

# Algorithmen und Programmierung

## Kapitel 3 Java Einführung



## Überblick

Java – ein Überblick

Historischer Überblick

Arbeiten mit Java

Datentypen in Java

Umsetzung von Algorithmen in Java



- Objektorientierte Programmiersprache
  - Entwickelt von Sun Microsystems
  - "Internet-Programmiersprache"
- Plattform
  - Umgebung zur Ausführung von Java-Programmen für PC, Workstation, Mobiltelefonen, Handhelds, Set-Top-Boxen, . . .
  - Bibliothek von nützlichen Klassen/Funktionen, z. B. Datenbankzugriff, 2D/3D-Grafik, verteilte Verarbeitung, . . .



- Java ist leicht zu lernen (leichter als C, C++, . . .).
- Java ist syntaktisch ähnlich zu C, C++, C#, . . .
- Java läuft überall (fast . . . )
  - auf PC (Windows, Linux, Mac)
  - auf mobilen Geräten: PDA, Mobiltelefonen (Java Games!)
  - im Internet (Applets)
  - eingebettet in andere Anwendungen (Datenbanksysteme, Applikationsserver, . . . )
- Es gibt viel Literatur zu Java.
- Es gibt zahlreiche Werkzeuge und Beispiele.



- Vorlesung
  - Umsetzung von Algorithmen
  - Implementierung von Datenstrukturen
  - Einführung in die Programmierung
- Übungen
  - Lösung der praktischen Aufgaben



- Anfang der 50er Jahre: erste höhere Programmiersprachen (Autocode)
- 1954: Fortran (FORmula TRANslator) – für wiss.-techn. Anwendungen
- 60er Jahre:
  - Algol (ALGOrithmic Language)
  - Lisp (LISt Processing): funktionale Programmiersprache, künstliche Intelligenz
  - COBOL (COmmon Business Oriented Language): für kommerzielle Anwendungen, auch heute noch sehr weit verbreitete Programmiersprache
  - BASIC (Beginner's All-purpose Symbolic Instruction Code)
- 1967: Simula-67 – objektorientierte Sprache für Simulation



- ❑ Anfang der 70er Jahre:
  - ❑ Pascal (N. Wirth) – Methode der strukturierten Programmierung, P-Code
  - ❑ CPL, BCPL, C – erstes Betriebssystem (UNIX) in einer Hochsprache (C)
- ❑ Mitte der 70er Jahre:
  - ❑ Modula, Ada – modulare Programmierung
- ❑ Ende der 70er Jahre: Smalltalk – reine Objektorientierung
- ❑ 1983: C++ (AT&T) – Objektorientierung und C
- ❑ Danach: Eiffel (design by contract), Oberon, Skriptsprachen (Tcl, Perl, . . . )
- ❑ Heute: Java, C#, Python, . . .



- ❑ 1990: Oak – als Programmiersprache für Consumer Electronics (Sun Microsystems)
- ❑ 1993: Entwicklung des World Wide Web
  - ❑ Umorientierung auf Web-Anwendungen
  - ❑ Umbenennung in Java
- ❑ 1995: Freigabe des HotJava-Browsers
  - ❑ Aktive Web-Inhalte (Applets), erste größere Java-Anwendung
- ❑ 1995: Netscape Navigator 2.0 mit Applet-Unterstützung
- ❑ 1997: Freigabe des JDK 1.1
  - ❑ Unterstützung durch alle großen Firmen: IBM, Microsoft, . . .
- ❑ Seitdem: Entwicklungen für Desktop, Server, Mobile/Wireless, . . .
- ❑ Heute: Java-2-Plattform, Version 5.0 (seit September 2004)

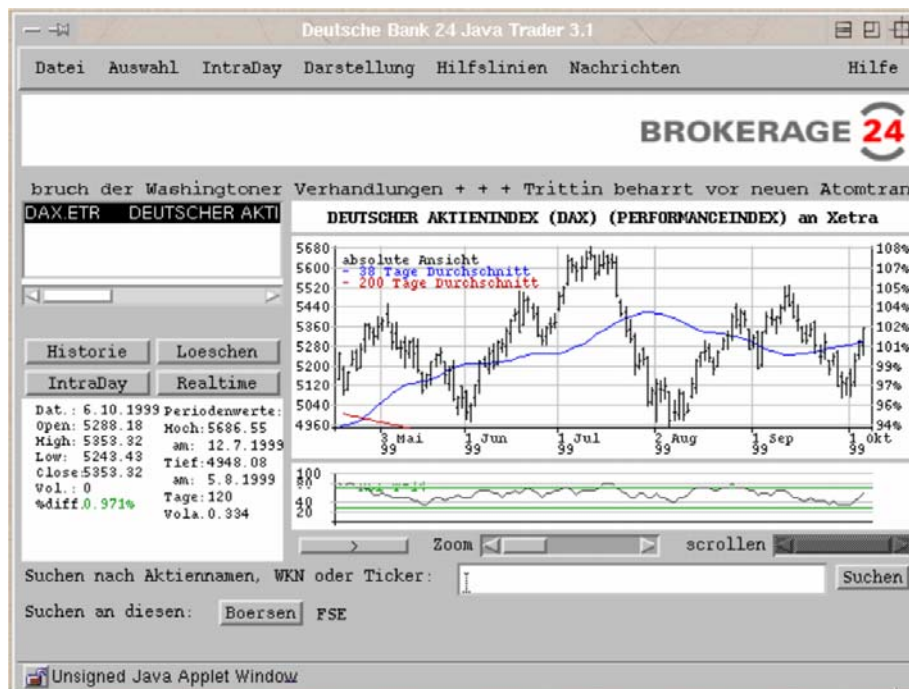


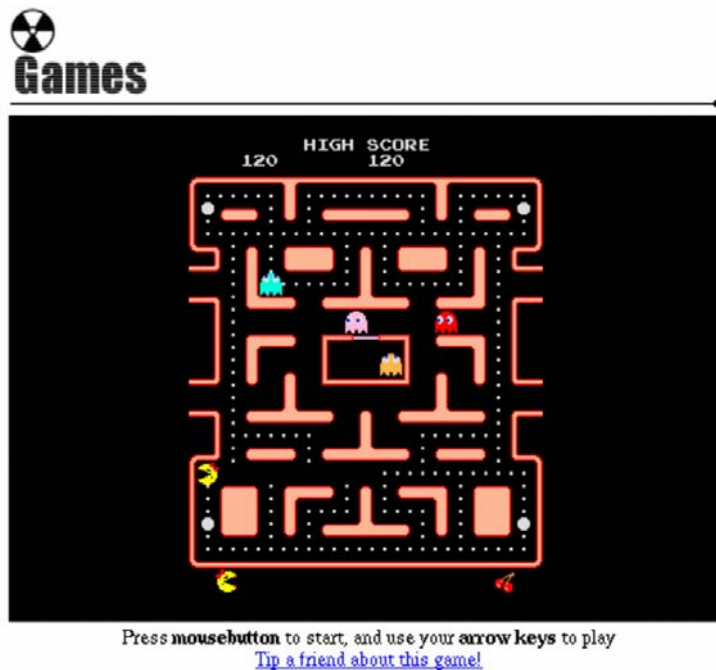
## □ Applet

- Java-Programm, das in andere Applikation eingebettet ist
- Bsp.: Applets in Web-Dokumenten; werden vom Web-Server in den Browser geladen
- Sicherheitsrestriktionen: kein Zugriff auf lokalen Computer
- Anwendung: Frontend zu Internet-Diensten, Präsentation, aktive Dokumente (3D-Welten), . . .

## □ Applikation

- Java-Programme, die unabhängig von anderen Anwendungen ausgeführt werden können (*standalone*)
- Keine Sicherheitsrestriktionen
- Anwendung: Entwicklungswerkzeuge, Office-Anwendungen, Browser, . . .
- Außerdem: Servlets, MIDlets, . . .





- ❑ Einfach (relativ betrachtet...:o)
  - ❑ Automatisierte Speicherverwaltung
  - ❑ Verzicht auf Zeiger und `goto`
- ❑ Objektorientiert
  - ❑ Klassen als Abstraktionskonzept
- ❑ Robust und sicher
  - ❑ Starke Typisierung
  - ❑ Laufzeitüberprüfung von Zugriffen
- ❑ Interpretiert und dynamisch
  - ❑ Virtuelle Java-Maschine
  - ❑ Einfache, schnelle Programmentwicklung
  - ❑ „Kleine“ Programme
- ❑ Architekturneutral und portabel
  - ❑ Plattformunabhängiger Zwischencode (Bytecode)
  - ❑ Programme sind ohne Änderungen ablauffähig unter Windows, Unix, MacOS, . . .

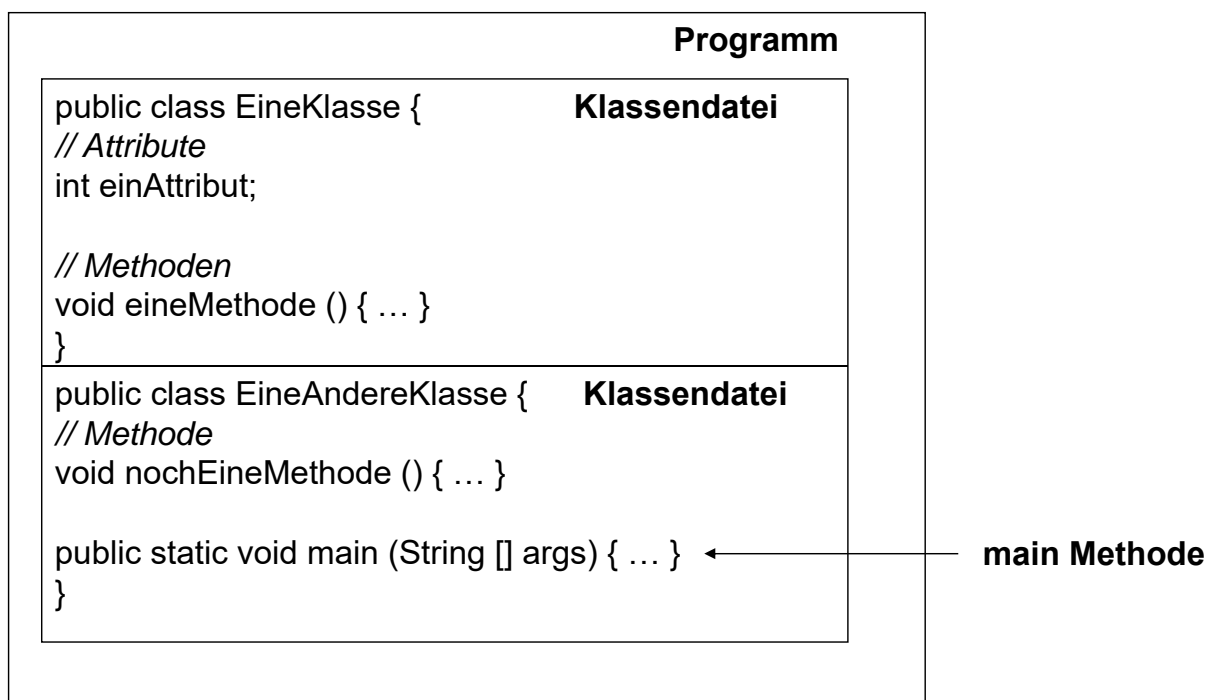
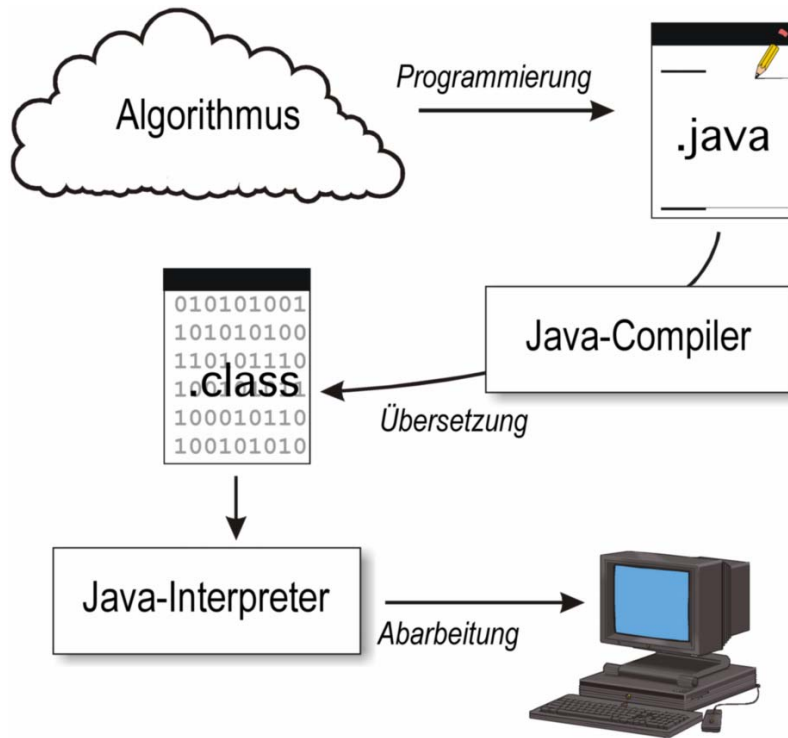


- Mögliche Klassifikation von Programmiersprachen
  1. **Maschinennahe Programmierung:** direkte Codierung von Prozessorinstruktionen, z. B. Assembler  
→ schnell aber plattformspezifisch und umständlich
  2. **Compilierte Programmiersprachen:** Übersetzung des Quelltextes in Maschinencode, z. B. C, C++, Pascal, etc.  
→ relativ schnell aber Quelltext abhängig von Compiler und resultierendes Programm plattformspezifisch
  3. **Interpretierte Programmiersprachen:** Übersetzung des Programmtextes zur Laufzeit, z. B. PHP, Python, etc.  
→ plattformunabhängig und flexibel, aber relativ langsam und anfällig für Laufzeitfehler
- Java geht Sonderweg zwischen 2 und 3



- Java-Compiler `javac`
  - Überprüft Quelltext auf Fehler
  - Übersetzt Quelltext in plattformneutralen Zwischencode (Bytecode)
- Java-Interpreter `java`
  - Interpretiert Bytecode
  - Implementiert virtuelle Java-Maschine







```
/* Hello.java - Das erste Java Programm. */  
  
// Jedes Java-Programm besteht aus  
// mind. einer Klasse.  
public class Hello {  
    // Eine Standalone-Anwendung muss  
    // eine main-Methode besitzen  
    public static void main(String[] args) {  
        // Zeichenkette ausgeben  
        System.out.println("Hello Java !");  
    }  
}
```



1. Quelltext in Datei `Hello.java` speichern
  - Dateiname entspricht Klassennamen!
  - Klasse muss eine Methode `main` als Startpunkt der Ausführung besitzen
2. Quelltext kompilieren:
  - Quelltext in Bytecode übersetzen
  - Liefert Datei `Hello.class`

```
> javac Hello.java
```



1. Java-Programm ausführen
  - ❑ Interpretieren des Bytecodes

```
> java Hello
```

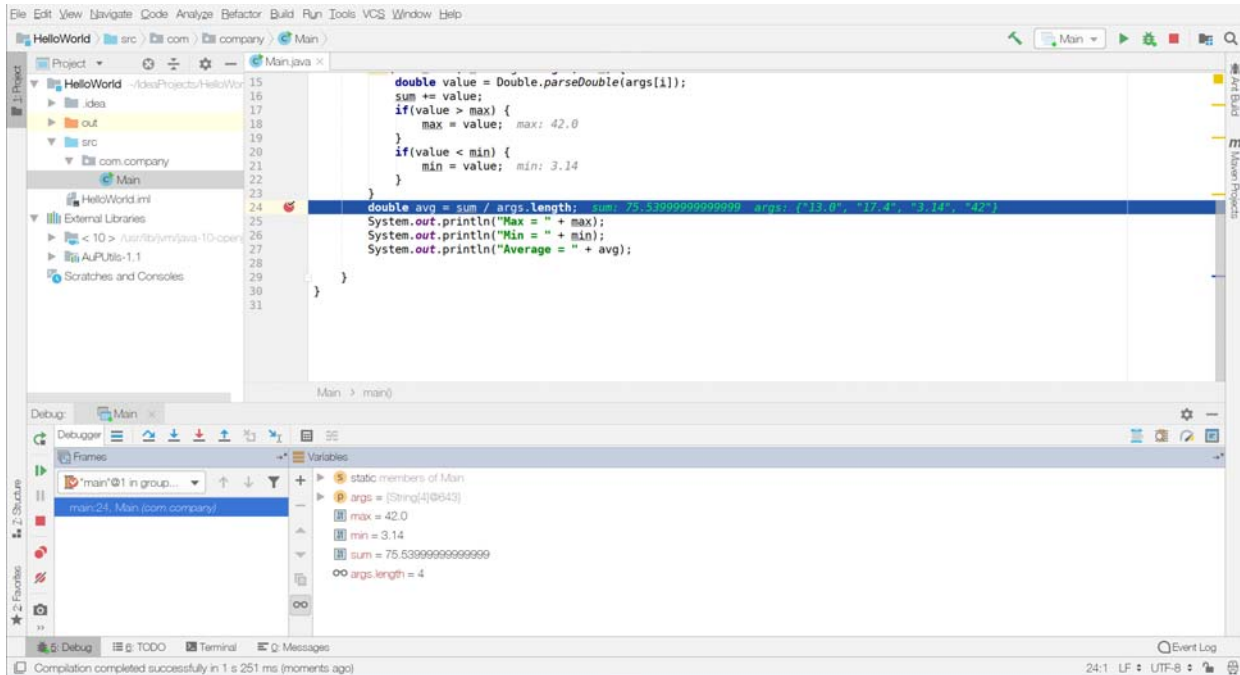
2. Ergebnis

```
Hello Java !
```



- ❑ J2SE Software Development Kit (SDK)
  - ❑ Laufzeitumgebung, Klassenbibliothek, Basiswerkzeuge
  - ❑ [www.oracle.com/technetwork/java/index.html](http://www.oracle.com/technetwork/java/index.html)
  - ❑ Für Windows, Linux and MacOS
  - ❑ Teilweise schon vorinstalliert (Linux, MacOS X)
- ❑ IntelliJ IDEA
  - ❑ Komfortable, graphische Entwicklungsumgebung ([www.jetbrains.com/idea/](http://www.jetbrains.com/idea/))
  - ❑ Sehr gute Unterstützung der Fehlersuche („Debugging“)
- ❑ Eclipse
  - ❑ Ähnlich zu IntelliJ IDEA ([www.eclipse.org](http://www.eclipse.org))
- ❑ BlueJ
  - ❑ Lehr- und Lernumgebung ([www.bluej.org](http://www.bluej.org))





- Umfangreiche Klassenbibliothek für textuelle und grafische Ein-/Ausgabe sowie Dateiarbeit
- Textuelle Ausgabe über Methode `println` eines vordefinierten Ausgabeobjektes `out`

```
System.out.println("Hallo, "+  
"hier kommt eine "+ 42 + "!");
```

- Eingabe flexibel aber umständlich, daher „Vorlesungsklasse“ `aup.IOUtils` mit Methoden
  - zum Lesen von ganzzahligen Werten (`int`): `readInt`
  - zum Lesen von Gleitkommawerten (`double`): `readDouble`
  - zum Lesen von Zeichenketten (`String`): `readString`



```
import aup.*; /* Klasse importieren */
public class Rechner {
    public static void main(String[] args) {
        // Variablen für Eingabe und Ergebnis
        int a, b, summe;
        // Werte einlesen
        a = IOUtils.readInt();
        b = IOUtils.readInt();
        // Summe berechnen
        summe = a + b;
        // Summe ausgeben
        System.out.println("Ergebnis = " + summe);
    }
}
```



- Definieren Struktur, Wertebereich und zulässige Operationen für Datenstrukturen
- Strenge Typisierung:
  - Jede Variable hat einen wohldefinierten Typ
  - Typumwandlung nur unter bestimmten Bedingungen zulässig
- Unterscheidung in
  - Primitive Datentypen
  - Referenzdatentypen



- ❑ „Eingebaute“ Datentypen
- ❑ Speicherung von Werten
- ❑ Statisch, nicht erweiterbar
- ❑ Arten
  - ❑ Numerisch (Ganzzahl, Gleitkommazahl)
  - ❑ Zeichen-Datentypen
  - ❑ Boolesche Datentypen



- ❑ Ganzzahlige Werte: `byte`, `short`, `int`, `long`
- ❑ Gleitkomma-Werte: `float`, `double`

Datentyp	Größe	Wertebereich
<code>byte</code>	8 Bit	- 128...127
<code>short</code>	16 Bit	- 32768...32767
<code>int</code>	32 Bit	- $2^{31}$ ... $2^{31} - 1$
<code>long</code>	64 Bit	- $2^{63}$ ... $2^{63} - 1$
<code>float</code>	32 Bit	$10^{-46}$ ... $10^{38}$ (6 sign. Stellen)
<code>double</code>	64 Bit	$10^{-324}$ ... $10^{308}$ (15 sign. Stellen)



- ❑ **char**: vorzeichenloser 16-Bit-Integer-Typ
- ❑ Repräsentation von Zeichen im Unicode-Zeichensatz
- ❑ Wertebereich: `'\u0000'` bis `'\uffff'`
- ❑ Repräsentation von Zeichenketten (Strings) durch eine Klasse `java.lang.String` !!!



- ❑ **boolean**: 1 Bit-Werte
- ❑ Repräsentation von Wahrheitswerten
- ❑ Mögliche Werte: **false** und **true**
- ❑ Ergebnistyp für logische Vergleiche
- ❑ Konvertierung zwischen Integer-Werten und **boolean**-Werten ist nicht zulässig!



- ❑ Bezeichner
  - ❑ Namen für Variablen, Klassen, Attribute, Methoden usw.
  - ❑ Beliebige Länge
  - ❑ Schlüsselworte von Java dürfen nicht als Bezeichner verwendet werden
  - ❑ Alle ASCII-Zeichen, `_`, `$`
- ❑ Literale (Konstanten)
  - ❑ Numerische Werte: `42`, `345.4`, `7.899E+34`
  - ❑ Zeichen: `'a'`, `'\u0012'`
  - ❑ Zeichenketten: `"Ein String"`



- ❑ Eine Variable ist ein:
  - ❑ benannter Speicherbereich (primitiver Datentyp) bzw.
  - ❑ benannter Verweis (Referenz-Datentyp) auf einen Speicherbereich, in dem Wert abgelegt werden kann
- ❑ Besitzt Typ: Wert und Operationen müssen Typ entsprechen
- ❑ Muss vor Verwendung deklariert werden:
  - ❑ Festlegung des Typs, Initialisierung
  - ❑ Bestimmt Sichtbarkeit



Notation

```
typ bezeichner [ = init_wert ];
```

 Vereinbarung

- Überall in Methoden oder Anweisungsblöcken
- Vorzugsweise zu Beginn eines Blocks

 Beispiele

```
int eine Variable = 23;  
float a, b;  
char c1 = 'A', c2 = 'B';  
boolean aBoolValue = true;
```

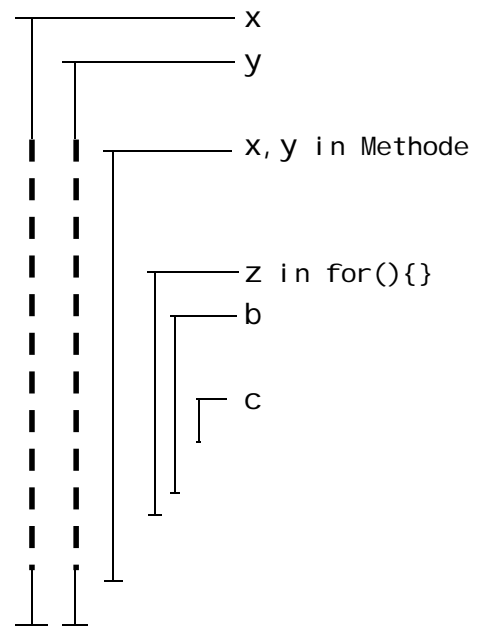


- Alle Variablen sind in bestimmten Teilen des Programms sichtbar, in anderen eventuell aber nicht zugreifbar
- Der Bereich, in dem eine Variable sichtbar ist, wird häufig als „Scope“ oder „Gültigkeitsbereich“ bezeichnet
- In Java sind Klassen und Funktionen überall sichtbar (es sind auch Vorwärtsverweise möglich!)
- Variablen haben eine eingeschränkte Sichtbarkeit
  - „globale“ Variablen sind in der gesamten Klasse sichtbar
  - „lokale“ Variablen sind lediglich in der aktuellen Methode oder sogar nur im aktuellen Block sichtbar
  - In Java ist eine Mehrfachverwendung von gleichen Variablennamen in geschachtelten Blöcken **NICHT** erlaubt





```
public class Sichtbarkeit {  
    static int x = 1; // global  
    static int y = 2; // global  
  
    public int meineMethode( int x, int y) {  
        this.x = x;  
        this.y = y;  
        for (int z = 0; z < x; z++) {  
            int b = 1;  
            {  
                int c = 2;  
            }  
        }  
        return y;  
    }  
}
```



- ❑ Variablen dieser Typen enthalten nicht Daten selbst, sondern Verweis (Referenz) auf Speicherort der Daten
- ❑ Standardwert: `null`
- ❑ Vergleich (`==`) und Zuweisung (`=`) erfolgt auf Referenzen!!
- ❑ Referenzdatentypen: Arten
  - ❑ Feld (Array): Datenstruktur fester Größe, die aus Elementen gleichen Typs (sowohl primitive als auch Referenzdatentypen) aufgebaut ist
  - ❑ Objekttyp: Repräsentation von Referenzen auf Objekte



- Felder = Referenzdatentypen (Verweis)

```
int einFeld[];  
int[] auchEinFeld;
```

- Erfordert explizite Allokation
  - **new**-Operator zur Bereitstellung des Speicherplatzes
  - Direkte Instantiierung mit Literalen
  - Zuweisung einer anderen Feld-Referenz



- Allokierung
  - **new**-Operator

```
int[] feld = new int [20];
```

- Initialisierung mit Literalen

```
int[] feld = { 5, 23, 42 };
```

- Zuweisung

```
int[] nochEinFeld = feld;
```

- Zugriff
  - auf *i*-tes Element mit `feld[i]` mit  
 $i = 0 \dots \text{feld.length} - 1$



- Unäre Operatoren
  - ++ (Inkrement) -- (Dekrement) ! (Komplement)
  - Bsp.: `a++` (entspricht `a = a+1`)  
`--b`  
`!true`
- Arithmetische Operatoren
  - + - \* / % (Rest bei Division)
  - Bsp.: `45 * c / (d - 34)`
- Vergleichsoperatoren
  - < > <= >= == (Gleichheit) != (Ungleichheit)
  - Bsp.: `34 >= c`      `x == y`
- Logische Vergleichsoperatoren
  - && (UND) || (ODER)
  - Bsp.: `a > b && c == true`



- Zuweisungsoperatoren
  - = (Zuweisung) += -= \*= /= . . .
  - Bsp.: `a = 34`  
`b += 1` (entspricht `b = b + 1`)
- Verschiebeoperatoren (Bitweises Verschieben)
  - <<
  - >>
- Bitoperatoren
  - & (bitweises UND)
  - | (ODER)



- ❑ Anweisungen als elementare Arbeitsschritte für Algorithmen
- ❑ Umsetzung in Programmiersprachen
  - ❑ Operationen auf Datentypen + Wertzuweisungen
  - ❑ Kontrollstrukturen
- ❑ Strukturierungsmittel (Prozeduren, Methoden)



- ❑ Wertzuweisungen, Berechnungen
- ❑ Primäre Ausdrücke
  - ❑ Namen, Konstanten:  
`x     eineVariable     42`
  - ❑ Feldzugriffe:  
`feld[23]`
  - ❑ Methodenaufrufe:  
`obj.methode()`
  - ❑ Allokationen (Erzeugen von Feldern und Objekten)  
`new int[5]     new Vector()`
- ❑ Zusammengesetzte Ausdrücke
  - ❑ Durch Verwendung von Operatoren
  - ❑ Bedingter Ausdruck: `<Bedingung> ? <Dann> : <Sonst>`  
Bsp.: `int absOfx = x<0 ? -x : x;`



- Arbeitsschritt eines Programms
- Durch „;“ abgeschlossen
- Arten
  - Leere Anweisung
  - Ausdrücke
  - Bedingungen, Schleifen, Sprünge
  - ...
- Zusammenfassung mehrerer Anweisungen zu einem Block durch Klammerung

```
{ anw1; anw2; ...anw3; }
```



- Bedingungs- und Auswahlanweisungen
  - **if-else**
  - **switch**
- Schleifenanweisungen
  - **while, do-while**
  - **for**
- Sprunganweisungen
  - **break, continue, return**



### □ Syntax

```
if ( bedingung ) anw1; [ else anw2; ]
```

- Anweisung bzw. Anweisungsblock *anw1* wird nur ausgeführt,
  - wenn Bedingungsausdruck *bedingung* erfüllt ist (**true** liefert),
  - andernfalls *anw2* (sofern else-zweig vorhanden)

### □ Beispiele

```
if ( x == 0 ) y = 3; else y = -3;  
if ( x > y ) {  
    m = x; n = 2 * y;  
}
```



### □ Syntax

```
switch ( ausdruck ) {  
case auswahlwert1:  
    // Anweisungen für Fall #1  
    [ break; ]  
case auswahlwert2:  
    // Anweisungen für Fall #2  
    [ break; ]  
default:  
    // Anweisungen für alle anderen Fälle  
    [ break; ]  
}
```



- Verallgemeinerte Form der Fallunterscheidung
- Für jeden Wert des Ausdrucks ausdrück eigene Anweisungsfolge
- Ausdruck muss ganzzahligen Wert liefern: **char**, **byte**, **short**, **int**
  - Seit Java SDK7: **string** ebenfalls als Ausdruck erlaubt
- Auswahlwerte: Literale (also konstant während Programmablauf)
- Ohne **break**: Kontrollfluss zu nächster Anweisung
- **default**-Zweig ist optional



```
int i = ...;
switch (i) {
case 0:
    System.out.println("Null");
    break;
case 1:
case 2:
    System.out.println("eins oder zwei");
    break;
default:
    System.out.println("größer als zwei");
    break;
}
```



- Bedingte Schleife mit Bedingungsprüfung am Anfang
- Syntax:

```
while ( bedingung ) anweisung;
```

- Solange der Ausdruck *bedingung* erfüllt ist (**true**), wird die Anweisung bzw. der Anweisungsblock *anweisung* ausgeführt
- Überprüfung der Bedingung vor jedem Durchlauf
  - d. h. wenn die Bedingung nicht erfüllt ist, wird Anweisung nicht ausgeführt



- Zählschleife: 5 ... 1

```
int i = 5;  
while (i > 0) {  
    System.out.println(i);  
    i--;  
}
```

- Endlosschleife

```
while (true)  
    System.out.println("Endlos ...");
```





- Bedingte Schleife mit Bedingungsprüfung am Ende des Durchlaufs
- Syntax:

```
do anweisung; while ( bedingung );
```

- Anweisung bzw. Anweisungsblock *anweisung* wird ausgeführt, solange der Ausdruck *bedingung* erfüllt ist (**true**)
- Überprüfung der Bedingung nach jedem Durchlauf
  - d. h. Schleifenrumpf wird mindestens einmal ausgeführt



- Zählschleife: 1...5

```
int i = 1;
do {
    System.out.println(i);
    i++;
} while (i <= 5);
```

- Endlosschleife

```
do System.out.println("Endlos");
while (true);
```



- ❑ Schleife mit Zählvariablen
- ❑ Syntax

```
for ( init_ausdr ; bed_ausdr ; mod_ausdr )  
    anweisung;
```

- ❑ Initialisierungsausdruck *init\_ausdr*
  - ❑ Zählvariable auf Startwert setzen (und evtl. deklarieren)
- ❑ Bedingungsausdruck *bed\_ausdr*
  - ❑ Bedingung für Fortsetzung (Ausführung des Schleifenrumpfes)
- ❑ Modifikationsausdruck *mod\_ausdr*
  - ❑ Verändern der Zählvariablen



1. Zählvariable deklarieren und initialisieren
2. Solange Bedingungsausdruck erfüllt ist (**true** liefert)
3. Führe Anweisung bzw. Anweisungsblock *anweisung* aus
4. Berechne Modifikationsausdruck (Verändern der Zählvariablen)



### □ Zählschleife

```
for (int i = 0; i < 5; i++)  
    System.out.println(i);
```

### □ Endlosschleife

```
for (;;) System.out.println("Endlos");
```

### □ Weitere Möglichkeiten

```
int i = 0, n = 0;  
for (; i < 5 && n < 10; i++, n += 3) {  
    // ...  
}
```



- Beenden der Methodenausführung
- Rücksprung zur Aufrufstelle
- Rückgabe eines Wertes (Ergebnis)
- Syntax

```
return [ ausdruck ];
```

### □ Beispiel

```
int plus(int a, int b) {  
    return a + b;  
}
```



- ❑ Unterbrechen des Kontrollflusses des aktuellen Blocks
- ❑ Fortsetzung nach Anweisungsblock
- ❑ Beispiel:

```
int i = 0;
while (true) {
    if (i == 10)
        break;
    // ...
}
```



- ❑ Unterbrechen des Kontrollflusses des aktuellen Blocks
- ❑ Fortsetzung der Schleife mit der nächsten Iteration
- ❑ Beispiel:

```
for (int i = 0; i < 10; i++) {
    if (i % 2 == 0)
        continue;
    System.out.println(i);
}
```



- ❑ Logische Einheit von einer oder mehreren Anweisungen
- ❑ Immer im Kontext einer Klasse definiert!
- ❑ Definiert Verhalten von Objekten
- ❑ Entspricht Funktion oder Prozedur
- ❑ Kann mit Parametern aufgerufen werden
- ❑ Kann Ergebnis (z. B. einer Berechnung) liefern
- ❑ Spezielle Methode `main` → Hauptprogramm

```
public static void main(String[] args) {  
    Anweisungsfolge  
}
```



- ❑ Notation

```
sichtbarkeit [ static ]  
datentyp name (parameterliste) {  
    anweisungen  
}
```

- ❑ Sichtbarkeit: **public** (öffentlich), **protected** (sichtbar in Objekten gleicher und abgeleiteter Klassen), **private** (nicht-öffentlich)
- ❑ **static** Klassenmethode (nicht auf Objekt!)
- ❑ Datentyp des Rückgabewertes oder **void** (keine Rückgabe)
- ❑ Parameterliste:

```
typ1 name1, ..., typN nameN
```



```
import aup.IOUtils;
public class FacRecursive {
    public static int factorial(int x) {
        if (x <= 1) return 1;
        else return x * factorial(x - 1);
    }
    public static void main(String[] args) {
        int z;
        System.out.print("Zahl: ");
        z = IOUtils.readInt();
        System.out.println("Fakultät(" + z + ") = " +
            factorial(z));
    }
}
```



- ❑ Objektorientierte Programmiersprache Java
- ❑ Entwickelt auf der Grundlage von C++
- ❑ Übersetzung in plattformunabhängigen Bytecode (javac)
- ❑ Ausführung in virtueller Maschine (java)
- ❑ Zahlreiche Werkzeuge
- ❑ Programmieren in Java
  - ❑ Datentypen in Java
  - ❑ Umsetzung von Algorithmen

