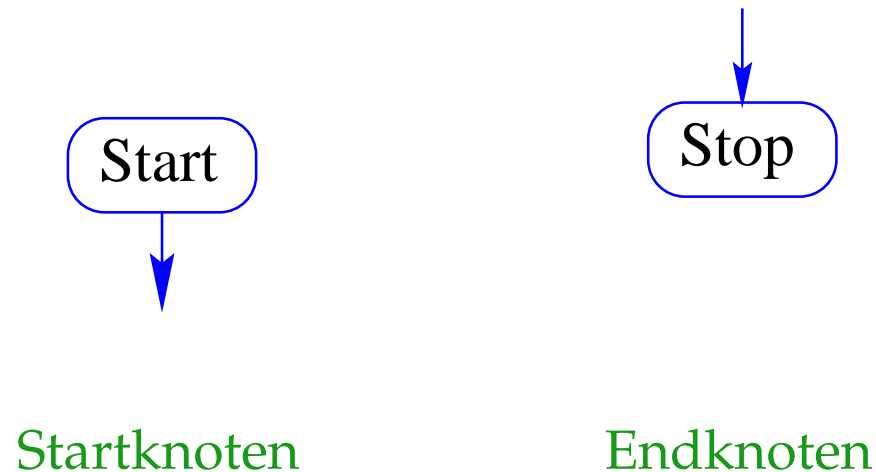
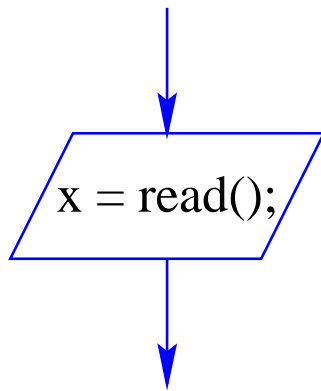


4 Kontrollfluss-Diagramme

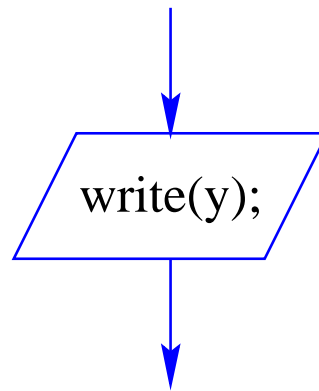
In welcher Weise die Operationen eines Programms nacheinander ausgeführt werden, lässt sich anschaulich mithilfe von **Kontrollfluss-Diagrammen** darstellen.

Ingredienzien:

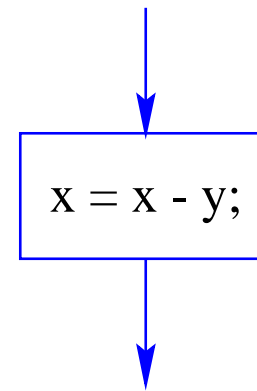




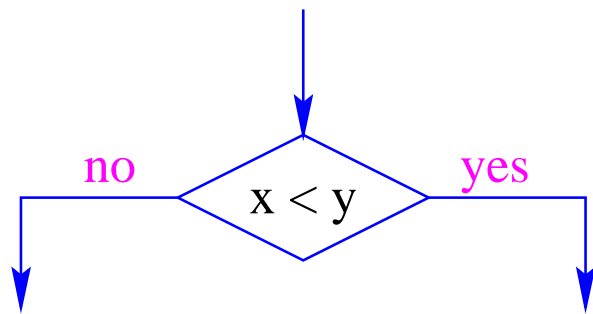
Eingabe



Ausgabe



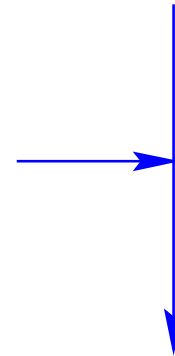
Zuweisung



bedingte Verzweigung



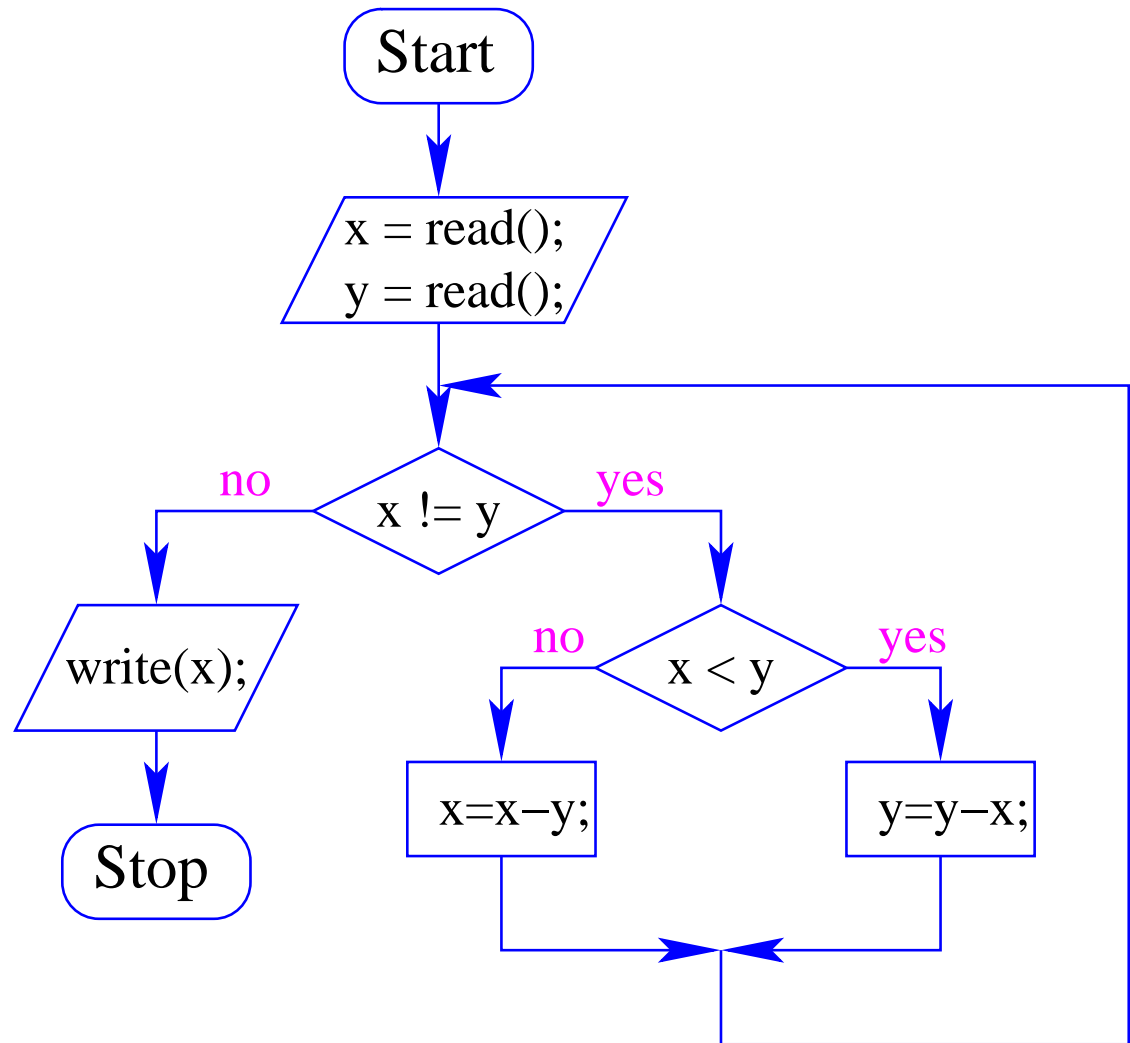
Kante



Zusammenlauf

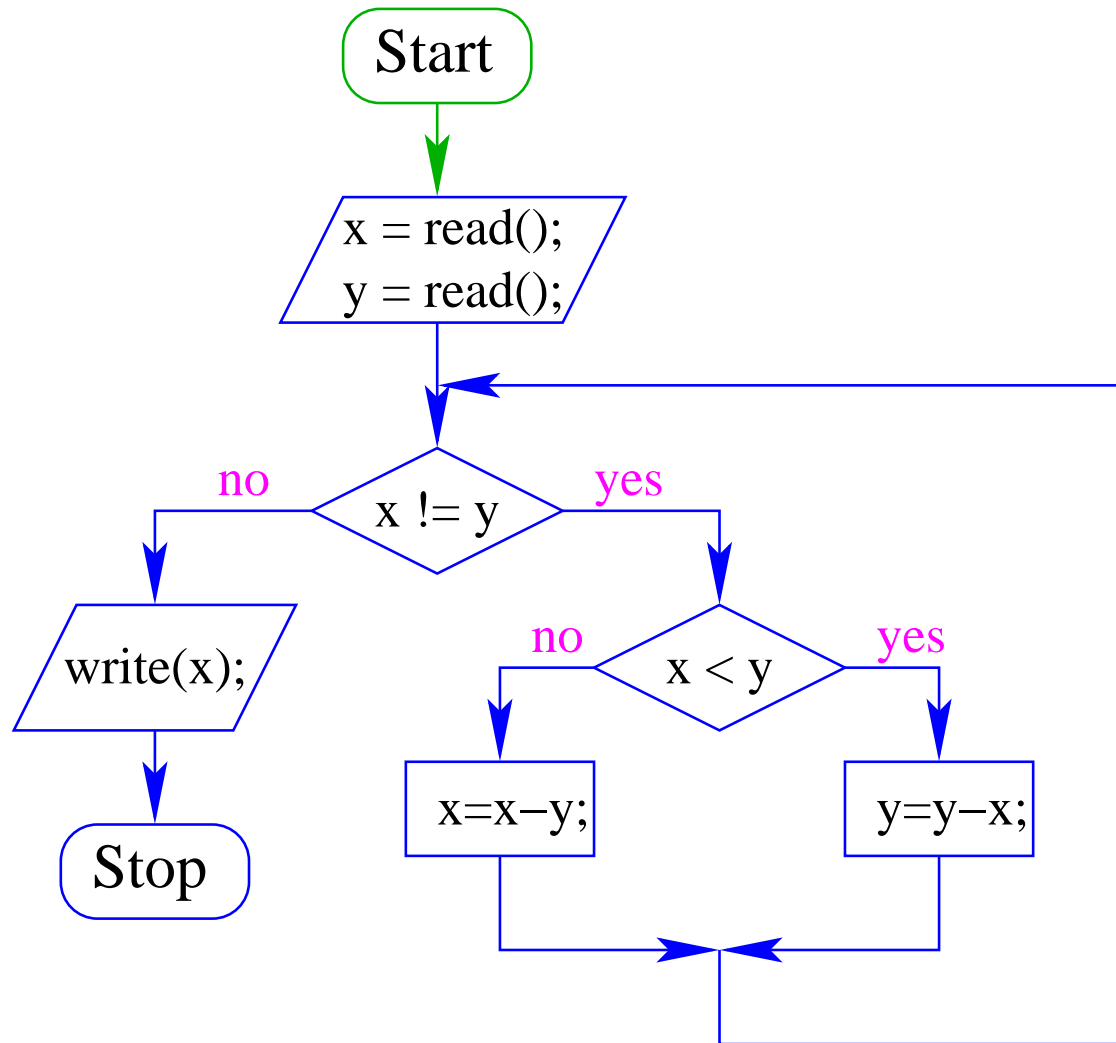
Beispiel:

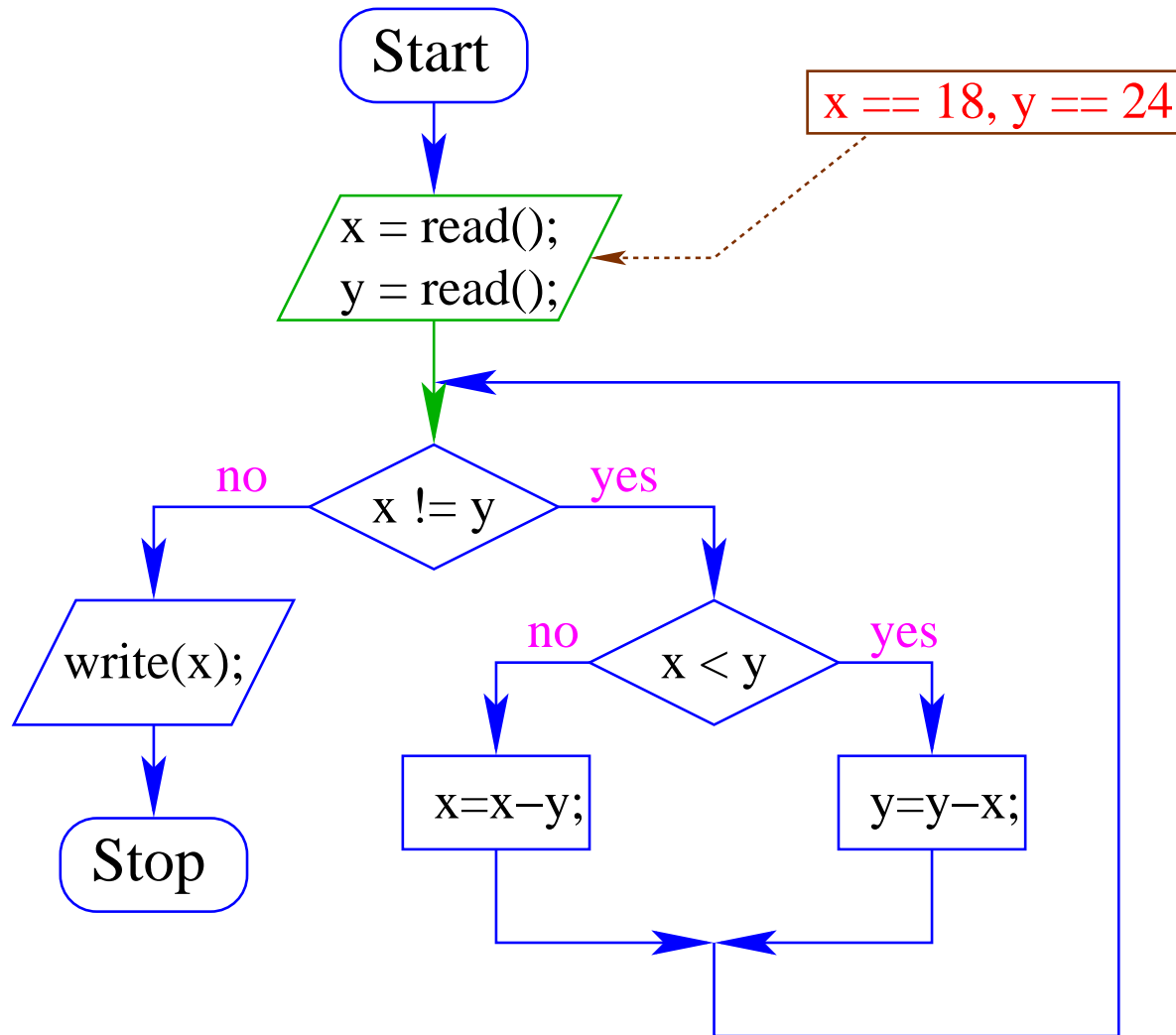
```
int x, y;  
x = read();  
y = read();  
while (x != y)  
    if (x < y)  
        y = y - x;  
    else  
        x = x - y;  
write(x);
```

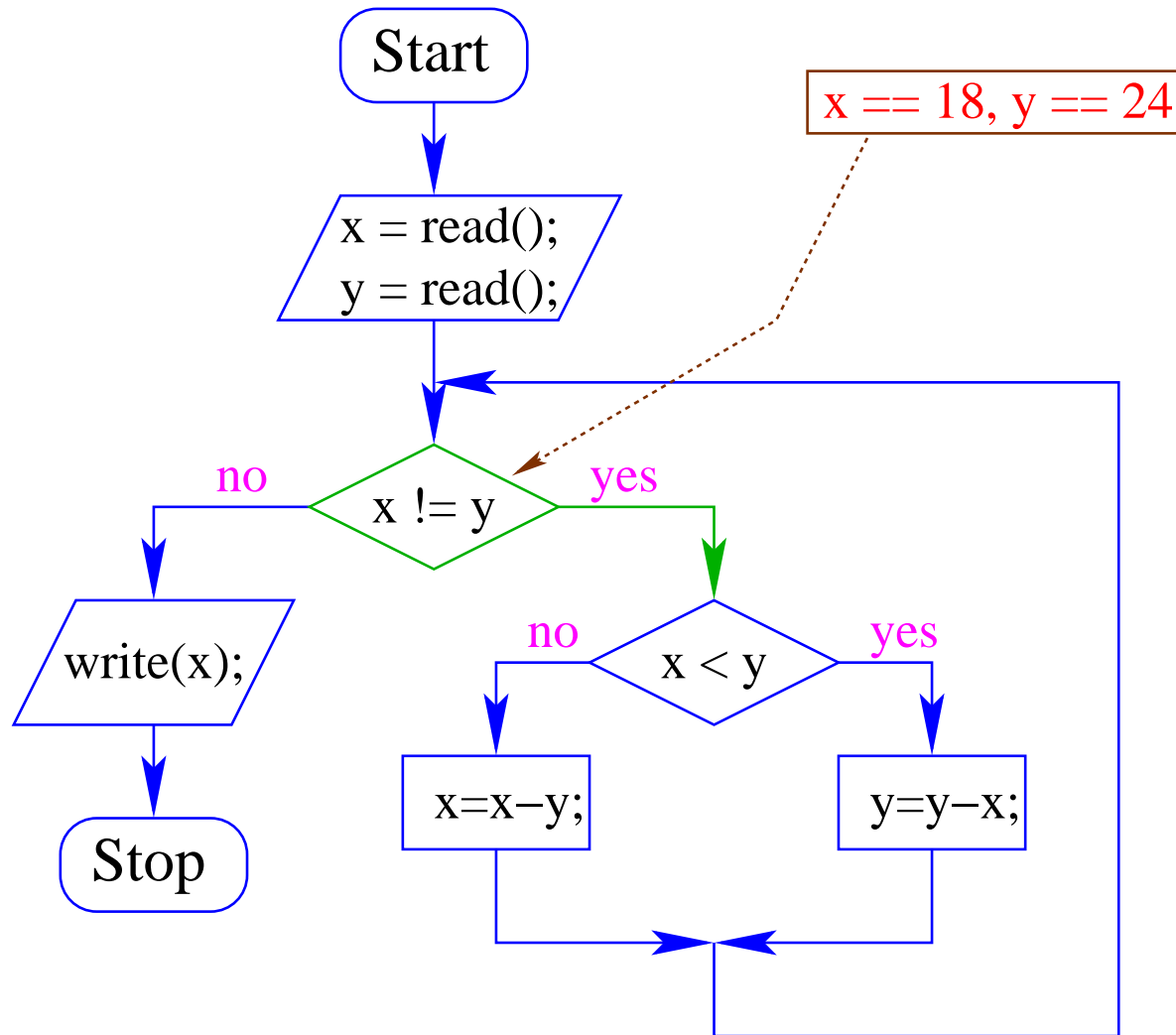


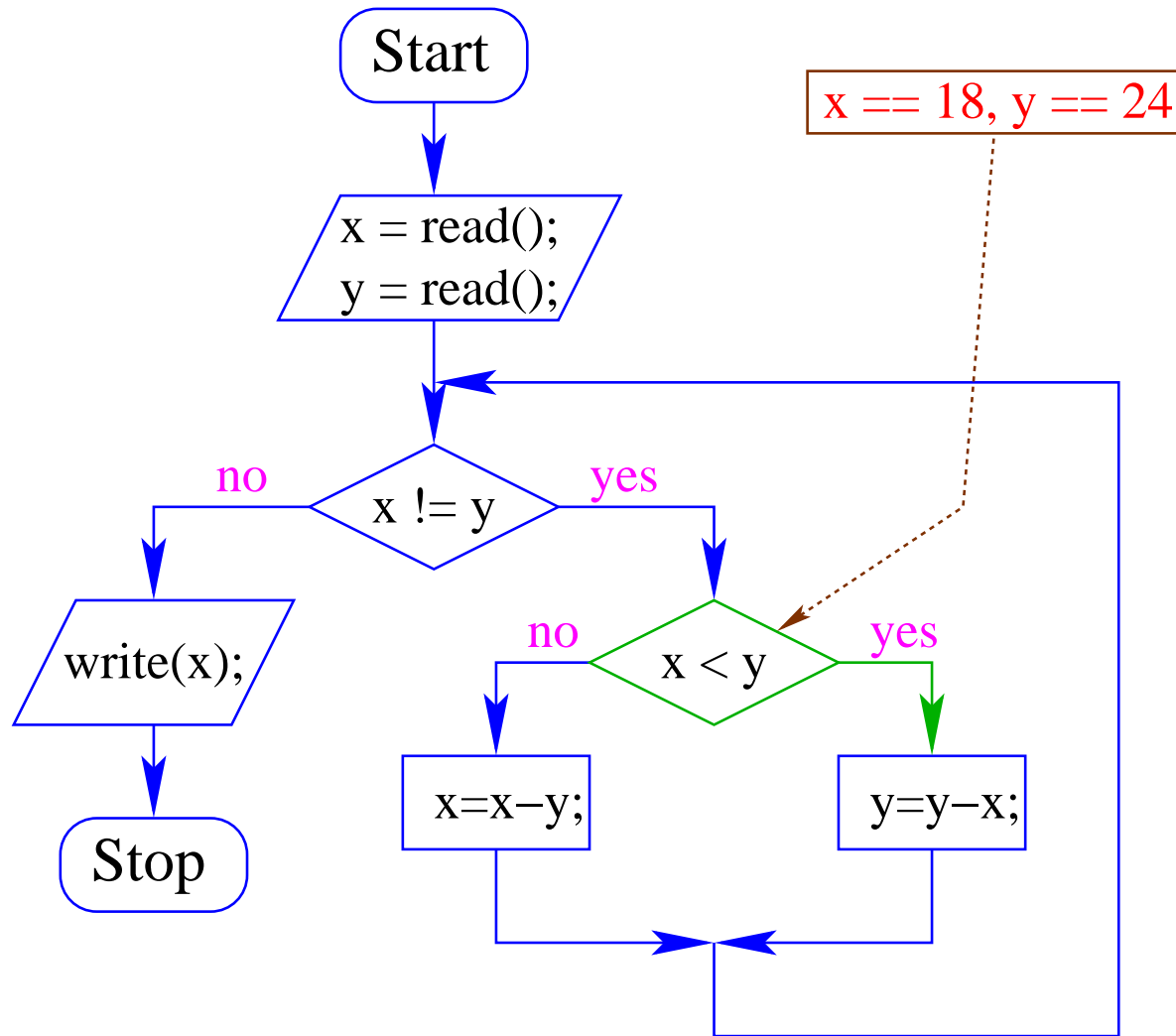
- Die Ausführung des Programms entspricht einem **Pfad** durch das Kontrollfluss-Diagramm vom Startknoten zum Endknoten.
- Die Deklarationen von Variablen muss man sich am Startknoten vorstellen.
- Die auf dem Pfad liegenden Knoten (außer dem Start- und Endknoten) sind die dabei auszuführenden Operationen bzw. auszuwertenden Bedingungen.
- Um den Nachfolger an einem Verzweigungsknoten zu bestimmen, muss die Bedingung für die aktuellen Werte der Variablen ausgewertet werden.

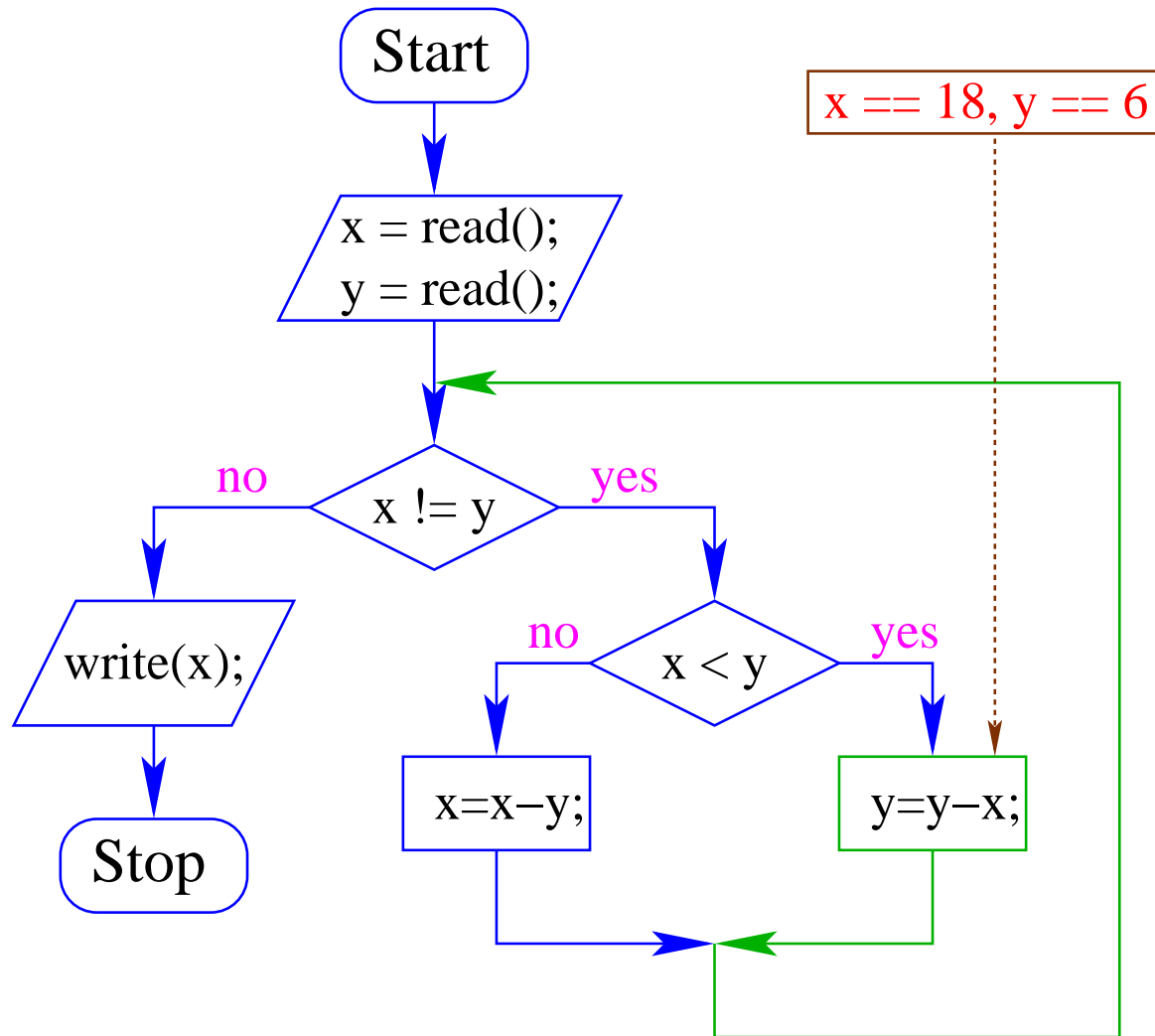
⇒ operationelle Semantik

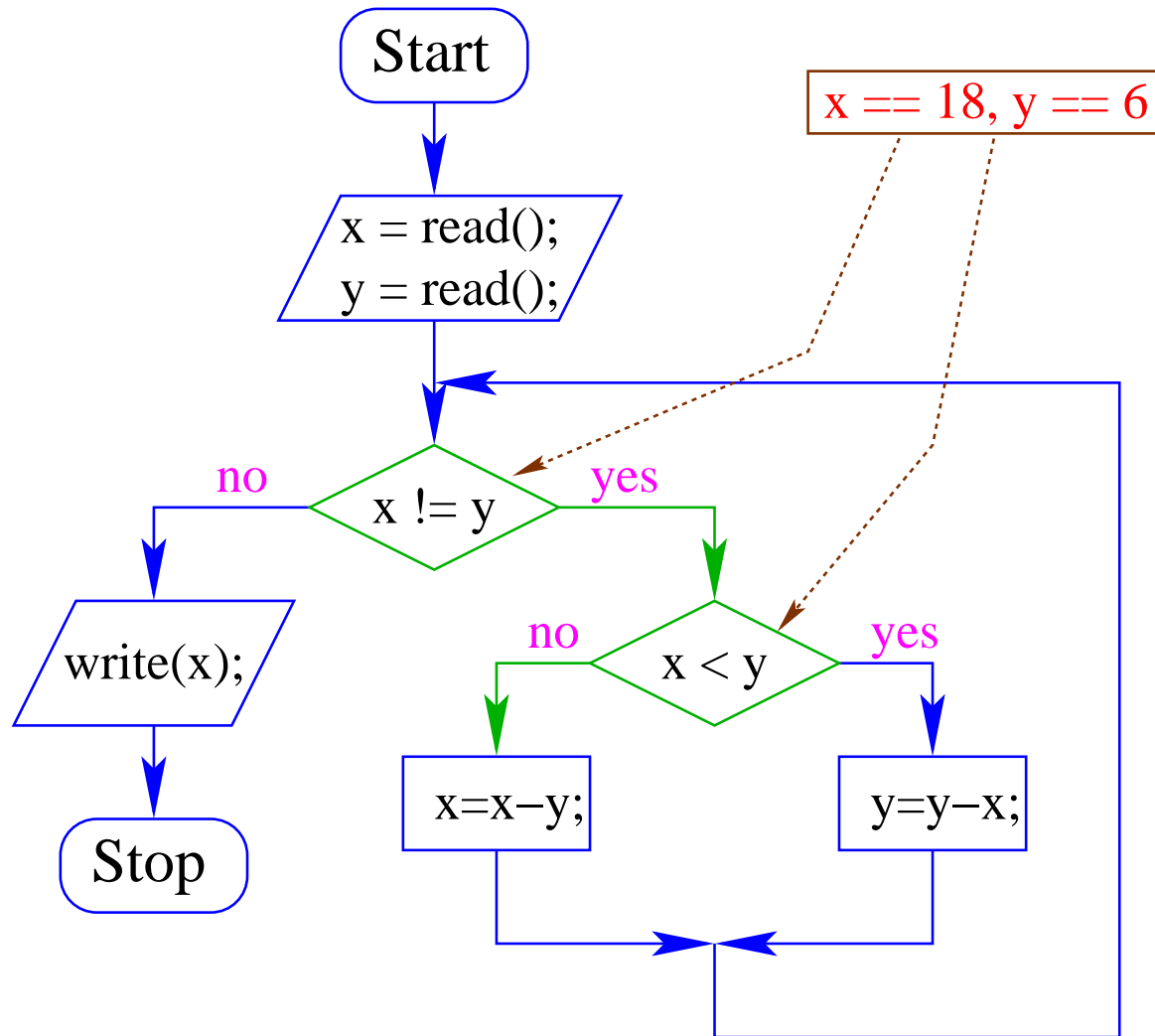


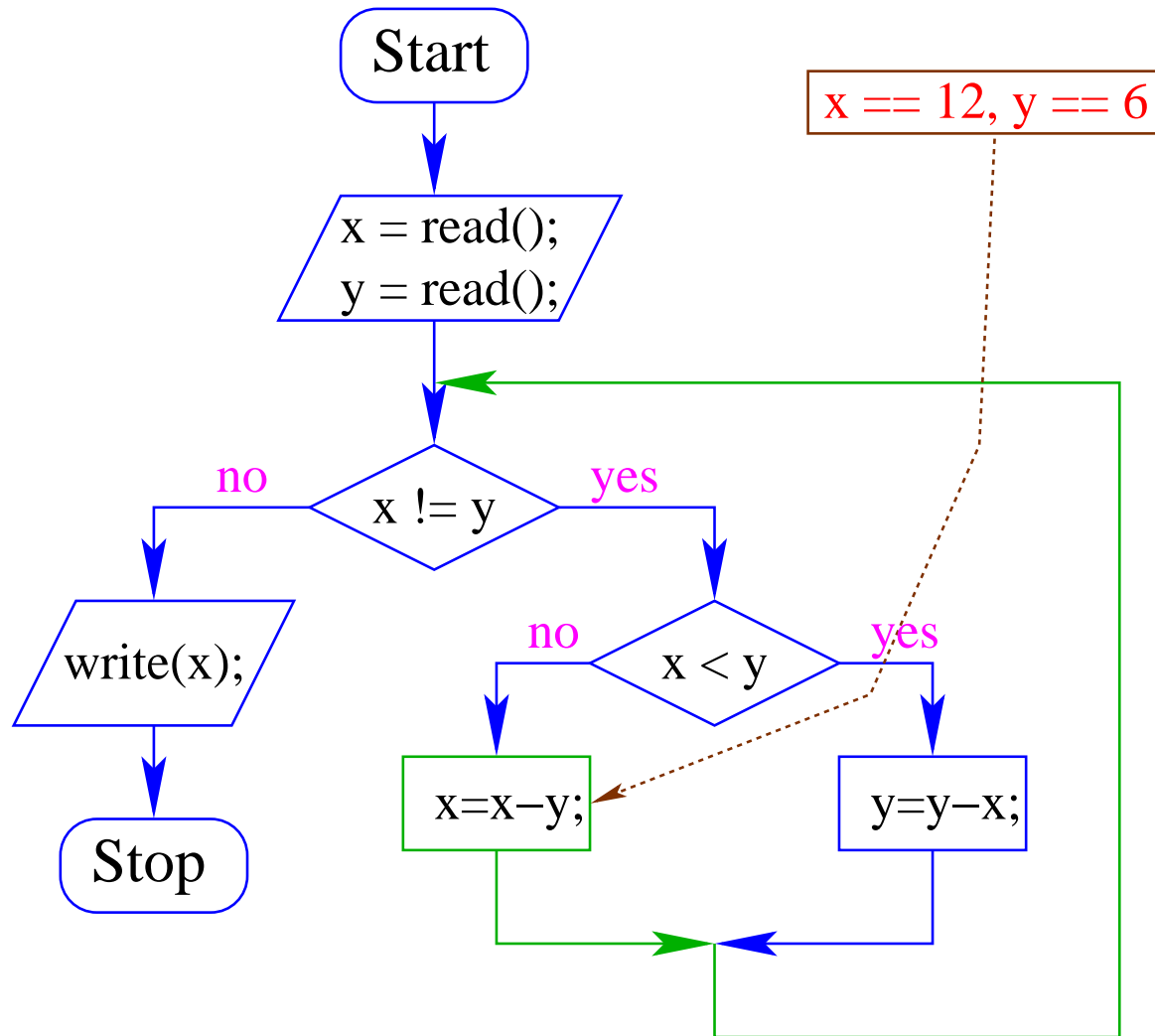


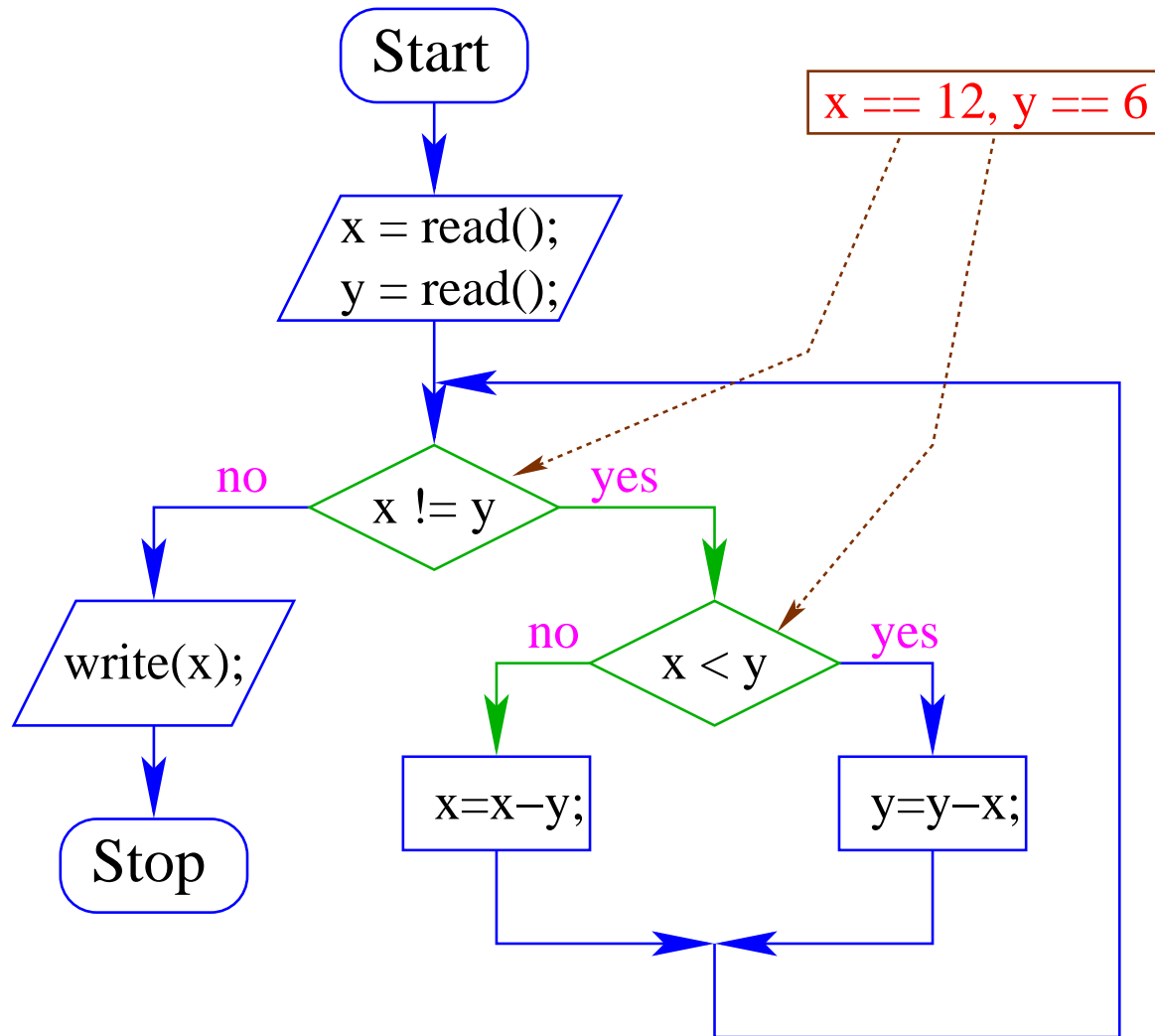


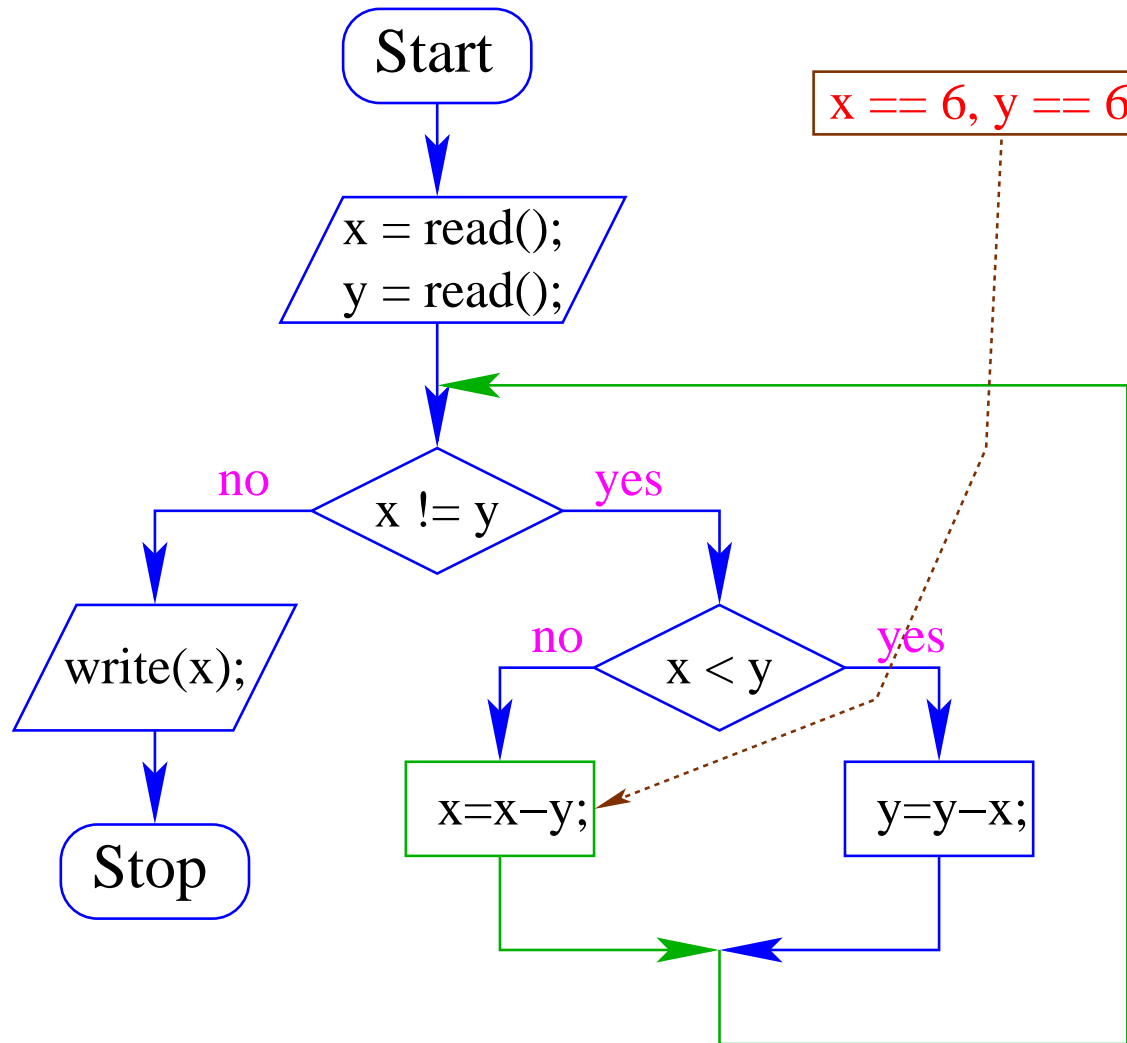


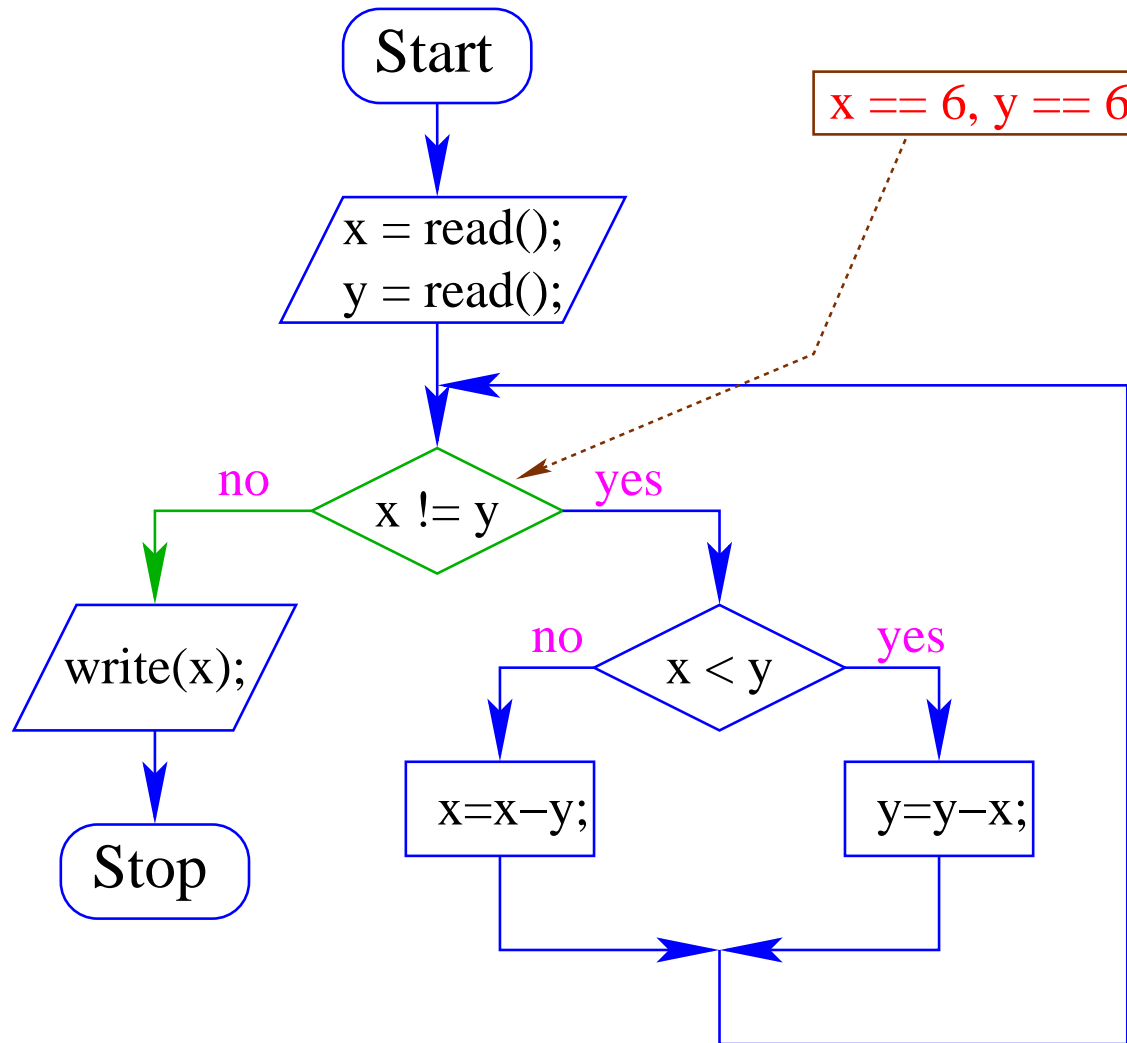


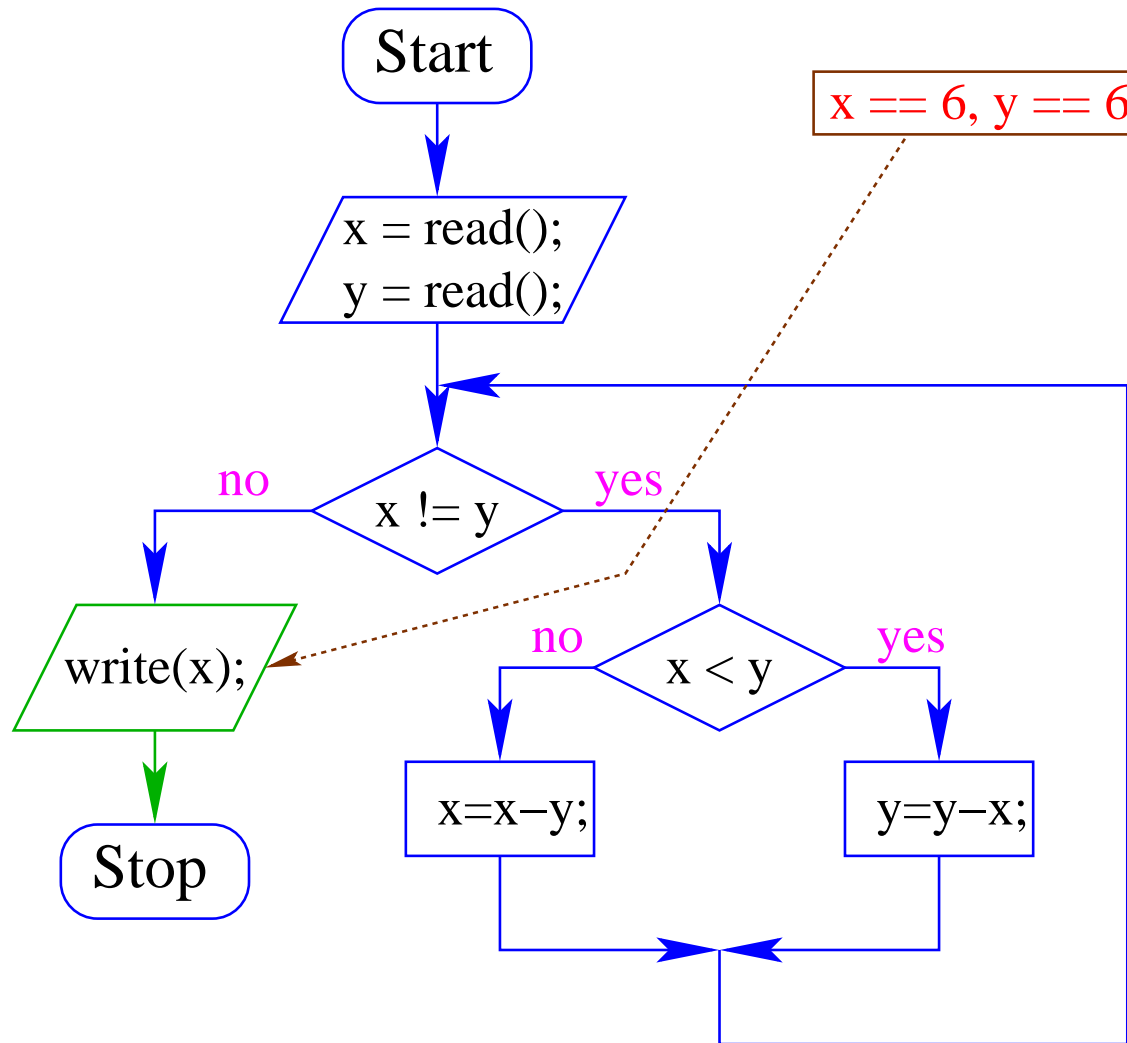


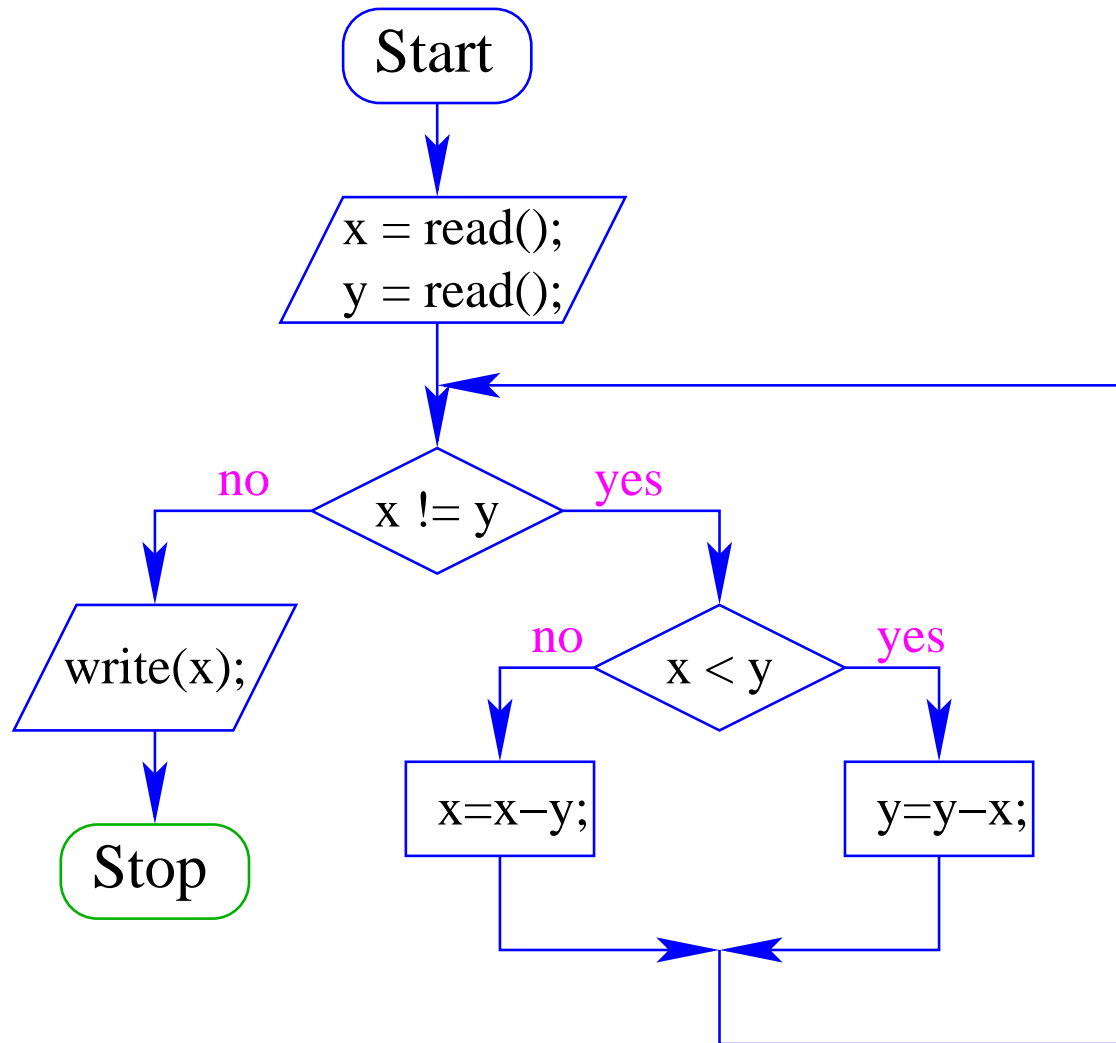








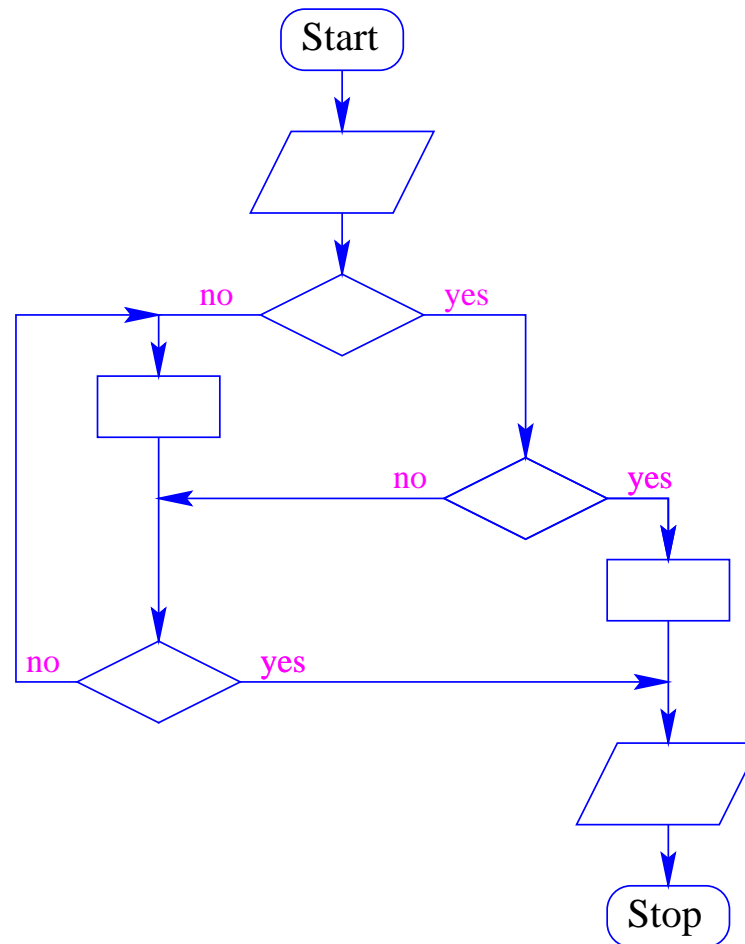




Achtung:

- Zu jedem **MiniJava**-Programm lässt sich ein Kontrollfluss-Diagramm konstruieren :-)
- die umgekehrte Richtung gilt zwar ebenfalls, liegt aber nicht so auf der Hand.

Beispiel:



5 Mehr Java

Um komfortabel programmieren zu können, brauchen wir

- mehr Datenstrukturen;
- mehr Kontrollstrukturen :-)

5.1 Mehr Basistypen

- Außer `int`, stellt `Java` weitere Basistypen zur Verfügung.
- Zu jedem Basistyp gibt es eine Menge möglicher `Werte`.
- Jeder Wert eines Basistyps benötigt die gleiche Menge `Platz`, um ihn im Rechner zu repräsentieren.
- Der Platz wird in `Bit` gemessen.

(Wie viele Werte kann man mit n Bit darstellen?)

Es gibt vier Sorten ganzer Zahlen:

Typ	Platz	kleinster Wert	größter Wert
byte	8	-128	127
short	16	-32 768	32 767
int	32	-2 147 483 648	2 147 483 647
long	64	-9 223 372 036 854 775 808	9 223 372 036 854 775 807

Die Benutzung kleinerer Typen wie byte oder short spart Platz.

Es gibt vier Sorten ganzer Zahlen:

Typ	Platz	kleinster Wert	größter Wert
byte	8	-128	127
short	16	-32 768	32 767
int	32	-2 147 483 648	2 147 483 647
long	64	-9 223 372 036 854 775 808	9 223 372 036 854 775 807

Die Benutzung kleinerer Typen wie byte oder short spart Platz.

Achtung: Java warnt nicht vor Überlauf/Unterlauf !!

Beispiel:

```
int x = 2147483647; // grösstes int
x = x+1;
write(x);
```

... liefert **-2147483648** ... :-)

- In realem **Java** kann man bei der Deklaration einer Variablen ihr direkt einen ersten Wert zuweisen (**Initialisierung**).
- Man kann sie sogar (statt am Anfang des Programms) erst an der Stelle deklarieren, an der man sie das erste Mal braucht!

Es gibt **zwei** Sorten von Gleitkomma-Zahlen:

Typ	Platz	kleinster Wert	größter Wert	
float	32	ca. $-3.4e+38$	ca. $3.4e+38$	7 signifikante Stellen
double	64	ca. $-1.7e+308$	ca. $1.7e+308$	15 signifikante Stellen

- Überlauf/Unterlauf liefert die Werte `Infinity` bzw. `-Infinity`.
- Für die Auswahl des geeigneten Typs sollte die gewünschte **Genauigkeit** des Ergebnisses berücksichtigt werden.
- Gleitkomma-Konstanten im Programm werden als **double** aufgefasst :-)
- Zur Unterscheidung kann man an die Zahl `f` (oder `F`) bzw. `d` (oder `D`) anhängen.

... weitere Basistypen:

Typ	Platz	Werte
boolean	1	true, false
char	16	alle Unicode -Zeichen

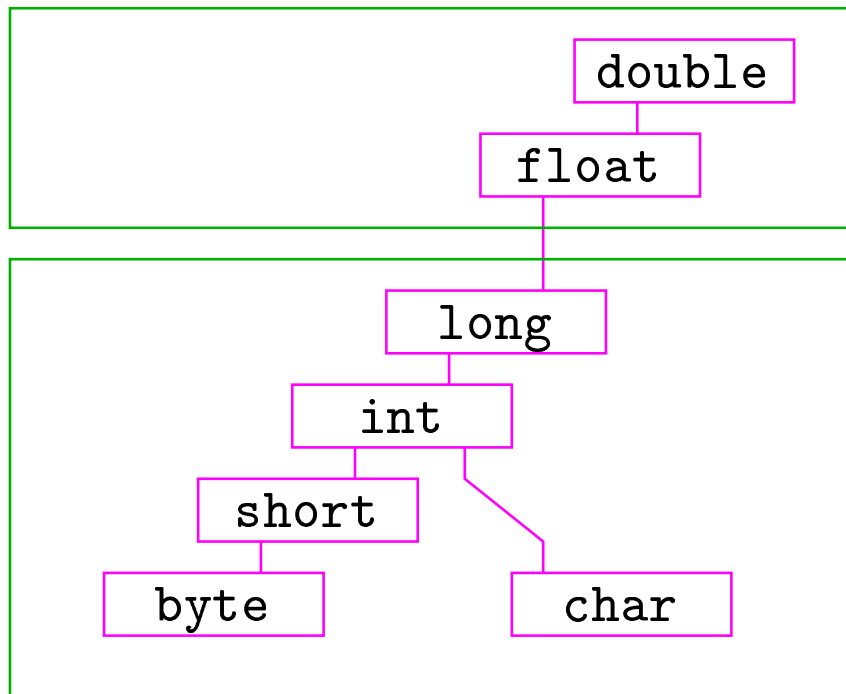
Unicode ist ein Zeichensatz, der alle irgendwo auf der Welt gängigen Alphabete umfasst, also zum Beispiel:

- die Zeichen unserer Tastatur (inklusive Umlaute);
- die chinesischen Schriftzeichen;
- die ägyptischen Hieroglyphen ...

char-Konstanten schreibt man mit Hochkommas: 'A', ';', '\n'.

5.2 Mehr über Arithmetik

- Die Operatoren +, -, *, / und % gibt es für **jeden** der aufgelisteten Zahltypen :-)
- Werden sie auf ein Paar von Argumenten **verschiedenen** Typs angewendet, wird automatisch vorher der speziellere in den allgemeineren umgewandelt (**impliziter Type Cast**) ...



Gleitkomma-Zahlen

ganze Zahlen

Beispiel:

```
short xs = 1;  
int x = 999999999;  
write(x + xs);
```

... liefert den int-Wert **1000000000 ... :-)**

```
float xs = 1.0f;  
int x = 999999999;  
write(x + xs);
```

... liefert den float-Wert **1.0E9 ... :-)**

Beispiel:

```
short xs = 1;  
int x = 999999999;  
write(x + xs);
```

... liefert den int-Wert **1000000000 ... :-)**

```
float xs = 1.0f;  
int x = 999999999;  
write(x + xs);
```

... liefert den float-Wert **1.0E9 ... :-)**

... vorausgesetzt, `write()` kann Gleitkomma-Zahlen ausgeben **:-)**

Achtung:

- Das Ergebnis einer Operation auf `float` kann aus dem Bereich von `float` herausführen, d.h. ein `double` liefern.
- Das Ergebnis einer Operation auf Basistypen für ganze Zahlen kann einen Wert aus einem größeren ganzzahligen Basistyp liefern (mindestens aber `int`).
- Wird das Ergebnis einer Variablen zugewiesen, sollte deren Typ dies zulassen `:-)`
- Mithilfe von **expliziten Type Casts** lässt sich das (evt. unter **Verlust** von Information) stets bewerkstelligen.

Beispiele:

(float)	1.7e+308	liefert	Infinity
(long)	1.7e+308	liefert	9223372036854775807 (d.h. den größten long-Wert)
(int)	1.7e+308	liefert	2147483647 (d.h. den größten int-Wert)
(short)	1.7e+308	liefert	-1
(int)	1.0e9	liefert	1000000000
(int)	1.11	liefert	1
(int)	-2.11	liefert	-2

5.3 Strings

Der Datentyp `String` für Wörter ist kein Basistyp, sondern eine **Klasse** (dazu kommen wir später :-)

Hier behandeln wir nur drei Eigenschaften:

- Werte vom Typ `String` haben die Form `"Hello World!"`;
- Man kann Wörter in Variablen vom Typ `String` abspeichern.
- Man kann Wörter mithilfe des Operators `“+”` **konkatenerieren**.

Beispiel:

```
String s0 = "";  
String s1 = "Hel";  
String s2 = "lo Wo";  
String s3 = "rld!";  
write(s0 + s1 + s2 + s3);
```

... schreibt `Hello World!` auf die Ausgabe :-)

Beachte:

- Jeder Wert in **Java** hat eine Darstellung als `String`.
- Wird der Operator “+” auf einen Wert vom Typ `String` und einen anderen Wert x angewendet, wird x automatisch in seine `String`-Darstellung konvertiert ...

⇒ ... liefert einfache Methode, um `float` oder `double` auszugeben !!!

Beispiel:

```
double x = -0.55e13;  
write("Eine Gleitkomma-Zahl: "+x);
```

... schreibt `Eine Gleitkomma-Zahl: -0.55E13` auf die Ausgabe :-)

5.4 Felder

Oft müssen viele Werte gleichen Typs gespeichert werden.

Idee:

- Lege sie konsekutiv ab!
- Greife auf einzelne Werte über ihren Index zu!

Feld:

17	3	-2	9	0	1
----	---	----	---	---	---

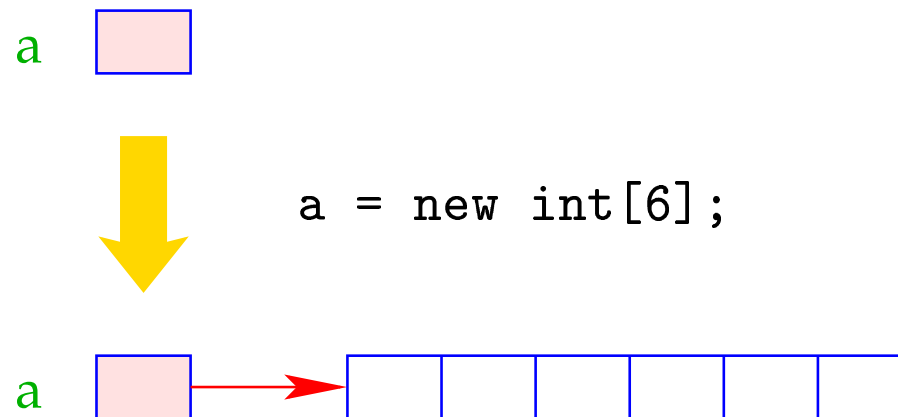
Index: 0 1 2 3 4 5

Beispiel: Einlesen eines Felds

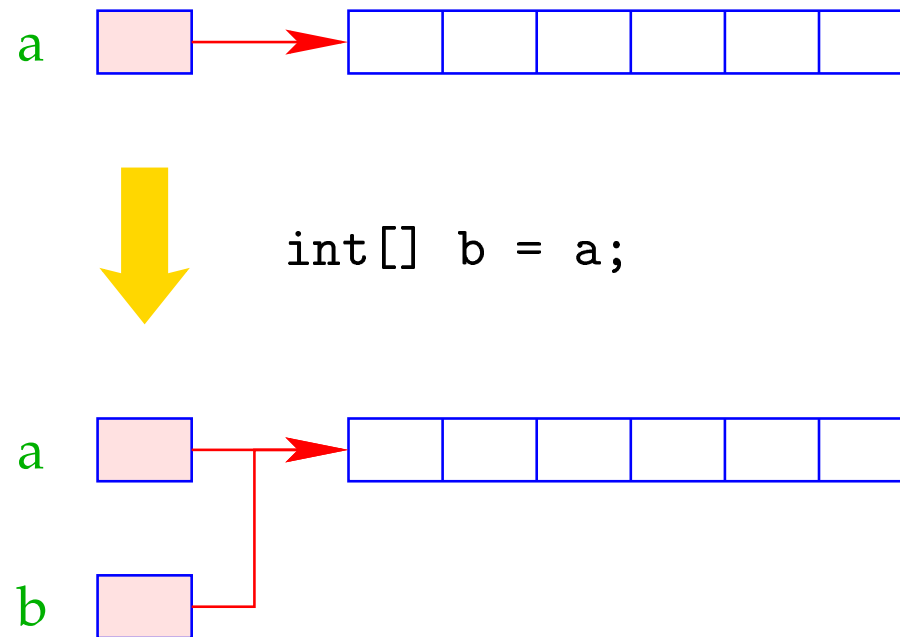
```
int[] a; // Deklaration
int n = read();

a = new int[n];
           // Anlegen des Felds
int i = 0;
while (i < n) {
    a[i] = read();
    i = i+1;
}
```

- `type [] name ;` deklariert eine Variable für ein Feld (`array`), dessen Elemente vom Typ `type` sind.
- Alternative Schreibweise:
`type name [] ;`
- Das Kommando `new` legt ein Feld einer gegebenen Größe an und liefert einen `Verweis` darauf zurück:



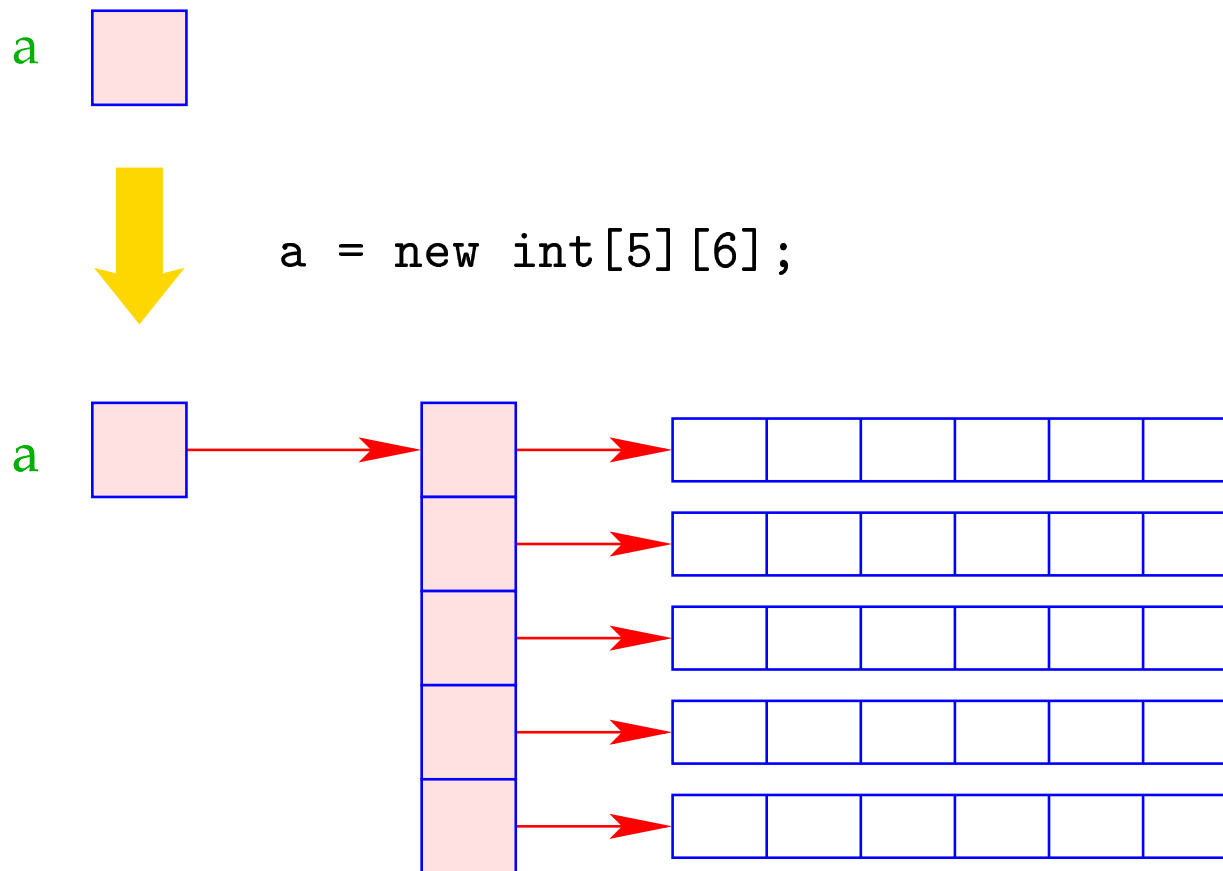
- Der Wert einer Feld-Variable ist also ein Verweis.
- `int[] b = a;` kopiert den Verweis der Variablen `a` in die Variable `b`:



- Die Elemente eines Felds sind von 0 an durchnummeriert.
- Die Anzahl der Elemente des Felds `name` ist `name.length`.
- Auf das i -te Element des Felds `name` greift man mittels `name[i]` zu.
- Bei jedem Zugriff wird überprüft, ob der Index erlaubt ist, d.h. im Intervall $\{0, \dots, \text{name.length}-1\}$ liegt.
- Liegt der Index außerhalb des Intervalls, wird die `ArrayIndexOutOfBoundsException` ausgelöst (↑`Exceptions`).

Mehrdimensionale Felder

- **Java** unterstützt direkt nur ein-dimensionale Felder.
- Ein zwei-dimensionales Feld ist ein Feld von Feldern ...



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 ... \n");
```

- 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:

```
a[x] = 7;  
x = x+1;
```
- `a[++x] = 7;` entspricht:

```
x = x+1;  
a[x] = 7;
```

Oft möchte man

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

⇒ Funktionen, Prozeduren

Beispiel: Einlesen eines Felds


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

- 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 n)`.
- 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 `n` den Wert `7`.

Weiteres Beispiel: Bestimmung des Minimums

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

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

```
public class Min extends MiniJava {
    public static int[] readArray (int n) { ... }
    public static int min (int[] a) { ... }
    // 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.

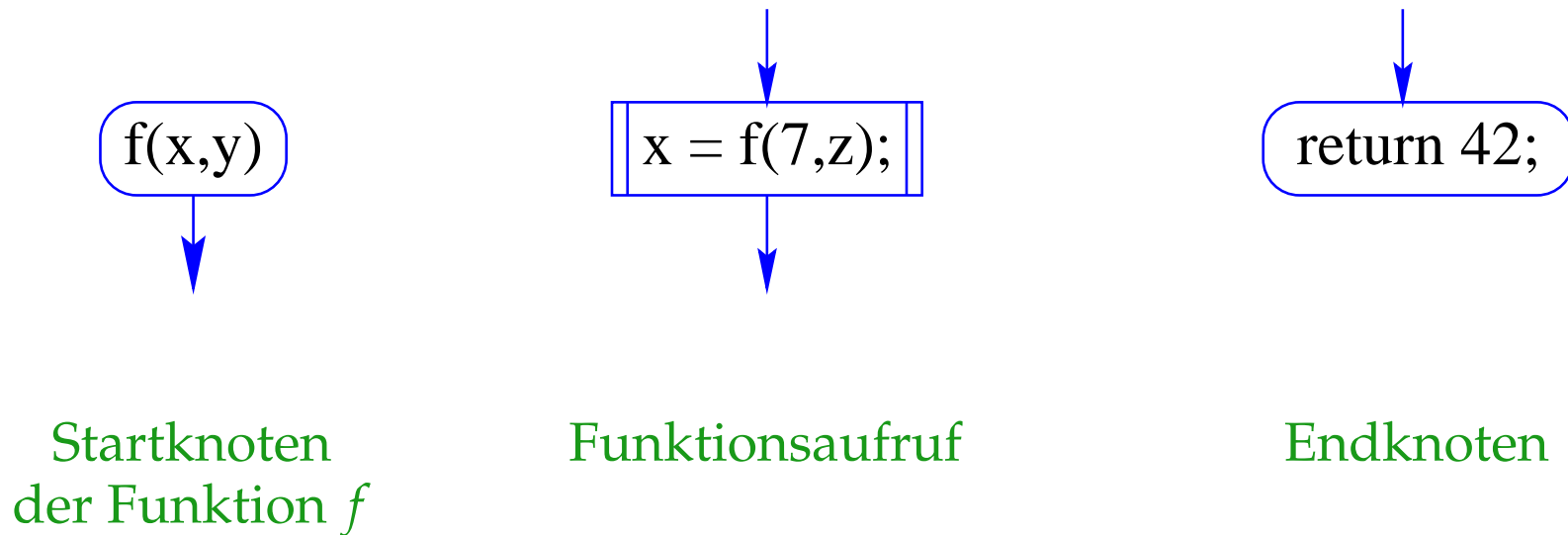
```
public class Test extends MiniJava {  
    public static void main (String [] args) {  
        write(args[0]+args[1]);  
    }  
} // end of class Test
```

Dann liefert der Aufruf:

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

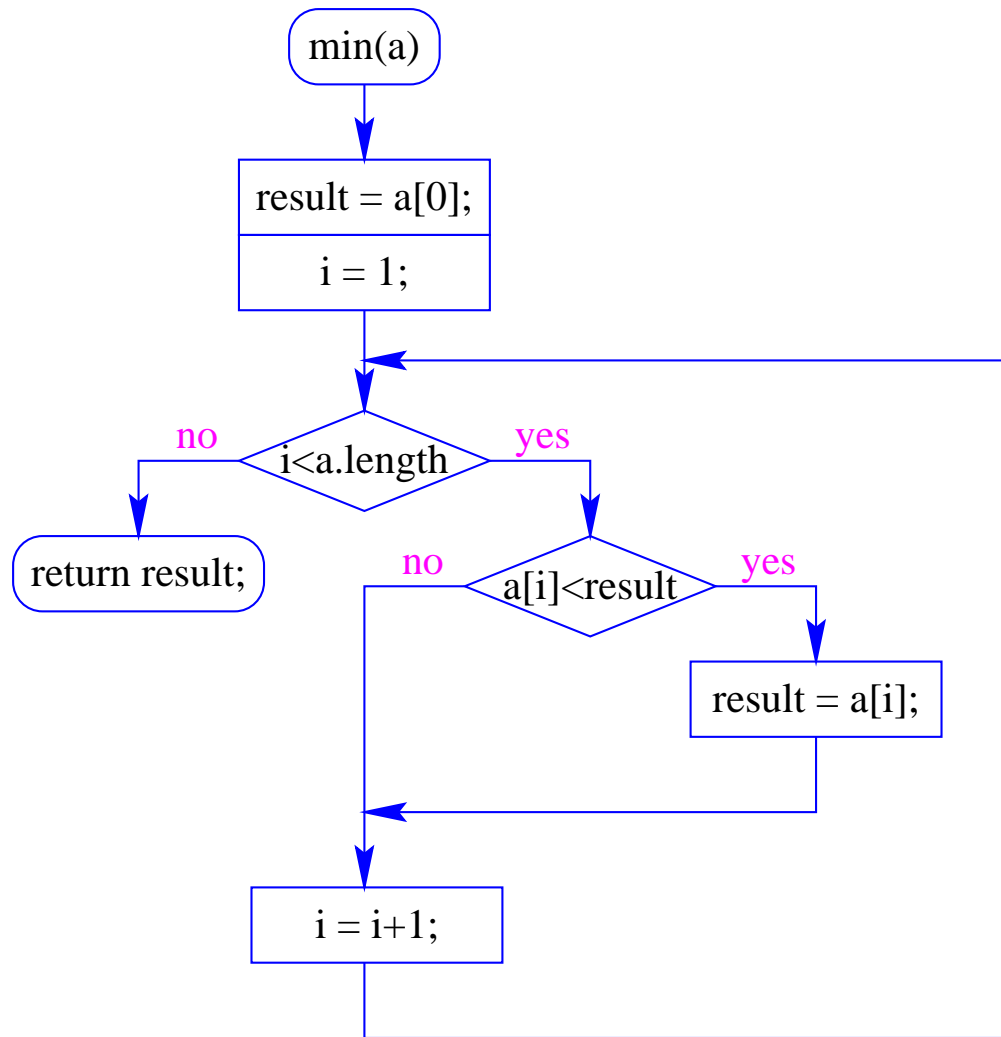
... die Ausgabe: **Hello World!**

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:

