7 Anwendung: Sortieren

Gegeben: eine Folge von ganzen Zahlen.

Gesucht: die zugehörige aufsteigend sortierte Folge.

Idee:

- speichere die Folge in einem Feld ab;
- lege ein weiteres Feld an;
- füge der Reihe nach jedes Element des ersten Felds an der richtigen Stelle in das zweite Feld ein!

$\Longrightarrow$ Sortieren durch Einfügen (↑InsertionSort)

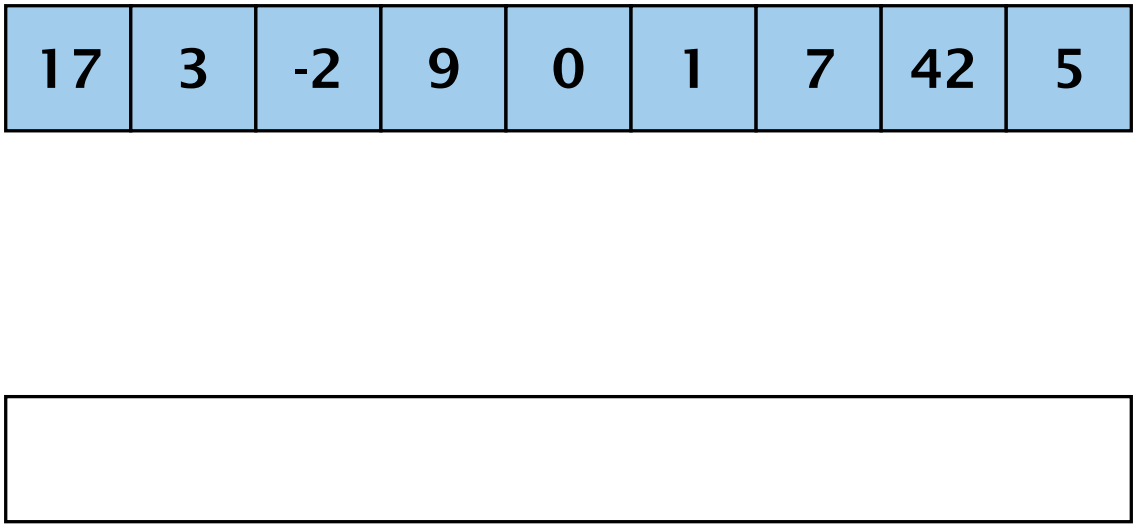
7 Anwendung: Sortieren

```
1  public static int[] sort(int[] a) {
2      int n = a.length;
3      int[] b = new int[n];
4      for (int i = 0; i < n; ++i)
5          insert(b, a[i], i);
6              // b    = Feld, in das eingefuegt wird
7              // a[i] = einzufuegendes Element
8              // i    = Anzahl von Elementen in b
9      return b;
10 } // end of sort ()
```

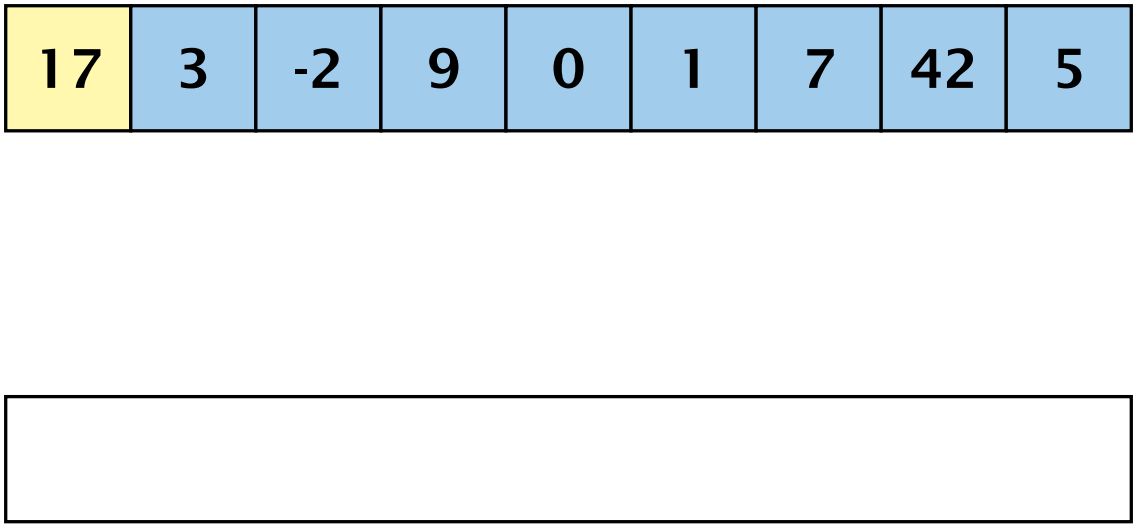
Sortieren durch Einfügen

Teilproblem: wie fügt man ein?

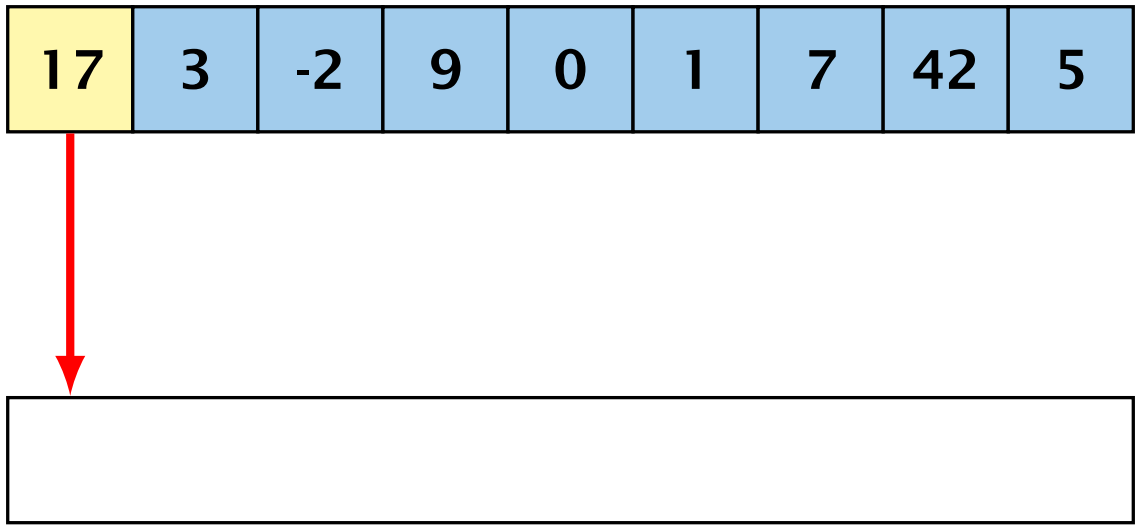
Beispiel



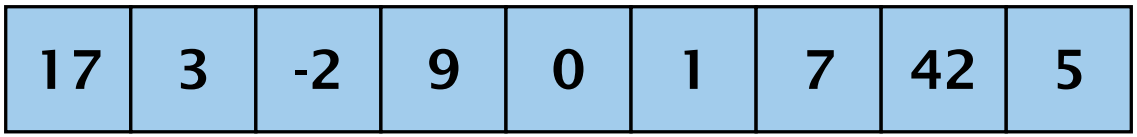
Beispiel



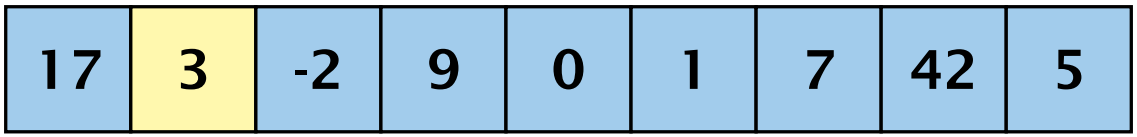
Beispiel



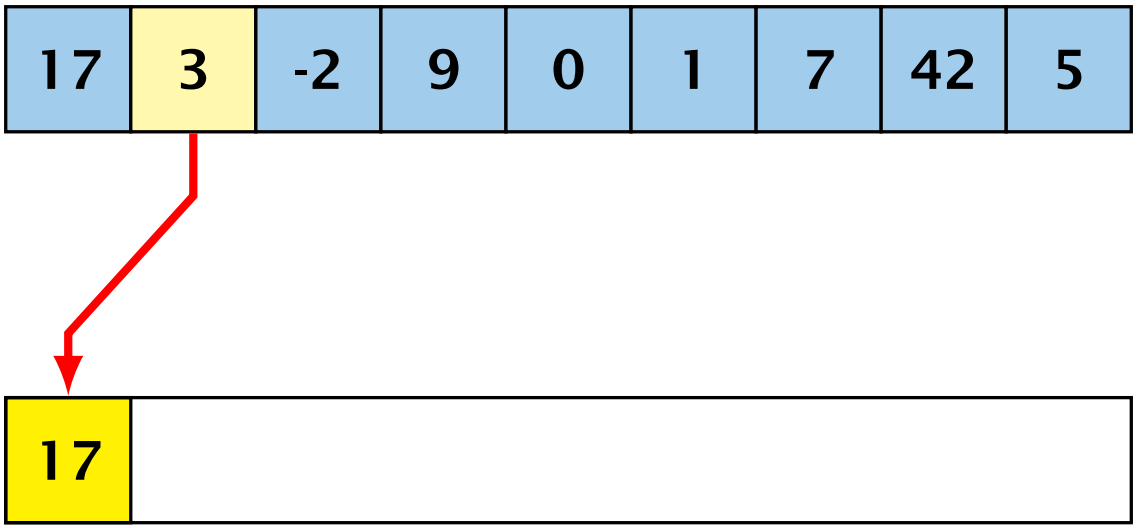
Beispiel



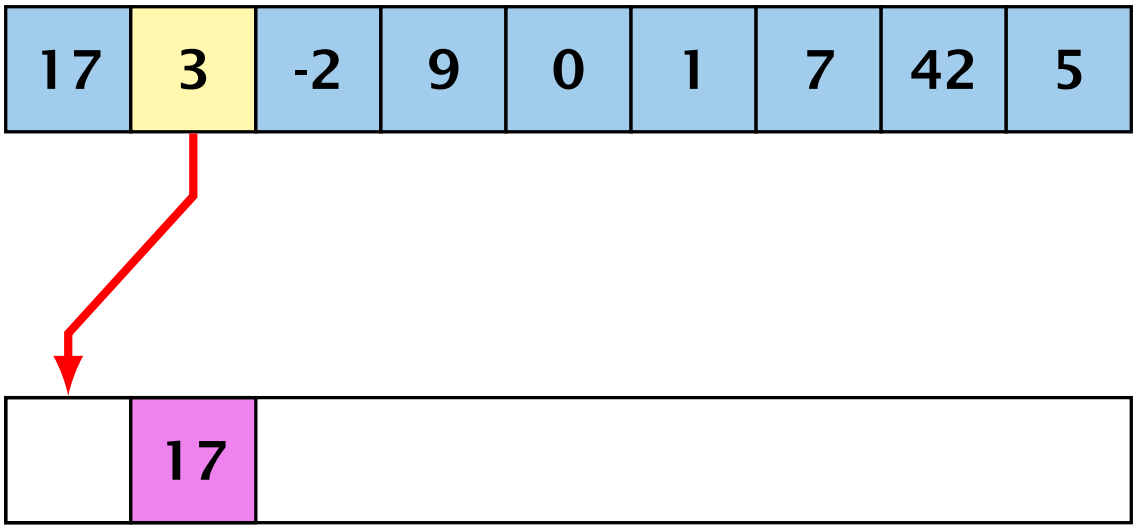
Beispiel



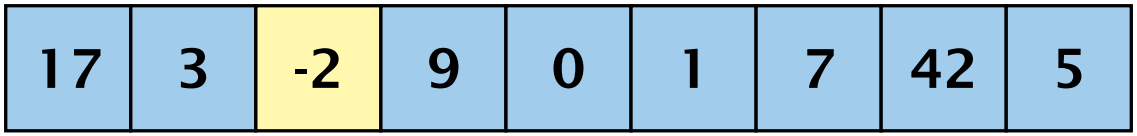
Beispiel



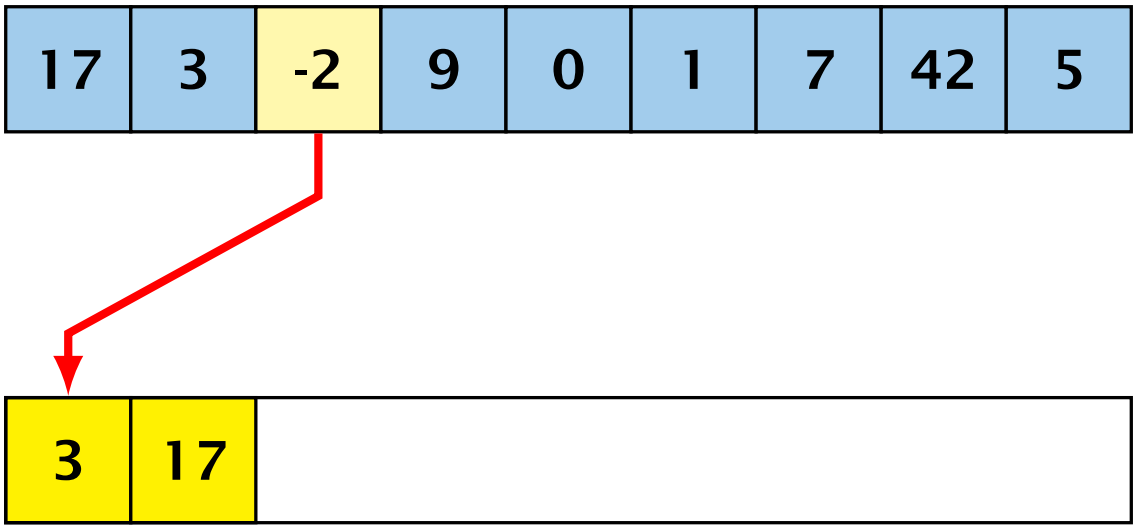
Beispiel



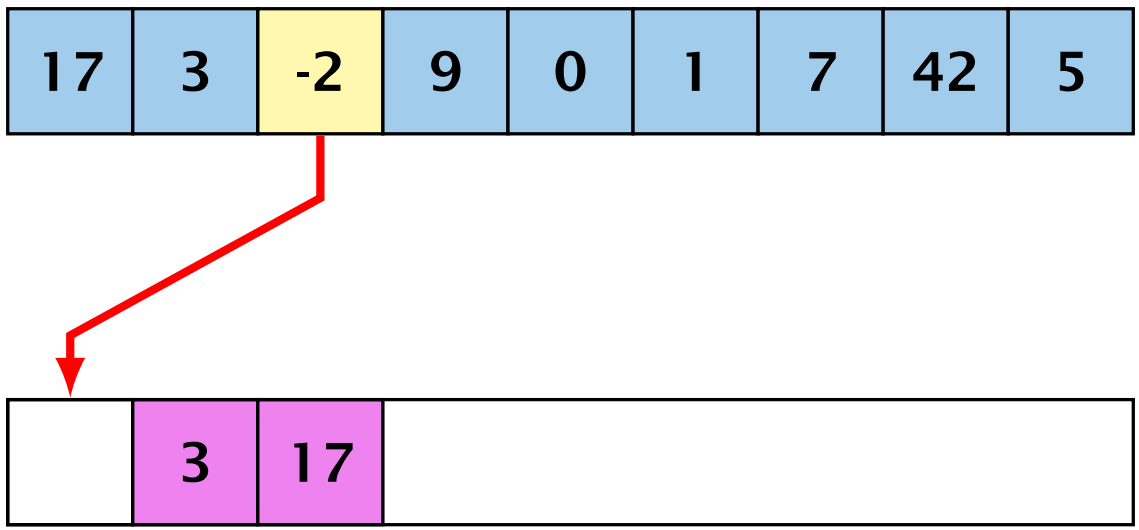
Beispiel



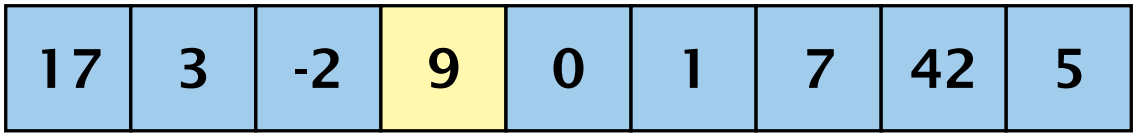
Beispiel



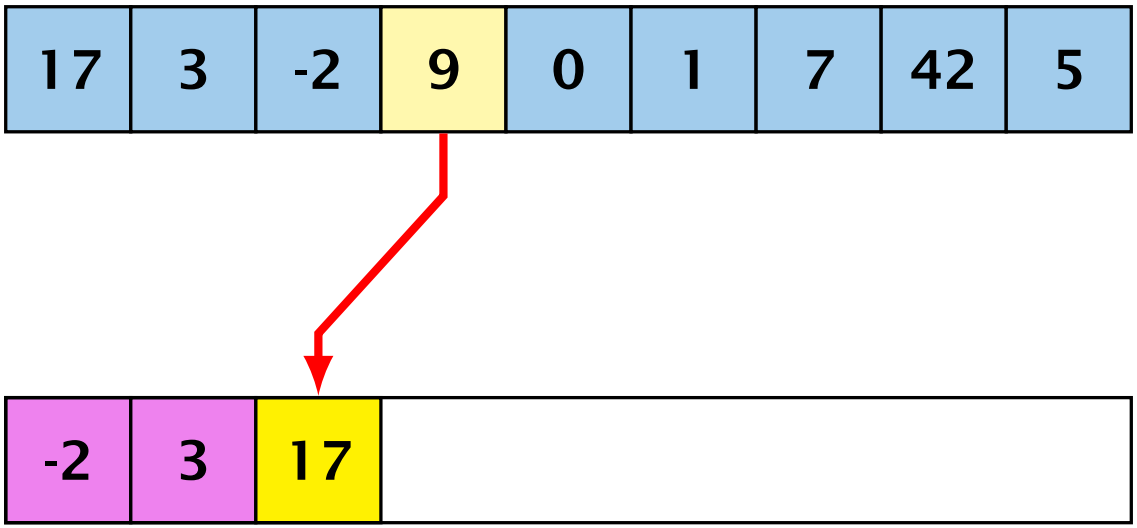
Beispiel



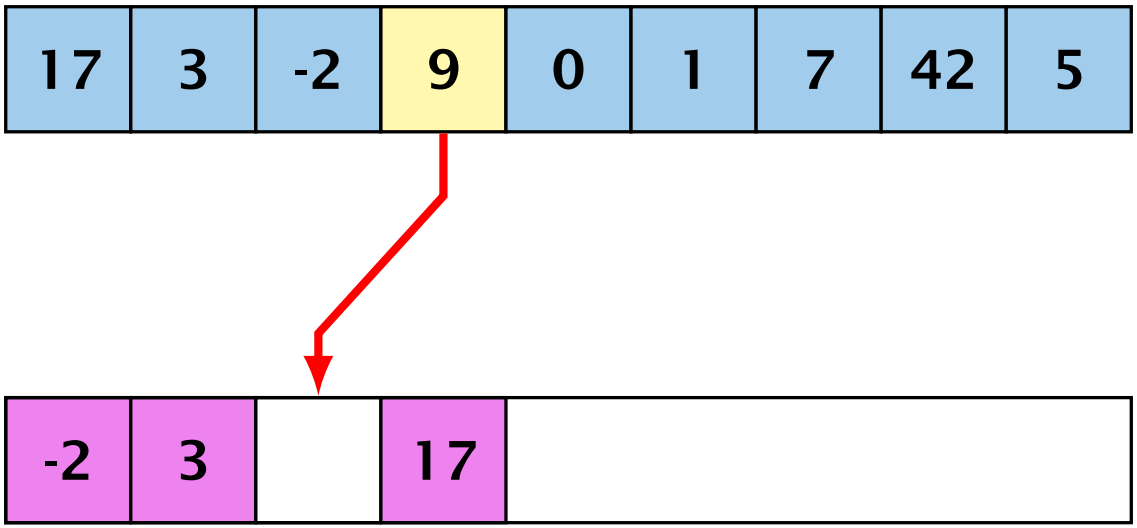
Beispiel



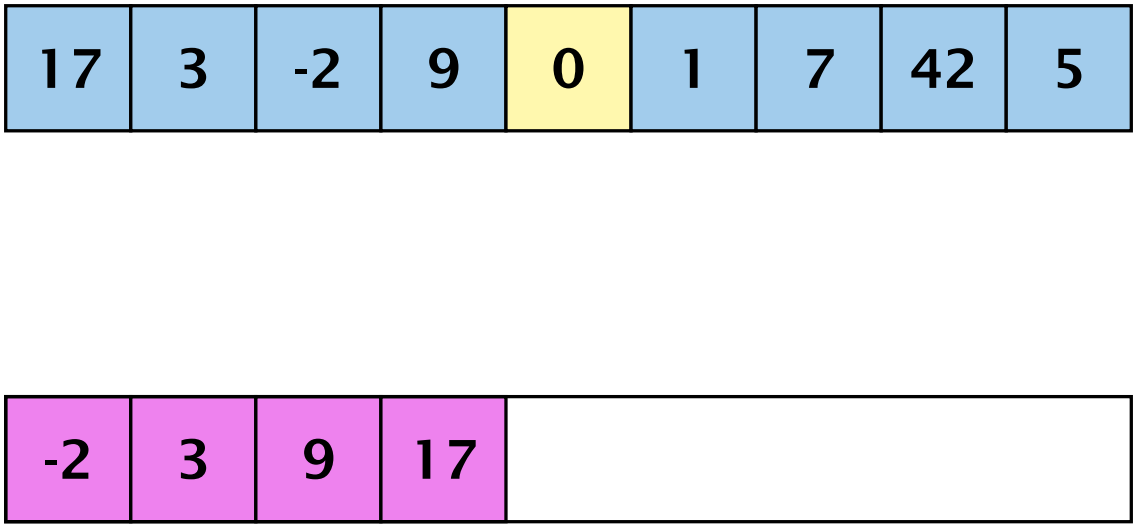
Beispiel



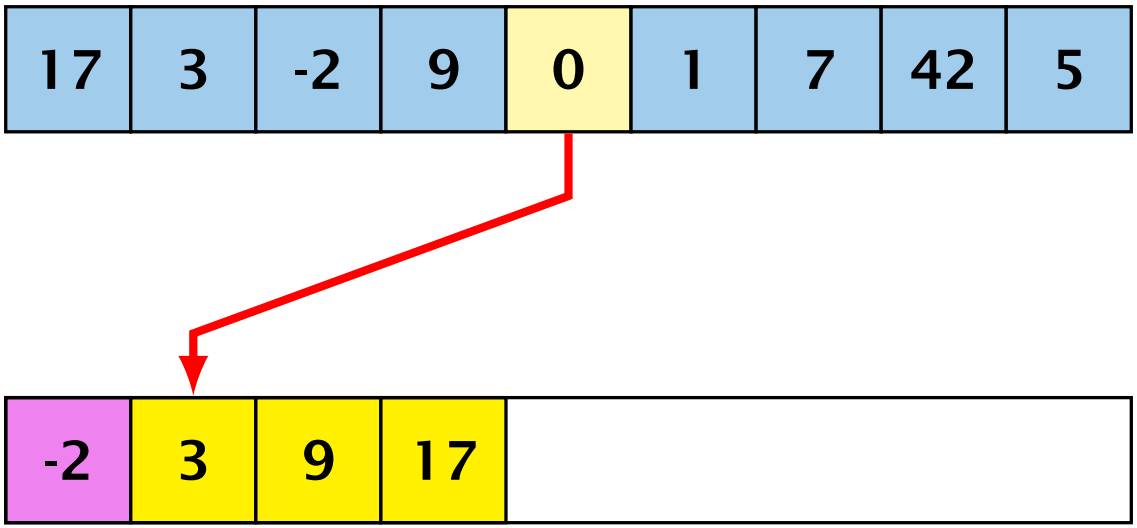
Beispiel



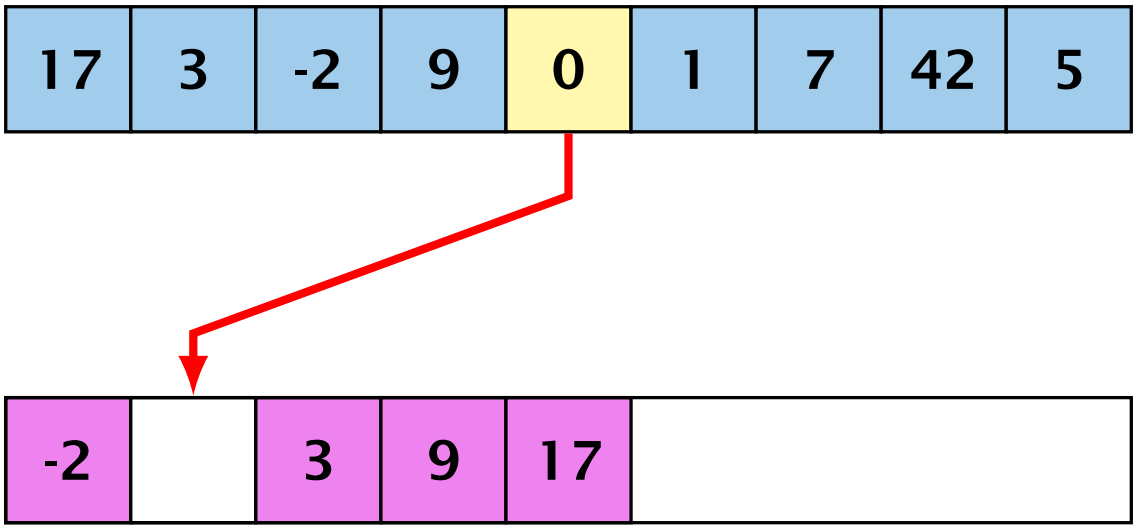
Beispiel



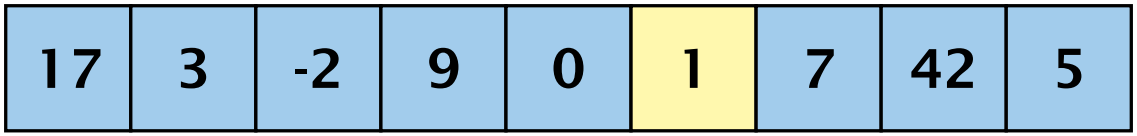
Beispiel

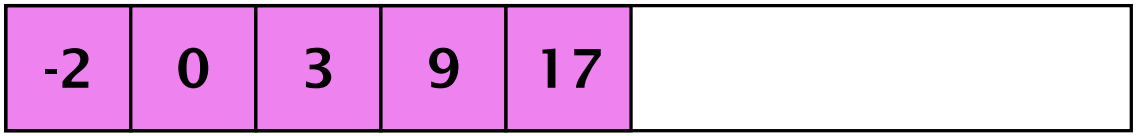


Beispiel

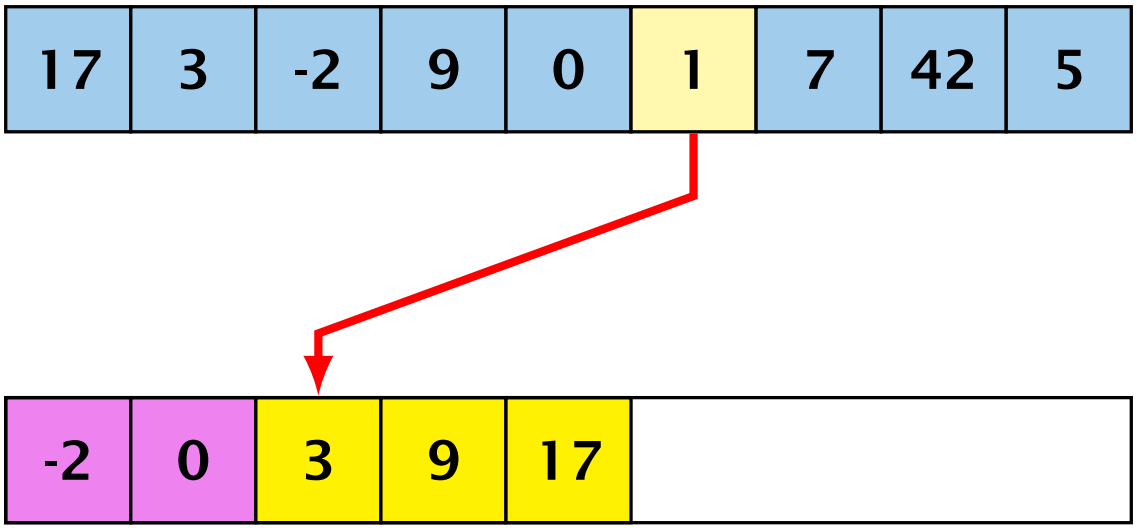


Beispiel

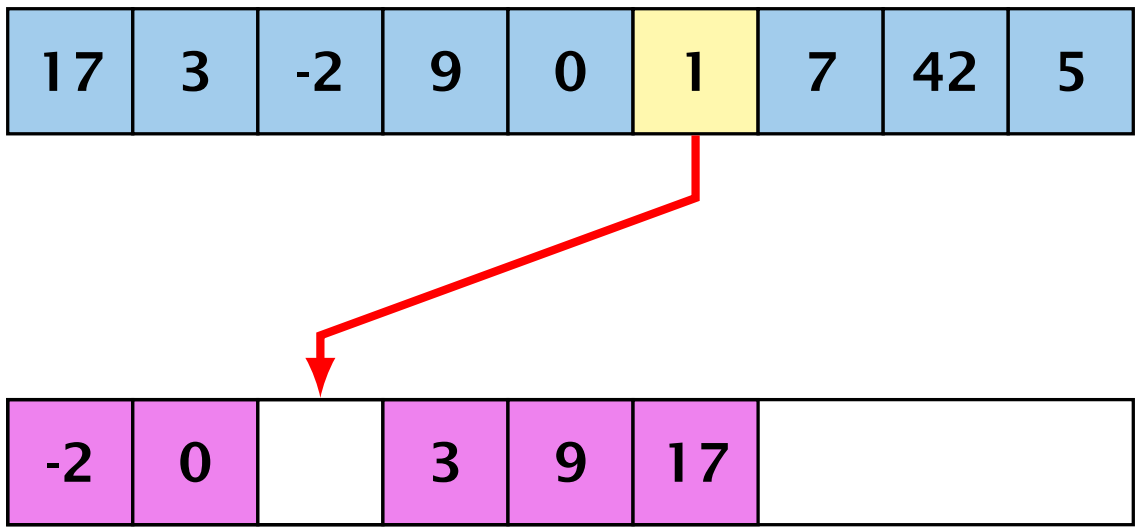




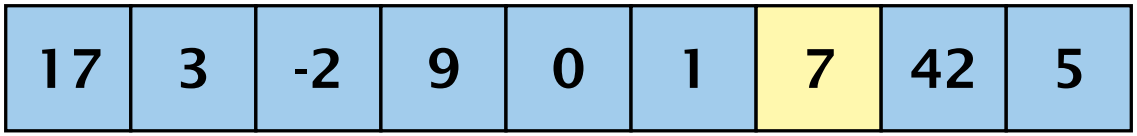
Beispiel

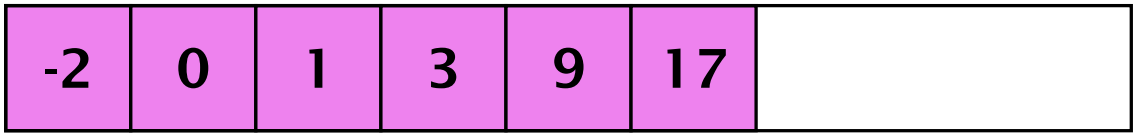


Beispiel

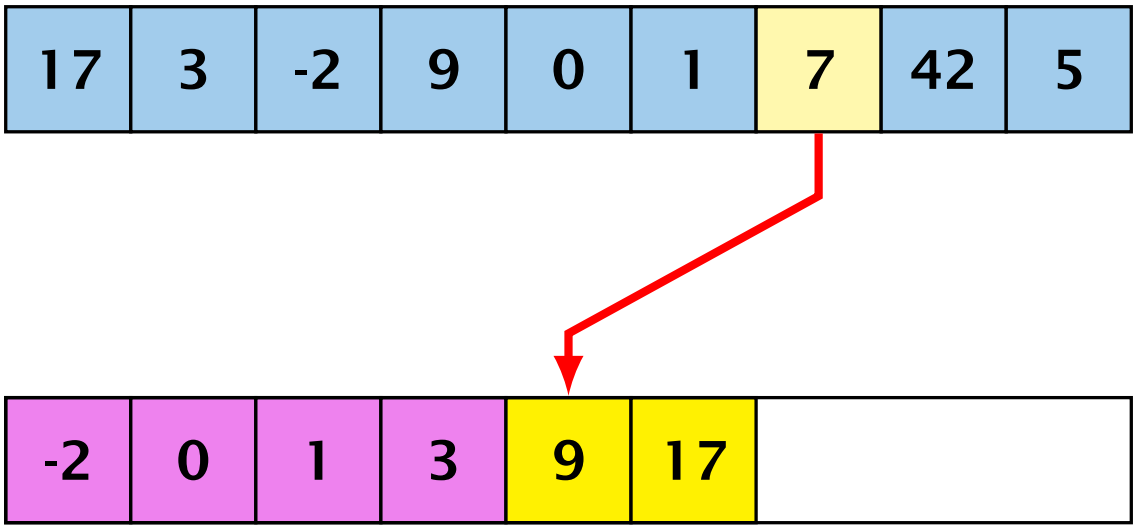


Beispiel

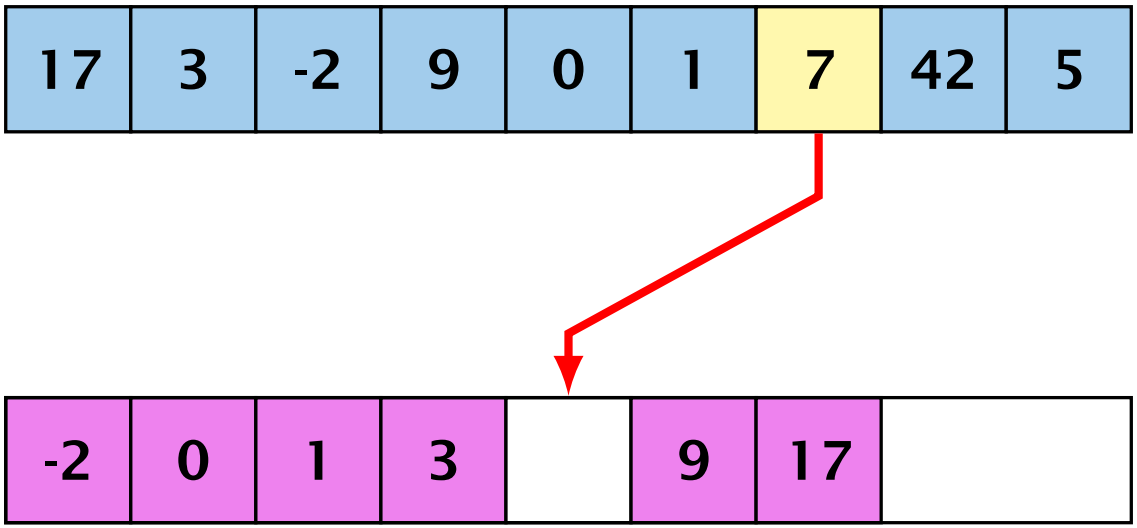




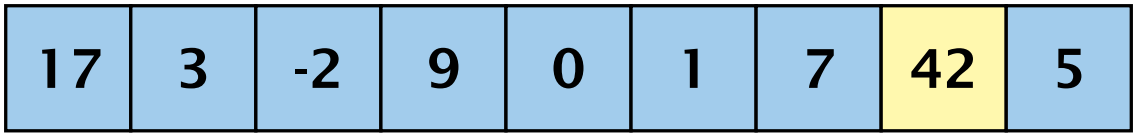
Beispiel

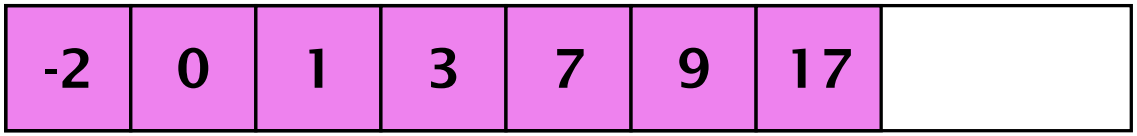


Beispiel

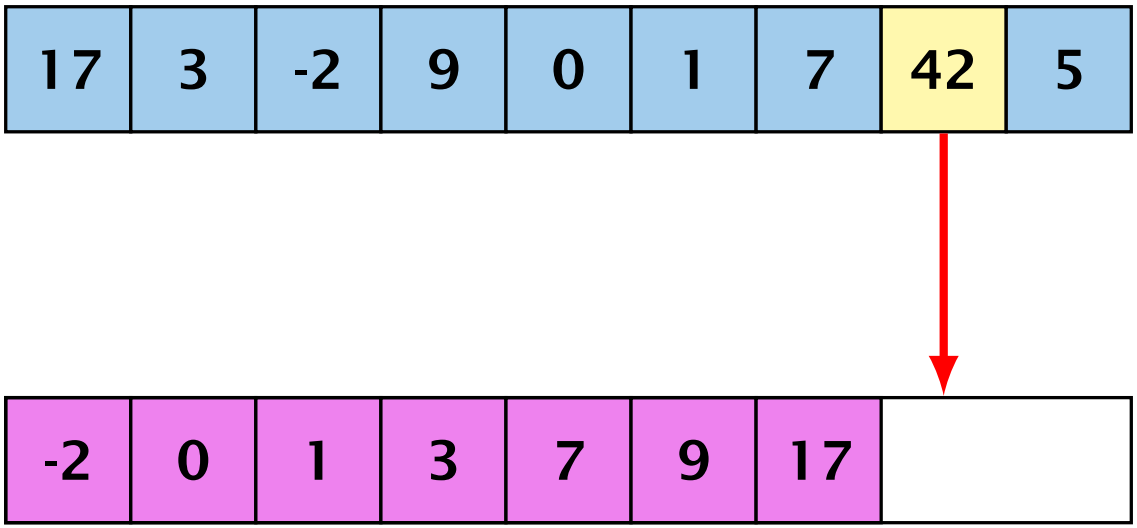


Beispiel

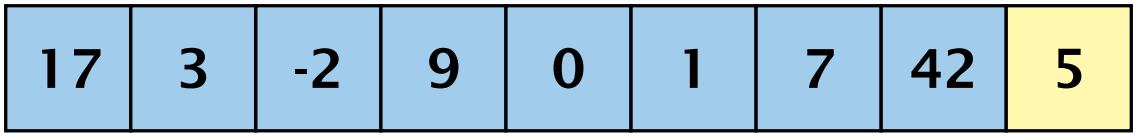


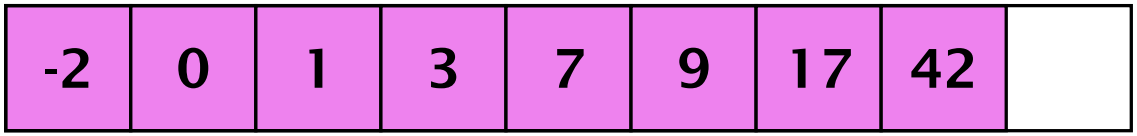


Beispiel

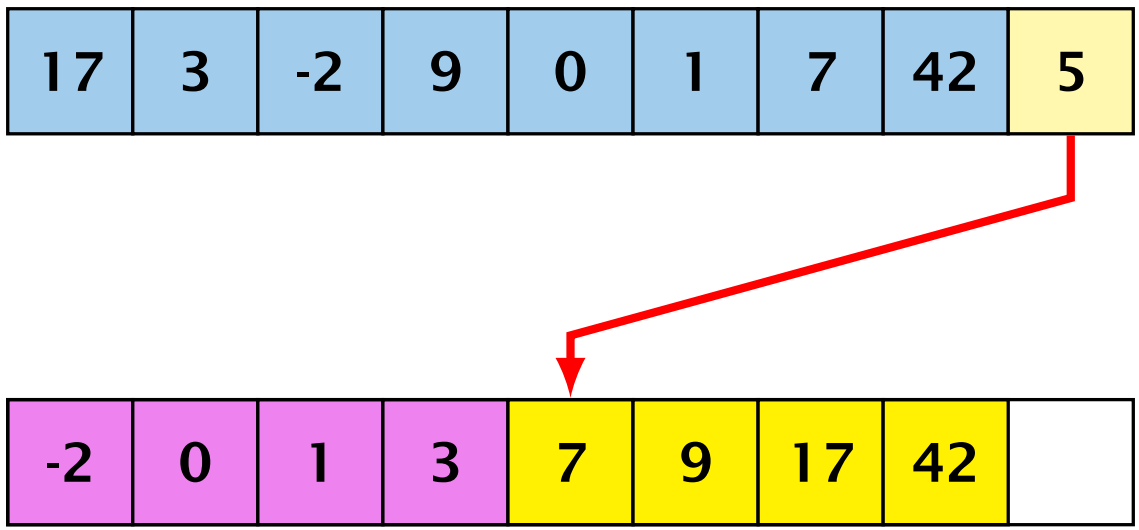


Beispiel

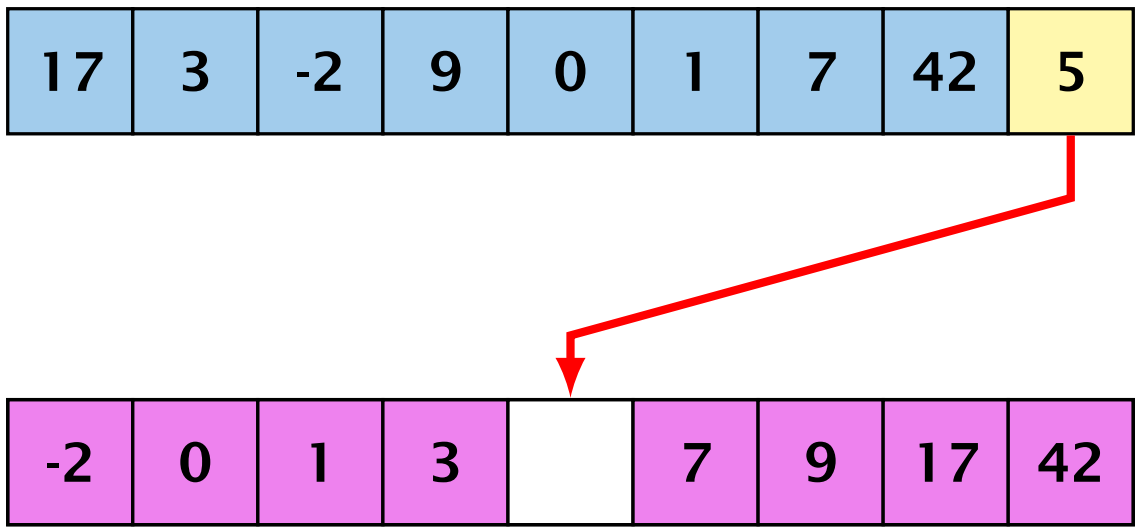




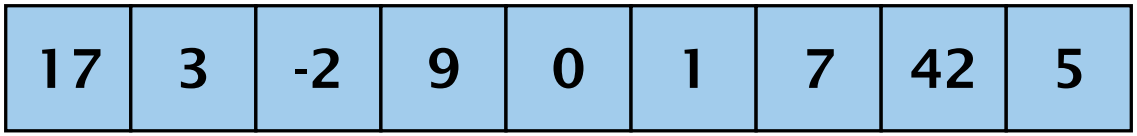
Beispiel

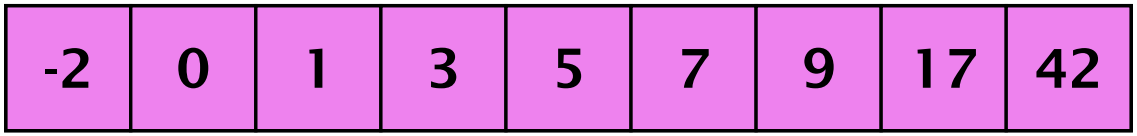


Beispiel



Beispiel





7 Anwendung: Sortieren

```
1 public static void insert(int[] b, int x, int i) {
2         // finde Einfuegestelle j fuer x in b
3         int j = locate(b,x,i);
4         // verschiebe in b Elemente b[j],...,b[i-1]
5         // nach rechts
6         shift(b,j,i);
7         b[j] = x;
8     }
```

Einfügen

- Wie findet man Einfügestelle?
- Wie verschiebt man nach rechts?

7 Anwendung: Sortieren

```
public static int locate(int[] b, int x, int i) {
    int j = 0;
    while (j < i && x > b[j]) ++j;
    return j;
}
public static void shift(int[] b, int j, int i) {
    for (int k = i-1; k >= j; --k)
        b[k+1] = b[k];
}
```

- Warum läuft Iteration in `shift()` von `i-1` abwärts nach `j`?

7 Anwendung: Sortieren

Erläuterungen

- Das Feld `b` ist (ursprünglich) lokale Variable von `sort()`.
- Lokale Variablen sind nur im eigenen Funktionsrumpf sichtbar, nicht in den aufgerufenen Funktionen.
- Damit die aufgerufenen Hilfsfunktionen auf `b` zugreifen können, muss `b` explizit als Parameter übergeben werden!

  Achtung:
  Das Feld wird nicht kopiert. Das Argument ist der Wert der Variablen `b`, also nur eine Referenz!
- Deshalb benötigen weder `insert()`, noch `shift()` einen separaten Rückgabewert...
- Weil das Problem so klein ist, würde eine erfahrene Programmiererin hier keine Unterprogramme benutzen...

7 Anwendung: Sortieren

```
1  public static int[] sort(int[] a) {
2      int[] b = new int[a.length];
3      for (int i = 0; i < a.length; ++i) {
4          // begin of insert
5          int j = 0;
6          while (j < i && a[i] > b[j]) ++j;
7          // end of locate
8          for (int k = i-1; k >= j; --k)
9              b[k+1] = b[k];
10         // end of shift
11         b[j] = a[i];
12         // end of insert
13     }
14     return b;
15 } // end of sort
```

7 Anwendung: Sortieren

Diskussion

- Die Anzahl der ausgeführten Operationen wächst quadratisch in der Größe des Felds a.
- Glücklicherweise gibt es Sortierverfahren, die eine bessere Laufzeit haben (↑Algorithmen und Datenstrukturen).