Einfache Programme

Beschreibung von Programmiersprachen

Syntax

Regeln, nach denen Sätze gebaut werden dürfen
z. B.: Zuweisung = Variable " ← " Ausdruck.

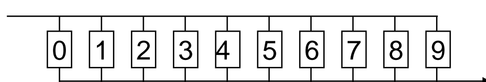
Semantik

Bedeutung der Sätze
z. B.: werte Ausdruck aus und weise ihn der Variablen zu

Grammatik

Menge von Syntaxregeln
z. B. Grammatik der ganzen Zahlen
Ziffer = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9".
Zahl = Ziffer {Ziffer}.

Ziffer



Zahl

EBNF (Erweiterte Backus- Naur- Form)

Metazeichen	Bedeutung	Beispiel	beschreibt
=	trennt Regelseiten		
.	schließt Regel ab		
|	trennt Alternativen	x | y	x, y
( )	klammert Alternativen	(x | y) z	xz, yz
[ ]	wahlweises Vorkommen	[x] y	xy, y
{ }	0.. n- maliges Vorkommen	{x} y	y, xy, xxy, xxxy,…

Beispiele

Grammatik der Gleitkommazahlen

Ziffer = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9".
Zahl =Ziffer {Ziffer}.
Gleitkommazahl = Zahl "." Zahl [" E" ["+" | " -"] Zahl].

Grammatik der If- Anweisung

IfAnweisung = "**if**" "**(**" Ausdruck "**)**" Anweisung [" **else**" Anweisung] .

Grundsymbole

Namen

bezeichnen Variablen, Typen, ... in einem Programm
- bestehen aus Buchstaben, Ziffern und "_"
- beginnen mit Buchstaben
- beliebig lang
- Groß-/ Kleinschreibung signifikant

x
x17
myVar
my_Var

Schlüsselwörter

- heben Programmteile hervor
- dürfen nicht als Namen verwendet werden

if
while

Zahlen

- ganze Zahlen (dezimal oder hexadezimal)
- Gleitkommazahlen

376 dezimal
0x1A5 $1*16^2+10*16^1+5*16^0$
3.14 Gleitkommazahl

Zeichenketten

- beliebige Zeichen zwischen Hochkommas
- dürfen nicht über Zeilengrenzen gehen
- " wird als \" geschrieben

"a simple string"
"sie sagte \" Hallo\""

Variablendeklarationen

Jede Variable muß vor ihrer Verwendung deklariert werden

- macht den Namen und den Typ der Variablen bekannt
- Compiler reserviert Speicherplatz für die Variable

int x;	deklariert eine Variable x vom Typ int (integer)
short a, b;	deklariert 2 Variablen a und b vom Typ short (short integer)

Ganzzahlige Typen

byte	8- Bit- Zahl	$-2^{7} .. 2^{7}-1$	(- 128 .. 127)
short	16- Bit- Zahl	$-2^{15} .. 2^{15}-1$	(- 32768 .. 32767)
int	32- Bit- Zahl	$-2^{31} .. 2^{31}-1$	(- 2 147 483 648 .. 2 147 483 647)
long	64- Bit- Zahl	$-2^{63} .. 2^{63}-1$	

Initialisierungen

int x = 100;	deklariert int- Variable x; weist ihr den Anfangswert 100 zu
short a = 0, b = 1;	deklariert 2 short- Variablen a und b mit Anfangswerten

Konstantendeklarationen

Initialisierte "Variablen", deren Wert man nicht mehr ändern kann

```
static final int max = 100;
```

Zweck

- bessere Lesbarkeit (max ist lesbarer als 100)
- bessere Wartbarkeit (Wert muß nur an 1 Stelle geändert werden)

Konstantendeklaration muß auf Klassenebene stehen (s. später)

Kommentare

Geben Erläuterungen zum Programm

Zeilenendekommentare

- beginnen mit //
- gehen bis zum Zeilenende

```
int sum;    // total  money
```

Klammerkommentare

- durch /* ... */ begrenzt
- können über mehrere Zeilen gehen
- dürfen nicht geschachtelt werden
- zum "Auskommentieren" von Programmteilen

```
/* Das ist ein längerer
   Kommentar, der über
   mehrere Zeilen geht */
```

Sinnvoll kommentieren!

- alles kommentieren, was Erklärung bedarf
- statt unklares Programm mit Kommentar, besser klares Programm ohne Kommentar
- nicht kommentieren, was ohnehin schon im Programm steht;
  folgendes ist z. B. unsinnig

```
int sum; // Summe
```

Sprache in Kommentaren und Namen

Deutsch

+ einfacher

Englisch

+ meist kürzer
+ paßt besser zu den englischen Schlüsselwörtern (if, while, ...)
+ Programm kann international verteilt werden (z. B. über das Web)

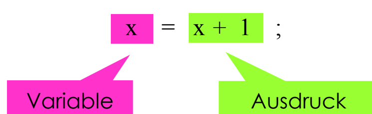
Jedenfalls: Deutsch und Englisch nicht mischen!!

Namenswahl für Variablen und Konstanten

Einige Tipps

- lesbar aber nicht zu lang
  z. B. *sum, value*
- Hilfsvariablen, sie man nur über kurze Strecken braucht, eher kurz:
  z. B. *i, j, x*
- Variablen, die man im ganzen Programm braucht, eher länger:
  z. B. *inputText*
- mit Kleinbuchstaben beginnen,
  Worttrennung durch Großbuchstaben oder "_“
  z. B. *inputText, input_ text*
- Englisch oder Deutsch?!!

Zuweisungen



1. Berechne den Ausdruck
2. Speichere einen Wert in der Variablen

Bedingung: linke und rechte Seite müssen zuweisungskompatibel sein
- müssen dieselben Typen haben, oder
- $Typ_{links} \supseteq Typ_{rechts}$

Beispiele
```
int i, j;   short s;   byte b;
i = j;      // ok: derselbe Typ
i = 300;  // ok (Zahlkonstanten sind int)
b = 300; // falsch: 300 paßt nicht in byte
i = s;      // ok
s = i;      // falsch
```

Hierarchie der ganzzahligen Typen

long $\supseteq$ int $\supseteq$ short $\supseteq$ byte

Statische Typenprüfung: Compiler prüft:
- daß Variablen nur erlaubte Werte enthalten
- daß auf Werte nur erlaubte Operationen ausgeführt werden

Arithmetische Ausdrücke

Vereinfachte Grammatik

```
Expr     = Operand {BinaryOperator  Operand}.
Operand = [UnaryOperator] ( identifier | number | "(" Expr ")" ).
```

Binäre Operatoren

+	Addition				
-	Subtraktion				
*	Multiplikation				
/	Division, Ergebnis ganzzahlig	4/ 3 = 1	(- 4)/ 3 = -1	4/(- 3) = -1	(- 4)/(- 3) = 1
%	Modulo (Divisionsrest)	4% 3 = 1	(- 4)% 3 = -1	4%(- 3) = 1	(- 4)%(- 3) = -1

Unäre Operatoren

+ Identität (+ x = x)
- Vorzeichenumkehr

Typregeln in arithm. Ausdrücken

Vorrangregeln

- Punktrechnung (*, /, %) vor Strichrechnung (+, -)
- Unäre Operatoren binden stärker als binäre
  z. B.: 3 + 4 * -2   ergibt   –5

Typregeln

Operandentypen	byte, short, int, long
Ergebnistyp	- wenn mindestens 1 Operand long ist long
	- sonst int

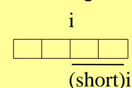
Beispiele

```
short s;   int i;   long x;
x = x + i;              // long
i = s + 1;              // int (1 ist vom Typ int)
s = (short)( s + 1); // Typumwandlung nötig
```

Typumwandlung (type cast)

(type) expression

- wandelt Typ von *expression* in *type* um
- dabei kann etwas abgeschnitten werden



Increment und Decrement

Variablenzugriff kombiniert mit Addition / Subtraktion

x++	nimmt den Wert von x und erhöht x anschließend um 1
++ x	erhöht x um 1 und nimmt anschließend den erhöhten Wert
x--	nimmt den Wert von x und erniedrigt x anschließend um 1
-- x	erniedrigt x um 1 und nimmt anschließend den erniedrigten Wert

Beispiele

```
x = 1;  y = x++  * 3;        //   x = 2, y = 3
x = 1;  y = ++ x * 3;        //   x = 2, y = 6
```

Darf nur auf Variablen angewendet werden (nicht auf Ausdrücke).

```
y = (x + 1)++;              // falsch!
```

Kann auch als eigenständige Anweisung verwendet werden.

```
x = 1; x++;                 // x = 2
```

Multiplikation/ Division mit Zweierpotenzen

Mit Shift- Operationen effizient implementierbar

Multiplikation	
x * 2	x << 1
x * 4	x << 2
x * 8	x << 3
x * 16	x << 4
...	...

Division	
x /2	x >> 1
x / 4	x >> 2
x / 8	x >> 3
x / 16	x >> 4
...	...

Division nur bei positiven Zahlen durch Shift ersetzbar

Beispiele

```
x = 3;                x = -3;               x = 15;
0000 0011             1111 1101             0000 1111

x = x << 2;  // 12    x = x << 1;  // -6    x = x >> 2;  // 3
0000 1100             1111 1010             0000 0011
```

Zuweisungsoperatoren

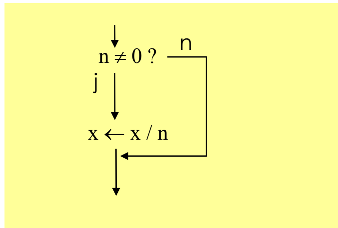
Arithmetischen Operationen lassen sich mit Zuweisung kombinieren

	Kurzform	*Langform*
+=	x += y	x = x + y
-=	x -= y	x = x – y
*=	x *= y	x = x * y
/=	x / = y	x = x / y
%=	x %= y	x = x % y

Spart Schreibarbeit, ist aber nicht schneller als die Langform

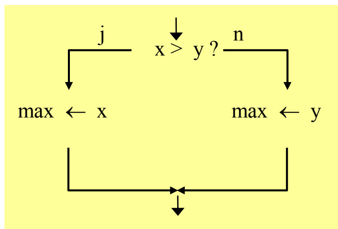
Verzweigungen

If- Anweisung




```
if ( n != 0)   x  =  x / n;
```

ohne *else* Zweig




```
if (x > y )
   max = x ;
else
   max  = y;
```

mit *else* Zweig

Syntax

IfStatement = " **if** " " **(** " Expression " **)**" Statement ["**else**" Statement]

Anweisungsblöcke

Wenn der then-Zweig oder der else-Zweig aus mehr als einer Anweisung besteht,
müssen sie durch { ... } geklammert werden.

Statement = Assignment | IfStatement | .....| Block
Block = "{" { Statement } "}"

Beispiel

```
if (x < 0) {
   negNumbers++;
   System.out.println(- x);
} else {
   posNumbers++;
   System.out.println(  x);
}
```

Einrückungen

- Erhöhen die Lesbarkeit (machen Programmstruktur besser sichtbar)
- Einrückungstiefe: 1 Tabulator oder 2 Leerzeichen

```
if (n != 0)
  x = x / n ;
```

```
if (x > y)
  max = x ;
else
  max = y ;
```

```
if (x < 0) {
  negNumbers++;  System.out. println(- x);
} else {
  posNumbers++;   System.out.println(  x);
}
```

Kurze If-Anweisungen können auch in einer Zeile geschrieben werden.

```
if (n != 0)    x = x / n;
if (x > y)     max = x;   else   max = y;
```

Dangling Else

```
if (a > b)
  if (a != 0) max = a ;
else
  max = b ;
```

Mehrdeutigkeit! Zu welchem *if* gehört das *else* ?

Regel: *else* gehört immer zum unmittelbar vorausgegangenen *if*.

Wenn man das nicht will, muß man die Anweisung so schreiben:

```
if (a > b) {
  if (a != 0) max = a ;
} else
  max = b ;
```

Vergleichsoperatoren

Vergleich zweier Werte liefert wahr (true) oder falsch (false).

	Bedeutung	Beispiel
==	gleich	x == 3
!=	ungleich	x != y
>	größer	4 > 3
<	kleiner	x+ 1 < 0
>=	größer oder gleich	x >= y
<=	kleiner oder gleich	x <= y

Wird z. B. in If- Anweisung verwendet.

```
if (x == 0)  System.out.println( " x is zero! " ) ;
```

Achtung: "=" ist in Java kein Vergleich, sondern eine Zuweisung.

```
if (x =0)  System.out.println( " x is zero! " ) ;        // Compiler meldet einen Fehler!
```

Zusammengesetzte Vergleiche

&& Und-Verknüpfung

x	y	x && y
true	true	true
true	false	false
false	true	false
false	false	false

|| Oder- Verknüpfung

x	y	x || y
true	true	true
true	false	true
false	true	true
false	false	false

! Nicht- Verknüpfung

x	!x
true	false
false	true

Beispiel

```
if (x >= 0 && x <= 10 || x >= 100 && x <= 110)   y = x;
```

Vorrangregeln

! bindet stärker als &&
&& bindet stärker als ||

Vorrangregeln können durch Klammerung umgangen werden:

```
if (x > 0 && (y == 1 || y == 7)) ...
```

Kurzschlussauswertung

Zusammengesetzter Vergleich wird abgebrochen, sobald Ergebnis feststeht.

```
if ( a != 0 && b / a > 0 ) x = 0;
```

wenn false, ist gesamter Ausdruck false

äquivalent zu

```
if (a != 0)
   if (b / a > 0) x = 0;
```

```
if ( a == 0 || b / a > 0 ) x = 1;
```

wenn true, ist gesamter Ausdruck true

```
if (a == 0)
   x = 1;
else
   if (b / a > 0)
      x = 1;
```

Datentyp boolean

Datentyp wie **int**, nur eben mit den beiden Werten *true* und *false .*

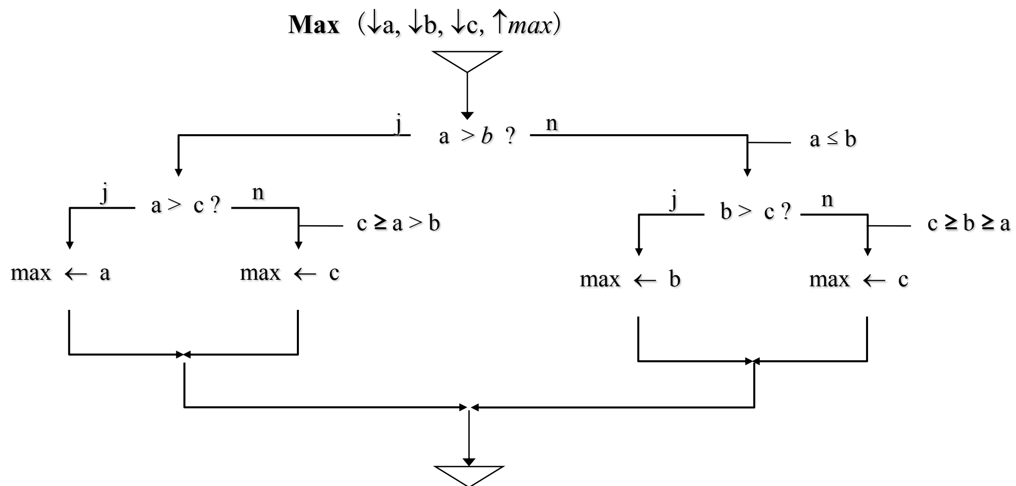
Beispiel

```
boolean p, q;
p = false;
q = x > 0;
p = p || q   &&   x < 10;
```

Beachte

- Boolesche Werte können mit &&, || und ! verknüpft werden.
- Jeder Vergleich liefert einen Wert vom Typ boolean.
- Boolesche Werte können in boolean- Variablen abgespeichert werden (" flags").
- Namen für boolean- Variablen sollten mit Adjektiv beginnen: equal, full.

Maximum dreier Zahlen *a,b,c* berechnen



Assertionen bei If- Anweisungen

```
if (condition)
            // condition
    ...
else
            // ! condition
...
```

Diese Assertion sollte man immer hinschreiben oder zumindest im Kopf bilden

Beispiel : Maximum dreier Zahlen *a,b,c* berechnen!

```
if (a > b)      /* a> b */
  if (a > c)    /* a> b && a> c */     max = a;
  else          /* a> b && c>= a */    max = c;
else            /* b>= a */
  if (b > c)    /* b>= a && b> c */    max = b;
  else          /* b>= a && c>= b */   max = c;
System.out.println( max);
```

Programmvergleich

Welches der beiden Programme ist besser?

```
if (a > b)
  if (a > c)
     max = a;
  else
     max = c;
else
  if (b > c)
     max = b;
  else
     max = c;
```

```
max = a;
if (b > max) max = b;
if (c > max) max = c;
```

Was heißt "besser"?

- Kürze: das 2. Programm ist kürzer
- Effizienz:
  - 1. Programm braucht immer 2 Vergleiche und 1 Zuweisung
  - 2. Programm braucht immer 2 Vergleiche und im Schnitt 2 Zuweisungen
- Lesbarkeit?

Negation zusammengesetzter Ausdrücke

Regeln von DeMorgan

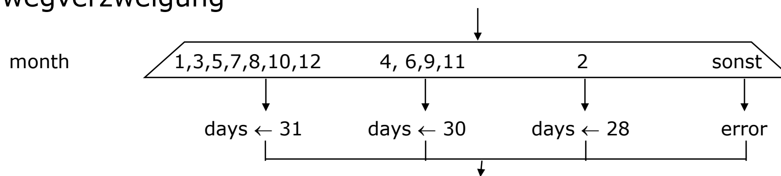
```
! (a && b)     ! a || ! b
! (a || b)     ! a && ! b
```

Diese Regeln helfen beim Bilden von Assertionen

```
if (x >= 0 && x < 10) {
...
} else {  // x < 0 || x >= 10
...
}
```

Switch- Anweisung

Mehrwegverzweigung



In Java

```
switch (month) {
    case 1: case 3: case 5: case 7: case 8: case 10: case 12:
      days = 31; break;
    case 4: case 6: case 9: case 11:
       days= 30; break;
    case 2:
       days = 28; break;
    default:
        System.out.println(" error");
}
```

Semantik der Switch- Anweisung

Switch- Ausdruck

```
switch (month) {
    case 1: case 3: case 5: case 7: case 8: case 10: case 12:
      days = 31; break;
    case 4: case 6: case 9: case 11:
       days= 30; break;
    case 2:
       days = 28; break;
    default:
        System.out.println(" error");
}
```

Break- Anweisung

- springt ans Ende der Switch- Anweisung
- wenn break fehlt, läuft Programm über nächste case- Marke weiter (häufige Fehlerursache!!)

Semantik

1. Berechne Switch- Ausdruck.
2. Springe zur passenden case- Marke:
   - wenn keine paßt, springe zu default
   - wenn kein default angegeben, springe ans Ende der Switch- Anweisung.

Bedingungen

1. case- Marken müssen Konstanten sein.
2. Ihr Typ muß zu Typ des switch- Ausdrucks passen.
3. case- Marken müssen voneinander verschieden sein.

Syntax der Switch- Anweisung

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

SwitchStatement = "**switch**" "**(**" Expression "**)**" "**{**" {LabelSeq StatementSeq} "**}**".
LabelSeq = Label {Label}.
StatementSeq = Statement {Statement}.
Label = "**case**" ConstantExpression "**:**" | "**default :**"

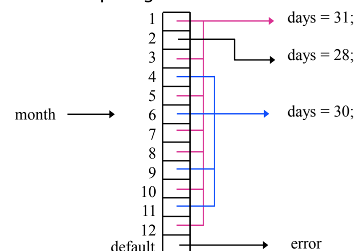
Unterschied zwischen If und Switch

```
if (month== 1 || month== 3 || month== 5
   || month== 7 || month== 8 || month== 10
   || month== 12)
   days = 31;
else if (month== 4 || month== 6
         || month== 9 || month== 11)
         days = 30;
      else if (month== 2)
              days = 28;
           else System.out.println(" error");
```

prüft Bedingungen sequentiell

```
switch (month) {
   case 1: case 3: case 5: case 7:
   case 8: case 10: case 12:
      days = 31; break;
   case 4: case 6: case 9: case 11:
      days= 30; break;
   case 2:
      days = 28; break;
   default:
      System.out.println(" error");
}
```

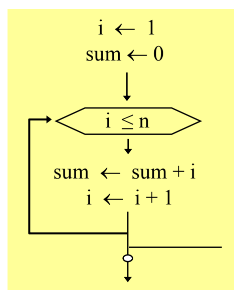
benutzt Sprungtabelle



Schleifen

While- Schleife

Führt eine Anweisungsfolge aus, solange eine bestimmte Bedingung gilt.




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

Schleifenbedingung

Schleifenrumpf

Syntax

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

WhileStatement = "while" "(" Expression ")" Statement .

Ein Schleifenrumpf aus mehreren Anweisungen muß 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 ) {  System.Out. print("*");  j++; }
                System.Out. println();
                i = In. readInt();
            }
        }
}
```

liest die Zeichenfolge

gibt i Sterne aus

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 */
```

Verifikation der Schleife

"Durchdrücken" der Invariante durch die Anweisungen des Schleifenrumpfs.

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

  /* sum == Summe( 1.. i) */
  i = i + 1;
                                   i' == i + 1
                                   i  == i' - 1
                                   sum == Summe( 1.. i'- 1)

  /* sum == Summe( 1.. i- 1) */
}
/* i == n+ 1 && sum == Summe( 1.. i- 1)      sum == Summe( 1.. n) */
```

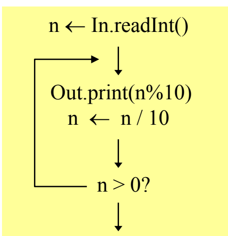
Termination der Schleife muß auch noch bewiesen werden:

i wird in jedem Durchlauf erhöht und ist mit *n* beschränkt

Do-While- Schleife

Abbruchbedingung wird am Ende der Schleife geprüft

Beispiel: gibt die Ziffern einer Zahl in umgekehrter Reihenfolge aus.




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

Schreibtischtest

n	n % 10
~~123~~	3
~~12~~	2
~~1~~	1
0	

Syntax

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

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

Ein Schleifenrumpf aus mehreren Anweisungen muß mit {...} geklammert werden.

Do- While- Schleife

Warum kann man voriges 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"

For- Schleife

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) Abbruchbedingung
3) Ändern der Laufvariablen

Kurzform für

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

Syntax der For- Schleife

ForStatement = "**for**" "**(**" [ForInit] "**;**" [Expression] "**;**" [ForUpdate] "**)**" Statement.

ForInit = Assignment {"," Assignment}
| Type VarDecl {"," VarDecl}.

ForUpdate = Assignment {"," Assignment}.

Beispiele

```
for (i = 0; i < n; i++ ) ...
for (i = 10; i > 0; i-- ) ...
for (int i = 0; i <= n; i = i + 1) ...
for (int i = 0, j = 0; i < n && j < m; i = i + 1, j = j + 2) ...
for (;;) ...
```

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();
        }
    }
}
```

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		

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)

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

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

Abbruch äußerer Schleifen

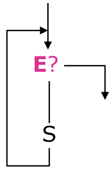
Beispiel

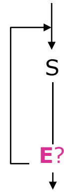
```
outer:                    // Marke!
for (;;) {                // Endlosschleife!
    for (;;) {
       ...
       if (...) break;    // verläßt innere Schleife
       else break outer;  // verläßt äußere Schleife
       ...
    }
 }
```

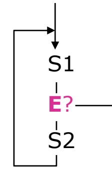
Wann ist ein Schleifenabbruch mit *break* vertretbar?

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

Vergleich der Schleifenarten







Abweisschleife | Durchlaufschleife | allgemeine Schleife

```
while(E)
   S

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

```
do
   S
while(E)
```

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

Programm- Muster

Wie denken Programmierexperten?

- nicht in einzelnen Anweisungen,
- sondern in größeren Programm- Mustern.

Muster = Schema zur Lösung häufiger Aufgaben

Experten

- benutzen Muster intuitiv,
  - z. B. Stellungen im Schachspiel,
  - z. B. Redewendungen in Geschäftsbriefen.
- lösen Aufgaben in Analogie zu bekannten Aufgaben.

Frage: Was sind typische Muster in der Programmierung?

Zusammensetzen von Programmen aus Mustern

Beispiel: Berechnung des Durchschnitts einer Zahlenfolge

Einlese- Muster	Zähl- Muster

`int x = In. readInt();`
`while (In. done()) {`
`    ...`
`    x = In. readInt();`
`}`
	`int n = 0;`
	`while (...) {`
	`n++;`
	`...`
	`}`

Summierungs- Muster	**Prüf- Muster**

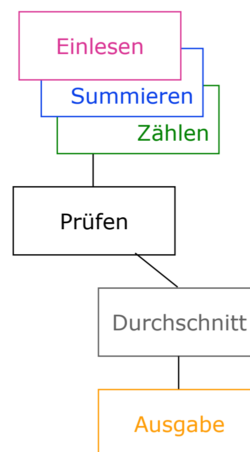
`int sum = 0;`
`while (...) {`
`sum = sum + x;`
`...`
`}`
	`if (n != 0)`
	`...`
	`else`
	`Out. println(" error");`

Durchschnitts- Berechn.	**Ausgabe**
`float avg = (float) sum / n;`	`Out. println(" avg = " + avg);`

Zusammensetzen von Programmen aus Mustern

Beispiel: Berechnung des Durchschnitts einer Zahlenfolge

```
int x = In. readInt();
int sum = 0, n = 0;
while (In. done()) {
    sum = sum + x;
    n++;
    x = In. readInt();
}
if (n != 0) {
    float avg = (float) sum / n;
    Out. println(" avg = " + avg);
} else
  Out. println(" error");
```



Schrittweise Eingabe von Ablaufstrukturen

Bei Schleifen

```
while (In. done()) {
}
```

```
while (In. done()) {
x = In. readInt();
}
```

```
while (In. done()) {
...
x = In. readInt();
}
```

Bei Abfragen

```
if (n != 0) {
} else {
}
```

```
if (n != 0) {
    avg = (float) sum / n;
    Out. println(" avg = " + avg);
} else {
}
```

```
if (n != 0) {
   avg = (float) sum / n;
   Out. println(" avg = " + avg);
} else {
   Out. println(" error");
}
```