

5.5 Mehr Kontrollstrukturen

Typische Form der Iteration über Felder:

- Initialisierung des Laufindex;
- `while`-Schleife mit Eintrittsbedingung für den Rumpf;
- Modifizierung des Laufindex am Ende des Rumpfs.

Beispiel (Forts.): Bestimmung des Minimums

```
int result = a[0];
int i = 1;      // Initialisierung
while (i < a.length) {
    if (a[i] < result)
        result = a[i];
    i = i+1;    // Modifizierung
}
write(result);
```

Mithilfe des `for`-Statements:

```
int result = a[0];  
for (int i = 1; i < a.length; ++i)  
    if (a[i] < result)  
        result = a[i];  
write(result);
```

Allgemein:

```
for ( init; cond; modify ) stmt
```

... entspricht:

```
{ init ; while ( cond ) { stmt modify ;} }
```

... wobei `++i` äquivalent ist zu `i = i+1` .

Warnung:

- Die Zuweisung $x = x-1$ ist in Wahrheit ein **Ausdruck**.
- Der Wert ist der Wert der rechten Seite.
- Die Modifizierung der Variable x erfolgt als **Seiteneffekt**.
- Der Semikolon “;” hinter einem Ausdruck wirft nur den Wert weg.

⇒ ... fatal für Fehler in Bedingungen ...

```
boolean x = false;
if (x = true)
    write("Sorry! This must be an error ...");
```

- Die Operatoranwendungen `++x` und `x++` inkrementieren beide den Wert der Variablen `x`.
- `++x` tut das, **bevor** der Wert des Ausdrucks ermittelt wird (**Pre-Increment**).
- `x++` tut das, **nachdem** der Wert ermittelt wurde (**Post-Increment**).
- `a[x++] = 7;` entspricht:
$$\begin{aligned} & a[x] = 7; \\ & x = x+1; \end{aligned}$$
- `a[++x] = 7;` entspricht:
$$\begin{aligned} & x = x+1; \\ & a[x] = 7; \end{aligned}$$

5.6 Funktionen und Prozeduren

Oft möchte man

- Teilprobleme **separat** lösen; und dann
- die Lösung **mehrfach** verwenden.

Beispiel: Einlesen eines Felds

```
public static int[] readArray(int number) {  
    // number = Anzahl der zu lesenden Elemente  
    int[] result = new int[number]; // Anlegen des Felds  
    for (int i = 0; i < number; ++i) {  
        result[i] = read();  
    }  
    return result;  
}
```

- Die erste Zeile ist der **Header** der Funktion.
- `public` sagt, wo die Funktion verwendet werden darf (↑kommt später)
- `static` kommt ebenfalls später.
- `int []` gibt den Typ des Rückgabe-Werts an.
- `readArray` ist der Name, mit dem die Funktion aufgerufen wird.
- Dann folgt (in runden Klammern und komma-separiert) die Liste der **formalen Parameter**, hier: `(int number)`.
- Der Rumpf der Funktion steht in geschwungenen Klammern.
- `return expr` beendet die Ausführung der Funktion und liefert den Wert von `expr` zurück.

- Die Variablen, die innerhalb eines Blocks angelegt werden, d.h. innerhalb von “{” und “}”, sind nur innerhalb dieses Blocks **sichtbar**, d.h. benutzbar (**lokale Variablen**).
- Der Rumpf einer Funktion ist ein Block.
- Die formalen Parameter können auch als lokale Variablen aufgefasst werden.
- Bei dem Aufruf `readArray(7)` erhält der formale Parameter `number` den Wert `7`.

Weiteres Beispiel: Bestimmung des Minimums

```
public static int min (int[] b) {  
    int result = b[0];  
    for (int i = 1; i < b.length; ++i) {  
        if (b[i] < result)  
            result = b[i];  
    }  
    return result;  
}
```

... daraus basteln wir das **Java**-Programm `Min` :

```
public class Min extends MiniJava {
    public static int[] readArray (int number) { ... }
    public static int min (int[] b) { ... }
    // Jetzt kommt das Hauptprogramm
    public static void main (String[] args) {
        int n = read();
        int[] a = readArray(n);
        int result = min(a);
        write(result);
    } // end of main()
} // end of class Min
```

- Manche Funktionen, deren Ergebnistyp `void` ist, geben gar keine Werte zurück – im Beispiel: `write()` und `main()`. Diese Funktionen heißen **Prozeduren**.
- Das Hauptprogramm hat immer als Parameter ein Feld `args` von `String`-Elementen.
- In diesem Argument-Feld werden dem Programm Kommandozeilen-Argumente verfügbar gemacht.

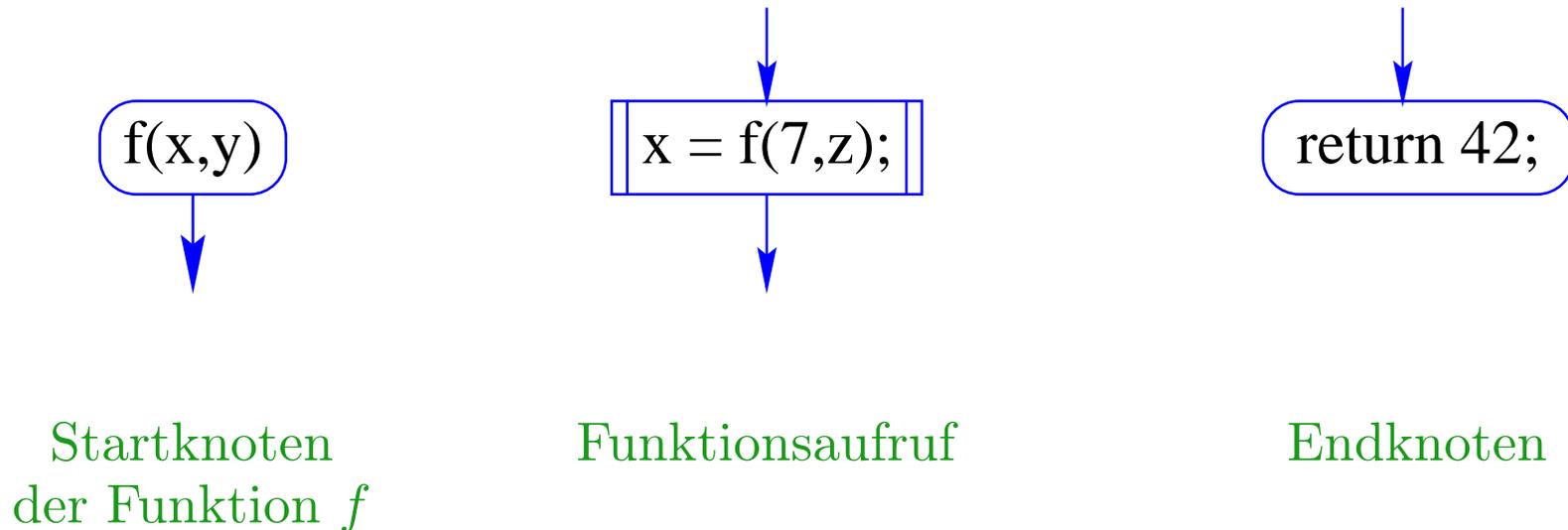
```
public class Test extends MiniJava {  
    public static void main (String [] args) {  
        write(args[0]+args[1]);  
    }  
} // end of class Test
```

Dann liefert der Aufruf:

```
java Test "Hel" "lo World!"
```

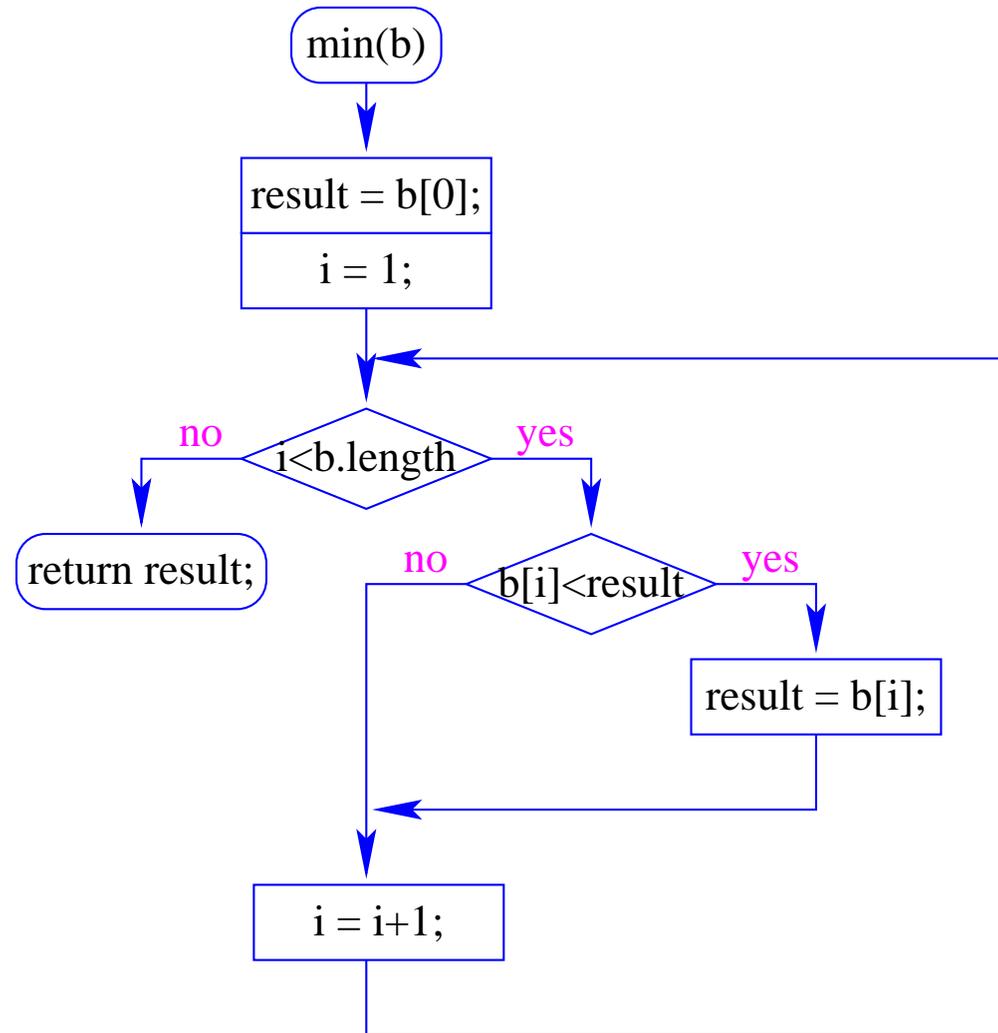
... die Ausgabe: **Hello World!**

Um die Arbeitsweise von Funktionen zu veranschaulichen, erweitern/modifizieren wir die Kontrollfluss-Diagramme:

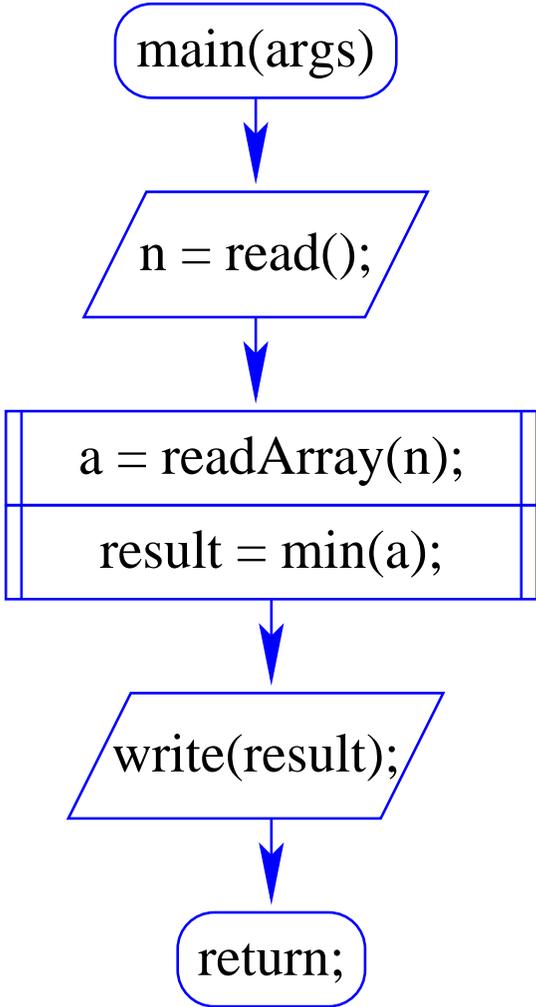
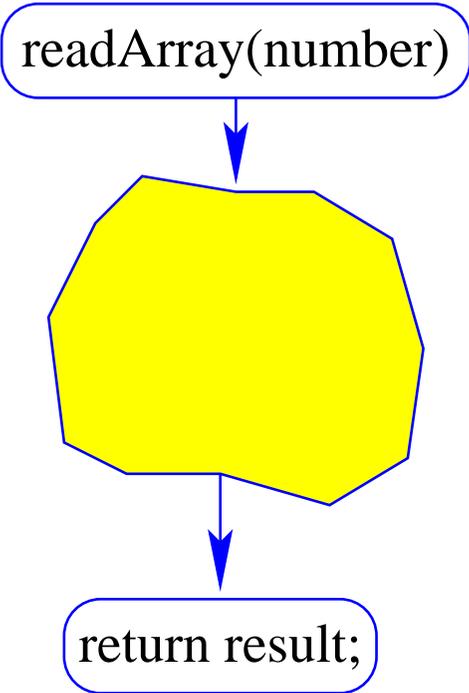
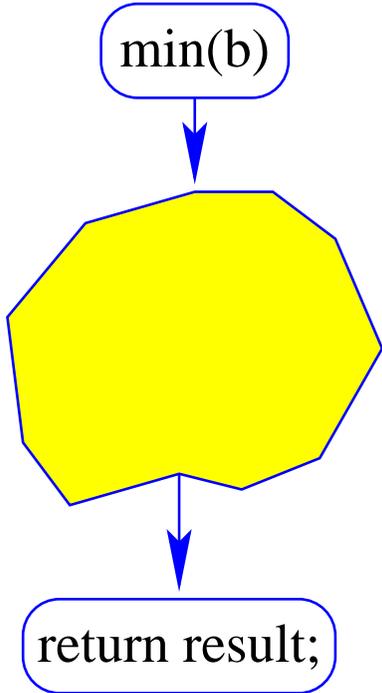


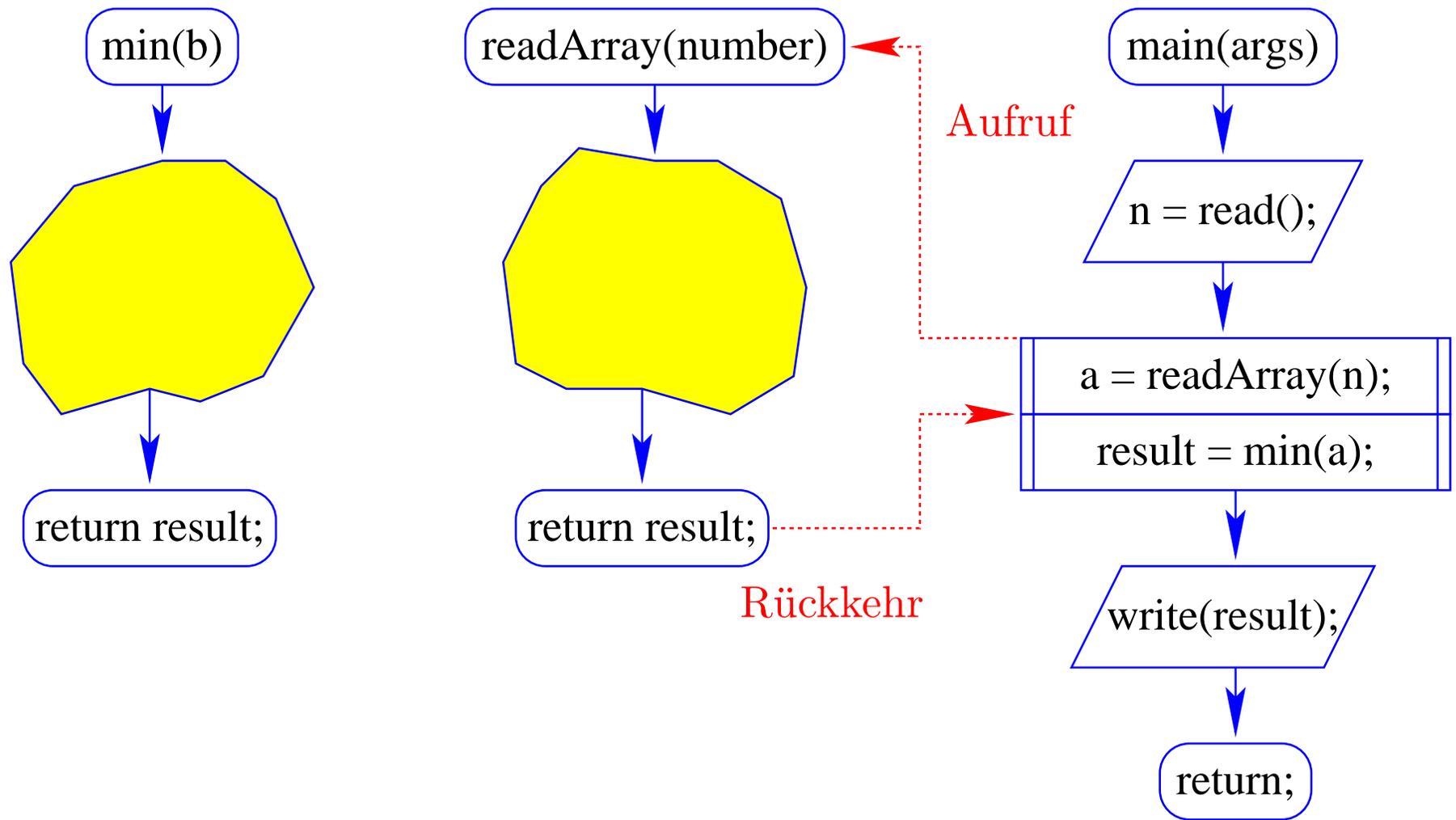
- Für jede Funktion wird ein eigenes Teildiagramm erstellt.
- Ein Aufrufknoten repräsentiert eine Teilberechnung der aufgerufenen Funktion.

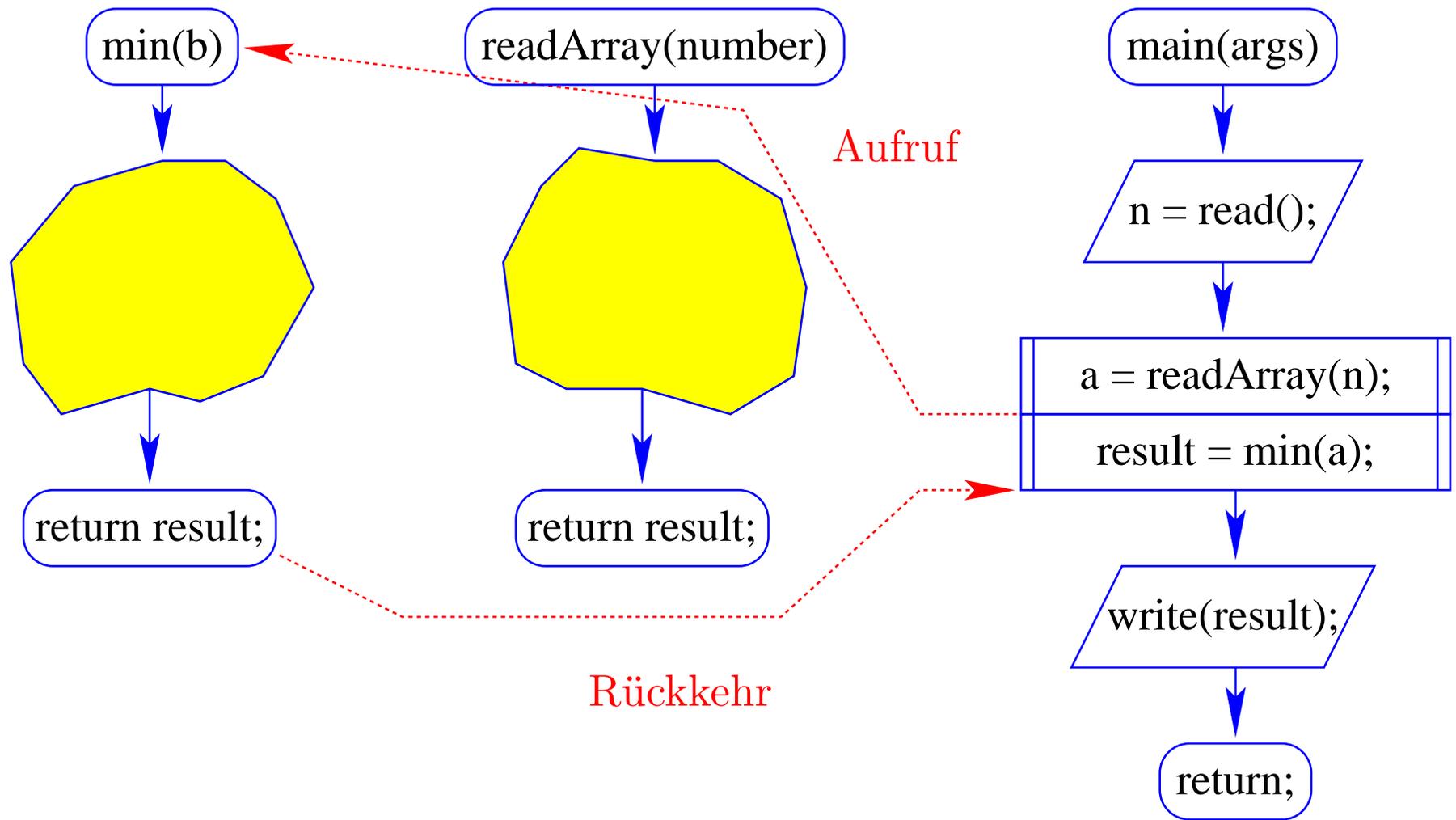
Teildiagramm für die Funktion `min()`:



Insgesamt erhalten wir:







6 Eine erste Anwendung: Sortieren

Gegeben: eine Folge von ganzen Zahlen.

Gesucht: die zugehörige aufsteigend sortierte Folge.

6 Eine erste 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!



Sortieren durch **Einfügen** ...

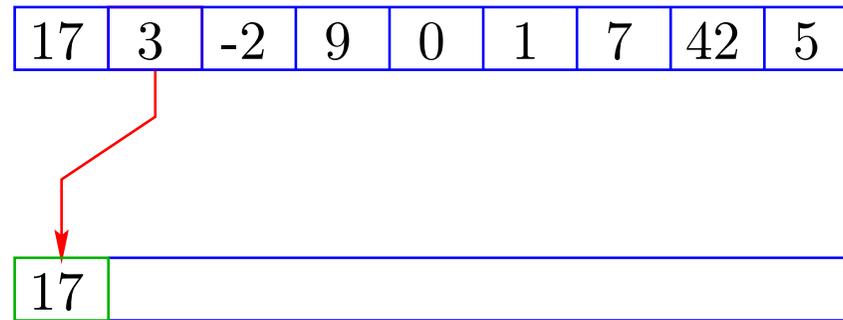
```
public static int[] sort (int[] a) {
    int n = a.length;
    int[] b = new int[n];
    for (int i = 0; i < n; ++i)
        insert (b, a[i], i);
        // b      = Feld, in das eingefügt wird
        // a[i]   = einzufügendes Element
        // i      = Anzahl von Elementen in b
    return b;
} // end of sort ()
```

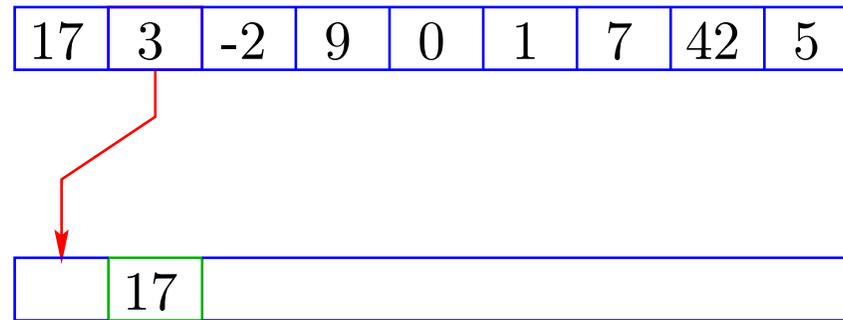
Teilproblem: Wie fügt man ein ???

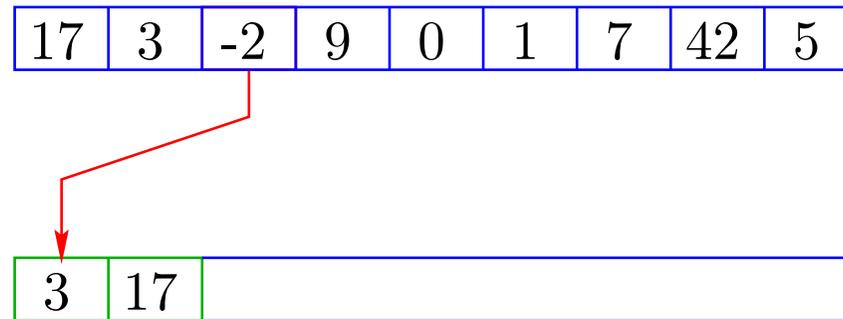
| | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|
| 17 | 3 | -2 | 9 | 0 | 1 | 7 | 42 | 5 |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|



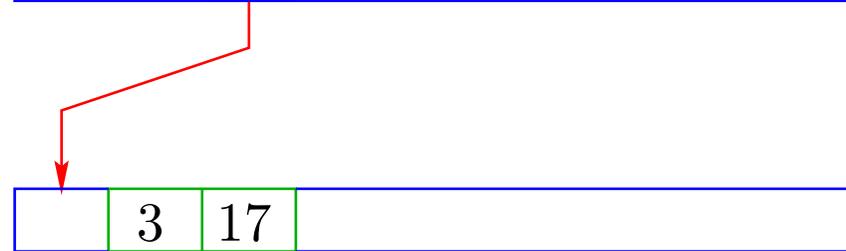
| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|
| | | | | | | | | |
|--|--|--|--|--|--|--|--|--|





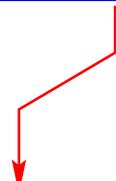


| | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|
| 17 | 3 | -2 | 9 | 0 | 1 | 7 | 42 | 5 |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|



| | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|
| 17 | 3 | -2 | 9 | 0 | 1 | 7 | 42 | 5 |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|

| | | | | | | | | |
|----|---|----|--|--|--|--|--|--|
| -2 | 3 | 17 | | | | | | |
|----|---|----|--|--|--|--|--|--|



| | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|
| 17 | 3 | -2 | 9 | 0 | 1 | 7 | 42 | 5 |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|



| | | | | | | | | |
|----|---|--|----|--|--|--|--|--|
| -2 | 3 | | 17 | | | | | |
|----|---|--|----|--|--|--|--|--|

| | | | | | | | | |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|
| 17 | 3 | -2 | 9 | 0 | 1 | 7 | 42 | 5 |
|----|---|----|---|---|---|---|----|---|

| | | | | | | | | |
|----|---|---|----|--|--|--|--|--|
| -2 | 3 | 9 | 17 | | | | | |
|----|---|---|----|--|--|--|--|--|

