ingenieur
wissenschaften
htw saar

Hochschule für
Technik und Wirtschaft
des Saarlandes
University of
Applied Sciences

Kontrollstrukturen

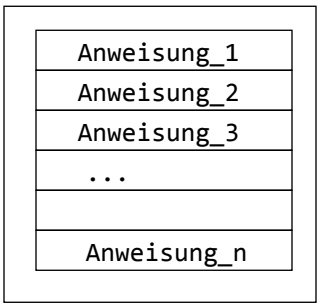
Prof. Dr. Helmut G. Folz

Blöcke

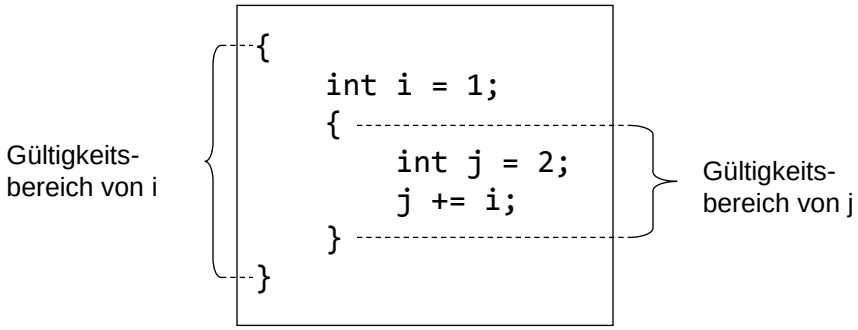
Eine **zusammengesetzte Anweisung** fasst mehrere Anweisungen zu einer Einheit, einem sogenannten **Block**, zusammen.

Syntax:

```
{
    Anweisung_1
    Anweisung_2
    Anweisung_3
    ...
    Anweisung_n
}
```



Blöcke und Gültigkeitsbereiche



Lebensdauer und Geltungsbereiche von Attributen

- **(Objekt-)Attribute**
  - ⇨ Werden vom Konstruktor erzeugt,
  - ⇨ werden automatisch initialisiert
  - ⇨ sind in allen Methoden einer Klasse zugreifbar,
  - ⇨ können je nach Sichtbarkeit auch von außerhalb der Klasse zugegriffen werden und
  - ⇨ existieren so lange wie das zugehörige Objekt existiert
- **Klassenattribute**
  - ⇨ Werden erzeugt sobald die Klasse geladen wird,
  - ⇨ werden automatisch initialisiert,
  - ⇨ sind in allen Methoden einer Klasse zugreifbar,
  - ⇨ können je nach Sichtbarkeit auch von außerhalb der Klasse zugegriffen werden und
  - ⇨ existieren so lange wie die Klasse geladen bleibt

Lebensdauer und Geltungsbereich von lokalen Variablen

- **Lokale Variablen**
  - ⇨ Sind nur in den Block sichtbar, in dem sie definiert wurden,
  - ⇨ werden **nicht** automatisch initialisiert (der Compiler überprüft aber ob nicht initialisierte lokale Variablen verwendet werden!)
  - ⇨ werden mit dem Ende des Blocks wieder entfernt,
  - ⇨ sind von außerhalb des Blocks, in dem sie definiert sind, nicht zugreifbar.

Die if-Anweisung

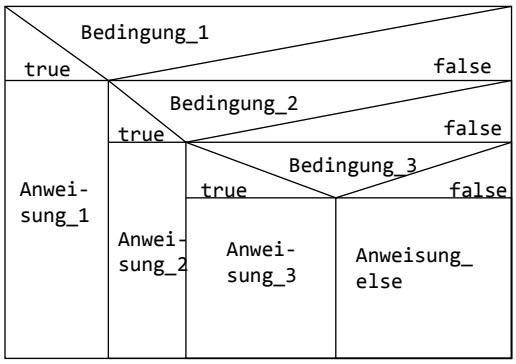
```
if (Bedingung)
    Ja-Anweisung
else
    Nein-Anweisung
```

```
if (Bedingung)
    Ja-Anweisung
```

Mehrfachverzeigung mit if

Syntax:

```
if (Bedingung_1)
    Anweisung_1
else if (Bedingung_2)
    Anweisung_2
...
else if (Bedingung_n)
    Anweisung_n
else
    Anweisung_else
```



Beispiel: Notenrechner (1)

```
public class Notenrechner {
    private Scanner input = new Scanner(System.in);

    public void start() {
        char antwort = 'j';
        int punkte;
        double note;
        while (antwort == 'j') {
            System.out.print("Punkte eingeben : ");
            punkte = input.nextInt();
            note = berechneNote(punkte);

            if (note > 0.0)
                System.out.println("Note: " + note);
            else
                System.out.println(
                                "Ungültige Punktzahl eingegeben!");
            System.out.print("Noch einmal (j/n)? ");
            antwort = input.next().charAt(0);
        }
    }
```

Beispiel: Notenrechner (2)

```
public double berechneNote(int punkte) {
        double note;
        if (punkte >= 0 && punkte < 8)
             note = 5.0;
        else if (punkte >= 8 && punkte <= 10)
            note = 4.0;
        else if (punkte == 11)
            note = 3.7;
        else if (punkte == 12)
            note = 3.3;
        else if (punkte == 13)
            note = 3.0;
        else if (punkte == 14)
            note = 2.7;
        else if (punkte == 15)
            note = 2.3;
        else if (punkte == 16)
            note = 2.0;
```


Beispiel: Notenrechner (3)

```
        else if (punkte == 17)
            note = 1.7;
        else if (punkte == 18)
            note = 1.3;
        else if (punkte == 19 || punkte == 20)
            note = 1.0;
        else
            note = 0.0;
        return note;
    }

    public static void main(String[] args) {
        new Notenrechner().start();
    }
}
```

Die switch-Anweisung

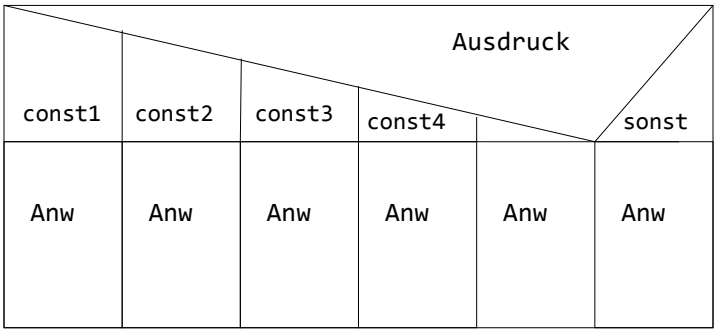
Syntax:

```
switch (Ausdruck) {
    case const1 : Anweisungen
                  break;
    case const2 : Anweisungen
                  break;
    case const3 : Anweisungen
                  break;
    ...
    default     : ErsatzAnweisungen;
}
```


Die switch-Anweisung

- Der Ausdruck wird ausgewertet und muss ein Ergebnis vom Typ `char`, `byte`, `short`, `int`, `Enum` oder `String` haben.
- Die `case`-Konstanten müssen konstante Ausdrücke vom gleichen Typ wie der `switch`-Ausdruck sein (Literale oder `final`-Konstanten).
- Dieses Ergebnis wird mit den `case`-Konstanten *`const1`*, *`const2`*, .. verglichen, die zum Einsprung an die richtige Stelle dienen.
- Bei Übereinstimmung werden die zur passenden Konstante gehörigen Anweisungen ausgeführt.
- Die Angabe von `break` dient dazu, die `switch`-Anweisung zu verlassen. Fehlt die Angabe von `break`, so wird mit der nächsten Anweisungsfolge weitergemacht.
- Die nach `default` stehenden Anweisungen werden immer dann ausgeführt, wenn der `switch`-Ausdruck einen Wert liefert, der mit keiner der `case`-Konstanten übereinstimmt.

Die switch-Anweisung



Beispiel: Notenrechner2 (1)

```
public class Notenrechner2 {
    public void start() {
         ...
    }

 public double berechneNote(int punkte) {
        double note;
        if (punkte >= 0 && punkte < 8)
            note = 5.0;
        else if (punkte >= 8 && punkte <= 10)
            note = 4.0;
        else {
            switch (punkte) {
                case 11: note = 3.7;
                         break;
                case 12: note = 3.3;
                         break;
                case 13: note = 3.0;
                         break;
```

Beispiel: Notenrechner2 (2)

```
                case 14: note = 2.7;
                         break;
                case 15: note = 2.3;
                         break;
                case 16: note = 2.0;
                         break;
                case 17: note = 1.7;
                         break;
                case 18: note = 1.3;
                         break;
                case 19:
                case 20: note = 1.0;
                         break;
                default: note = 0.0;
            }
        }
        return note;
    }
```


Beispiel: switch mit String-Objekten

```
public String typDesWochentags(String wochentag) {
    String typDesTags;
    switch (wochentag) {
        case "Montag":      typDesTags = "Start der Arbeitswoche";
                            break;
        case "Dienstag":
        case "Mittwoch":
        case "Donnerstag":  typDesTags = "Wochenmitte";
                            break;
        case "Freitag":     typDesTags = "Ende der Arbeitswoche";
                            break;
        case "Samstag":
        case "Sonntag":     typDesTags = "Wochenende";
                            break;
        default:            throw new IllegalArgumentException(
                              "Falscher Wochentag: " + wochentag);
    }
    return typDesTags;
}
```

Die for-Anweisung

Syntax

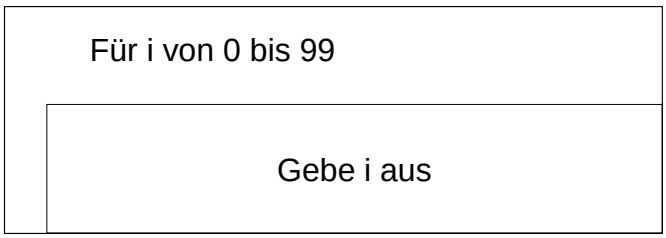
```
for (Initialisierung; Schleifenbedingung;
                      Iterationsanweisung )
    Wiederholungsanweisung
```

Ablauf:

1. Durchführung der Initialisierung (genau einmal)
2. Prüfung der Schleifenbedingung.
   Wenn die Schleifenbedingung den Wert true hat:
   1. Wiederholungsanweisungen durchführen
   2. Iterationsanweisung durchführen

   Ansonsten Schleife beenden
3. Zurück zur Schleifenbedingung

Struktogrammdarstellung




```
// die ersten 100 Zahlen ausgeben
for (i = 0; i < 100; ++i)
    System.out.println(i);
```

Äquivalenz zur while-Anweisung

- Die for-Anweisung ist äquivalent zur folgenden while-Schleife:

```
Initialisierung
while ( Schleifenbedingung ) {
    Wiederholungsanweisungen
    Iterationsanweisung
}
```

```
// die ersten 100 Zahlen ausgeben
i = 0;
while ( i < 100 ) {
    System.out.println(i);
    i++;
}
```


Voreinstellungen

- Alle drei Ausdrücke im Kopf der Schleife sind optional, d.h. sie können weggelassen werden, nicht aber die trennenden Semikolons.
- Voreinstellungen sind:
- Initialisierung: nichts
- Schleifenbedingung: true
- Iterationsanweisung: nichts

```
// Endlosschleife
for ( ; ; ) {
    …
}
```

Beispiel: Test von for-Schleifen (1)

```
public class ForTest1 {
    public void start() {

        // Gerade Zahlen ausgeben
        for (int i = 0; i <= 20; i += 2)
            System.out.print(i + "\t");
        System.out.println();

        // Rückwärts zählen
        for (int i = 10; i > 0; i--)
            System.out.print(i + "\t");
        System.out.println();

       // Unterschied zu vorher??
        for (int i = 10; i > 0; --i)
            System.out.print(i + "\t");
        System.out.println();

    }
```


Beispiel: Test von for-Schleifen (2)

```
public class ForTest2 {
    public void summe1() {
        // 1. Version
        int n = 100;
        int i, summe = 0;

        for (i = 1; i <= n; i++)
            summe += i;

        System.out.println("1. Version: " + summe);
    }
```

Beispiel: Test von for-Schleifen (3)

```
public void summe2() {
    // 2. Version
    int n = 100;
    int summe = 0;

    for (int i = 1; i <= n; i++)
        summe += i;

    System.out.println("2. Version: " + summe);
}
```

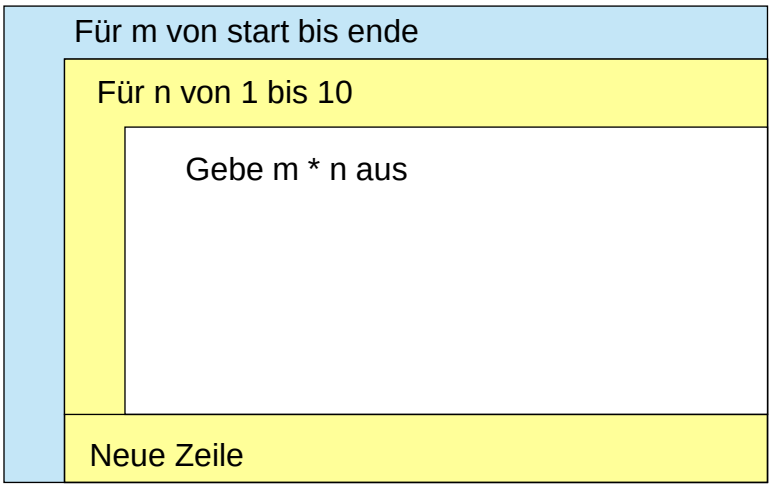

Beispiel: Test von for-Schleifen (4)

```
public void summe3() {
    // 3. Version
    int n = 100;
    int i,summe;

    for (i = 1, summe = 0; i <= n; summe += i, i++);

    System.out.println("3. Version: " + summe);
}
```

Beispiel: Test von for-Schleifen (5)

```
public void gebeSinusAus() {
    // double-Variable hochzählen
    for (double x = 0.0; x < 1.0; x += 0.1)
        System.out.println(x + "\t" + Math.sin(x));
}
```


Beispiel: Das große Einmaleins



Beispiel: Das große Einmaleins

```
public class EinMalEins {
    public void einmaleins(int start, int ende) {
        int m, n;
        for (m = start; m <= ende; m++)
        {
            for (n = 1; n <= 10; n++ )
            {
                System.out.print(m * n + "\t");
            }
            System.out.println();
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        new EinMalEins().einmaleins(10, 20);
    }
}
```


Beispiel: Ein Zahlendreieck (1)

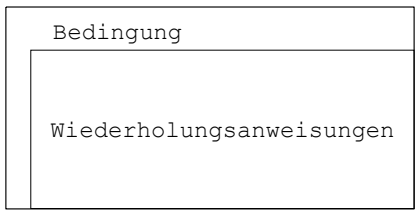
```
public class Dreieck {

    public void dreieck(int bis) {
        int i, j;
        for (i = 0; i <= bis; i++) {
            for (j = 0; j <= i; j++) {
                System.out.print(j + "  ");
            }
            System.out.println();
        }
    }

    public static void main(String[] args) {
        new Dreieck().dreieck(15);
    }
}
```

Beispiel: Ein Zahlendreieck (2)

```
0
0 1
0 1 2
0 1 2 3
0 1 2 3 4
0 1 2 3 4 5
0 1 2 3 4 5 6
0 1 2 3 4 5 6 7
0 1 2 3 4 5 6 7 8
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
```


Die while-Anweisung

Syntax	Struktogramm-Darstellung

`while (Bedingung) {`
`  Wiederholungsanweisungen`
`}`
	

Größter gemeinsamer Teiler

- Beispiel: Größter gemeinsamer Teiler zweier natürlicher Zahlen m und n

```
public long ggTintuitiv(long m, long n) {
       m = Math.abs(m);
       n = Math.abs(n);
       long teiler = 1;
       long groessterTeiler = 1;
       while (teiler <= m && teiler <= n) {
           if ( (m % teiler == 0 ) && (n % teiler == 0))
               groessterTeiler = teiler;
           teiler++;
       }
       return groessterTeiler;
   }
```


ggT intuitiv: Laufzeitmessung

m	n	ggT (m,n)	Laufzeit Java in ms	Laufzeit C++ in ms
123456	234567	3	0,40	0,41
1234567	2345678	1	3,40	3,93
12345678	23456789	1	33,10	38,13
123456789	234567891	9	332,40	380,67
1234567891	2147483647	1	3808,00	3823,00

(gemessen mit JDK 11 und GNU C++ 8.1 Intel Core i7-4900MQ mit 2,8 Ghz)

ggT intuitiv: Laufzeitmessung

- Durchschnittliche Laufzeit etwa:

$$3{,}0 \cdot 10^{-9} \cdot \min(m, n) \text{ sec}$$

- Hochgerechnet auf eine 18-stellige Zahl

$$3{,}0 \cdot 10^{-9} \cdot 10^{18} \text{ sec}$$
$$= 3{,}0 \cdot 10^{9} \text{ sec}$$
$$\approx 95 \textit{ Jahre}$$

Der Euklidische Algorithmus

```
n und m positiv eingeben
    r = m mod n
wiederhole, solange r > 0
        m = n
        n = r
        r = m mod n
Der ggT steht in n
```

Der Euklidische Algorithmus

```
public long ggT (long m, long n) {
    m = Math.abs(m);
    n = Math.abs(n);
    long r = m % n;
    while (r > 0) {
        m = n;
        n = r;
        r = m % n;
    }
    return n;
}
```


Laufzeitmessung

```
public void messeGGTintuitiv(int zahl1, int zahl2,
                             int anzahl) {
    long zeit = System.currentTimeMillis();
    int wert = 0;
    for (int i = 1; i <= anzahl; i++)
        wert = ggTintuitiv(zahl1, zahl2);

    double dzeit = (double)(System.currentTimeMillis()
                            - zeit)/anzahl;
    System.out.printf("ggT(%18d, %18d) = %2d",
                      zahl1, zahl2, wert);
    System.out.printf(" Zeit: %8.2f ms Faktor: %f\n",
                      dzeit, dzeit /zahl1);
}
```

Laufzeitmessung

```
public void messeGGT(long zahl1, long zahl2) {
    int anzahl = 200000;
    long zeitMilli = System.currentTimeMillis();
    long ggT = 0L;

    for (int i = 0; i < anzahl; i++)
         ggT = ggT(zahl1, zahl2);

    zeitMilli = System.currentTimeMillis() - zeitMilli;
    System.out.printf("ggT(%18d, %18d) = %2d",
                      zahl1, zahl2, ggT);
    System.out.printf(" Zeit: %5d ms Faktor: %f\n",
                      zeitMilli, (double)zeitMilli /
                                 Math.log((double)zahl1));
}
```


Euklid: Laufzeitmessung

m	n	ggT (m,n)	Laufzeit für 200000 Aufrufe Java in ms	Laufzeit für 200000 Aufrufe C++ in ms
123456	234567	3	14	19
1234567	2345678	1	17	24
12345678	23456789	1	12	20
123456789	234567891	9	15	26
1234567891	2147483647	1	51	64
123456789012345678	234567890123456789	1	56	75

(gemessen mit JDK 11 und GNU C++ 8.1 Intel Core i7-4900MQ mit 2,8 Ghz)

Euklid: Laufzeitmessung

- Durchschnittliche Laufzeit je ggT etwa:

$$1{,}0 \cdot 10^{-8} \cdot \log(\min(m, n)) \text{ sec}$$

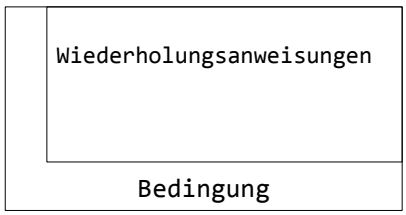
- Hochgerechnet auf eine 18-stellige Zahl

$$1{,}0 \cdot 10^{-8} \cdot 41{,}44 \cdot \text{sec}$$

$$\approx 0{,}0004\, m\text{sec}$$

Die do-Anweisung

Syntax	***Struktogramm-Darstellung***

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

Beispiel: do .. while

```
public boolean weitermachen() {
    char antwort;
    do {
        System.out.print(("Noch einmal (j/n)? ");
        antwort = input.next.charAt(0);
    } while (antwort != 'j' && antwort != 'n');

    return antwort == 'j';
}

public void start() {
    ...
    do {
    ...
    } while (weitermachen);
}
```


Äquivalenz zwischen do- und while-Schleife

while-Schleife	äquivalente do-Schleife

`while(Schleifenbedingung) {`
`  Wiederholungsanweisungen`
`}`
	`if(Schleifenbedingung)`
	`  do {`
	`  Wiederholungsanweisungen`
	`  } while(Schleifenbedingung);`

do-Schleife	äquivalente while-Schleife

`do {`
`  Wiederholungsanweisungen`
`} while(Schleifenbedingung);`
	`Wiederholungsanweisungen;`
	`while(Schleifenbedingung) {`
	`  Wiederholungsanweisungen`
	`}`

Die break-Anweisung

```
while (Schleifenbedingung) {
    ...
    ...
    if (Fehlerbedingung)
        break;   // Sprung zur ersten Anweisung
          !     // hinter der while-Schleife
    ...   !
}         !
<---------+
```


Beispiel: break

```
for (...; ...;...) {
    while (Schleifenbedingung) {
        ...
        ...
        if (Fehlerbedingung)
            break;  // Sprung zur ersten Anweisung
              !     // hinter der while-Schleife
    ...       !
    }         !
    ... <-----+
}
```

Beispiel: Messwerte summieren (1)

```
double summe = 0, messwert;

messwert = input.nextDouble();
for(n = 0;  n < 100 && messwert >= 0;  n++)
{
    if (messwert >= 0)
         summe += messwert;
    messwert = input.nextDouble();
}
```


Beispiel: Messwerte summieren (2)

```
double summe = 0, messwert;

for(n = 0;  n < 100;  n++)
{
    messwert = input.nextDouble();
    if (messwert < 0)
        break;  // Absprung hinter die Schleife
    summe += messwert;
}
```

Empfehlung: `break` ist möglichst zu vermeiden!

Die continue-Anweisung

```
while (Schleifenbedingung) {
    ...
    ...
    if (Bedingung)
        continue;       // Sprung ans Ende des
            !           // Schleifenrumpfes
    ...     !
} <---------+
```


Beispiel: continue

```
for (...; ...;...) {
    while (Schleifenbedingung) {
        ...
        ...
        if (Bedingung)
            continue; // Sprung ans Ende der
                !     // while-Schleife
    ...         !
    } <---------+
    ...
}
```

Regel: `continue` soll nicht verwendet werden!

Beispiel: break mit Marke

```
// break mit einer Marke anwenden
public static void main(String[] args) {
   args:
     while (true) {
        System.out.println(args[0]);
        if (Math.random() > 0.4)
           break args;    // Die Kontrolle geht zur
                          // Anweisung hinter der
                          // markierten while-Anweisung
        System.out.println("Noch einmal!");
     }
     System.out.println("Fertig!");   // <----
}
```


Beispiel: break mit Marke

```
// Sprung aus einer inneren Schleife

Marke: while (Bedingung) {              // while 1
          while (Bedingung) {    // while 2
              ...
              break Marke;
                       // Sprung hinter das Ende
                       // der markierten Schleife
       ...
          }       // Ende while 2
       }          // Ende while 1
```

Beispiel: continue mit Marke

```
// Analoge Anwendungen für continue
Marke2: for (i = 0; i < imax; i++) {    // for 1
           for (j = 0; j < jmax; j++) { // for 2
              ...
              if (Bedingung)
                 continue Marke2;
           }      // Ende for 2
        }  // Ende for 1
```

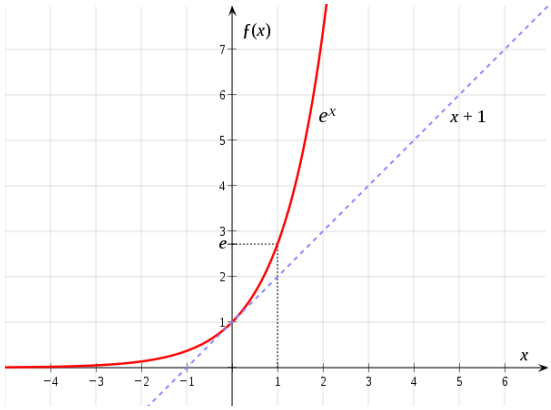
Regel: `break` und `continue` mit Marke sollen nicht verwendet werden!

Iterationen

Iteration

- mehrmaliges Durchlaufen der selben Anweisungskette.
- oft in Verbindung mit der Tatsache, dass Werte der i-ten Ausführung von Werten der (i-1)-ten (und weiteren vorangegangenen) Ausführungen abhängen.

Die Exponentialfunktion



$$e^x = \sum_{i=0}^{\infty} \frac{x^i}{i!} = 1 + \frac{x}{1!} + \frac{x^2}{2!} + \ldots + \frac{x^n}{n!} + \ldots$$

Exponentialfunktion: naiver Ansatz (1)

```
public class Exp1 {
    /** Berechnen der Exponentialfunktion   */
    public double exp(double x) {
        double epsilon = 1e-10;
        double summand = 0.0;
        double wertAlt;
        double wert = 1.0;
        int i = 0;

        do {
            i++;
            wertAlt = wert;
            summand = potenz(x, i)/ fakultaet(i);
            wert += summand;
        } while (Math.abs(wert - wertAlt) > epsilon);

            ...
    }
```

Exponentialfunktion: naiver Ansatz (2)

```
/** potenz berechnet die Potenz x hoch n fuer positives
 *  n
 */
public double potenz(double x, int n) {
    double produkt = 1;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        produkt *= x;
    return produkt;
}

/** fakultaet berechnet die Fakultaet von n fuer
 *  positives n
 */
public double fakultaet(int n) {
    double wert = 1.0;
    for (int i = 1; i <= n; i++)
        wert *= i;
    return wert;
}
```


Exponentialfunktion: naiver Ansatz (3)

Wieso ist diese Lösung schlecht?

Exponentialfunktion: besserer Ansatz

```
public class Exp2 {
    /** Berechnen der Exponentialfunktion   */
    public double exp(double x) {
        double epsilon = 1e-10;
        double summand = 1.0;
        double wert = 1.0;
        double wertAlt;
        int i = 0;

        do {
            i++;
            wertAlt = wert;
            summand = summand * x / i;
            wert += summand;
       } while (abs(wert - wertAlt) > epsilon);
         ....
```


Der Potenzierungsalgorithmus

Aufgabe:

Berechne x^n mit x double-Wert und n > 0 int-Wert.

Vorläufige Implementierung:

```
public double potenz(double x, int n) {
    double produkt = 1;
    for (int i = 0; i < n; i++)
        produkt *= x;
    return produkt;
}
```

Der Potenzierungsalgorithmus

- Betrachte die Binärdarstellung der Zahl n:

$$n = \sum_{i=1}^{k} \alpha_i 2^i = \alpha_0 2^0 + \alpha_1 2^1 + \ldots + \alpha_k 2^k \quad mit\, \alpha_i = 0 \; oder 1$$

- Nun gilt:

$$x^n = x^{\sum_{i=1}^{k} \alpha_i 2^i} = \prod_{i=1}^{k} x^{\alpha_i 2^i} = x^{\alpha_0 2^0} \cdot x^{\alpha_1 2^1} \cdot \ldots \cdot x^{\alpha_k 2^k}$$

Der Potenzierungsalgorithmus

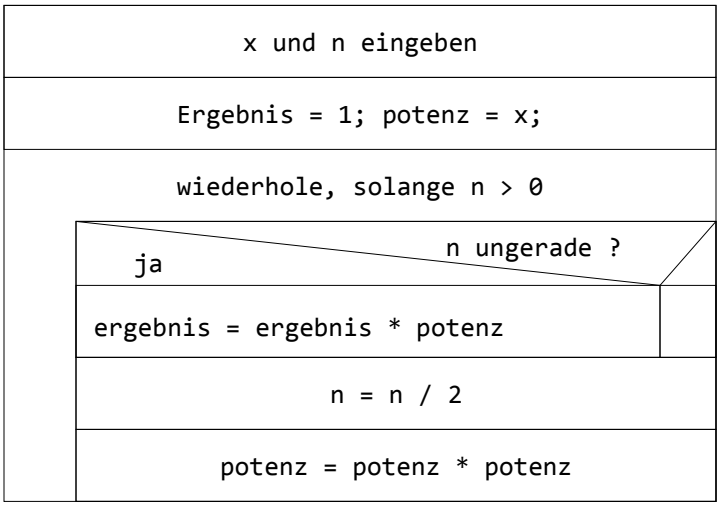
- Beispiel: n = 23

$$23 = 1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4$$

- Nun gilt:

$$x^{23} = x^{1 \cdot 2^0 + 1 \cdot 2^1 + 1 \cdot 2^2 + 0 \cdot 2^3 + 1 \cdot 2^4} = x^{2^0} \cdot x^{2^1} \cdot x^{2^2} \cdot x^{0 \cdot 2^3} \cdot x^{2^4}$$

Potenzierungsalgorithmus



Potenzierungsalgorithmus

```
public double binPotenz(double x, int n) {
    double ergebnis = 1.0;
    double potenz = x;
    while (n > 0) {
        if ( n % 2 != 0 )        // n ungerade?
            ergebnis = ergebnis * potenz;
        n = n / 2;
        potenz = potenz * potenz;
    }
    return ergebnis;
}
```