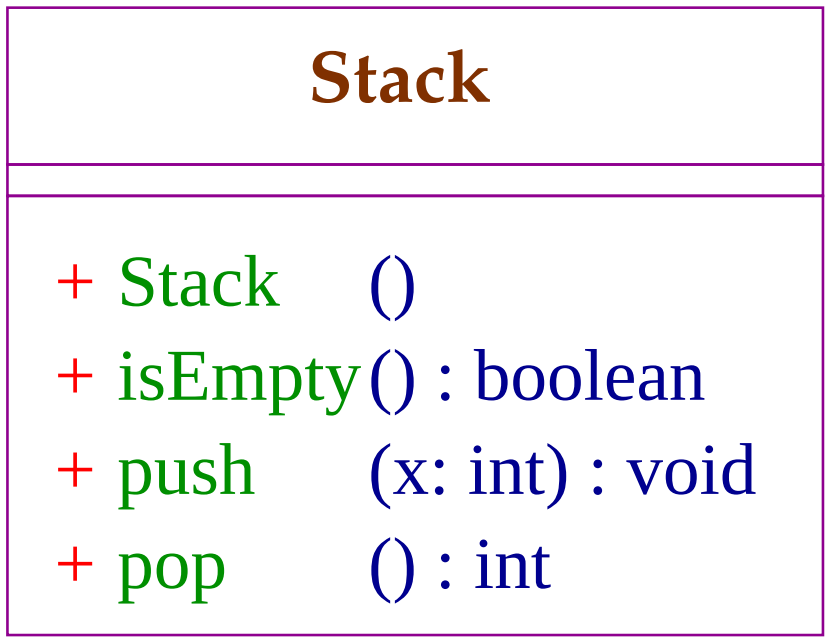
11.2 Keller (Stacks)

Operationen:

`boolean isEmpty()`	:	testet auf Leerheit;
`int pop()`	:	liefert oberstes Element;
`void push(int x)`	:	legt x oben auf dem Keller ab;
`String toString()`	:	liefert eine String-Darstellung.

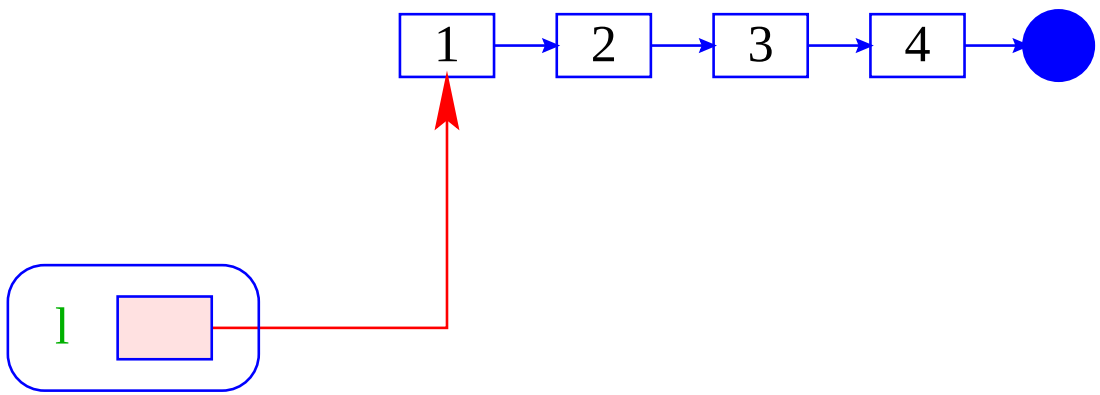
Weiterhin müssen wir einen leeren Keller anlegen können.

Modellierung:



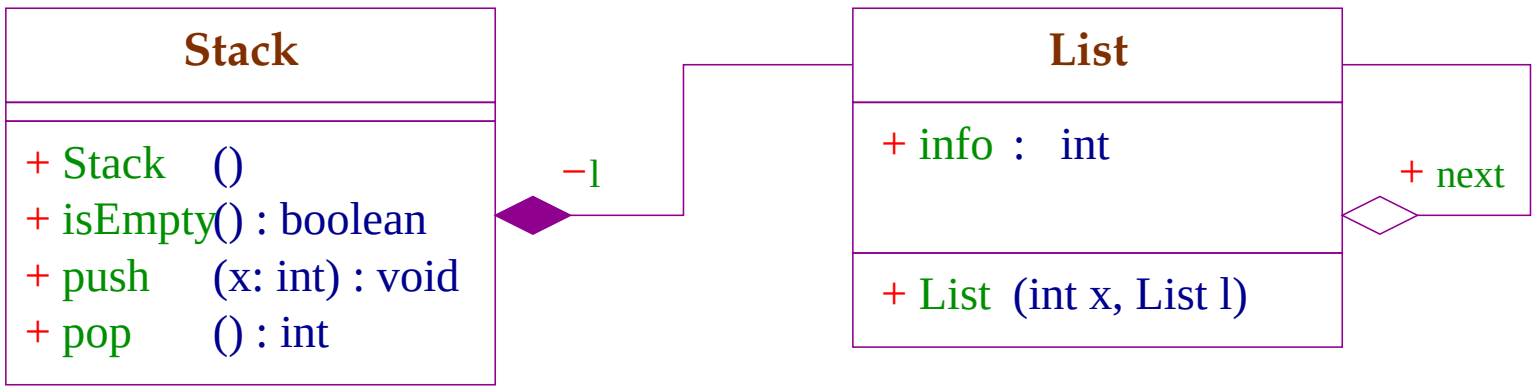
Erste Idee:

- Realisiere Keller mithilfe einer Liste!



- Das Attribut `l` zeigt auf das oberste Element.

Modellierung:



Die gefüllte Raute besagt, dass die Liste nur von `Stack` aus zugreifbar ist.

Implementierung:

```
public class Stack {
   private List l;
   // Konstruktor:
   public Stack() {
      l = null;
      }
   // Objekt-Methoden:
   public isEmpty() {
      return List.isEmpty(l);
      }
   ...
```

```
public int pop() {
   int result = l.info;
   l = l.next;
   return result;
   }
public void push(int a) {
   l = new List(a,l);
   }
public String toString() {
   return List.toString(l);
   }
} // end of class Stack
```

- Die Implementierung ist sehr einfach;
- ... nutzte gar nicht alle Features von `List` aus;
- ... die Listen-Elemente sind evt. über den gesamten Speicher verstreut;

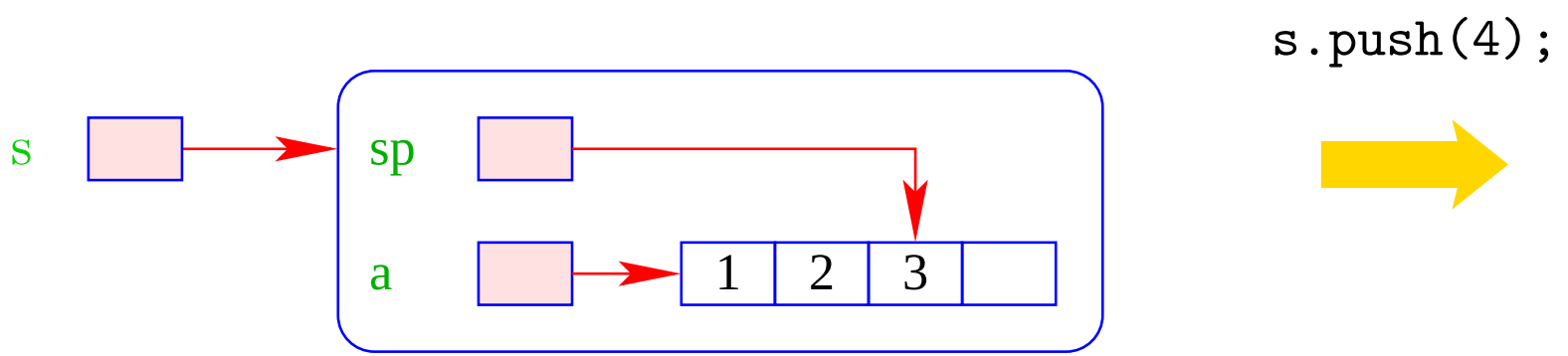
  $\Longrightarrow$ führt zu schlechtem ↑Cache-Verhalten des Programms !

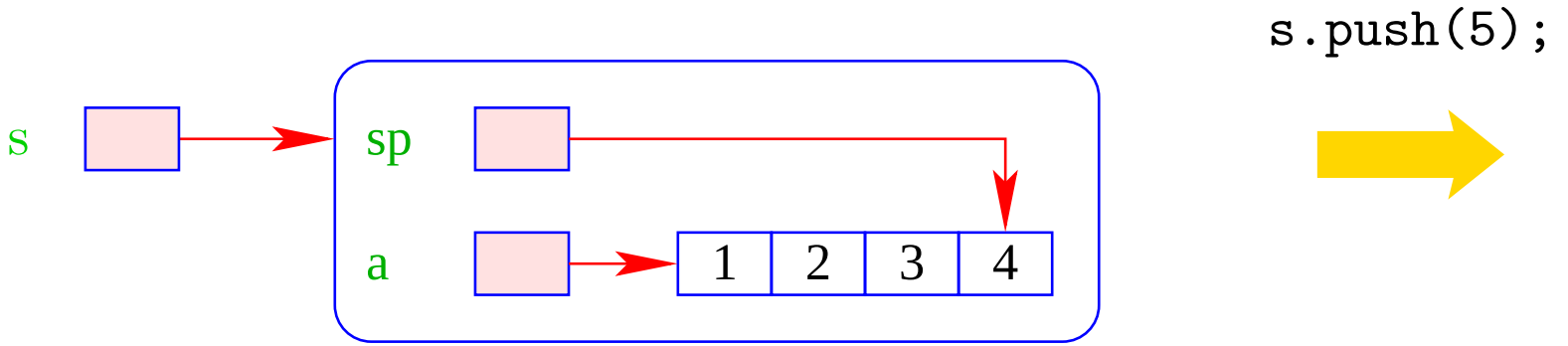
- Die Implementierung ist sehr einfach;
- ... nutzte gar nicht alle Features von `List` aus;
- ... die Listen-Elemente sind evt. über den gesamten Speicher verstreut;

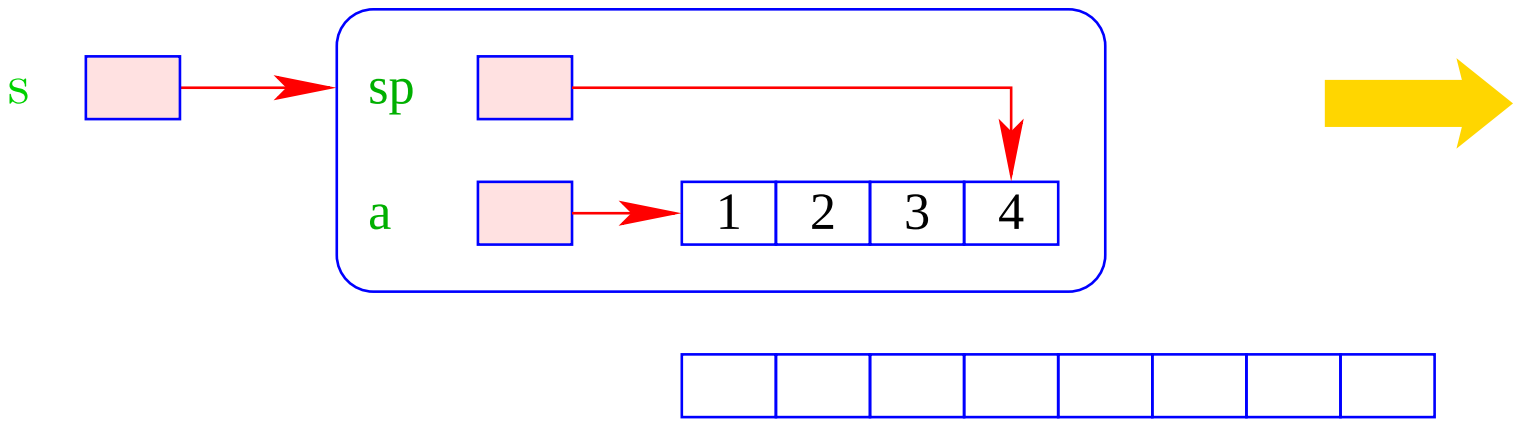
  $\Longrightarrow$ führt zu schlechtem ↑Cache-Verhalten des Programms !

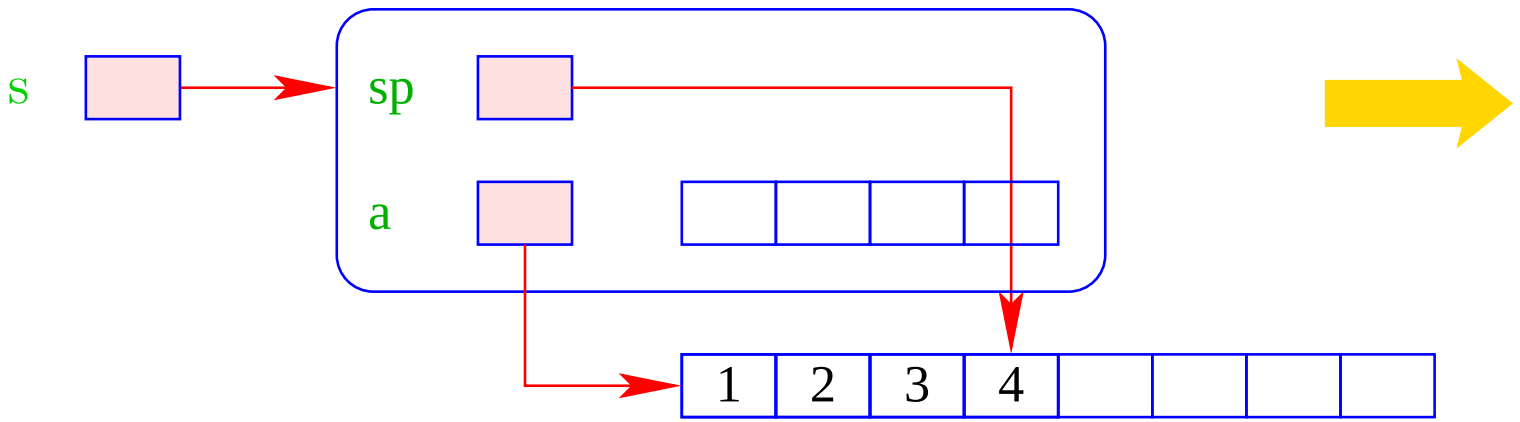
Zweite Idee:

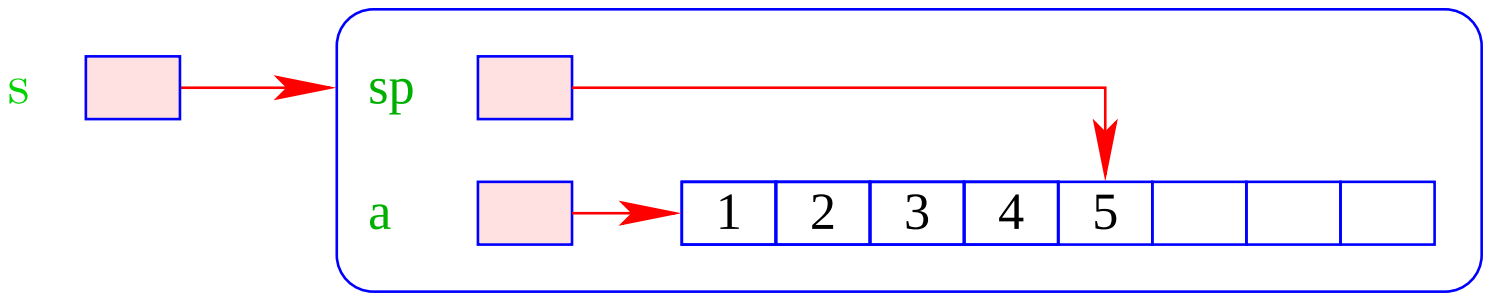
- Realisiere den Keller mithilfe eines Felds und eines Stackpointers, der auf die oberste belegte Zelle zeigt.
- Läuft das Feld über, ersetzen wir es durch ein größeres.


s
sp
a
1
2
3
s.push(4);

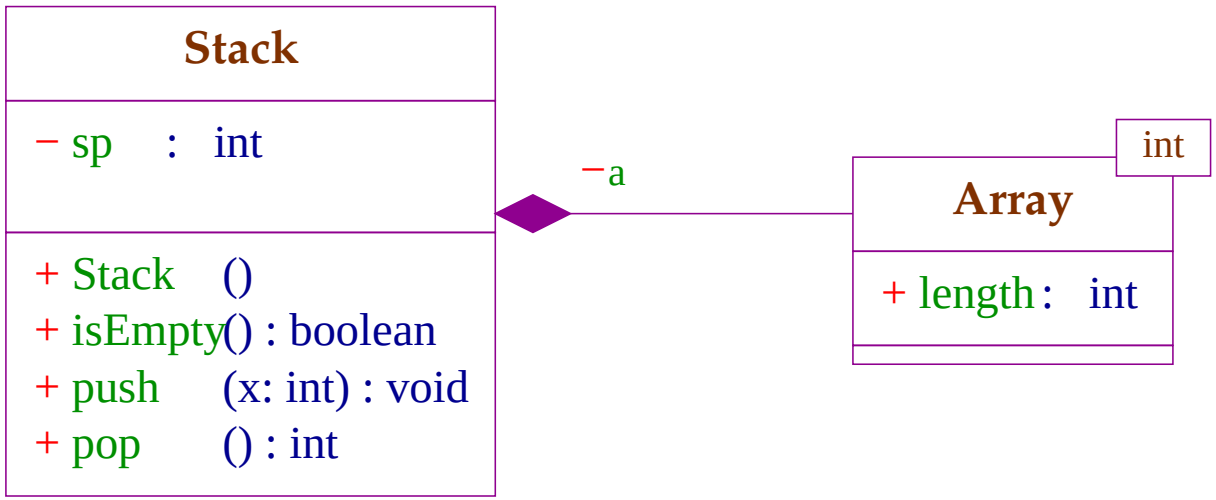

s
sp
a
1
2
3
4
s.push(5);


s
sp
a
1
2
3
4


s
sp
a
1
2
3
4


s
sp
a
1
2
3
4
5

Modellierung:



Implementierung:

```
public class Stack {
   private int sp;
   private int[] a;
// Konstruktoren:
   public Stack() {
      sp = -1; a = new int[4];
      }
// Objekt-Methoden:
   public boolean isEmpty() {
      return (sp<0);
      }
   ...
```

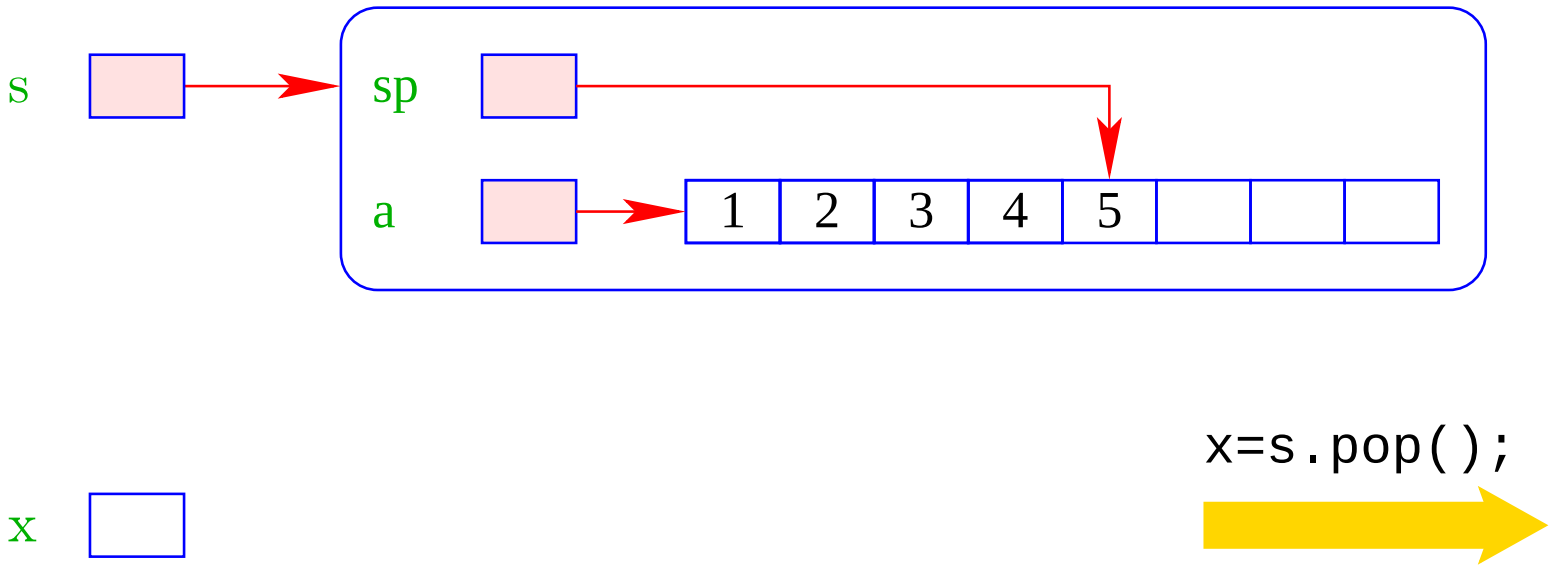
```
   public int pop() {
      return a[sp--];
      }
   public void push(int x) {
      ++sp;
      if (sp == a.length) {
         int[] b = new int[2*sp];
         for(int i=0; i<sp; ++i) b[i] = a[i];
         a = b;
         }
      a[sp] = x;
      }
   public toString() {...}
} // end of class Stack
```

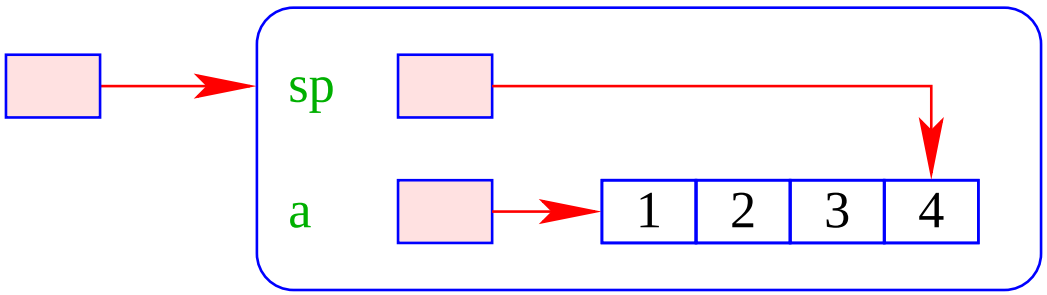
Nachteil:

- Es wird zwar neuer Platz allokiert, aber nie welcher freigegeben.

Erste Idee:

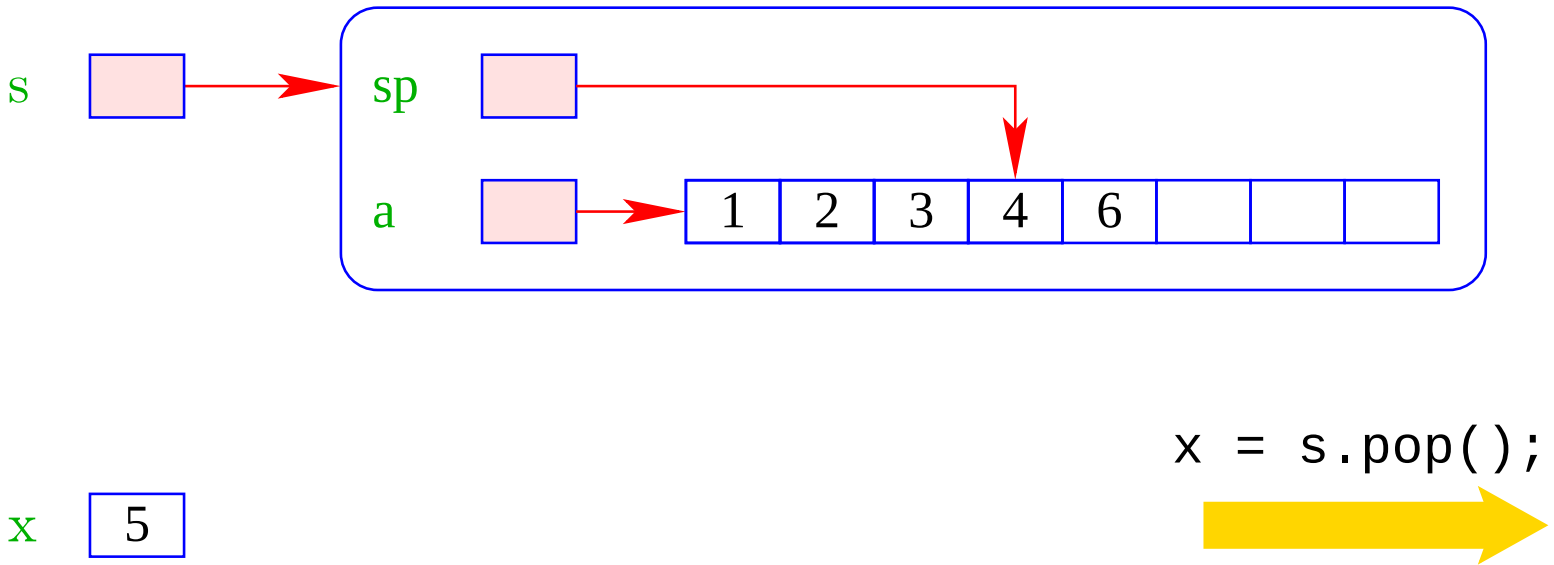
- Sinkt der Pegel wieder auf die Hälfte, geben wir diese frei ...

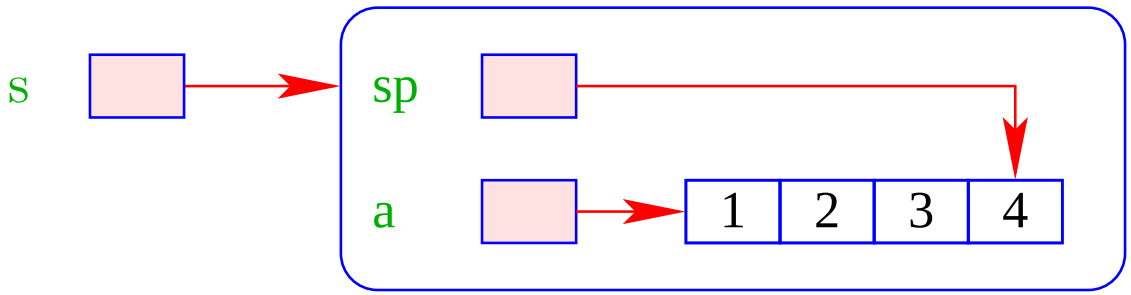

s
sp
a
1
2
3
4
5
x
x=s.pop();



x 5

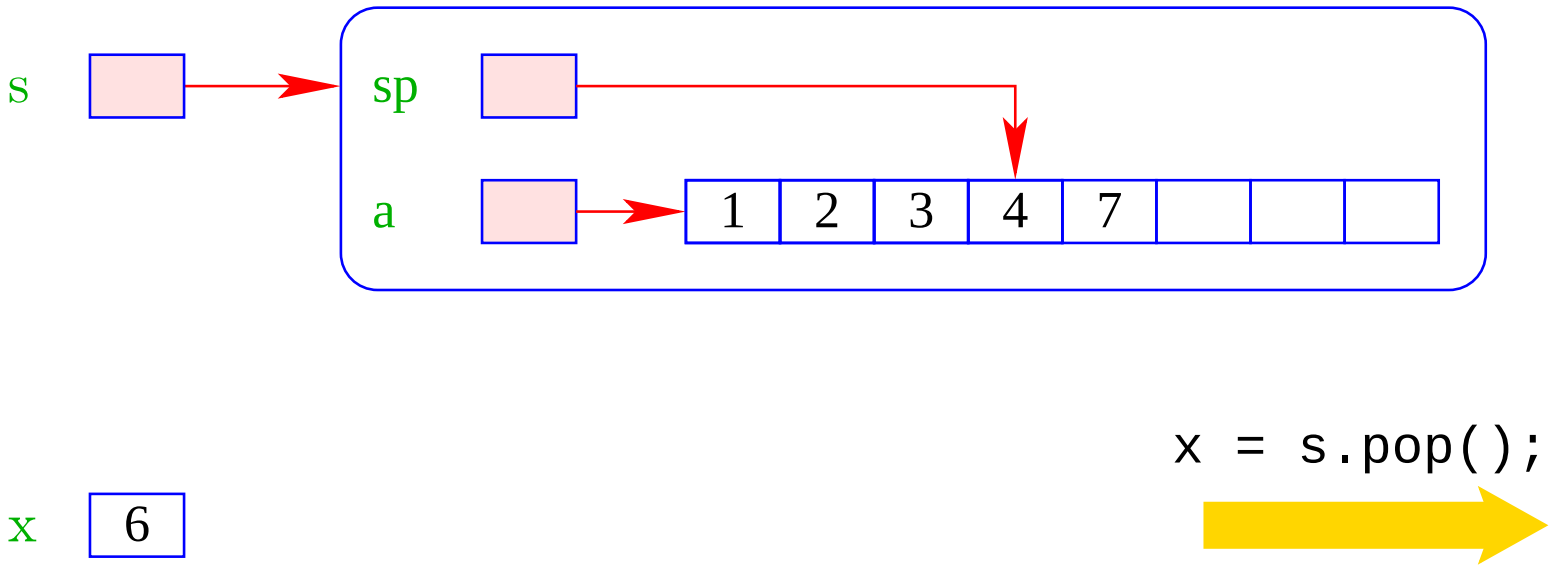
```
s.push(6);
```


s
sp
a
1
2
3
4
6
x
5
x = s.pop();



x 6

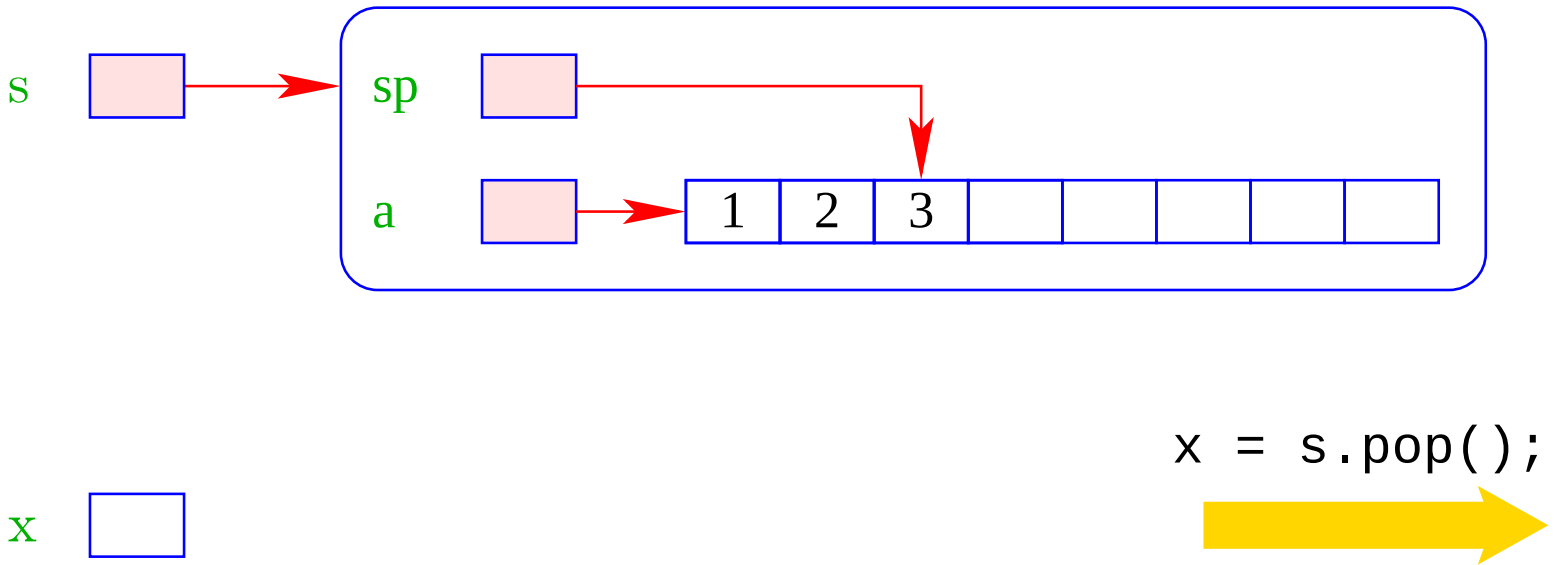
```
s.push(7);
```

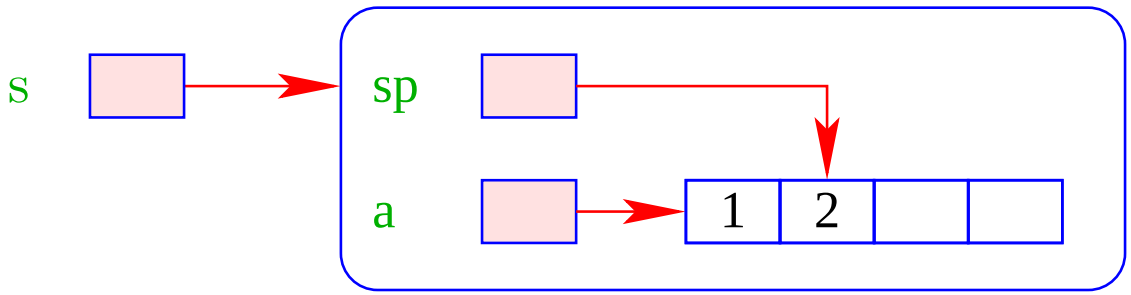

s
sp
a
1
2
3
4
7
x
6
x = s.pop();

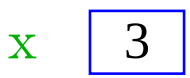
- Im schlimmsten Fall müssen bei jeder Operation sämtliche Elemente kopiert werden.

Zweite Idee:

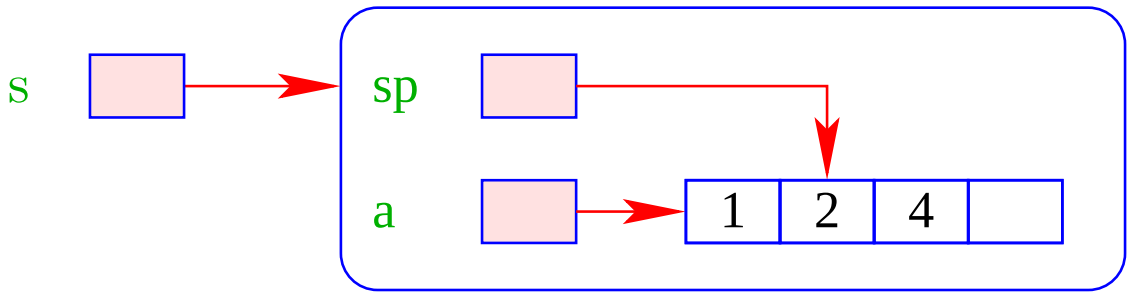
- Wir geben erst frei, wenn der Pegel auf ein Viertel fällt – und dann auch nur die Hälfte !


s
sp
a
1
2
3
x
x = s.pop();



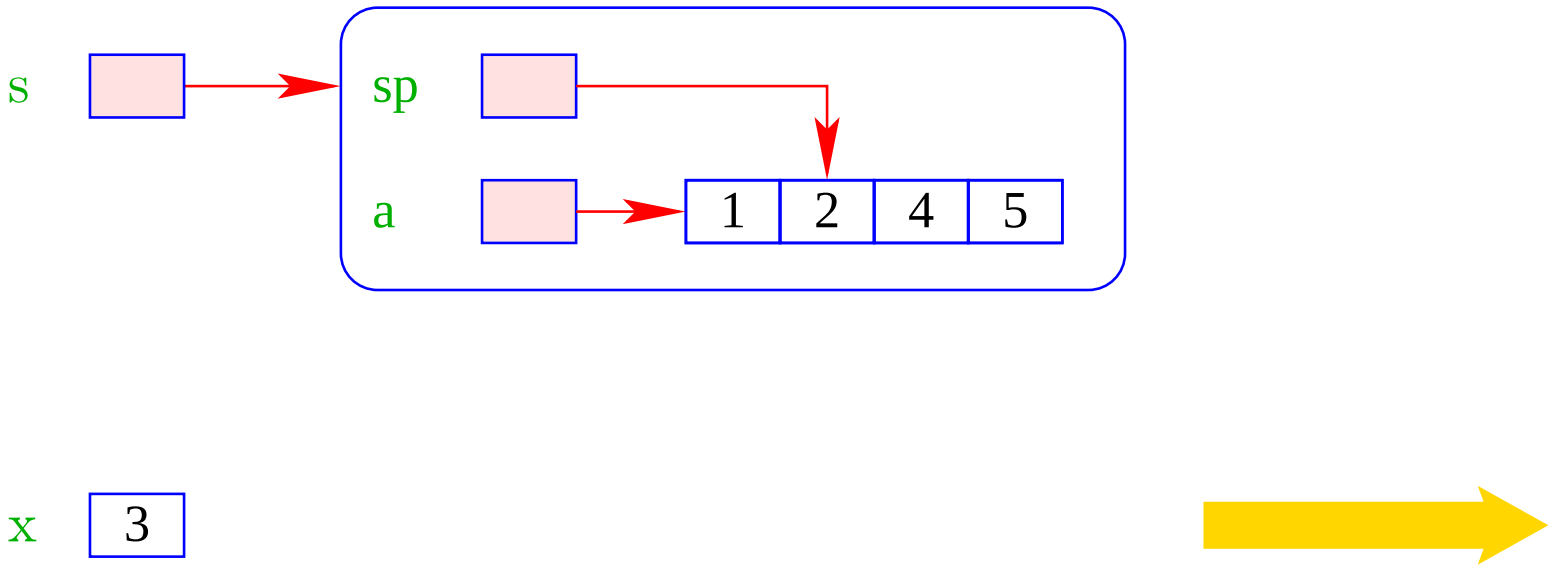



```
s.push(4);
```



x 3

```
s.push(5);
```


s
sp
a
1
2
4
5
x
3

- Vor jedem Kopieren werden mindestens halb so viele Operationen ausgeführt, wie Elemente kopiert werden.
- Gemittelt über die gesamte Folge von Operationen werden pro Operation maximal zwei Zahlen kopiert ↑amortisierte Aufwandsanalyse.

```
public int pop() {
   int result = a[sp];
   if (sp == a.length/4 && sp>=2) {
      int[] b = new int[2*sp];
      for(int i=0; i < sp; ++i)
         b[i] = a[i];
      a = b;
      }
   sp--;
   return result;
   }
```

11.3 Schlangen (Queues)

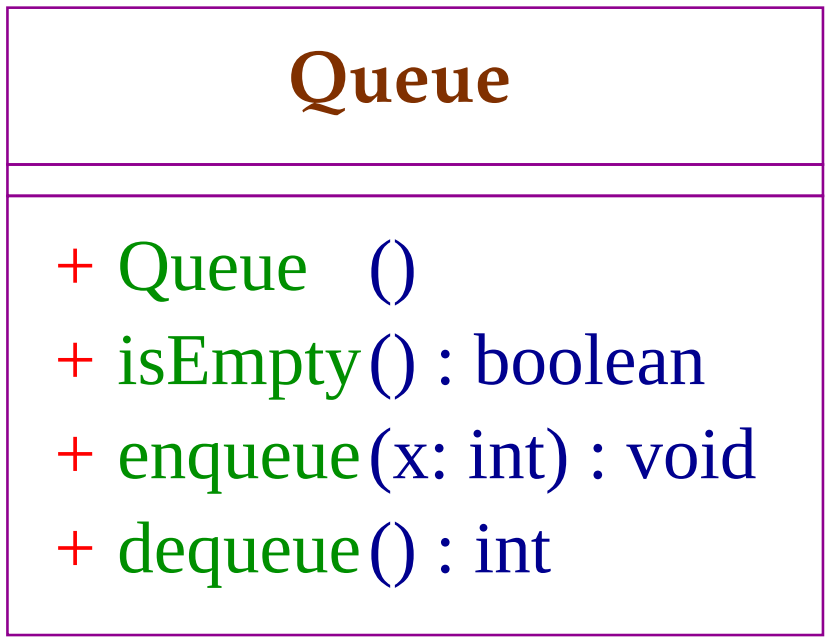
(Warte-) Schlangen verwalten ihre Elemente nach dem FIF0-Prinzip (First-In-First-Out).

Operationen:

`boolean isEmpty()`	:	testet auf Leerheit;
`int dequeue()`	:	liefert erstes Element;
`void enqueue(int x)`	:	reiht x in die Schlange ein;
`String toString()`	:	liefert eine String-Darstellung.

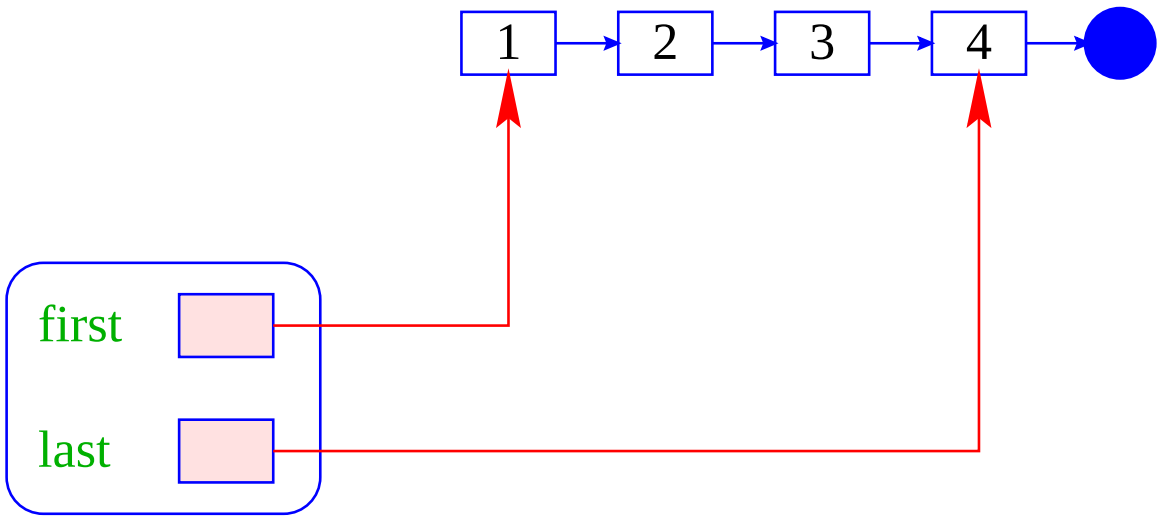
Weiterhin müssen wir eine leere Schlange anlegen können.

Modellierung:



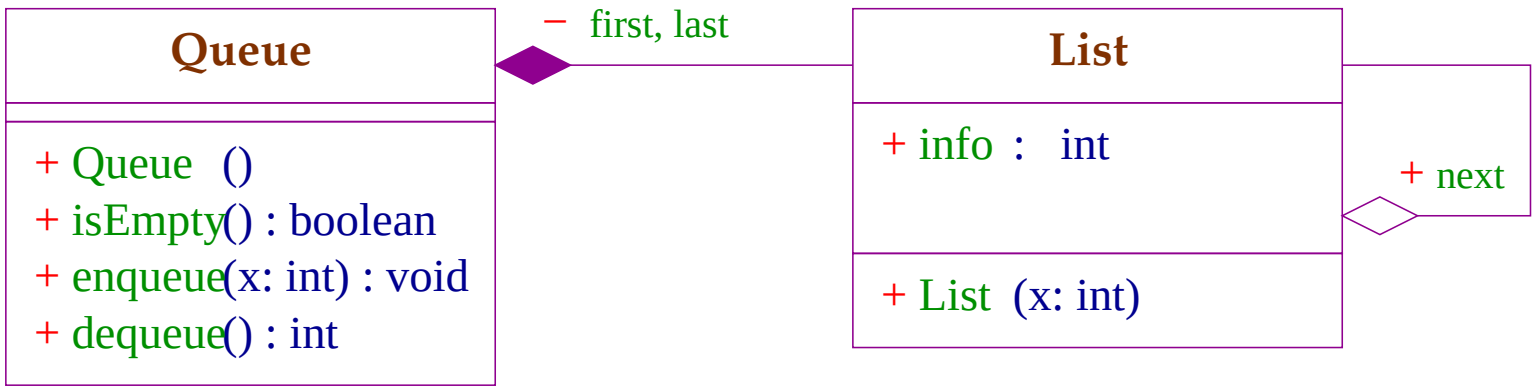
Erste Idee:

- Realisiere Schlange mithilfe einer Liste :



- `first` zeigt auf das nächste zu entnehmende Element;
- `last` zeigt auf das Element, hinter dem eingefügt wird.

Modellierung:



Objekte der Klasse `Queue` enthalten zwei Verweise auf Objekte der Klasse `List`.

Implementierung:

```
public class Queue {
   private List first, last;
   // Konstruktor:
   public Queue() {
      first = last = null;
      }
   // Objekt-Methoden:
   public boolean isEmpty() {
      return List.isEmpty(first);
      }
   ...
```

```
    public int dequeue() {
       int result = first.info;
       if (last == first) last = null;
       first = first.next;
       return result;
       }
    public void enqueue(int x) {
       if (first == null) first = last = new List(x);
       else { last.insert(x); last = last.next; }
       }
    public String toString() {
       return List.toString(first);
       }
} // end of class Queue
```

- Die Implementierung ist wieder sehr einfach.
- ... nutzt ein paar mehr Features von `List` aus;
- ... die Listen-Elemente sind evt. über den gesamten Speicher verstreut

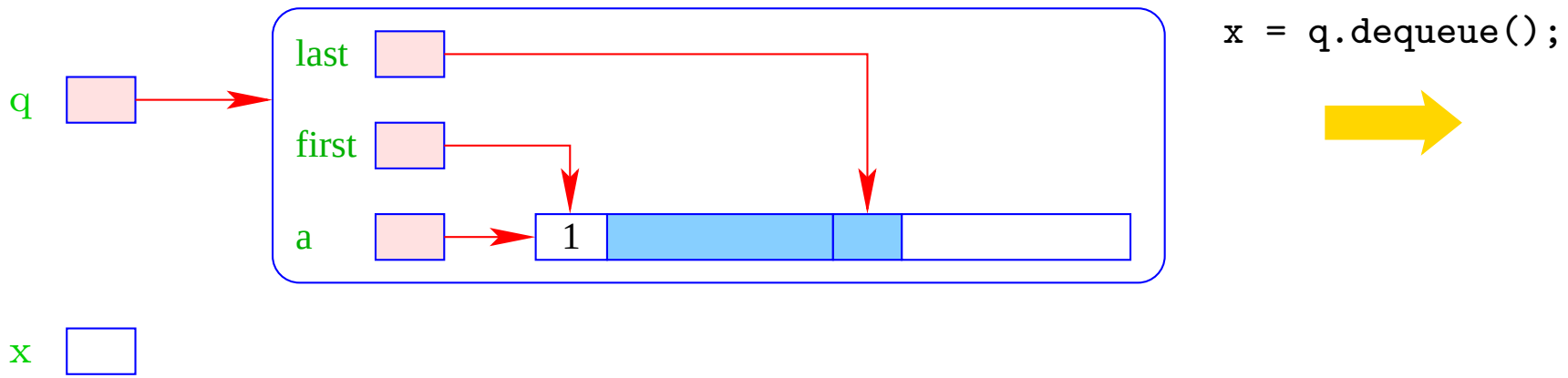
  $\Longrightarrow$ führt zu schlechtem ↑Cache-Verhalten des Programms !

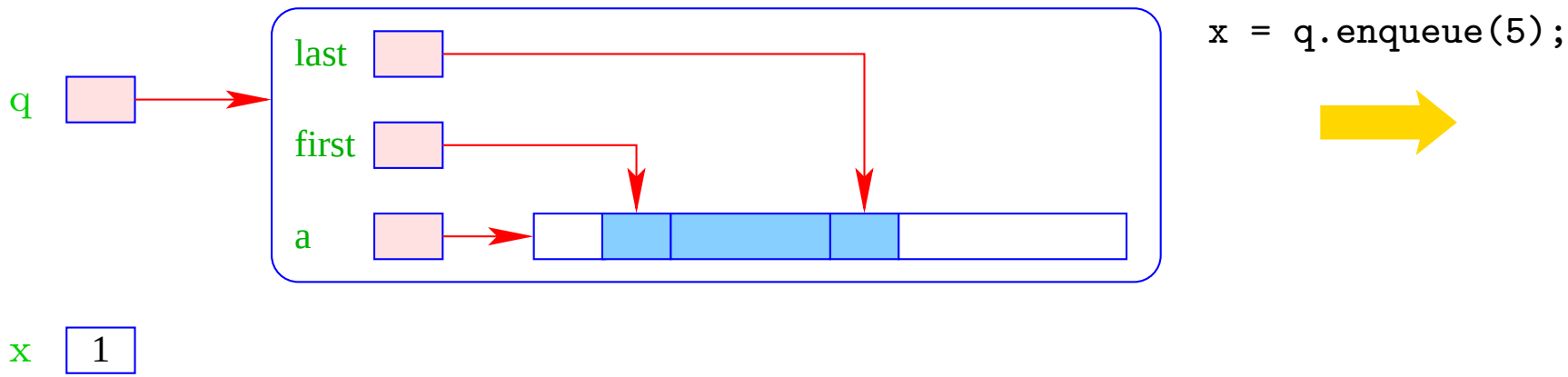
- Die Implementierung ist wieder sehr einfach.
- ... nutzt ein paar mehr Features von `List` aus;
- ... die Listen-Elemente sind evt. über den gesamten Speicher verstreut

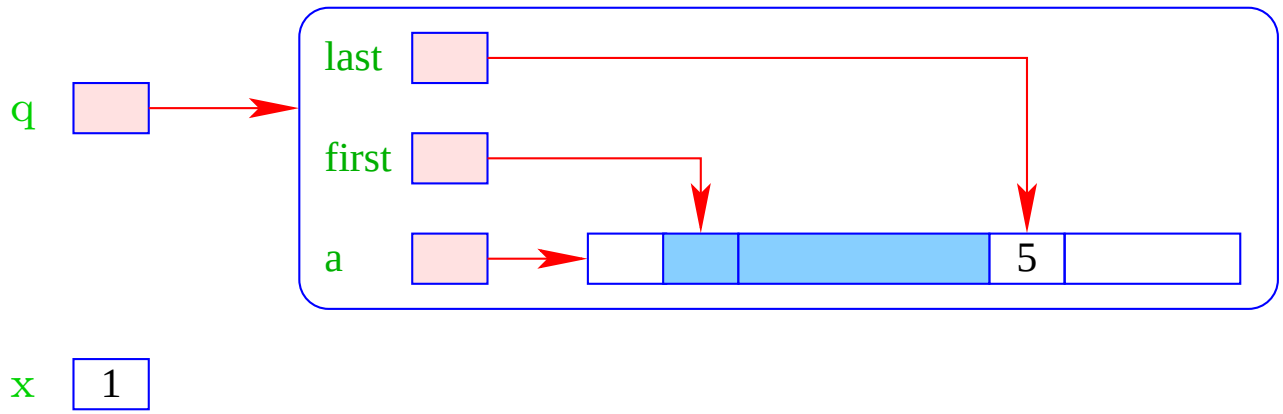
  $\Longrightarrow$ führt zu schlechtem ↑Cache-Verhalten des Programms !

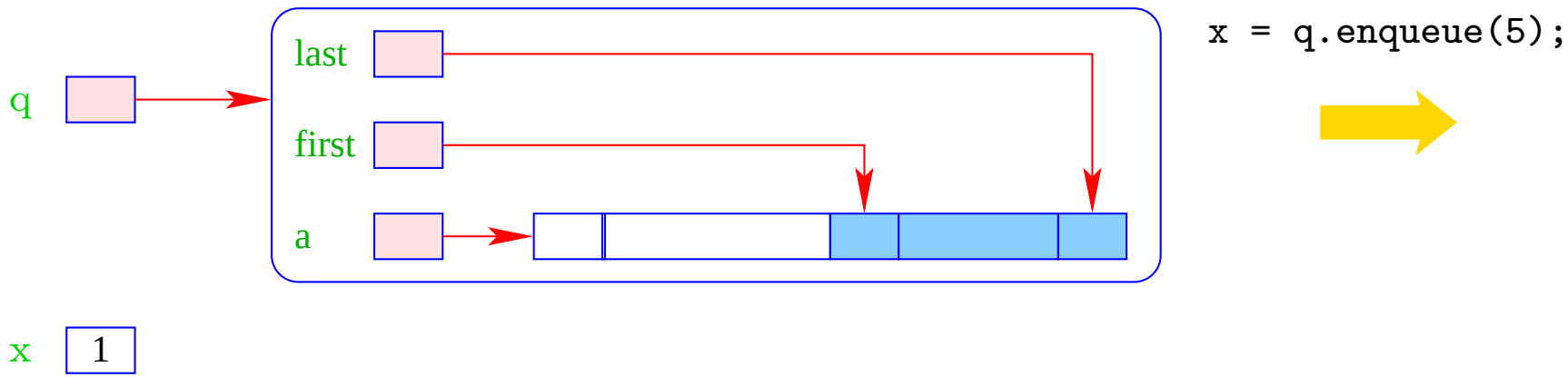
Zweite Idee:

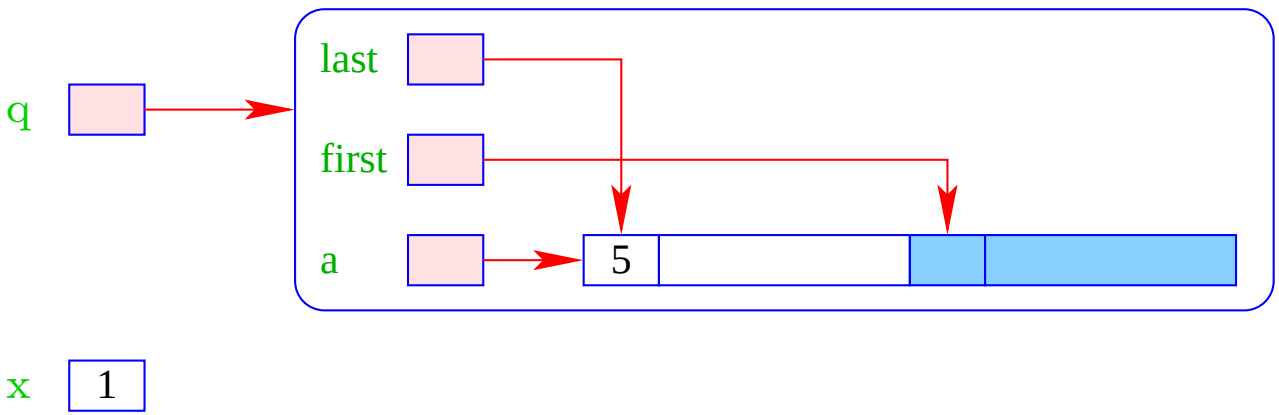
- Realisiere die Schlange mithilfe eines Felds und zweier Pointer, die auf das erste bzw. letzte Element der Schlange zeigen.
- Läuft das Feld über, ersetzen wir es durch ein größeres.


q
last
first
a
1
x
x = q.dequeue();

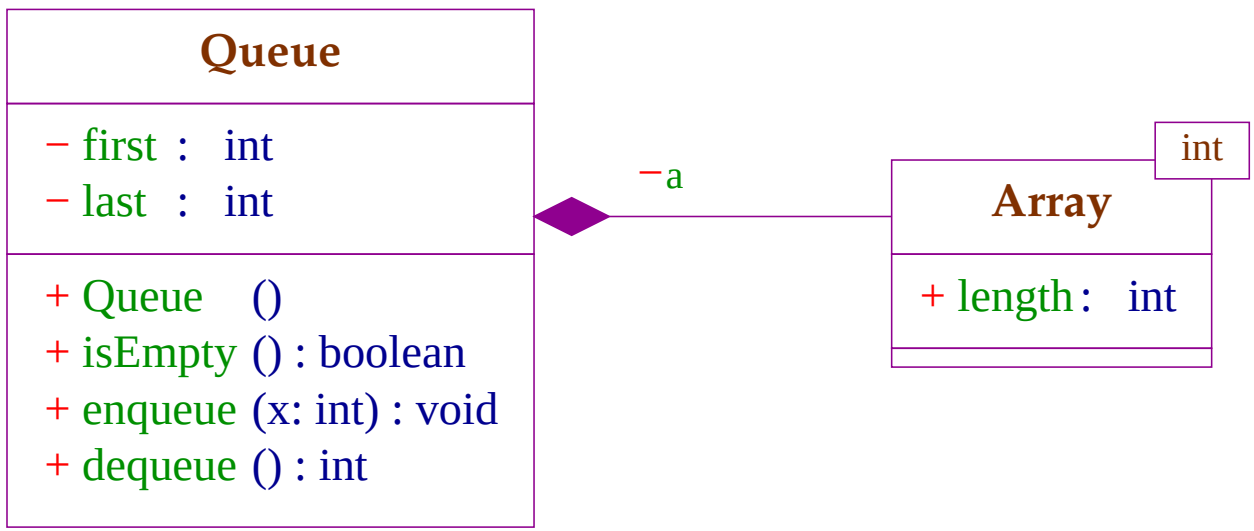

q
last
first
a
x
1
x = q.enqueue(5);


q
last
first
a
5
x
1


q
last
first
a
x
1
x = q.enqueue(5);


q
last
first
a
5
x
1

Modellierung:



Implementierung:

```
public class Queue {
   private int first, last;
   private int[] a;
// Konstruktor:
   public Queue() {
      first = last = -1;
      a = new int[4];
      }
// Objekt-Methoden:
   public boolean isEmpty() { return first==-1; }
   public String toString() {...}
   ...
```

Implementierung von `enqueue()`:

- Falls die Schlange leer war, muss `first` und `last` auf `0` gesetzt werden.
- Andernfalls ist das Feld `a` genau dann voll, wenn das Element `x` an der Stelle `first` eingetragen werden sollte.
- In diesem Fall legen wir ein Feld doppelter Größe an.

  Die Elemente `a[first], a[first+1],..., a[a.length-1]`, `a[0], a[1],..., a[first-1]` kopieren wir nach `b[0],..., b[a.length-1]`.
- Dann setzen wir `first = 0;`, `last = a.length` und `a = b;`
- Nun kann `x` an der Stelle `a[last]` abgelegt werden.

```
public void enqueue(int x) {
   if (first==-1) {
      first = last = 0;
   } else {
   int n = a.length;
   last = (last+1)%n;
   if (last == first) {
      b = new int[2*n];
      for (int i=0; i<n; ++i) {
         b[i] = a[(first+i)%n];
         } // end for
      first = 0; last = n; a = b;
      } }// end if and else
   a[last] = x;
   }
```

Implementierung von `dequeue()`:

- Falls nach Entfernen von `a[first]` die Schlange leer ist, werden `first` und `last` auf `-1` gesetzt.
- Andernfalls wird `first` um 1 (modulo der Länge von `a`) inkrementiert.
- Für eine evt. Freigabe unterscheiden wir zwei Fälle.
- Ist `first < last`, liegen die Schlangen-Elemente an den Stellen `a[first],...,a[last]`.

  Sind dies höchstens `n/4`, werden sie an die Stellen `b[0],...,b[last-first]` kopiert.

```
public int dequeue() {
   int result = a[first];
   if (last == first) {
      first = last = -1;
      return result;
      }
   int n = a.length;
   first = (first+1)%n;
   int diff = last-first;
   if (diff>0 && diff<n/4) {
      int[] b = new int[n/2];
      for(int i=first; i<=last; ++i)
         b[i-first] = a[i];
      last = last-first;
      first = 0; a = b;
   }  else ...
```

- Ist `last < first`, liegen die Schlangen-Elemente an den Stellen `a[0],...,a[last]` und `a[first],...,a[a.length-1]`.

  Sind dies höchstens `n/4`, werden sie an die Stellen `b[0],...,b[last]` sowie `b[first-n/2],...,b[n/2-1]` kopiert.
- `first` und `last` müssen die richtigen neuen Werte erhalten.
- Dann kann `a` durch `b` ersetzt werden.

```
if (diff<0 && diff+n<n/4) {
   int[] b = new int[n/2];
   for(int i=0; i<=last; ++i)
      b[i] = a[i];
   for(int i=first; i<n; i++)
      b[i-n/2] = a[i];
   first = first-n/2;
   a = b;
   }
return result;
}
```

Zusammenfassung:

- Der Datentyp `List` ist nicht sehr abstract, dafür extrem flexibel

  $\Longrightarrow$ gut geeignet für rapid prototyping.

- Für die nützlichen (eher) abstrakten Datentypen `Stack` und `Queue` lieferten wir zwei Implementierungen:

Technik	Vorteil	Nachteil
`List`	einfach	nicht-lokal
int[]	lokal	etwas komplexer

- Achtung: oft werden bei diesen Datentypen noch weitere Operationen zur Verfügung gestellt.

- Die Implementierung ist wieder sehr einfach.
- ... nutzt ebenfalls kaum Features von `List` aus;
- ... die Listen-Elemente sind evt. über den gesamten Speicher verstreut

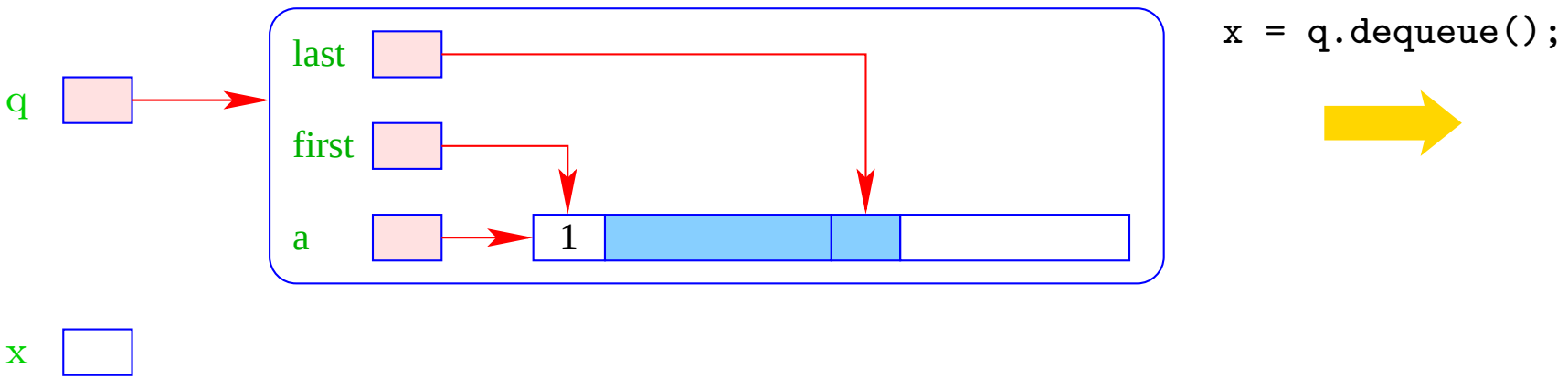
  $\Longrightarrow$ führt zu schlechtem ↑Cache-Verhalten des Programms.

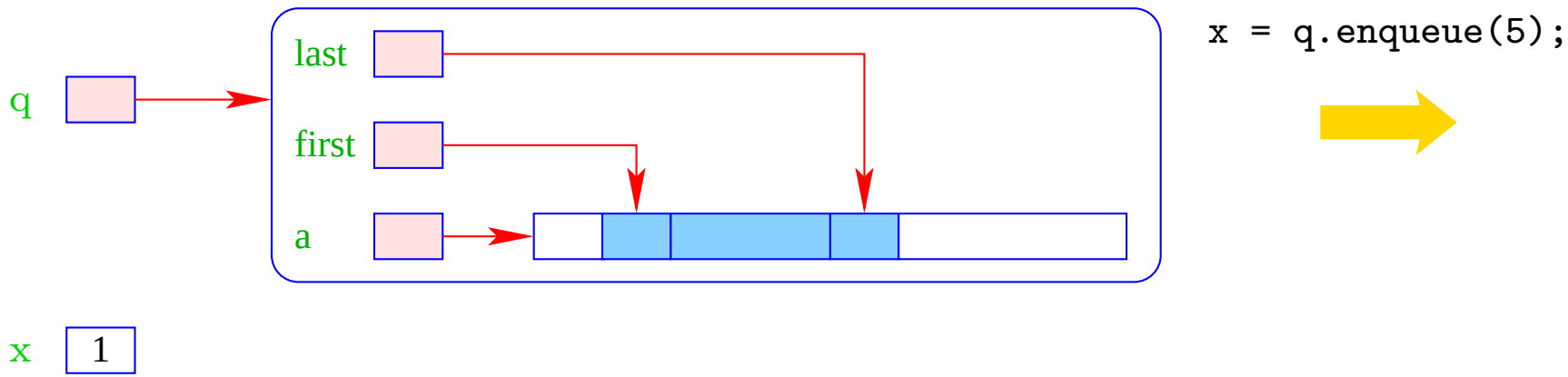
- Die Implementierung ist wieder sehr einfach.
- ... nutzt ebenfalls kaum Features von `List` aus;
- ... die Listen-Elemente sind evt. über den gesamten Speicher verstreut

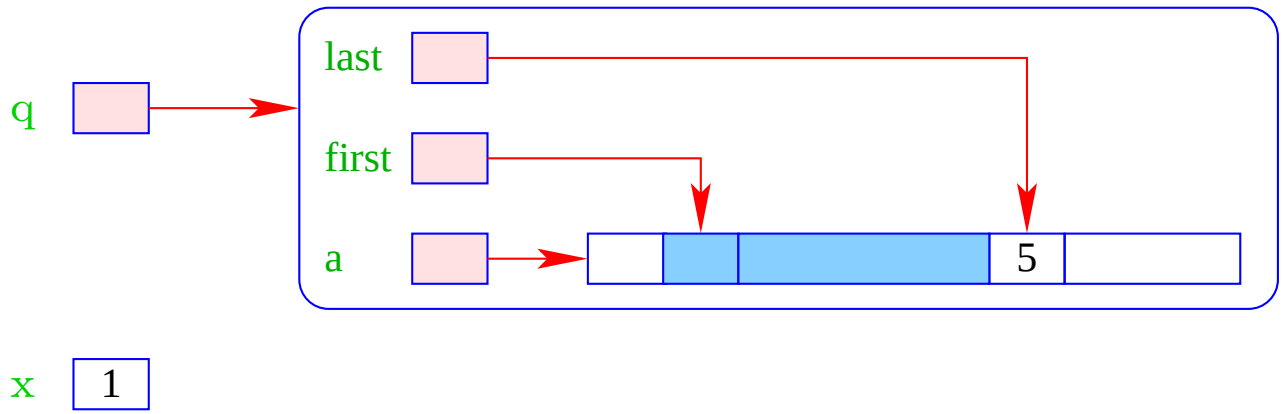
  $\Longrightarrow$ führt zu schlechtem ↑Cache-Verhalten des Programms.

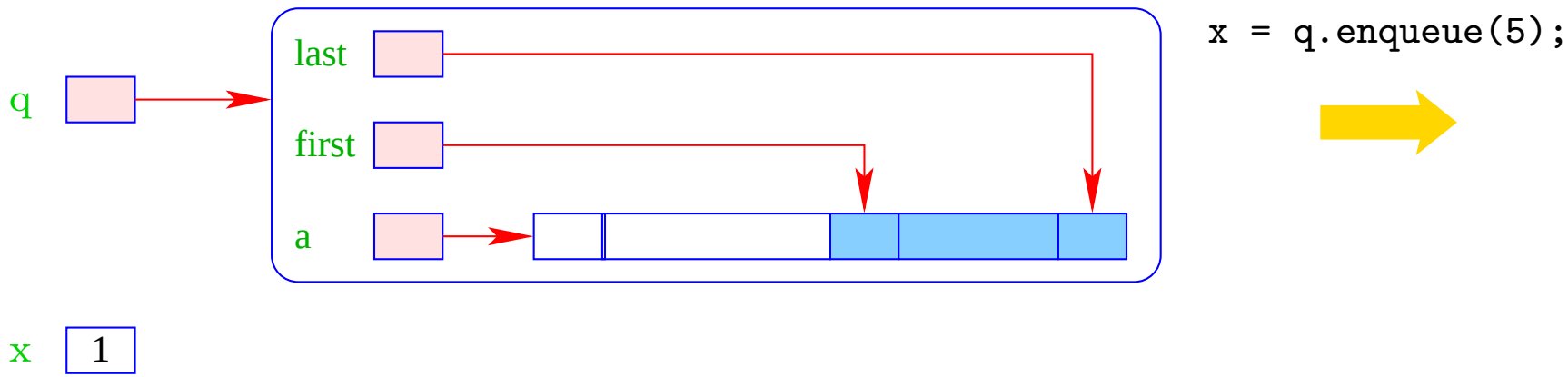
Zweite Idee:

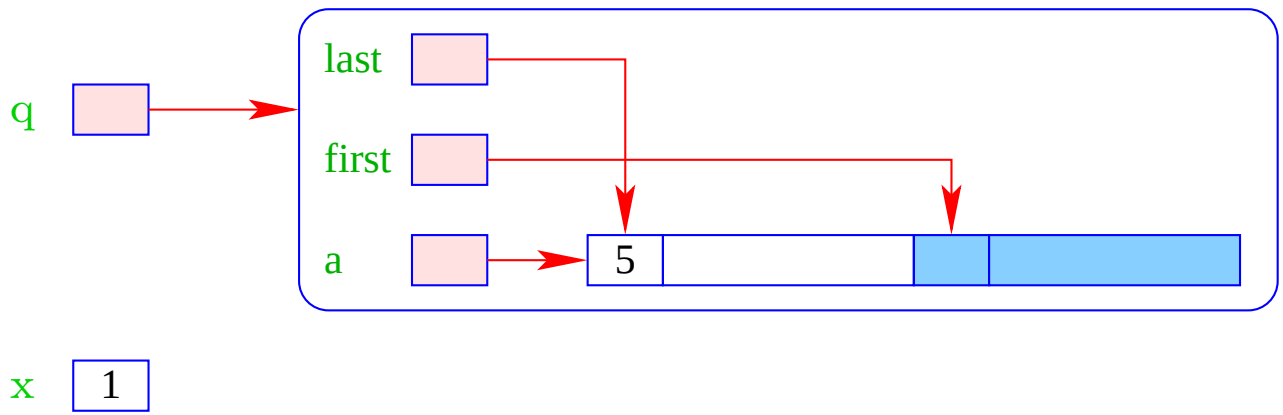
- Realisiere die Schlange mithilfe eines Felds und zweier Pointer, die auf das erste bzw. letzte Element der Schlange zeigen.
- Läuft das Feld über, ersetzen wir es durch ein größeres.


q
last
first
a
1
x
x = q.dequeue();

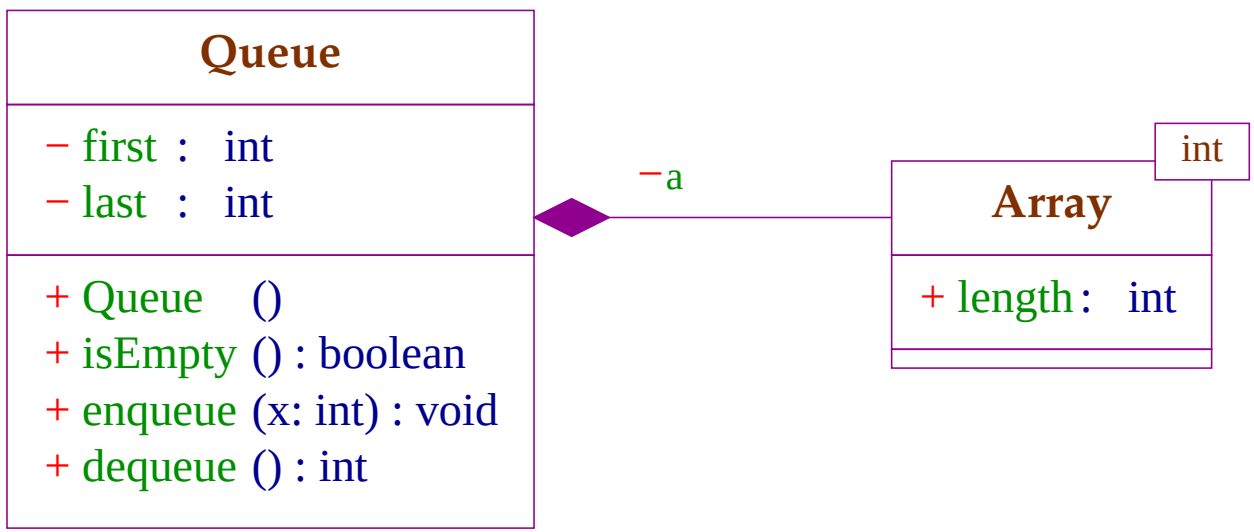

q
last
first
a
x
1
x = q.enqueue(5);


q
last
first
a
5
x
1


q
last
first
a
x
1
x = q.enqueue(5);


q
last
first
a
5
x
1

Modellierung:



Implementierung:

```
public class Queue {
   private int first, last;
   private int[] a;
// Konstruktor:
   public Queue () {
      first = last = -1;
      a = new int[4];
      }
// Objekt-Methoden:
   public boolean isEmpty() { return first==-1; }
   public String toString() {...}
   ...
```

Implementierung von `enqueue()`:

- Falls die Schlange leer war, muss `first` und `last` auf `0` gesetzt werden.
- Andernfalls ist das Feld `a` genau dann voll, wenn das Element `x` an der Stelle `first` eingetragen werden sollte.
- In diesem Fall legen wir ein Feld doppelter Größe an.

  Die Elemente `a[first], a[first+1],..., a[a.length-1]`, `a[0], a[1],..., a[first-1]` kopieren wir nach `b[0],..., b[a.length-1]`.
- Dann setzen wir `first = 0;`, `last = a.length` und `a = b;`
- Nun kann `x` an der Stelle `a[last]` abgelegt werden.

```
public void enqueue (int x) {
   if (first==-1) {
      first = last = 0;
   } else {
   int n = a.length;
   last = (last+1)%n;
   if (last == first) {
      int[] b = new int[2*n];
      for (int i=0; i<n; ++i) {
         b[i] = a[(first+i)%n];
         } // end for
      first = 0; last = n; a = b;
      } }// end if and else
   a[last] = x;
   }
```