



Einführung in die Programmierung

Prof. Dr. Bertrand Meyer

Lektion 14: Mehrfachvererbung



Gegeben sind die Klassen

➤ EISENBAHNWAGEN, RESTAURANT

Wie würden Sie eine Klasse SPEISEWAGEN implementieren?



Separate Abstraktionen kombinieren:

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

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:

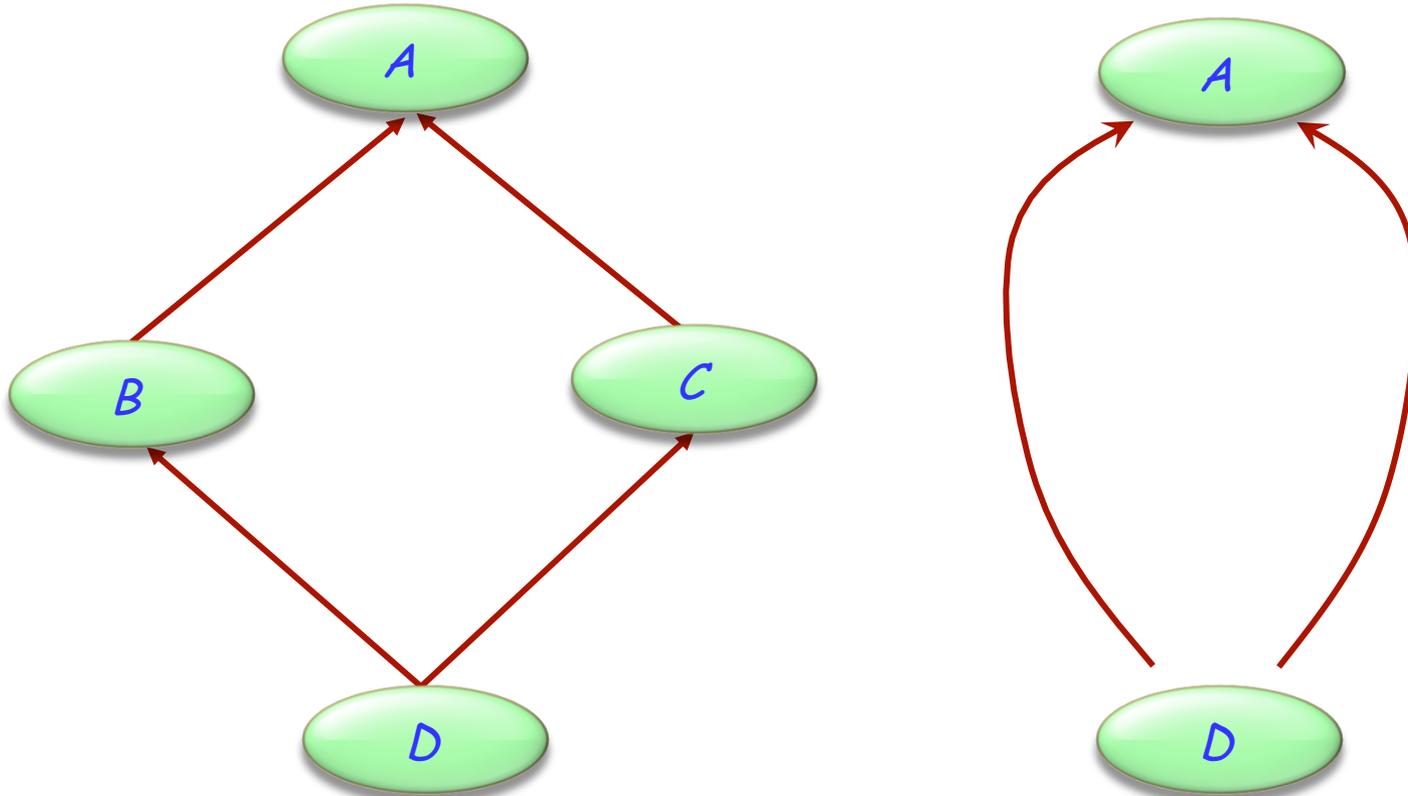


Object-oriented programming would become a mockery of itself if it had to renounce multiple inheritance.



)

Dies ist **wiederholte** Vererbung, nicht Mehrfachvererbung

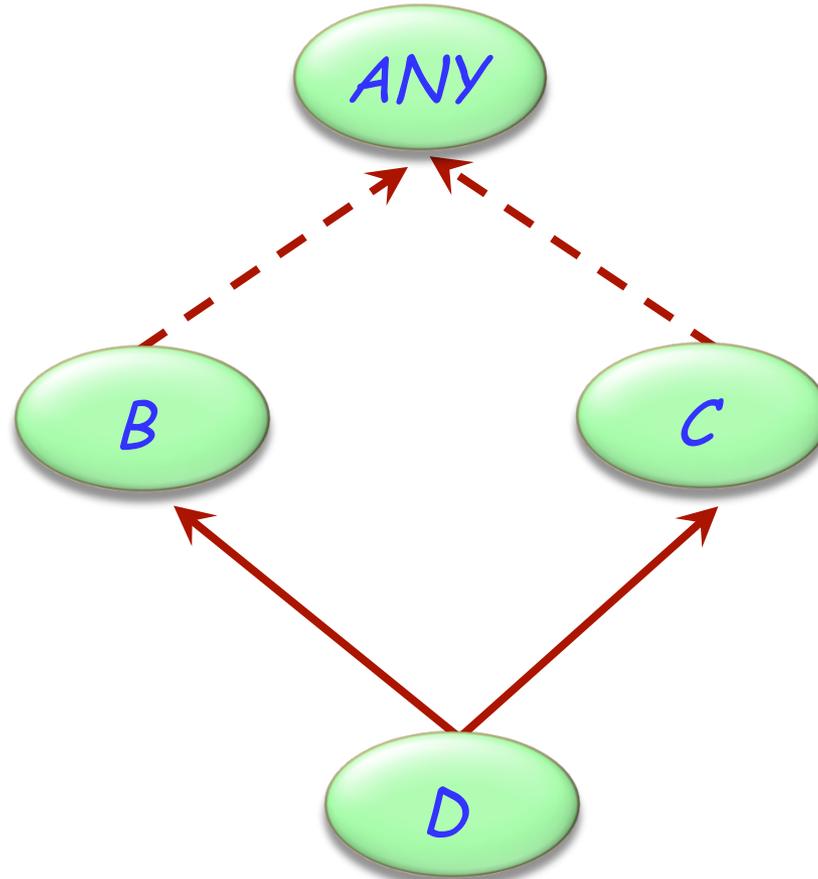


Nicht der allgemeine Fall
(Obwohl es häufig vorkommt; warum?)

Implizite wiederholte Vererbung



In Eiffel, vierfache Vererbung verursacht wiederholte Vererbung:



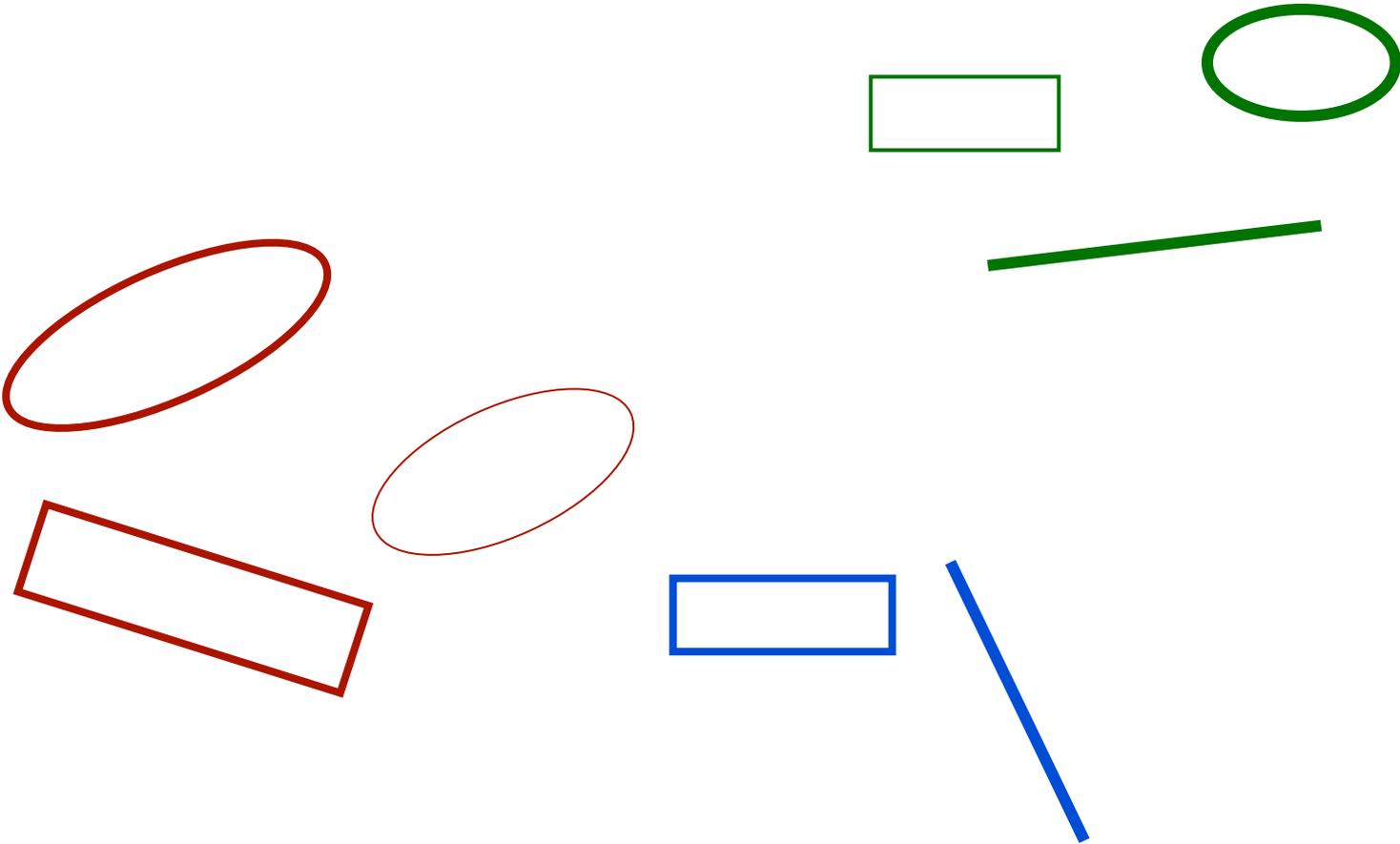


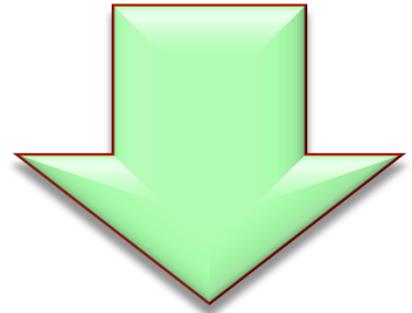
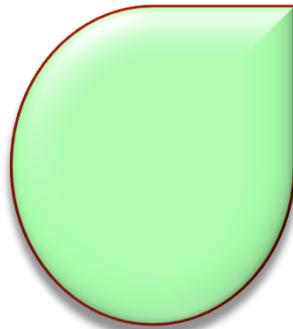
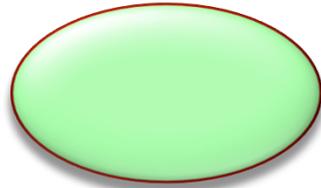
Dieser Teil der Vorlesung orientiert sich an Eiffel

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

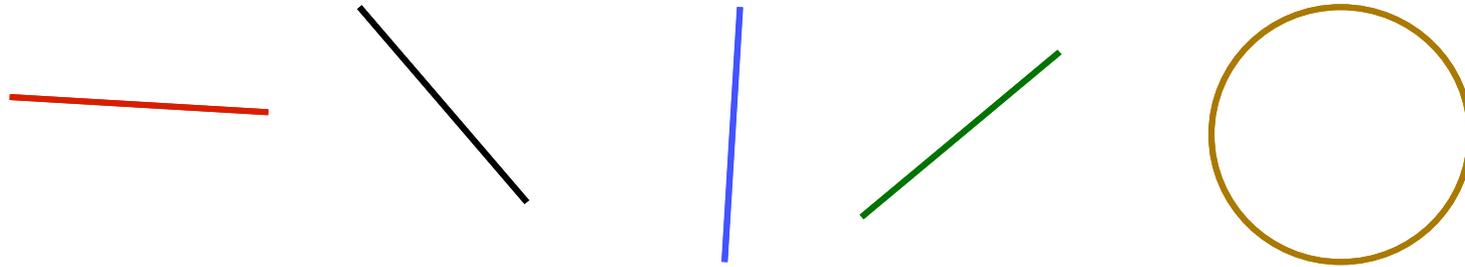
C++ hat unterstützt ebenfalls Mehrfachvererbung, aber ich werde nicht versuchen, diese zu beschreiben.

Zusammengesetzte Figuren

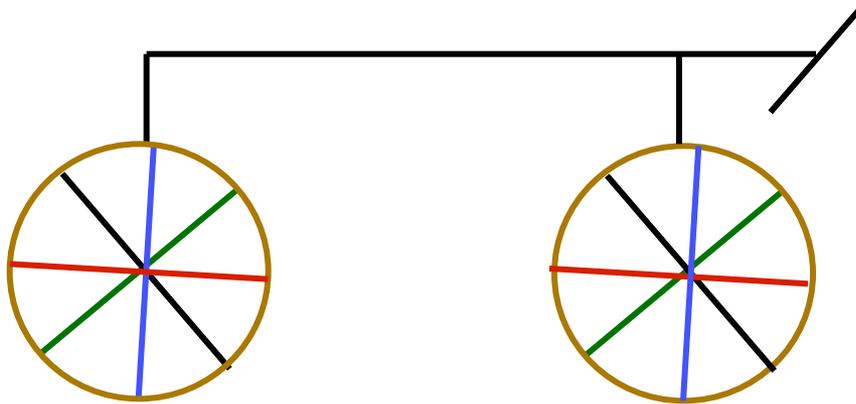




Mehrfachvererbung: Zusammengesetzte Figuren



Einfache Figuren

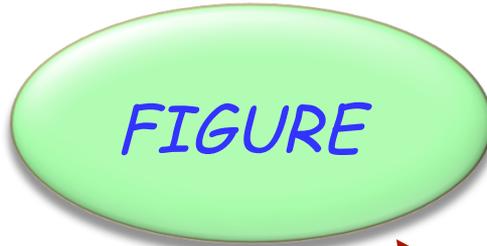


Eine zusammengesetzte Figur

Den Begriff der zusammengesetzten Figur definieren



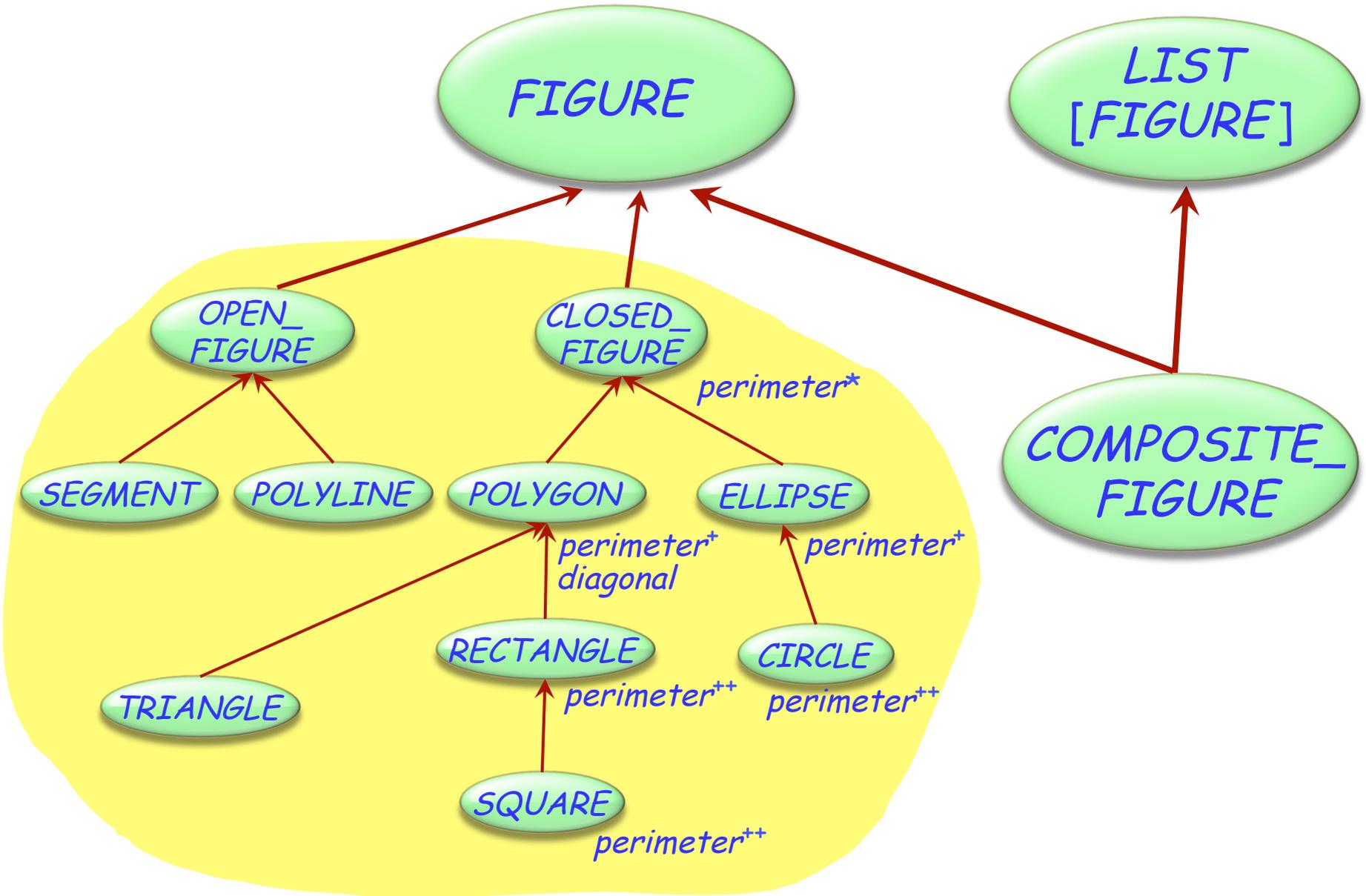
center
display
hide
rotate
move
...



count
item
before
after
...
put
remove
...



In der allgemeinen Struktur



(Erinnerung) Mit polymorphen Datenstrukturen arbeiten



(aus Lektion 11)

```
bilder: LIST [FIGURE]
```

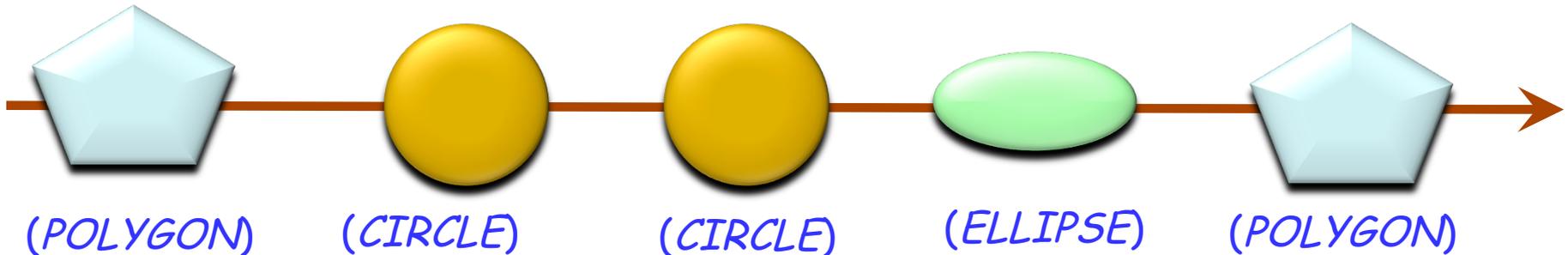
...

```
across bilder as c loop
```

```
  c.item.display
```

```
end
```

Dynamische Binden



(Erinnerung) Definition: Polymorphie, angepasst



(aus Lektion 11)

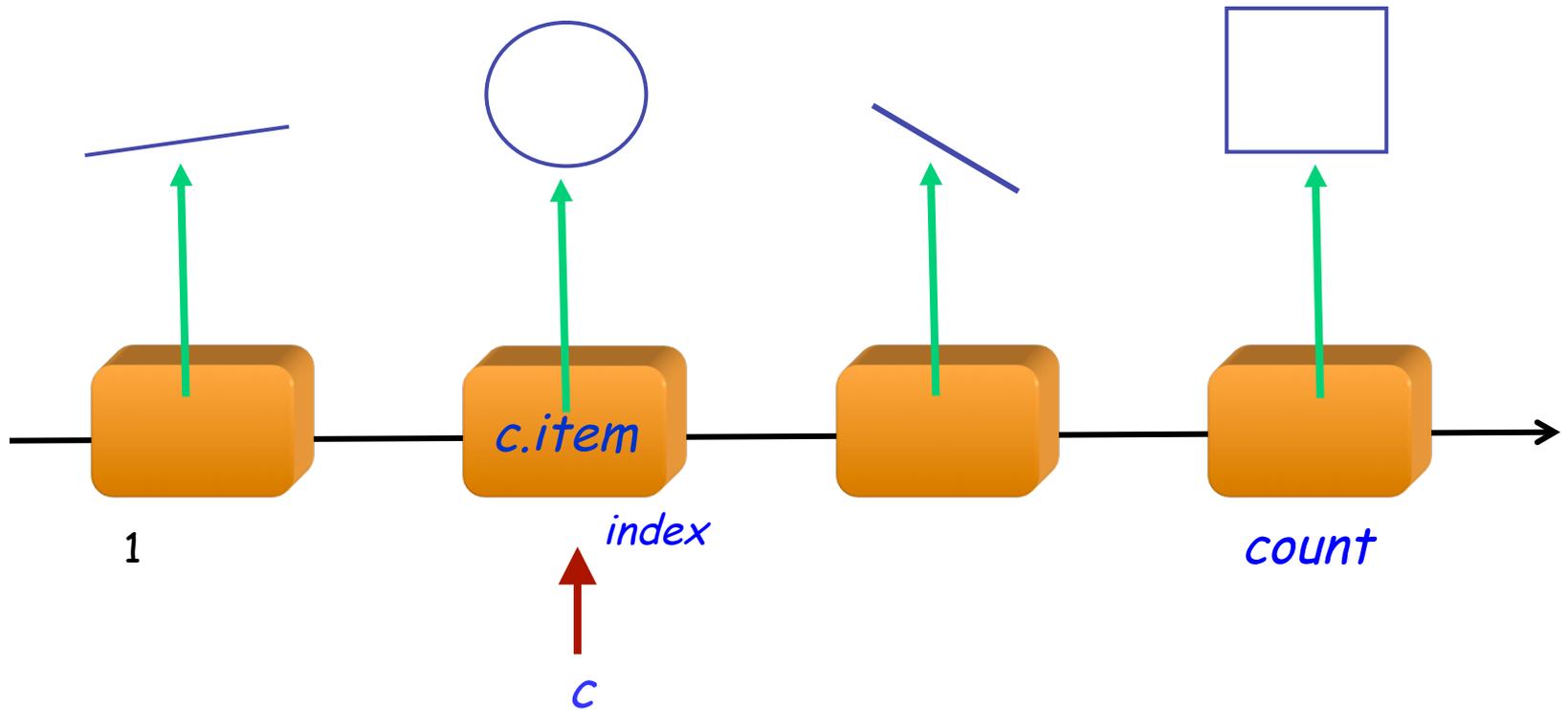
Eine **Bindung** (Zuweisung oder Argumentübergabe) ist **polymorph**, falls ihre Zielvariable und der Quellausdruck verschiedene Typen haben.

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

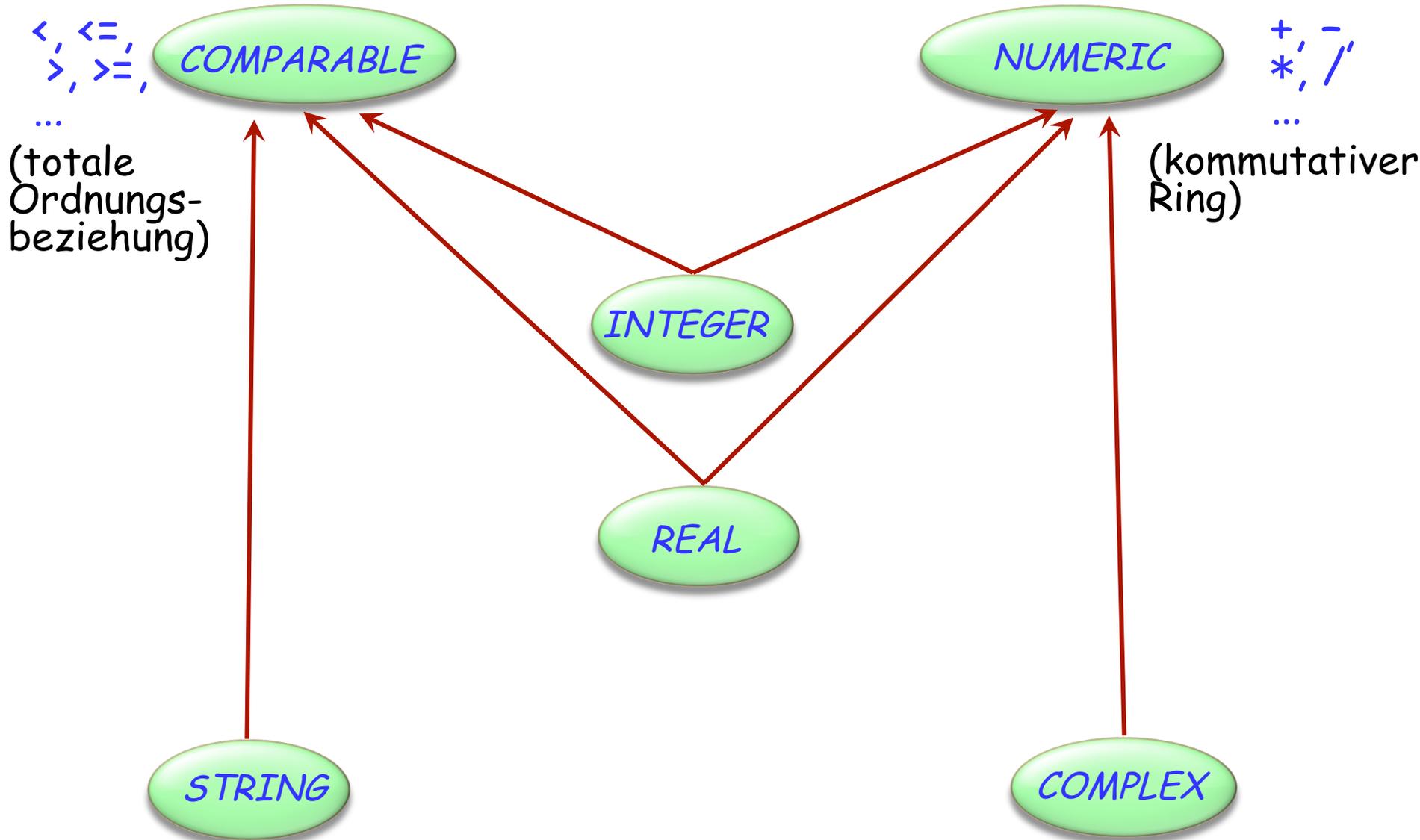


Eine einfachere Form der Prozeduren *display*, *move* etc. kann durch den Gebrauch von Iteratoren erreicht werden.

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





Keine Mehrfachvererbung für Klassen

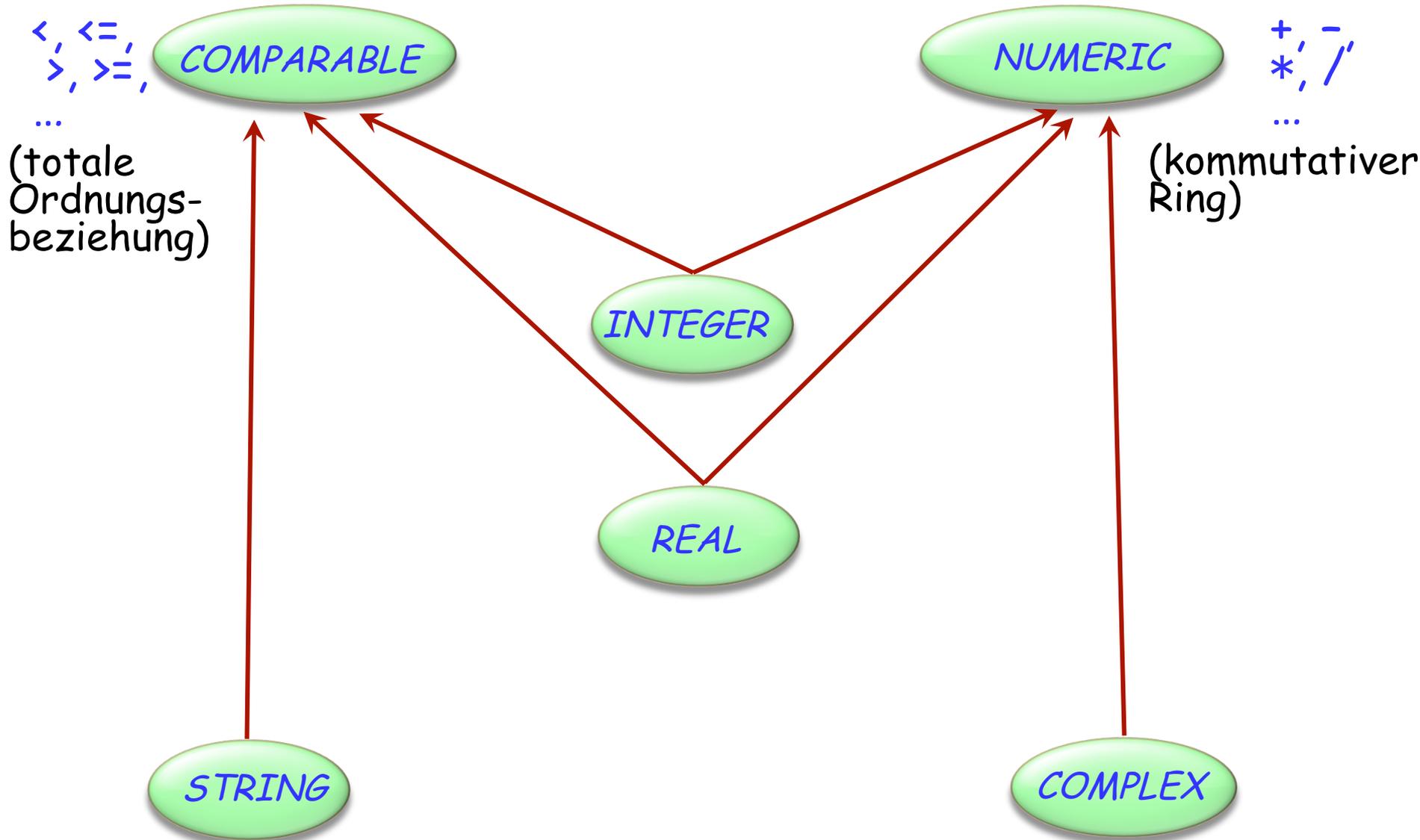
“Interface“: Nur Spezifikationen (aber ohne Verträge)

- 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



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]

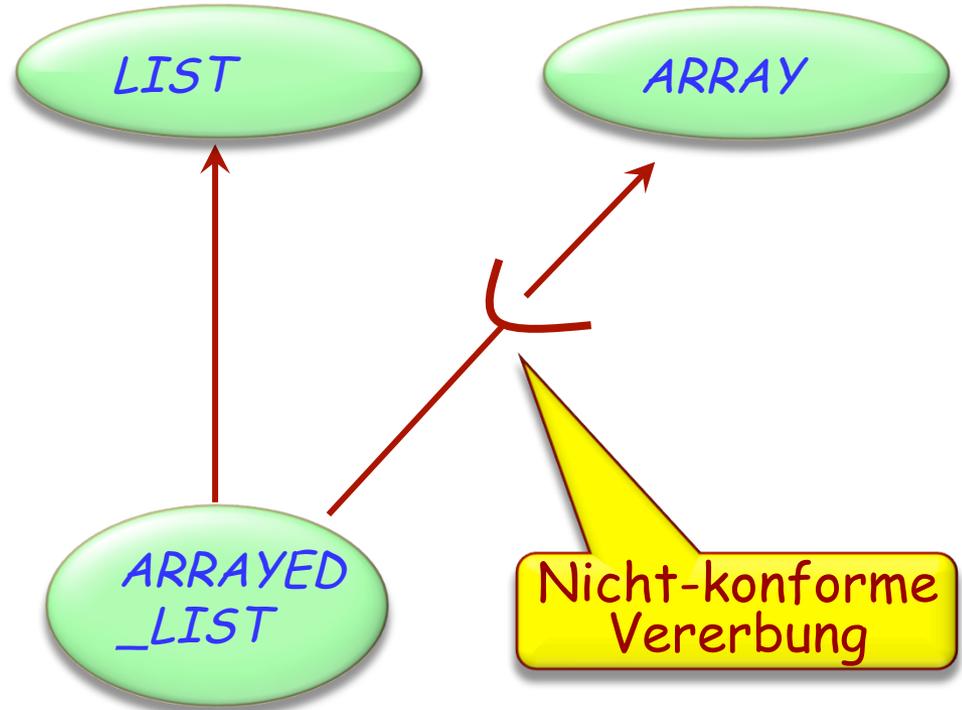
inherit {*NONE*}

ARRAY [G]

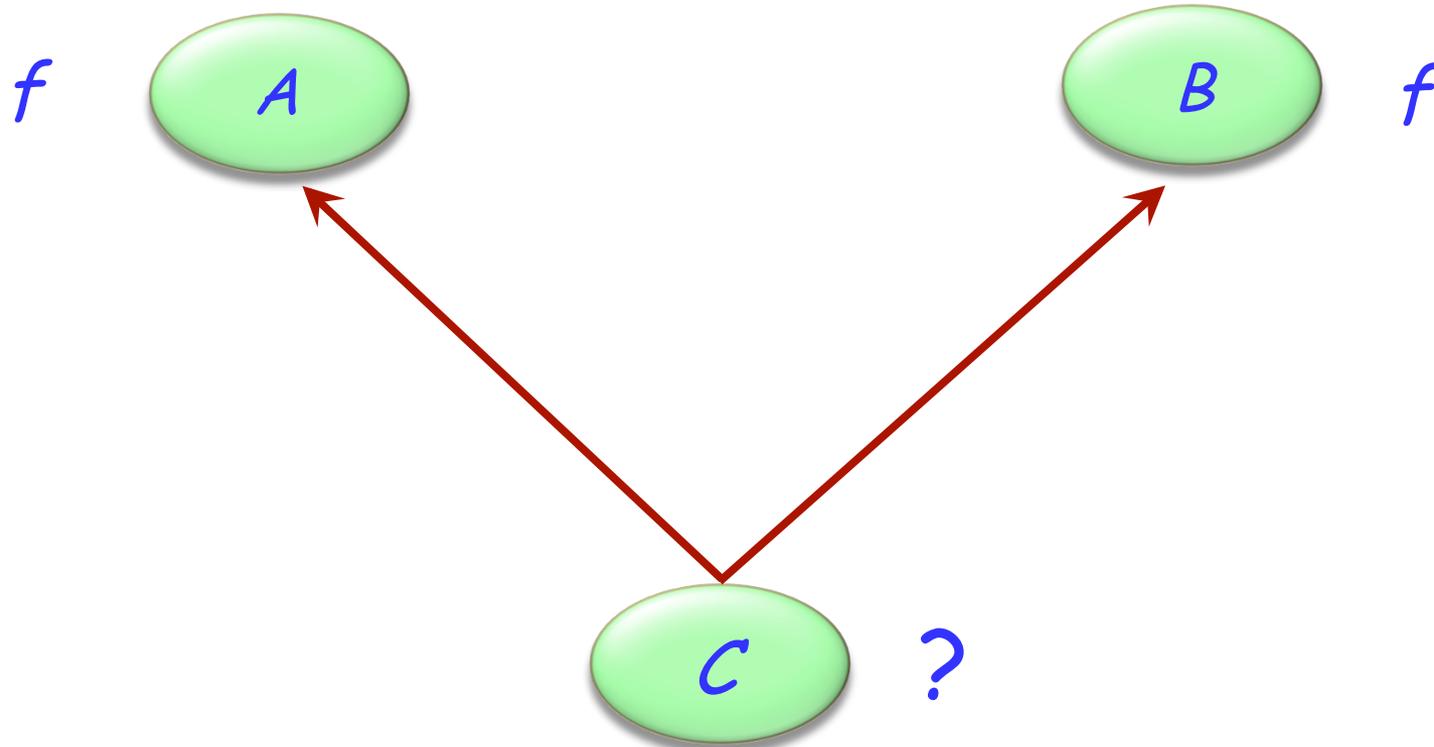
feature

... Implementiere *LIST*-Features mit *ARRAY*-Features ...

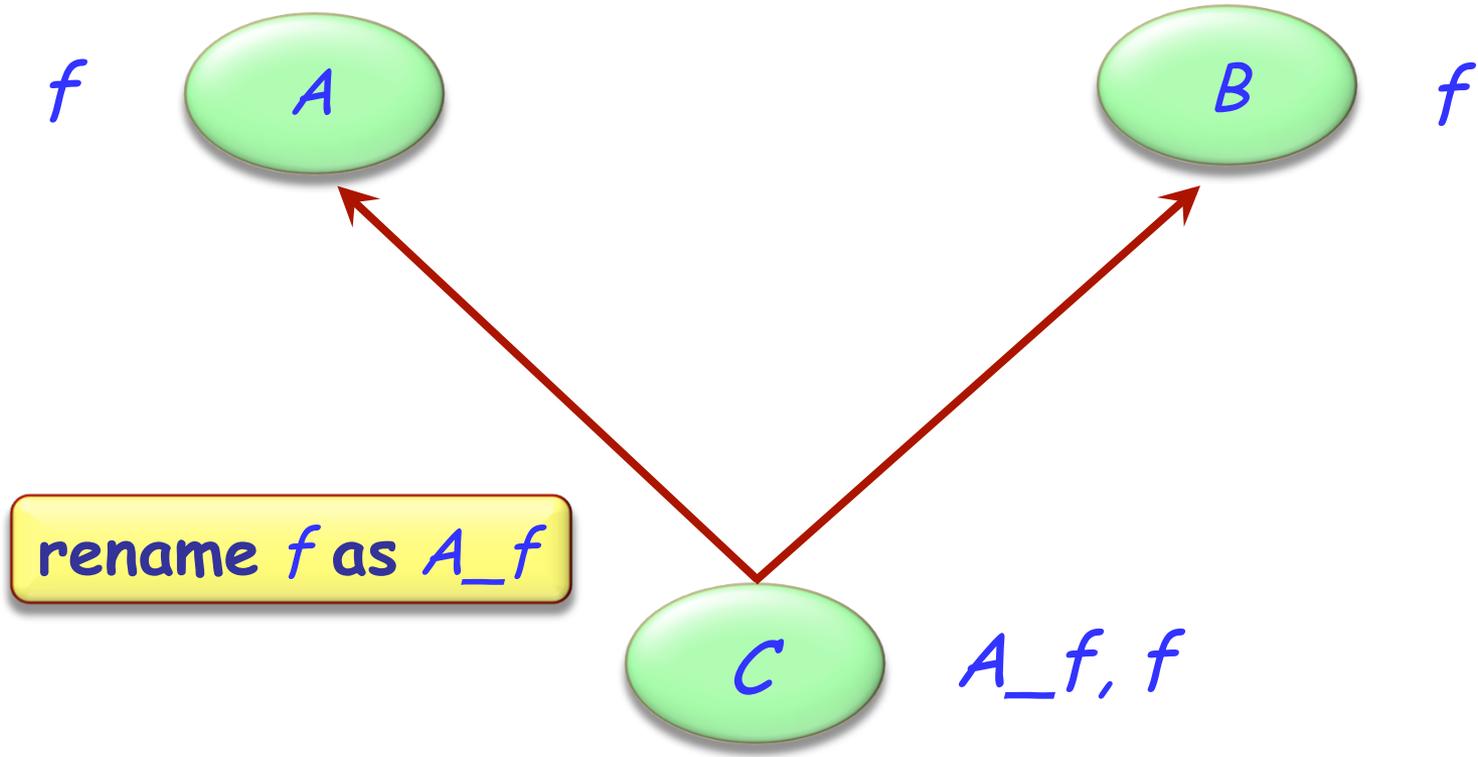
end



Mehrfachvererbung: Namenskonflikte



Namenskonflikte auflösen



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

...

Konsequenzen des Umbenennens



a1: A

b1: B

c1: C

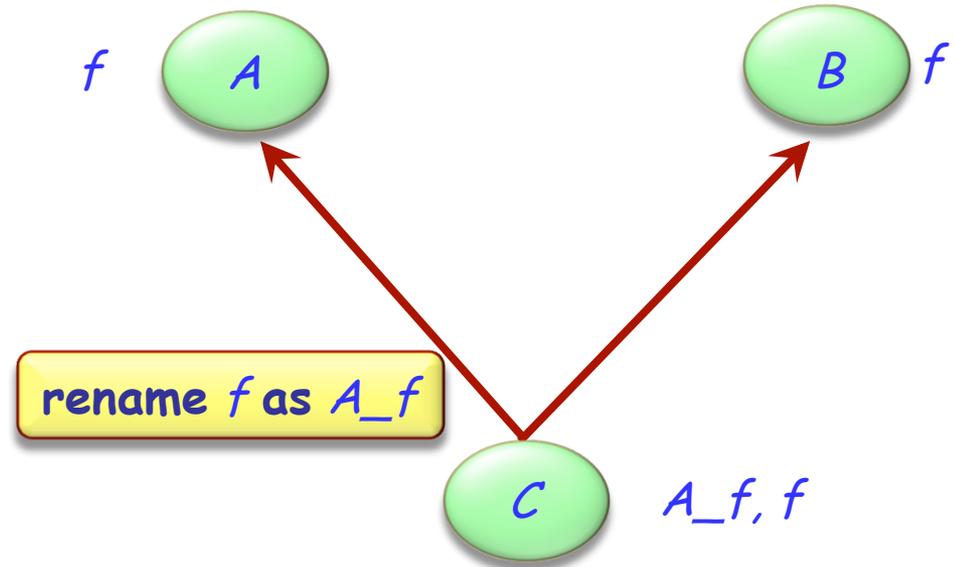
...

c1.f

c1.A_f

a1.f

b1.f



Ungültig:

➤ *a1.A_f*

➤ *b1.A_f*



Redefinition 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
```

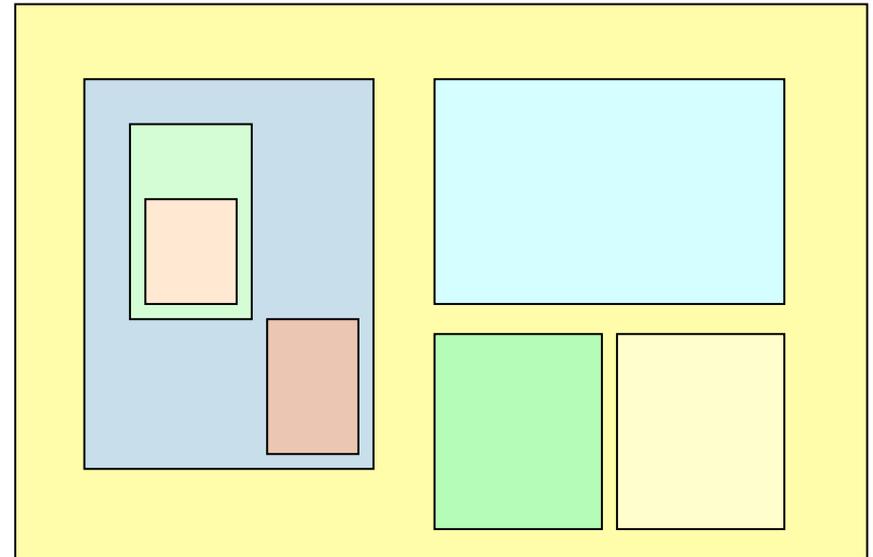
```
...
```

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]
```

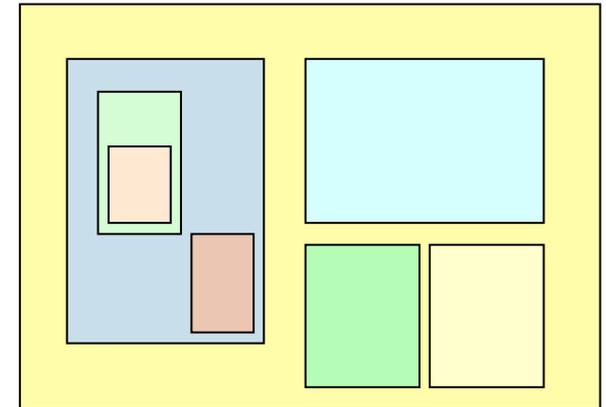
```
  rename
```

```
    parent as superwindow,  
    children as subwindows,  
    add_child as add_subwindow
```

```
  end
```

```
feature
```

```
end
```

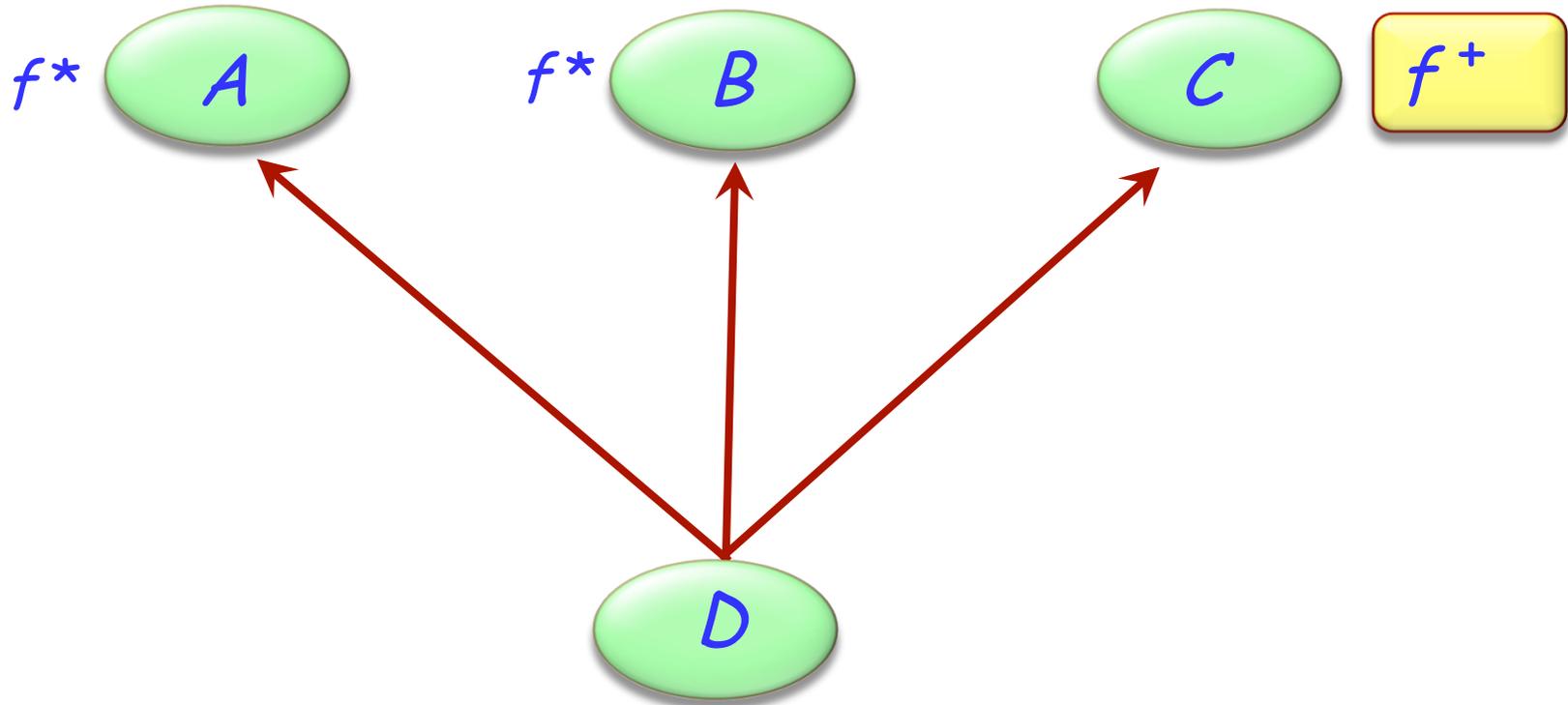


ABER: Siehe
Stilregeln
betreffend
einheitlichen
Featurenamen



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)

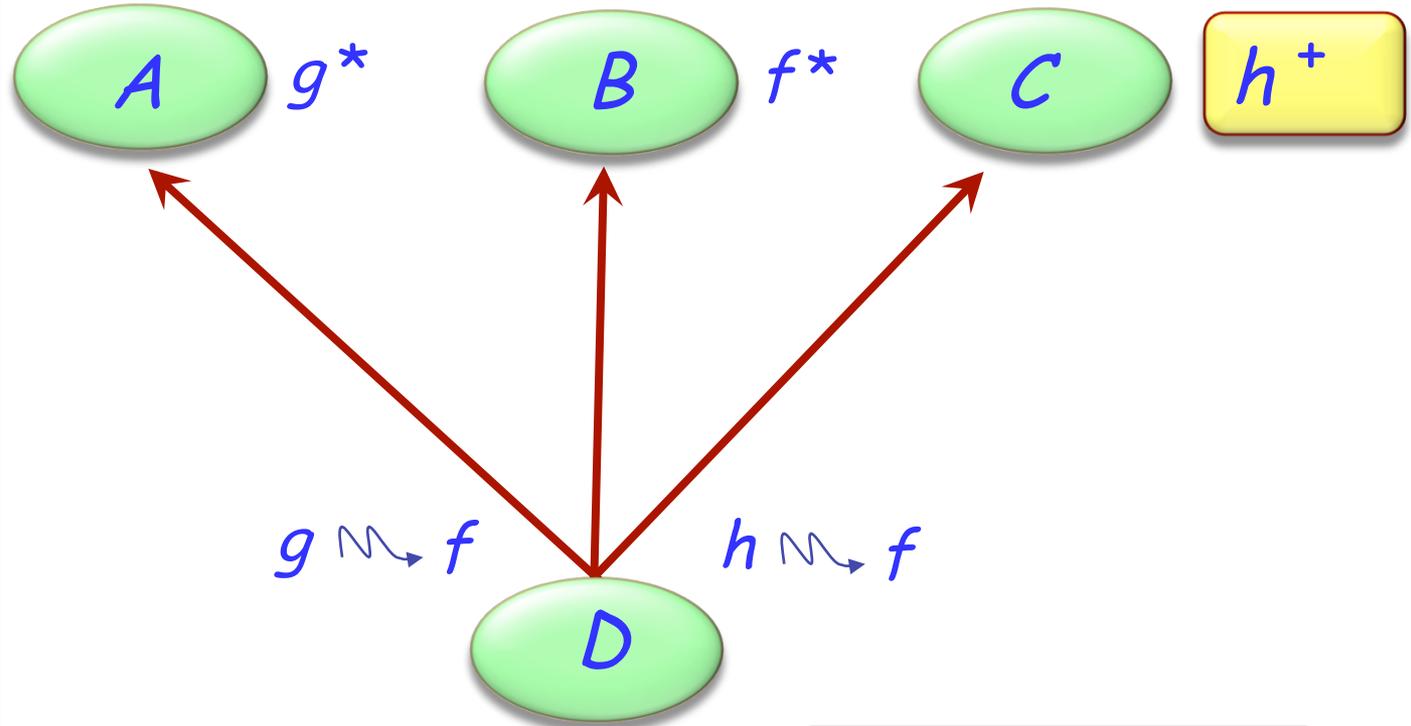


* aufgeschoben
+ wirksam

Features verschmelzen: Mit verschiedenen Namen

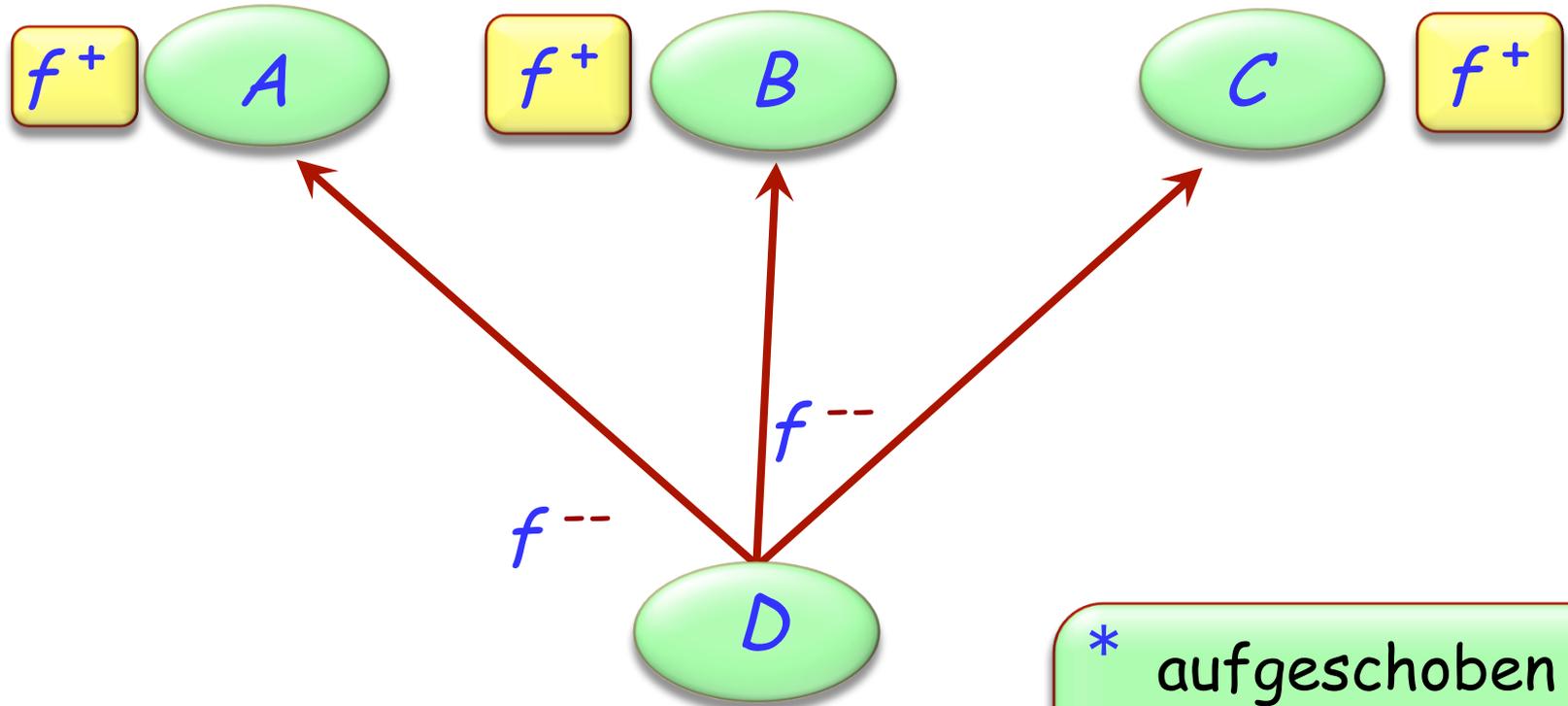


```
class
  D
inherit
  A
    rename
      g as f
    end
  B
  C
    rename
      h as f
    end
feature
  ...
end
```



* aufgeschoben
+ wirksam
 \rightsquigarrow Umbenennung

Features verschmelzen: wirksame Features



* aufgeschoben
+ wirksam
-- undefiniert



deferred class

T

inherit

S

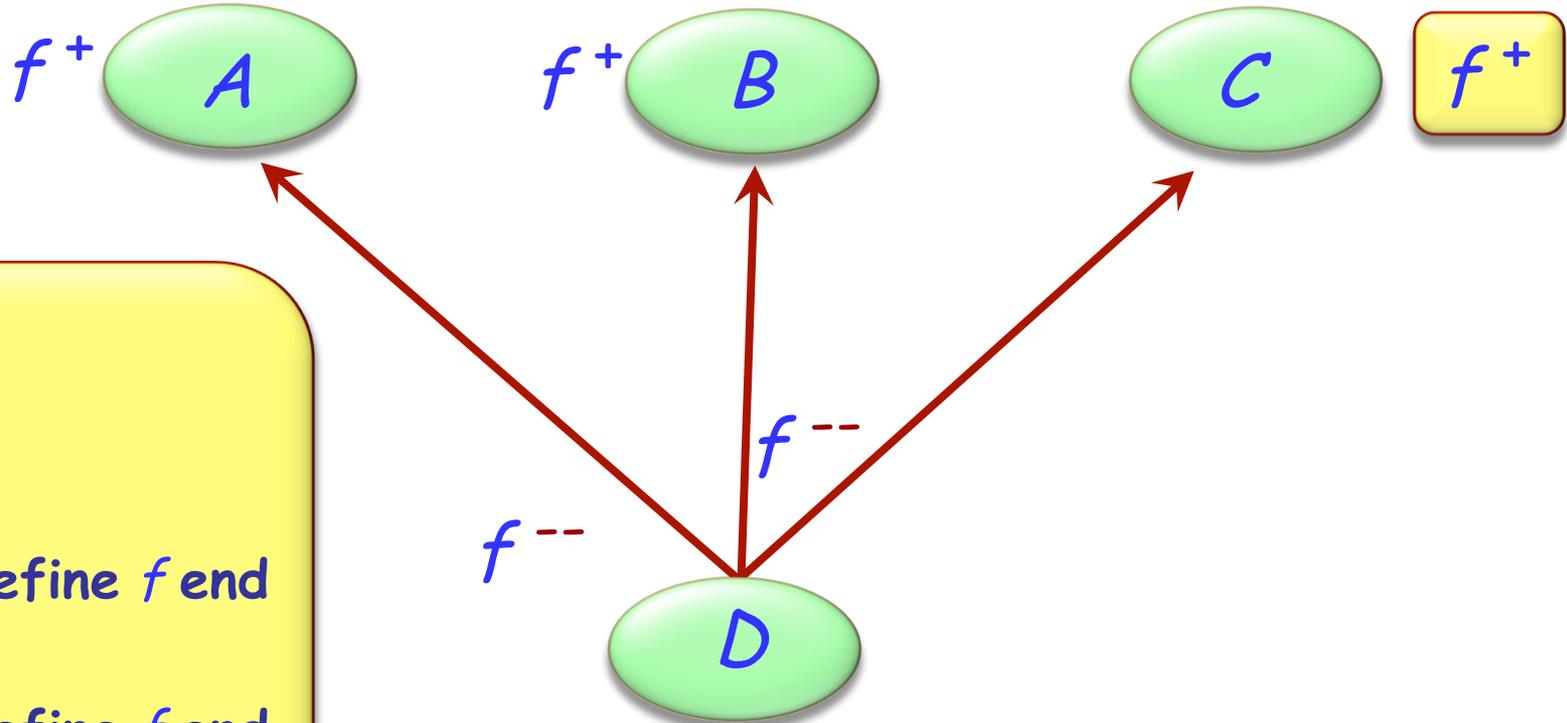
undefine *f* end

feature

...

end

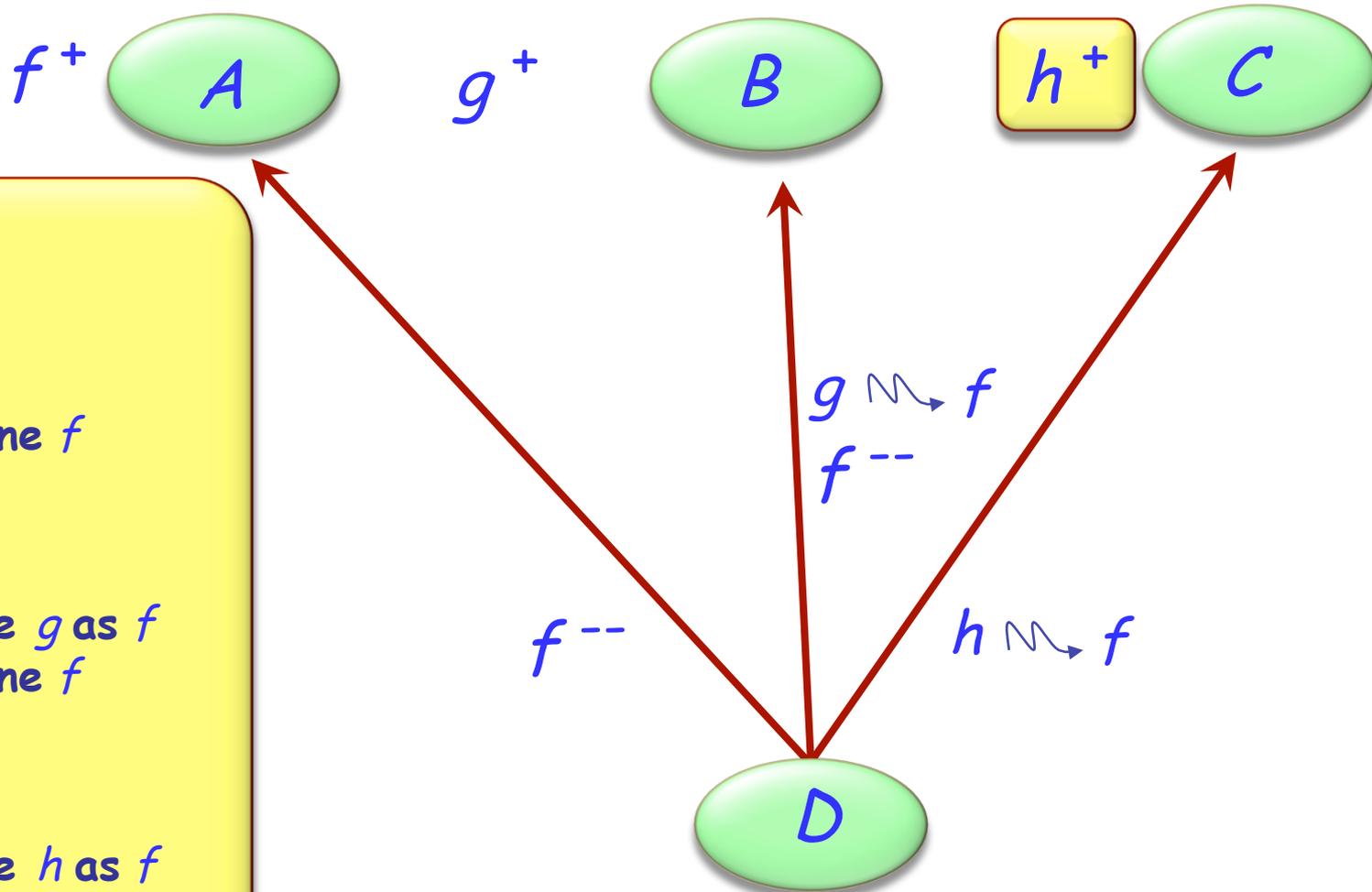
Verschmelzen durch undefinition



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

* aufgeschoben
+ wirksam
-- undefiniert

Verschmelzen von Features mit unterschiedlichen Namen



```
class
  D
inherit
  A
  undefine f
end

  B
  rename g as f
  undefine f
end

  C
  rename h as f
end

feature ... end
```



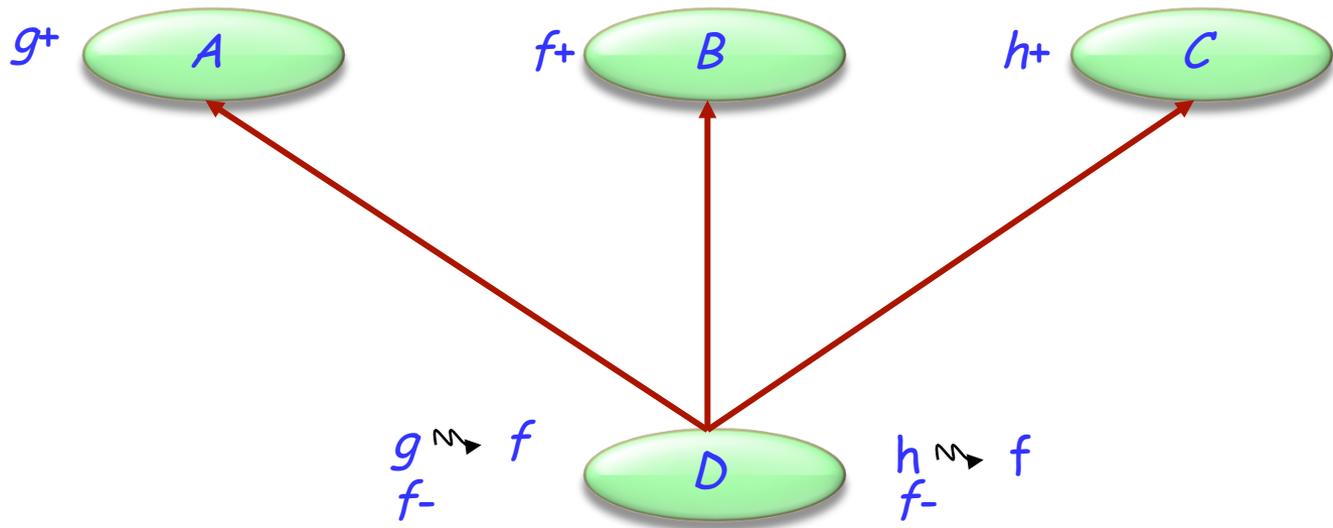
Wenn geerbte Features alle den gleichen Namen haben, besteht kein schädlicher Namenskonflikt, falls:

- 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
a1.g

b1: B
b1.f

c1: C
c1.h

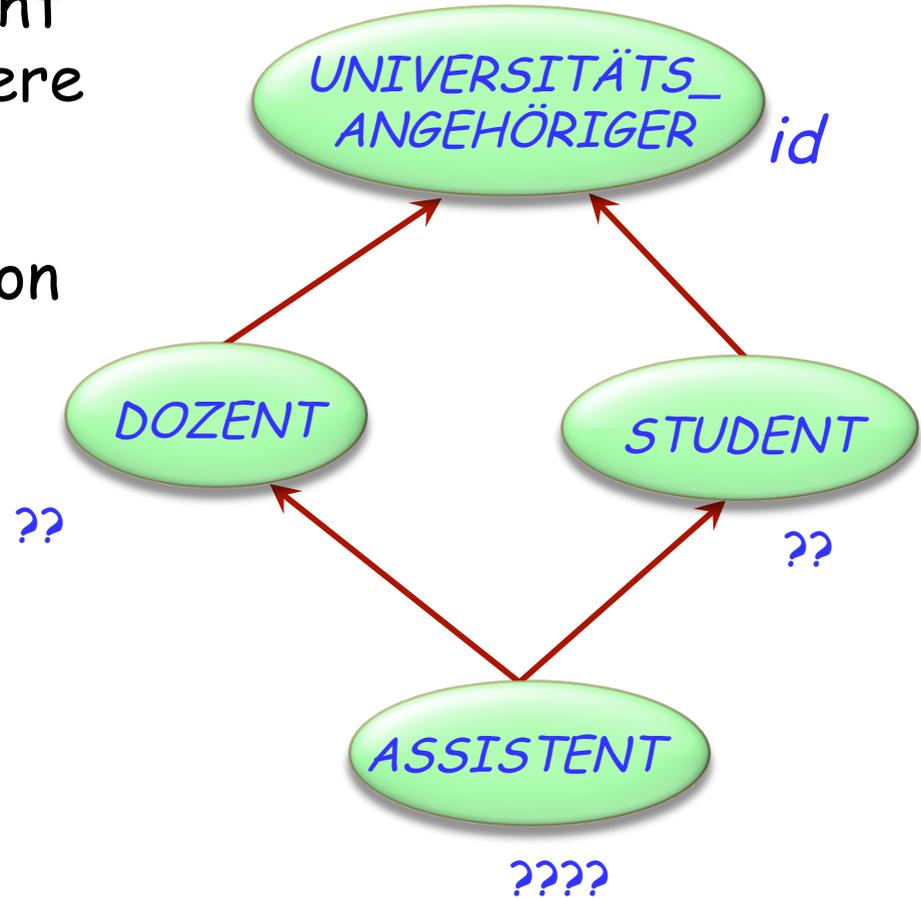
d1: D
d1.f

Ein Spezialfall der Mehrfachvererbung



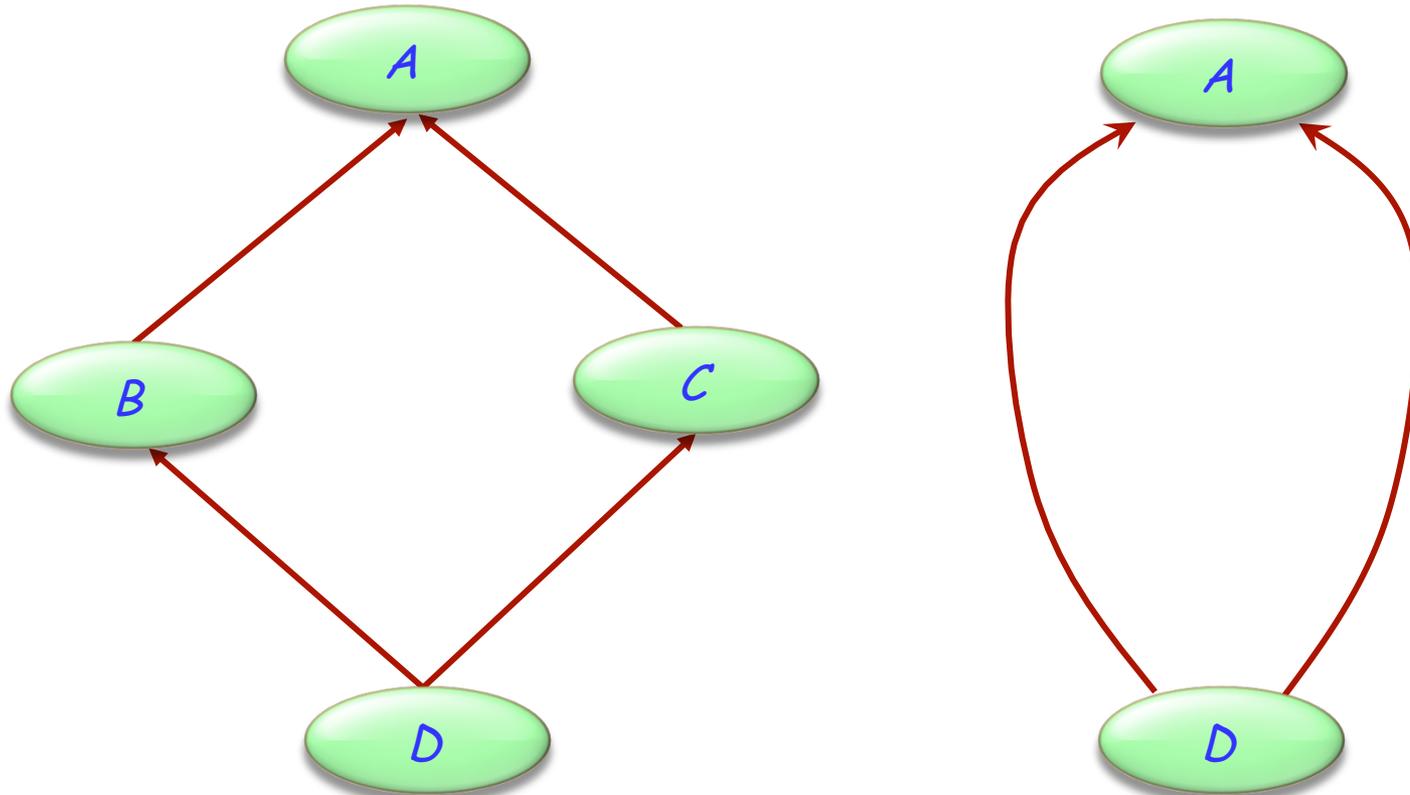
Mehrfachvererbung ermöglicht einer Klasse, zwei oder mehrere Vorfahren zu haben

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

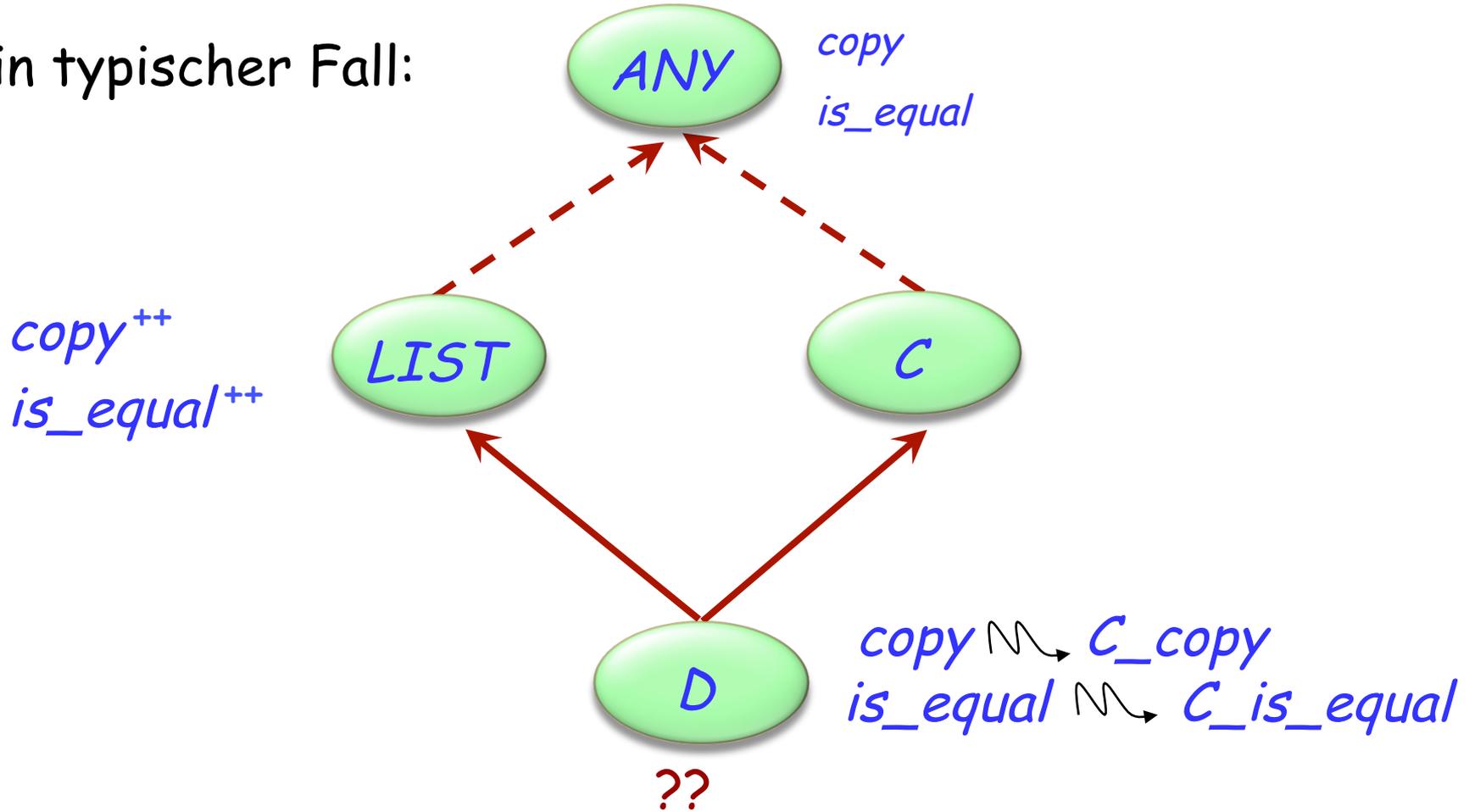


Auch als «Diamant des Todes» bekannt

Mehrfachvererbung ist auch wiederholte Vererbung



Ein typischer Fall:



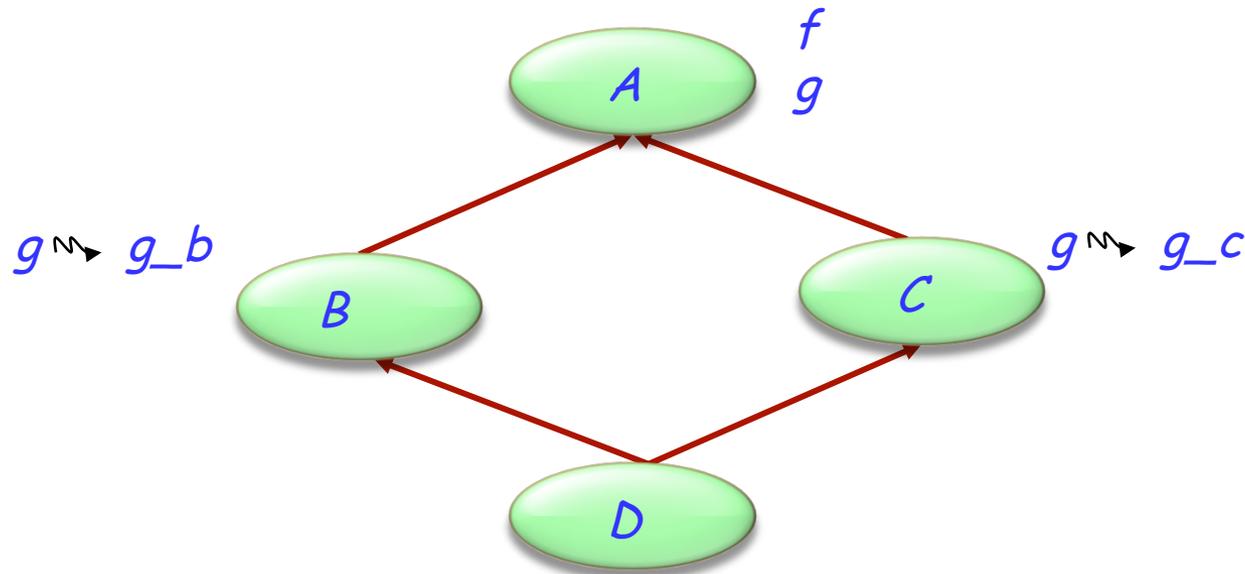


Wenn geerbte Features alle den gleichen Namen haben, besteht kein schädlicher Namenskonflikt, falls:

- 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



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:

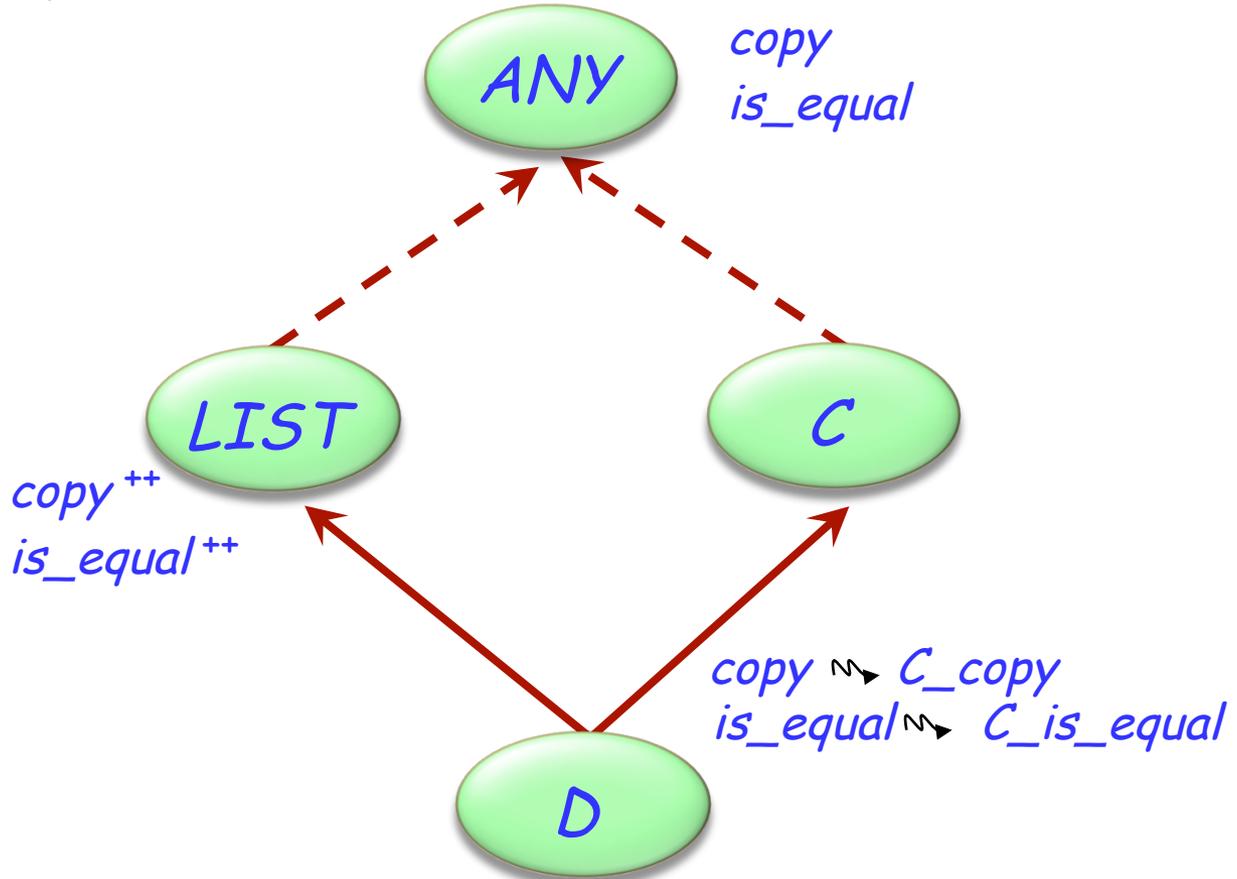
a1: ANY

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



Einige Spielchen, die man mit Vererbung spielen kann:

- Mehrfachvererbung
- Verschmelzen von Features
- Wiederholte Vererbung