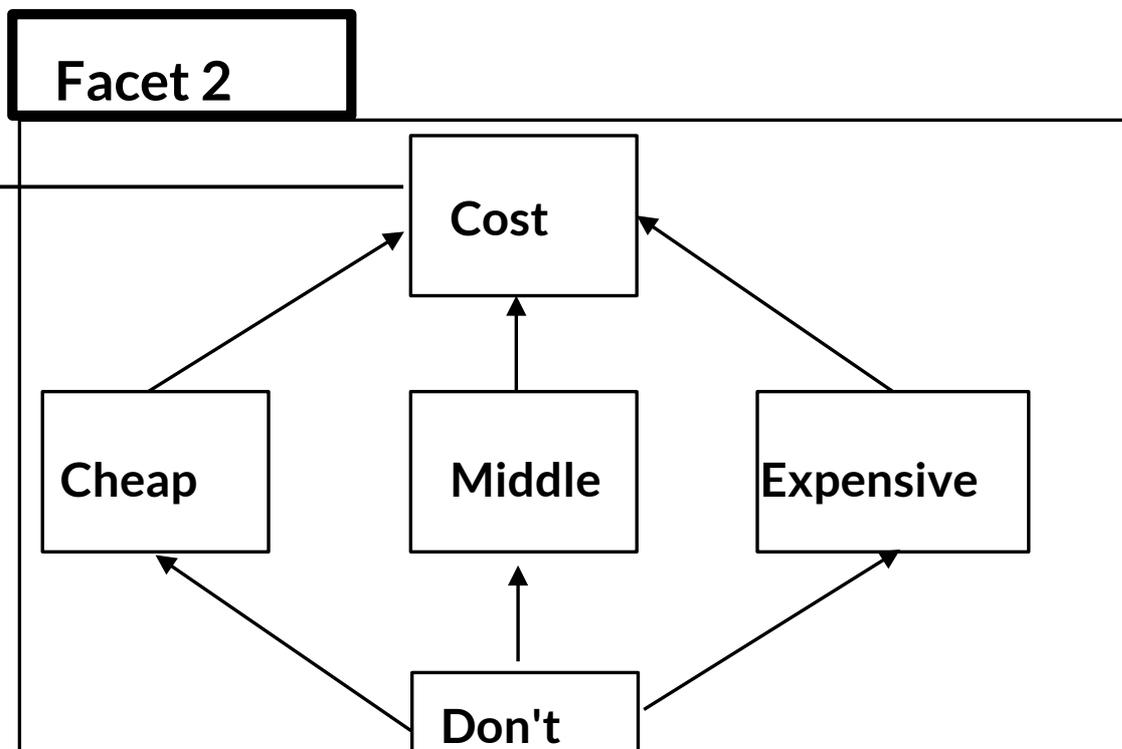
i.A. einfacher als eine ausmultiplizierte

solches 3ⁿ Klassen

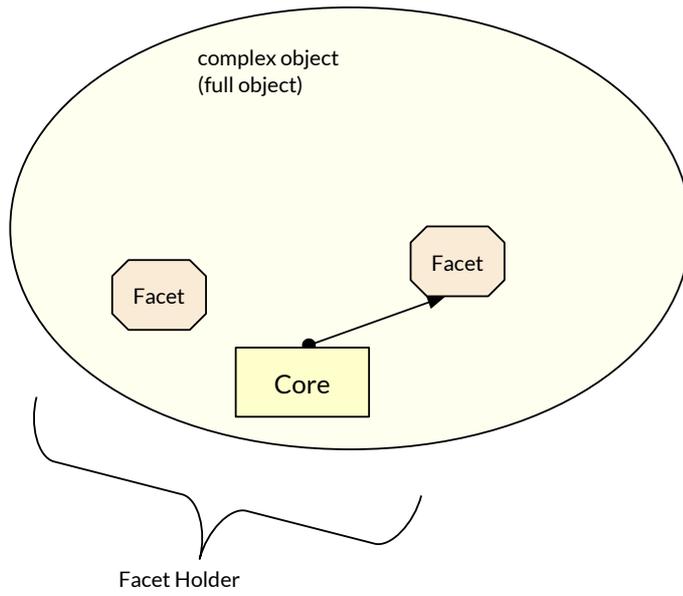


urch Delegation

eren angekoppelt durch Aggregation (Delegation)

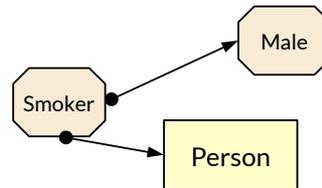
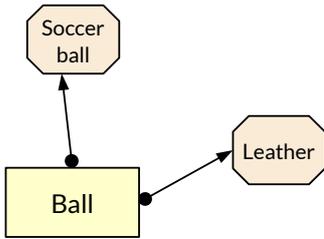
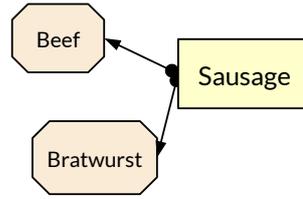
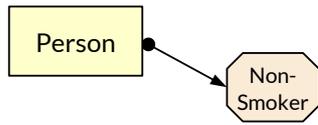


Facetten, repräsentiert als Unterobjekte



Facetten, repräsentiert als Unterobjekte

► non-founded; rigid





32.A.2 Phasen als Typen

(optional)



DRESDEN
concept
Exzellenz aus
Wissenschaft
und Kultur

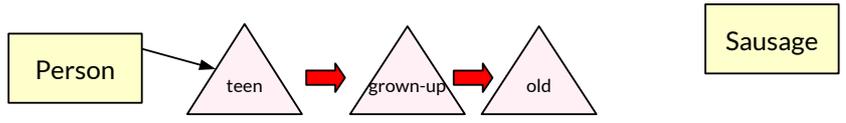
Phasentypen

- ▶ Ein **Phasenobjekt** ist ein Unterobjekt, das eine Lebensphase (Zustand) eines komplexen Objektes beschreibt
- ▶ Ein **Phasentyp** charakterisiert die Lebensphase eines Objektes in seinem Lebenszyklus
 - Ein Phasentyp ist nicht-rigide, da er sich ändert im Laufe des Lebens

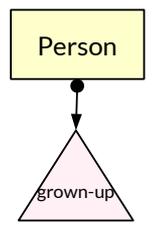
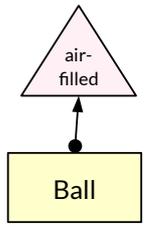


Was sind Phasen?

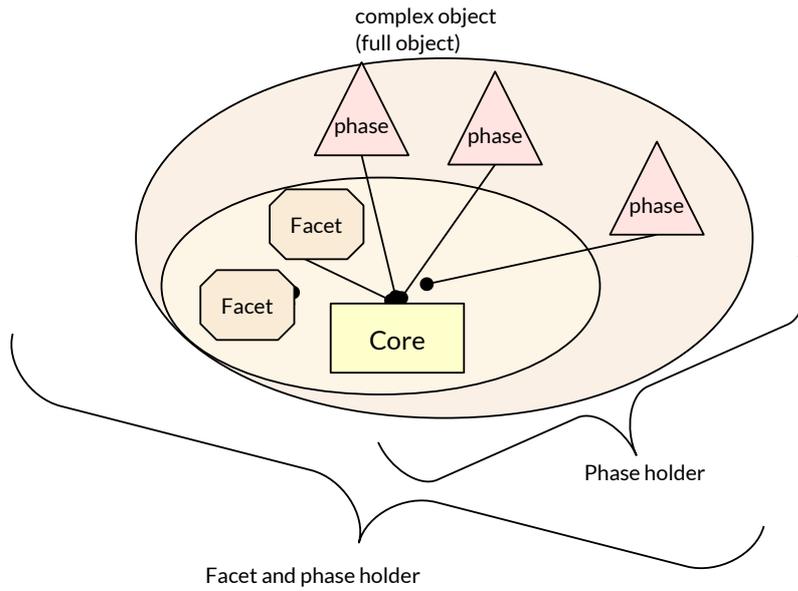
- ▶ Phasen sind nicht-fundiert, nicht-rigide Typen



States in a lifecycle



Komplexes Objekt mit Facetten und Phasen



The End