

Vorlesung



Programmieren I und II

Unit 2

Grundlagen imperativer Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

1

Disclaimer



Zur rechtlichen Lage an Hochschulen:

Dieses Handout und seine Inhalte sind durch den Autor selbst erstellt. Aus Gründen der Praktikabilität für Studierende lehnen sich die Inhalte stellenweise im Rahmen des Zitatrechts an Lehrwerken an.

Diese Lehrwerke sind explizit angegeben.

Abbildungen sind entweder selber erstellt, als Zitate kenntlich gemacht oder unterliegen einer Lizenz, die nicht die explizite Nennung vorsieht. Sollten Abbildungen in Einzelfällen aus Gründen der Praktikabilität nicht zweifelsfrei als Zitat kenntlich sein, so ergibt sich die Herkunft immer aus ihrem Kontext: „Zum Nachlesen ...“.

Creative Commons:

Und damit andere mit diesen Inhalten vernünftig arbeiten können, wird dieses Handout unter einer Creative Commons Attribution-ShareAlike Lizenz (CC BY-SA 4.0) bereitgestellt.



<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0>

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

2



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

*Praktische Informatik und
betriebliche Informationssysteme*

- Raum: 17-0.10
- Tel.: 0451 300 5549
- Email: nane.kratzke@th-luebeck.de



@NaneKratzke

Updates der Handouts auch über Twitter #prog_inf und
#prog_itd

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

3

Units

1. Semester
2. Semester

Unit 1 Einleitung und Grundbegriffe	Unit 2 Grundlagen imperativer Programmierung	Unit 3 Selbstdefinierbare Datentypen und Collections	Unit 4 Einfache I/O Programmierung
Unit 5 Rekursive Programmierung, rekursive Datenstrukturen, Lambdas	Unit 6 Objektorientierte Programmierung und UML	Unit 7 Konzepte objektorientierter Programmiersprachen, Klassen vs. Objekte, Pakete und Exceptions	Unit 8 Testen (objektorientierter) Programme
Unit 9 Generische Datentypen	Unit 10 Objektorientierter Entwurf und objektorientierte Designprinzipien	Unit 11 Graphical User Interfaces	Unit 12 Multithread Programmierung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

4

Abgedeckte Ziele dieser UNIT



Kennen existierender Programmierparadigmen und Laufzeitmodelle	Sicheres Anwenden grundlegender programmiersprachlicher Konzepte (Datentypen, Variable, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen)	Fähigkeit zur problemorientierten Definition und Nutzung von Routinen und Referenztypen (insbesondere Liste, Stack, Mapping)	Verstehen des Unterschieds zwischen Werte- und Referenzsemantik
Kenn und Anwenden des Prinzips der rekursiven Programmierung und rekursiver Datenstrukturen	Kenn des Algorithmusbegriffs, Implementieren einfacher Algorithmen	Kennen objektorientierter Konzepte Datenkapselung, Polymorphie und Vererbung	Sicheres Anwenden programmiersprachlicher Konzepte der Objektorientierung (Klassen und Objekte, Schnittstellen und Generics, Streams, GUI und MVC)
Kenn von UML Klassendiagrammen, sicheres Übersetzen von UML Klassendiagrammen in Java (und von Java in UML)	Kenn der Grenzen des Testens von Software und erste Erfahrungen im Testen (objektorientierter) Software	Sammeln erster Erfahrungen in der Anwendung objektorientierter Entwurfsprinzipien	Sammeln von Erfahrungen mit weiteren Programmiermodellen und -paradigmen, insbesondere Multithread Programmierung sowie funktionale Programmierung

Am Beispiel der Sprache JAVA

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

5

Themen dieser Unit

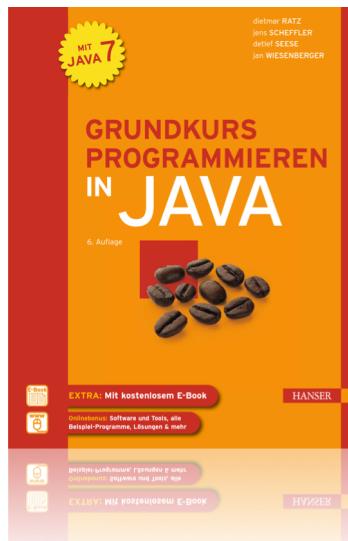


Datentypen	Operatoren	Kontrollstrukturen	Routinen
<ul style="list-style-type: none">• Werte• Variablen• Wertetypen	<ul style="list-style-type: none">• Ausdrücke• Arithmetisch• Relational• Logisch• Bedingte Auswertung• Zuweisung• Type Cast	<ul style="list-style-type: none">• Anweisungsfolgen wiederholen• Bedingte Ausführung von Anweisungsfolgen• Mehrfach-Verzweigungen• Schleifen	<ul style="list-style-type: none">• Parametrisierbarer Code• Aufrufen wieder verwendbarer Funktionalität

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

6

Zum Nachlesen ...



Kapitel 4

Grundlagen der Programmierung in JAVA

Abschnitt 4.3

Einfache Datentypen

Abschnitt 4.4

Der Umgang mit einfachen Datentypen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

7

Worum geht es nun?



Ganzzahlige
Datentypen

Gleitkommatypen

Wahrheitstyp

Zeichen

Zeichenketten

Typumwandlungen

Deklaration und
Initialisierung

Wertzuweisung
an Variablen

Auslesen von
Werten aus
Variablen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

8

Variablen

- dienen in Programmiersprachen dazu
- Werte zu speichern
- und mittels eines Namens (symbolische Adresse) ansprechen zu können.

Arbeitsspeicher

<i>symbolische Adresse</i>	<i>Adresse im Speicher</i>	<i>Inhalt der Speicherzelle</i>	<i>Typ des Inhalts</i>
b	94	107	<i>ganzzahliger Wert</i>
	:	:	

Quelle: Grundkurs Programmieren in Java

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

9

Primitive Datentypen



- JAVA kennt 8 primitive Datentypen.

Typname	Länge (in Byte)	Wertebereich	Standardwert
boolean	1	true, false	false
char	2	Alle Unicode-Zeichen	\u0000
byte	1	-2 ⁷ ... 2 ⁷ -1	0
short	2	-2 ¹⁵ ...2 ¹⁵ -1	0
int	4	-2 ³¹ ...2 ³¹ -1	0
long	8	-2 ⁶³ ...2 ⁶³ -1	0
float	4	±3,402823...*10 ³⁸	0.0
double	8	±1,797693...*10 ³⁰⁸	0.0

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

10



Ganzzahlige Datentypen byte, short, int, long (integrale Typen)

<p>Vier ganzzahlige Datentypen</p> <ul style="list-style-type: none">• byte – 1 Byte Länge• short – 2 Byte Länge• int – 4 Byte Länge• long – 8 Byte Länge	<p>Für alle ganzzahligen Datentypen gilt:</p> <ul style="list-style-type: none">• Vorzeichenbehaftet• Länge ist auf allen Plattformen gleich
--	---

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 12

Ganzzahlige Datentypen byte, short, int, long (integrale Typen)



```
byte max = Byte.MAX_VALUE;  
byte min = Byte.MIN_VALUE;  
System.out.println(min);  
System.out.println(max);
```

-128

127

```
int max = Integer.MAX_VALUE;  
int min = Integer.MIN_VALUE;  
System.out.println(min);  
System.out.println(max);
```

-2147483648

2147483647

```
short max = Short.MAX_VALUE;  
short min = Short.MIN_VALUE;  
System.out.println(min);  
System.out.println(max);
```

-32768

32767

```
long max = Long.MAX_VALUE;  
long min = Long.MIN_VALUE;  
System.out.println(min);  
System.out.println(max);
```

-9223372036854775808

9223372036854775807

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

13

Gleitkommatypen float, double



Zwei Datentypen für Nichtganzzahlen

- **float**
 - 4 Byte Länge
 - Einfache Genauigkeit
- **Double**
 - 8 Byte Länge
 - Doppelte Genauigkeit

Für alle Fießkommadatentypen gilt:

- Dezimalnotation bestehend aus
 - Vorkomma
 - Dezimalpunkt
 - einem Nachkommaanteil
 - einem Exponenten (optional)
 - einem Suffix (optional)

Vorkomma.Nachkomma[eExponent][f|d]

Beispiele:

3.4e3d = 3.400,0 doppelte Genauigkeit (double)

.6 = 0,6

1. = 1,0

2f = 2,0 einfache Genauigkeit (float)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

14

Gleitkommatypen

float, double

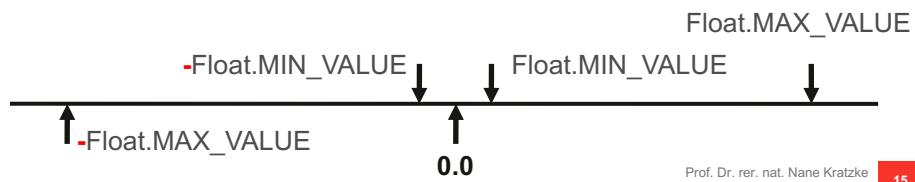
Beispiel funktioniert für double analog

```
float max_float = Float.MAX_VALUE;  
float a_float = 3.4e3f;  
float min_float = Float.MIN_VALUE;  
System.out.println(min_float);  
System.out.println(a_float);  
System.out.println(max_float);
```

1.401298464324817E-45

3400.0

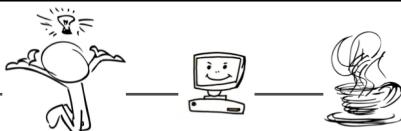
3.4028234663852886E38



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

15

Miniübung:



```
double a = 0.7;  
double b = 0.9;  
double x = a + 0.1;  
double y = b - 0.1;  
if (x == y) {  
    System.out.println("Ich kann rechnen.");  
} else {  
    System.out.println("Ich kann nicht rechnen.");  
}
```

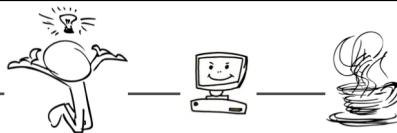
Ergibt welche Ausgabe?

Ich kann nicht rechnen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

16

Miniübung:



Sie sollten daher besser so etwas schreiben:

```
double a = 0.7;
double b = 0.9;
double x = a + 0.1;
double y = b - 0.1;
double delta = 1E-25d; // definiert Gleichheit
if (Math.abs(x - y) < delta) {
    System.out.println("Ich kann rechnen.");
} else {
    System.out.println("Ich kann nicht rechnen.");
}
```

Wahrheitstyp (I) boolean

boolean kennt zwei verschiedene Werte

- true
- false
- Variablen dieses Typs dienen der Verarbeitung von Wahrheitsaussagen

Wahrheitswerte beruhen ausschließlich auf boolean

- Andere Programmiersprachen werten oft den Inhalt einer Variable ungleich null aus, was zu Unsauberheiten in der Programmierung führt
- Dies geht in JAVA nicht!

Wahrheitstyp (II) boolean



```
boolean a = false;  
  
if (a) {  
    System.out.println("a war true");  
} else {  
    System.out.println("a war false");  
}
```

Korrektor Einsatz
eines boolschen
Variable in JAVA.

```
int a = 0;  
  
if (a != 0) {  
    System.out.println("a war true");  
} else {  
    System.out.println("a war false");  
}
```

Falscher Einsatz
einer ganzzahligen
Variable als
boolean Ersatz in
JAVA.

Diverse Prog-Sprachen
erlauben so etwas.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

19

Zeichen char



Zur Verarbeitung von
Zeichen bietet JAVA den
Datentyp char an.

```
char zeichen = 'A';
```

Was machen Sie, wenn Sie das
Zeichen ' ausdrücken wollen?

```
char zeichen = ''';
```

Verwirrt den JAVA-Compiler, da
er nicht mehr weiß, wo das
Zeichen anfängt und aufhört.

```
char zeichen = '\'';
```

Ausweg: Nutzung sogenannter
ESCAPE-Sequenzen,

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

20

Zeichtyp char – (ESC-Sequenzen)



ESC-Sequenz	Bedeutung
\b	Rückschritt (Backspace, dass durch die DEL-Taste erzeugte Zeichen)
\t	Horizontaler Tabulator (das durch die TAB-Taste erzeugte Zeichen)
\n	Zeilenschaltung (Newline)
\f	Seitenumbruch (Formfeed)
\r	Wagenrücklauf (Carriage Return – das durch die ENTER Taste erzeugte Zeichen)
\"	Doppeltes Anführungszeichen
\'	Einfaches Anführungszeichen
\\"	Backslash \

ESCAPE Zeichen werden zur Darstellung von Sonderzeichen oder nicht darstellbaren Zeichen genutzt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

21

Worum geht es nun?



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

22

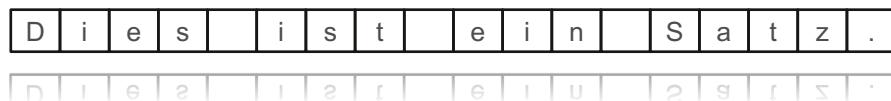
Strings



In JAVA werden Zeichenketten durch die Klasse String repräsentiert.

Reihung von Elementen des Typs char.

Ein String ist eine indizierte Liste von Zeichen.



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

23

Methoden der Klasse String



Zeichenextraktion

Länge

Vergleichen

Suchen

Ersetzen

Zerlegen

Jedes Zeichen eines Strings kann über einen Index angesprochen werden.

Das erste Zeichen hat den Index 0.

```
String str = "Dies ist ein Satz.";
char c = str.charAt(5);
```

```
String substr = str.substring(9, 12);
```

```
String finstr = str.substring(13);
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

24

Methoden der Klasse String

| Zeichenextraktion

| Länge

| Vergleichen

| Suchen

| Ersetzen

| Zerlegen

Länge eines Strings entspricht der Anzahl an Zeichen eines Strings.

Die Länge eines leeren Strings ist 0.

```
String str = "Dies ist ein Satz.";
int length = str.length();
```

18

```
String empty = "";
int length = empty.length();
```

0

```
String empty2 = " ";
length = empty2.length();
```

1



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

25

Methoden der Klasse String

| Zeichenextraktion

| Länge

| Vergleichen

| Suchen

| Ersetzen

| Zerlegen

Mit den folgenden **equals** Methoden lassen sich Strings inhaltlich auf Gleichheit vergleichen.

```
String hallo = "hallo";
String HALLO = "HALLO";
boolean gleich = hallo.equals(HALLO);
```

false

```
gleich = hallo.equalsIgnoreCase(HALLO);
```

true



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

26

Methoden der Klasse String



Mit den folgenden Operatoren lassen sich Strings lexikalisch vergleichen.

| Zeichenextraktion

| Länge

| Vergleichen

| Suchen

| Ersetzen

| Zerlegen

```
String name1 = "Müller";
String name2 = "Meier";
int res = name1.compareTo(name2);
> 0 – d.h. lexikalisch dahinter einzusortieren
res = name2.compareTo(name1);
< 0 – d.h. lexikalisch davor einzusortieren
res = name1.compareTo(name1);
= 0 – d.h. Zeichenketten sind gleich
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

27

Methoden der Klasse String



Mit der **indexOf** Methode lassen sich Zeichenketten in Strings finden:

| Zeichenextraktion

| Länge

| Vergleichen

| Suchen

| Ersetzen

| Zerlegen

```
String str = "Dies ist ein Satz";
int i = str.indexOf("Satz");
13
i = str.indexOf("existiert nicht");
-1 – d.h. Suchstring wurde nicht gefunden
i = str.indexOf("i");
1
i = str.indexOf("i", 3);
5
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

28

Methoden der Klasse String



Zeichenextraktion

Länge

Vergleichen

Suchen

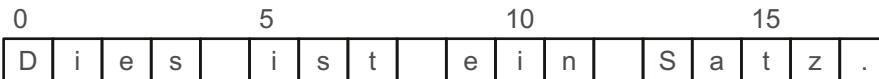
Ersetzen

Zerlegen

Mit den **startsWith/endsWith** Methoden lässt sich prüfen, ob eine Zeichenkette Anfang/Ende einer anderen Zeichenkette ist.

```
String str = "Dies ist ein Satz";  
boolean b = str.startsWith("Satz");  
false
```

```
String str = "Dies ist ein Satz";  
boolean b = str.endsWith("Satz");  
true
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

29

Methoden der Klasse String



Zeichenextraktion

Länge

Vergleichen

Suchen

Ersetzen

Zerlegen

Mit der **contains** Methode lässt sich prüfen, ob eine Zeichenkette Bestandteil einer anderen Zeichenkette ist.

```
String str = "Dies ist ein Satz";  
boolean b = str.contains("Satz");  
true
```

```
String str = "Dies ist ein Satz";  
boolean b = str.contains("kein");  
false
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

30

Methoden der Klasse String



Mit den folgenden Methoden lassen sich Ersetzungen in Zeichenketten vornehmen.

- | Zeichenextraktion
- | Länge
- | Vergleichen
- | Suchen
- | Ersetzen
- | Zerlegen

```
String str = "Dies ist ein Satz";
String newstr = str.toLowerCase();
dies ist ein satz
newstr = str.toUpperCase();
DIES IST EIN SATZ
newstr = str.replace("ist ein",
"kein");
Dies kein Satz
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 31

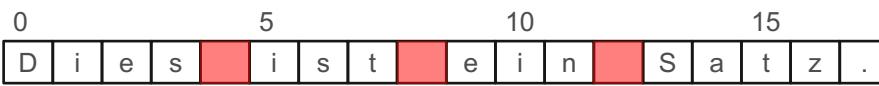
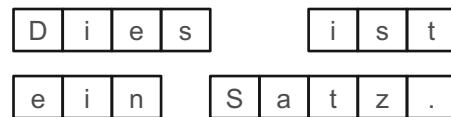
Methoden der Klasse String



Mit der **split** Methode lassen sich Zeichenketten in Teilzeichenketten zerlegen.

- | Zeichenextraktion
- | Länge
- | Vergleichen
- | Suchen
- | Ersetzen
- | Zerlegen

```
str = "Dies ist ein Satz.";
String[] subs = str.split(" ");
```



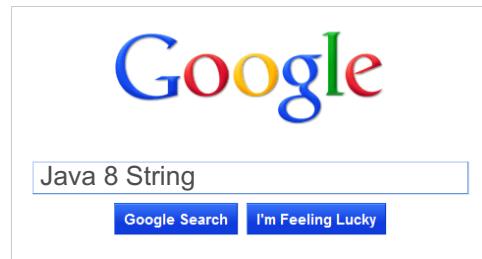
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 32

Methoden der Klasse String

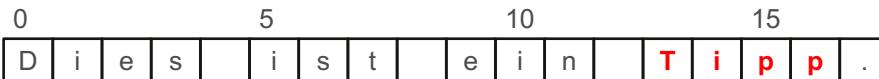


Weitere Methoden der Klasse `String` finden Sie hier:

<https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/String.html>

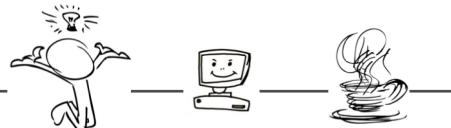


Quelle: <http://www.google.com>



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 33

Mini-Übung:



Schreiben Sie nun ein Programm, das einen beliebigen Satz von der Konsole einliest und bestimmt wie viele Worte dieser Satz hat.

Bitte geben Sie einen Satz ein:

> Dies ist nur ein doofes Beispiel

Der Satz 'Dies ist nur ein doofes Beispiel' hat 6 Wörter.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme 34

Worum geht es nun?

Ganzzahlige Datentypen Gleitkommatypen Wahrheitstyp

Zeichen Zeichenketten

Deklaration und Initialisierung Wertzuweisung an Variablen Auslesen von Werten aus Variablen

Haben sie – ohne es zu merken – bereits alles in Unit I gehört.

Siehe Operatoren (Typecast)
Typumwandlungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

35

Variablen

Eine Variable ist ein **Speicherplatz**. Über einen **Variablennamen** (Bezeichner) kann man auf den Inhalt einer Variablen zugreifen.

Einer Variablen kann ein bestimmter Inhalt (Wert) zugewiesen und dieser später wieder ausgelesen werden.

Um Variablen zu verstehen, muss man begreifen wie

- (1) man Variablen deklariert,
- (2) Variablen Werte zuweist
- (3) und Werte aus Variablen ausliest.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

36

Deklaration von Variablen



Um eine Variable nutzen zu können, muss man diese einführen. Dies erfolgt durch eine **Deklaration**.

Mittels einer Deklaration kann man eine Variable **benennen** und einer Variablen einen **Datentyp** zuweisen.

```
short ziel; // Deklarationsanweisung zur Erzeugung  
// einer Variablen vom Typ short mit  
// dem Namen ziel
```

```
int zahl = 15; // Initialisierungsanweisung zu  
// Erzeugung einer Variablen vom Typ  
// int mit dem Namen zahl und dem  
// initialen Wert fünfzehn
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

37

Wertzuweisung an Variablen



Um einer Variable Werte zu zuweisen, benötigt man einen **Zuweisungsoperator** **=**. Es können mit diesem

- Werte
 - Ausdrücke oder
 - Routinenrückgaben
- einer Variablen zugewiesen werden.

```
double var;  
  
var = 5.0;          // Zuweisung eines Wertes  
var = 5.0 + 3;      // Zuweisung des Werts eines  
// Ausdrucks (hier 8)  
var = Math.sqrt(9); // Zuweisung der Rückgabe einer  
// Routine (hier 3, Wurzel aus 9)
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

38

Lesen aus Variablen



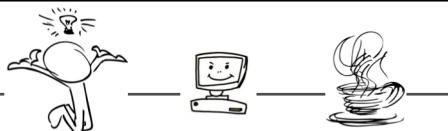
Es gibt üblicherweise **keinen Ausleseoperator** für Variablen in Programmiersprachen. Variablen kommen in Ausdrücken vor und werden im Rahmen der Auswertung dieser Ausdrücke ausgelesen. Einer der einfachsten Ausdrücke ist einfach das Vorkommen einer Variablen. Eine Variable wird also immer dann ausgelesen, wenn sie in einem **Ausdruck** vorkommt.

```
double var = 16.0;  
  
// Auslesen und direktes Ausgeben einer Variablen  
System.out.println(var);  
  
// Auslesen, Ausdruck berechnen und Ausgeben einer  
// Variablen  
System.out.println(var + 8);  
  
// Auslesen, Wert an andere Routine übergeben und Ausgeben  
// des Routinenergebnisses  
System.out.println(Math.sqrt(var));
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

39

Mini-Übung:



Sie sollen verschiedene Variablen in einem Programm deklarieren.

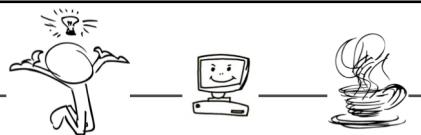
Finden Sie passende und möglichst platzsparende Datentypen für eine Variable, die angibt

- (1) wie viele Menschen in Deutschland leben,
- (2) wie viele Menschen auf der Erde leben,
- (3) ob es gerade Tag ist,
- (4) wie hoch die Trefferquote eines Stürmers ist,
- (5) wie viele Semester sie zu studieren beabsichtigen,
- (6) wie viele Studierende sich für einen Studiengang gemeldet haben,
- (7) mit welchem Buchstaben ihr Name beginnt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

40

Mini-Übung:



Welche der folgenden expliziten Typkonvertierungen ist unnötig,
da Sie im Bedarfsfall implizit durchgeführt wird.

- (int) 3
- (long) 3
- (long) 3.1
- (short) 3
- (short) 31
- (double) 31
- (int) 'x'
- (double) 'x'

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

41

Zusammenfassung



- **Einfache Datentypen**
 - Ganzzahlige Datentypen
 - Gleitkommatypen
 - Wahrheitstyp
 - Zeichen
 - Zeichenketten
 - Typumwandlungen
- **Variablen**
 - Deklaration und Initialisierung
 - Wertzuweisung an Variablen
 - Auslesen von Werten aus Variablen



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

42

Themen dieser Unit



Datentypen

- Werte
- Variablen
- Wertetypen

Operatoren

- Ausdrücke
- Arithmetisch
- Relational
- Logisch
- Bedingte Auswertung
- Zuweisung
- Type Cast

Kontrollstrukturen

- Anweisungsfolgen wiederholen
- Bedingte Ausführung von Anweisungsfolgen
- Mehrfach-Verzweigungen
- Schleifen

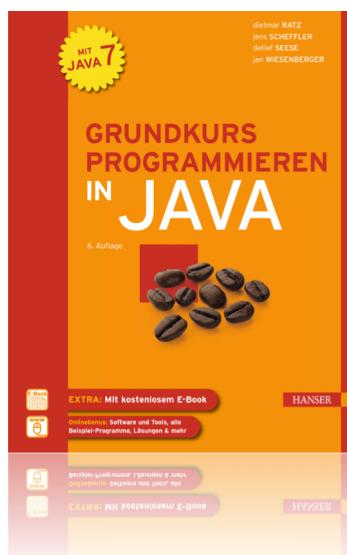
Routinen

- Parametrisierbarer Code
- Aufrufen wieder verwendbarer Funktionalität

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

43

Zum Nachlesen ...



Kapitel 4

Grundlagen der Programmierung in JAVA

Abschnitt 4.4.2

Operatoren und Ausdrücke

Abschnitt 4.4.3

Allgemeine Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

44

Worum geht es nun?



Arithmetische Operatoren

Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

45

Operatoren



- dienen in Programmiersprachen dazu
- Werte
 - miteinander zu **verrechnen** oder
 - miteinander zu **vergleichen** oder
- Variablen **zuzuweisen**

Bsp.: Berechnung

```
int a = 5; int b = 2;  
  
Sys.out.println(a + b);
```

Bsp.: Zuweisung

```
int a = 5; int b = 2;  
a = b;  
Sys.out.println(b);
```

Bsp.: Vergleich

```
int a = 5; int b = 2;  
  
Sys.out.println(a < b);
```

Bsp.: Zuweisung und Vergleich

```
int a = 5; int b = 2;  
boolean c = a < b;  
Sys.out.println(c);
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

46

Worum geht es nun?



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

47

Arithmetische Operatoren



Erwarten numerische Operanden

Liefern numerische Operanden

Dienen numerischen Berechnungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

48

Liste arithmetischer Operatoren



Operator	Bezeichnung	Bedeutung
+	Positives Vorzeichen	$+n = n$
-	Negatives Vorzeichen	$-n = -1 * n$
+	Summe	$a + b = \text{Summe von } a \text{ und } b$
-	Differenz	$a - b = \text{Differenz von } a \text{ und } b$
*	Produkt	$A * b = \text{Produkt von } a \text{ und } b$
/	Quotient	$a / b = \text{Quotient von } a \text{ und } b. \text{ Bei ganzzahligen Typen handelt es sich um die Division ohne Rest.}$
%	Restwert (Modulo)	$a \% b = \text{Rest der ganzzahligen Division von } a \text{ durch } b.$
++	Präinkrement	$++a \text{ ergibt } a + 1$
++	Postinkrement	$a++ \text{ ergibt } a + 1$
--	Prädekrement	$--a \text{ ergibt } a - 1$
--	Postdekrement	$a-- \text{ ergibt } a - 1$

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

49

Miniübung zu arithmetischen Operatoren



```
int ai = 5; int bi = 2;  
float af = 5.0; float bf = 2.0;
```

```
System.out.println(ai + bi);
```

7

```
System.out.println(ai / bi);
```

2

```
System.out.println(af / bi);
```

2.5

```
System.out.println(ai % bi);
```

1

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

50

Miniübung zu arithmetischen Prä- und Postfix-Operatoren



```
int ai = 5; int bi = 2;
```

```
System.out.println(ai++);
```

5

```
System.out.println(ai);
```

6

```
System.out.println(--bi);
```

1

```
System.out.println(bi);
```

1

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

51

Worum geht es nun?



Arithmetische Operatoren



Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

52

Relationale Operatoren



Erwarten beliebige Ausdrücke

Liefern boolsche Werte

Dienen dem Vergleich von Ausdrücken

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

53

Liste relationaler Operatoren



Operator	Bezeichnung	Bedeutung
<code>==</code>	gleich	a == b ergibt true wenn a und b gleich sind. Sind a und b Referenztypen müssen sie auf dasselbe Objekt zeigen.
<code>!=</code>	ungleich	a != b ergibt true, wenn a und b nicht gleich sind. Sind a und b Referenztypen ergibt a != b true wenn a und b auf verschiedene Objekte zeigen.
<code><</code>	kleiner	a < b ergibt true wenn a kleiner als b ist.
<code>></code>	größer	A > b ergibt true wenn a größer als b ist.
<code><=</code>	Kleiner gleich	a <= b ergibt true wenn a kleiner als b oder gleich b ist.
<code>>=</code>	größer gleich	a >= b ergibt true wenn a größer als b oder gleich b ist.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

54

Miniübung zu relationalen Operatoren



```
int ai = 5; int bi = 2;
```

```
System.out.println(ai == bi);
```

false

```
System.out.println(ai != bi);
```

true

```
System.out.println(ai < bi);
```

false

```
System.out.println(ai >= bi);
```

true

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

55

Worum geht es nun?



Arithmetische
Operatoren

Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

56

Logische Operatoren



Erwarten boolesche Werte

Liefern boolesche Werte

Dienen der Formulierung logischer Bedingungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

57

Liste logischer Operatoren



Operator	Bezeichnung	Bedeutung
!	Logisches NICHT	$!a$ ergibt true wenn a false ist und false, wenn a true ist.
&&	UND (short-circuit)	$a \&\& b$ ergibt true, wenn a und b true sind. Ist a bereits false wird b nicht mehr ausgewertet.
	ODER (short-circuit)	$a b$ ergibt true, wenn mindestens einer der beiden Ausdrücke a oder b wahr ist. Ist bereits a wahr wird b nicht mehr ausgewertet. (logisches Oder)
&	UND	$a \& b$ ergibt true, wenn a und b true sind.
	ODER	$a b$ ergibt true, wenn mindestens einer der beiden Ausdrücke a oder b wahr ist. (logisches Oder)
^	Exklusiv-ODER	$a ^ b$ ergibt true wenn a und b einen unterschiedlichen Wahrheitswert haben (sprachliches Oder)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

58

Miniübung zu logischen Operatoren



```
boolean a = true;  
boolean b = false;
```

```
System.out.println(!a);
```

false

```
System.out.println(!b);
```

true

```
System.out.println(a && b);
```

false

```
System.out.println(b || a);
```

true

```
System.out.println(b ^ a);
```

true

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

59

Miniübung zu logischen Operatoren (Short Circuit Verhalten)



```
boolean a = false;  
boolean c = true;  
int x = 1;
```

```
System.out.println(a && 5 / --x == 0);
```

false

```
System.out.println(a & 5 / --x == 0);
```

Division by Zero!

```
System.out.println(c || 5 / --x == 0);
```

true

```
System.out.println(c | 5 / --x == 0);
```

Division by Zero!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

60

Worum geht es nun?



Arithmetische Operatoren

Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

61

Bedingte Auswertung



- Der Fragezeichen Operator ?: ist der einzige dreiwertige Operator
- Kann häufig eingesetzt werden, um if-Abfragen zu vermeiden.
- $a ? b : c$
 - Ist a true wird b zurückgeliefert
 - Ist a false wird c zurückgeliefert

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

62

Miniübung: Bedingte Auswertung



```
int a = 6;  
System.out.println(a % 2 == 0 ? "gerade" : "ungerade");
```

gerade

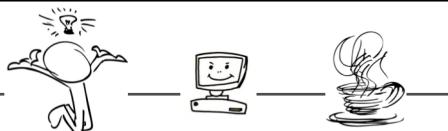
```
String satz = "Dies ist nur ein Beispiel";  
String h = "Hello";  
String w = "World";  
System.out.println(satz.contains("kein") ? w + h : h + w);
```

HelloWorld

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

63

Mini-Übung:



Schreiben Sie nun ein Programm, das einen beliebigen Satz von der Konsole einliest und bestimmt ob der Satz eine gerade Anzahl an Wörtern hat.

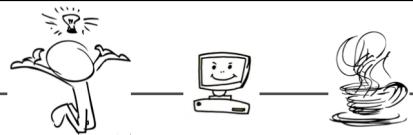
```
Bitte geben Sie einen Satz ein:  
> Dies ist nur ein doofes Beispiel.  
Der Satz hat eine gerade Anzahl an Wörtern.
```

```
Bitte geben Sie einen Satz ein:  
> Dies ist nur ein Beispiel.  
Der Satz hat eine ungerade Anzahl an Wörtern.
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

64

Mini-Übung:



Lösung:

Ganz einfach mit der bedingten Auswertung ...

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

65

Worum geht es nun?



Arithmetische Operatoren

Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

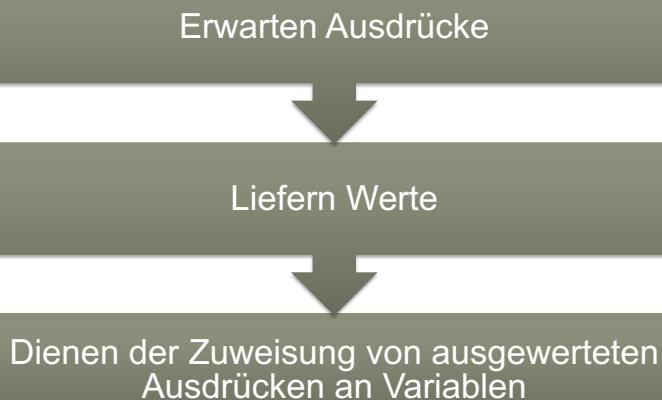
new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

66

Zuweisungs-Operatoren



Liste der Zuweisungsoperatoren

Operator	Bezeichnung	Bedeutung
=	Einfache Zuweisung	a = b weist a den Wert von b zu und liefert b als Rückgabe.
+=	Additionszuweisung	a += b weist a den Wert von a + b zu und liefert a + b als Rückgabe.
-=	Subtraktionszuweisung	Analog += Operator mit -
*=	Multiplikationszuweisung	Analog += Operator mit *
/=	Divisionszuweisung	Analog += Operator mit /
%=	Modulozuweisung	Analog += Operator mit %
&=	UND-Zuweisung	Analog += Operator mit logischem &
=	ODER-Zuweisung	Analog += Operator mit logischem
^=	XOR-Zuweisung	Analog += Operator mit ^ (XOR)

Wichtig: Eine Zuweisung ist immer auch ein Ausdruck, d.h. sie kann in anderen Ausdrücken auftauchen.

Zuweisungen sind auch Ausdrücke



Da Zuweisungen in Java auch immer Ausdrücke sind, kann man dies nutzen, um derartige Zuweisungsfolgen zu formulieren.

```
int a, b, c;  
a = b = c = 5;
```

Ein Wert wird dabei mehreren Variablen zugewiesen. Die Semantik der Zuweisung wird deutlicher, wenn man sie klammert.

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

Eigentlich erfolgt hier nicht eine Zuweisung, sondern drei Einzelzuweisungen. Dabei wird der Wert eines Zuweisungsausdrucks immer für eine weiter links stehende Zuweisung genutzt.

```
int hc = (c = 5);  
int hb = (b = hc);  
a = hb;
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

69

Miniübung zu Zuweisungs-Operatoren



```
int a = 5;  
int b, c;
```

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

5 (a, b, c)

```
System.out.println(b /= 1);
```

5

```
System.out.println(c += 3);
```

8

```
System.out.println(a %= 2);
```

1

```
c -= b *= a++;
```

2 (a)

```
System.out.println(a);
```

5 (b, Postinkrement!)

```
System.out.println(b);
```

3 (c)

*Wichtig: Angaben in Klammern werden nicht mit auf der Konsole ausgegeben
(diese dienen nur der besseren Zuordnung zu den Variablen).*

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

70

Worum geht es nun?



Arithmetische Operatoren

Bedingte Anweisungen

Wiederholungsanweisungen

Spezielle Kontrollanweisungen

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

*Nutzen wir schon die
ganze Zeit*

Type Cast Operator

new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

71

String Verkettung (Konkatenation)



- Der **+ Operator** kann auch auf Strings angewendet werden.
- Er hat dann die Semantik einer Aneinanderreihung der Strings.

```
String a = „Nice “;  
int i = 2;  
String b = „ meet you“;  
System.out.println(a + i + b);
```

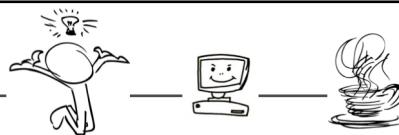
Nice 2 meet you

- Bei der Operation wird ggf. ein Nichtstring Operand in einen String gewandelt.
 - Die Stringwandlung wird bei primitiven Typen durch den Compiler vorgenommen.
 - Bei Referenztypen wird hierzu die Methode **toString()** vorher aufgerufen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

72

Mini-Übung:



Was erzeugt dieser Quelltext für eine Ausgabe?

```
int a = 5;  
int b = 2;  
System.out.println(a + b + "=" + a + "+" + b);  
7=5+2
```

```
int a = 5;  
int b = 2;  
System.out.println(a + "+" + b + "=" + a + b);  
5+2=52
```

```
int a = 5;  
int b = 2;  
System.out.println(a + "+" + b + "=" + (a + b));  
5+2=7
```

Worum geht es nun?

Arithmetische
Operatoren

Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

new Operator

Ausdrücke

Typumwandlung Type Casting



Typumwandlungen sind immer dann erforderlich, wenn ein Wert einen Datentyp hat, der nicht einem Zieltyp entspricht. Hierbei wird in statisch typisierten Programmiersprachen eine implizite von einer expliziten Typumwandlung unterschieden.

Implizite Typumwandlung:

Ein kleinerer Zahlenbereich (z.B. byte) wird in einen größeren Zahlenbereich (z.B. short) abgebildet. Diese Fälle kann der Compiler automatisch behandeln, es können keine Datenverluste auftreten.

```
short ziel = 23; // 23 ist vom Typ byte, da < 128
```

Explizite Typumwandlung:

Ein größerer Zahlenbereich (z.B. short) wird in einen kleineren Zahlenbereich (z.B. byte) abgebildet. Diese Fälle kann der Compiler nicht automatisch behandeln, da Datenverluste auftreten könnten. Der Programmierer muss daher diese Fälle mit einem expliziten Cast „bestätigen“.

```
byte ziel = (byte)512; // 512 ist vom Typ short, da > 128
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

75

Implizite und explizite Typumwandlung Implicit and explicit type casting



implizit ↓

Typname	größter Wert	kleinster Wert	Länge
byte	127	-128	8 Bits
short	32767	-32768	16 Bits
int	2147483647	-2147483648	32 Bits
long	9223372036854775807	-9223372036854775808	64 Bits

Quelle: Programmieren in Java

↑ explizit

implizit ↓

Typname	größter positiver Wert	kleinster positiver Wert	Länge
float	$\approx 3.4028234663852886E+038$	$\approx 1.4012984643248171E-045$	32 Bits
double	$\approx 1.7976931348623157E+308$	$\approx 4.9406564584124654E-324$	64 Bits

Quelle: Programmieren in Java

↑ explizit

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

76

Miniübung:



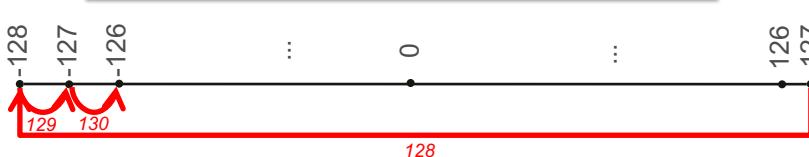



Typname	größter Wert	kleinster Wert	Länge
byte	127	-128	8 Bits
short	32767	-32768	16 Bits
int	2147483647	-2147483648	32 Bits
long	9223372036854775807	-9223372036854775808	64 Bits

```
short a = 130;
byte b = (byte)a;
System.out.println(a + " = " + b);
```

Ergibt welche Ausgabe?

130 = -126



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

77

Worum geht es nun?



Arithmetische Operatoren

Relationale Operatoren

Logische Operatoren

Bedingte Auswertung

Zuweisungsoperatoren

String-Verkettung

Type Cast Operator

Kommt in Unit 3
new Operator

Ausdrücke

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

78

Ausdrücke



Ausdrücke setzen sich in Programmiersprachen üblicherweise aus Operatoren und Operanden zusammen und werden für **numerische Berechnungen, Vergleiche oder logische Bedingungen** benötigt. Die Operanden selbst können dabei wieder

- Variablen
- Geklammerte Ausdrücke oder
- Methodenaufrufe sein.

Der einfachste Ausdruck ist einfach die Angabe einer Variablen.

Sind beide Operanden einer Operation wieder Ausdrücke, wird immer erst der linke und dann der rechte Operand berechnet, d.h. die **Auswertung** eines Ausdrucks erfolgt (*üblicherweise*) **von links nach rechts** gem. der Operatorbindungsstärke.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

79

Vorrangregeln



Kennen Sie noch die Regel:
Punktrechnung vor
Strichrechnung?

Java kennt dasselbe mit ein paar mehr zu berücksichtigenden Gruppen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

80

Vorrangregeln Operatorgruppen


**TECHNISCHE
HOCHSCHULE
LÜBECK**

Gruppe	Operatoren	Bezeichnung
1	<code>++</code> , <code>--</code> , <code>!</code> , <code>(type)</code>	Inkrement, Dekrement, Nicht, Type Cast
2	<code>*</code> , <code>/</code> , <code>%</code>	Multiplikation, Division, Modulo
3	<code>+</code> , <code>-</code>	Addition, Subtraktion
5	<code><</code> , <code><=</code> , <code>></code> , <code>>=</code>	Kleiner, Kleiner-Gleich, Größer, Größer-Gleich
6	<code>==</code> , <code>!=</code>	Gleich, Ungleich
7	<code>&</code>	Logisches Und
8	<code>^</code>	XOR
9	<code> </code>	Logisches Oder
10	<code>&&</code>	Logisches Und (short circuit)
11	<code> </code>	Logisches Oder (short circuit)
12	<code>?:</code>	Bedingte Auswertung
13	<code>=</code> , <code>+=</code> , <code>-=</code> , <code>*=</code> , ...	Zuweisungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

81

Veranschaulichung


**TECHNISCHE
HOCHSCHULE
LÜBECK**

```

int a = 5; int b = 3;
int e = a - b * a - b;

```

```

int e = a - 3 * 5 - b;

```

```

int e = a - 15 - b;

```

```

int e = 5 - 15 - b;

```

```

int e = -10 - b;

```

```

int e = -10 - 3;

```

```

int e = -13;

```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

82

Veranschaulichung



```
int a = 5; int b = 3;  
int e = (a - b) * (a - b);
```

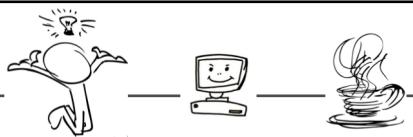
```
int e = (5 - 3) * (a - b);  
int e = 2 * (a - b);  
int e = 2 * (5 - 3);  
int e = 2 * 2;  
int e = 4;
```

Veranschaulichung



```
int a = 5; int b = 3;  
int e = Math.pow(a,2) - 2*a*b + Math.pow(b,2);
```

```
int e = Math.pow(a,2) - 2*5*b + Math.pow(b,2);  
int e = Math.pow(a,2) - 10*b + Math.pow(b,2);  
int e = Math.pow(a,2) - 10*3 + Math.pow(b,2);  
int e = Math.pow(a,2) - 30 + Math.pow(b,2);  
int e = Math.pow(5,2) - 30 + Math.pow(b,2);  
int e = 25 - 30 + Math.pow(b,2);  
int e = -5 + Math.pow(b,2);  
int e = -5 + Math.pow(3,2);  
int e = -5 + 9;  
int e = 4;
```

Miniübung

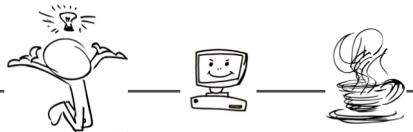
Welche Ausgabe erzeugt?

```
int a = 5; int b = 3;
System.out.println(
    (a - b) * (a - b) == a*a - 2*a*b + b*b
);
```

true

Binomische Formel!

$$(a - b)(a - b) = a^2 - 2ab + b^2$$

Miniübung

Wird dieser Ausdruck zu true oder false ausgewertet?

```
5 * 3 + 4 < 20 && true & false | 1 + 2 * 3 > 2
```

Gruppe 2: 15 + 4 < 20 && true & false | 1 + 6 > 2

Gruppe 3: 19 < 20 && true & false | 7 > 2

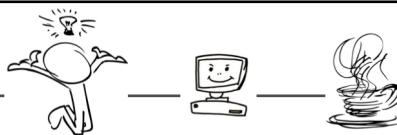
Gruppe 5: true && true & false | true

Gruppe 7: true && false | true

Gruppe 9: true && true

Gruppe 10: true

Miniübung:



Gegeben ist folgender Ausdruck:

`b = Math.sqrt(3.5 + x) * 5 / 3 - (x + 10) * (x - 4.1) < 0;`

Zerlegen sie diesen gem. der Operatorprioritäten so in Zwischenergebnisse wie nachfolgend begonnen. Beginnen Sie dabei von links nach rechts:

```
z1 = 3.5 + x;  
z2 = Math.sqrt(z1);
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

87

Zusammenfassung



- **Klassische Operatoren**
 - Arithmetisch
 - Relational
 - Logisch
 - Zuweisung
 - bedingte Auswertung (`x ? A : B`)
- **Weitere Operatoren**
 - Stringkonkatenation
 - Type Cast (`type`)
 - `new` Operator
- **Ausdrücke**
 - Vorrang- und Auswerteregeln für Operatoren



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

88

Themen dieser Unit



Datentypen	Operatoren	Kontrollstrukturen	Routinen
<ul style="list-style-type: none">• Werte• Variablen• Wertetypen	<ul style="list-style-type: none">• Ausdrücke• Arithmetisch• Relational• Logisch• Bedingte Auswertung• Zuweisung• Type Cast	<ul style="list-style-type: none">• Anweisungsfolgen wiederholen• Bedingte Ausführung von Anweisungsfolgen• Mehrfach-Verzweigungen• Schleifen	<ul style="list-style-type: none">• Parametrisierbarer Code• Aufrufen wieder verwendbarer Funktionalität

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

89

Zum Nachlesen ...



Kapitel 4

Grundlagen der Programmierung in JAVA

Abschnitt 4.5

Anweisungen und Ablaufsteuerung

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

90

Worum geht es nun?



Anweisungen und Blöcke

Bedingte Anweisungen

Wiederholungsanweisungen

Spezielle Kontrollanweisungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

91

Anweisungen



- Imperative Programme setzen sich primär aus einer oder mehreren Anweisungen zusammen.
- Eine **Anweisung** stellt eine in der Syntax einer Programmiersprache formulierte einzelne Vorschrift dar,
- die im Rahmen der Abarbeitung des Programms **auszuführen** ist und für die Ausführung des Programms eine spezifische Bedeutung hat.
- Beispiele für solche Anweisungen können sein:
 - Deklaration von Variablen
 - Zuweisungen
 - Aber auch Entscheidungsanweisungen (if, switch)
 - oder Wiederholungsanweisungen
 - Aufruf von Unterprogrammen (Methoden)

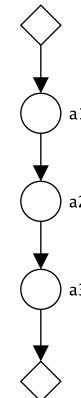
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

92

Anweisungsfolgen

- Ein Semikolon schließt jeweils eine Anweisung ab.
- Aufeinander folgende Anweisungen werden nacheinander abgearbeitet.

```
a1;  
a2;  
a3;
```



Beispiel:

```
int x = 6;  
int y = 7;  
System.out.println(x * y);
```

Blöcke { }

- In der Programmiersprache Java bezeichnet ein Block eine **Folge von Anweisungen**, die durch **{ und }** geklammert sind.
- Solch ein Block kann immer dort, wo eine einzelne Anweisung erlaubt ist, verwendet werden, da ein Block im Prinzip eine zusammengesetzte Anweisung ist.
- Blöcke können geschachtelt werden.
- Blöcke dienen auch der logischen Gliederung von Quelltexten.

Blöcke (Beispiel)



```
{                                // Anfang des äusseren Blocks
    int x = 5;                  // Deklarationsanweisung und Zuweisung
    x++;
    {                          // Anfang des ersten inneren Blocks
        long y;                // Deklarationsanweisung
        y = x + 123456789;      // Zuweisung
        System.out.println(y);   // Ausgabeanweisung/Methodenaufruf
        ;
        // Leere Anweisung
    }                          // Ende des ersten inneren Blocks
    System.out.println(x);      // Ausgabeanweisung/Methodenaufruf
    {
        double d;              // Anfang des zweiten inneren Blocks
        d = x + 1.5;            // Deklarationsanweisung
        d = x + 1.5;            // Zuweisung
        System.out.println(d);   // Ausgabeanweisung/Methodenaufruf
    }                          // Ende des zweiten inneren Blocks
}                                // Ende des äusseren Blocks
```

Quelle: Programmieren in Java

Achtung: Variablen, die in einem Block definiert sind, sind immer nur bis zum Ende des Blocks gültig sind. Man spricht in diesem Zusammenhang auch vom Gültigkeitsbereich der Variablen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

95

Worum geht es nun?



Anweisungen und
Blöcke

Bedingte
Anweisungen

Wiederholungs-
anweisungen

Spezielle
Kontrollanweisungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

96

Verzweigungen if-Abfrage

- Verzweigungen dienen dazu bestimmte Programmteile nur beim Eintreten vorgegebener Bedingungen auszuführen.

If Variante

```
if (ausdruck)
    anweisung;
```

If Else Variante

```
if (ausdruck)
    anweisung;
else
    anweisung;
```

If Block Variante

```
if (ausdruck) {
    Block von Anweisungen;
}
```

If Else Block Variante

```
if (ausdruck) {
    Block von Anweisungen;
} else {
    Block von Anweisungen;
}
```

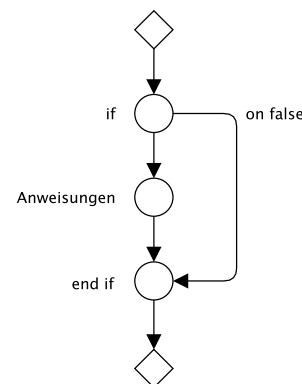
Syntax und Kontrollflussgraph der if Anweisung

Syntaxregel:

```
if (test) {
    anweisung;
}
```

Beispiel:

```
int i = 5;
if (i < 2) {
    System.out.println("Kleiner 2");
}
```



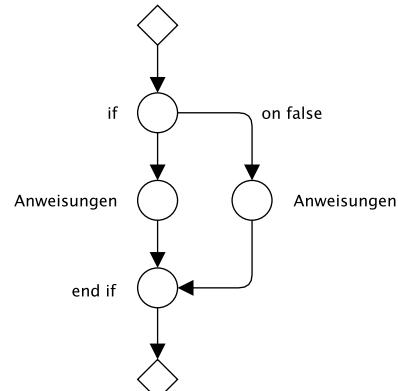
Syntax und Kontrollflussgraph der if else Anweisung

Syntaxregel:

```
if (test) {
    anweisung;
} else {
    anweisung;
}
```

Beispiel:

```
int i = 5;
if (i < 2) {
    System.out.println("Kleiner 2");
} else {
    System.out.println("Größer oder
        gleich 2");
}
```



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

99

Geschachtelte ifs und „dangling else“

- Es können mehrere if und if-else Anweisungen geschachtelt werden.

Beispiel:

```
if (bed1)
    if (bed2)
        if (bed3)
            anweisung;
```

Dangling Else:

```
if (bed1)
    if (bed2)
        if (bed3)
            anweisung;
else
    anweisung;
```

Zu welchem if gehört das else?

```
if (bed1)
    if (bed2)
        if (bed3)
            anweisung;
else
    anweisung;
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

100

Mini-Übung if Strukturen Raten (I)



```
boolean a = true; boolean b = false; boolean c = true;
```

```
if (a)
    System.out.println("A");
else
    System.out.println("B");
```

A

```
if (b)
    System.out.println("A");
else
    System.out.println("B");
```

B

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

101

Mini-Übung if Strukturen Raten (II)



```
boolean a = true; boolean b = false; boolean c = true;
```

```
if (a)
    if (!b)
        if (c)
            System.out.println("A");
        else
            System.out.println("B");
```

A

```
if (a)
    if (c)
        if (b)
            System.out.println("A");
        else
            System.out.println("B");
```

B

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

102

Mini-Übung if Strukturen Raten (III)



```
boolean a = true; boolean b = false; boolean c = true;
```

```
if (b)
    System.out.println("A");
else {
    if (!a) System.out.println("B");
    if (!c)
        if (b) System.out.println("C");
    else
        System.out.println("D");
}
```

Keine Ausgabe

Be aware of
dangling else

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

103

Mini-Übung if Strukturen Raten (IV)



```
boolean a = true; boolean b = false; boolean c = true;
```

```
if (b) {
    System.out.println("A");
} else {
    if (!a) {
        System.out.println("B");
    }
    if (!c) {
        if (b) {
            System.out.println("C");
        }
    }
    else {
        System.out.println("D");
    }
}
```

D

Sie sollten der
Konvention folgen
ifs und elses
grundsätzlich
einen
geklammerten
Block folgen zu
lassen.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

104

Verzweigungen

Switch-Anweisung



- Switch Anweisung ist eine Mehrfachverzweigung.
- sie wertet einen im Ergebnis ganzzahligen Ausdruck aus
- und springt einen case Zweig oder den default Zweig an.

Syntax:

```
switch (ausdruck) {  
    case Konstante: anweisung;  
    ...  
    default: anweisung;  
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

105

Verzweigungen

Switch-Anweisung (Beispiel)



Welche Ausgabe erzeugt dieser Code?

```
int i = 4;  
  
switch (i % 3) {  
    case 1: System.out.println("Rest 1");  
    case 2: System.out.println("Rest 2");  
    case 3: System.out.println("Rest 3");  
    default: System.out.println("Rest 0");  
}
```

Rest 1

Achtung: Nachdem ein case- oder default-Label angesprungen wurde, werden alle dahinter stehenden Anweisungen ausgeführt.

Rest 2

Will man das nicht, muss man das Label mit einer break Anweisung dazu zwingen, am Ende der switch-Anweisung fortzusetzen.

Rest 3

Rest 0

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

106

Verzweigungen Switch-Anweisung (Beispiel)



Welche Ausgabe erzeugt dieser Code?

```
int i = 4;

switch (i % 3) {
    case 1: System.out.println("Rest 1"); break;
    case 2: System.out.println("Rest 2"); break;
    case 3: System.out.println("Rest 3"); break;
    default: System.out.println("Rest 0");
}
```

Rest 1

Die ergänzende break Anweisung realisiert die Semantik der switch Anweisung, wie man sie intuitiv erwarten würde.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

107

Worum geht es nun?



Anweisungen und Blöcke

Bedingte Anweisungen

Wiederholungsanweisungen

Spezielle Kontrollanweisungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

108

Abweisende Schleife

Syntax:

```
while (ausdruck) {  
    anweisung;  
}
```

- Prüfen des Ausdrucks
- Solange dieser True ist, wird der Anweisungsblock oder Einzelanweisung ausgeführt
- Ist der Ausdruck bereits zu Beginn false wird der Anweisungsblock nicht ausgeführt, daher **abweisende Schleife**.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

109

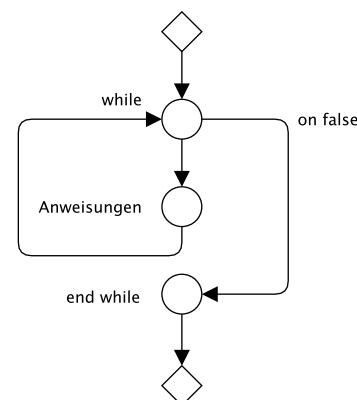
Syntax und Kontrollflussgraph der while Anweisung

Syntaxregel:

```
while (test) {  
    anweisung;  
    ...  
}
```

Beispiel:

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



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

110

Abweisende Schleife

Mini-Übung: while Schleifen



```
int i = 0;  
while (i < 4) System.out.print(i++ + " ");
```

0 1 2 3

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

Keine Ausgabe

```
int i = 0;  
while (i <= 0)  
    System.out.println(--i);
```

-1

-2

-3

... endet nie!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

111

Nicht abweisende Schleife



Syntax:

```
do {  
    anweisung;  
} while (ausdruck);
```

- Der Anweisungsblock wird mindestens einmal ausgeführt, daher **nicht abweisende Schleife**.
- Prüfen des Ausdrucks
 - Ist dieser True, wird der Anweisungsblock oder Einzelanweisung wieder ausgeführt
 - Ist dieser false wird die Programmausführung hinter dem while Ausdruck fortgesetzt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

112

Syntax und Kontrollflussgraph der do while Anweisung

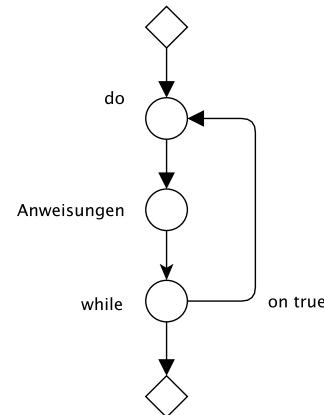


Syntaxregel:

```
do {  
    anweisung;  
    ...  
} while (test);
```

Beispiel:

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



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

113

Nicht abweisende Schleife Mini-Übung: do while Schleifen



```
int i = 0;  
do {  
    System.out.println(i++);  
} while (i < 4);
```

0
1
2
3

```
int i = 0;  
do {  
    System.out.println(i++);  
    System.out.println(--i);  
} while (i < 4);
```

0
0
0
... endet nie!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

114

Zählschleife for – klassische Variante

Syntax:

```
for (init; test; update) {
    anweisung;
}
```

Init Ausdruck

- Aufruf einmalig **vor Start** der Schleife
- Optional
- mehrere kommasseparierte Ausdrücke mögl.
- Variablendeclaration möglich

Test Ausdruck

- Aufruf **jew. am Anfang** einer Schleife
- Optional, wenn nicht angegeben wird true gesetzt
- Schleife wird nur ausgeführt, wenn Ausdruck true

Update Ausdruck

- Aufruf **jew. am Ende** der Schleife
- Optional
- Mehrere kommasseparierte Ausdrücke möglich
- Dient dazu den Schleifenzähler zu ändern

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

115

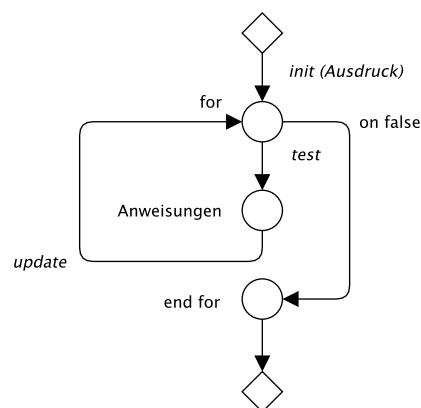
Syntax und Kontrollflussgraph der for Anweisung

Syntaxregel:

```
for (init; test; update) {
    anweisung;
}
```

Beispiel:

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



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

116

Zählschleife for – klassische Variante (Beispiele)



```
for (int i = 1; i <= 3; i++) System.out.println(i);
```

1
2
3

```
int i = 1;  
for (;;) {  
    if (!(i <= 3)) break;  
    System.out.println(i);  
    i++;  
}
```

1 //init-Ausdruck – einmalig
2 //test-Ausdruck – vor Schleifenlauf
3 //Update-Ausdruck – am Ende

Jede for-Schleife kann nach diesem Muster umformuliert werden.

Zählschleife for – klassische Variante (Beispiele)



```
for (int i = 1; i <= 3; i++) System.out.print(i);
```

123

```
for (int i = 7; i > 0; i -= 2) {  
    System.out.println(i);  
}
```

7
5
3
1

```
int xs[] = {7, 5, 3, 1};  
for (int i = 0; i < xs.length; i++) {  
    System.out.println(xs[i]);  
}
```

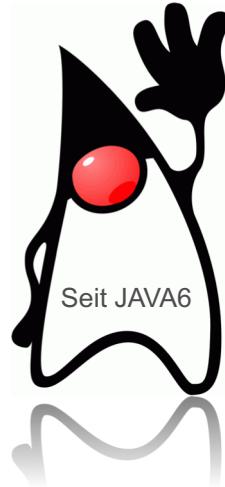
7
5
3
1

Zählschleife foreach Variante

Syntax:

```
for (object : collection) {  
    anweisung;  
}
```

- Object ist ein „Laufobjekt“ oder eine „Zählervariable“
- Collection ist eine Instanz des Typs Iterable oder ein Array
- Zu lesen ist dieser Ausdruck als **for object in collection**, d.h.
 - es werden aus einer Collection alle Elemente elementweise durchlaufen,
 - daher auch **foreach** Variante



Seit JAVA6

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

119

Foreach Schleife Mini-Übung: foreach Schleifen

```
int[] is = {7, 5, 3, 1};  
for (int i : is)  
    System.out.println(i);
```

7
5
3
1

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

120

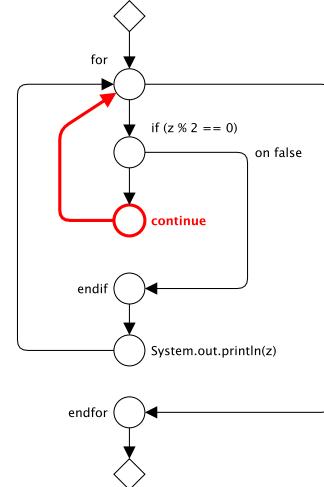
Rest einer Schleife überspringen

continue

- Die continue Anweisung springt an den Kopf der Schleife in der die continue Anweisung steht.
- Alle auf continue folgenden Anweisungen werden übersprungen.

```
// Nur ungerade Zahlen
for (int z = 0; z <= 10; z++) {
    if (z % 2 == 0) continue;
    System.out.print(z);
}
```

1 3 5 7 9


 Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

121

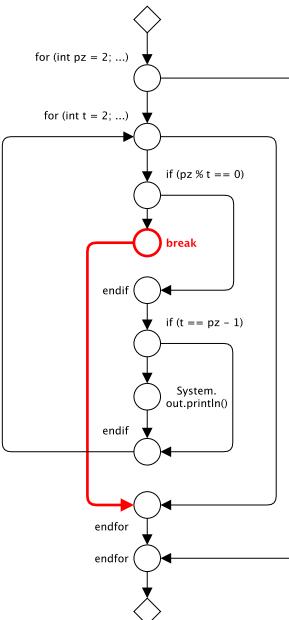
Schleife abbrechen

break

- Die break Anweisung springt an das Ende der Schleife in der die break Anweisung steht.
- Durch break wird die komplette Schleife abgebrochen.

```
// Primzahlen
for (int pz = 2; pz <= 20; pz++) {
    for (int t = 2; t < pz; t++) {
        if (pz % t == 0) break;
        if (t == pz - 1) {
            System.out.print(pz + " ");
        }
    }
}
```

3 5 7 11 13 17 19


 Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
 Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

122



Mini-Übung:

 —  — 

TECHNISCHE
HOCHSCHULE
LÜBECK

Bestimmen Sie jetzt pro Wort eines eingegebenen Satzes, ob dieses eine gerade oder ungerade Länge hat.

Bestimmen sie ergänzend die durchschnittliche Wortlänge.

Bitte geben Sie einen Satz ein:

```
> Dies ist nur ein doofes Beispiel.  
Dies: gerade  
ist: ungerade  
nur: ungerade  
ein: ungerade  
doofes: gerade  
Beispiel.: ungerade
```

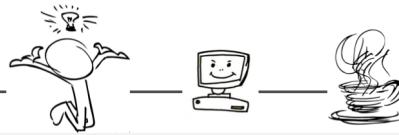
Die durchschnittliche Wortlänge beträgt: 4.6666666666666667

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

124

Mini-Übung:

Lösung:



Mini-Übung:

Geben sie nun für diesen Quelltext den Kontrollflussgraphen an:

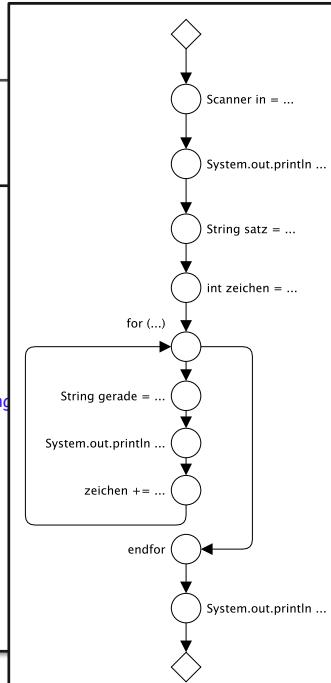
```

Scanner in = new Scanner(System.in);
System.out.println("Bitte einen Satz eingeben: ");
String satz = in.nextLine();
String[] worte = satz.split(" +");

int zeichen = 0;
for (String wort : worte) {
    String gerade = wort.length() % 2 == 0 ? "gerade" : "ungerade";
    System.out.println(wort + ": " + gerade);
    zeichen += wort.length();
}

System.out.println(
    "Die durchschnittliche Wortlänge beträgt: " +
    ((double)zeichen / worte.length())
);

```



Worum geht es nun?



Anweisungen und Blöcke

Bedingte Anweisungen

Wiederholungsanweisungen

Spezielle Kontrollanweisungen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

127

Exceptions



Exceptions sind ein Mechanismus zur strukturierten Behandlung von Fehlern die zur Laufzeit eines Programms auftreten

- Das Auslösen einer Ausnahme wird „throwing“ genannt
- Das Behandeln einer Ausnahme wird „catching“ genannt

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

128

Grundprinzip des Exception Mechanismus



- Laufzeitfehler oder vom Entwickler gewollte Bedingung löst Exception aus
- Behandlung in einem Programmteil oder Weitergabe
- Bei Weitergabe hat der Empfänger erneut die Möglichkeit die Exception zu behandeln oder weiterzugeben
- Wird die Ausnahme von keinem Programmteil behandelt, führt sie zum Abbruch der Applikation

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

129

Behandlung von Exceptions try-catch Anweisung



Syntax:

```
try {  
    anweisung;  
} catch (Ausnahmetyp ex) {  
    anweisung;  
}
```

- Der **try-Block** enthält eine oder mehrere Anweisungen, bei deren Ausführung Exceptions entstehen können.
- In diesem Fall wird die normale Programmausführung unterbrochen und die Anweisungen im **catch-Block** zur Behandlung der Exception ausgeführt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

130

Behandlung von Exceptions Beispiel (OutOfBoundsException)



```
try {
    int[] list = { 42 };
    int i = list[1];
    System.out.println("Dies wird nicht mehr ausgegeben.");
} catch (Exception e) {
    System.out.println("Exception: " + e.getClass());
    System.out.println("Message: " + e.getMessage());
}
System.out.println("Weiter - als wäre nichts gewesen.");
```

In diesem Beispiel löst der Zugriff auf das erste Elemente von list eine IndexOutOfBoundsException aus, die in der catch Klausel gefangen und behandelt wird.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

131

Exception-spezifische catch Klauseln



- Ausnahmen werden durch die Exception Klasse oder davon abgeleitete Unterklassen repräsentiert.
- Hierdurch ist es möglich mehrere Exceptionarten durch mehrere catch Blöcke abzufangen und spezifisch zu behandeln.
- Z.B. Division by Zero anders als IO Exceptions bei Dateioperationen

```
try {
    ...
}
catch (ArrayOutOfBoundsException e) { ... }
catch (NumberFormatException e) { ... }
catch (IndexOutOfBoundsException e) { ... }
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

132

Die finally Klausel



- Mit der optionalen `finally` Klausel kann ein Block definiert werden, der immer aufgerufen wird, wenn der zugehörige `try` Block betreten wurde.
- Der `finally` Block wird aufgerufen, wenn
 - Das normale Ende des `try`-Blocks erreicht wurde
 - Eine Ausnahme aufgetreten ist, die durch eine `catch` Klausel gefangen wurde
 - Wenn eine Ausnahme aufgetreten ist, die nicht durch eine `catch` Klausel gefangen wurde
 - Der `try`-Block durch ein `break` oder `return` Sprunganweisung verlassen werden soll.

```
try { ... }
catch (Exception e) { ... }
finally { ... }
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

133

Ausnahmen erzeugen



- Mit Hilfe der `throw`-Anweisung können Exceptions erzeugt werden.
- Methoden in denen dies erfolgen kann, müssen dies in ihrer Signatur mittels `throws` deutlich machen.
- Die Behandlung solcher Ausnahmen folgt den gezeigten Regeln.

```
public boolean isPrim(int n) throws ArithmeticException {
    if (n <= 0) throw new ArithmeticException("n < 0");
    if (n == 1) return false;
    for (int i = 2; i <= n/2; i++)
        if (n % i == 0)
            return false;
    return true;
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

134

Mini-Übung: Exception Raten



Welche der roten Strings werden ausgegeben?

```
try {  
    boolean prim = isPrim(3);  
    System.out.println("isPrim 3 passed");  
    prim = isPrim(-1);  
    System.out.println("isPrim -1 passed");  
} catch (Exception e) {  
    System.out.println("catch passed.");  
} finally {  
    System.out.println("Finally passed.");  
}
```

isPrim 3 passed
Catch passed.
Finally passed.

```
try {  
    boolean prim = isPrim(3);  
} catch (Exception e) {  
    System.out.println("catch passed.");  
} finally {  
    System.out.println("Finally passed.");  
}
```

Finally passed.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

135

Assertions



Assertions

- Dienen dazu Programmzustände sicherzustellen
- Hierzu werden Invarianten formuliert.
- Eine Invariante ist eine logische Bedingung die immer wahr ist und zu jedem Zeitpunkt einer Programmausführung gelten muss.
- Gilt sie nicht ist das Programm nicht korrekt.

Assertionhandling

- kann über einen Schalter in der JVM
- ein oder ausgeschaltet werden
- Können so nur in einer Testphase aktiviert werden

Einsatz als

- **Preconditions** – Sicherstellung korrekter Eingabewerte
- **Postconditions** – Sicherstellung korrekter Ausgabewerte und Zustände
- **Schleifeninvarianten** – Bedingungen zu Beginn und Ende von (besonders komplexen) Schleifen

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

136

Assertions



Syntax:

```
assert bedingung [: "Fehlertext"];
```

- Das Programm überprüft bei eingeschaltetem Assertion-Handling (-enableassertions) der JVM die Bedingung.
- Ist sie `true` wird die Programmausführung fortgesetzt, andernfalls wird ein `AssertionError` ausgelöst.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

137

Beispiel: Pre- und Postconditions bei einem Sortieralgorithmus



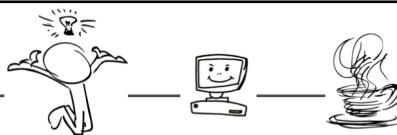
```
public void bubbleSort(int[] xs) {  
    assert xs.length >= 0 : "Negative Array Länge";  
  
    boolean unsorted=true; int temp;  
  
    while (unsorted) {  
        unsorted = false;  
        for (int i=0; i < xs.length-1; i++) {  
            if (!(xs[i] < xs[i+1])) {  
                temp = xs[i]; xs[i] = xs[i+1]; xs[i+1] = temp;  
                unsorted = true;  
            }  
        }  
        for (int i = 0; i < xs.length - 1; i++)  
            assert xs[i] <= xs[i+1] : "Fehlerhafte Sortierung";  
    }  
}
```

Precondition
Invariante

Postcondition
Invariante

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

138

Miniübung:

Gegeben sei folgender Ausschnitt aus einem Programm:

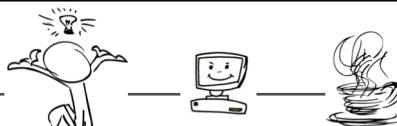
```
int i = 20;
while (i > 0) {
    System.out.println(i);
    i -= 2;
}
```

Was bewirkt die Schleife? Wie sähe eine for-Schleife mit gleicher Ausgabe aus?

```
20
18     for (int i = 20; i > 0; i -= 2) {
16         System.out.println(i);
}
..
2
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

139

Miniübung:

Sie wollen ein Schachbrett nummerieren in der Form

Konsole

```
1 2 3 4 5 6 7 8
2 3 4 5 6 7 8 9
3 4 5 6 7 8 9 10
4 5 6 7 8 9 10 11
5 6 7 8 9 10
6 7 8 9 10
7 8 9 10
8 9 10
```

Formuliert die entsprechende Java-Schleife.

Quelle: Programmieren in Java

matier-

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

140

Zusammenfassung



- Anweisung und Blöcke
- Entscheidungsanweisung
 - if
 - switch
- Wiederholungsanweisung
 - while
 - do while
 - for
 - for(each)
- Spezielle Kontrollanweisungen
 - Exceptions
 - Assertions (nur zur Information)



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

141

Themen dieser Unit

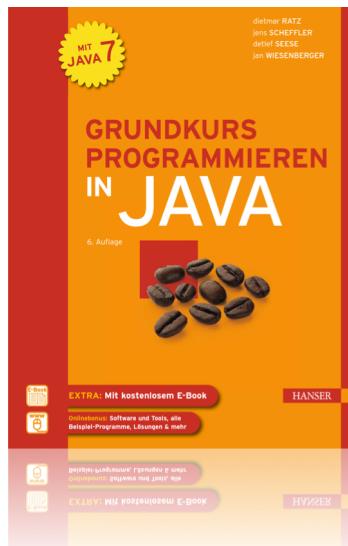


Datentypen	Operatoren	Kontrollstrukturen	Routinen
<ul style="list-style-type: none">• Werte• Variablen• Wertetypen	<ul style="list-style-type: none">• Ausdrücke• Arithmetisch• Relational• Logisch• Bedingte Auswertung• Zuweisung• Type Cast	<ul style="list-style-type: none">• Anweisungsfolgen wiederholen• Bedingte Ausführung von Anweisungsfolgen• Mehrfach-Verzweigungen• Schleifen	<ul style="list-style-type: none">• Parametrisierbarer Code• Aufrufen wieder verwendbarer Funktionalität

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

142

Zum Nachlesen ...



Kapitel 6

Methoden, Unterprogramme

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

143

Worum geht es nun?



Methoden
definieren

Methodenaufruf
und
Methodenrückgabe

Besonderheiten
(z.B. Methoden
überladen)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

144

Was sind Methoden?

Unterprogramme



- Durch Methoden wird ausführbarer Code unter einem Namen zusammengefasst.
- Dieser Code kann parametrisiert, d.h. mit Platzhaltern versehen, werden.
- Methoden können von anderen Stellen in einem Programm aufgerufen werden und kapseln so wieder verwendbare Funktionalität.
- Methoden dienen dazu Programme in sinnvolle Teilabschnitte zu gliedern.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

145

Methoden



Syntax:

```
{Modifier} Typ Name ([Parameter]) {  
    // Anweisungen der  
    // Methode  
}
```

- Definieren das Verhalten von Objekten
- Pendant zu Funktionen, Prozeduren, Routinen in anderen prozeduralen Programmiersprachen
- Es gibt keine von Klassen unabhängigen Methoden in JAVA
- Methoden haben Zugriff auf Daten des Objekts

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

146

Methoden Beispiel



```
public class EchoWords {  
  
    public static String echo(String word1,  
                             String word2,  
                             String word3)  
    {  
        return word1 + word2 + word3;  
    }  
  
    public static void main(String[] args)  
    {  
        System.out.println(echo("Hello", " ", "World"));  
    }  
}
```

(Zugriffs-
)modifier

Datentyp
der
Rückgabe

Methoden-
name

Aufruf-
parameter

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

147

Methoden Beispiel



```
public class EchoWords {  
  
    public static String echo(String word1,  
                             String word2,  
                             String word3)  
    {  
        return word1 + word2 + word3;  
    }  
  
    public static void main(String[] args)  
    {  
        System.out.println(echo("Hello", " ", "World"));  
    }  
}
```

(Zugriffs-
)modifier

Datentyp
der
Rückgabe

Methoden-
name

Aufruf-
parameter

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

148

Methoden Beispiel



```
public class EchoWords {  
  
    public static String echo(String word1,  
                             String word2,  
                             String word3)  
    {  
        return word1 + word2 + word3;  
    }  
  
    public static void main(String[] args)  
    {  
        System.out.println(echo("Hello", " ", "World"));  
    }  
}
```

(Zugriffs-
)modifier

Datentyp
der
Rückgabe

Methoden-
name

Aufruf-
parameter

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

149

Methoden Beispiel



```
public class EchoWords {  
  
    public static String echo(String word1,  
                             String word2,  
                             String word3)  
    {  
        return word1 + word2 + word3;  
    }  
  
    public static void main(String[] args)  
    {  
        System.out.println(echo("Hello", " ", "World"));  
    }  
}
```

(Zugriffs-
)modifier

Datentyp
der
Rückgabe

Methoden-
name

Aufruf-
parameter

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

150

Methoden Beispiel



```
public class EchoWords {  
  
    public static String echo(String word1,  
                            String word2,  
                            String word3)  
    {  
        return word1 + word2 + word3;  
    }  
  
    public static void main(String[] args)  
    {  
        System.out.println(echo("Hello", " ", "World"));  
    }  
}
```

(Zugriffs-
)modifier

Datentyp
der
Rückgabe

Methoden-
name

Aufruf-
parameter

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

151

Methoden Variable Parameterlisten



```
public static String echovar(String... words)  
{  
    String ret = "";  
    for(String w : words) {  
        ret += w;  
    }  
    return ret;  
}
```

- Der letzte Parameter kann variabel gehalten werden.
- Hier zu muss ein ... an den Parameter gehängt werden.
- Es können beliebig viele Parameter an eine Methode übergeben werden.
- Der Parameter wird wie ein Array (Liste von Werten, siehe Unit 3) des angegebenen Typs behandelt.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

152

Worum geht es nun?



Methoden
definieren

Methodenaufruf
und
Methodenrückgabe

Besonderheiten
(z.B. Methoden
überladen)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

153

Methodenaufruf und -rückgabe



```
public static int mult (int a, int b)
{
    return 3 * 2;
}
```

```
int x = 3; int y = 2;
System.out.println(mult(x, y));
```

6

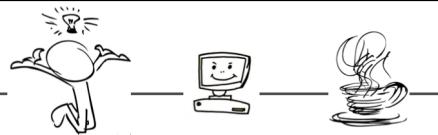
Bei einem Methodenaufruf werden die Parameter der Methode (ebenso wie die lokalen Variablen) für jeden Aufruf neu erzeugt und mit den Aufrufwerten beschrieben.

Die Methode liefert ein Ergebnis zurück (return) welches anstelle des Methodenaufrufs im aufrufenden Ausdruck verwendet wird.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

154

Mini-Übung:



Schreiben Sie nun eine Methode, die die durchschnittliche Wortlänge eines Satzes bestimmt und wie folgt aufgerufen werden kann.

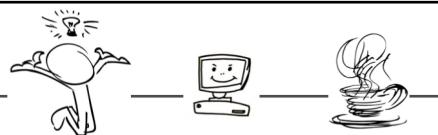
```
System.out.println(  
    averageWordLength("Dies ist ein Beispiel.")  
) ;
```

4.75

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

155

Mini-Übung:

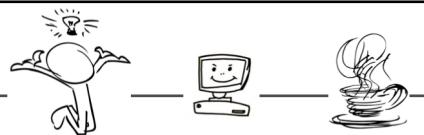


Lösung:

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

156

Mini-Übung:



Schreiben Sie nun eine Methode, die die durchschnittliche Wortlänge mehrerer Sätze bestimmt und wie folgt aufgerufen werden kann.

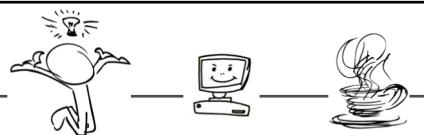
```
System.out.println(  
    averageWordLength(  
        "Dies ist ein Beispiel.",  
        "Dies ist noch ein Beispiel.",  
        "Und hier ein weiteres Beispiel.",  
        "Die Methode soll beliebig viele Sätze",  
        "verarbeiten können."  
    )  
);
```

5.409090909090909

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

157

Mini-Übung:



Lösung:

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

158

Worum geht es nun?



Methoden
definieren

Methodenaufruf
und
Methodenrückgabe

Besonderheiten
(Methoden
überladen, CBR,
CBV)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

159

Überladen von Methoden



Jede Methode muss einen Namen haben. Zwei Methoden können jedoch denselben Namen haben, sofern sich ihre Parametrisierung unterscheidet, man nennt dies eine Methode **überladen**.

```
public static int max(int a, int b)
{
    return (a > b) ? a : b;
}

public static double max(double a, double b)
{
    return (a > b) ? a : b;
}
```

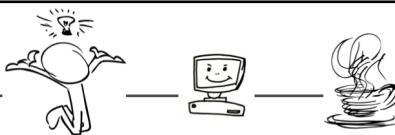
- JAVA **unterscheidet** Methoden gleichen Namens
- anhand der **Zahl** der Parameter
 - anhand des **Typs** der Parameter
 - anhand der **Position** der Parameter

- JAVA **unterscheidet** Methoden gleichen Namens **nicht** nach
- **Namen** der Parameter
 - dem **Rückgabetyp** der Methode

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

160

Miniübung:



Gegeben sei folgende Methodendefinition, welche Überladungen sind dann zulässig?

```
public static int max(int a, int b)
{
    return (a > b) ? a : b;
}
```

```
public static int max(int x, int y) { ... }
```

Nicht nach Namen

```
public static double max(int a, int b) { ... }
```

Nicht nach Rückgabe

```
public static int max(double a, int b) { ... }
```

Typ der Argumente

```
public static int max(int a, int b, int c) { ... }
```

Anz. der Argumente

Methoden

Call by reference vs. Call by value

- Es gibt in gängigen Programmiersprachen grundsätzlich zwei Arten Parameter an eine Routine zu übergeben

Call by reference

- Es wird ein Zeiger auf eine Variable übergeben.
- Innerhalb der Routine wird über den Zeiger auf der Variable außerhalb der Routine gearbeitet.
- **Der Inhalt der Variable außerhalb der Routine wird verändert.**

Call by value

- Der Wert einer Variable wird in die Parametervariable kopiert.
- Innerhalb der Routine wird auf der Kopie gearbeitet.
- **Der Inhalt der Variable außerhalb der Routine wird nicht verändert.**

Methoden

Call by value in JAVA (I)



In JAVA werden alle Parameter nach Call by value übergeben

ABER!

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

163

Methoden

Call by value in JAVA (II)

- In JAVA gibt es zwei Arten von Datentypen (Variablen)

Primitive Datentypen

- Logische (boolean)
- Zeichentyp (char, String)
- Ganzzahlen (byte, short, int, long)
- Fließkommazahlen (float, double)
- Strings
- Hier wird der Inhalt in der Variable als Wert gespeichert

Referenztypen

- Alle anderen Variablen sind Referenztypen und beinhalten lediglich Verweise auf die eigentlichen Inhalte irgendwo im Hauptspeicher
- Dies gilt z.B:
 - Arrays (siehe Unit 3)
 - alle Klassen (siehe Unit 3)

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

164

Methoden**Call by value in JAVA (III)**

- Dies bedeutet für JAVA

Call by value mit primitiven Datentypen

- Logische Typen (bool)
- Zeichentypen (char)
- Ganzzahlen (int, etc)
- Fließkommazahlen (float, etc)
- Zeichenketten (Strings)
- funktioniert in der **Call by value** Semantik

Call by value mit Referenztypen

- Arrays
- Klassen
- funktioniert dennoch in der **Call by reference** Semantik

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

165

Methoden**Call by value Beispiele (I)****Methodenaufruf mit primitiven Datentypen**

```
void add_var1(int a, int b) {
    String result = a + " " + b + " = " + (a+b);
    System.out.println(result);
    a = 0;
    b = 0;
}
```

Der folgende Aufruf erzeugt

```
int a = 5;
int b = 3;
add_var1(a, b);
add_var1(a, b);
```

welche Ausgabe?

```
5 + 3 = 8
5 + 3 = 8
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

166

Methoden Call by value Beispiele (II)



Methodenaufruf mit Referenztypen

```
void add_var2(int[] xs) {  
    String result = xs[0] + " " + " " + xs[1] + " = " +  
        (xs[0] + xs[1]);  
    System.out.println(result);  
    xs[0] = 0;  
    xs[1] = 0;  
}
```

Der folgende Aufruf erzeugt

```
int[] xs = {5, 3};  
  
add_var2(xs);  
add_var2(xs);
```

welche Ausgabe?

```
5 + 3 = 8  
0 + 0 = 0
```

Methoden Call by value Beispiele (III)



Methodenaufruf mit variabler Anzahl primitiver Datentypen

```
void add_var3(int... xs) {  
    String result = xs[0] + " " + " " + xs[1] + " = " +  
        (xs[0] + xs[1]);  
    System.out.println(result);  
    xs[0] = 0;  
    xs[1] = 0;  
}
```

Der folgende Aufruf erzeugt

```
int a = 5;  
int b = 3;  
add_var3(a, b);  
add_var3(a, b);
```

welche Ausgabe?

```
5 + 3 = 8  
5 + 3 = 8
```

Methoden Call by value Beispiele (IV)



Methodenaufruf mit Referenztypen und erzwungenem CBV Verhalten:

```
void add_var2(int[] xs) {  
    String result = xs[0] + " " + xs[1] + " = " +  
        (xs[0] + xs[1]);  
    System.out.println(result);  
    xs[0] = 0;  
    xs[1] = 0;  
}
```

Der folgende Aufruf erzeugt

```
int[] xs = {5, 3};  
  
add_var2(xs.clone());  
add_var2(xs.clone());
```

welche Ausgabe?

```
5 + 3 = 8  
5 + 3 = 8
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

169

Methoden Call by value mittels der clone-Methode



clone()

- erzeugt ein Duplikat eines Objekts im Hauptspeicher
- und kann dazu genutzt werden,
- die Call by value Semantik
- auch bei Referenztypen sicherzustellen.



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

170

Methoden

Call by value Beispiele (V)



Methodenaufruf mit unterbundenem CBR Verhalten:

```
void add_var2(final int[] xs) {
    String result = xs[0] + " " + xs[1] + " = " +
                    (xs[0] + xs[1]);
    System.out.println(result);

    xs[0] = 0; // Diese beiden Zeilen würden dann
    xs[1] = 0; // gar nicht erst kompiliert werden.

}
```

Das Schlüsselwort **final** vor einem Parameter sagt dem Compiler, dass er keine schreibenden Zugriffe auf Parameter gestatten darf.

Bspw. verlangt der SUN Coding Standard, dass alle Parameter einer Methode mit dem Schlüsselwort final zu deklarieren sind.

Noch schöner wäre wenn Java alle Parameter automatisch als *final* behandeln würde und änderbare bspw. mit einem Schlüsselwort *changeable* deklariert werden könnten.

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

171

Überblick über die Eigenschaften von Datentypen in JAVA



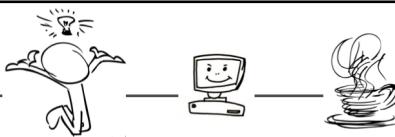
Strings und Arrays
sind etwas zwischen
primitiven Datentypen
und Referenztypen

	Primitiver Datentyp	Referenzdatentyp	Objektcharakter	Wertesemantik	Referenzsemantik
Ganze Zahlen (byte, short, int, long)	x			x	
Boolesche Werte (boolean)	x			x	
Fließkommazahlen (float, double)	x			x	
Zeichenketten (String)				x	x
Array				x	x
Klassen (alles von Object abgeleitete)		x	x		x

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

172

Miniübung:



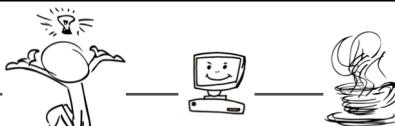
Schreiben Sie eine Methode, die den Tangens einer **double**-Zahl, die als Parameter übergeben wird, berechnet. Implementieren Sie den Tangens gemäß der Formel $\tan(x) = \sin(x)/\cos(x)$. Sie dürfen die Methoden `Math.sin` und `Math.cos` zur Berechnung von Sinus und Cosinus verwenden, jedoch innerhalb der Methode keine einzige Variable vereinbaren.

```
public static double tan(double x) {  
    return Math.sin(x) / Math.cos(x);  
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

173

Miniübung:



Schreiben Sie nun eine Methode `reverse`, die einen String umdreht und zurückgibt.

Folgende Zeile:

```
System.out.println(reverse("Hello"));
```

soll dies ausgeben:

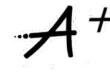
olleH

```
public static String reverse(String s) {  
    String ret = "";  
    for (char c : s.toCharArray()) {  
        ret = c + ret;  
    }  
    return ret;  
}
```

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

174

Zusammenfassung



- **Methodendefinition**
 - Zugriffsmodifikator
 - Rückgabetyp
 - Name
 - Parameter (inkl. variabler Anzahl an Parametern)
- **Methodenaufruf und -rückgabe**
- **Besonderheiten bei Methoden**
 - Überladen von Methoden
 - Call by Value/Call by Reference
 - Primitive Datentypen als Parameter
 - Referenzdatentypen als Parameter

