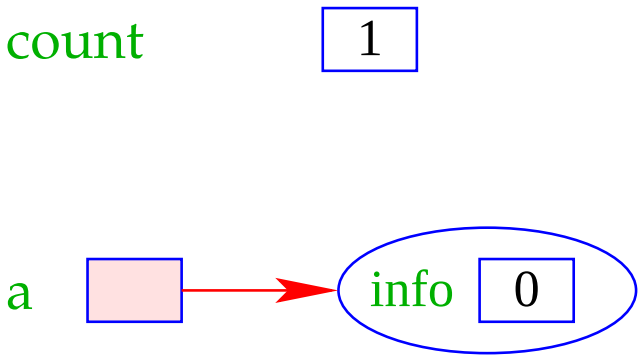
10.2 Klassen-Attribute

- Objekt-Attribute werden für jedes Objekt neu angelegt,
- Klassen-Attribute einmal für die gesamte Klasse :-)
- Klassen-Attribute erhalten die Qualifizierung `static`.

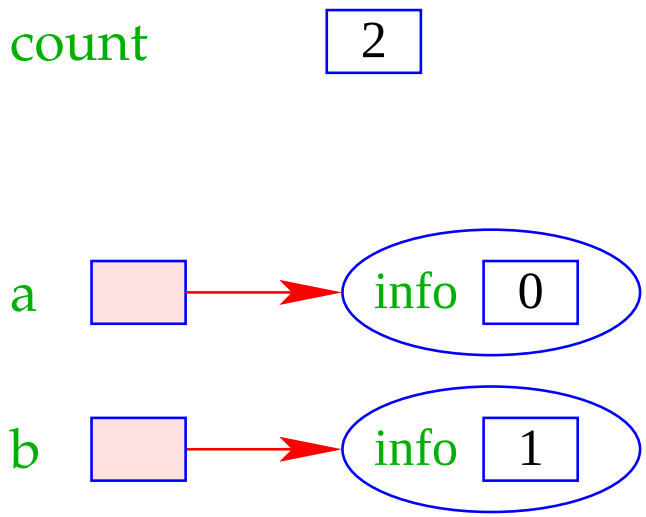
```
public class Count {
   private static int count = 0;
   private int info;
   // Konstruktor
   public Count() {
      info = count; count++;
      } ...
   } // end of class Count
```

count 0

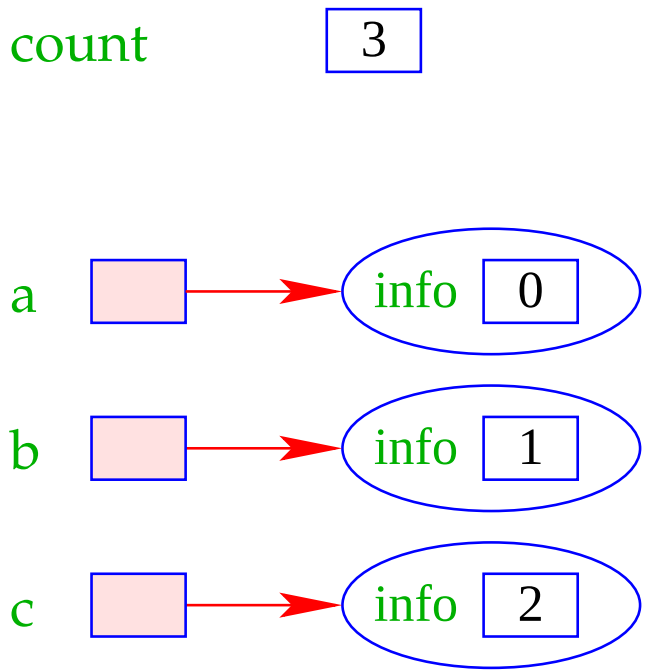
```
Count a = new Count();
```




```
Count b = new Count();
```




```
Count c = new Count();
```


count
3
a
info
0
b
info
1
c
info
2

- Das Klassen-Attribut `count` zählt hier die Anzahl der bereits erzeugten Objekte.
- Das Objekt-Attribut `info` enthält für jedes Objekt eine eindeutige Nummer.
- Außerhalb der Klasse Class kann man auf eine öffentliche Klassen-Variable name mithilfe von Class.name zugegreifen.

- Das Klassen-Attribut `count` zählt hier die Anzahl der bereits erzeugten Objekte.
- Das Objekt-Attribut `info` enthält für jedes Objekt eine eindeutige Nummer.
- Außerhalb der Klasse Class kann man auf eine öffentliche Klassen-Variable name mithilfe von Class.name zugegreifen.

- Objekt-Methoden werden stets mit einem Objekt aufgerufen ...
- dieses Objekt fungiert wie ein weiteres Argument :-)
- Funktionen und Prozeduren der Klasse ohne dieses implizite Argument heißen Klassen-Methoden und werden durch das Schlüsselwort `static` kenntlich gemacht.

In `Rational` könnten wir definieren:

```
public static Rational[] intToRationalArray(int[] a) {
   Rational[] b = new Rational[a.length];
   for(int i=0; i < a.length; ++i)
      b[i] = new Rational (a[i]);
   return b;
   }
```

In `Rational` könnten wir definieren:

```
public static Rational[] intToRationalArray(int[] a) {
   Rational[] b = new Rational[a.length];
   for(int i=0; i < a.length; ++i)
      b[i] = new Rational (a[i]);
   return b;
   }
```

- Die Funktion erzeugt für ein Feld von `int`'s ein entsprechendes Feld von `Rational`-Objekten.
- Außerhalb der Klasse Class kann die öffentliche Klassen-Methode meth() mithilfe von `Class.meth(...)` aufgerufen werden.

11 Abstrakte Datentypen

- Spezifiziere nur die Operationen!
- Verberge Details
  - der Datenstruktur;
  - der Implementierung der Operationen.

$\Longrightarrow$ Information Hiding

Sinn:

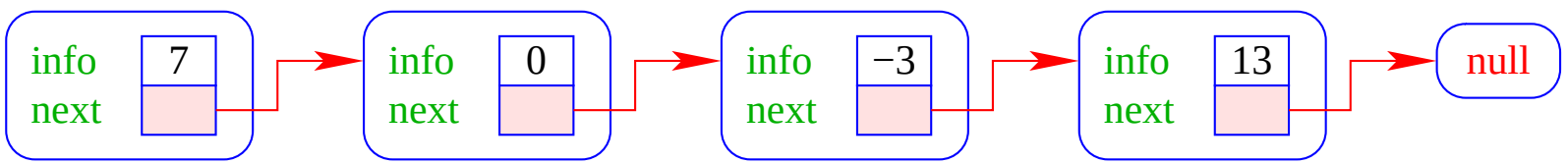
- Verhindern illegaler Zugriffe auf die Datenstruktur;
- Entkopplung von Teilproblemen für
  - Implementierung, aber auch
  - Fehlersuche und
  - Wartung;
- leichter Austausch von Implementierungen (↑rapid prototyping).

11.1 Ein konkreter Datentyp: Listen

Nachteil von Feldern:

- feste Größe;
- Einfügen neuer Elemente nicht möglich;
- Streichen ebenfalls nicht :-(

Idee: Listen



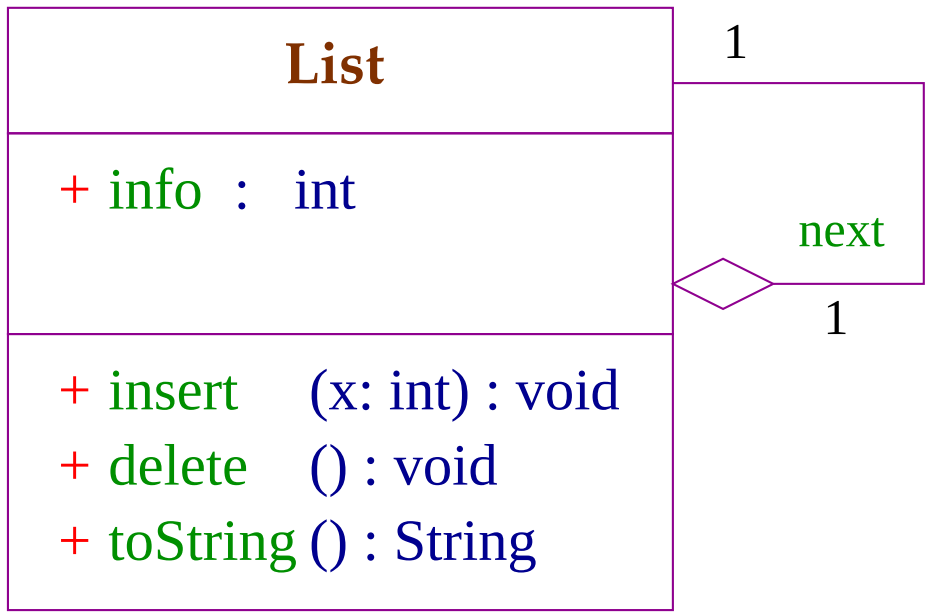
... das heißt:

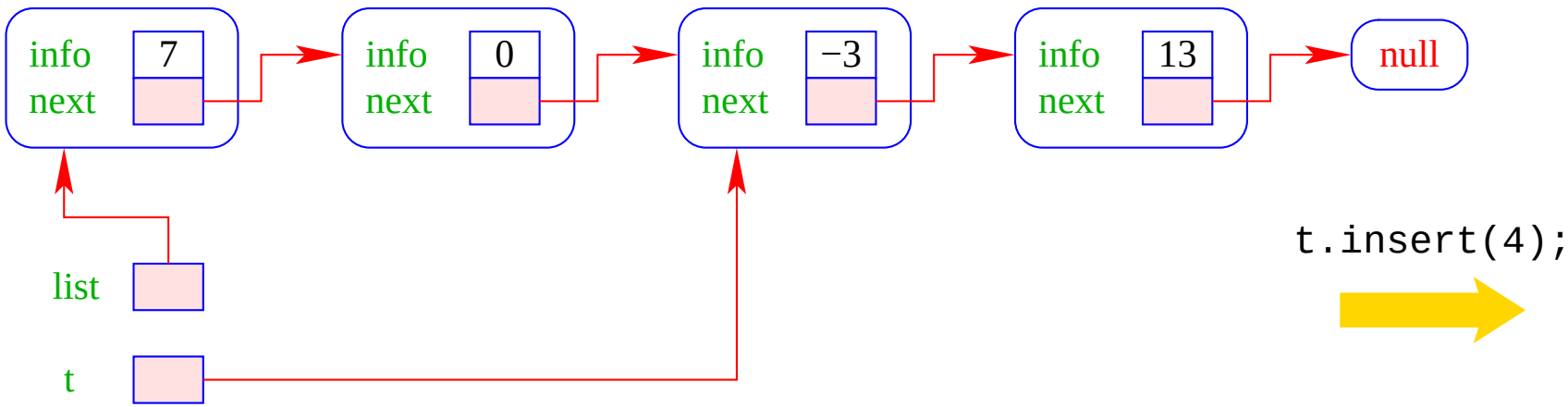
- `info` $=$ Element der Liste;
- `next` $=$ Verweis auf das nächste Element;
- `null` $=$ leeres Objekt.

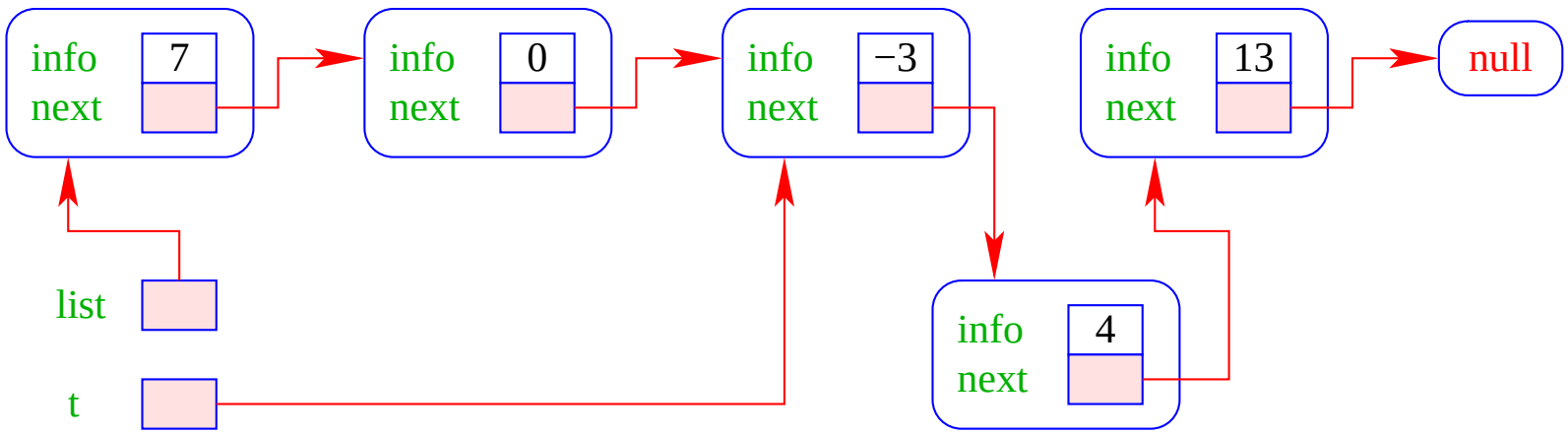
Operationen:

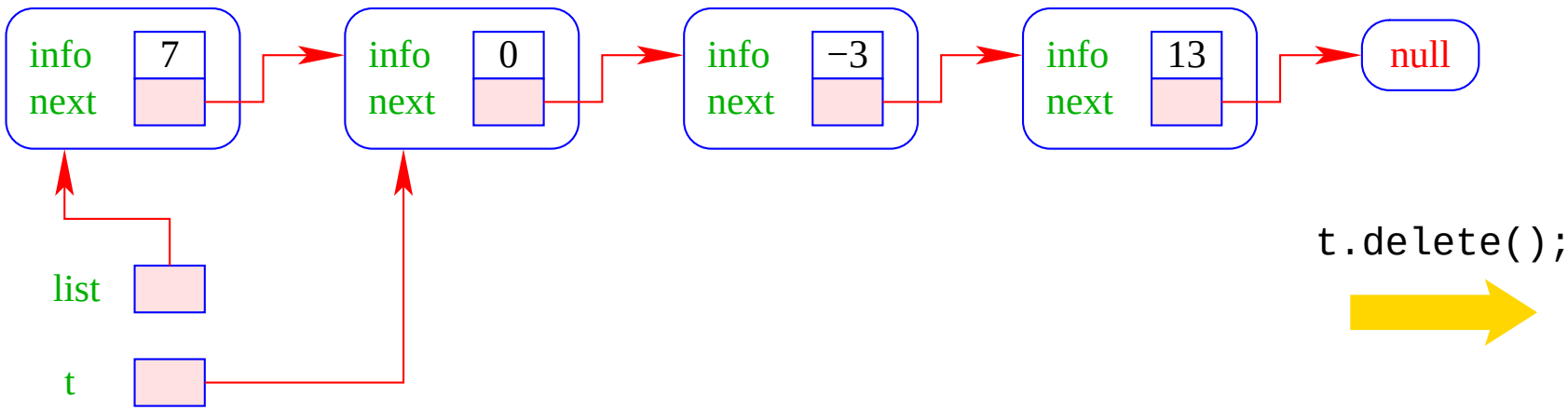
`void insert(int x)`	:	fügt neues x hinter dem aktuellen Element ein;
`void delete()`	:	entfernt Knoten hinter dem aktuellen Element;
`String toString()`	:	liefert eine String-Darstellung.

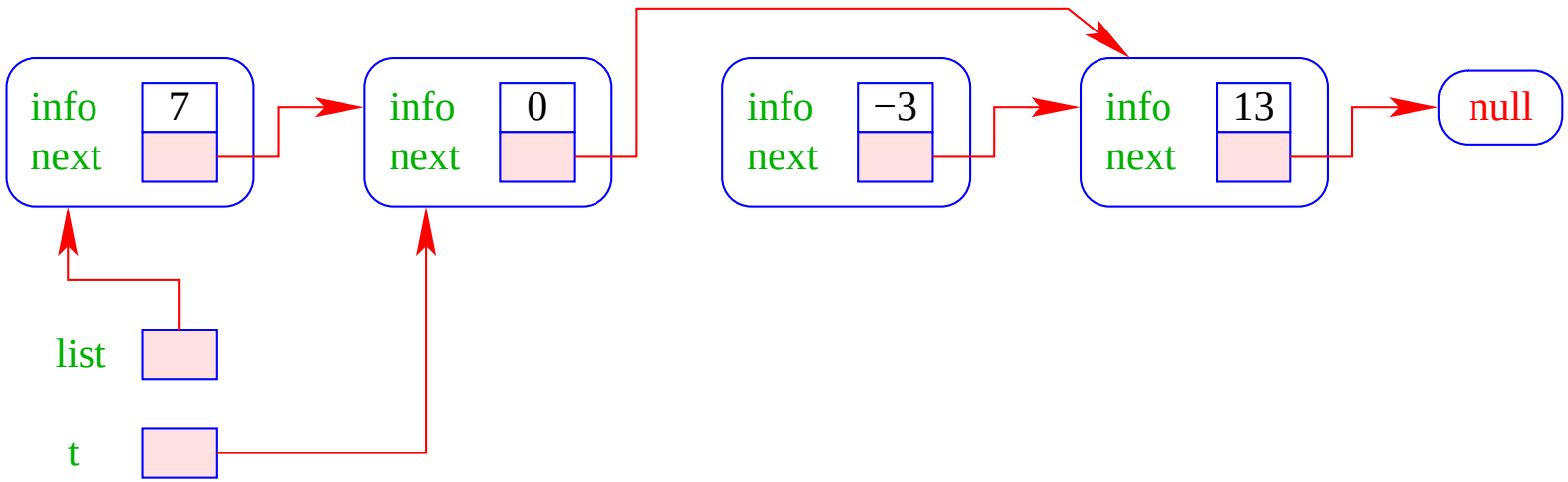
Modellierung:




info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
list
t
t.insert(4);


info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
info
next
4
list
t


info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
list
t
t.delete();


info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
list
t

Weiterhin sollte man

- ... eine Liste auf Leerheit testen können;

- ... neue Listen bauen können, d.h. etwa:
  - ... eine ein-elementige Liste anlegen können;
  - ... eine Liste um ein Element verlängern können;
- ... Listen in Felder und Felder in Listen umwandeln können.

Weiterhin sollte man

- ... eine Liste auf Leerheit testen können;

Achtung:

das `null`-Objekt versteht keinerlei Objekt-Methoden!!!

- ... neue Listen bauen können, d.h. etwa:
  - ... eine ein-elementige Liste anlegen können;
  - ... eine Liste um ein Element verlängern können;
- ... Listen in Felder und Felder in Listen umwandeln können.

```
public class List {
   public int info;
   public List next;
// Konstruktoren:
   public List (int x, List l) {
      info = x;
      next = l;
      }
   public List (int x) {
      info = x;
      next = null;
      }
   ...
```

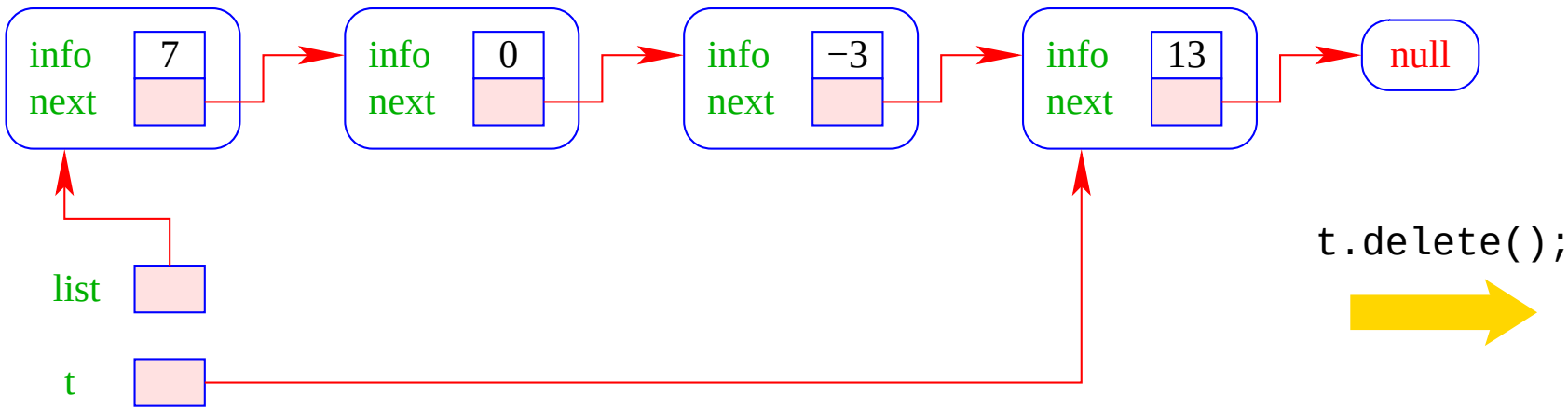
```
// Objekt-Methoden:
   public void insert(int x) {
      next = new List(x,next);
      }
   public void delete() {
      if (next != null)
         next = next.next;
      }
   public String toString() {
      String result = "["+info;
      for(List t=next; t!=null; t=t.next)
         result = result+", "+t.info;
      return result+"]";
      }
   ...
```

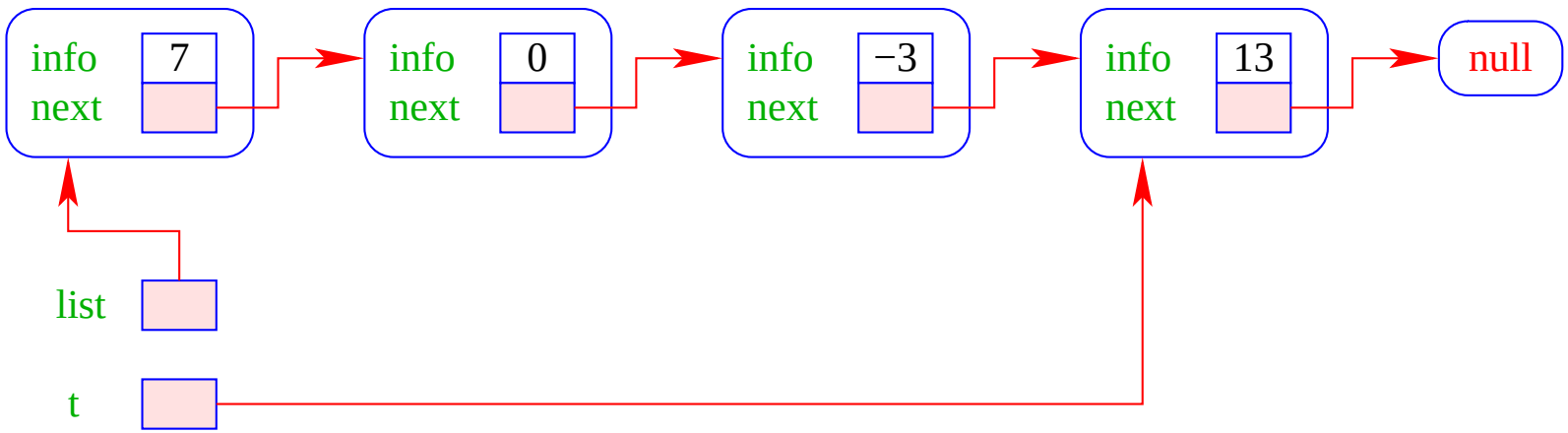
- Die Attribute sind `public` und daher beliebig einsehbar und modifizierbar $\Longrightarrow$ sehr flexibel, sehr fehleranfällig.
- `insert()` legt einen neuen Listenknoten an fügt ihn hinter dem aktuellen Knoten ein.
- `delete()` setzt den aktuellen `next`-Verweis auf das übernächste Element um.

Achtung:

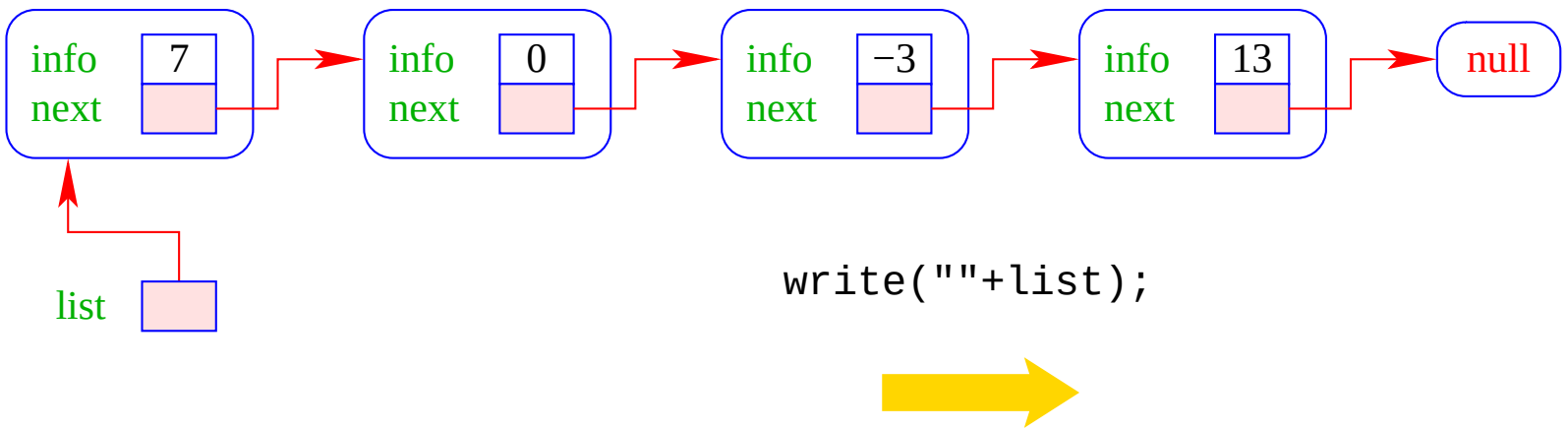
Wenn `delete()` mit dem letzten Element der Liste aufgerufen wird, zeigt `next` auf `null`.

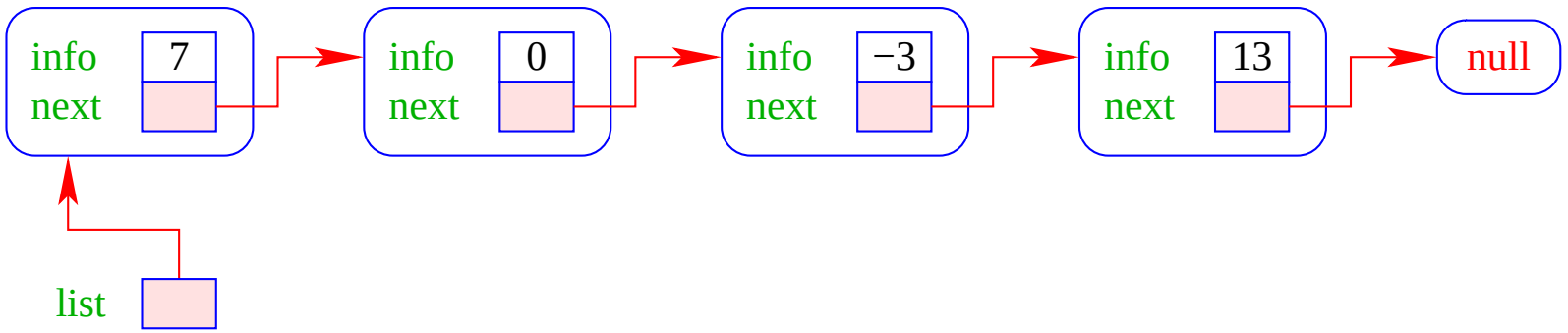
$\Longrightarrow$ Wir tun dann nix.


info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
list
t
t.delete();


info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
list
t

- Weil Objekt-Methoden nur für von `null` verschiedene Objekte aufgerufen werden können, kann die leere Liste nicht mittels `toString()` als `String` dargestellt werden.
- Der Konkatenations-Operator "+" ist so schlau, vor Aufruf von `toString()` zu überprüfen, ob ein `null`-Objekt vorliegt. Ist das der Fall, wird "null" ausgegeben.
- Wollen wir eine andere Darstellung, benötigen wir eine Klassen-Methode `String toString(List l)`.


info
next
7
info
next
0
info
next
−3
info
next
13
null
list
write(""+list);




```
"[7, 0, −3, 13]"
```


```
write(""+list);
```

`"null"`

```
// Klassen-Methoden:
   public static boolean isEmpty(List l) {
      if (l == null)
         return true;
      else
         return false;
      }
   public static String toString(List l) {
      if (l == null)
         return "[]";
      else
         return l.toString();
      }
   ...
```

```
public static List arrayToList(int[] a) {
   List result = null;
   for(int i = a.length-1; i>=0; --i)
      result = new List(a[i],result);
   return result;
   }
public int[] listToArray() {
   List t = this;
   int n = length();
   int[] a = new int[n];
   for(int i = 0; i < n; ++i) {
      a[i] = t.info;
      t = t.next;
      }
   return a;
   }
...
```

- Damit das erste Element der Ergebnis-Liste `a[0]` enthält, beginnt die Iteration in `arrayToList()` beim größten Element.
- `listToArray()` ist als Objekt-Methode realisiert und funktioniert darum nur für nicht-leere Listen :-)
- Um eine Liste in ein Feld umzuwandeln, benötigen wir seine Länge.

```
    private int length() {
       int result = 1;
       for(List t = next; t!=null; t=t.next)
          result++;
       return result;
       }
} // end of class List
```

- Weil `length()` als `private` deklariert ist, kann es nur von den Methoden der Klasse `List` benutzt werden.
- Damit `length()` auch für `null` funktioniert, hätten wir analog zu toString() auch noch eine Klassen-Methode `int length(List l)` definieren können.
- Diese Klassen-Methode würde uns ermöglichen, auch eine Klassen-Methode `static int [] listToArray (List l)` zu definieren, die auch für leere Listen definiert ist.