EINI
LogWing/WiMa/MP

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

Vorlesung 2 SWS WS 24/25

Dr. Lars Hildebrand
Fakultät für Informatik – Technische Universität Dortmund
lars.hildebrand@tu-dortmund.de
http://ls14-www.cs.tu-dortmund.de

Thema

- **Kapitel 3**
  Basiskonstrukte imperativer (und objektorientierter) Programmiersprachen

- **Unterlagen**
  - Echtle, Klaus und Michael Goedicke: *Lehrbuch der Programmierung mit Java*. Heidelberg: dpunkt-Verl, 2000. (→ ZB)
  - Gumm, Heinz-Peter und Manfred Sommer: *Einführung in die Informatik*, 10. Auflage. München: De Gruyter, 2012. (Kap. 2) (→ Volltext aus Uninetz)

Übersicht

- ✓ Variablen
- ✓ Zuweisungen
- ✓ (Einfache) Datentypen und Operationen
  - ✓ Zahlen
    `integer, byte, short, long; float, double`
  - ✓ Wahrheitswerte **`(boolean)`**
  - ✓ Zeichen **`(char)`**
  - ✓ Zeichenketten **`(String)`**
  - ✓ Typkompatibilität
- ➢ Kontrollstrukturen
  - ➢ Sequentielle Komposition, Sequenz
  - ➢ Alternative, Fallunterscheidung
  - ➢ Schleife, Wiederholung, Iteration
- ► Verfeinerung
  - ► Unterprogramme, Prozeduren, Funktionen
  - ► Blockstrukturierung
- ► Rekursion

Kontrollstrukturen: Sequenz

- Sequenz
  - „einfachste“ Kontrollstruktur
  - Trennzeichen zwischen Anweisungen: **;**
  - Zuweisungen können aneinandergereiht werden:

    z.B. a = 3 ; b = a + 4 ;

- Anmerkungen
  - Einrückung beibehalten
  - (möglichst) nur **eine** Anweisung pro Zeile
  - Wichtig: Lesbarkeit des Codes!

Kontrollstrukturen: Block

Ein Block ist eine zusammengehörende Anweisungsfolge.

- Zusammengehörigkeit wird durch **`{...}`** markiert.
- Anwendung sinnvoll z.B. bei Verzweigungen, um mehr als eine Anweisung pro Situation angeben zu können
- Blöcke erlauben in vielen Sprachen die Deklaration von Variablen, die nur innerhalb dieses Blockes zur Verfügung stehen.
- Begrenzungssymbole können je nach Sprache unterschiedlich sein (**`begin`**, **`end`**), die Idee ist jedoch immer dieselbe.

Kontrollstrukturen: Sequenz und Block

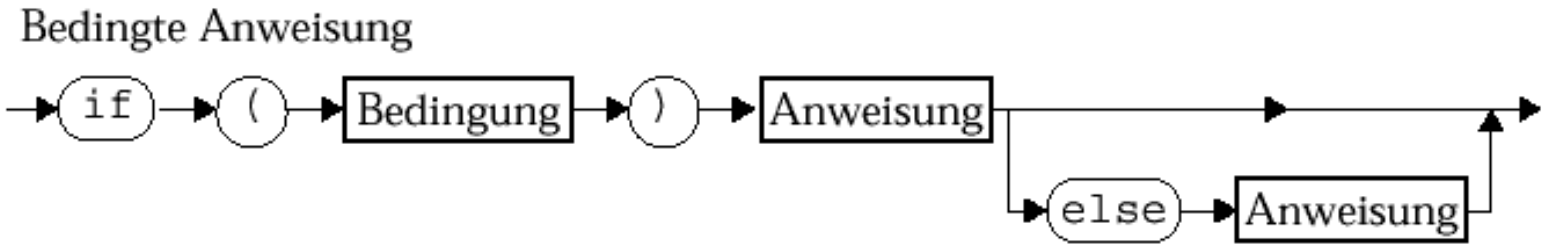
Artikel im EINI-Wiki

- → **Kontrollstrukturen**
- → **Block**
- → **Anweisungssequenzen**

Kontrollstrukturen: Alternativen

Alternativen beruhen auf Fallunterscheidungen.

- Verzweigungen steuern den Programmablauf abhängig von Bedingungen
  - Zuweisungen sind von Bedingungen abhängig.
  - Bedingungen werden am häufigsten in Form der **`if`**-Anweisungen formuliert:



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–7*, S. 48 © dpunkt 2000.

Bedingungen

- Eine **Bedingung** ist durch einen **Booleschen Ausdruck** gegeben
  - Einfache oder komplexe Boolesche Ausdrücke
    - a<=b
    - a > 3 && v || b != c && !w
  - Beachte die Typisierung der Variablen!

- Die Bedingung wird **stets** in runde Klammern eingeschlossen
  (a<=b**)** ....

- **Bedeutung**:
  - Falls die Auswertung *wahr* ergibt, wird die nächste Anweisung ausgeführt. Ein möglicher **`else`**–Zweig wird nicht ausgeführt.
  - Falls die Auswertung der Bedingung *falsch* ergibt, wird die erste Anweisung nicht ausgeführt, sondern – falls vorhanden – die Anweisung nach dem Schlüsselwort **`else`**.

Beispiel: Fallunterscheidungen (1)

```
int g = 5;
int k = 1;

if (g > k)
    System.out.println("g ist größer");
else
    System.out.println("g ist kleiner oder gleich");
```


In diesem Kapitel:

Beispiel: Fallunterscheidungen (2)

```
int g,k = 0;
g = ...;
if (g == 1)
    k = k + 100;
else if (g == 2)
    k = k + 1000;
System.out.println("k = " + k);
```

- Frage: Was wird ausgegeben für die Eingabe
  - 1 ?
  - 2 ?
  - 3 ?

Beispiel: Fallunterscheidungen (3)

Anweisungsfolge - Block

```
double winkel = ...;

if (winkel > 90.0 && winkel < 180.0)
    {
      System.out.println ("stumpfer Winkel");
      winkel = 180.0 - winkel;
    }
```

Verschachtelung von `if`-Anweisungen

```
if (...)
   if (...)
   else if ( ... )
```

- Hier tritt die Frage auf, wie ein **`else`** gebunden wird, wenn es im Prinzip zu mehreren **`if`**s gehören könnte.
- In Java, wie in vielen anderen Programmiersprachen auch, gilt:
  - Bindung immer an das innere **`if`**, es sei denn, es werden **`{}`** gesetzt!

Beispiel für verschachtelte ifs I

```
int  i = ...,  j = ...;
if (i == 5)
  if (j == 5)
    System.out.println ("i und j sind 5");

  else
    System.out.println ("nur i ist 5");
else
  if (j == 5)
    System.out.println ("nur j ist 5");
```


In diesem Kapitel:

Beispiel für verschachtelte ifs II

```
int  i = ...,  j = ...;
if (i == 5)
  {
    if (j == 5)
      System.out.println ("i und j sind 5");
  }
else
  System.out.println ("i ist nicht 5");
if (j == 5)
    System.out.println ("j ist 5");
```

Einrücken ist sinnvoll I

Unübersichtliche Variante


```
double winkel = ...;
if (winkel <   90.0)
  System.out.println ("spitzer Winkel");
else if (winkel ==  90.0)
  System.out.println ("rechter Winkel");
else if (winkel <  180.0)
  System.out.println ("Stumpfer Winkel");
else if (winkel == 180.0)
  System.out.println ("gestreckter" +"Winkel");
```

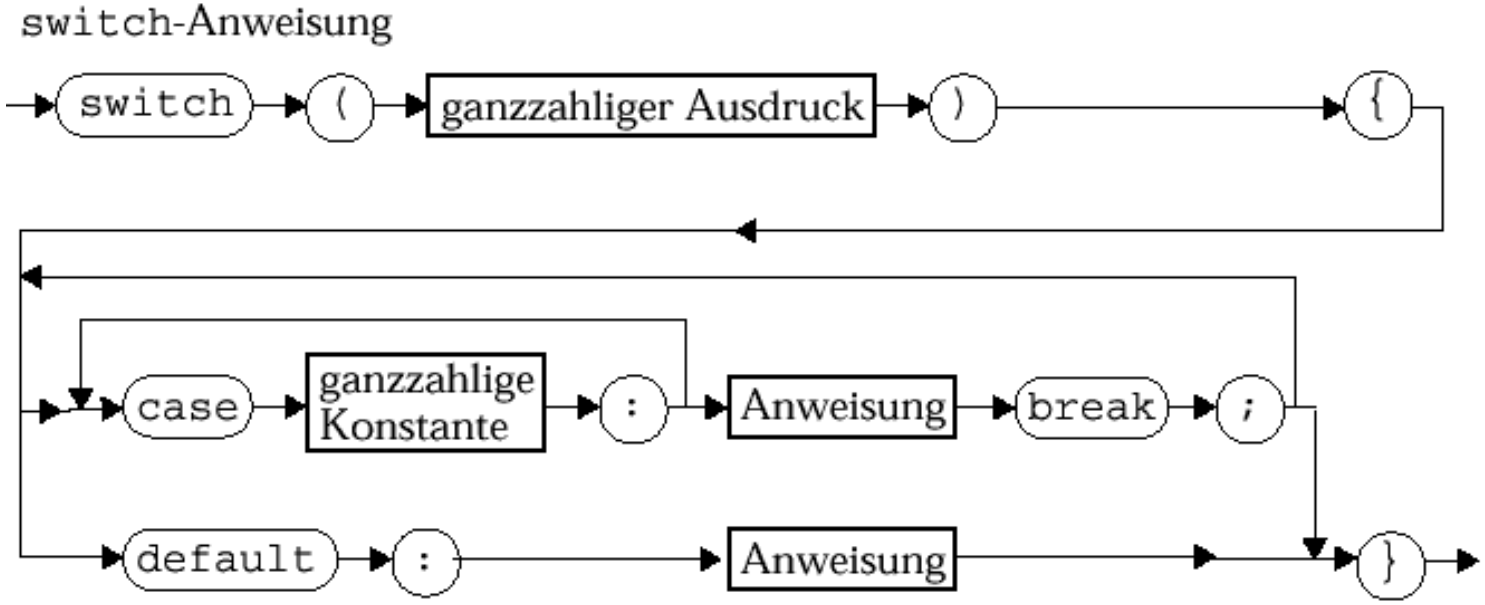
Einrücken ist sinnvoll II

Übersichtliche Variante


```
double winkel = ...;
if (winkel <   90.0)
    System.out.println ("spitzer Winkel");
else if (winkel ==  90.0)
      System.out.println ("rechter Winkel");
else if (winkel <  180.0)
   System.out.println ("Stumpfer Winkel");
else if (winkel == 180.0)
   System.out.println("gestr. Winkel");
```

Das `switch` - Statement

Auswahl aus einer gegebenen Menge von Alternativen mittels eines **`int`**-Wertes



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–8*, S. 51 © dpunkt 2000.

Beispiel für `switch` I

```
int monat = 4;
int quartal;

switch (monat)
{
 case 1: quartal = 1; break;
 case 2: quartal = 1; break;
 case 3: quartal = 1; break;
 case 4: quartal = 2; break;
 . . .
 . . .
 case 11: quartal = 4; break;
 case 12: quartal = 4; break;
}
```

Beispiel für `switch` II

```
int monat = 4;
int quartal;

switch (monat)
{
 case 1:  case 2:  case 3:  quartal = 1; break;
 case 4:  case 5:  case 6:  quartal = 2; break;
 case 7:  case 8:  case 9:  quartal = 3; break;
 case 10: case 11: case 12: quartal = 4; break;
}
```

- Bedingungen dürfen mehrfach vorkommen.

Beispiel für `switch` III

```
int monat = 4;
int quartal;

switch (monat)
{
 case 1:  case 2:  case 3:  quartal = 1; break;
 case 4:  case 5:  case 6:  quartal = 2; break;
 case 7:  case 8:  case 9:  quartal = 3; break;
 default: quartal = 4;
}
```

- **`Default`** wird erreicht, wenn keine der Bedingungen zutrifft.

Beispiel für `switch` IV

```
char buchstabe ='x';

switch (buchstabe)
{
 case 'a':
 case 'e':
 case 'i':
 case 'o':
 case 'u': System.out.println("Vokal!"); break;
 default: System.out.println("Konsonant!");

}
```

- Jeder primitive Datentyp, der implizit in einen **`int`**-Wert umgewandelt werden kann, eignet sich als Kriterium.

Der Vorteil von `switch`


```
int zahl = 2;
char zeichen;

if(zahl==1) zeichen = '1';
 else if(zahl==2) zeichen = '2';
 else if(zahl==3 || zahl==4) zeichen = 'x';
 else zeichen = '?';
```

```
int zahl = 2;
char zeichen;

switch (zahl)
{
    case 1: zeichen = '1'; break;
    case 2: zeichen = '2'; break;
    case 3: case 4: zeichen ='x'; break;
    default: zeichen = '?';
}
```

Regeln für `switch`

- Die Bedingung wird vollständig ausgewertet.
- Zur Fallunterscheidung dienen nur Konstanten.
- Wird eine Übereinstimmung mit einer Konstanten gefunden, wird bei der zugehörigen Anweisung fortgesetzt.
- Wird keine Übereinstimmung gefunden, wird bei **`default`** fortgesetzt.
- Die Reihenfolge von **`case`** und **`default`** ist beliebig.
- **`break`** beendet die **`switch`**-Anweisung sofort.
- Für Bedingung und Konstanten sind nur folgende Datentypen zugelassen:
  - **`byte, short, int`**
  - **`char`**

Kontrollstrukturen: Alternative

Artikel im EINI-Wiki

- → **Alternative**
- → **Fallunterscheidung**
- → **Boolean**
- → **Boolescher Ausdruck**
- → **Schleife**
  - →Schlüsselwörter
    - →break-Statement

Zwischenstand

- ✓ Variablen
- ✓ Zuweisungen
- ✓ (Einfache) Datentypen und Operationen
  - ✓ Zahlen
    `integer, byte, short, long; float, double`
  - ✓ Wahrheitswerte **`(boolean)`**
  - ✓ Zeichen **`(char)`**
  - ✓ Zeichenketten **`(String)`**
  - ✓ Typkompatibilität
- ✓ Kontrollstrukturen
  - ✓ Sequentielle Komposition, Sequenz
  - ✓ Alternative, Fallunterscheidung
  - ➢ Schleife, Wiederholung, Iteration
- ► Verfeinerung
  - ► Unterprogramme, Prozeduren, Funktionen
  - ► Blockstrukturierung
- ► Rekursion

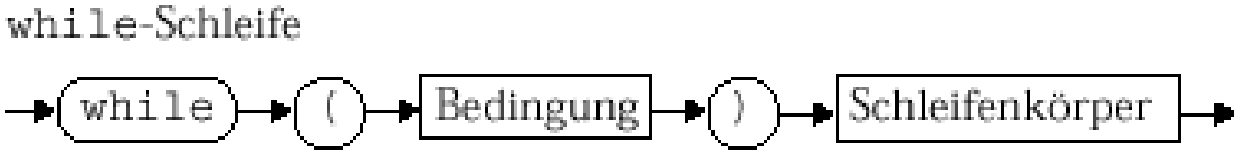
Iteration

- Bisher sind die besprochenen Programme nur einmal durchgelaufen
  - Jede Anweisung wurde höchstens einmal ausgeführt.

- Beispiele für Wiederholungen
  - Mathematische Folgen und Reihen
  - Verarbeitung wiederkehrender Vorgänge (Buchungen...)
  - Primzahltest:
    - Ist die Zahl n eine Primzahl?
    - Teste ob 2,3,..., $\sqrt{n}$ Teiler von n sind.

Schleifen

- Drei Varianten
  - `while (Bedingung) { Anweisungsfolge }`
  - `do { Anweisungsfolge } while (Bedingung)`
  - `for (Initialisierung; Bedingung; Fortsetzung) { Anweisungsfolge }`
- Diese Vielfalt ist „nur“ durch Komfort begründet.
- Die allgemeinste Form ist die **`while`**-Schleife:

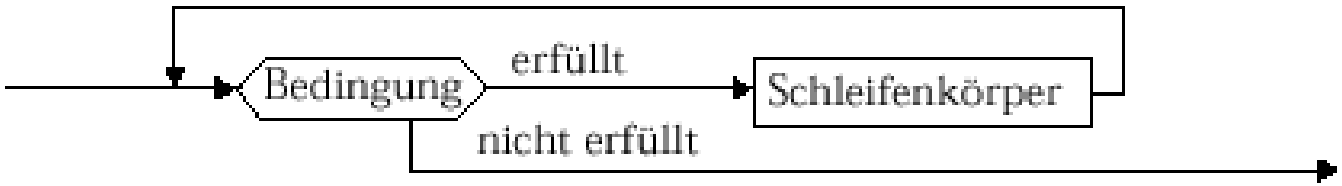


Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–9*, S. 53 © dpunkt 2000.

while-Schleife

while (Bedingung) { Anweisungsfolge }

- Grundsätzlich gilt, dass der Schleifenkörper solange wiederholt wird, wie die Bedingung wahr ist (auch 0-mal).
- Die Bedingung wird zu **true** oder **false** ausgewertet.
- Die Bedeutung kann auch durch ein Diagramm dargestellt werden (**Kontrollflussgraph**):



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–10*, S. 53 © dpunkt 2000.

Beispiel: Reihenberechnung

```
int  i = 1,  a = 2;
```

```
while (i < 100)
{
   a = 4*a;
  System.out.println("i=" + i + "\t" + "a=" + a);
  i++;
};
```

- In 3 Zeilen werden 99 Ausführungen von Zeilen beschrieben.
- Kleine Fehler haben große Auswirkungen (z.B. i statt i++).
- Die häufigsten Fehler in Schleifen
  - Bedingung verändert sich nicht oder ist falsch.
  - Bedingung signalisiert falsches Ende.
  - Falsche Initialisierung.

Beispiel: Primzahltest I

Algorithmus-Idee

- Teste, ob 2,3,..., √n Teiler von n sind (kann natürlich optimiert werden!).

Umsetzung

- Wir prüfen ein konkretes n.
- Solange ***kein Teiler gefunden*** und ***die Grenze nicht erreicht*** ist: Erhöhe den Teiler um eins.
- Die Bedingung „kein Teiler gefunden“ wird in Boolescher Variablen **`istPrimzahl`** gespeichert.

```
while ( teiler <= wurzel  &&  istPrimzahl == true )
   if (n % teiler == 0)
     istPrimzahl = false;
   else
     teiler++;
```

Beispiel: Primzahltest II

```
01 int  n, wurzel,  teiler = 2;
02 boolean  istPrimzahl = true;
03
04 n = 42;
05
06 wurzel = (int) java.lang.Math.sqrt((float) n);
07
08 while ( (teiler <= wurzel) && (istPrimzahl == true) )
09  if (n % teiler == 0)
10     istPrimzahl = false;
11  else
12     teiler++;
13
14 System.out.println (n + " prim: " + istPrimzahl);
```

Schleifen: Schwieriges Programmkonstrukt

- Einfaches aber effizientes Verfahren ist die Darstellung der Werteverläufe über Tabellen

n	Wurzel	Teiler	istPrimzahl
21	4	2	true
21	4	3	**false**

2 Iterationen

n	Wurzel	Teiler	istPrimzahl
37	6	2	true
37	6	3	true
37	6	4	true
37	6	5	true
37	6	6	**true**

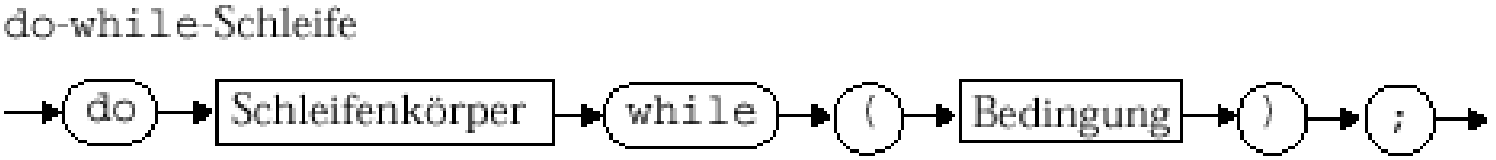
5 Iterationen

- Auch hier: Ggfs. Klammern und Einrückung zur Erhöhung der Lesbarkeit verwenden.
- Schleifen sind schwierig, aber ohne sie kommt man nicht aus!
  - Warum schwierig?
  - Warum notwendig?

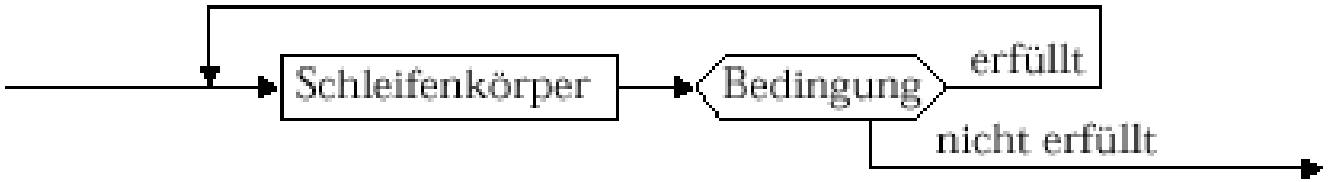
do-while-Schleife

```
do { Anweisungsfolge } while (Bedingung);
```

- Durchlauf des Schleifenkörpers **mindestens 1 Mal**.
- Syntax und Semantik durch Diagramme:



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–12*, S. 56 © dpunkt 2000.



Echtle/Goedicke, Heidelberg: *Abb. 2–13*, S. 56 © dpunkt 2000.

Beispiel: do-while (1)

```
import java.util.Scanner;

public class Beispiel {

  public static void main(String[] args) {

     Scanner scan = new Scanner(System.in);

     int  summe = 0,  anzahl = 0;

     do
     {
        summe = summe + scan.NextInt();
        anzahl++;
     }
     while (summe <= 100);

     System.out.println("Summe: " + summe +
                        ", Anzahl: " + anzahl);
  }
}
```

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Kontroll-strukturen
  - Sequenz
  - Block
  - Alternative
  - Iteration

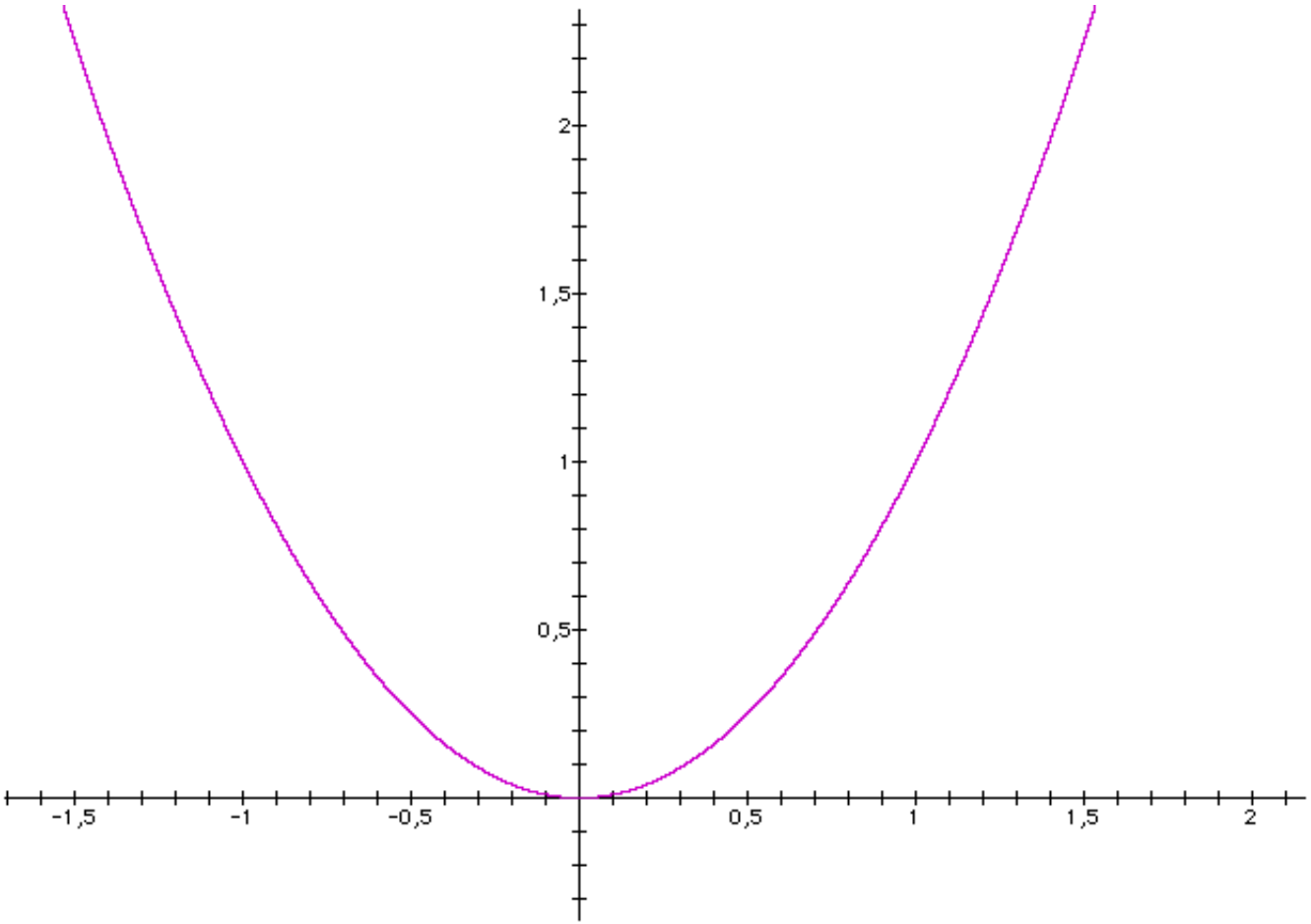
Beispiel: `do-while` (2) I

Beispiel: einfache Numerik-Funktionen

- Berechnung der Quadratwurzel **`sqrt`** für n > 0
- Nützlichkeit klar,
  - da in vielen Programmen unabhängig vom Kontext verwendbar.
  - daher auch in Bibliotheken (Libraries) stets verfügbar.
- Eine Berechnungsidee: Intervallschachtelung
  - Finde eine untere Schranke.
  - Finde eine obere Schranke.
  - Verringere obere und untere Schranke, bis der Abstand hinreichend gering geworden ist.
  - Etwas konkreter: Halbiere Intervall, fahre mit dem Teilintervall fort, das das Resultat enthält.

Beispiel: `do-while` (2) II

Quadratwurzel-Berechnung mittels Intervallschachtelung



Beispiel: `do-while` (2) III

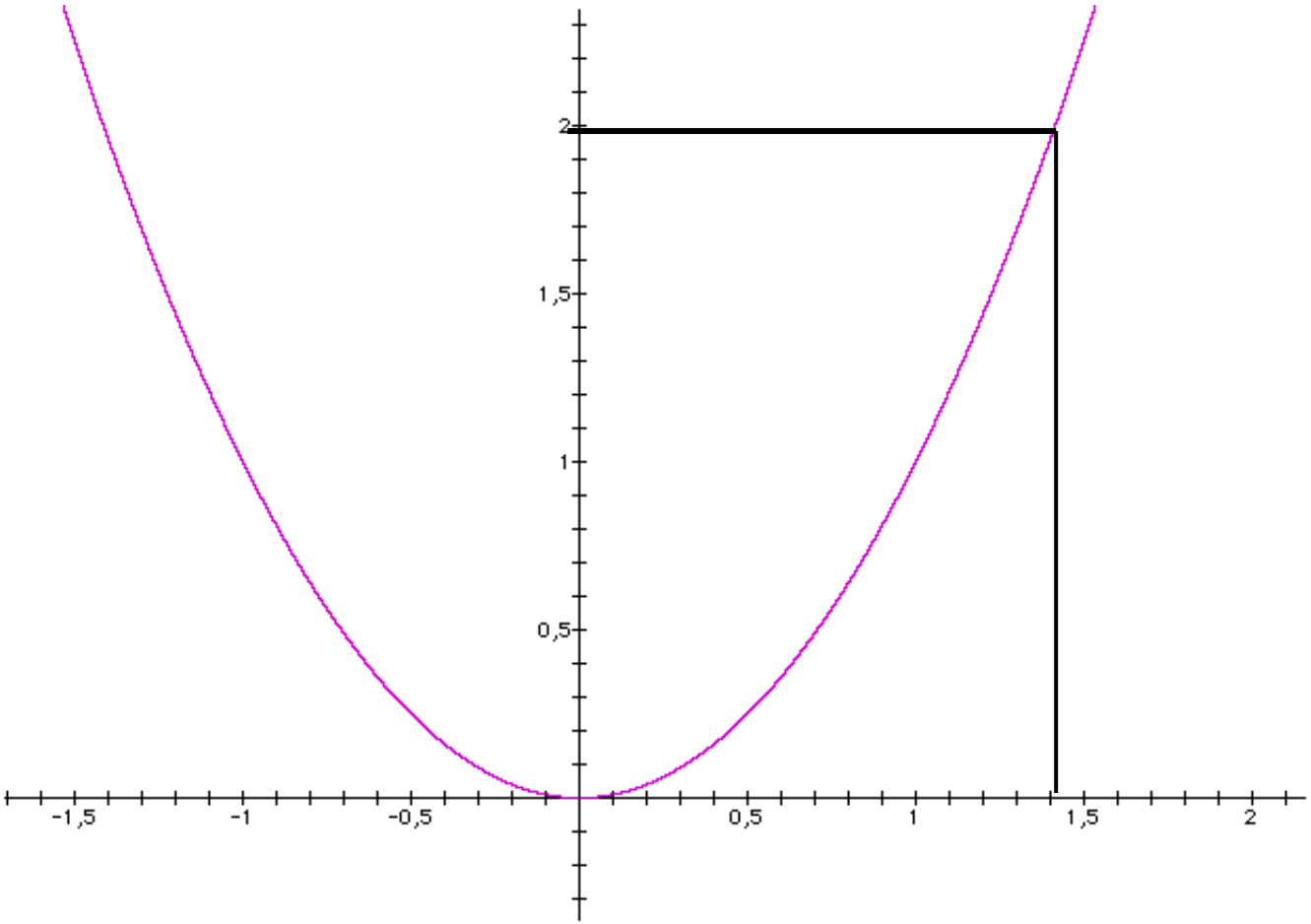
- Quadratwurzel-Berechnung mittels Intervallschachtelung
- Rückführung der Berechnung auf Quadrierung

- Start: Intervall [0,x+1],
  - uG =0;
  - oG = 3;
  - Mitte m = 0,5*(uG+oG)

- Algorithmus:
  - Berechne neue Mitte m = 0,5*(uG+oG)
  - Falls $m^2 > x$: oG = m
    sonst: uG = m
  - Abbruch: falls oG - uG < ε

Beispiel: `do-while` (2) IV

Quadratwurzel-Berechnung mittels Intervallschachtelung



Beispiel: do-while (2) V

```
double x = 2.0,
       uG = 0,  oG = x + 1,  m,
       epsilon = 0.001;
```

```
do
{
  m = 0.5*(uG + oG);
  if (m*m > x)
    oG = m;
  else
    uG = m;
}

while (oG - uG > epsilon);
```

```
System.out.println (  "Wurzel " + x
                    + " beträgt ungefähr "
                    + m);
```

Kontrollstrukturen: Iteration

Artikel im EINI-Wiki

- → **Schleife**
- → **Kopfgesteuerte Schleife**
- → **Fußgesteuerte Schleife**

Zwischenstand

- ✓ Variablen
- ✓ Zuweisungen
- ✓ (Einfache) Datentypen und Operationen
  - ✓ Zahlen
    `integer, byte, short, long; float, double`
  - ✓ Wahrheitswerte **`(boolean)`**
  - ✓ Zeichen **`(char)`**
  - ✓ Zeichenketten **`(String)`**
  - ✓ Typkompatibilität
- ✓ Kontrollstrukturen
  - ✓ Sequentielle Komposition, Sequenz
  - ✓ Alternative, Fallunterscheidung
  - ➢ Schleife, Wiederholung, Iteration:
    - ✓ while, do-while
    - ➢ for
- ► Verfeinerung
  - ► Unterprogramme, Prozeduren, Funktionen
  - ► Blockstrukturierung
- ► Rekursion

Übersicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nächste Termine

- Nächste Vorlesung – WiMa 21.11.2024, 08:15
- Nächste Vorlesung – LogWing 22.11.2024, 08:15