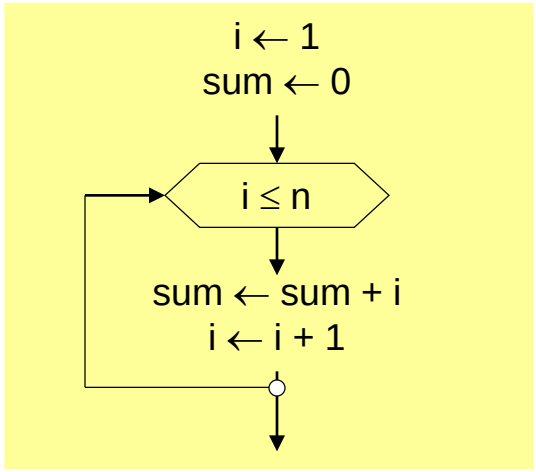
4. Schleifen

4.1 While-Schleife
4.2 Do-While-Schleife
4.3 For-Schleife
4.4 Abbruch von Schleifen
4.5 Vergleich der Schleifenarten

While-Schleife

Führt eine Anweisungsfolge aus, solange eine bestimmte Bedingung gilt




```
i = 1;
sum = 0;
while ( i <= n ) {
   sum = sum + i;
   i = i + 1;
}
```

Schleifenkopf mit *Schleifenbedingung*

Schleifenrumpf

Schreibtischtest

n	i	sum
3	1	0
	2	1
	3	3
	4	6

Syntax

Statement = Assignment | IfStatement | SwitchStatement | WhileStatement | ... | Block.

WhileStatement = "**while**" "**(**" BoolExpr "**)**" Statement .

Wenn Schleifenrumpf aus mehreren Anweisungen besteht, muss er mit {...} geklammert werden.

Beispiel

Aufgabe: Zahlenfolge lesen und Histogramm ausgeben

Eingabe: **3 2 5**

Ausgabe:
```
***
**
*****
```

```
class Histogram {

   public static void main (String[] arg) {
      int i = In.readInt();
      while (In.done()) {
         int j = 1;
         while (j <= i) {Out.print("*"); j++;}
         Out.println();
         i = In.readInt();
      }
   }

}
```

liest die Zahlenfolge

gibt i Sterne aus

Schreibtischsimulation

i	j
3	1
	2
	3
	4
2	1
	2
	3
...	

```
***
**
```

Assertionen bei Schleifen

Triviale Assertionen

Aussagen, die sich aus der Schleifenbedingung ergeben

```
i = 1; sum = 0;
while (i <= n) { /* i <= n */
    sum = sum + i;
    i = i + 1;
}
/* i > n */
```

sollte man immer hinschreiben oder zumindest im Kopf bilden

Schleifeninvariante

Aussage über das berechnete Ergebnis, die in jedem Schleifendurchlauf gleich bleibt

```
i = 1; sum = 0;
while (i <= n) { /* i <= n */
    /* sum == Summe(1..i-1) */
    sum = sum + i;
    i = i + 1;
}
/* i > n */
```

4. Schleifen

4.1 While-Schleife

4.2 Do-While-Schleife

4.3 For-Schleife

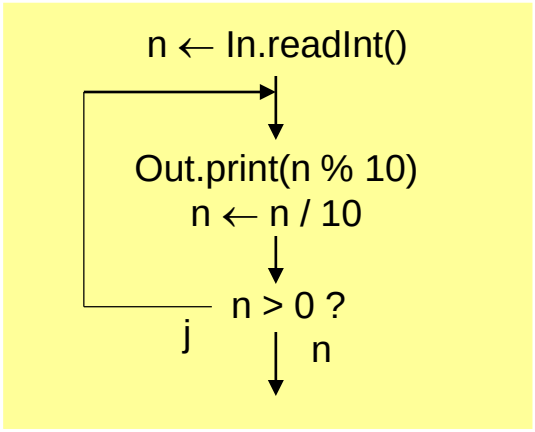
4.4 Abbruch von Schleifen

4.5 Vergleich der Schleifenarten

Do-While-Schleife

Schleifenbedingung wird *am Ende der Schleife* geprüft

Beispiel: Ausgabe der Ziffern einer Zahl *n* in umgekehrter Reihenfolge




```
int n = In.readInt();
do {
   Out.print(n % 10);
   n = n / 10;
} while ( n > 0 );
// n <= 0
```

Schreibtischtest

n	n % 10
123	3
12	2
1	1
0	

Syntax

Statement = Assignment | IfStatement | WhileStatement | DoWhileStatement | ... | Block.

DoWhileStatement = "**do**" Statement "**while**" "**(**" BoolExpr "**)**" "**;**".

Wenn Schleifenrumpf aus mehreren Anweisungen besteht, muss er mit {...} geklammert werden.

Do-While-Schleife

Warum kann man dieses Beispiel nicht mit einer While-Schleife lösen?

```
int n = In.readInt();
while (n > 0) {
    Out.print(n % 10);
    n = n / 10;
}
```

"Abweisschleife"

Weil das für n == 0 die falsche Ausgabe liefern würde.
Die Schleife muss mindestens einmal durchlaufen werden, daher:

```
int n = In.readInt();
do {
    Out.print(n % 10);
    n = n / 10;
} while (n > 0);
```

"Durchlaufschleife"

Meist ist eine While-Schleife das passende Konstrukt.

4. Schleifen

4.1 While-Schleife
4.2 Do-While-Schleife
4.3 For-Schleife
4.4 Abbruch von Schleifen
4.5 Vergleich der Schleifenarten

For-Schleife (Zählschleife)

Falls die Anzahl der Schleifendurchläufe im voraus bekannt ist

```
sum = 0;
for ( i = 1  ; i <= n  ; i++ )
    sum = sum + i;
```

1) Initialisierung der Laufvariablen
2) Schleifenabbruchbedingung
3) Ändern der Laufvariablen

Ist eine Kurzform für

```
sum = 0;
i = 1;
while ( i <= n ) {
    sum = sum + i;
    i++;
}
```

Syntax der For-Schleife


```
ForStatement =  "for" "(" [ForInit] ";" [BoolExpr] ";" [ForUpdate] ")" Statement.
ForInit      =  Assignment {"," Assignment}
             |  Type VarDecl {"," VarDecl}.
ForUpdate    =  Assignment {"," Assignment}.
```

Beispiele

```
for (i = 0; i < n; i++) ...
```
// i: 0, 1, 2, 3, ..., n-1

```
for (i = 10; i > 0; i--) ...
```
// i: 10, 9, 8, 7, ..., 1

```
for (int i = 0; i <= n; i = i + 1) ...
```
// i: 0, 1, 2, 3, ..., n

```
for (int i = 0, j = 0; i < n && j < m; i = i + 1, j = j + 2) ...
```
// i: 0, 1, 2, 3, ...
// j: 0, 2, 4, 6, ...

} bricht ab, sobald i >= n || j >= m

```
for (;;) ...
```
// Endlosschleife

Beispiel: Multiplikationstabelle drucken


```
class PrintMulTab {

    public static void main (String[] arg) {
        int n = In.readInt();
        for (int i = 1; i <= n; i++) {
            for (int j = 1; j <= n; j++) {
                Out.print(i * j + " ");
            }
            Out.println();
        }
    }

}
```

1	2	3
2	4	6
3	6	9

Schreibtischtest für n == 3

i	j			
~~1~~	~~1~~	1	2	3
	~~2~~	2	4	6
	~~3~~	3	6	9
	~~4~~			
~~2~~	~~1~~			
	~~2~~			
	~~3~~			
	~~4~~			
~~3~~	~~1~~			
	~~2~~			
	~~3~~			
	4			
4				

4. Schleifen

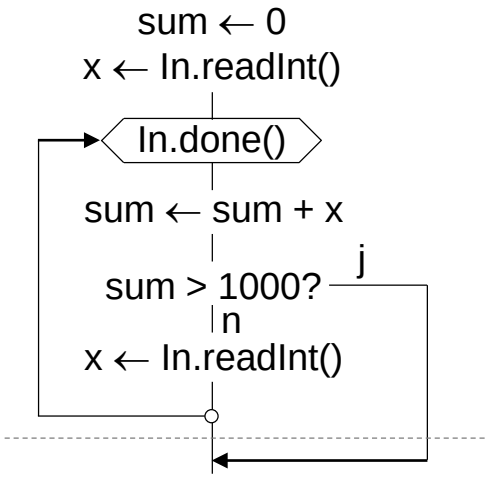
4.1 While-Schleife
4.2 Do-While-Schleife
4.3 For-Schleife
4.4 Abbruch von Schleifen
4.5 Vergleich der Schleifenarten

Abbruch von Schleifen

Beispiel: Summieren mit Fehlerabbruch

```
int sum = 0;
int x = In.readInt();
while (In.done()) {
    sum = sum + x;
    if (sum > 1000) { Out.println("zu gross"); break; }
    x = In.readInt();
}
```

break verlässt die Schleife, in der es enthalten ist (*while*, *do*, *for*)



Baustein mit 2 Ausgängen!

Schleifenabbruch mit *break* möglichst vermeiden: schwer zu verifizieren.
Meist lässt sich dasselbe auch mit *while* ausdrücken:

```
int sum = 0;
int x = In.readInt();
while (In.done() && sum <= 1000) {
    sum = sum + x;
    if (sum > 1000) Out.println("zu gross"); else x = In.readInt();
}
// ! In.done() || sum > 1000
```

Abbruch äußerer Schleifen

Beispiel

```
outer:                              // Marke!
for (;;) {                          // Endlosschleife!
    for (;;) {
        ...
        if (...) break;             // verlässt innere Schleife
        else if (...) break outer;  // verlässt äußere Schleife
        ...
    }
}
```

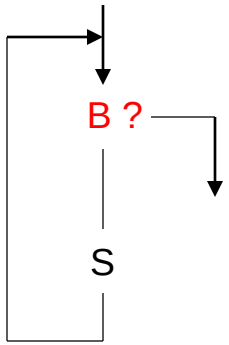
Wann ist ein Schleifenabbruch mit break vertretbar?

- bei Abbruch wegen Fehlern
- bei mehreren Aussprüngen an verschiedenen Stellen der Schleife
- bei echten Endlosschleifen (z.B. in Echtzeitsystemen)

4. Schleifen

4.1 While-Schleife
4.2 Do-While-Schleife
4.3 For-Schleife
4.4 Abbruch von Schleifen
4.5 Vergleich der Schleifenarten

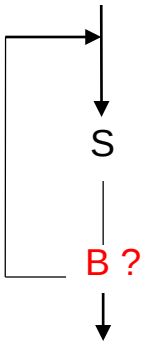
Vergleich der Schleifenarten



Abweisschleife

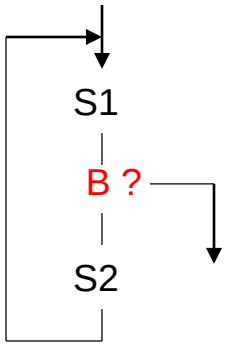
```
while (B)
   S

for (I; B; U)
   S
```



Durchlaufschleife

```
do
   S
while (B)
```



allgemeine Schleife

```
for (;;) {
   S1;
   if (B) break;
   S2;
}
```