

Wo sind wir?

- Java-Umgebung
- Lexikale Konventionen
- **Datentypen**
- Kontrollstrukturen
- Ausdrücke
- Klassen, Pakete, Schnittstellen
- JVM
- Exceptions
- Java Klassenbibliotheken
- Ein-/Ausgabe
- Collections
- Threads
- Applets, Sicherheit
- Grafik
- Beans
- Integrierte Entwicklungsumgebungen

Rudolf Berendof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

48

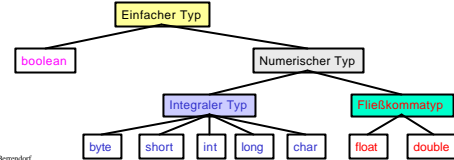
Typen

Java ist eine **streng typisierte Sprache**: Jede Variable und jeder Ausdruck besitzt einen zur Übersetzungszeit bekannten eindeutigen Typ.

Java teilt alle Typen in **zwei Kategorien** auf:

- **Einfache Typen** (boolean, byte, short, int, long, char, float, double)
Der Wert eines einfachen Typen ist das entsprechende Datum.
- **Referenztypen** (Klasse, Schnittstelle, Feld)
Werte eines Referenztyps sind Referenzen (Zeiger) auf Objekte.

Die einfachen Typen **unterteilt man weiter** in:



Rudolf Berendof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

49

Integrale Typen

Typ	Größe (Bit)	Kleinsten Wert	Größter Wert
byte	8	-128	127
short	16	-32.768	32.767
int	32	-2.147.483.648	2.147.483.647 ($> 10^9$)
long	64	-9.223.372.036.854.775.808	9.223.372.036.854.775.807 ($> 10^{18}$)
char	16	\u0000	\uffff (65536)

Die Werte von `byte`, `short`, `int` und `long` werden in **Zweierkomplementdarstellung** repräsentiert, Werte vom Typ `char` als 16 Bit vorzeichenlose ganze Zahlen.

Ganzzahl-Arithmetik generiert bei Operationen niemals einen Fehler wegen Überlauf oder Unterlauf. **Weder der Compiler noch das Laufzeitsystem merken dies.**

Rudolf Berendof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

50

Fließkommatypen

	float	double
Größe (Bit)	32	64
kleinsten negativer Wert	-3.4028235e38	-1.7976931348623157e-308
größter negativer Wert * 0.0	-1.4e-45	-4.9e-324
kleinsten positiver Wert * 0.0	1.4e-45	4.9e-324
größter positiver Wert	3.4028235e38	1.7976931348623157e-308
Signifikante dezimale Nachkommastellen	7	14

Die Werte von `float` und `double` werden in **IEEE 754 Darstellung** repräsentiert, Werte vom Typ `float` im **32-Bit Format** (1 Bit Vorzeichen, 23 Bit Mantisse, 8 Bit Exponent), Werte vom Typ `double` im **64-Bit Format** (1 Bit Vorzeichen, 52 Bit Mantisse, 11 Bit Exponent).

Dezimalpunkt ist **Punkt** und nicht Komma.

Rudolf Berendof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

51

Spezielle Fließkommawerte

- Unterscheidung +0.0, -0.0
- $+\infty$, $-\infty$
- NaN (Not a Number; z.B. bei Division durch 0)

Alle Fließkommawerte bis auf NaN sind **geordnet**:

$-\infty < \text{negativen Werte} < -0.0 < +0.0 < \text{positiven Werte} < +\infty$

Die Unterscheidung zwischen +0.0 und -0.0 ist bei einigen Operationen wichtig:

- $1.0 / +0.0 = +\infty$
- $1.0 / -0.0 = -\infty$

Operationen mit NaN als ein Operand liefern NaN. Eine Operation mit Überlauf liefert $+\infty$, eine Operation mit Unterlauf liefert $-\infty$.

Rudolf Berendof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

52

Der Typ void

Es gibt einen speziellen Typ `void`, der sinngemäß **"Nichts"** bedeutet. Hauptsächlich wird er bei Methodendeklarationen benutzt, um anzugeben, dass eine **Methode keinen Rückgabewert** liefert.

Beispiel:

```

class Test {
    static void ausgeben() {
        System.out.println("Hier ist die erwartete Ausgabe");
        return; // kein Resultatwert
    }

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

Rudolf Berendof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

53

Referenztypen

Es gibt drei Arten von Referenztypen:

- Feldtypen
- Klassentypen (später)
- Schnittstellentypen (verwandt mit den Klassentypen; später)

Unterschiede zu einfachen Typen:

- Ein Referenzwert ist ein **Zeiger** auf ein Objekt und nicht das Objekt selbst.
- Werte einfacher Typen sind atomare Werte, Klassen- und Feldtypen sind **zusammengesetzte Typen**.

double a;  double-Wert

double[] b;  Zeigerwert

Felder

Felder (Engl. array), können Elemente eines **Grundtyps** (beliebiger Typ) bis zu einer bei der Feldinstanziierung **vorgegebenen Maximalzahl** aufnehmen. Felder sind **homogene Datenstrukturen**, d.h. enthalten nur Daten eines Grundtyps (im Gegensatz zu einer Klasse mit heterogenen Datenkomponenten).

Auf die Feldelemente kann **direkt** durch Angabe des Feldnamens und eines Indexausdrucks **zugriffen werden**.

Felder spielen eine **wichtige Rolle in vielen Anwendungsbereichen**, da über sie u.a. mathematische Strukturen wie Vektoren und Matrizen **direkt** implementiert werden können.

Typ Feld

Will man eine Variable deklarieren (später genauer), so muss man einen Typnamen angeben gefolgt von einem Variablenbezeichner. Einen **Feldtyp** kann man angeben, indem man den Basistyp notiert gefolgt von [].

Beispiele:

```
int [ ] feld1; // Variable feld1 hat Typ Feld von int
double [ ] feld2; // Variable feld2 hat Typ Feld von double
MeineKlasse [ ] feld3; // Variable feld3 hat Typ Feld von MeineKlasse
int [ ] [ ] feld4; // Variable feld4 hat Typ Feld von Feld von int
```

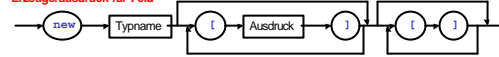
Wichtig:

Feldtypen gehören zu den Referenztypen, d.h. mit der Variablendeklaration wird lediglich eine **Referenz auf ein Feldobjekt angelegt**, kein Objekt dieses Typs selber. D.h., die **Feldelemente** existieren damit noch nicht (nächste Folie)!

feld1 

Erzeugen von Feldern

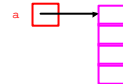
Erzeugerausdruck für Feld



- Typname darf ein **Primitivtyp** (int, char usw.) oder ein **Referenztyp** sein.
- Die **Dimensionierungsausdrücke** müssen alle einen **ganzzahligen Typen** haben (nur long ist nicht erlaubt).
- Das **Offenlassen von Dimensionsangaben** ist nur am Ende der Deklaration möglich. Nach dem ersten []-Paar ohne Dimensionsgröße sind nur noch []-Paare erlaubt.
- Die Größe eines Feldes kann später **nicht mehr verändert** werden.
- Die Erzeugung kann **unabhängig** von einer Variablendeklaration erfolgen.

Beispiele:

```
int[] a = new int[4];
int[] b = new int[4][3];
b = new int[12][2];
MeineKlasse[] c = new MeineKlasse[5];
MeineKlasse[][] d = new MeineKlasse[5][];
```



Schritte bei der Erzeugung

Die (interne) **Reihenfolge der Schritte** bei der Erzeugung eines Feldes durch new ist genau definiert (Grund: reproduzierbarer Ablauf eines Programms auf allen Systemen):

- Bestimmung der Feldgrößenangaben von links nach rechts
 - Überprüfung der Werte (Exception `NegativeArraySizeException`, wenn ein Wert kleiner 0)
 - Speicher für Feld anlegen (Exception `OutOfMemoryException` möglich)
 - Anlegen der Feldelemente
- Mehrdimensionale Felder werden als Felder von Feldern realisiert

Beim Erzeugen eines Feldes in der beschriebenen Syntax werden **alle Feldelemente automatisch zu ihrem Default-Wert initialisiert**

- false für boolean
- '\u0000' für char
- 0 für ganzzahlige Typen
- 0.0 für Fließkommatypen
- null für Referenztypen

Mehrdimensionale Felder

Gibt man eine Deklaration der Form

```
int[][] feld = new int [2][3];
```

an, so wird dies intern umgesetzt als:

```
feld = new int[2];
for (int i=0; i<2; i=i+1)
    feld[i] = new int[3];
```

Die Werte der Feldelemente der 1. Dimension sind also **Referenzen!** In anderen Programmiersprachen ist dies anders, dort wird ein zusammenhängender Speicherbereich für alle Feldelemente angelegt.

Mehrdimensionale Felder

Beispiel:

```
int[][] a = new int[2][3];
int i=1, i1, i2;
for(i1=0; i1 < a.length; i1=i1+1)
  for(i2=0; i2 < a[i1].length; i2=i2+1) {
    a[i1][i2] = i;
    i = i + 1;
  }
```

a[1] ist ein Referenzwert, a[1][2] ein int-Wert.

Rudolf Berendorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 60

Offenlassen von Dimensionsgrößen

```
int[][] a = new int[3][];
int i=1, i1, i2;
for(i1=0; i1 < a.length; i1=i1+1) {
  a[i1] = new int[i1+1];
  for(i2=0; i2 < a[i1].length; i2=i2+1) {
    a[i1][i2] = i;
    i = i + 1;
  }
}
```

Rudolf Berendorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 61

Felder von Referenttypen

Bisher wurden in den Beispielen hauptsächlich Felder angegeben, die einen einfachen Typen als Basistyp besitzen. Genauso kann man aber auch ein **Feld mit einem Referenztyp als Basistyp** angeben.

Beispiel:

```
class Punkt {
  int x, y;
  Punkt() { x = 0; y = 0; }
  Punkt(int xpos, int ypos) { x = xpos; y = ypos; }
}

class Test {
  Punkt[] feld; // Feldvariable anlegen
  int i; // Feld anlegen

  feld = new Punkt[2]; // Feld anlegen

  for(i=0; i<feld.length; i=i+1)
    // Feldelementen Wert zuweisen
    feld[i] = new Punkt(i+1, i+1);
}
```

Rudolf Berendorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 62

Zugriff auf Feldelemente

Der Zugriff auf einzelne Feldelemente geschieht über den Variablennamen des Feldes gefolgt von einem Indexausdruck in eckigen Klammern. Bei mehrdimensionalen Feldern werden die Indexausdrücke in eckigen Klammern hintereinander geschrieben.

Oft gemachter Fehler:
Indizes beginnen bei 0 und enden bei **Dimensionsgröße-1!**
Versucht man auf ein Element außerhalb der Feldgrenzen zuzugreifen, so wird ein **ArrayIndexOutOfBoundsException** Exception ausgelöst.

Beispiele:

```
int[] a = new int [4];
int[][] b = new int[4][3];
MeineKlasse[] c = new MeineKlasse [5];

a[0] = 5; // letzte Element des Feldes
b[3][2] = 3; // Methode aufrufen des 0-ten Feldelementes
c[0].methode(); /* Fehler: ArrayIndexOutOfBoundsException wird zur Laufzeit des Programm ausgelöst */
a[4] = 4;
```

Rudolf Berendorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 63

Länge eines Feldes

Zu jedem Feld lässt sich die Länge erfragen, die man als normalen Wert verwenden kann, der zur Laufzeit des Programms ermittelt wird.

Beispiele:

```
int[] a = new int [4];
int[][] b = new int[4][3];

if (a.length < 10000)
  System.out.println("Mit kleinen Feldern gebe ich mich nicht ab!");

// Dies geht nur, wenn das Feld ein "Rechteck" ist
int gressse_b = b.length * b[0].length * 4;

// häufigste Art der Nutzung (wichtig: nicht Abfrage auf <= in Test)
for(int i = 0; i < a.length; i = i + 1)
  System.out.println(a[i]);
```

Rudolf Berendorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 64

Initialisierung eines Feldes

Beim Anlegen eines Feldes kann man gleichzeitig Werte angeben, mit denen die Feldelemente anfangs belegt sein sollen. Ebenfalls kann man durch Angabe von n Initialisierungswerten eine implizite Dimensionierung vornehmen. In diesen Fällen muss die explizite Erzeugung mittels **new** entfallen.

Feldinitialisierer

Beispiele:

```
int[] a = {0,1,2,3};
int[][] b = { {0,1,2}, {3,4,5}, {6,7,8}, {9,10,11} };
int[] c = {}; // c hat anschließend die Länge 0
int[] d = {0,1,2,3,4,5}; // d hat anschließend die Länge 6
```

Rudolf Berendorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 65

Strings

Wiederholung String-Literale:

String- oder Zeichenketten-Literale sind 0 oder mehr Zeichen in Anführungszeichen eingeschlossen. Längere Strings können in mehrere Teilstrings aufgebrochen werden, die durch + verkettet werden.

Beispiel:

```
"Hallo"
```

Der Typ solch eines Literals ist String, demzufolge ist jedes Zeichenketten-Literal eine Referenz auf eine Instanz der Klasse String!

Es gibt in Java (anders als in anderen Programmiersprachen) keinen Basistyp String (wie char, int, float) sondern eine Klasse String (java.lang.String; siehe API-Dokumentation).

Deshalb zweite Möglichkeit der Erzeugung eines Strings über den Konstruktor:

```
String s = new String("Hallo");
```

Rudolf Bernadof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

66

String verknüpfen

Man kann Strings mit + zu einem (neuen!) String verknüpfen.

Beispiel:

```
System.out.println("String 1 " + "String 2 " + "gehören zusammen");
```

Ausgabe:

```
String 1 String 2 gehören zusammen
```

Dies ist nicht nur mit zwei Strings möglich, sondern auch mit einem String und einem beliebigen anderen Objekt (inkl. Wert eines Primitivtyps). Später mehr.

Beispiel:

```
System.out.println("String " + 4711);  
System.out.println("String " + 47 + 11);  
System.out.println("String " + (47 + 11));
```

Ausgabe:

```
String 4711  
String 4711  
String 58
```

Rudolf Bernadof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

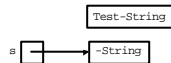
67

Strings

Ebenfalls anders als in anderen Programmiersprachen sind Strings nach der Erzeugung nicht mehr veränderbar. Methoden, die Strings modifizieren wollen, können ein neues String-Objekt als Resultat der Methode zurückgeben.

Beispiel:

```
String meineMethode(String str) {  
    return str.substring(4); // Zeichen 4 bis Ende  
}  
  
public static void main(String[] args) {  
    String s = meineMethode("Test-String");  
}
```



Rudolf Bernadof
FH Bonn-Rhein-Sieg

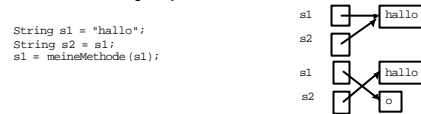
Programmiersprache Java

68

Strings

Nachteil:

Haben zwei String-Variablen den gleichen String als Wert (d.h. zeigen auf das gleiche String-Objekt), so zeigen anschließend beide auf unterschiedliche Strings/Objekte.



Alternative zu String:

Java kennt die Klasse java.lang.StringBuffer, die die Modifikation des Inhalts erlaubt. Ebenfalls wird ein StringBuffer-Objekt automatisch größer oder kleiner.

Rudolf Bernadof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

69

Einige Methoden der Klasse String

Klassenmethode (auch ohne String-Objekt aufrufbar):

```
public static String valueOf(int i);  
Liefert den int-Wert als String. Die Methode gibt es auch für andere Typen (long, float usw.)
```

Instanzenmethoden (nur über String-Objekt aufrufbar):

```
public char charAt(int index);  
Liefert das Zeichen an der Position index (bei 0 beginnend).  
public int compareTo(String anotherString);  
Vergleicht zwei Strings und liefert 0, wenn die Strings gleich sind.  
public int compareToIgnoreCase(String anotherString);  
Vergleicht zwei Strings (Groß- und Kleinschreibung wird ignoriert) und liefert 0, wenn die Strings gleich sind.  
public String concat(String str);  
Hängt an den String des Objektes den String str an.  
public int length();  
Liefert die Länge des Strings.  
public String substring(int beginIndex, int endIndex);  
Liefert Kopie des Teilstrings, der an der Position beginIndex beginnt und an der Position endIndex endet (Indizes beginnen bei 0).
```

Komplette Referenz in der API-Dokumentation!

Rudolf Bernadof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

70

Beispiel

```
public static void main(String[] args) {  
    // impliziter Konstruktor  
    String s1 = "Hallo";  
  
    // Klassenmethode  
    String s2 = String.valueOf(4711); // liefert "4711"  
  
    // Instanzenmethoden  
    int l = s1.length(); // liefert 5  
    String s3 = s1.substring(1,2); // liefert "al"  
    int vgl1 = s1.compareTo("hallo"); // liefert Wert != 0  
    int vgl2 = s1.compareToIgnoreCase("hallo"); // liefert 0  
    String s4 = s1.concat(s2); // liefert "Hallo4711"  
}
```

Rudolf Bernadof
FH Bonn-Rhein-Sieg

Programmiersprache Java

71

Einige Instanzenmethoden der Klasse StringBuffer

```
public StringBuffer append(String str);
    Hängt an den StringBuffer den String str an (gibt es auch für andere Typen als String).
public StringBuffer delete(int beginIndex, int endIndex);
    Entfernt den Substring beginnend bei beginIndex und endend bei endIndex.
public StringBuffer insert(int offset, int i);
    Fügt die String-Darstellung von i ab der Position offset in den StringBuffer ein (gibt es auch für andere Typen als int).
public StringBuffer replace(int start, int end, String str);
    Ersetzt das Stück start-end durch str.
```

Komplette Referenz in der API-Dokumentation!

Beispiel

```
public static void main(String[] args) {
    // impliziter Konstruktor
    StringBuffer sbl = new StringBuffer("Hallo");

    sbl.append(" Leute!"); // ergibt "Hallo Leute!"
    sbl.delete(5,5+7);    // ergibt "Hallo"
}
```

Kommandozeilenargumente

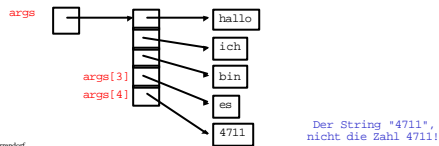
Die Methode main ist wie folgt definiert:

```
public static void main(String[] args);
```

d.h. das Hauptprogramm bekommt als **einziges Argument ein Feld von Strings** übergeben. In diesem Feld sind die einzelnen Strings der Kommandozeile gespeichert, mit denen der Java-Interpreter aufgerufen wurde.

Beispiel:

```
java MeineKlasse hallo ich bin es 4711
```



Beispiel

```
// alle Kommandozeilenargumente ausgeben
class Test {
    public static void main(String[] args) {
        int i;
        for (i=0; i<args.length; i=i+1)
            System.out.println(args[i]);
    }
}
```

Variablen

Variablen bezeichnen einen **Speicherplatz**. Jede Variable hat einen **Typ**, der die möglichen Werte einschränkt. Der Speicherplatz kann entweder einen Wert dieses Typs aufnehmen (einfache Typen) oder eine Referenz bzw. null (Referenztypen).

```
double a; [ 0.0 ] double-Wert
```

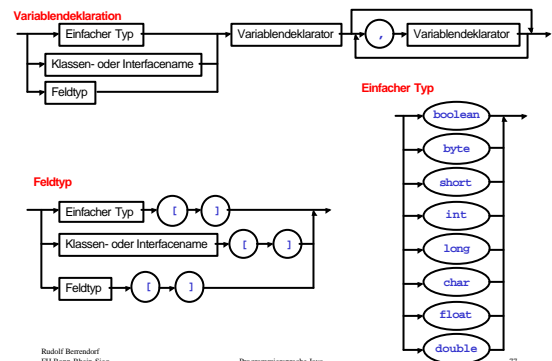
```
double[] b; [ — ] Zeigerwert
```

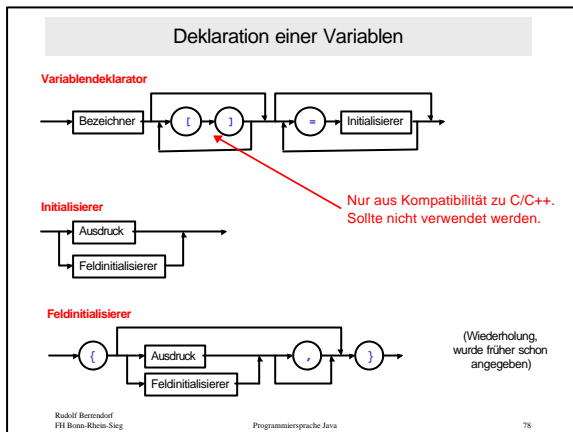
Je nachdem, wo eine Variable verwendet wird, kann sie **unterschiedliche Bedeutung** haben:

```
a = a + 1;
```

Linke Seite: Der Speicherplatz ist gemeint, d.h. speichere den Wert (a+1) dort ab.
Rechte Seite: Nimm den Wert, der an dem Speicherplatz zu finden ist.

Deklaration einer Variablen





Beispiele

```

int i1;
int i2,j2; // mehrere Variablen einfachen Typs
int i3=5, j3=7, k3; // mit Initialisierer (Ausdruck)
MeineKlasse k14 = new MeineKlasse (); // Klassentyp mit Initialisierer (Ausdruck)
float [] f5, g5 = {2,3}; // Feldtyp mit Feldinitialisierer
int[][] i6 = {{1,2,3}, {4,5,6}}; // mehrdimensionaler Feldtyp mit Init.

```

Rudolf Berndorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 79

- ### Arten von Variablen
- Eine **Klassenvariable** ist ein Datenfeld in einer Klassendeklaration, das das Schlüsselwort `static` enthält, oder ein Datenfeld einer Schnittstellendeklaration.
 - Eine **Instanzvariable** ist ein Datenfeld in einer Klassendeklaration ohne das Schlüsselwort `static`.
 - **Lokale Variable** werden in einem Block (später) deklariert.
 - **Feldelemente** sind unbenannte Variable, die erzeugt und mit einem Anfangswert belegt werden, wenn das Feld erzeugt wird.
 - **Methodenparameter** werden bei jedem Aufruf einer Methode als Variable angelegt und mit dem aktuellen Argumentwert initialisiert.
 - **Konstruktorparameter** sind ähnlich Methodenparametern
 - **Parameter einer Ausnahmeroutine** (später)
- Rudolf Berndorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 80

Beispiel

```

class Point {
    static int NumPoints; // NumPoints ist eine Klassenvariable
    int x,y; // x und y sind Instanzvariablen
    int[] w = new int[10]; // w[0] ist ein Feldelement
    Point(int x, int y) { // x und y sind Konstruktorparameter
        this.x = x;
        this.y = y;
    }
    int setX(int x) { // x ist ein Methodenparameter
        int oldx = this.x; // oldx ist eine lokale Variable
        this.x = x;
        return oldx;
    }
}

```

Die **Art einer Variablen** hat u.a. **Einfluss** auf die Lebensdauer einer Variablen.

Rudolf Berndorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 81

- ### Anfangswerte von Variablen
- **Klassen-, Instanz- und Feldvariablen** werden, falls nicht explizit durch einen Initialisierungsausdruck überschrieben, mit einem Defaultwert belegt (`false`, `'\u0000'`, `0`, `0.0` bzw. `null`)
 - **Methoden- und Konstruktorparameter** werden mit dem aktuellen Argument belegt
 - **Parameter einer Ausnahmeroutine** mit dem ausgelösten Objekt (später)
 - Jeder **lokalen Variablen** muss vor ihrer Nutzung (d.h. der Wert wird in einem Ausdruck genutzt) **explizit ein Wert zugewiesen werden!** Dies kann entweder mit einem Initialisierungsausdruck geschehen oder durch eine Zuweisung vor der Nutzung.
- Rudolf Berndorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 82

Beispiel

```

class Test {
    static int i; // mit 0 initialisiert
    float f; // bei Instantisierung mit 0.0f initialisiert
    boolean b; // bei Instantisierung mit false initialisiert
    static char c; // mit '\u0000' initialisiert
    Test o; // bei Instantisierung mit null initialisiert
    Test(int i) { // bei Aufruf mit aktuellem Argument initialisiert
    }
    int methode(int j) { // bei Aufruf mit aktuellem Argument initialisiert
        int i = 5;
        int j;
        i = j; // Fehler: Nicht-initialisierte Variable wird genutzt
        // Hier meckert der Compiler!
    }
}

```

Rudolf Berndorf
FH Bonn-Rhein-Sieg Programmiersprache Java 83