ETH Zürich
Chair of Software Engineering

Einführung in die Programmierung

Prof. Dr. Bertrand Meyer

Lecture 10: Das dynamische Modell und mehr zu Referenzen

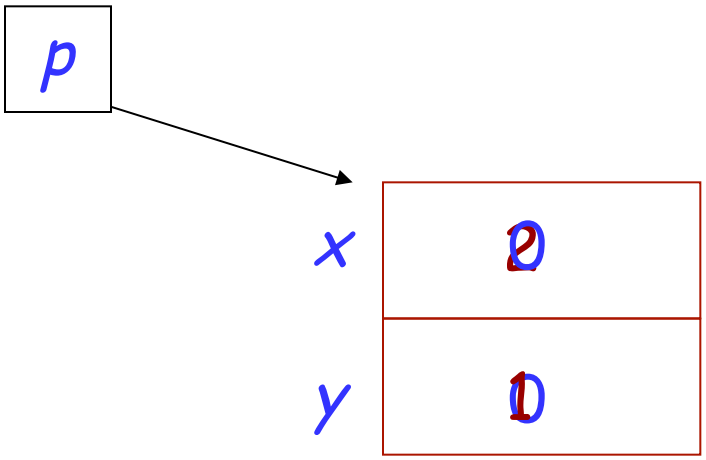
Ziel dieser Vorlesung

Ein paar neue Konzepte und insbesondere ein besseres Verständnis des recht schwierigen Themas der Referenzen

Anmerkungen zur Speicherbereinigung und zugehörigen Konzepten

Zuweisung

Ersetzt einen Wert durch einen anderen



p.set_coordinates (2, 1)

Feldern einen Wert zuweisen (in einer Routine)

```
class
        VECTOR
feature -- Zugriff
        x: REAL
                -- Östliche Koordinate.
        y: REAL
                -- Nordliche Koordinate.
feature -- Element-Veränderung
                set (new_x, new_y : REAL)
                        -- Setze Koordinaten auf [new_x, new_y].
                do
                        x := new_x
                        y := new_y
                ensure
                        x_gesetzt : x = new_x
                        y_gesetzt : y = new_y
                end
end
```

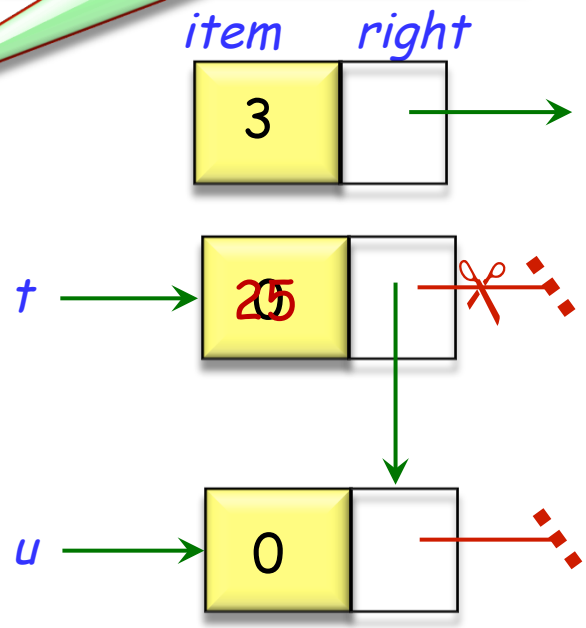
Effekt einer Zuweisung

Referenztypen: Referenzzuweisung

Expandierte Typen: Kopie des Wertes

Siehe *LINKABLE* in EiffelBase

```
class LINKED_CELL feature
    item: INTEGER
    right: LINKED_CELL
    set_fields (n: INTEGER ; r: LINKED_CELL)
                -- Beide Felder neu setzen.
        do
            item := n
            right := r
        end
end
```

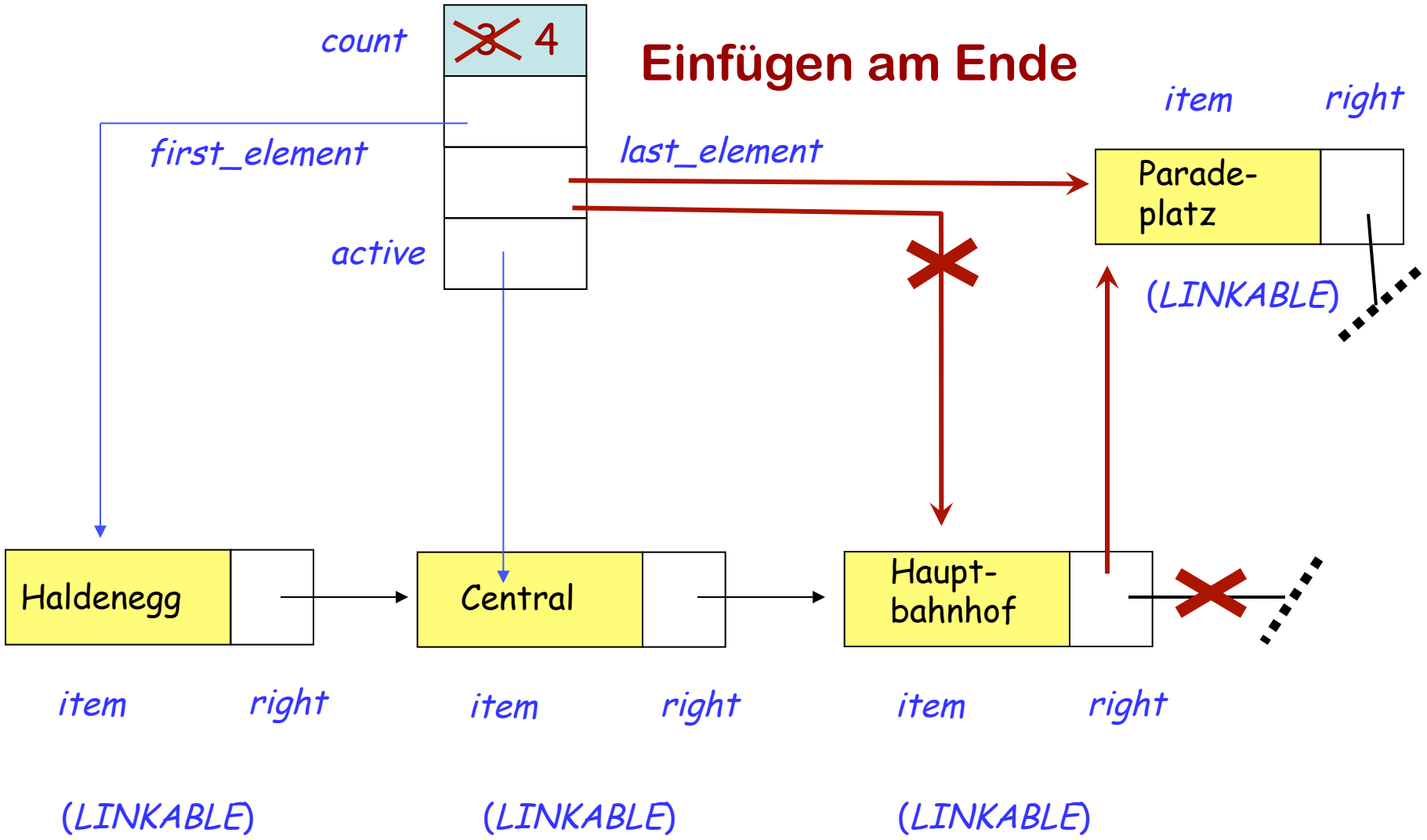



```
t, u: LINKED_CELL

create t ; create u

t.set_fields (25, u)
```

Eine verkettete Liste von Strings:

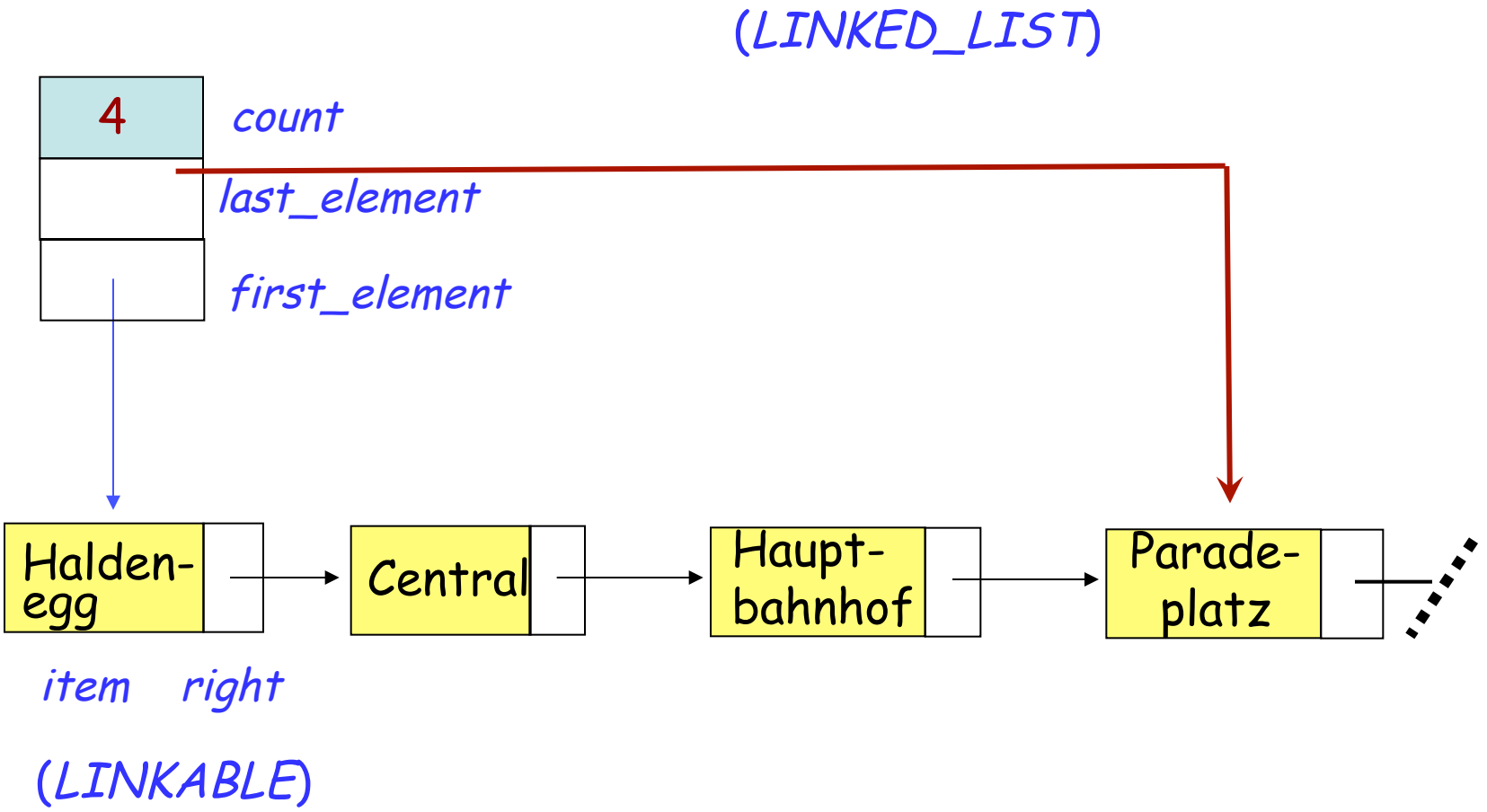


Ein Element am Ende einfügen

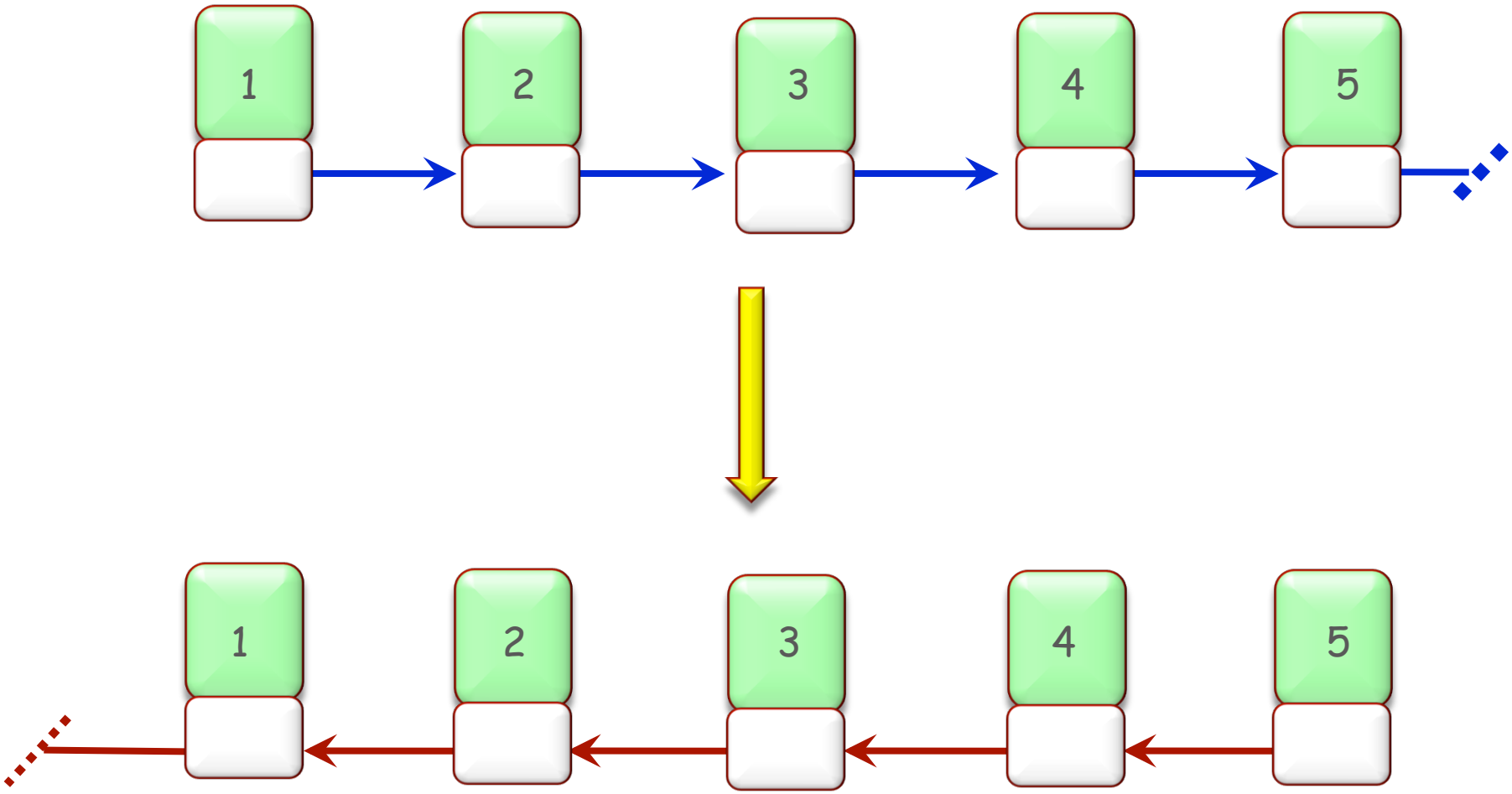
```
extend (v : STRING)
                -- Füge v am Ende hinzu.
                -- Cursor nicht verschieben.
        local
                p : LINKABLE [STRING]
        do
                create p.make (v)
                if is_empty then
                        first_element := p
                        active := p
                else
                        if last_element /= Void then
                                last_element.put_right ( p)
                                if after then active := p end
                        end
                end
                last_element := p
                count := count + 1
        end
```

Übung (beinhaltet Schleifen)

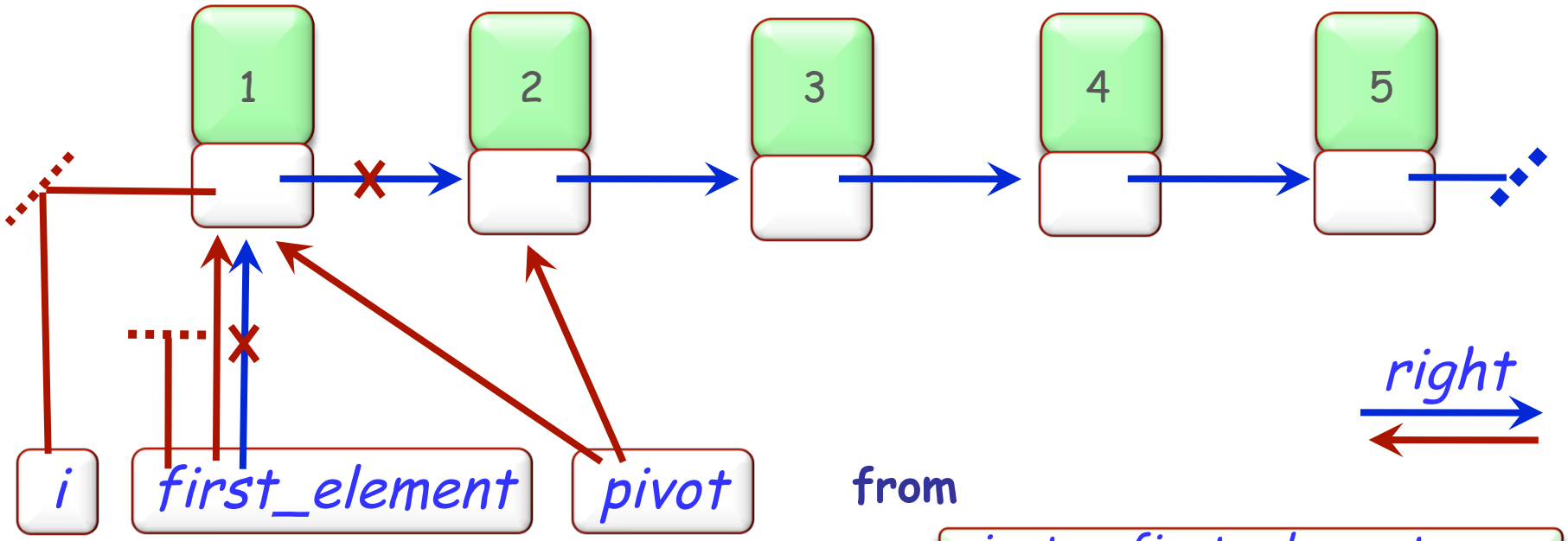
Kehren Sie eine Liste um!



Eine Liste umkehren

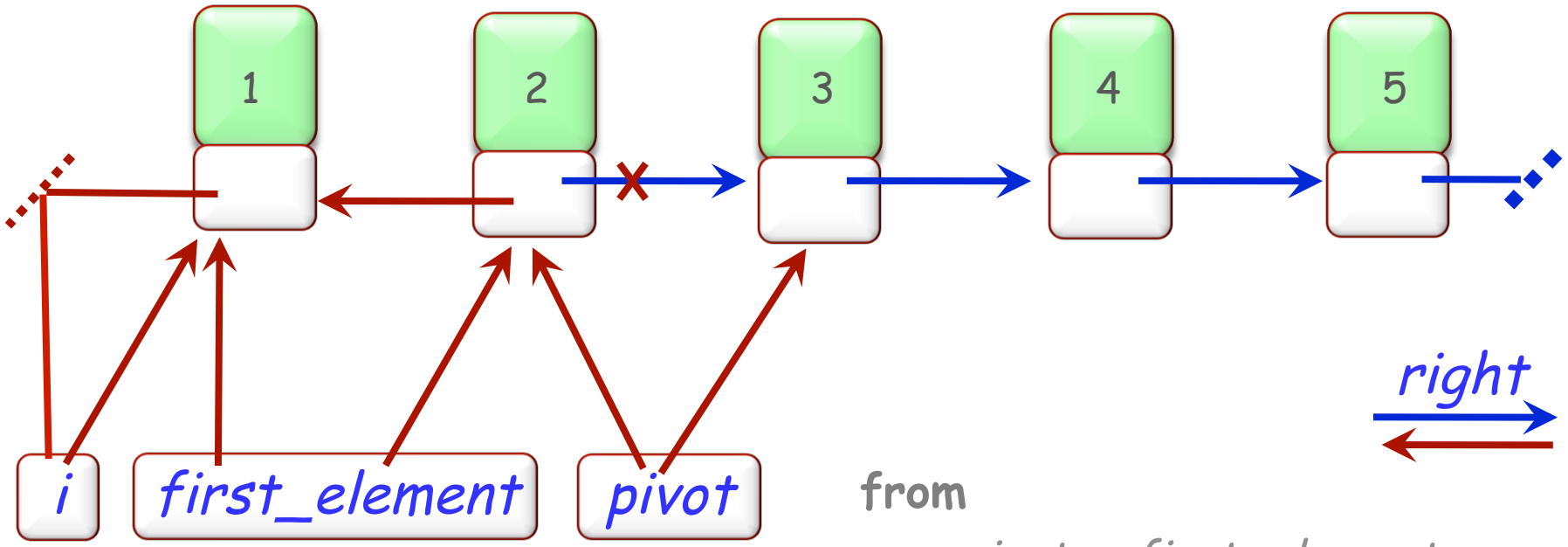


Eine Liste umkehren



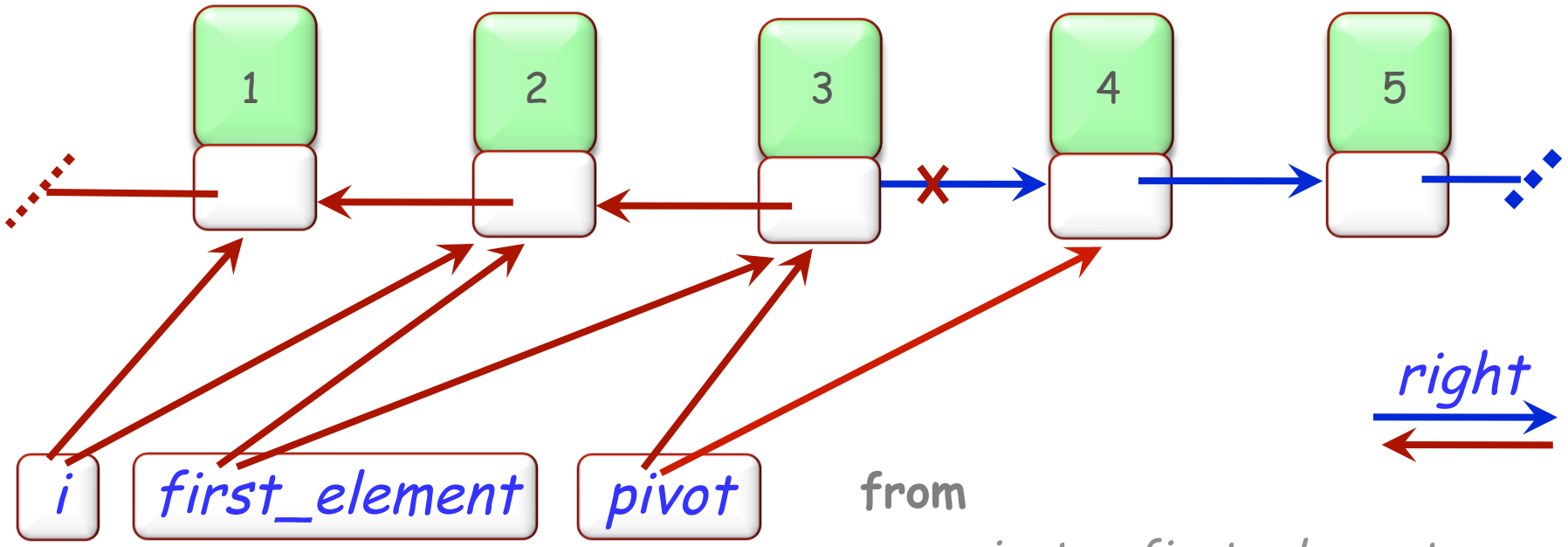

```
from
        pivot := first_element
        first_element := Void
until  pivot = Void  loop
        i := first_element
        first_element := pivot
        pivot := pivot.right
        first_element.put_right (i)
end
```

Eine Liste umkehren



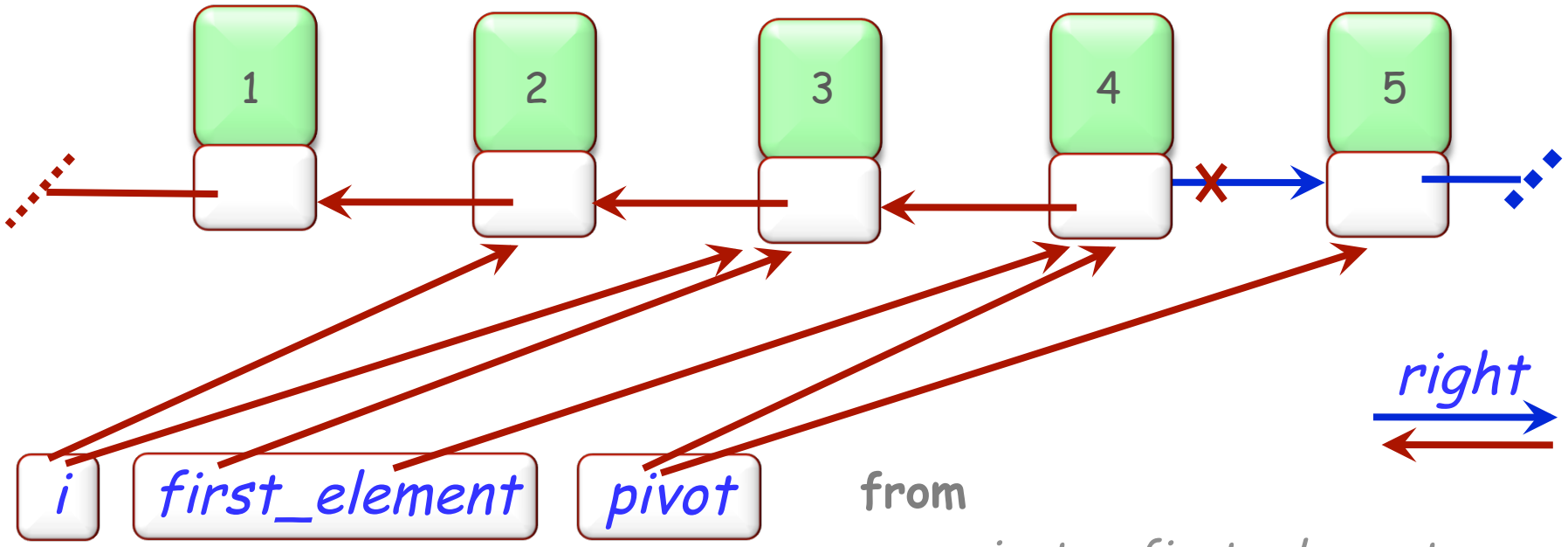

```
from
        pivot := first_element
        first_element := Void
until  pivot = Void  loop
        i := first_element
        first_element := pivot
        pivot := pivot.right
        first_element.put_right (i)
end
```

Eine Liste umkehren



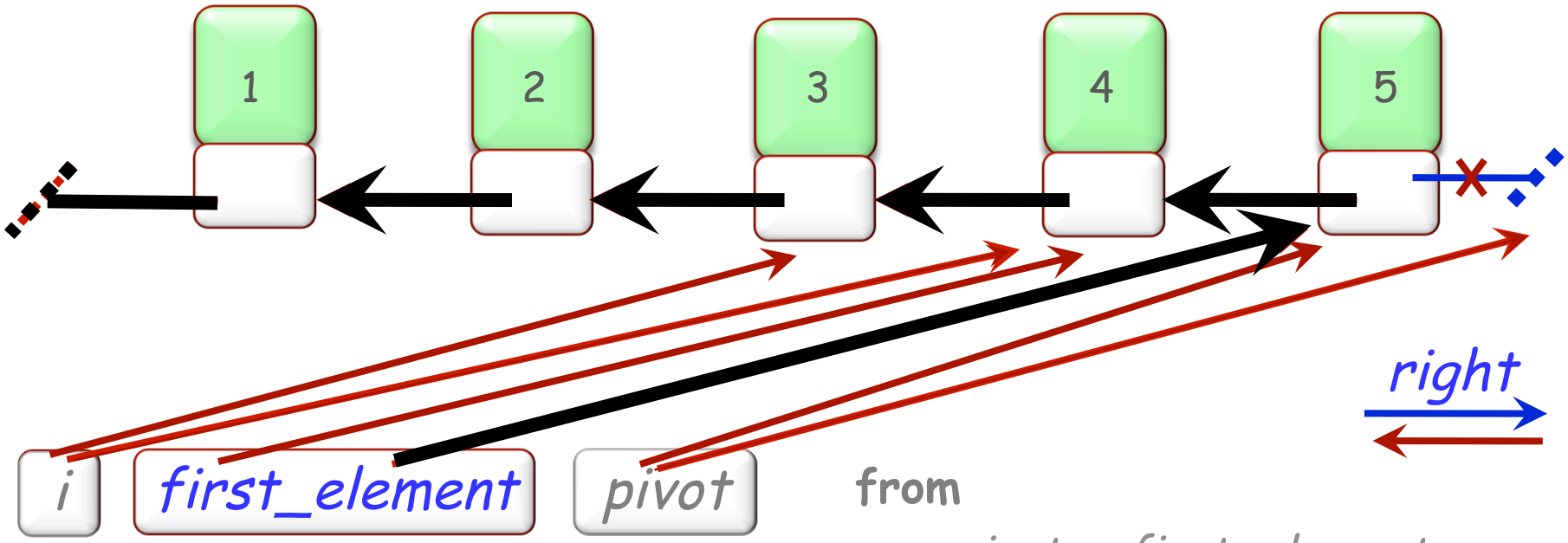

```
from
        pivot := first_element
        first_element := Void
until  pivot = Void  loop
        i := first_element
        first_element := pivot
        pivot := pivot.right
        first_element.put_right (i)
end
```

Eine Liste umkehren



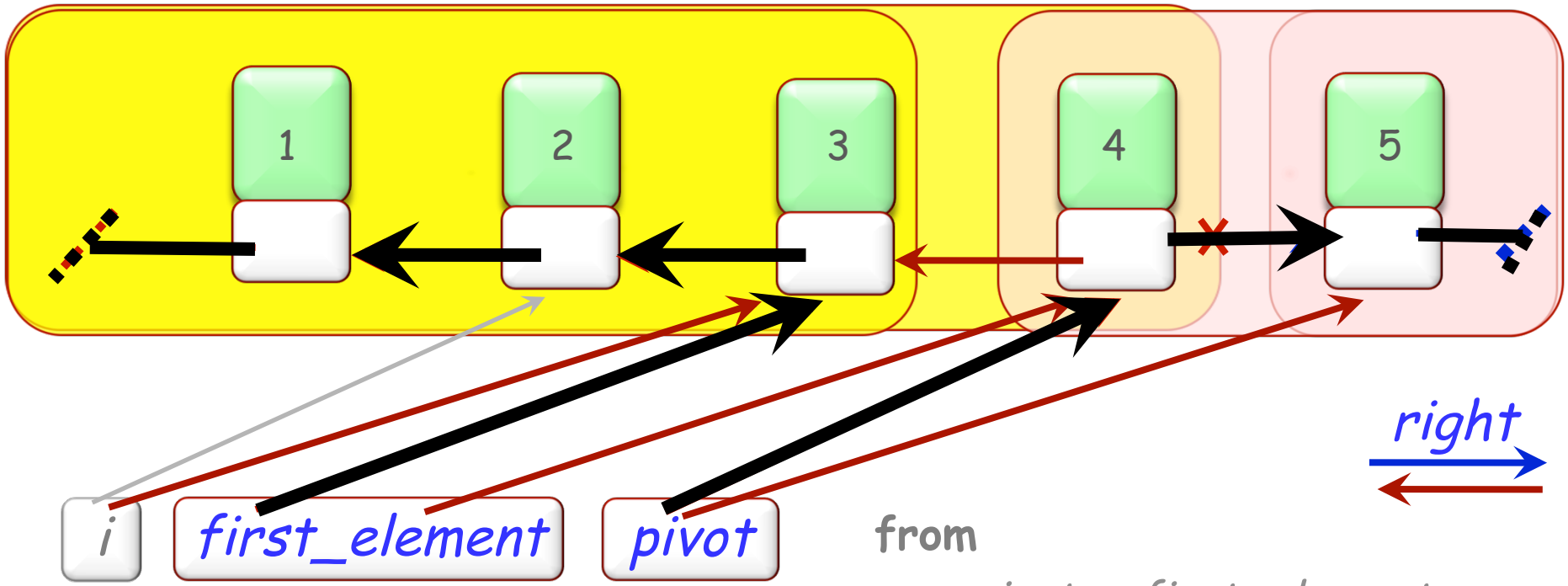

```
from
        pivot := first_element
        first_element := Void
until  pivot = Void  loop
        i := first_element
        first_element := pivot
        pivot := pivot.right
        first_element.put_right (i)
end
```

Eine Liste umkehren




```
from
        pivot := first_element
        first_element := Void
until  pivot = Void  loop
        i := first_element
        first_element := pivot
        pivot := pivot.right
        first_element.put_right (i)
end
```

Die Schleifeninvariante



Invariante:

- **Von *first_element* nach *right*** : anfängliche Elemente in umgekehrter Reihenfolge
- **Von *pivot* aus:** Rest der Elemente in ursprünglicher Reihenfolge.

```
from
        pivot := first_element
        first_element := Void
until pivot = Void loop
        i := first_element
        first_element := pivot
        pivot := pivot.right
        first_element.put_right (i)
end
```

Das Problem mit Referenzzuweisungen

Eine intuitive Argumentationsweise:

-- Hier ist *SOME_PROPERTY* für *a* erfüllt

"Wende *SOME_OPERATION* auf *b* an"

-- Hier gilt *SOME_PROPERTY* immer noch für *a*

Dies gilt für expandierte Werte, z.B. ganze Zahlen (INTEGER)

-- Hier ist *P* (a) erfüllt.

OP (b)

-- Hier ist *P* (a) immer noch erfüllt für *a*

Dynamische Mehrfachbenennung

a, b: LINKABLE [STRING]

create *a....*

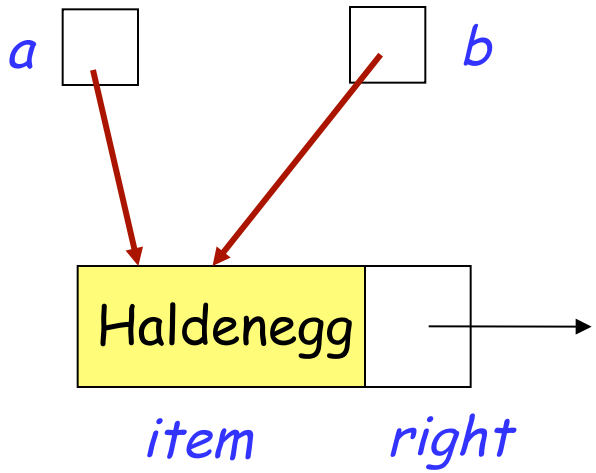
a.put ("Haldenegg")

b := a

-- Hier hat *a.item* den Wert "*Haldenegg*"

b.put ("Paradeplatz")

-- Hier hat *a.item* den Wert ?????



Andererseits...

-- Ich habe gehört, dass die Cousine des Chefs weniger
-- als 50'000 Franken pro Jahr verdient

"Erhöhen Sie Caroline's Gehalt um 1 Franken"

-- ?????

Metaphern:

- "Die schöne Tochter von Leda"
- "Menelas' Gefährtin"
- "Geliebte von Paris"

= Helena von Troja

Tipps für die Praxis

Referenzzuweisungen sind nützlich

Sie sind möglicherweise auch etwas schwieriger

Überlassen Sie diese so oft wie möglich den spezialisierten Bibliotheken von generellen Datenstrukturen.

Varianten von Zuweisungen und Kopieren

Referenzzuweisung (Typen von *a* und *b* sind Referenztypen):

b := a

Flache Feld-um-Feld Kopie (Kein neues Objekt wird erzeugt):

e.copy (a)

Duplizieren eines Objektes (flach):

c := a.twin

Duplizieren eines Objektes (tief):

d := a.deep_twin

Tief Feld-um-Feld Kopie (Kein neues Objekt wird erzeugt):

e.deep_copy (a)

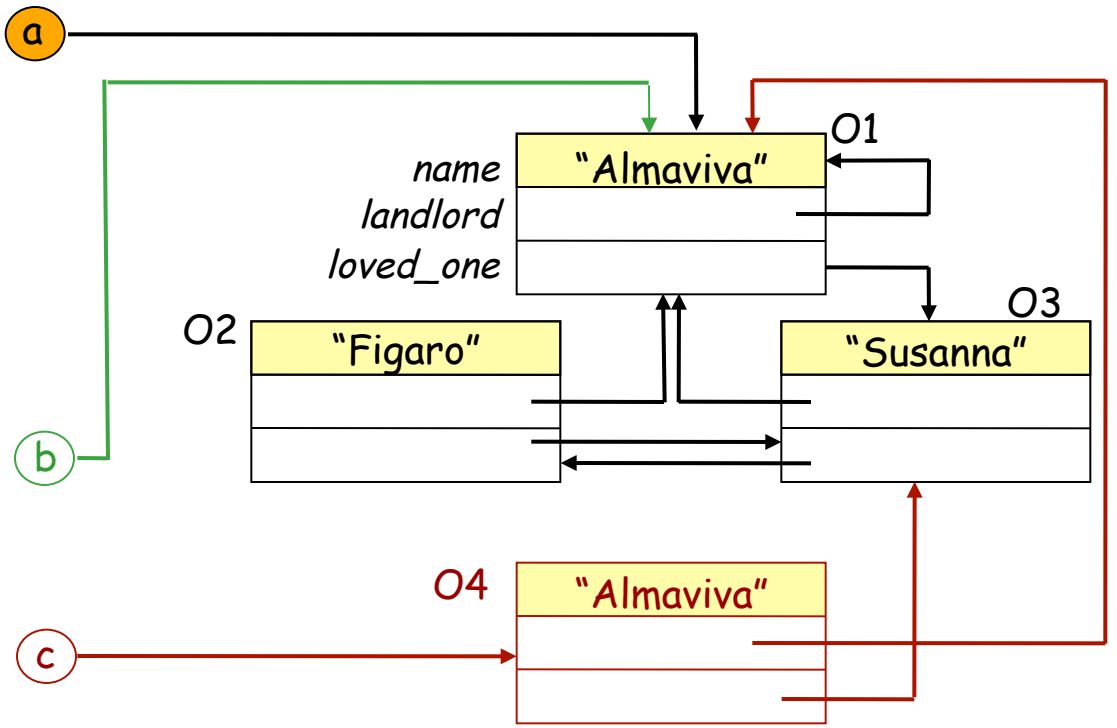
Flaches und tiefes Klonen

Anfangssituation:

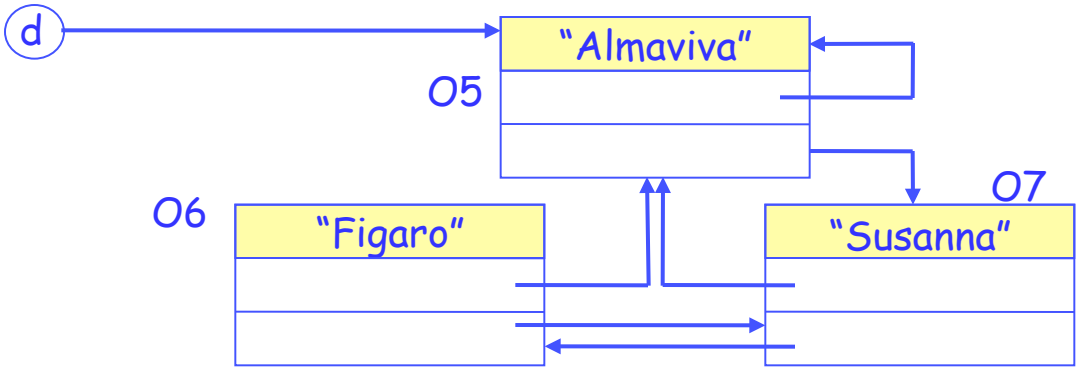
Resultat von:

b := a

c := a.twin



d := a.deep_twin



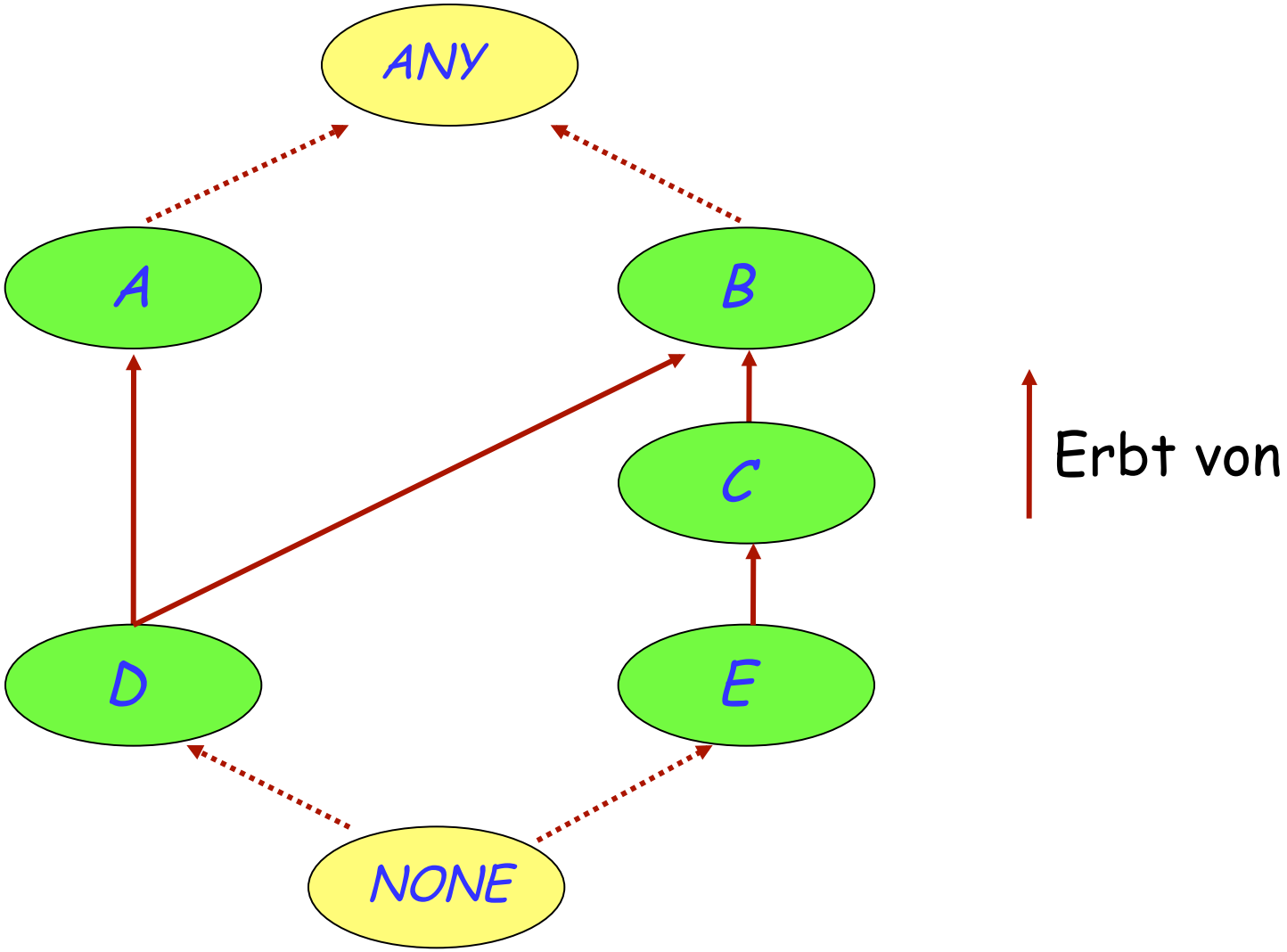
Woher kommen diese Mechanismen?

Die Klasse *ANY* in der Eiffel "Kernel-Bibliothek"

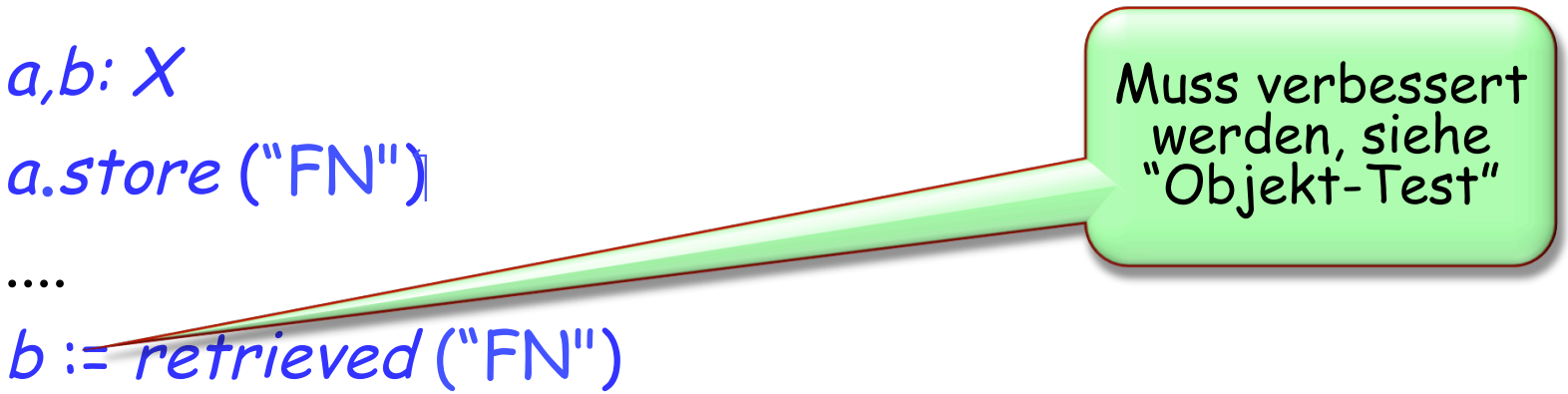
Jede Klasse, die nicht explizit von einer anderen erbt, erbt implizit von *ANY*

Deshalb ist jede Klasse ein Nachkomme von *ANY*

Die Vererbungsstruktur vervollständigen



Ein verwandter Mechanismus: Persistenz



Die Speicherung erfolgt automatisch.

Persistente Objekte werden durch individuelle Schlüssel identifiziert.

Diese Features kommen aus der Bibliotheksklasse *STORABLE*.

Einen Typ erzwingen: Der Objekt-Test

Zu prüfender Ausdruck

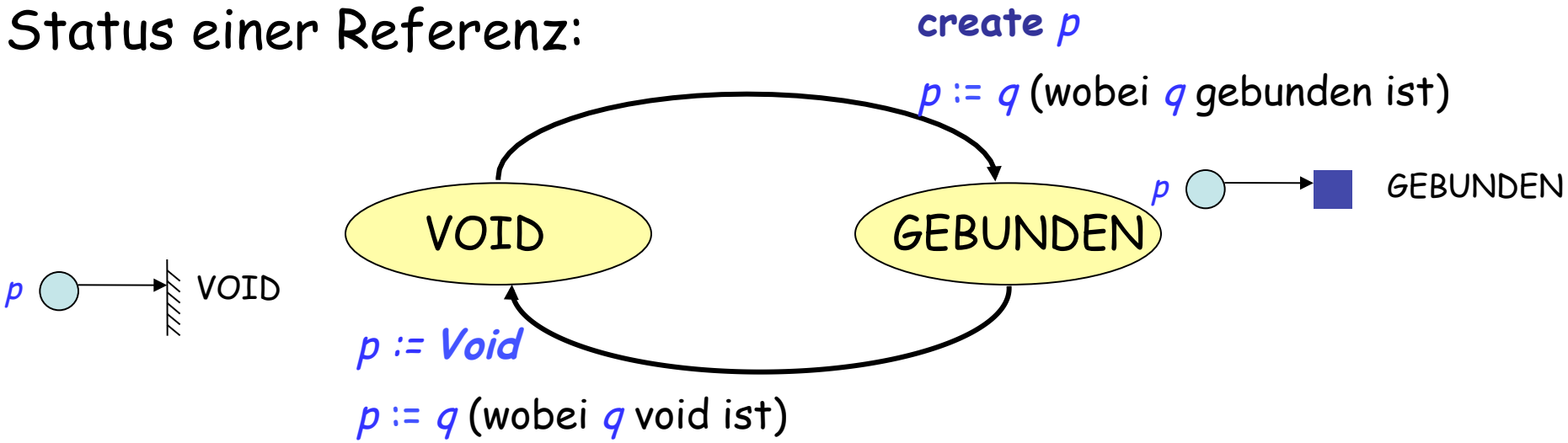
"Object-Test Local"

```
if attached {X} retrieved ("FN") as r then
        --Tu irgendwas mit r, welches garantiert nicht
        -- void und vom dynamischen Typ X ist.
else
        print ("Too bad.")
end
```

SCOPE der lokalen Variablen

Objekte und Referenzen

Status einer Referenz:



Operationen auf Referenzen:

create *p*

p := *q*

p := ***Void***

if *p* = ***Void*** **then** ...

Die Objekt-Orientierte Form eines Aufrufs

some_target.some_feature (some_arguments)

Zum Beispiel:

Zurich_map.animate
Line10.append (Haldenbach)

x := a.plus (b) ???????

Infix- und Präfix-Operatoren

Bei

a - b

ist der - Operator ein "infix"-Operator
(zwischen den Operanden geschrieben)

Bei

- b

ist der - Operator ein "präfix"-Operator
(vor dem Operand geschrieben)

Operator-Features

```
expanded class INTEGER feature

    plus alias "+" (other : INTEGER): INTEGER
                    -- Summe mit other
            do ... end

    times alias "*" (other : INTEGER): INTEGER
                    -- Multiplikation mit other
            do  ... end

    minus alias "-" : INTEGER
                    -- unäres Minus
            do ... end

    ...
end
```

Aufrufe wie *i.plus (j)* können jetzt auch als *i + j* geschrieben werden

Leseaufgaben auf nächste Woche

Kapitel über

- Syntax (11)
- Inheritance (16)

Was wir gesehen haben

- Mit Referenzen spielen: Umkehrung einer Liste
- Dynamische Mehrfachbenennung und die Schwierigkeiten von Zeigern und Referenzen
- Allgemeine Vererbungsstruktur
- Kopieren, Klonen und Speicheroperationen
- Persistieren von Objekten
- Infix- & Präfix-Operatoren