EINI LW

Einführung in die Informatik für Naturwissenschaftler und Ingenieure

Vorlesung 2 SWS WS 16/17

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**
  - Gumm/Sommer, Kapitel 2
  - Echtle/Goedicke, Einführung in die Programmierung mit Java, dpunkt Verlag

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

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Variablen
- Zuweisung
- Datentypen

Variable: eine mathematische Sichtweise

- Variable als **Stellvertreter** für einen unbekannten Wert
  z.B. Lösung linearer Gleichungssysteme
  a = b + 3, b = 2 * c, c = 13

- Variable in Verbindung mit **Gleichungen** erlauben Ersetzung, Einsetzen gleichwertiger Beschreibung für eine Variable
  z.B. a = (2 * 13) + 3 = 29

- Gleichungen erlauben **Operationen**, die die Lösung unverändert lassen, z .B.:

  a = b + 3
  ⇒ a - 3 = b
  ⇒ a - b = 3

Achtung: in Programmiersprachen werden Variable und „=“ ganz anders verstanden und behandelt!

Variable : Die Sichtweise in der Informatik

- In der Informatik steht eine Variable für einen Speicherplatz, der eine bestimmte Art von Datum aufnehmen kann.

- **Deklaration**: Programmiersprachen verlangen i.d.R., dass die Art des Datums festgelegt wird.
  - Eine **Variable hat** einen (Daten-)**Typ**

  - **Einfache** Daten**typen** werden in jeder Sprache bereitgestellt
    - Wahrheitswerte: boolean
    - Zeichen: char
    - Ganze Zahlen: byte, short, int, long
    - Fließkommazahlen: float, double

  - **Deklaration** erfolgt textuell ***vor*** der Verwendung einer Variablen und durch Angabe des Typs, des Namens/Bezeichners und ggfs. eines initialen Wertes

Variable : Die Sichtweise in der Informatik

- Beispiel

```
int i = 5 ;
```

  - deklariert einen Speicherplatz zur Aufnahme eines ganzzahligen Wertes „int“,
  - dieser Speicherplatz wird im folgenden mit „i“ bezeichnet und
  - der Wert „5“ wird initial gespeichert.

- daher: **Deklaration**, **Initialisierung** vor Verwendung einer Variablen

- Konventionen
  - Variablen beginnen mit einem Kleinbuchstaben
  - Variablenbezeichner sollten aussagekräftig sein

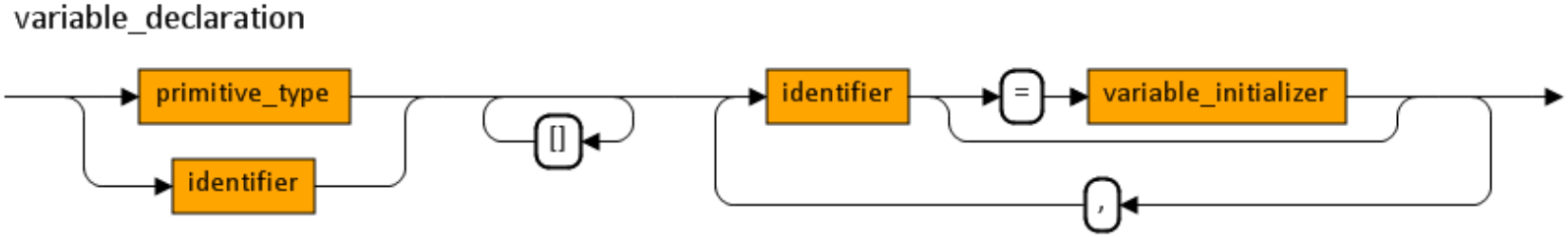
Variable : Die Sichtweise in der Informatik

- **Bedeutung des Semikolons**
- Sequenz
  - „einfachste“ Kontrollstruktur
  - gehört nicht zu einer Anweisung, ist eine eigenständige Kontrollstruktur
  - Trennzeichen zwischen Anweisungen: ;
  - Zuweisungen können aneinandergereiht werden:
  - z.B. a = 3 ; b = a + 4 ;

Syntaxdiagramm

für die Deklaration von Variablen

Variable können direkt in der Deklaration mit einem Wert initialisiert werden.



gültige Deklarationen	ungültige Deklarationen
int i ;	int i
int i = 5;	int i; = 5
byte i, j;	byte i, byte j;
short i = 5, j;	small i, k = 5;
int i; byte j;	int i, byte j;

Einfache Datentypen

- Eine Programmiersprache stellt einen Vorrat an einfachen Datentypen bereit, z.B.:

- **integer**
  - Wertebereich (typ. 4 Byte): -2^{31} ... 0 ... $2^{31}-1$
  - Operationen: +, -, *, /, %
  - Vergleiche: ==, !=, >, >=, <, <=
  - vordefinierte Methoden, z.B. : Math.min, Math.max, Math.abs
  - Konstante: z.B. 123, aber auch Integer.MAX_VALUE, MIN_VALUE

- analog: byte, short, long
  - Unterschiede im Wertebereich und Speichergröße

- des Weiteren:
  - float, double für Gleitpunktzahlen
  - ...

Syntaxdiagramm

für die Zuweisungen von Werten an eine Variablen

- Konstanten
- Ausdrücke
- Rückgabewerte von Methoden
- ...

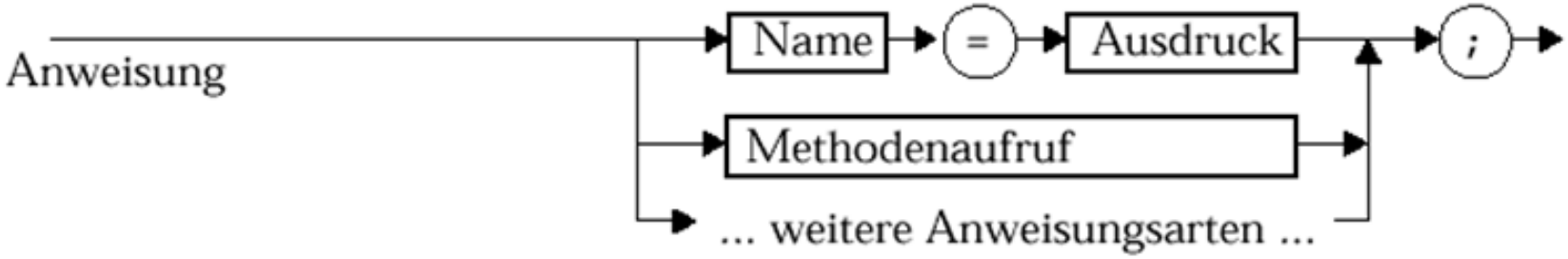


Abb. 2–2 *Syntaxdiagramme*

Lehrbuch der Programmierung mit Java, Echtle Goedicke, Heidelberg, © dpunkt 2000

In diesem Kapitel:

- Prolog
- Variablen
- Zuweisung
- Datentypen

Variablen werden Werte zugewiesen

Beispiel:

- Zuweisung einer Konstanten `x = 10;`
- Zuweisung des Resultates eines arithmetischen Ausdrucks

  `y = 23 * x + 3 * 7 *(5 +6);`
- Die beiden Anweisungen oben sind Zuweisungen an Variablen, d.h. die durch sie repräsentierten Speicherplätze haben am Ende der Ausführung einen **neuen** Wert.
- Der alte Wert ist **unwiederbringlich** verloren!

Variablen werden Werte zugewiesen

Beispiel:

```
int x;

x = 20;

x = x + 1;
```

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Variablen
- Zuweisung
- Datentypen

Zuweisung im Detail

- Grundsätzlich wird durch eine Zuweisung ein errechneter Wert in einer Variablen abgelegt

- Der grundsätzliche Aufbau:
  Variablenname = Ausdruck

```
b = 5*27;
```

- Die **Verwendung des** gespeicherten **Wertes** geschieht **durch** die Angabe des **Variablennamens** in einem Ausdruck

```
a = b *8;
```

- Beachte:

  die Verwendung von Variablennamen auf der linken und der rechten Seite eines Ausdrucks hat daher unterschiedliche Bedeutung!

Zuweisung im Detail

Der Ablauf der Zuweisung

linkeSeite = rechteSeite ;

besteht aus insgesamt drei Schritten:

1. Die **linke Seite** der Zuweisung wird **aufgelöst**
   - ... hier der Variablenname

2. Die **rechte Seite** (Ausdruck) wird **ausgewertet**
   - ... Regeln zu Operatorreihenfolgen etc. werden beachtet

3. Ist die Auswertung der rechten Seite typkompatibel zu der Variablen oder kann automatisch angepasst werden, ist die **Zuweisung erlaubt** und wird kompiliert.

Zuweisung im Detail

Die genannten drei Schritte laufen nur dann ungestört ab, wenn keine Ausnahmen registriert werden

- Die genannte Variable könnte nicht vorhanden sein

```
int x;
y = 4;
```

- Die Auswertung der rechten Seite liefert einen Fehler

```
float x;
x = 5.0 / 0.0;
```

- Typ der Variablen und des Ergebnisses sind nicht typkompatibel

```
int x;
x = "Ich bin ein Name";
```

Zuweisung im Detail

Programmiersprachen erlauben oft eine Reihe abstruser Spezialkonstrukte, die als „Komfort“ verstanden werden ...

linkeSeite2 = (linkeSeite1=rechteSeite1) op rechteSeite2 ;

- Nur zum Verständnis (!) anderer Programme: eine Zuweisung ist auch ein Ausdruck!

- Der zugewiesene Wert einer Zuweisung ist der „Wert“ einer Zuweisung als Ausdruck betrachtet

```
int  a = 1,  b = 2,  c,  d;
c = 3 * (d = a + b + 1);
```

- Mehrere Zuweisungen in einem Ausdruck werden von rechts nach links abgearbeitet:

```
a = b = c = d = 5;          a = (b = (c = (d = 5)));
```

Beispiel: Kurzformen

Kurzversionen für häufig vorkommende Zuweisungen

- Erhöhung einer Variablen um einen Wert
  - a = a + 5; kann geschrieben werden a += 5;
- Verminderung einer Variablen um einen Wert
  - a = a - 5; kann geschrieben werden a -= 5;

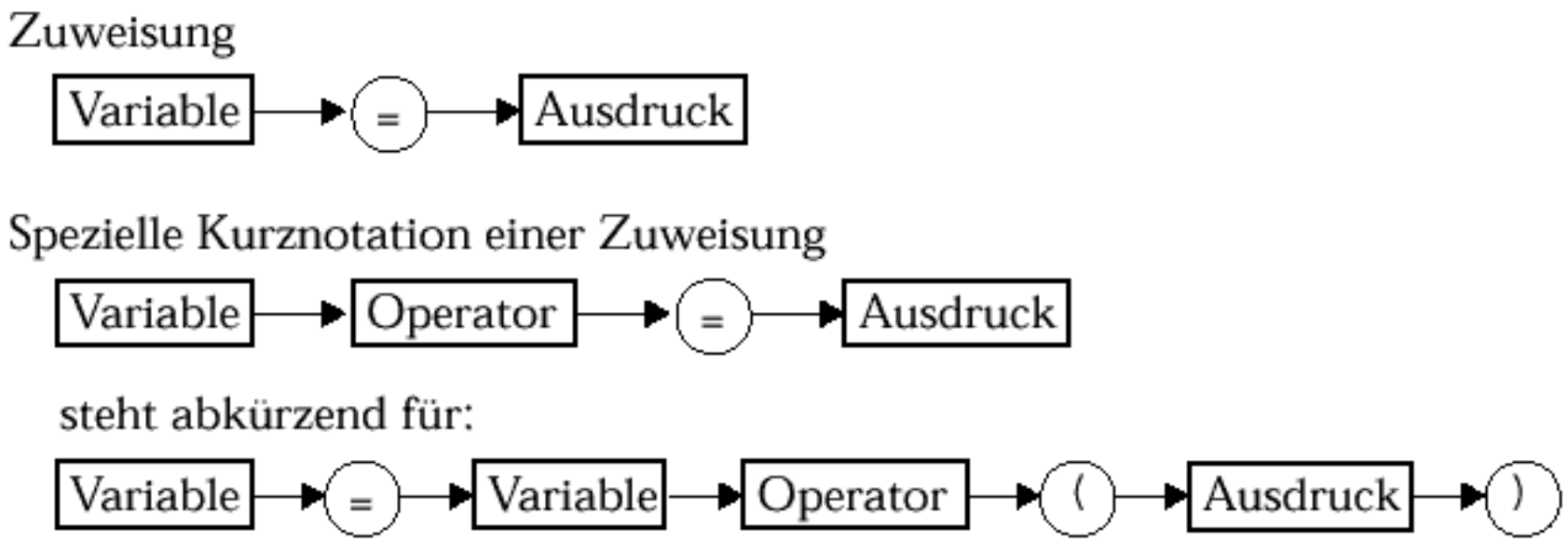


Abb. 2–6 *Syntax der Zuweisung*

Lehrbuch der Programmierung mit Java, Echtle Goedicke, Heidelberg, © dpunkt 2000

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Variablen
- Zuweisung
- Datentypen

Zuweisung im Detail

Die Zuweisungen verändern den Speicherinhalt.

- Besonderheiten, Auswirkungen
- Ringtausch: Vertausche den Wert der Variablen a und b
  - Variante 1:

```
a = b ;
b = a ;
```

liefert **nicht** das erwünschte Ergebnis! **Warum ?**

  - Variante 2: verwendet **Hilfsvariable** c

```
c = a ;
a = b ;
b = c ;
```

funktioniert ! **Warum ?**

Variablen

Variable: Was können Variable verwalten ?

- **Primitive Datentypen**
  - die von einer Programmiersprache bereits fest vorgegeben werden
- **Konstruierte, komplexe Datentypen**
  - die mit Hilfe einiger weiterer Konstrukte deklariert und genutzt werden können
- Zur Erinnerung:
  - „Variable“ beinhaltet: Namen, Speicherort, Typ, Inhalt

- Spezielle Variable können Speicheradressen von anderen Variablen als Inhalt haben.
  - Idee: „Ich kenne nicht den Inhalt, aber ich weiß, wo es steht“
  - also: eine Variable speichert eine Speicheradresse, daher kann man mit dem Wert der Variablen als Adresse im Speicher auf den Inhalt dort zugreifen.

Variablen

- **Großer Unterschied zum Variablen-Begriff in der Mathematik!**
  - In der Mathematik: Variablen repräsentieren beliebigen aber festen Wert, der ggfs. auch noch unbekannt sein kann.
  - In Programmen:
    - Variablen repräsentieren Speicherplätze, die je nach Zuweisung ihren Wert ändern können.
    - Werte müssen den Variablen explizit zugewiesen werden (keine impliziten oder unbekannten Werte von Variablen!)

- **Daher auch ein großer Unterschied bei der Bedeutung des Gleichheitszeichens (=)**
  - In der Mathematik: bezeichnet die (algebraische) Gleichheit von linker und rechter Seite einer Gleichung ... algebraische Umformungen
  - In Programmen: Zuweisung (in anderen Programmiersprachen auch mit := bezeichnet) linke und rechte Seite haben unterschiedliche Bedeutung!

Variablen und ihre Operationen

Weitere Eigenschaften

- Besonderheit von Java (und vergleichbaren Programmier-sprachen)
  - Die **Bedeutung der Operationszeichen** in Ausdrücken hängt von den Typen der beteiligten Variablen ab:

```
int x;
x = 10 + 5;
System.out.print("Der Wert von x:" + x);
```

  - Addition zweier Int-Werte
  - Verkettung von zwei Zeichenketten, mit impliziter Umwandlung des Int-Datentypes
  - Erläuterungen später

Datentypen

- **Datentyp** umfasst
  - die **Wertemenge** und
  - die zulässigen **Operationen** auf den Werten

    z.B. macht es wohl wenig Sinn, in dem Ausdruck
    ```
    13  *  X + X/2
    ```
    für die Variable X den Wert "Hallo " einzusetzen!

- Also müssen zusammenpassen:
  - **Typ** einer Variablen,
  - der **Wert**, der dort gespeichert ist, und
  - die **Operationen**, die auf diesen Wert angewendet werden.

Datentyp `boolean`

- Wahrheitswerte: true und false

- Beispiele für Variable des Datentyps
  - `boolean angemeldet, bezahlt, storniert;`
  - `angemeldet = true;`
  - `bezahlt = false;`

- Operationen auf Werten des Datentyps boolean:
  - logisch „oder“ ||
  - logisch „und“ &&
  - logisch „nicht“ !

- Zudem:
  - Operationen, die auf den numerischen Datentypen definiert sind und Werte aus dem Datentyp boolean liefern: <, >, <=, >=, ==, !=

Beispiel für Datentyp boolean

```
01 public class booleanBeispiel {
02
03  public static void main(String[] args) {
04
05  double  gemessenerDruck = 5.0,
06          maximaldruck = 18.8;
07  int     zuflussStufe = 2, abflussStufe = 3;
08  boolean ueberdruck, unkritisch;
09
10     ueberdruck = gemessenerDruck > maximaldruck;
11
12     unkritisch = !ueberdruck
13        && gemessenerDruck < 1.2 * maximaldruck
14        && zuflussStufe <= abflussStufe;
15
16     System.out.println( "Überdruck: "+ ueberdruck
            + " unkritisch: "+ unkritisch );
17  }
18 }
```

Beispiel für Datentyp `boolean`

Auswertungsreihenfolge aus dem Beispiel:

```
Ueberdruck = gemessenerDruck > Maximaldruck;

unkritisch = !Ueberdruck
             && gemessenerDruck < 1.2f * Maximaldruck
             && ZuflussStufe <= AbflussStufe;
```

```
05  double  gemessenerDruck = 5.0,
06           maximaldruck = 18.8;
07  int      zuflussStufe = 2, abflussStufe = 3;
```

Priotitäten von Operatoren

1. Höchste Priorität genießen die unären Operatoren positives (+) und negatives (-) **Vorzeichen** sowie das boolsche **Komplement** (!).

2. **Multiplikative Operationen** („Punktrechnungen“: * / %)

3. **Additive Operationen** („Strichrechnungen“: + -)

4. **Vergleiche** (== != < > <= >=)

5. **Und-Verknüpfung** (&&)

6. Niedrigste Priorität besitzt **die Oder-Verknüpfung** (||).

► Es hilft, Klammern zu setzen!

Syntaxdiagramm für Boolsche Ausdrücke

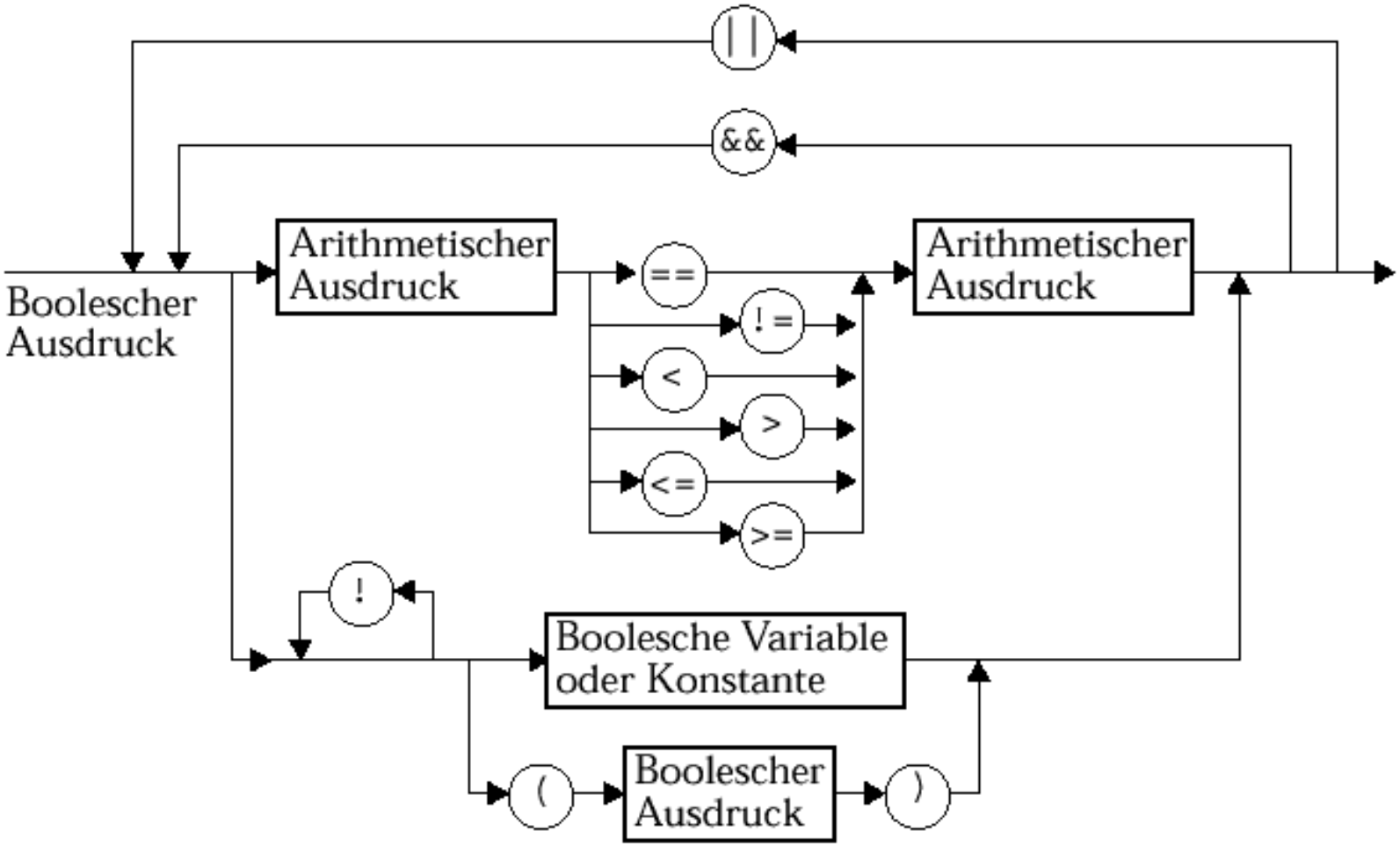


Abb. 2–4 *Syntaxdiagramm eines Booleschen Ausdrucks*

Lehrbuch der Programmierung mit Java, Echtle Goedicke, Heidelberg, © dpunkt 2000

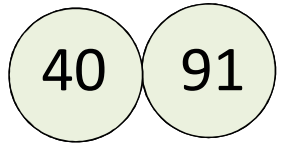
In diesem Kapitel:

- Prolog
- Variablen
- Zuweisung
- **Datentypen**

Datentyp `char`

- Der **Wertebereich** umfasst die Groß- und Kleinbuchstaben, Sonderzeichen und Spezialzeichen (Steuerzeichen, z.B. Leerzeichen)
- **Konstanten** werden in einfache Hochkommata ' gesetzt: 'a' 'Ä' '?'
- Die Zeichen werden alle in einer Tabelle (Unicode) mit Nummern versehen, die Bereiche der Buchstaben und Ziffern sind zusammenhängend
- **Steuerzeichen** werden in einer Spezialnotation angegeben (sog. Escape-Sequenzen \ ):
  '\n' Zeilenvorschub, '\t' Tabulator, '\'' für ' , '\"' für " , '\\' für \
- Die Vergleichsoperationen sind für char auf der Basis der Unicode-Tabelle definiert:

```
char rund = '(', eckig = '[';
boolean x = rund < eckig ;
```



Datentyp `String`

- **Zeichenketten** sind im Datentyp `String` als Werte definiert. `String` ist **nicht** primitiv in Java.
- In Java spielen Werte (=Objekte) vom Typ `String` jedoch eine gewisse Sonderrolle
- **Konstanten** können direkt angegeben werden; werden in Hochkommata "..." eingeschlossen:
  "Der Mond scheint blau \n "
- Zeichenketten können mittels „+“ **verkettet** werden
- Beliebige Datentypen können in Strings umgewandelt werden, wenn sie als Parameter von println auftauchen
- Als Vergleichsoperationen sind nur == und != zugelassen

Datentyp `String`

- Der Vergleich von Objekten vom Typ `String` ist allerdings mit **Vorsicht** zu genießen!

```
public class StringVergleich {

   public static void main(String[] args) {
      String   a = "merkwürdig",
               b = "merkwürdig",
               c = new String ("merkwürdig"),
               d = new String ("merkwürdig");

      System.out.println(a==b);
      System.out.println(c==d);
    }
}
```

Datentyp `String`

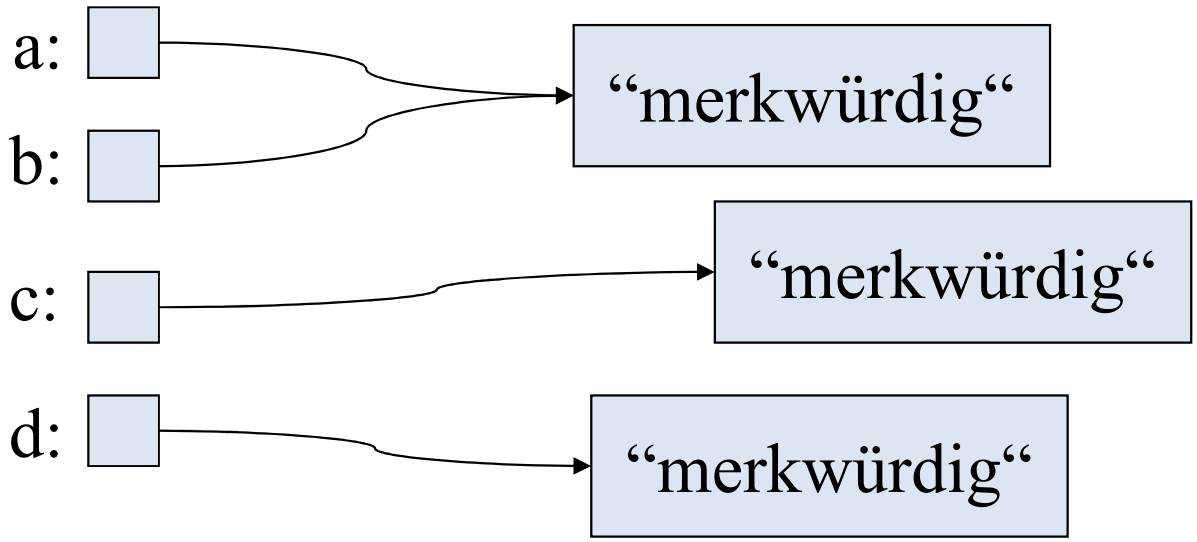
- In diesem Beispiel werden vier Objekte vom Typ `String` benutzt

```
public static void main(String[] args) {
  String a = "merkwürdig",
         b = "merkwürdig",
         c = new String ("merkwürdig"),
         d = new String ("merkwürdig");
...
```

- Die letzten beiden Strings (c und d) sind aber unterschiedliche Objekte
  - und daher liefert
  - == zwischen unterschiedlichen Objekten hier false!

Datentyp `String`

Die Situation zwischen den Variablen a,b,c und d lässt sich durch Kästen und Pfeile charakterisieren:



- `new` erzeugt neue separate Objekte und in diesem Fall mit dem gleichen Inhalt,
- während die Deklaration von a und b aus Ersparnisgründen auf ein und dasselbe Objekt verweisen.
- Dies entscheidet aber der Compiler.

Streng getypte Sprachen

- Das gesamte System von **Datentypen** in Java wird als **streng** bezeichnet, d. h.
- Jede Variable in Java muss mit einem Typ **deklariert** werden, der festlegt
  - welche Werte die Variable aufnehmen kann
  - welche Operationen auf diesen Werten anwendbar sind
- Hilft bei der Überprüfung vieler einfacher Fehler!
- Ist gelegentlich hinderlich, wenn man offensichtliche Gemeinsamkeiten von Datentypen ausnutzen möchte (z.B. Werte aus `short` und `int` verknüpfen)

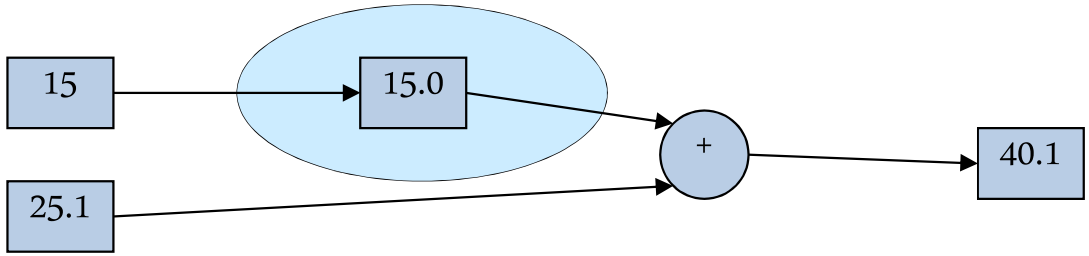
Operanden von + bestimmen Ergebnistypen

Daher wird der Begriff der Typkompatibilität eingeführt.

- Man wird also etwa `3.5*x` als
  - **typkompatibel** bezeichnen, wenn etwa 3.5 (float) und x double ist
  - **nicht typkompatibel** bezeichnen, wenn x `boolean` ist
- Des Weiteren betrachte den Operator „+“:
  - Bezeichnet Addition zwischen den numerischen Typen
  - String-Verkettung zwischen Strings

Streng getypte Fragen

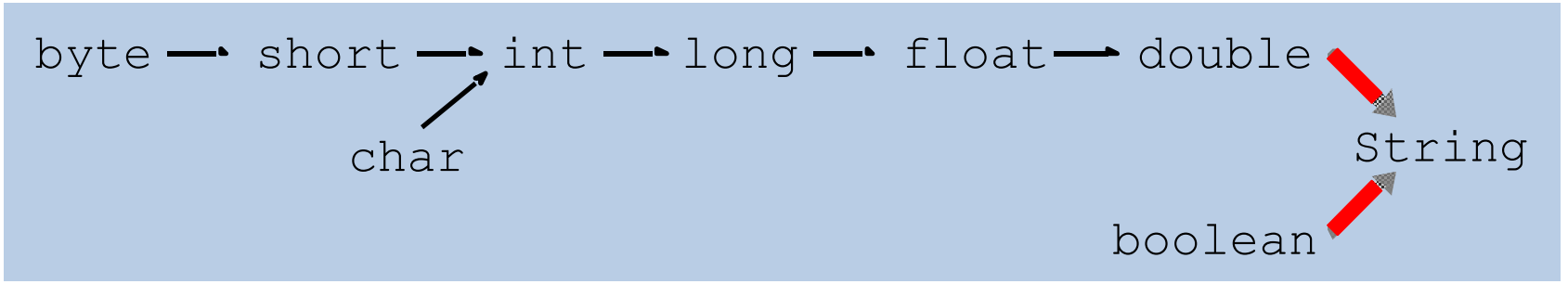
- Standardregeln: int + int -> int etc.
- Ausnahme:
  - byte + byte -> int
  - short + short -> int
- Des Weiteren 15 + 25.1
  - ist in Java erlaubt, aber es muss eine Regel her, die das Ergebnis bestimmt.
- Es wird kein neuer Operator int + float eingeführt, sondern:



Implizite Typanpassung

Diesen Vorgang nennt man implizite Typanpassung

- Ist (in Java) nicht zwischen beliebigen Typen möglich
- Die Umwandlung geschieht nur in Richtung des allgemeineren Typs hin
  - int und boolean bleiben nicht kompatibel
  - int -> float hingegen schon
- Insgesamt gilt folgende Regelung für Java:



Besonderheit bzgl. des Pfeils (-> `String`)

- Bereits in den ersten Beispielprogrammen:

```
System.out.println("Wert:"+ a);
```

- Hier wird keine in dem obigen Sinne **implizite** Datentyp-Umwandlung veranstaltet, sondern eine **explizite** mit Hilfe der Methode **`toString()`**, die **implizit** durch **`println()`** genutzt wird.

- **`toString()`** ist im Java-System definiert und kann vom Programmierer verändert werden.

- Der Java-Compiler sorgt dafür, dass in Ausdrücken der Form
  `xyz + string`
  für **`xyz`** zunächst das zugehörige **`toString()`** aufgerufen wird.

Reihenfolge der Operatoren

In Ausdrücken Reihenfolge der Operatoren beachten!

- Beispiel:
  - `System.out.print(17 + " und " + 4)`
  - liefert: 17 und 4

  während

  - `System.out.print(17 + 4 + " und")`
  - liefert: 21 und

- Ansonsten arbeiten die Umwandlungsregeln intuitiv

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

In diesem Kapitel:
- Prolog
- Variablen
- Zuweisung
- **Datentypen**

Übersicht

Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Nächste Termine

- Nächste Vorlesung – WiMa 17.11.2016, 08:15
- Nächste Vorlesung – LogWIng 18.11.2016, 08:15