ETH zürich
Chair of Software Engineering

Einführung in die Programmierung

Prof. Dr. Bertrand Meyer

Lektion 14:

Mehrfachvererbung

Abstraktionen kombinieren

Gegeben sind die Klassen

- EISENBAHNWAGEN, RESTAURANT

Wie würden Sie eine Klasse SPEISEWAGEN implementieren?

Beispiele von Mehrfachvererbungen

Separate Abstraktionen kombinieren:

- Restaurant, Eisenbahnwagen
- Taschenrechner, Uhr
- Flugzeug, Vermögenswert
- Zuhause, Fahrzeug
- Tram, Bus

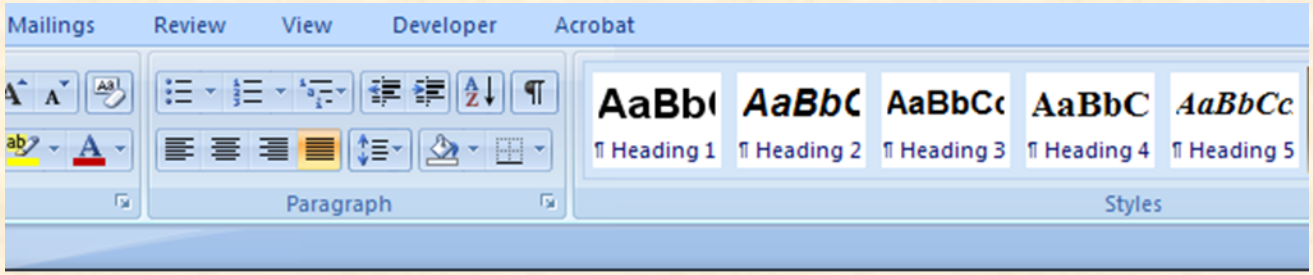
Warnung

Vergessen Sie alles, was Sie gehört haben!

Mehrfachvererbung ist **nicht** das Werk des Teufels

Mehrfachvererbung schadet ihren Zähnen **nicht**

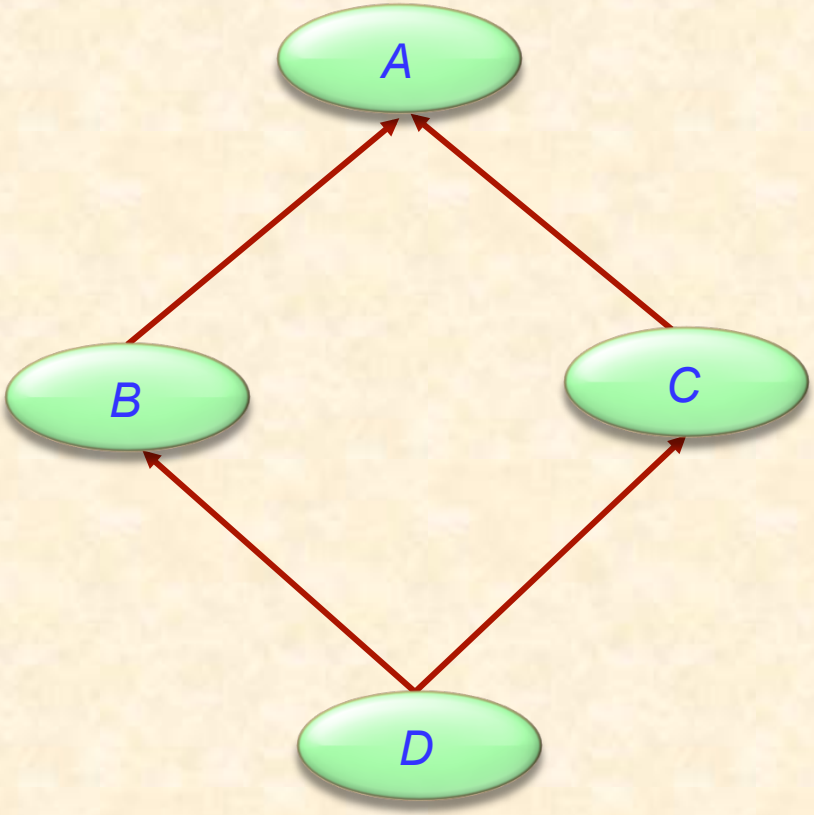
(Auch wenn Microsoft Word sie scheinbar nicht mag:



Object-oriented programming would become a mockery of itself if it had to renounce multiple inheritance.

)

Dies ist **wiederholte** Vererbung, nicht Mehrfachvererbung

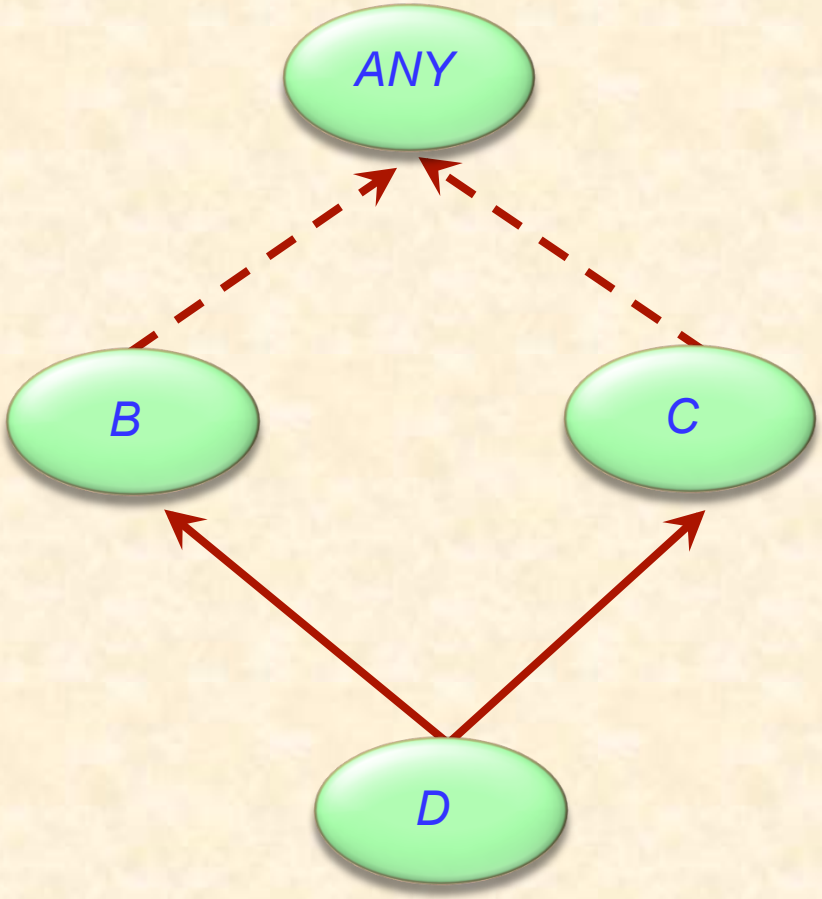


Nicht der allgemeine Fall

(Obwohl es häufig vorkommt; warum?)

Implizite wiederholte Vererbung

In Eiffel, vierfache Vererbung verursacht wiederholte Vererbung:



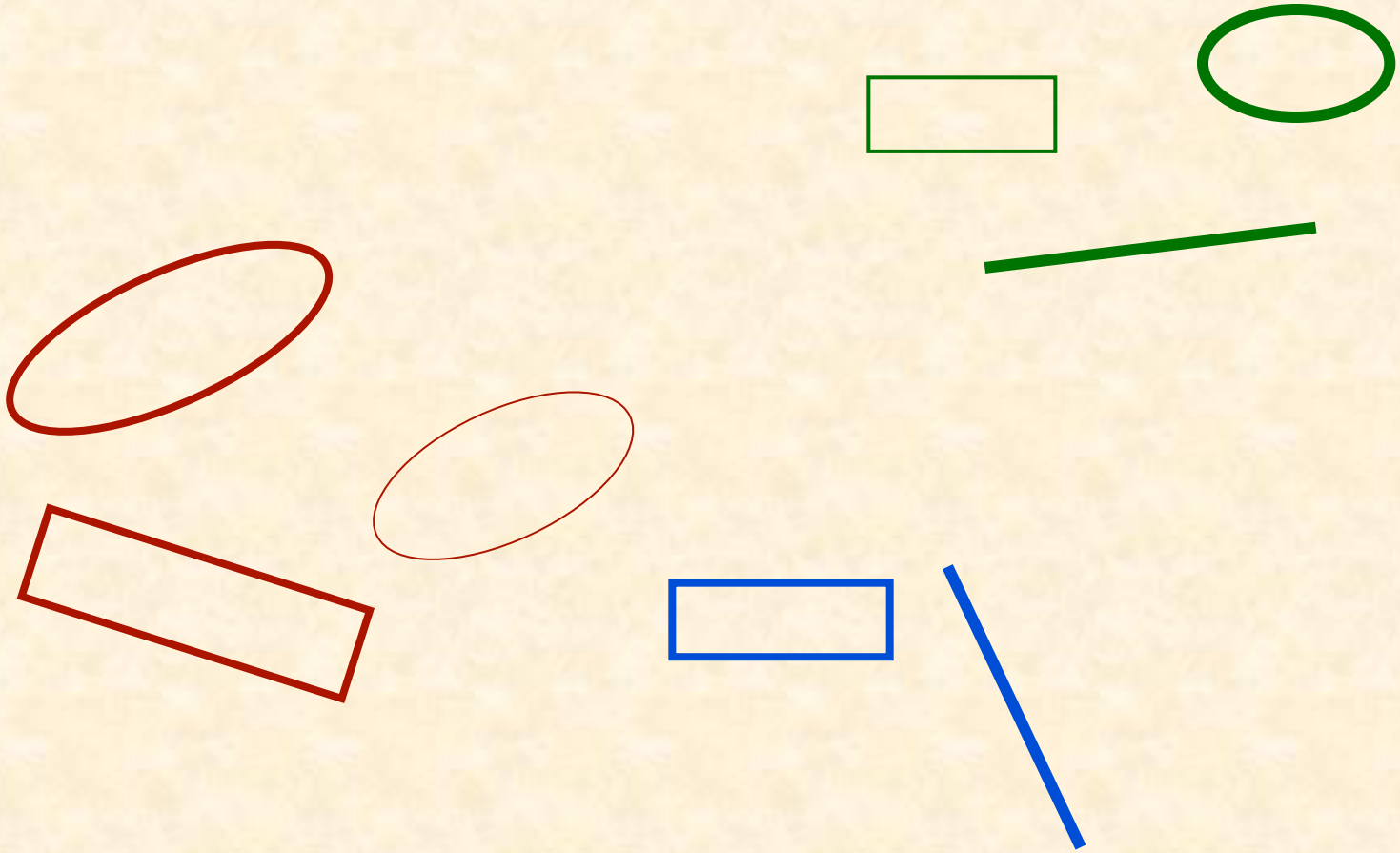
Noch eine Warnung

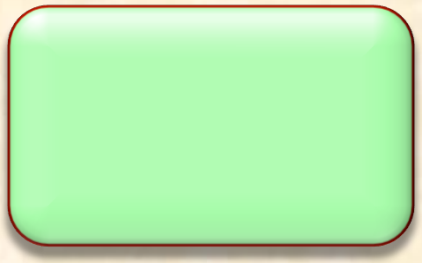
Dieser Teil der Vorlesung orientiert sich an Eiffel

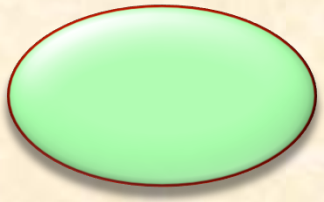
Java und C# Mechanismen (Einfachvererbung von Klassen, Mehrfachvererbung von Schnittstellen) werden aber auch behandelt

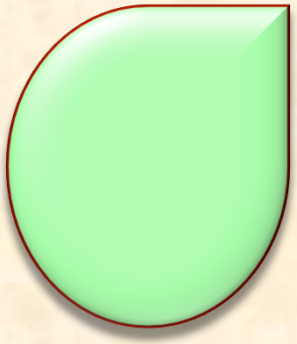
C++ hat unterstützt ebenfalls Mehrfachvererbung, aber ich werde nicht versuchen, diese zu beschreiben.

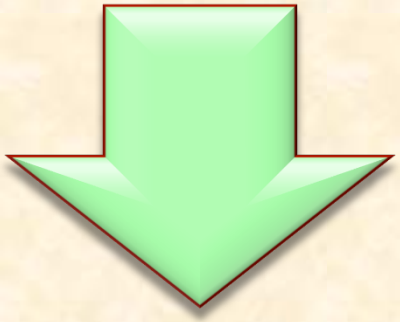
Zusammengesetzte Figuren



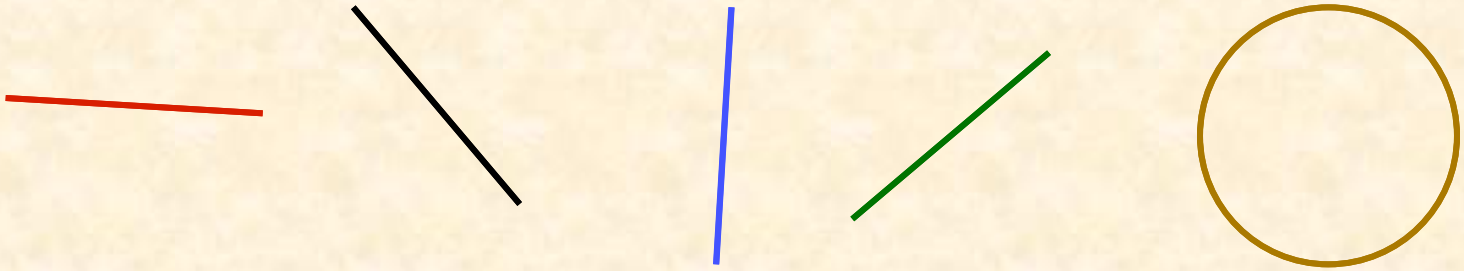




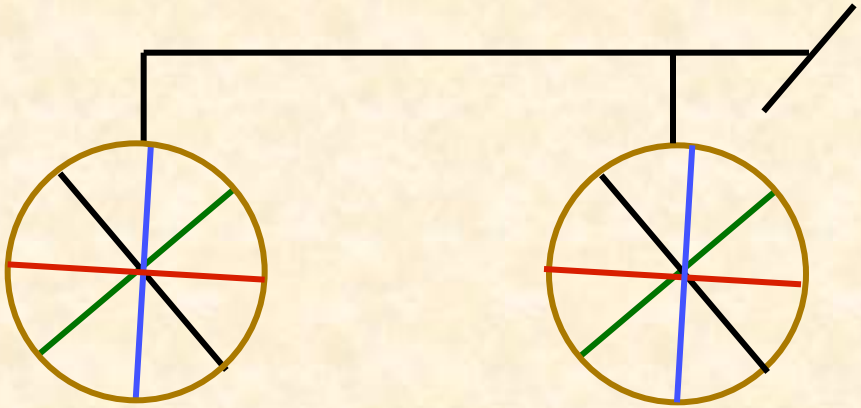




Mehrfachvererbung: Zusammengesetzte Figuren

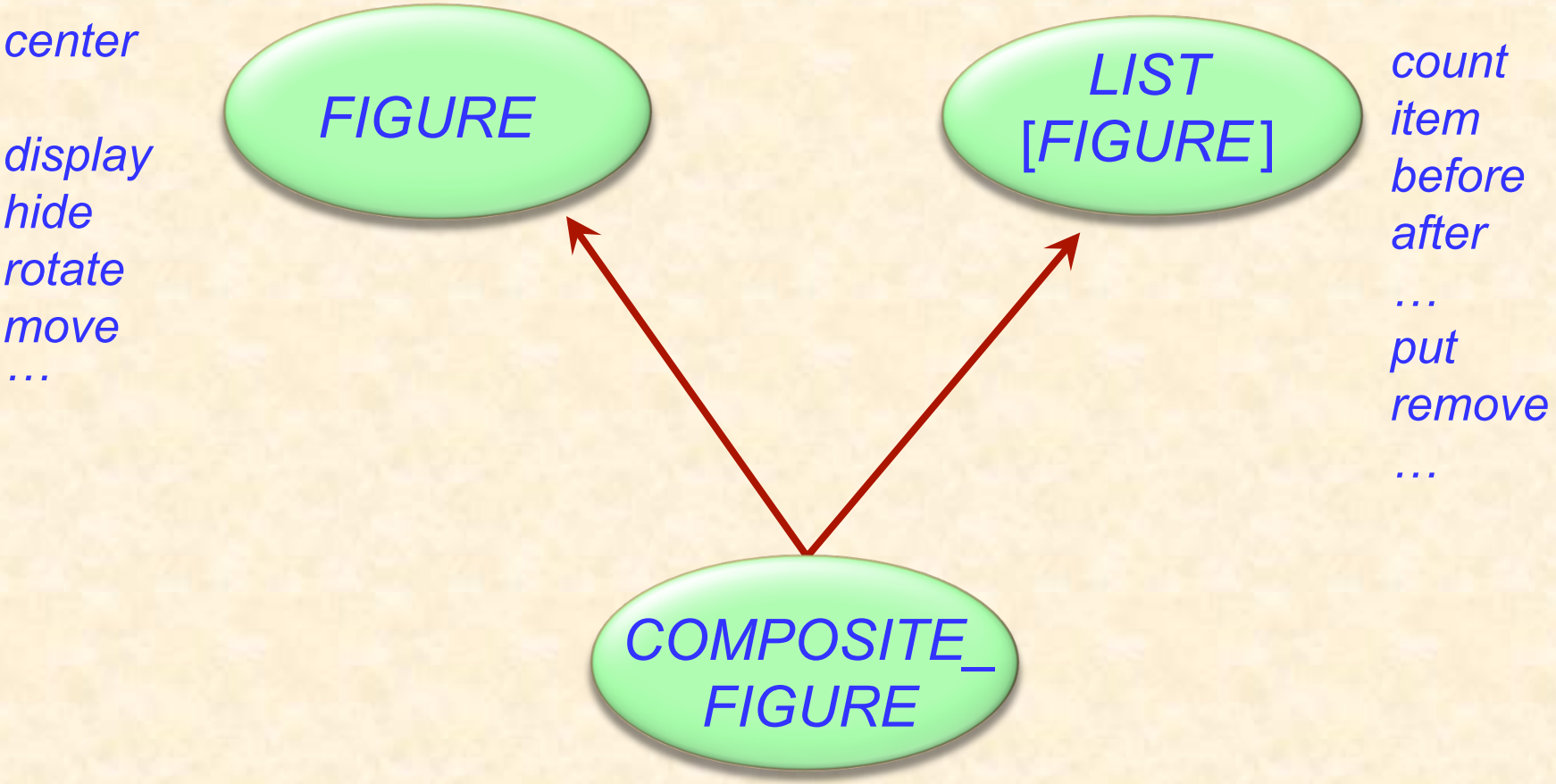


Einfache Figuren

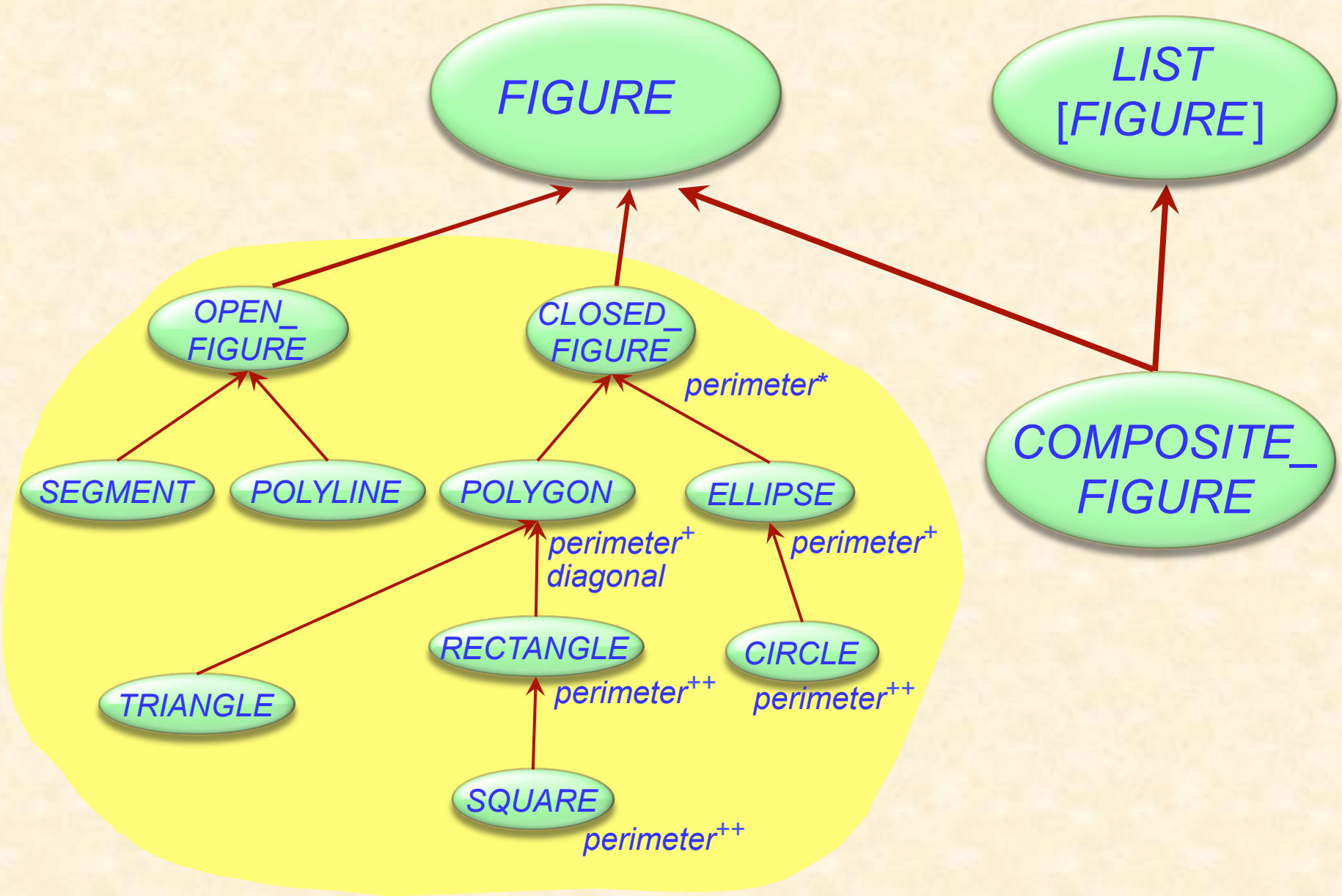


Eine zusammengesetzte Figur

Den Begriff der zusammengesetzten Figur definieren



In der allgemeinen Struktur

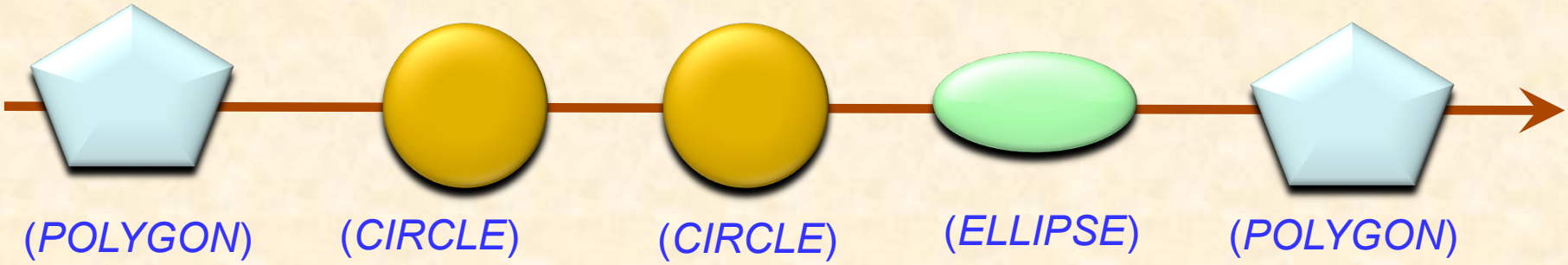


(Erinnerung) Mit polymorphen Datenstrukturen arbeiten

(aus Lektion 11)

```
bilder: LIST [FIGURE]
…
across bilder as c loop
        c.item.display
end
```

Dynamische Binden



(Erinnerung) Definition: Polymorphie, angepasst

(aus Lektion 11)

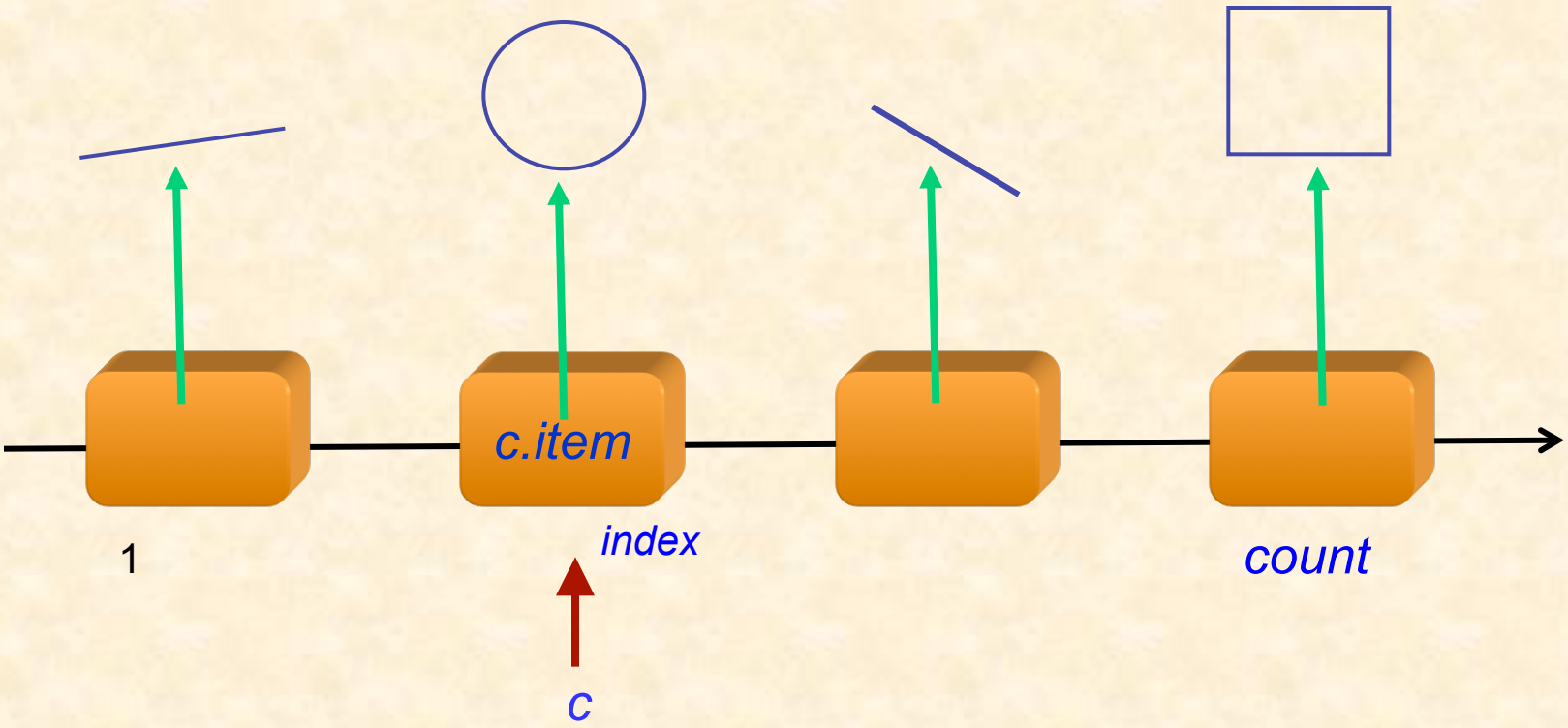
Eine **Bindung** (Zuweisung oder Argumentübergabe) ist **polymorph**, falls ihre Zielvariable und der Quellausdruck verschiedene Typen haben.

Eine **Entität** oder ein **Ausdruck** ist **polymorph**, falls sie/er zur Laufzeit — in Folge einer polymorphen Bindung — zu einem Objekt eines anderen Typs gebunden werden.

Eine **Container-Datenstruktur** ist **polymorph**, falls sie Referenzen zu Objekten verschiedener Typen enthalten kann.

Polymorphie ist die Existenz dieser Möglichkeiten.

Eine zusammengesetzte Figur als Liste



Zusammengesetzte Figuren

```
class COMPOSITE_FIGURE inherit
        FIGURE
        LIST [FIGURE]
feature
        display
                -- Jede einzelne Figur der Reihenfolge
                -- nach anzeigen.
        do
                across Current as c loop
                        c.item.display
                end
        end
        ... Ähnlich für move, rotate etc. ...
end
```

Benötigt dynamisches Binden

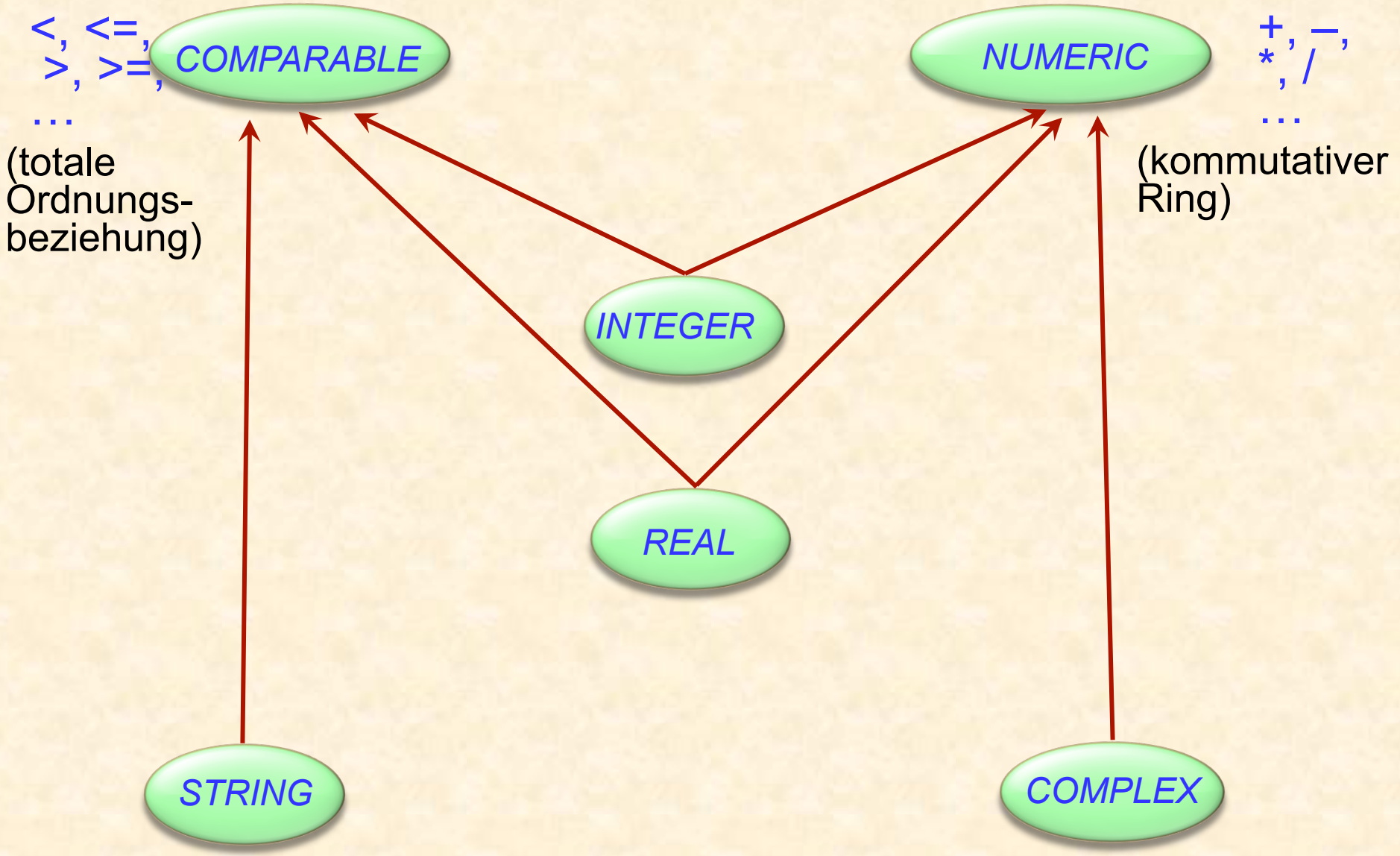
Eine Abstraktionsebene höher gehen

Eine einfachere Form der Prozeduren *display*, *move* etc. kann durch den Gebrauch von Iteratoren erreicht werden.

Benutzen Sie dafür Agenten

Wir werden diese in ein paar Wochen behandeln (aber Sie dürfen das Kapitel gerne schon im Voraus lesen)

Mehrfachvererbung: Abstraktionen kombinieren



Die Lösung von Java und C#

Keine Mehrfachvererbung für Klassen

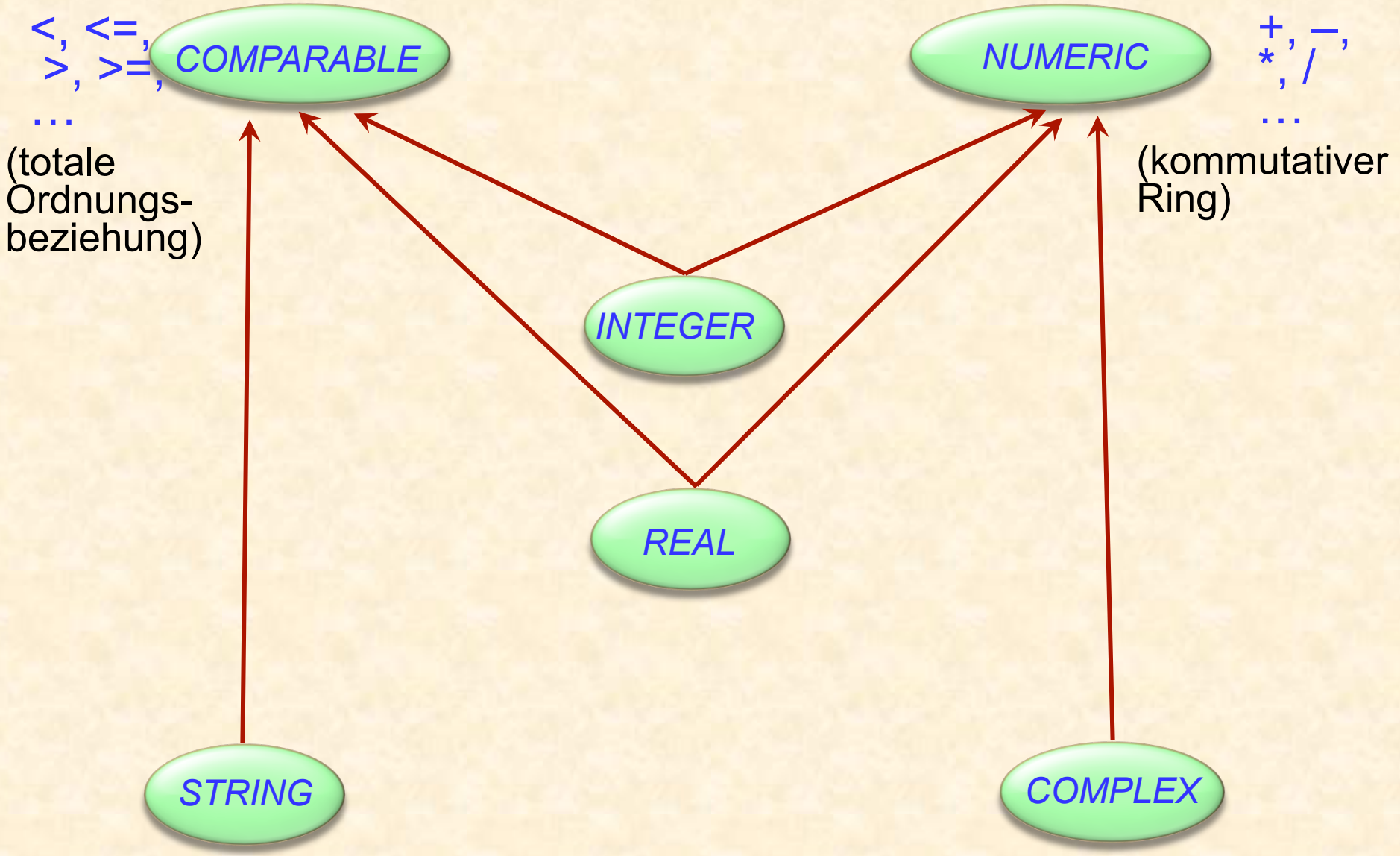
“Interface”: Nur Spezifikationen (aber ohne Verträge)

- Ähnlich wie komplett aufgeschobene Klassen (ohne wirksame Features)

Eine Klasse kann:

- Von höchstens einer Klasse erben
- Von beliebig vielen Schnittstellen erben

Mehrfachvererbung: Abstraktionen kombinieren



Wie schreiben wir die Klasse *COMPARABLE*?

```
deferred class COMPARABLE feature

    less alias "<" (x : COMPARABLE [G ]): BOOLEAN
        deferred
        end

    less_equal alias "<=" (x : COMPARABLE [G ]): BOOLEAN
        do
            Result := (Current < x or (Current ~ x))
        end

    greater alias ">" (x : COMPARABLE [G ]): BOOLEAN
        do Result := (x  < Current) end

    greater_equal alias ">=" (x : COMPARABLE [G ]): BOOLEAN
        do Result := (x  <= Current) end
end
```

Die Moral dieses Beispiels

Typisches Beispiel für ein *lückenhaftes Programm*

Wir brauchen das volle Spektrum von vollständig abstrakten (aufgeschobenen) Klasse bis zu komplett implementierten Klassen

Mehrfachvererbung hilft uns, Abstraktionen zu kombinieren

Ein typisches Beispiel aus der Eiffel-Bibliothek

class *ARRAYED_LIST* [*G*] **inherit**

LIST [*G*]

ARRAY [*G*]

feature

… Implementiere *LIST* -Features mit *ARRAY*-Features …

end

For example:

```
i_th (i : INTEGER ): G
        -- Element mit Index `i'.
    do
        Result := item (i)
    end
```

Feature von *ARRAY*

Man könnte auch Delegation benutzen…

class *ARRAYED_LIST* [*G*] **inherit**

LIST [*G*]

feature

rep : *ARRAY* [*G*]

… Implementiere *LIST* –Features mit *ARRAY*-Features, auf *rep* angewendet…

end

Beispiel:

```
i_th (i : INTEGER ): G
                    -- Element mit Index `i'.
        do
                    Result := rep.item (i)
        end
```

Nicht-konforme Vererbung

class

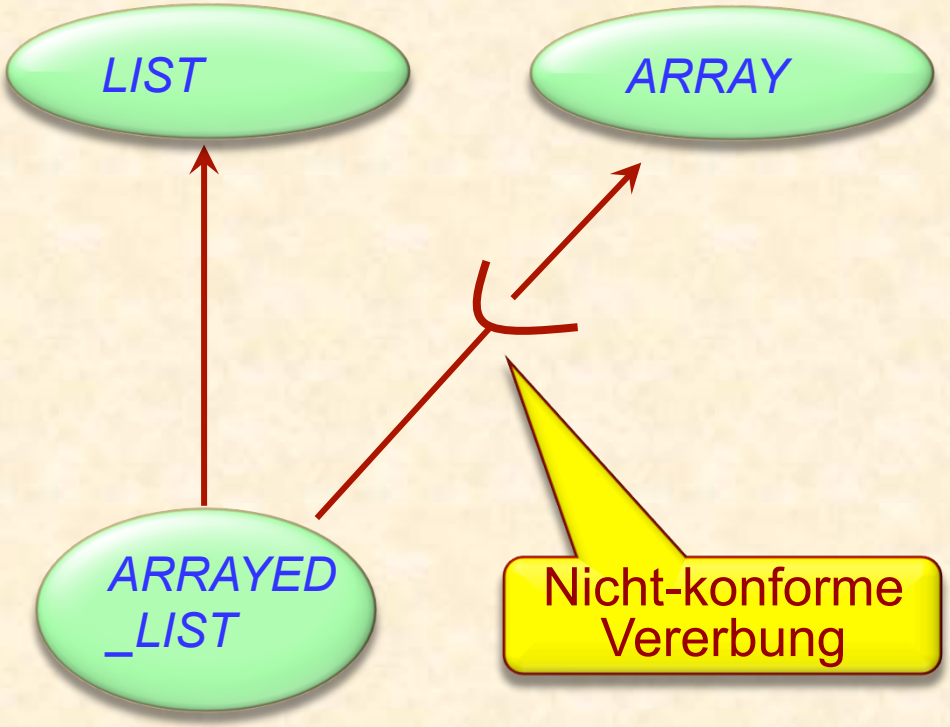
ARRAYED_LIST [*G*]

inherit

LIST [*G*]

inherit {*NONE*}

ARRAY [*G*]

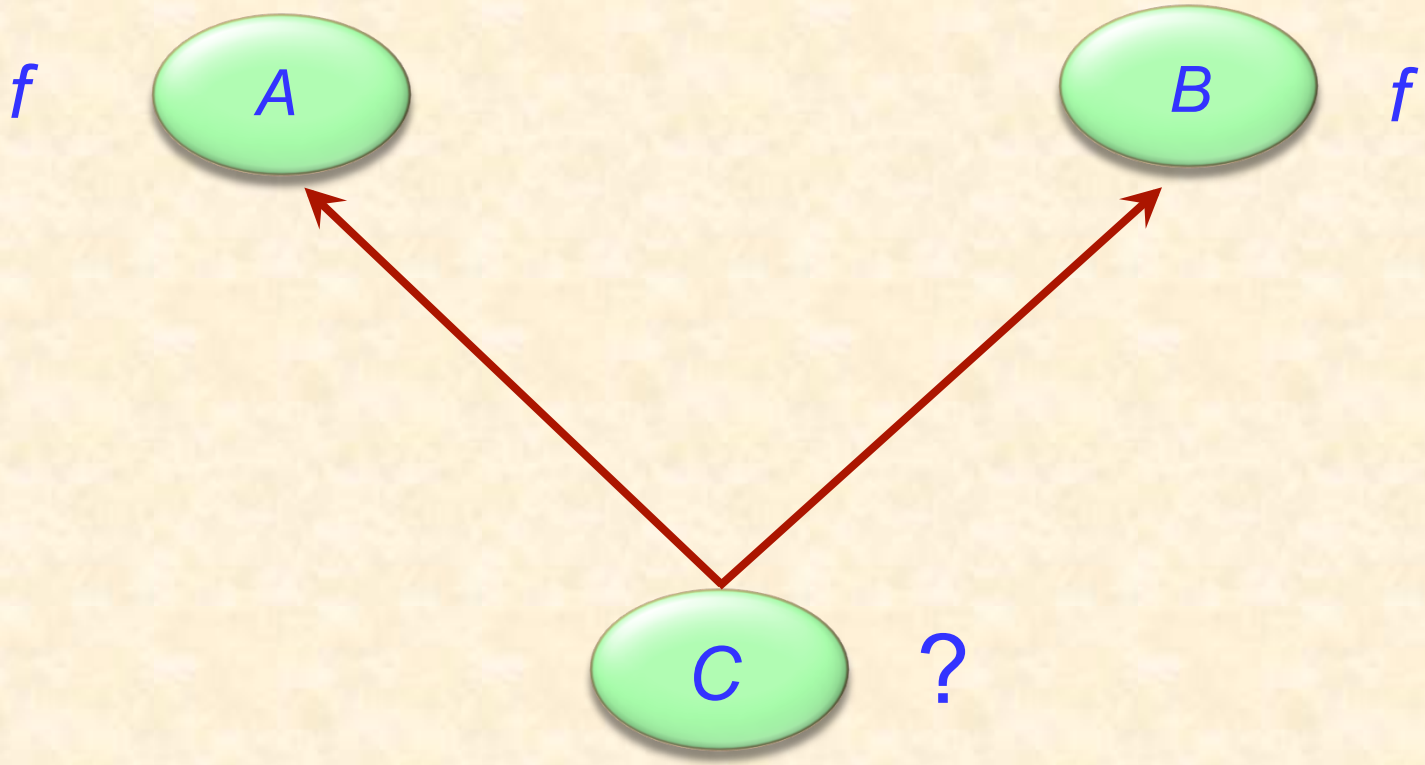


feature

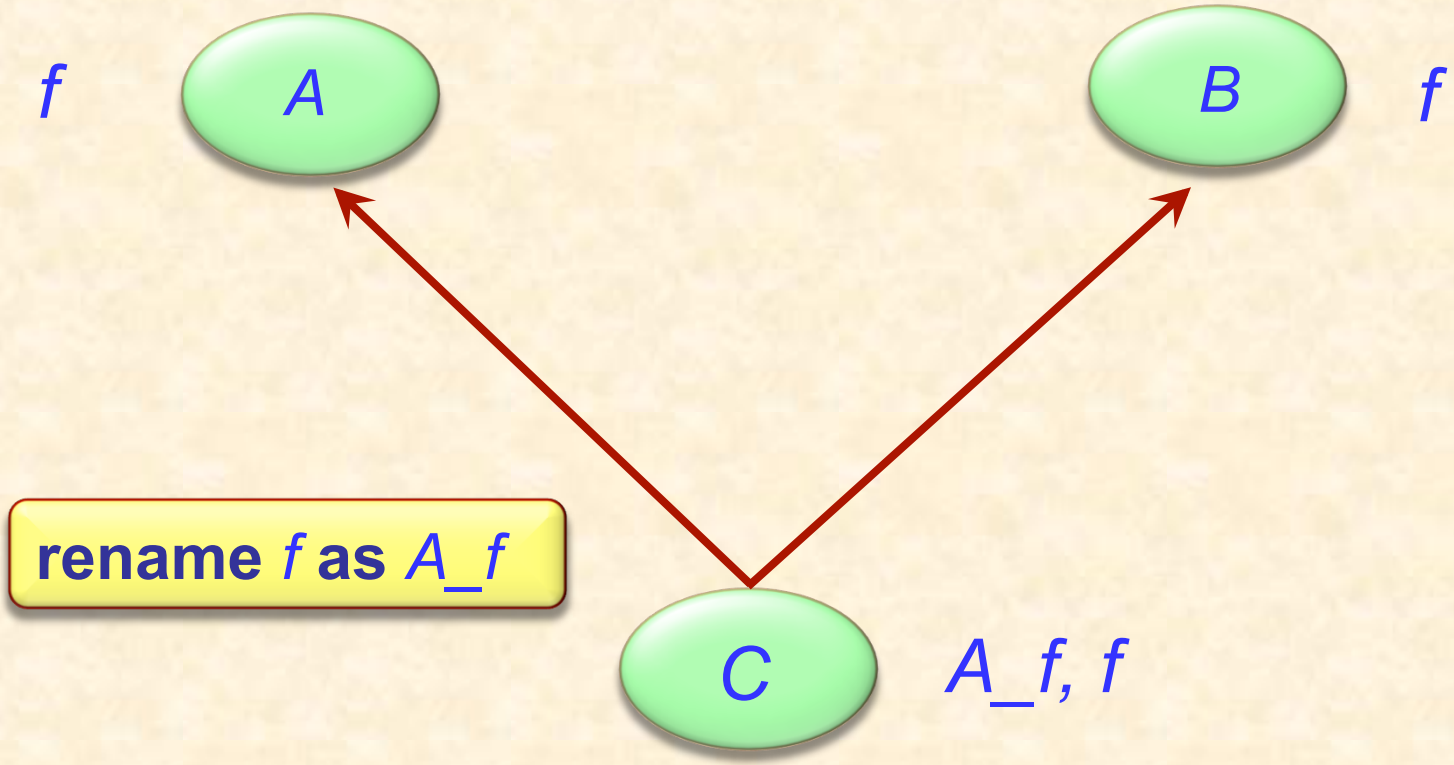
… Implementiere *LIST* -Features mit *ARRAY*-Features …

end

Mehrfachvererbung: Namenskonflikte



Namenskonflikte auflösen




```
class C inherit
        A rename f as A_f end
        B
...
```

Konsequenzen des Umbenennens

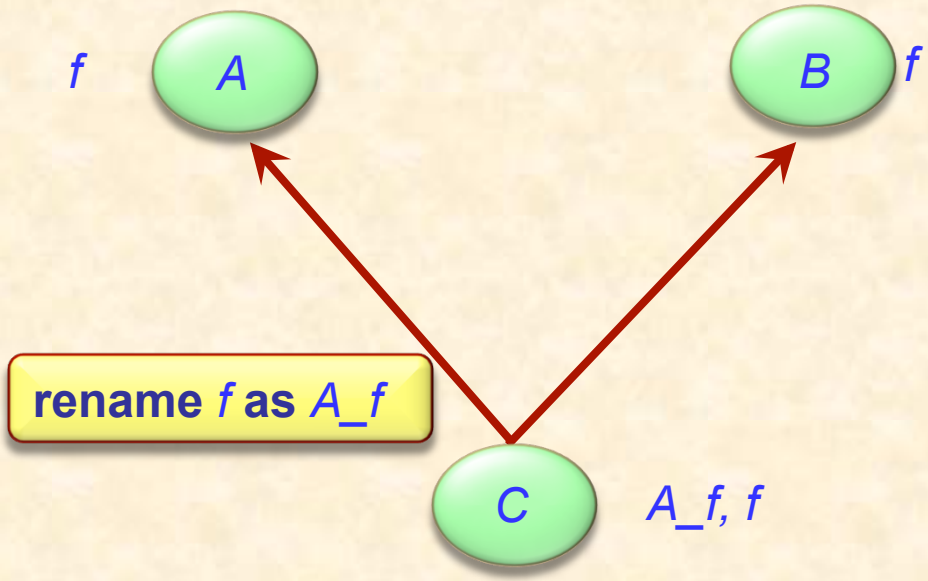
a1 : *A*
b1 : *B*
c1 : *C*
...

c1.*f*

c1.*A_f*

a1.*f*

b1.*f*



Ungültig:

- *a1*.*A_f*
- *b1*.*A_f*

Redefinition und Umbenennen

Redefinition ändert das Feature und behält seinen Namen

Umbenennen behält das Feature und ändert seinen Namen

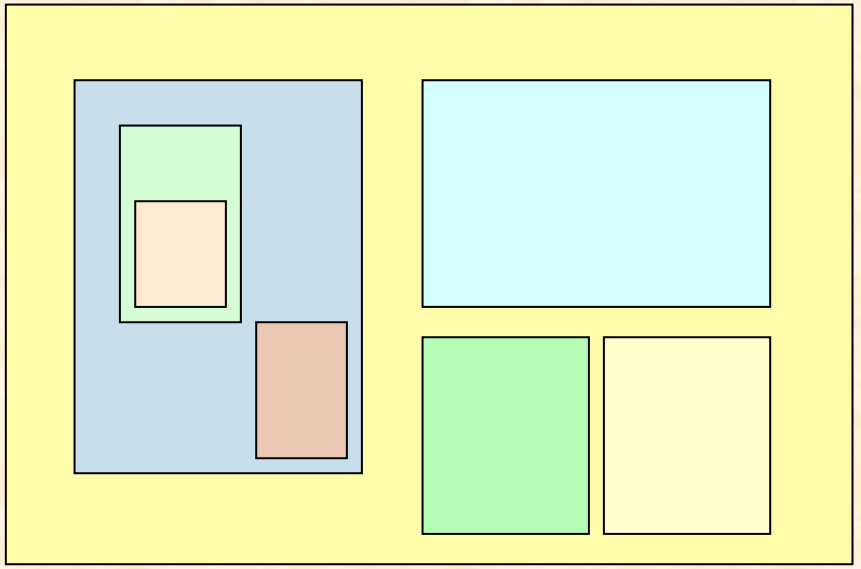
Es ist möglich beide zu kombinieren:

```
class B inherit
        A
                rename f as A_f
                redefine A_f
                end
...
```

Noch eine Anwendung von Umbenennungen

Eine (lokal) bessere Terminologie ermöglichen.

Beispiel: *child* (*TREE*); *subwindow* (*WINDOW*)

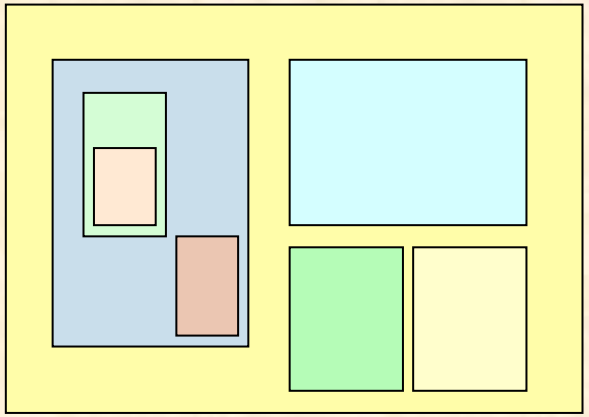


Umbenennungen, um die Terminologie zu verbessern

“Graphische” Features: *height, width, x, y, change_height, change_width, move...*

“Hierarchische” Features: *superwindow, subwindows, change_subwindow, add_subwindow...*

```
class WINDOW inherit
    RECTANGLE
    TREE [WINDOW]
        rename
            parent as superwindow,
            children as subwindows,
            add_child as add_subwindow
            ...
        end
feature
    ...
end
```



ABER: Siehe Stilregeln betreffend einheitlichen Featurenamen

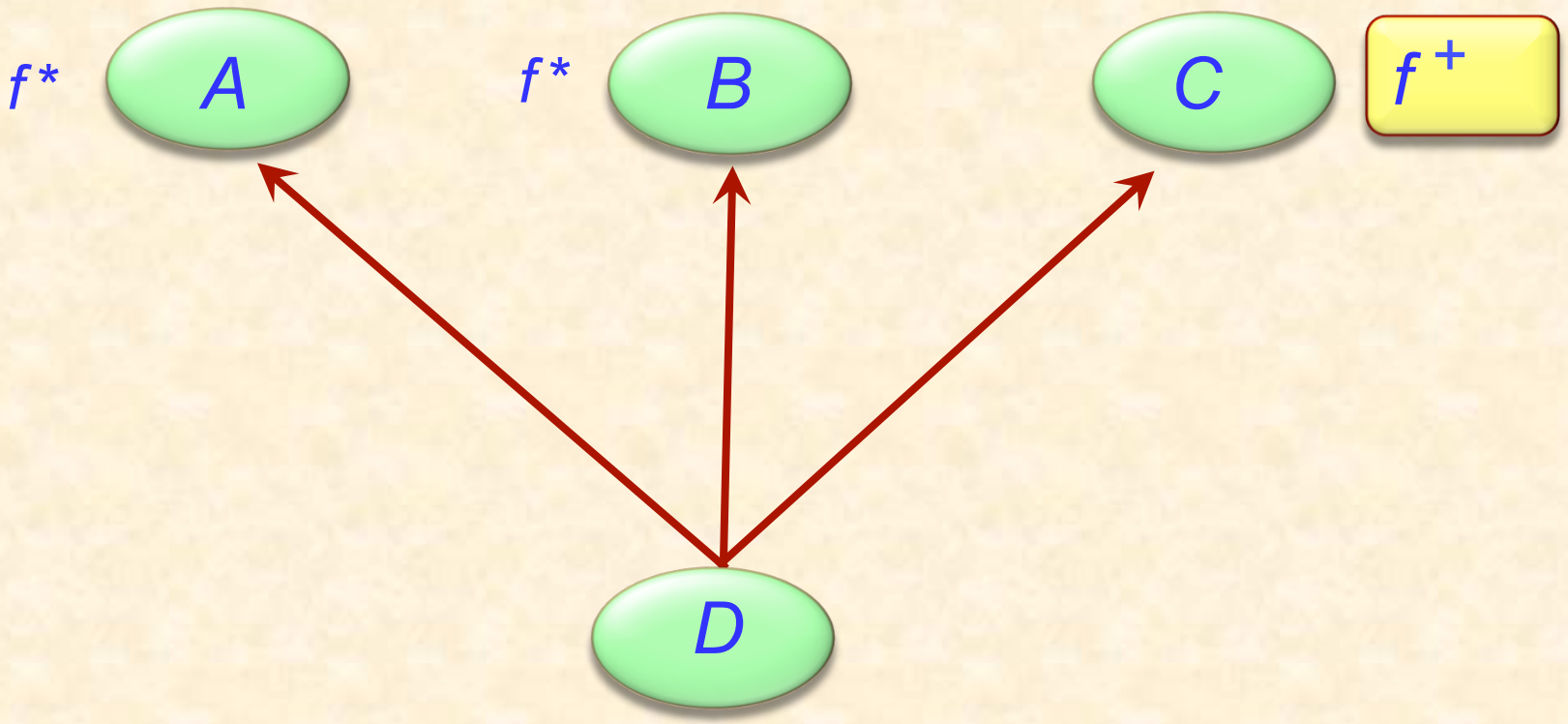
Sind alle Namenskonflikte schlecht?

Ein Namenskonflikt muss beseitigt werden, es sei denn, er geschieht:

- Durch wiederholte Vererbung (d.h. kein wirklicher Konflikt)

- Zwischen Features, von denen höchstens eines wirksam ist.
  (d.h. die übrigen sind aufgeschoben)

Features verschmelzen

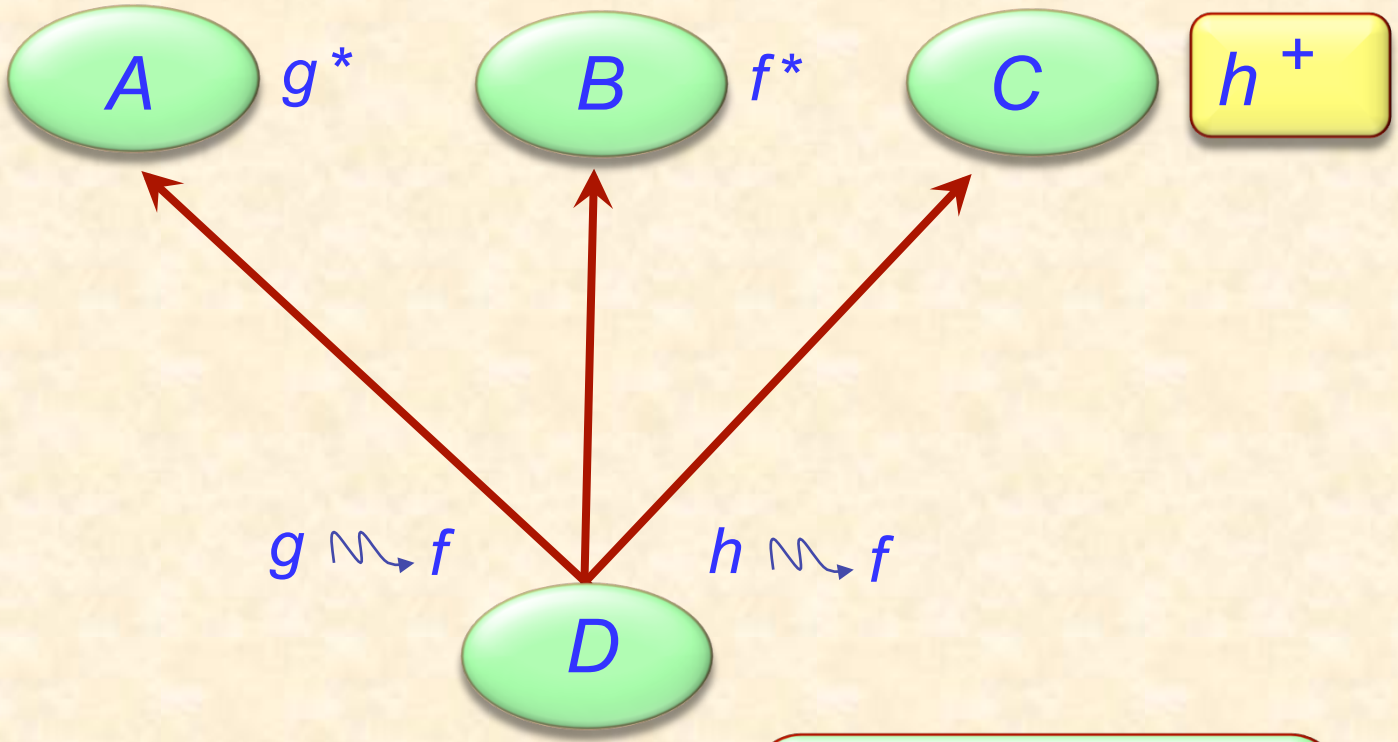


* aufgeschoben

\+ wirksam

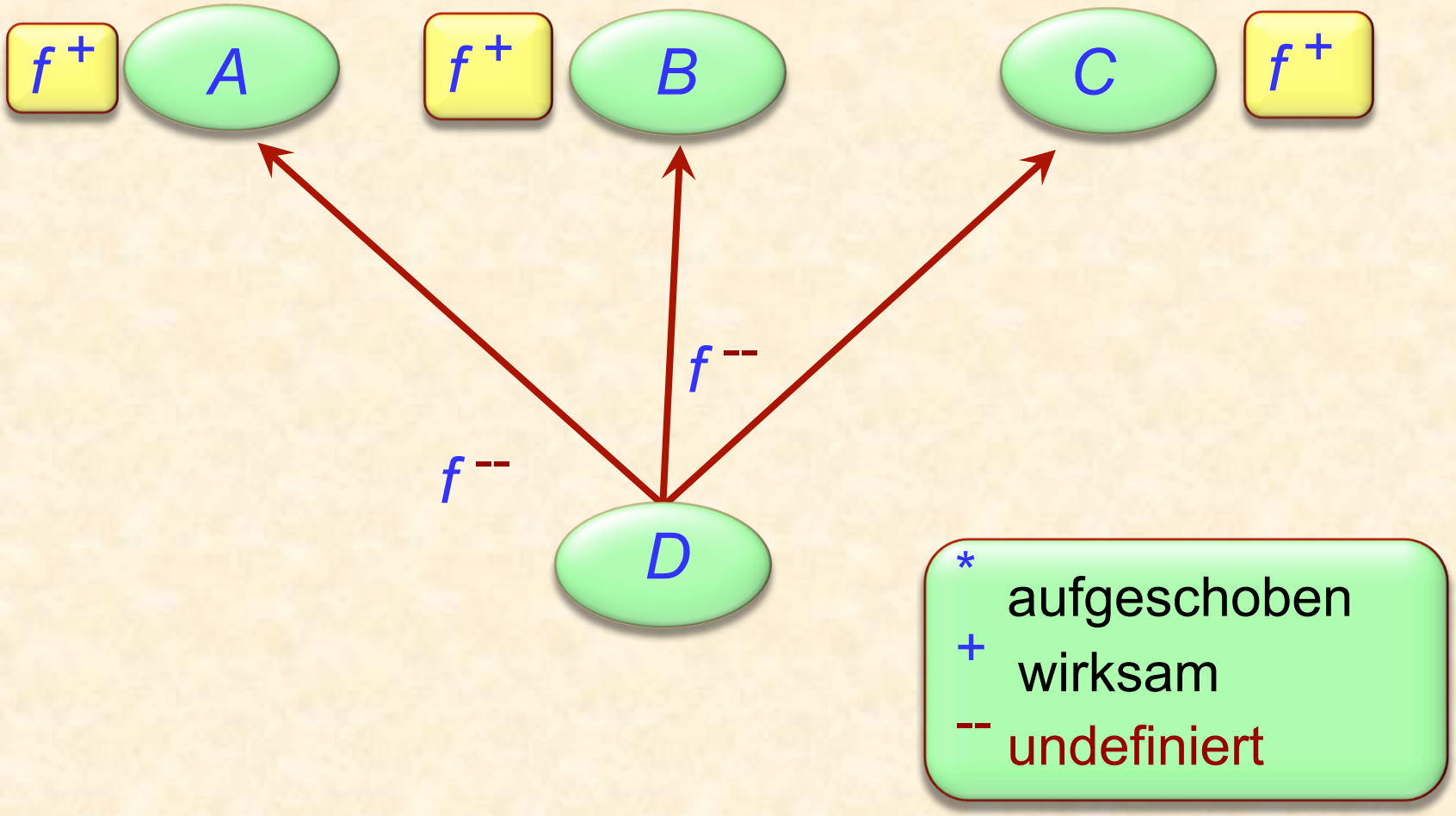
Features verschmelzen: Mit verschiedenen Namen

```
class
   D
inherit
   A
         rename
            g as f
         end
   B
   C
         rename
            h as f
         end
feature
   ...
end
```



* aufgeschoben
\+ wirksam
⇝ Umbenennung

Features verschmelzen: wirksame Features



Undefinition

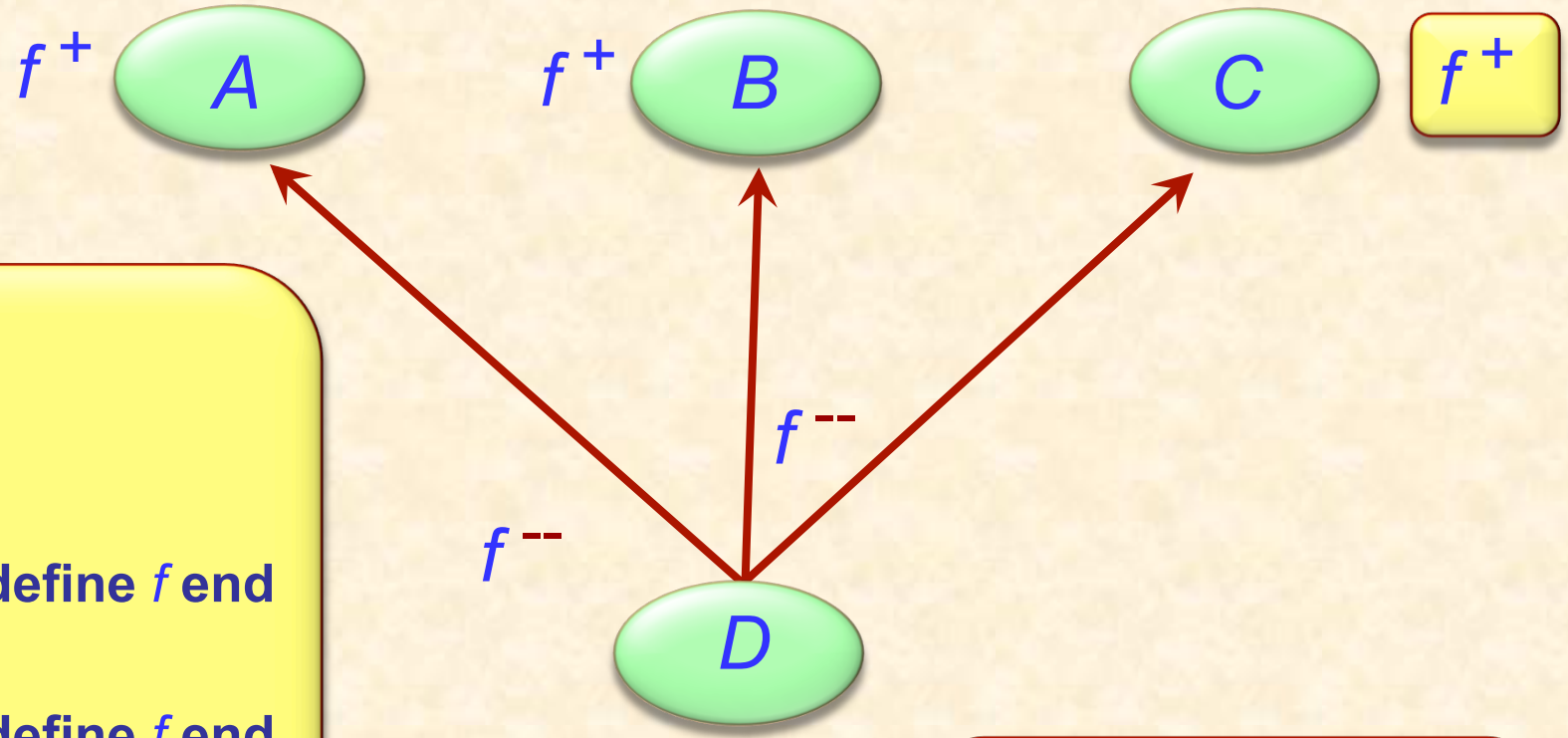
```
deferred class
    T
inherit
    S
        undefine f end

feature

        ...

end
```

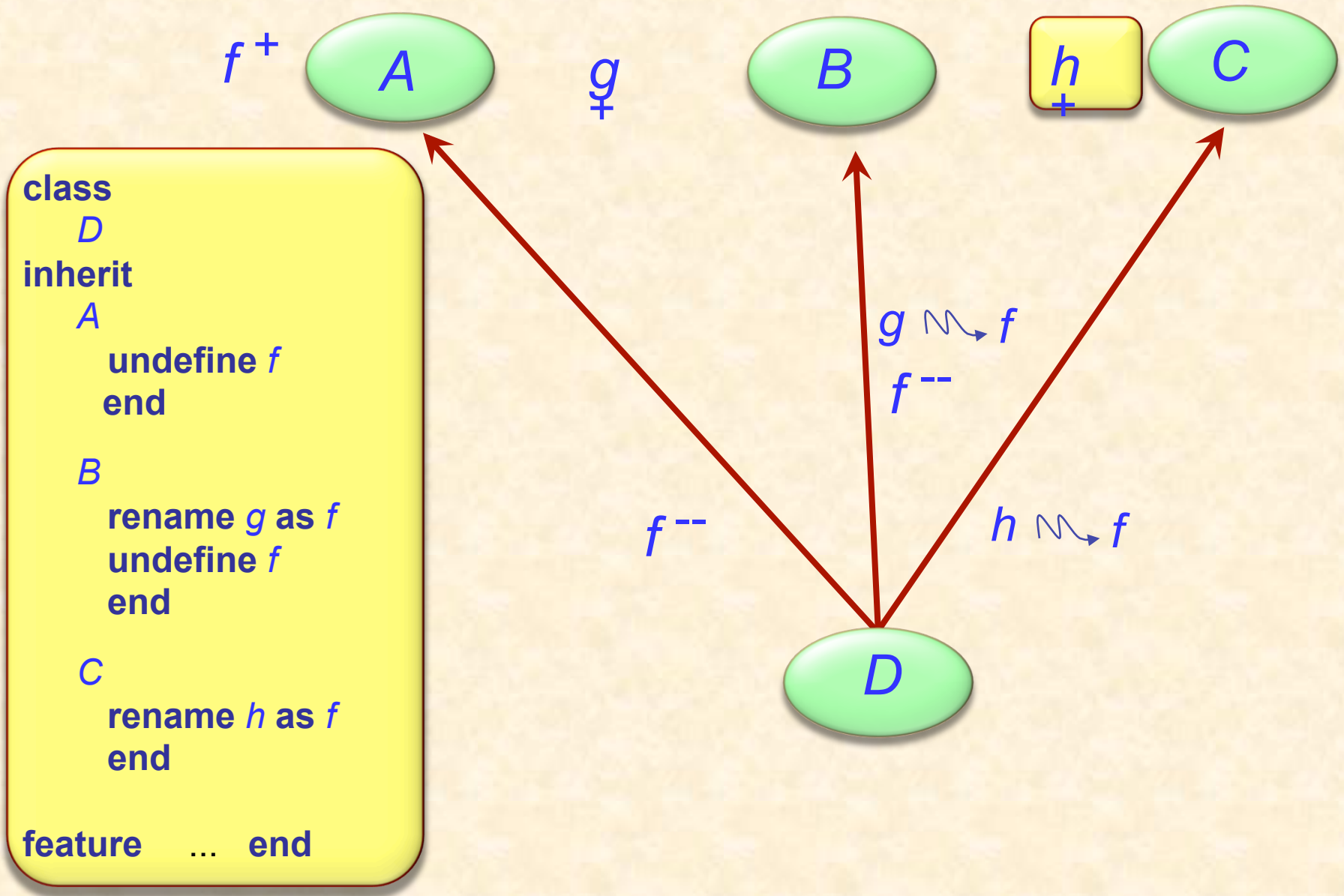
Verschmelzen durch Undefinition




```
class
    D
inherit
    A
        undefine f end
    B
        undefine f end
    C
feature
        ...
end
```

* aufgeschoben
\+ wirksam
-- undefiniert

Verschmelzen von Features mit unterschiedlichen Namen



Akzeptable Namenskonflikte

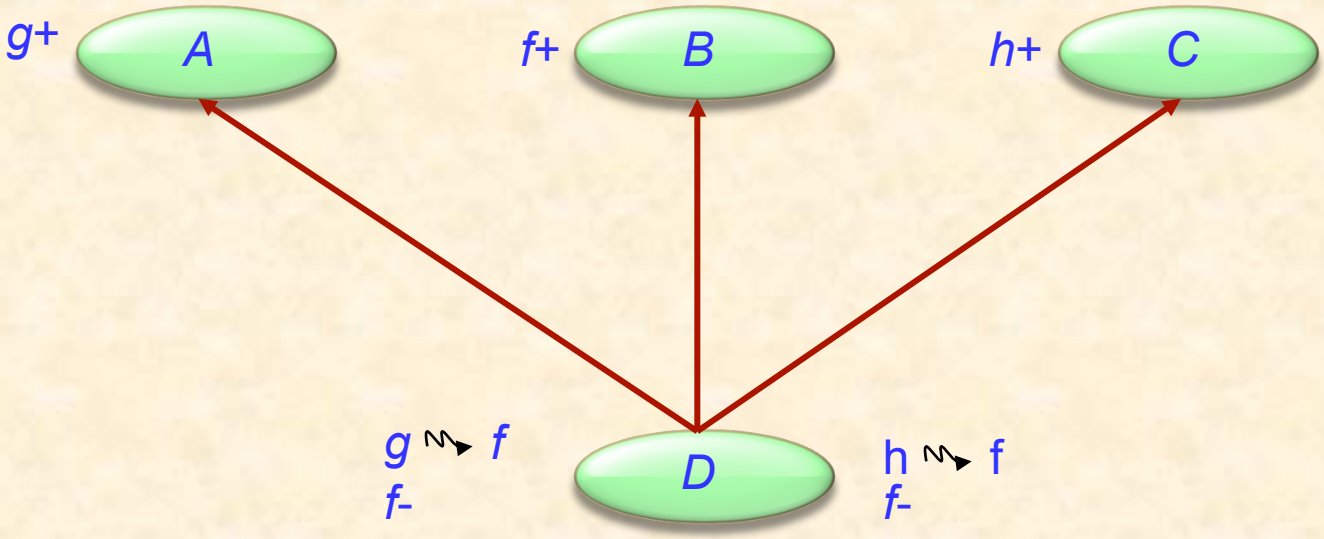
Wenn geerbte Features alle den gleichen Namen haben, besteht kein schädlicher Namenskonflikt, falls:

- Sie alle eine kompatible Signatur haben
- Maximal eines von ihnen wirksam ist

Die Semantik eines solchen Falls:

- Alle Features zu einem verschmelzen
- Falls es ein wirksames Feature gibt, wird dessen Implementierung übernommen

Verschmelzung von Features: wirksame Features

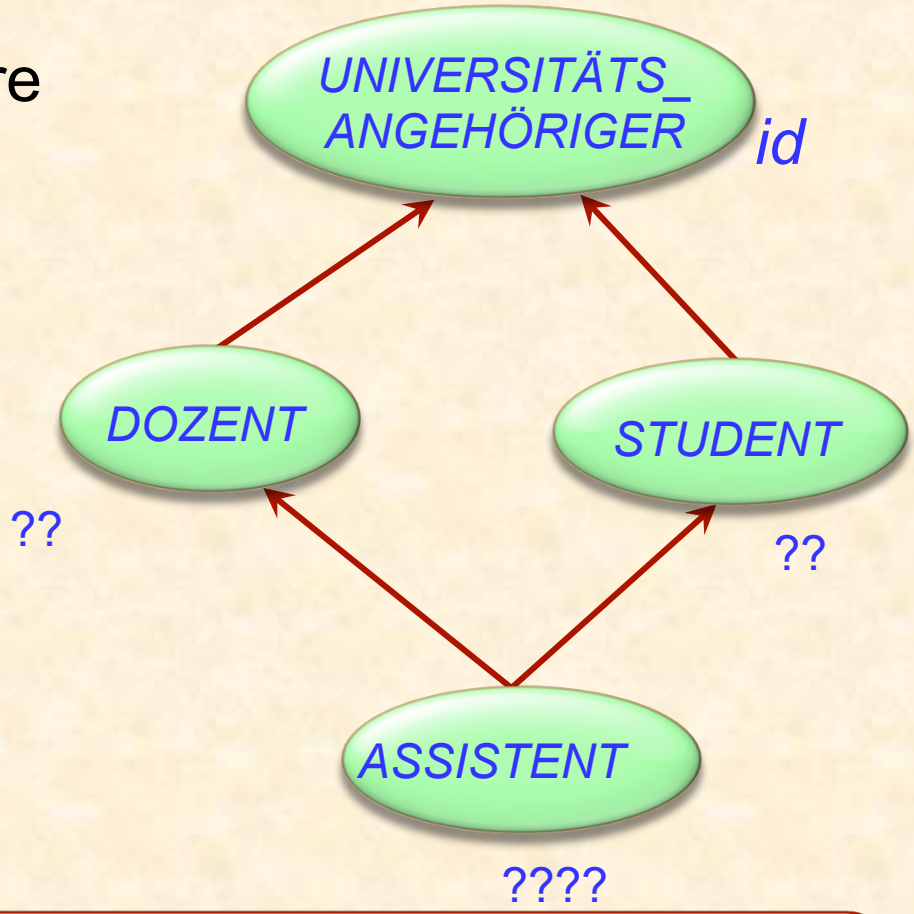


a1: *A*	*b1*: *B*	*c1*: *C*	*d1*: *D*
a1.g	*b1.f*	*c1.h*	*d1.f*

Ein Spezialfall der Mehrfachvererbung

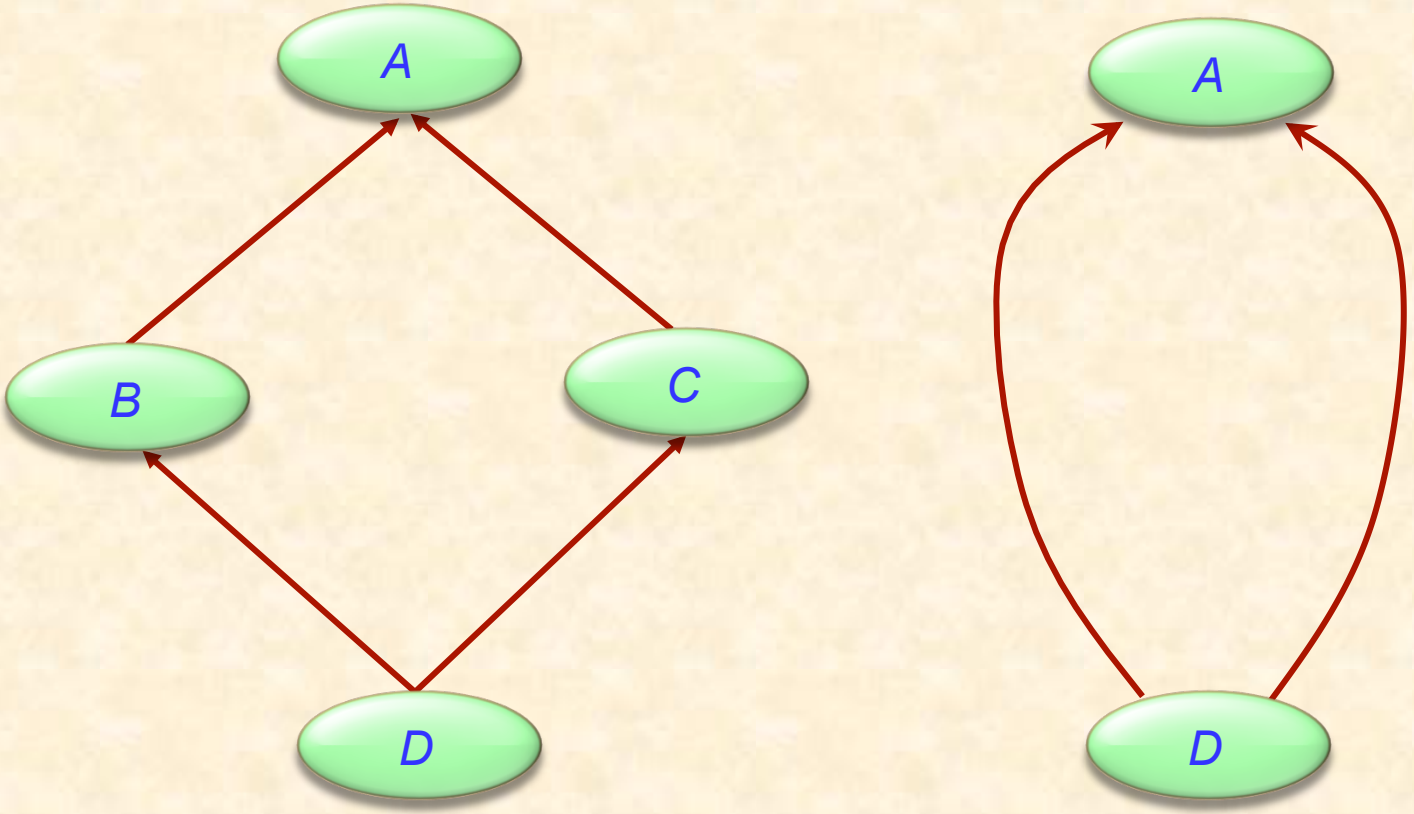
Mehrfachvererbung ermöglicht einer Klasse, zwei oder mehrere Vorfahren zu haben

Beispiel: *ASSISTENT* erbt von *DOZENT* und *STUDENT*



Dieses Beispiel bedingt wiederholte Vererbung: eine Klasse ist ein Nachkomme einer anderen Klasse in mehr als einer Art (durch mehr als einen Pfad)

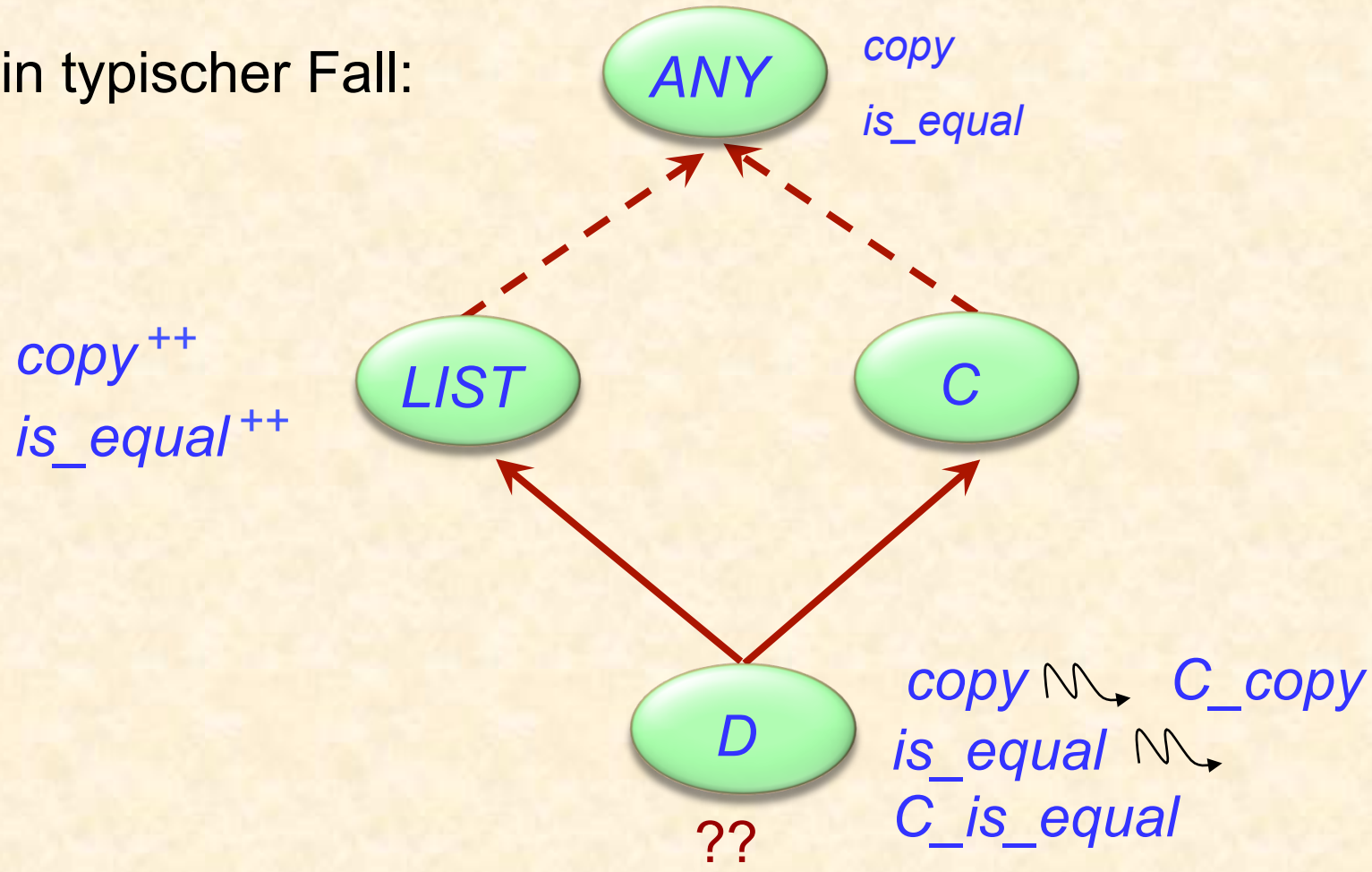
Indirekt und direkt wiederholte Vererbung



Auch als «Diamant des Todes» bekannt

Mehrfachvererbung ist auch wiederholte Vererbung

Ein typischer Fall:



Akzeptable Namenskonflikte

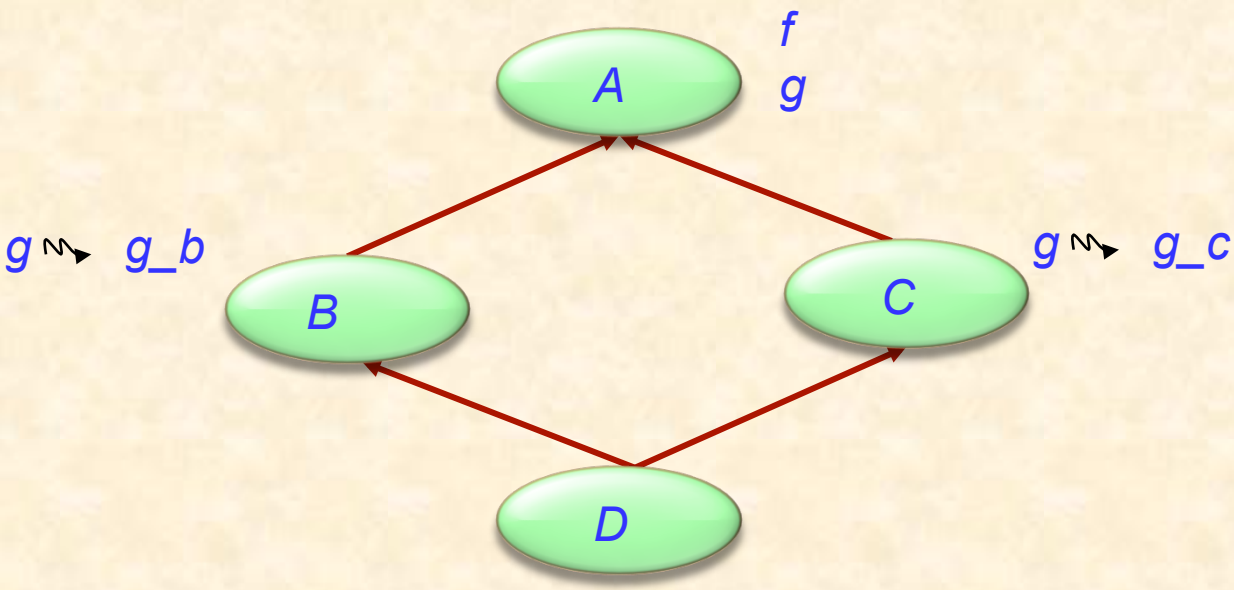
Wenn geerbte Features alle den gleichen Namen haben, besteht kein schädlicher Namenskonflikt, falls:

- Sie alle eine kompatible Signatur haben
- Maximal eines von ihnen wirksam ist

Die Semantik eines solchen Falls:

- Alle Features zu einem verschmelzen
- Falls es ein wirksames Feature gibt, wird dessen Implementierung übernommen

Teilen und Abgleichung



Features, wie z.B. *f*, die auf ihren Vererbungspfaden nicht umbenannt wurden, werden geteilt (*shared*).

Features, wie z.B. *g*, die unter unterschiedlichem Namen geerbt werden, werden vervielfältigt (*replicated*).

Wann ist ein Namenskonflikt akzeptabel?

(Konflikt zwischen *n* direkten oder geerbten Features derselben Klasse. Alle Features haben denselben Namen)

- Sie müssen alle kompatible Signaturen haben.
- Falls mehr als eines wirksam ist, müssen diese alle vom gleichen Vorfahren (durch wiederholte Vererbung) abstammen.

Der Bedarf nach „select“

Eine mögliche Doppeldeutigkeit entsteht durch Polymorphie und dynamisches Binden:

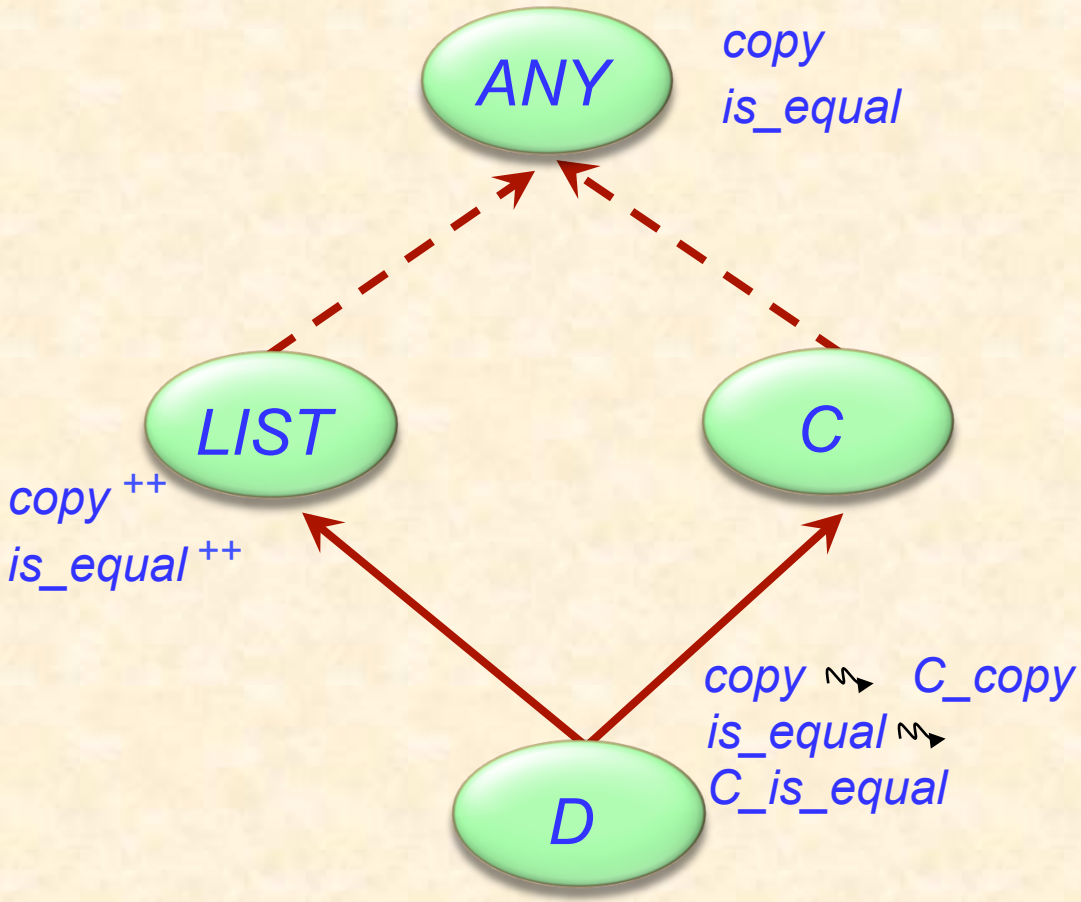
a1 : *ANY*

d1 : *D*

…

a1 := *d1*

a1.*copy* (…)



Die Doppeldeutigkeit auflösen

```
class
        D
inherit
        LIST [T]
                select
                        copy,
                        is_equal
                end

        C
                rename
                        copy as C_copy,
                        is_equal as C_is_equal,
                                ...
                end
```

Was wir gesehen haben

Einige Spielchen, die man mit Vererbung spielen kann:

- Mehrfachvererbung
- Verschmelzen von Features
- Wiederholte Vererbung