



Einführung in die Programmierung

Prof. Dr. Bertrand Meyer

Lecture 18: Undo/Redo



Kapitel 21 von **Object-Oriented Software Construction**,
Prentice Hall, 1997

Erich Gamma et al., **Design Patterns**, Addison -Wesley,
1995: "Command pattern"



Dem Benutzer eines interaktiven Systems die Möglichkeit geben, die letzte Aktion rückgängig zu machen.

Bekannt als "**Control-Z**"

Sollte mehrstufiges rückgängig Machen ("**Control-Z**") und Wiederholen ("**Control-Y**") ohne Limitierung unterstützen, ausser der Benutzer gibt eine maximale Tiefe an.

Warum machen wir das?



Undo/Redo sinnvoll in jeder interaktiven Anwendung

- Entwickeln Sie keine interaktiven Anwendungen, ohne Undo/Redo zu implementieren

Nützliches Design-Pattern ("**Command**" Pattern)

Veranschaulicht die Verwendung von Algorithmen und Datastrukturen

Beispiel für O-O Techniken: Vererbung, Aufgeschobene Klassen, Polymorphe Datenstrukturen, Dynamisches Binden,...

Beispiel einer schönen und eleganten Lösung



Begriff der „aktuellen Zeile“ mit folgenden Befehlen:

- **Löschen** der aktuellen Zeile
- **Ersetzen** der aktuellen Zeile mit einer Anderen
- **Einfügen** einer Zeile vor der aktuellen Position
- **Vertauschen** der aktuellen Zeile mit der Nächsten (falls vorhanden)
- „**Globales Suchen und Ersetzen**“ (fortan **GSE**):
Jedes Auftreten einer gewissen Zeichenkette durch eine andere ersetzen.
- ...

Der Einfachheit halber nutzen wir eine Zeilen-orientierte Ansicht, aber die Diskussion kann auch auf kompliziertere Ansichten angewendet werden.



Sichern des gesamten Zustandes vor jeder Operation.

Im Beispiel: Der Text, der bearbeitet wird und die aktuelle Position im Text.

Wenn der Benutzer ein „Undo“ verlangt, stelle den zuletzt gesicherten Zustand wieder her.

Aber: Verschwendung von Ressourcen, insbesondere Speicherplatz.

Intuition: Sichere nur die Änderungen ('diff') zwischen zwei Zuständen.

Die richtigen Abstraktionen finden

(die interessanten Objekt-Typen)

Hier:

Der Begriff eines "Befehls"

Den „Verlauf“ einer Sitzung speichern



Die Verlauf-Liste:



verlauf: LIST [BEFEHL]

Was ist ein “Befehl” (*Command*)-Objekt?



Ein Befehl-Objekt beinhaltet genügend Informationen über eine Ausführung eines Befehls durch den Benutzer, um

- den Befehl **auszuführen**
- den Befehl **rückgängig** zu machen

Beispiel: In einem “**Löschen**“-Objekt brauchen wir:

- Die Position der zu löschenden Zeile
- Der Inhalt dieser Zeile!

Allgemeiner Begriff eines Befehls



deferred class *BEFEHL* feature

done: BOOLEAN

-- Wurde dieser Befehl ausgeführt?

execute

-- Eine Ausführung des Befehls ausführen.

deferred

ensure

already: done

end

undo

-- Eine frühere Ausführung des Befehls
-- rückgängig machen

require

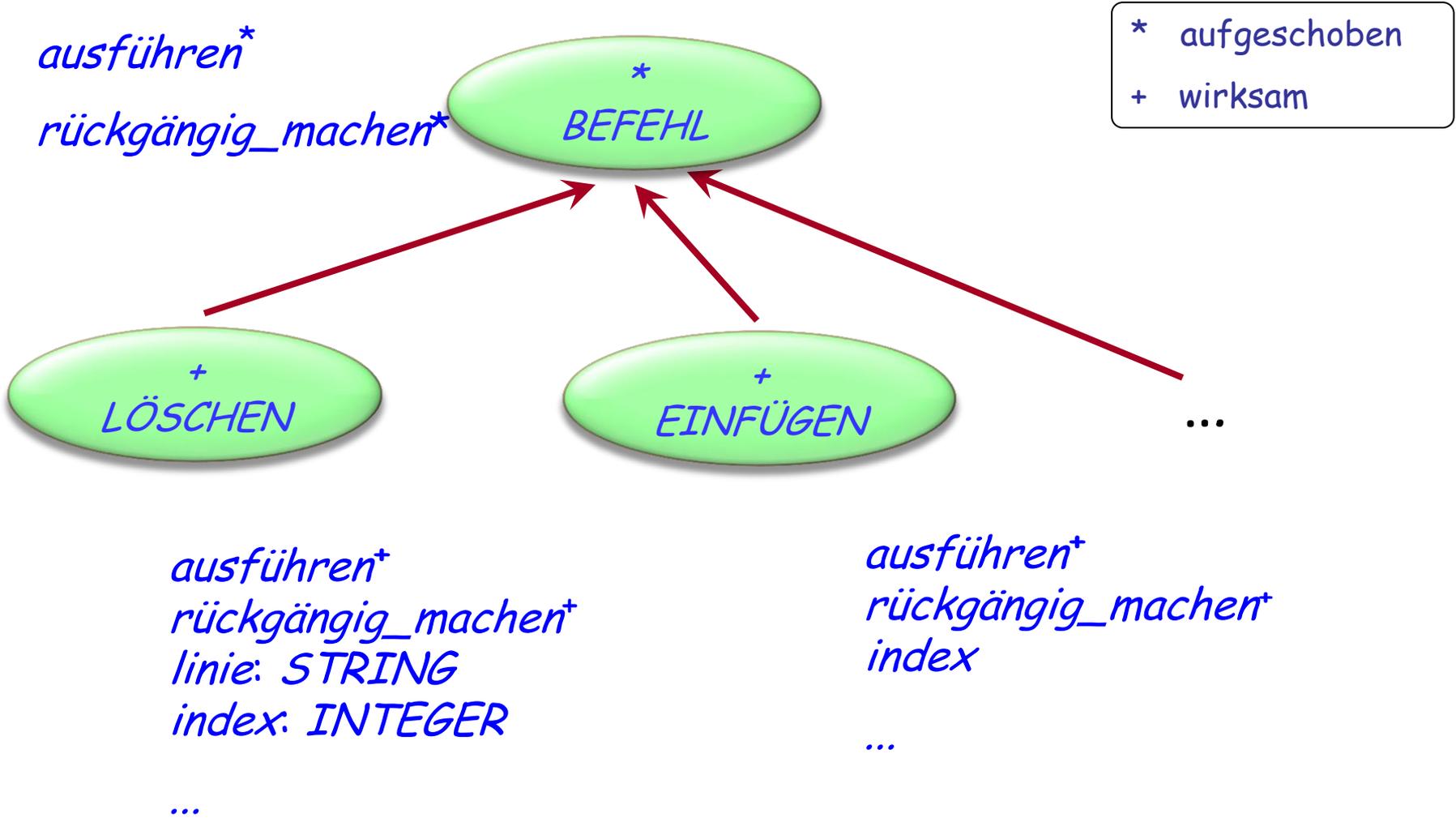
already: done

deferred

end

end

Die Befehl-Klassenhierarchie



Zugrundeliegende Klasse (Aus dem Geschäftsmodell)



```
class BEARBEITUNGS_CONTROLLER feature
  text: LIST[STRING]
  position: LIST_ITERATOR[STRING]
  löschen
    -- Lösche Zeile an aktueller Position.
    require
      not position.off
    do
      position.remove
    end
  rechts_einfügen (linie : STRING)
    -- Füge linie nach der aktuellen Position ein.
    require
      not position.after
    do
      position.put_right (linie)
    end
  ... Auch: item, index, go_ith, put_left ...
end
```

Eine Befehlsklasse (Skizze, ohne Verträge)



```
class LÖSCHEN inherit BEFEHL feature
  controller: BEARBEITUNGS_CONTROLLER
    -- Zugriff zum Geschäftsmodell.

  linie: STRING
    -- Zu löschende Zeile.

  index: INTEGER
    -- Position der zu löschenden Zeile.

  ausführen
    -- Lösche aktuelle Zeile und speichere sie.
    do
      linie := controller.item; index := controller.index
      controller.löschen; done := True
    end

  rückgängig_machen
    -- Füge vorher gelöschte Zeile wieder ein.
    do
      controller.go_i_th(index)
      controller.put_left(line)
    end

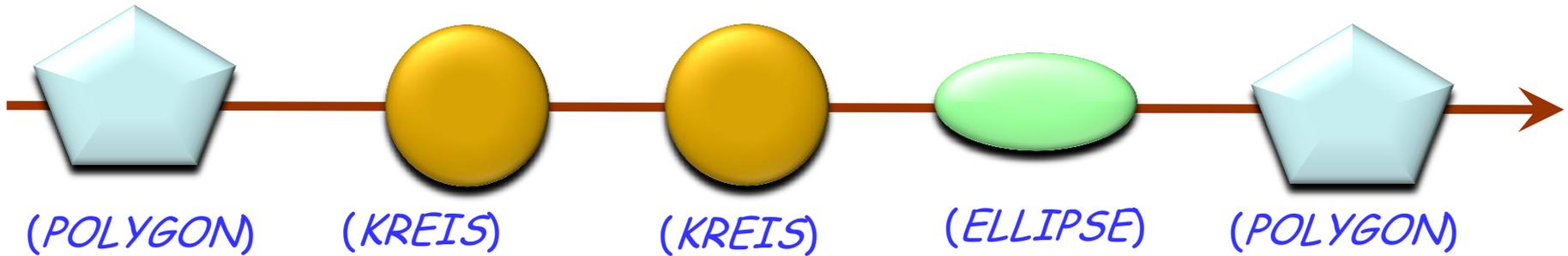
end
```

Eine polymorphe Datenstruktur



verlauf: LIST [BEFEHL]

Erinnerung: Liste von Figuren



```
bilder.extend(p1); bilder.extend(c1); bilder.extend(c2)  
bilder.extend(e); bilder.extend(p2)
```

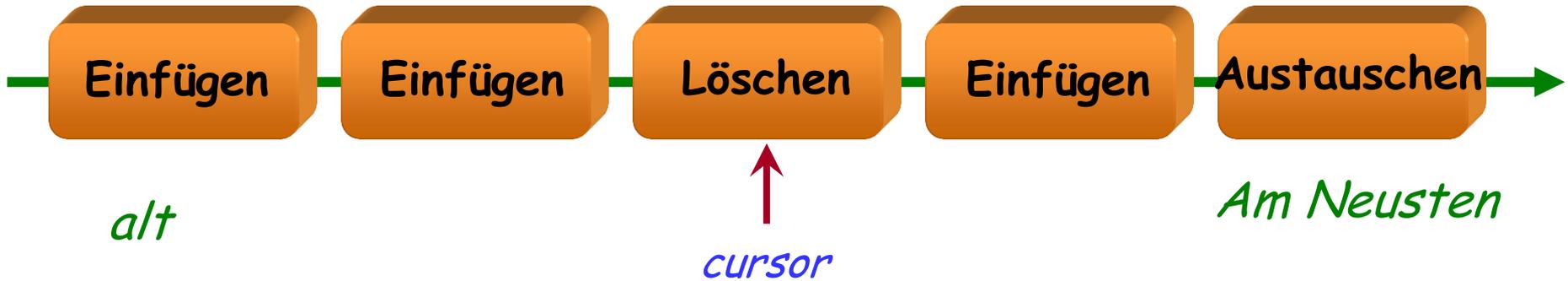
```
bilder: LIST [FIGUR]  
p1, p2: POLYGON  
c1, c2: KREIS  
e: ELLIPSE
```

```
class LIST[G] feature  
  extend(v: G) do ...  
end  
  last: G  
  ...  
end
```

Die Verlauf-Liste



Eine polymorphe Datenstruktur



verlauf: LIST [BEFEHL]

cursor: ITERATION_CURSOR [BEFEHL]

Einen Benutzerbefehl ausführen



benutzeranfrage_decodieren

```
if "Anfrage ist normaler Befehl" then
    "Erzeuge ein Befehlsobjekt c, der Anforderung entsprechend"
    from until cursor.is_last loop cursor.remove_right end
    verlauf.extend(c); cursor.forth
    c.ausführen
```

Pseudocode, siehe nächste Implementation

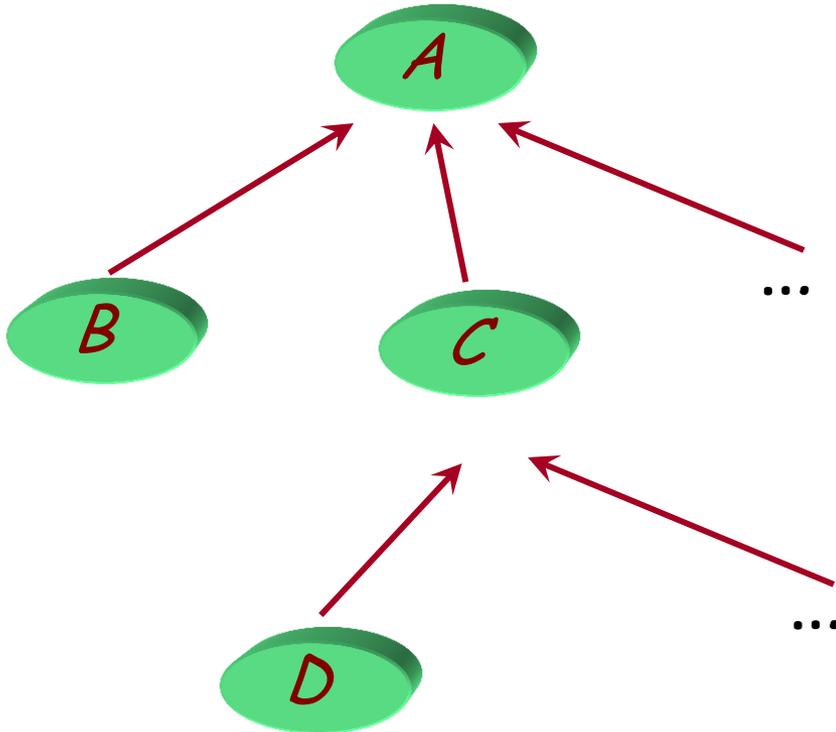
```
elseif "Anfrage ist UNDO" then
    if not cursor.before then -- Ignoriere überschüssige Anfragen
        cursor.item.rückgängig_machen
        cursor.back
```



```
end
elseif "Anfrage ist REDO" then
    if not cursor.is_last then -- Ignoriere überschüssige Anfragen
        cursor.forth
        cursor.item.ausführen
    end
```

end

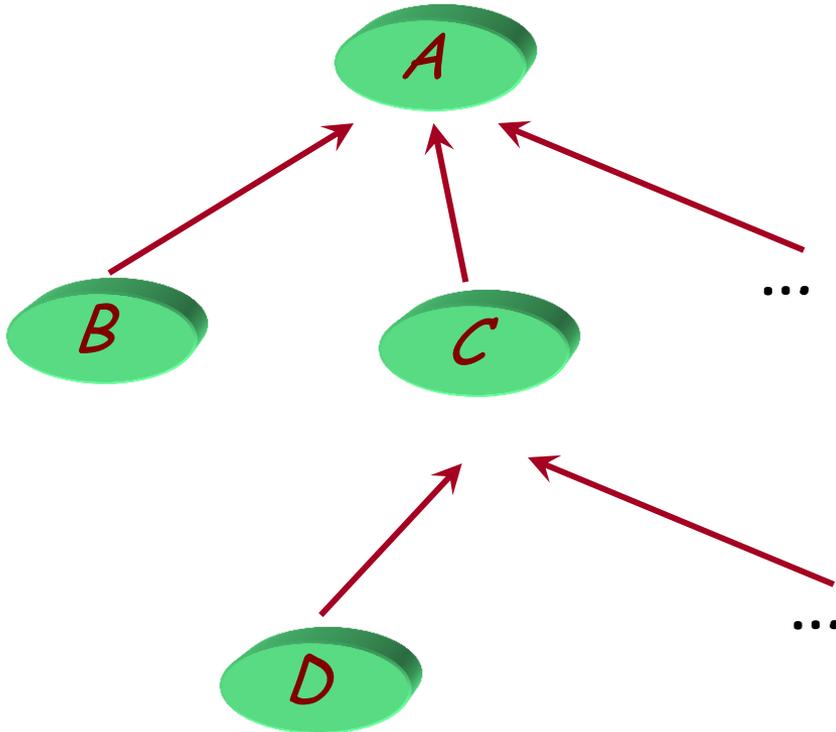
Bedingte Erzeugung (1)



```
a1: A  
if kondition_1 then  
  -- "Erzeuge a1 als Instanz von B"  
elseif kondition_2 then  
  -- "Erzeuge a1 als Instanz von C"  
... etc.
```

```
a1: A; b1: B; c1: C; d1: D; ...  
if kondition_1 then  
  create b1.make(...)  
  a1 := b1  
elseif kondition_2 then  
  create c1.make(...)  
  a1 := c1  
... etc.
```

Bedingte Erzeugung (2)



```
a1: A  
if kondition_1 then  
  -- "Erzeuge a1 als Instanz von B"  
elseif kondition_2 then  
  -- "Erzeuge a1 als Instanz von C"  
... etc.
```

```
a1: A  
if kondition_1 then  
  create {B} a1.make (...)  
elseif kondition_2 then  
  create {C} a1.make (...)  
... etc.
```

Einen Benutzerbefehl ausführen



benutzeranfrage_decodieren

if "Anfrage ist normaler Befehl" then

"Erzeuge ein Befehlsobjekt *c*, der Anforderung entsprechend"

from until *cursor.is_last* loop *cursor.remove_right* end

verlauf.extend(c); cursor.forth

c.ausführen

elseif "Anfrage ist UNDO" then

if not *cursor.before* then -- Ignoriere überschüssige Anfragen

cursor.item.rückgängig_machen

cursor.back

end



elseif "Anfrage ist REDO" then

if not *cursor.is_last* then -- Ignoriere überschüssige Anfragen

cursor.forth

cursor.item.ausführen

end

end



c: BEFEHL

...

benutzerbefehl_decodieren

if "Anfrage ist Löschen" then

 create {LÖSCHEN} c

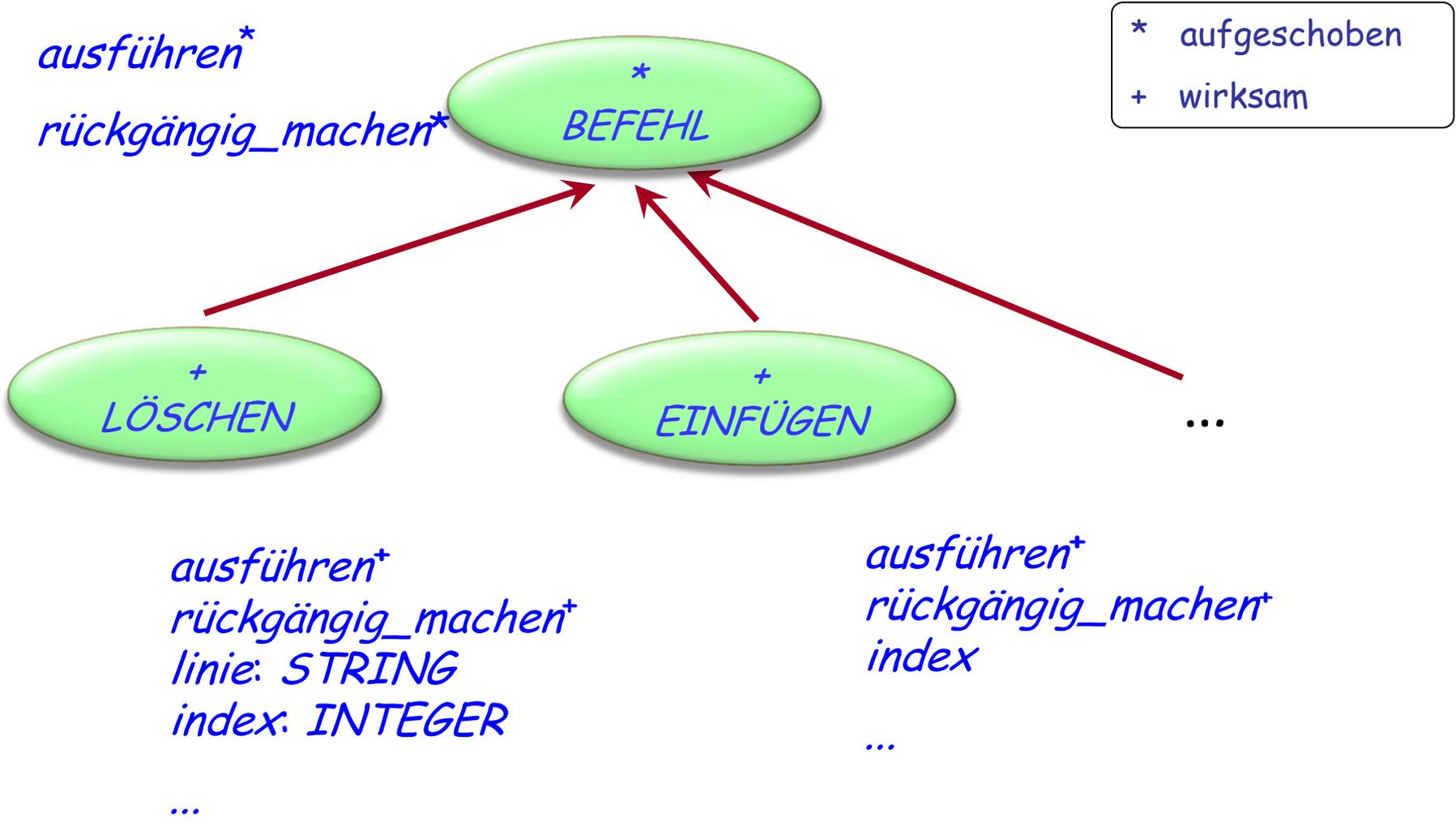
elseif "Anfrage ist Einfügen" then

 create {EINFÜGEN} c

else

 etc.

Die Befehl-Klassenhierarchie



Befehlsobjekte erzeugen: Besserer Ansatz

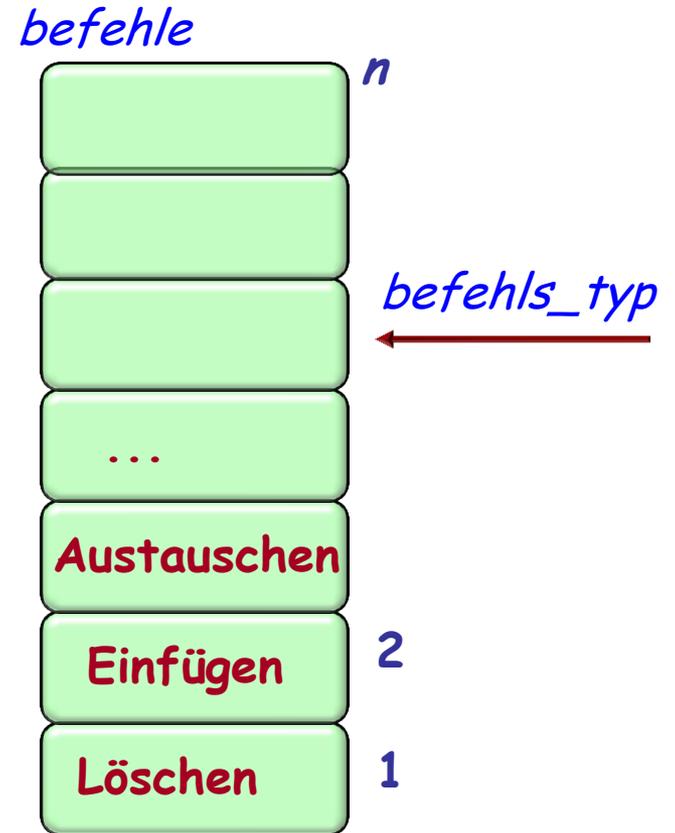
Geben Sie jedem Befehls-Typ eine Nummer

Füllen Sie zu Beginn einen Array *befehle* mit je einer Instanz jedes Befehls-Typen.

Um neue Befehlsobjekte zu erhalten:

"Bestimme *befehls_typ*"

$c := (befehle[befehls_typ]).twin$



Einen "Prototypen" duplizieren



Wurde extensiv genutzt (z.B. in EiffelStudio und anderen Eiffel-Tools).

Ziemlich einfach zu implementieren.

Details müssen genau betrachtet werden (z.B. lassen sich manche Befehle nicht rückgängig machen).

Eleganter Gebrauch von O-O-Techniken

Nachteil: Explosion kleiner Klassen

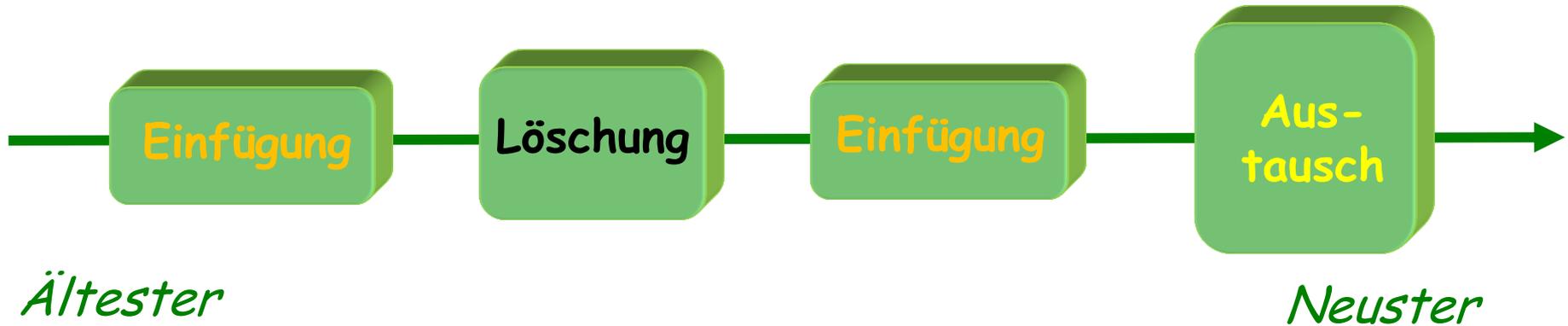


Für jeden Benutzerbefehl haben wir zwei Routinen:

- Die Routine, um ihn auszuführen
- Die Routine, um ihn rückgängig zu machen



verlauf: LIST [BEFEHL]



Die Verlauf-Liste mit Agenten



Die Verlauf-Liste wird einfach zu einer Liste von Agentenpaaren:

verlauf: LIST[TUPLE

[ausführer: PROCEDURE[ANY, TUPLE];

rückgängig_macher: PROCEDURE[ANY, TUPLE]

Benanntes
Tupel



Das Grundschemata bleibt dasselbe, aber man braucht nun keine Befehlsobjekte mehr; die Verlauf-Liste ist einfach eine Liste, die Agenten enthält.

Einen Benutzerbefehl ausführen (vorher)



benutzeranfrage_decodieren

if "Anfrage ist normaler Befehl" then

"Erzeuge ein Befehlsobjekt *c*, der Anforderung entsprechend"

from until *cursor.is_last* loop *cursor.remove_right* end

verlauf.extend(c); cursor.forth

c.ausführen

elseif "Anfrage ist UNDO" then

if not *cursor.before* then -- Ignoriere überschüssige Anfragen

cursor.item.rückgängig_machen

cursor.back

end



elseif "Anfrage ist REDO" then

if not *cursor.is_last* then -- Ignoriere überschüssige Anfragen

cursor.forth

cursor.item.ausführen

end

end

Einen Benutzerbefehl ausführen (jetzt)



```
"Dekodiere Benutzeranfrage mit zwei Agenten do_it and undo_it"  
if "Anfrage ist normaler Befehl" then  
  from until cursor.is_last loop cursor.remove_right end  
  verlauf.extend([do_it, undo_it]); cursor.forth  
  do_it.call([])  
elseif "Anfrage ist UNDO" then  
  if not cursor.before then -- Ignoriere überschüssige Anfragen  
    cursor.item.ausführer.call([])  
    cursor.back  
  end  
elseif "Anfrage ist REDO" then  
  if not cursor.is_last then -- Ignoriere überschüssige Anfragen  
    cursor.forth  
    cursor.item.rückgängig_macher.call([])  
  end  
end  
end
```





Menschen machen Fehler!

Auch wenn sie keine Fehler machen: sie wollen experimentieren. Undo/Redo unterstützt einen „trial and error“-Stil.

Undo/Redo-Pattern:

- Sehr nützlich in der Praxis
- Weit verbreitet
- Ziemlich einfach zu implementieren
- Exzellentes Beispiel von eleganten O-O-Techniken
- Mit Agenten noch besser!