Einführung in die strukturierte und objektbasierte Programmierung (620.200, »ESOP«)

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

English slides on
http://www.itec.uni-klu.ac.at/~mlux/index.php?id=courses/esop16

Mentoring @ AINF

- ALLE NeueinsteigerInnen Angewandte Informatik
  (BA-Erstzulassung oder Studien(ort)wechsel)
- Betreuung in Kleingruppen durch Professoren
  (bei Bedarf, wenigstens 1 Stunde alle 2-3 Wochen)
- Ziel

Nicht "WIR" kümmern uns um Sie
(vgl. Gemeinschaftsküche, in der "ALLE" aufräumen),
sondern Herr/Frau xy kümmert sich um Sie!

Infos zum ersten Treffen folgen per E-Mail.

Holen Sie sich Ihr Info- und Welcome-Package ab!

Mentoring @ AINF

- ALLE NeueinsteigerInnen Angewandte Informatik (BA-Erstzulassung oder Studien(ort)wechsel) noch nicht per E-Mail zur Teilnahme eingeladen wurden:

  E-Mail an
  spl-informatik@aau.at

Modalitäten

- Wir sind hier in der Vorlesung
- Prüfung am Ende des Semesters
  - 10.02. 2017, 10-12 Uhr, HS A
  - 100 Minuten, 100 Punkte
  - An- bzw. Abmeldung nicht vergessen!

Termine

- Donnerstags, 14-16 Uhr, HS C (c.t.)
  - Eventuelle Ausfälle werden bekannt gegeben

Übung und Tutorium

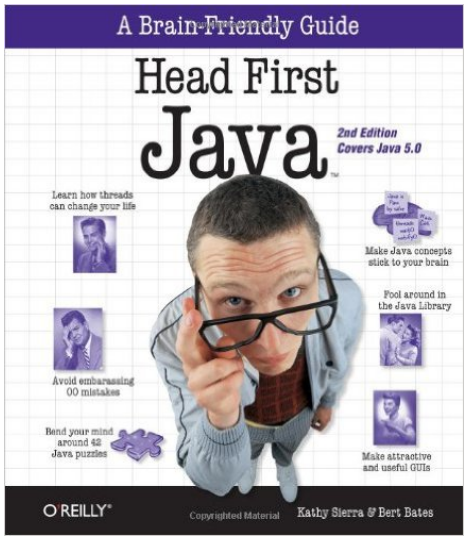
- Übung ab kommender Woche
  - Laptop mitbringen falls vorhanden!
- Tutorium
  - Bitte anmelden!
  - Je PR ein Tutor
  - Eine zusätzliche SWS, Tutorium im PR
- The MORE course
  - It‘s in English and
  - It will revisit the theoretical part too.

Literatur

Hanspeter Mössenböck, *Sprechen Sie Java? Eine Einführung in das systematische Programmieren*
5. Auflage, dpunkt.verlag, 2014
ISBN 978-3-86490-099-0

Literatur

- Kathy Sierra, Bert Bates (2005) Head First Java (Englisch) Taschenbuch, O'Reilly and Associates; Auflage: 2



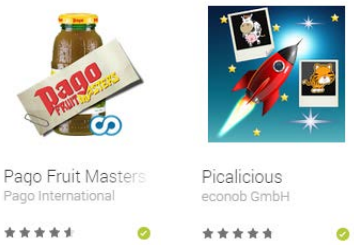
Java Dokumentation

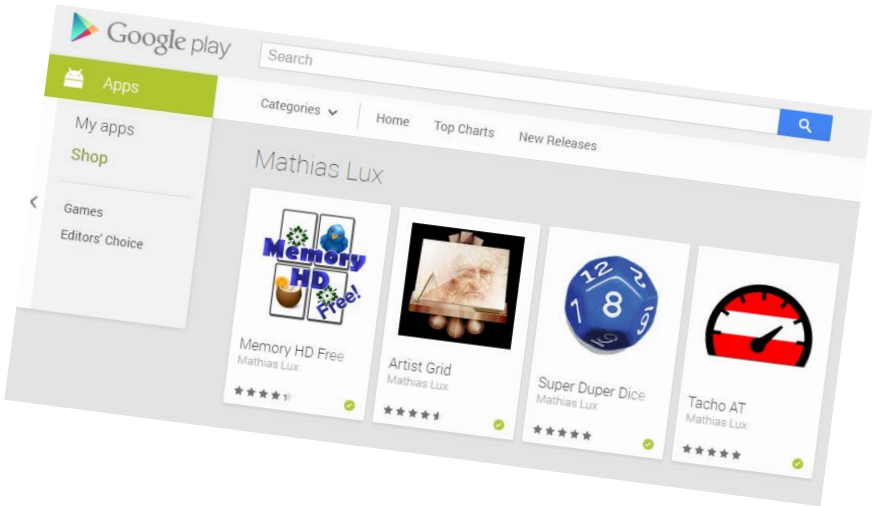
- Java API Doc
  - http://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/
- Java Tutorials
  - http://docs.oracle.com/javase/tutorial/

Wie soll ich Java lernen?

1. Spaß am Programmieren entwickeln
2. Java Tutorials & Buch durcharbeiten
3. VO und PR besuchen

Motivation – Warum Lux?





Motivation

- Notwendigkeit in der Forschung
  - Grand Challenge Projekte
- Multimedia, zB. Processing
- Games, Apps, usw.

Was kann ich tun?

- Links auf der Homepage
  - Von visuellen Programmiersprachen bis Games

Negatives Feedback aus den letzten Jahren

- Einige Themen wurden sehr schnell abgehandelt und auch in den Übungen nicht berücksichtigt, zuviel Input, wodurch sehr viel nur ganz oberflächlich behandelt werden konnte
- Die Folien könnten etwas schöner aufgebaut sein..
- Viel Stoff für Einführung. Wenig Gemeinsamkeiten mit der Uebung. Als Einsteiger hatte man oft keine Ahnung wovon Prof.Lux spricht.

Negatives Feedback aus den letzten Jahren

- Das Problem bei der LV war dass eigentlich keine wirkliche Einführung in das Programmierung stattgefunden hat. Studenten, wie ich, welche früher noch nie programmiert haben, verstehen am Ende genau so viel wie vor der LV. Er erklärt zwar was zum Beispiel bei einer Methode passiert, aber dann sagt er zum Beispiel: "Das darf man eigentlich nicht machen aber das machen wir jetzt einmal trotzdem." Dann kennen wir uns auch nicht mehr aus. Er sollte vielleicht wirklich versuchen direkt vom Anfang an zu erklären was programmieren ist und wie das alles funktioniert. Wirklich von ganz von Anfang an. Oft kennt er sich nämlich irgendwie selbst nicht aus.
- - finde es schwierig Programmieren in einer VO zu vermitteln - meine Konzentration war schnell weg
- langsamer Vorprogrammieren.

Negatives Feedback aus den letzten Jahren

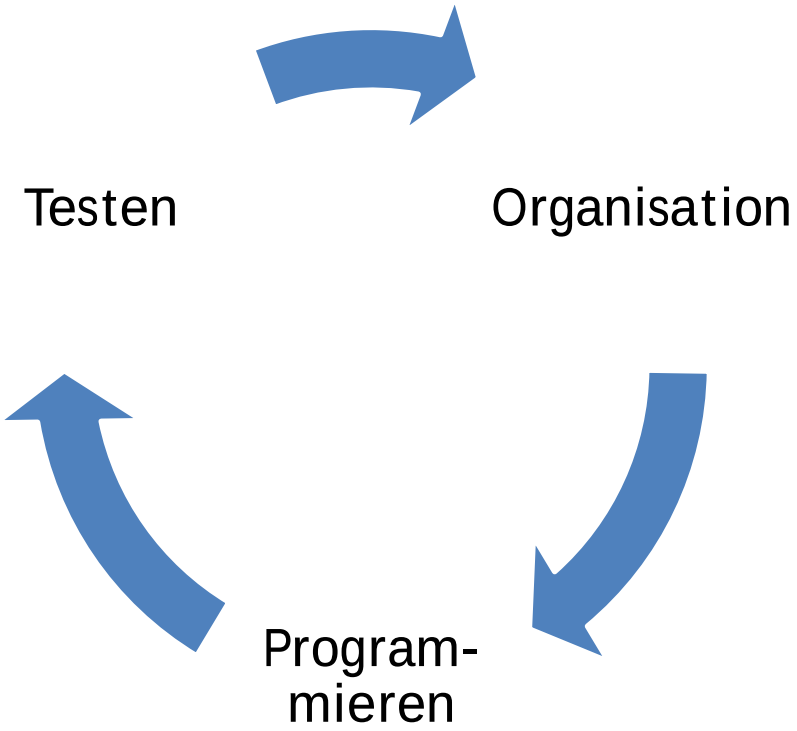
- //Der Bezug zwischen VO und UE war nicht gegeben. Dies ist insofern ein Problem, da es entweder heißt "Hören Sie später mal." oder auch "So kann man das machen.", ohne eigentlich zu wissen was da jetzt eigentlich passiert. Auch wenn es sicherlich langweilig ist, so würde es definitiv nicht schaden würde man hergehen und wirklich mit den absolut niedrigsten Thema anfängt (= System.out.print("Hello World"); + Was bedeuten die einzelnen Code-Lines, etwa auch einzelne Unterarten von System.out.Printl, etc.) //Nicht von Feminazis einschüchtern lassen.
- Praktische Beispiele etwas kürzer halten
- Weniger Name-Generator, mehr klausurbezogene Theorie. Was war der Sinn des Name-Generators? Für welche, die sich schon besser auskennen war das ja womöglich echt interessant, aber ich als völliger Anfänger hab das eher verwirrend gefunden..

Negatives Feedback aus den letzten Jahren

- Das Live-Programmieren war oft verwirrend, jedoch oft auch beeindruckend, da man sehen konnte, was alles machbar ist.
- Skriptum könnte detaillierter sein(man wird fast zum Kauf vom buch "Sprechen sie Java" gezwungen)
- LV-Leiter wird schnell zu spezifisch, ohne die Basics klar an die Studenten ohne Vorkenntnisse zu übermitteln. Studenten ohne Vorwissen müssen hier nach dem Buch gehen. Besser wäre es die Basics anhand von einfacheren Praxisbeispielen zu erklären. "Live-Programmieren gute Idee" - jedoch durch Tastenkombinationen und nicht ganz verständliche Erklärungen (für Anfänger) eher verwirrend

Problemdefinition

- Programme schreiben besteht aus …



Organisation

- Rahmenbedingungen für Programmierung
  - Compiler
  - Entwicklungsumgebung
  - Bibliotheken
  - Dokumentation

Programmieren

- Klare Anweisungen
- In Programmiersprache
- Abbildung von Daten und Prozeß

Testen

- Sicherstellen dass das Programm
  - lauffähig ist,
  - Ergebnisse liefert und
  - terminiert

Was ist Programmieren?

… die Lösung eines Problems so exakt beschreiben, dass es ein Computer lösen kann

Vgl. Kochrezept, Bedienungsanleitung.

Code.org – Hour of Code

- Live Demo …

Programmieren ist …

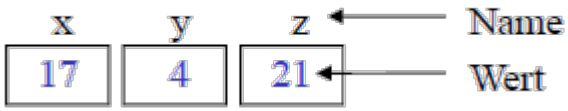
- eine kreative Tätigkeit
- eine Ingenieurstätigkeit
- schwierig, wenn man es gut machen will

Programm

Programm = Daten + Befehle

Daten

- Menge addressierbarer Speicherzellen



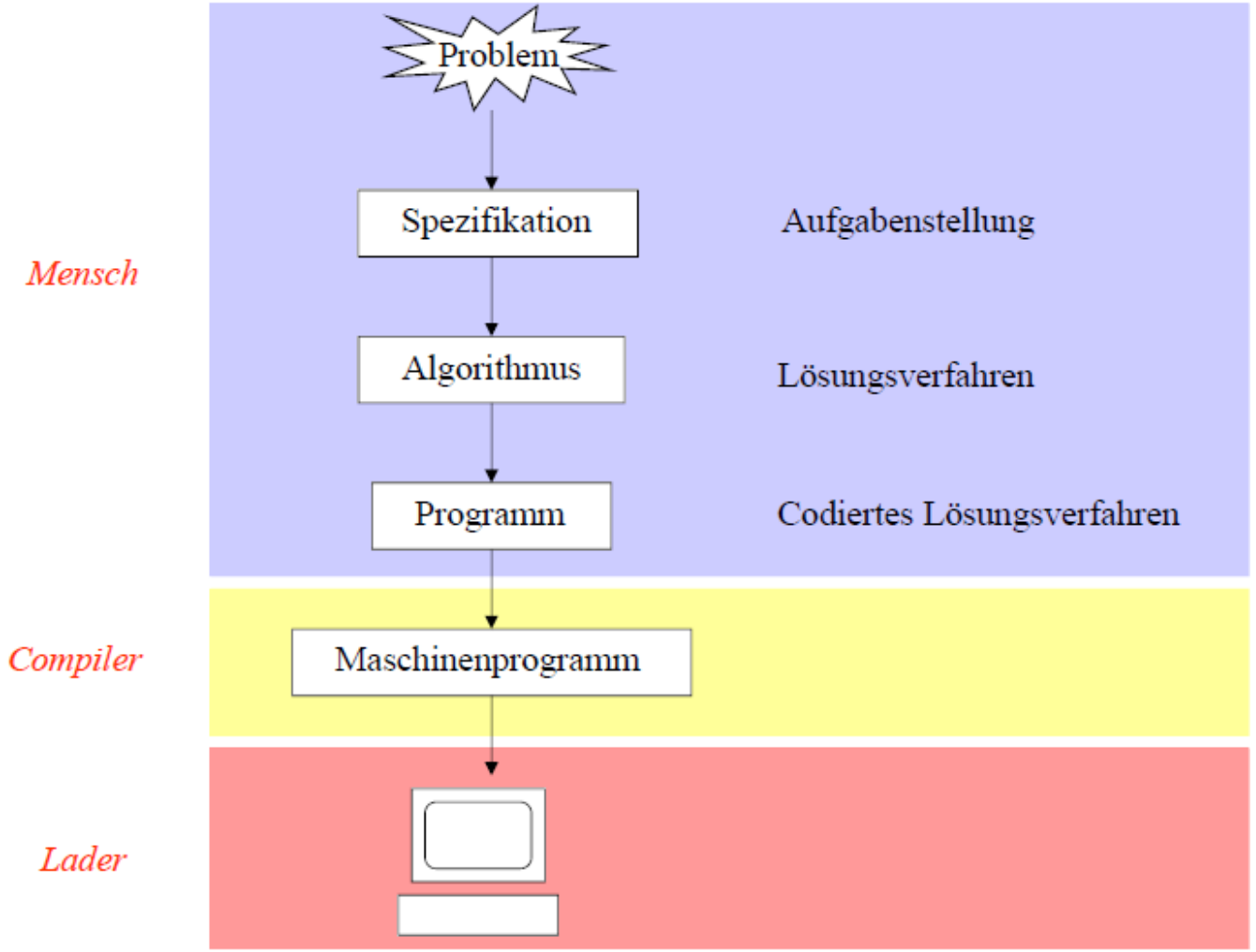
- Daten binär gespeichert (z.B. 17 = 10001)
- Binärspeicherung ist universell
  - (Zahlen, Texte, Bilder, Ton, ...)
- 1 Byte = 8 Bit
- 1 Wort = 4 Byte (typischerweise)

Befehle

- Operationen mit den Speicherzellen

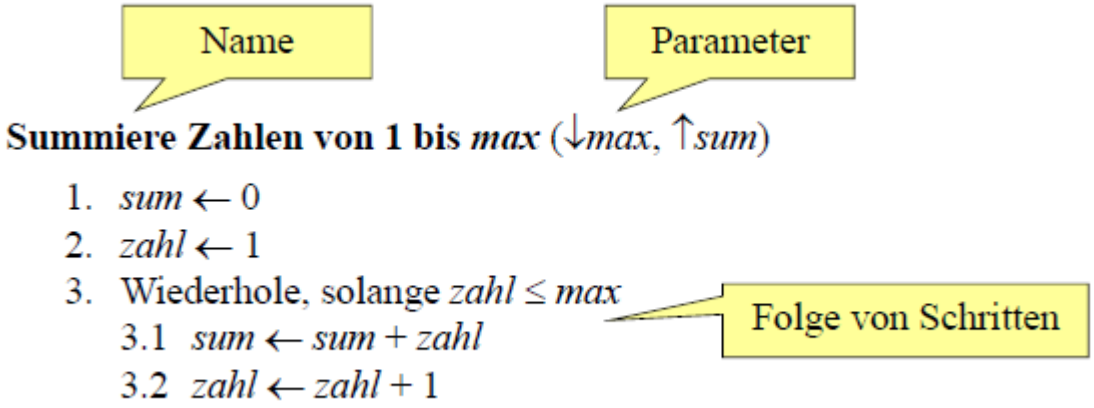
Maschinensprache		*Hochsprache*
ACC ← x	// Lade Zelle x	z = x + y;
ACC ← ACC + y	// Addiere Zelle y	
z ← ACC	// Speichere Ergebnis in Zelle z	

Programmerstellung



Algorithmus

- Schrittweises, präzises Verfahren zur Lösung eines Problems

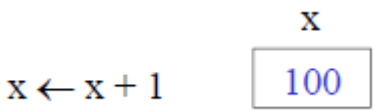


- Programm = Beschreibung eines Algorithmus in einer Programmiersprache

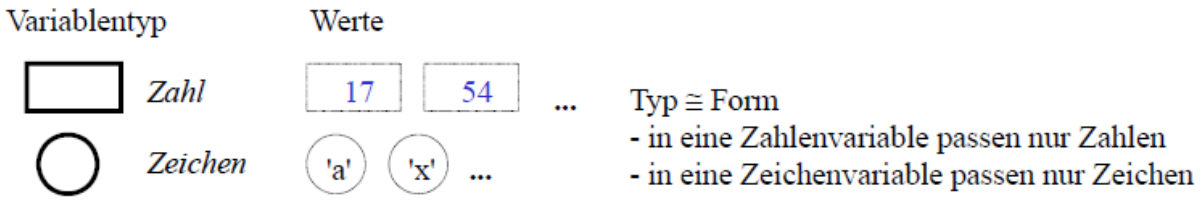
Variablen

- Sind benannte Behälter für Werte

- Können ihren Wert ändern

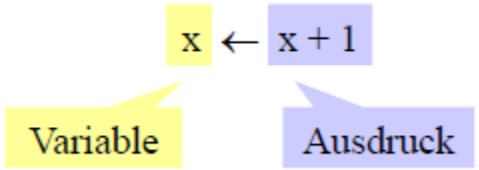


- Haben einen Datentyp
  - definiert Menge erlaubter Werte



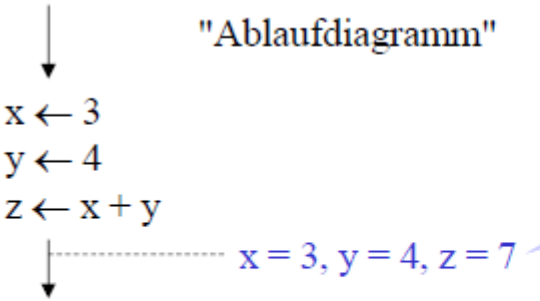
Anweisungen

- Wertzuweisung



1. werte Ausdruck aus
2. weise seinen Wert der Variablen zu

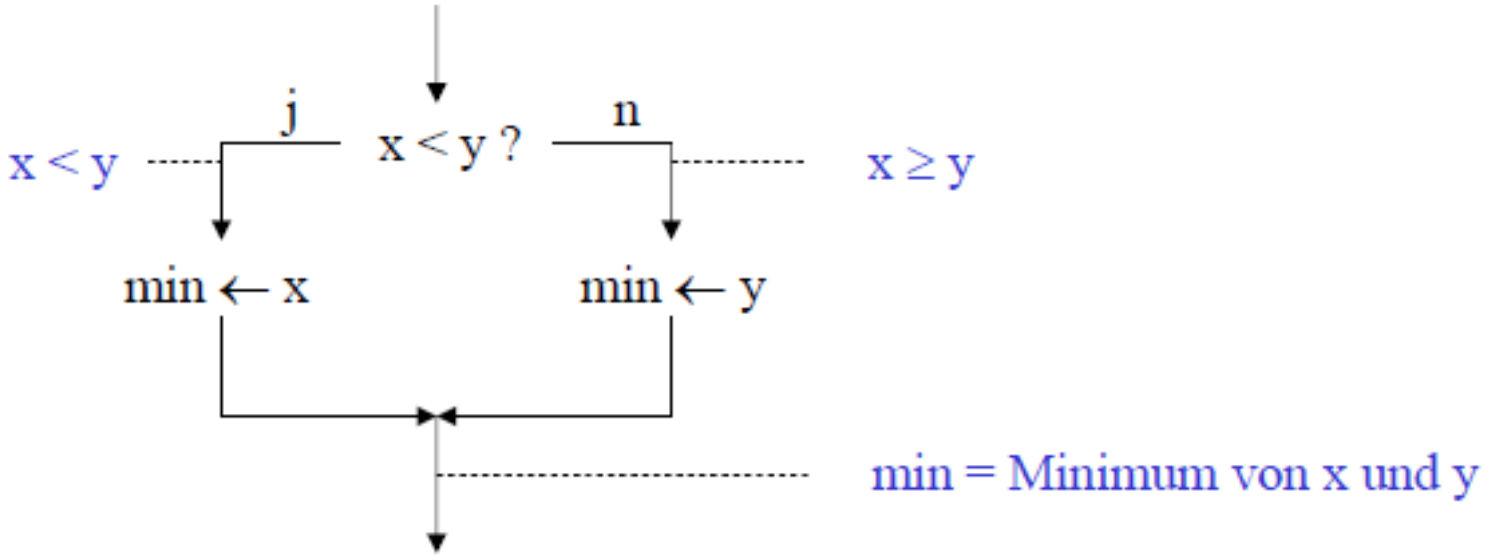
- Anweisungsfolge (Sequenz)



Assertion (Zusicherung)
Aussage über den Zustand des Algorithmus an einer bestimmten Stelle

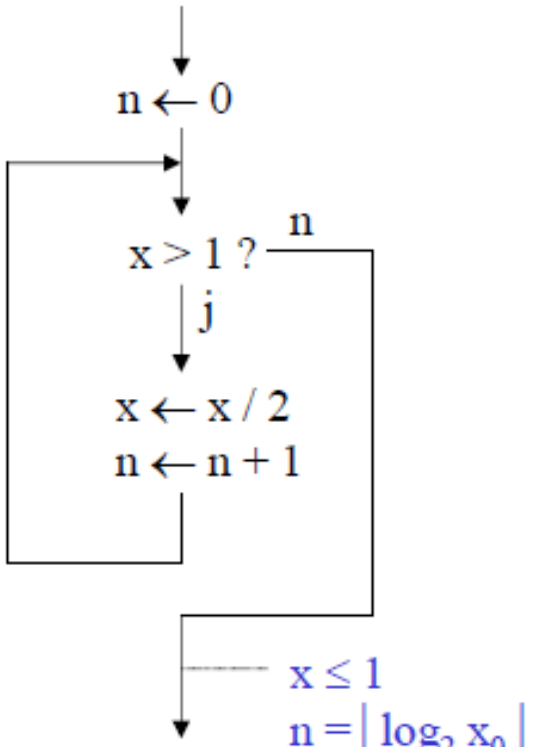
Anweisungen

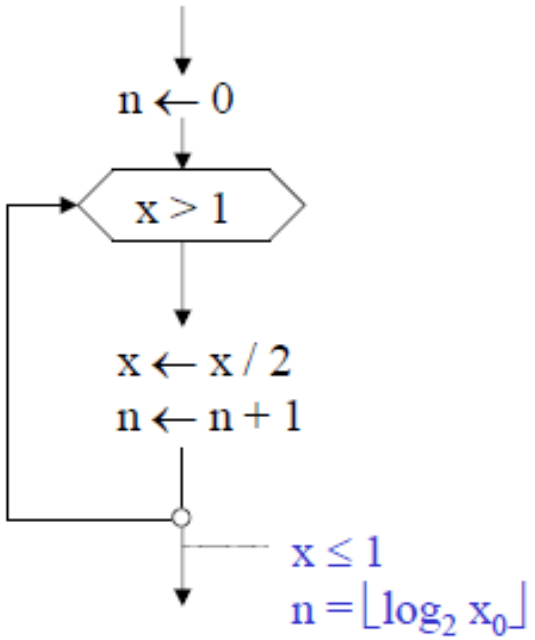
- Auswahl
  - auch Verzweigung, Abfrage, Selektion



Anweisungen

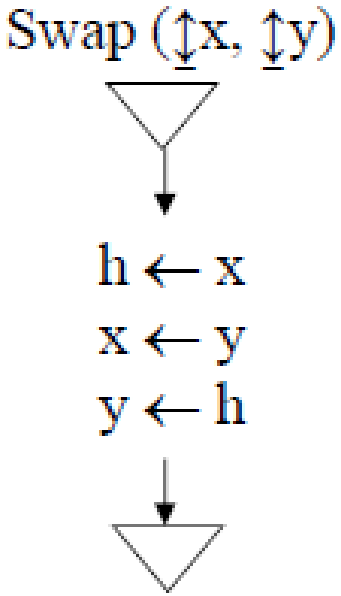
- Wiederholung
  - Auch: Schleife, Iteration





Alternative Darstellung

Beispiel: Vertauschen zweier Variablen



Schreibtischtest

x	y	h
~~3~~	~~2~~	3
2	3	

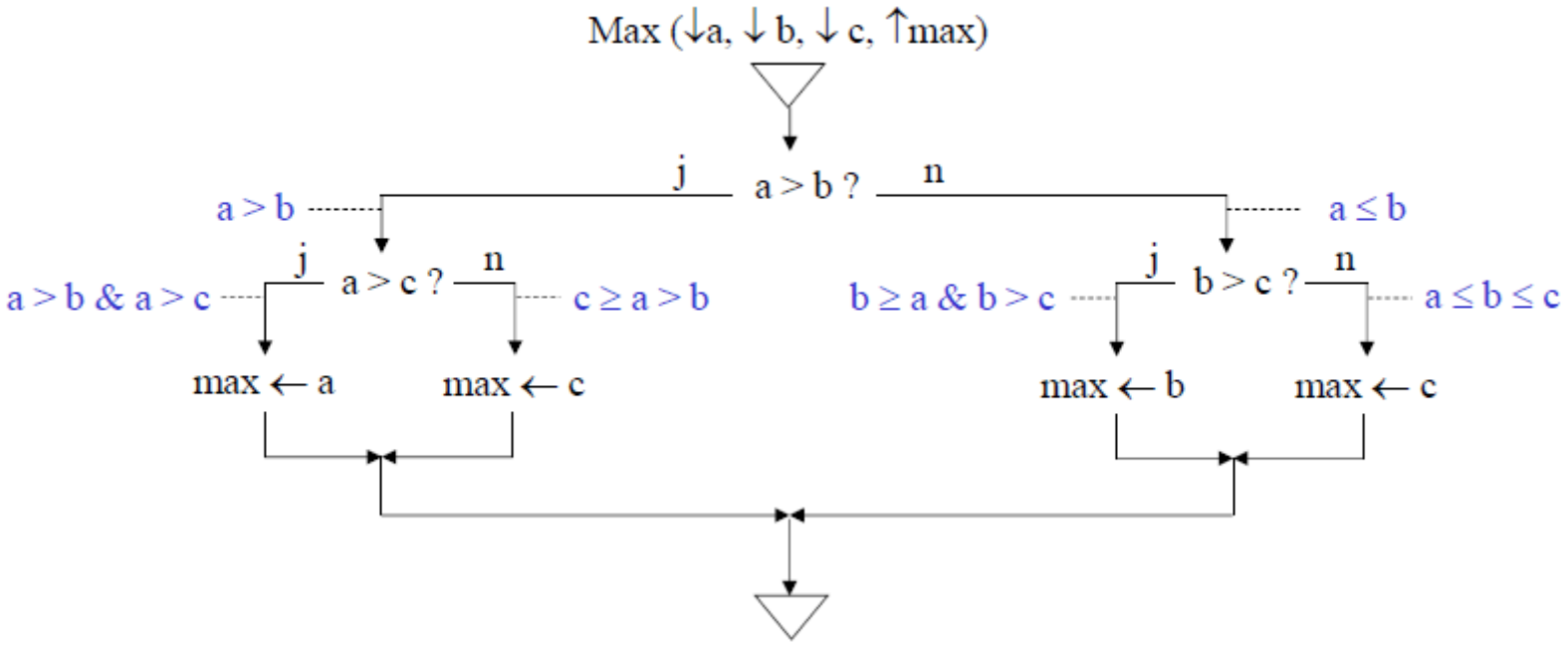
Beispiel: Vertauschen zweier Variablen

```
int x = 10;
int y = -5;
int h;

println(x);
println(y);

h = x;
x = y;
y = h;

println(x);
println(y);
```

- Source Code für Processing
- Processing ist „wie Java“

- int … Datentyp
- ; … beendet Anweisung
- println() … Funktion zur Ausgabe

Beispiel: Maximum dreier Zahlen bestimmen



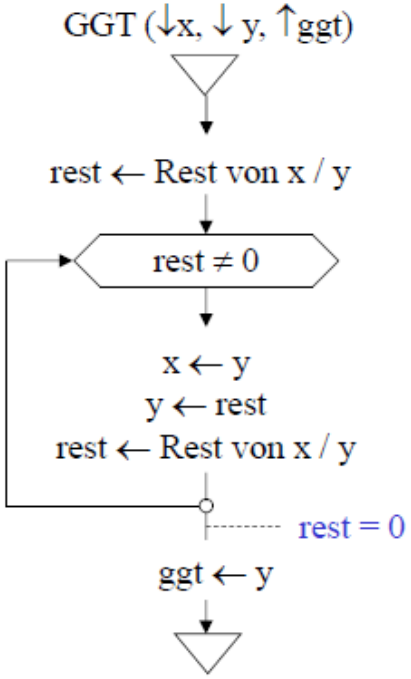
Beispiel: Maximum dreier Zahlen bestimmen

```
int a = 11;
int b = 12;
int c = 13;
int max;

if (a<b) {
  if (b<c) {
    max = c;
  } else {
    max = b;
  }
} else {
  if (a<c) {
    max = c;
  } else {
    max = a;
  }
}

println(max);
```

- Source Code für Processing
- if (test) {..}
- else {..}

Beispiel: Euklidscher Algorithmus

- Berechnet den größten gemeinsamen Teiler zweier Zahlen x und y



Schreibtischtest

x	y	rest
~~28~~	~~20~~	8
~~20~~	~~8~~	4
8	4	0

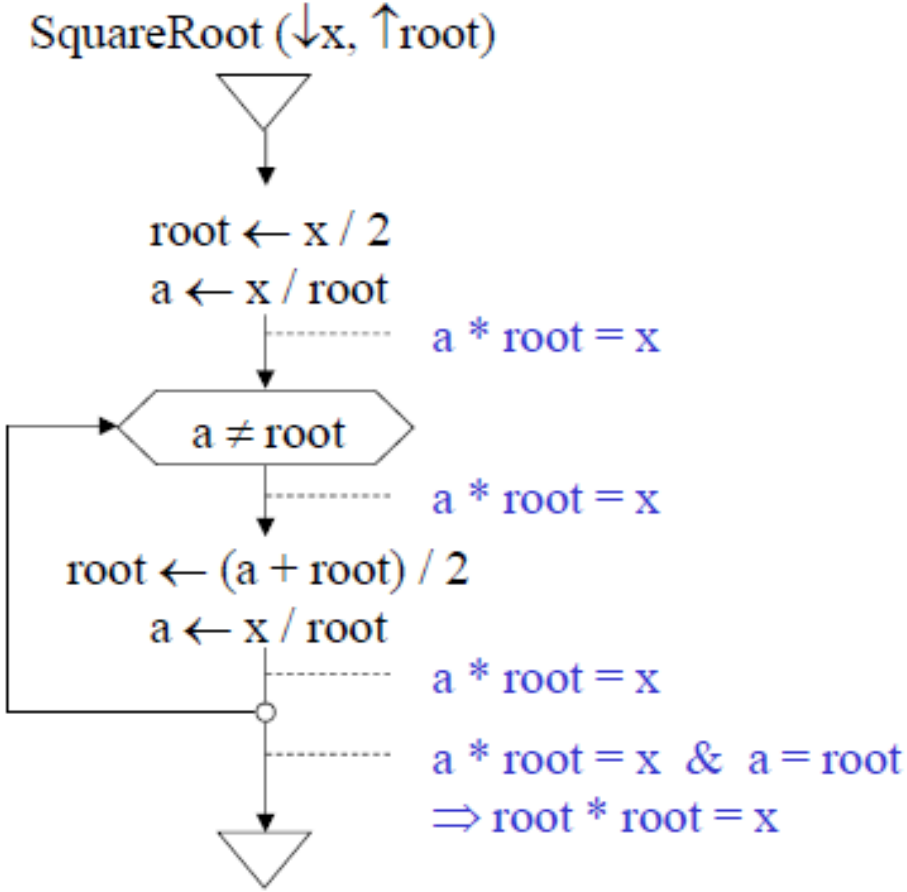
Warum funktioniert dieser Algorithmus?
(ggt teilt x) & (ggt teilt y)
⇒ x = i*ggt, y = j*ggt, (x-y) = (i-j)*ggt
⇒ ggt teilt (x - y)
⇒ ggt teilt (x - q*y)
⇒ ggt teilt rest
⇒ GGT(x, y) = GGT(y, rest)

Beispiel: Euklidscher Algorithmus

```
int x = 21;
int y = 14;

int rest = x % y;

while (rest != 0) {
   x = y;
   y = rest;
   rest = x % y;
}

println(y);
```

- Source Code für Processing
- While (test) {..}
- % ... modulo

Beispiel: Quadratwurzel



Schreibtischtest

x	root	a
10	~~5~~	~~2~~
	~~3.5~~	~~2.85714~~
	~~3.17857~~	~~3.14607~~
	~~3.16232~~	~~3.16223~~
	3.16228	3.16228

Beispiel: Quadratwurzel

```
float x = 10;

float root = x / 2;
float a = x / root;

while (a != root) {
  root = (a + root) / 2;
  a = x / root;
}

println(root);
```

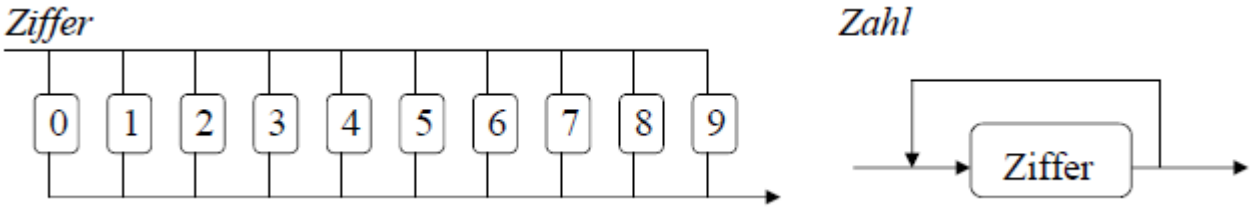
- Source Code für Processing
- float … Datentyp
- / … Division
- Tipp: float nicht auf Gleichheit prüfen!
  - |a-root| < 0,00001

Beschreibung von Programmiersprachen

- Syntax
  - Regeln, nach denen Sätze gebaut werden dürfen
  - z.B.: Zuweisung = Variable „<-" Ausdruck
- Semantik
  - Bedeutung der Sätze
  - z.B.: werte Ausdruck aus und weise ihn der Variablen zu

Beschreibung von Programmiersprachen

- Grammatik
  - Menge von Syntaxregeln
  - z.B. Grammatik der ganzen Zahlen
    - Ziffer = "0" | "1" | "2" | "3" | "4" | "5" | "6" | "7" | "8" | "9".
    - Zahl = Ziffer {Ziffer}.



EBNF (Erweiterte Backus-Naur-Form)

Beispiele

- *Grammatik der Gleitkommazahlen*
  - Zahl = Ziffer {Ziffer}.
  - Gleitkommazahl = Zahl "." Zahl ["E" ["+" | "-"] Zahl].
- *Grammatik der If-Anweisung*
  - IfAnweisung = "if" "(" Ausdruck ")" Anweisung ["else" Anweisung].

Metazeichen	Bedeutung	Beispiel	beschreibt
=	trennt Regelseiten	A = x y z .	
.	schließt Regel ab		
|	trennt Alternativen	x | y	x, y
( )	klammert Alternativen	(x | y) z	xz, yz
[ ]	wahlweises Vorkommen	[x] y	xy, y
{ }	0..n-maliges Vorkommen	{x} y	y, xy, xxy, xxxy, ...

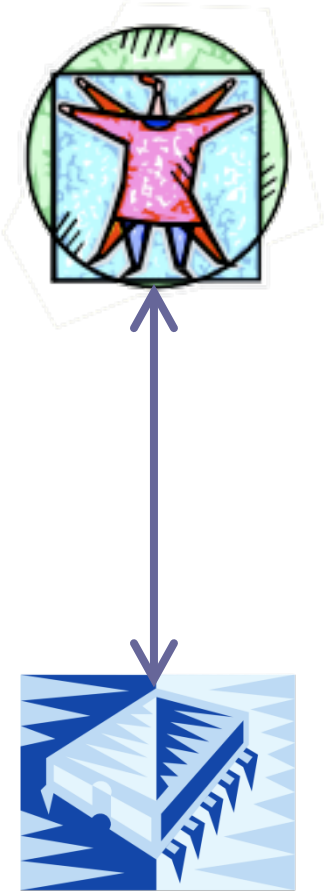
Programmiersprachen

- Maschinell (durch ein Programm) übersetzbare formale Sprachen
  - Ein Programm ist ein »Text« in einer formalen Sprache
- Viele verschiedene formale Sprachen
  - Java, Python, C, C++, Objective C, Pascal, Modula, Perl, Basic, C#, JavaScript, Dart, Erlang, LUA uvm.

Programmiersprachen

- Compiler: Programmtext wird
  - von einem Übersetzungsprogramm
  - in Maschinensprache übersetzt
  - Bsp. C, C++
- Interpreter:
  - Programmtext wird unmittelbar, schrittweise ausgeführt
  - Bsp. Python, Ruby

Algorithmennotation



Grafische Notationen	Verbale Notationen
Höhere Programmiersprachen (wie Java)	
Assemblersprachen	
Maschinencode (binär)	
Hardware (elektrische Signale)	

Verbale Darstellung

- Beschreibung in natürliche Sprache

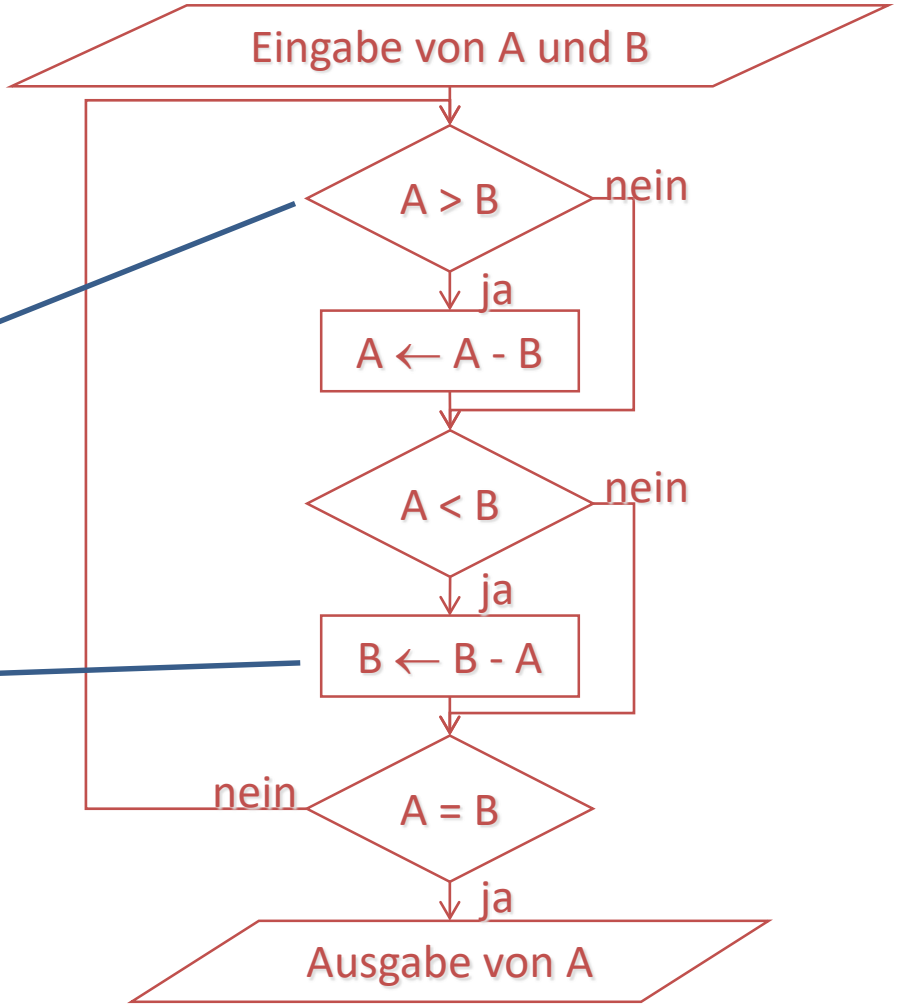
```
Euklidischer Algorithmus ggT(A, B)
   0.  Eingabe von A und B
   1.  Wenn A größer B, dann subtrahiere B
       von A und weise das Ergebnis A zu
   2.  Wenn A kleiner B, dann subtrahiere A
       von B und weise das Ergebnis B zu
   3.  Wenn A ungleich B, weiter bei Schritt 1.
   4.  Das Ergebnis ist A (oder B)
```

Flussdiagramm

Ein- und Ausgabewerte

Verzweigung / Selektion

Zuweisung



Flussdiagramm

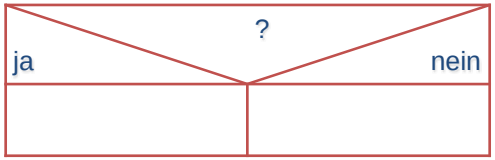
Nachteile eines Flussdiagramms

- Oft unstrukturiert, keine formalen Vorgaben
- Für fremde Leser nicht verständlich, nicht teamfähig
- Nicht wartbar, nicht erweiterbar

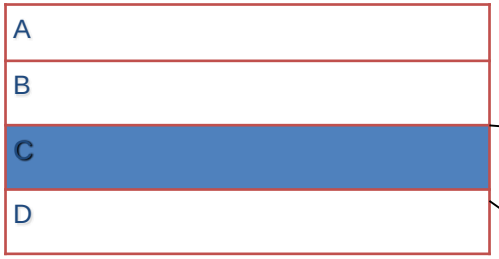
Nassi-Shneiderman-Diagramm

- Einschränkung der Darstellungsmöglichkeiten, führt zu strukturierteren Graphen
- Sequenz

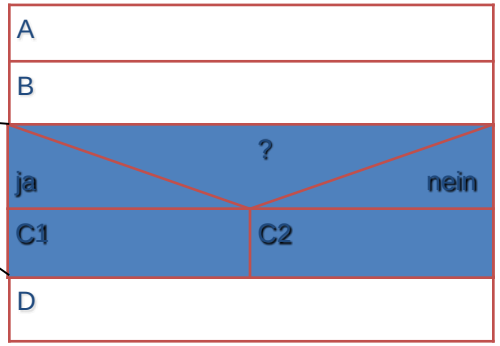
- Fallunterscheidung



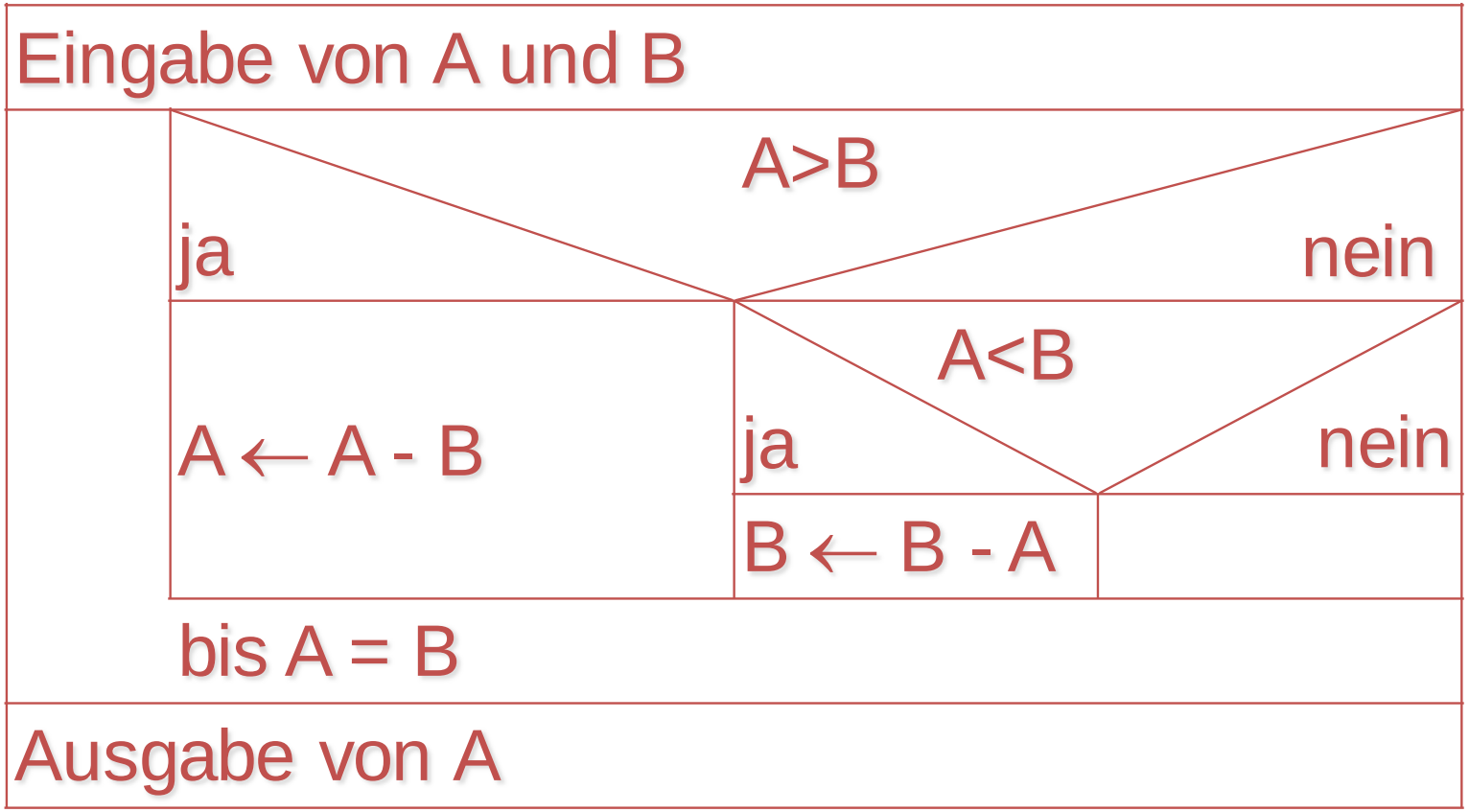
- + Schachtelung!



Wiederholung / Schleife



Nassi-Shneiderman-Diagramm: Euklidischer Algorithmus



Pseudocode

- Semiformale Sprachen
- Beispiel:

```
WHILE    A ungleich B
    IF A > B
    THEN subtrahiere B von A
    ELSE
            subtrahiere A von B
    ENDIF
ENDWHILE
ggT := A
```

ESOP – Einfache Programme

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux
ITEC / AAU

Agenda

- Grundsymbole
- Variablen, Konstanten
- Zuweisungen
- Operatoren

Quelle für die folgenden Folien: ***Grundlagen der Programmierung,*** *Prof. Dr. Hanspeter Mössenböck*

Grundsymbole: Namen

Bezeichnen Variablen, Typen, ... in einem Programm

- bestehen aus Buchstaben, Ziffern und „_“
- beginnen mit Buchstaben
- beliebig lang
- Groß-/Kleinschreibung signifikant

- Beispiele
  - x, x17, my_Var, myVar

Grundsymbole: Schlüsselwörter

- Heben Programmteile hervor
- Dürfen nicht als Namen verwendet werden

- Beispiele:
  - if, while, for, enum, class, static, ...

Grundsymbole: Zahlen

- Ganze Zahlen
  - (dezimal oder hexadezimal)
- Gleitkommazahlen

- Beispiele
  - 376 … dezimal
  - 0x1A5 … hexadezimal
  - 3.14 … Gleitkommazahl

Grundsymbole: Zeichenketten

- Beliebige Zeichenfolgen zwischen Hochkommas
- Dürfen nicht über Zeilengrenzen gehen
- " in der Zeichenkette wird als \" geschrieben

- Beispiele
  - "a simple string"
  - "sie sagte \"Hallo\""

Grundsymbole: Zeichenketten

- String … Zeichenkette
  - Eigentlich kein Basisdatentyp, sondern ein Objekt!
- char … ein einzelnes Unicode Zeichen
  - 2 Bytes
  - unter einfachem Hochkomma, z.B. ‘L’, ‘)’, …

Variablendeklaration

- Jede Variable muss vor ihrer Verwendung deklariert werden
  - macht den Namen und den Typ der Variablen bekannt
  - Compiler reserviert Speicherplatz für die Variable
- Beispiele:
  - `int x;` … deklariert eine Variable x vom Typ int (integer)
  - `short a, b;` … deklariert 2 Variablen a und b vom Typ short (short integer)

Ganzzahlige Typen

byte	8 bit	-2^7 .. 2^7-1	(-128 .. 127)
short	16 bit	-2^15 .. 2^15-1	(-32.768 .. 32.767)
int	32 bit	-2^31 .. 2^31-1	(-2.147.483.648 ..)
long	64 bit	...	...

- Initialisierungen
  - `int x = 100;`
    deklariert int-Variable x; weist ihr den Anfangswert 100 zu
  - `short a = 0, b = 1;`
    deklariert 2 short-Variablen a und b mit Anfangswerten

Konstantendeklaration

- Kein Konstanten in Java.
- Initialisierte "Variablen", deren Wert man nicht mehr ändern kann
  - final int max = 100;
- Zweck
  - bessere Lesbarkeit
    - max ist lesbarer als 100
  - bessere Wartbarkeit
    - wenn die „Konstante“ mehrmals vorkommt und geändert werden muss, dann muss das nur an 1 Stelle erfolgen

Kommentare

- Zeilenendekommentare
  - Beginnen mit // .. reichen bis zum Zeilenende (EOL)
- Klammerkommentare
  - durch /* ... */ begrenzt, können über mehrere Zeilen gehen

- Kommentare & Lesbarkeit
  - alles kommentieren, was Erklärung bedarf
  - nicht kommentieren, was schon da ist;

```
// Hier ist ein Zeilenkommentar

int x = 15; // Initialisierung an dieser Stelle erforderlich!
short y = -12;

/* ************************************************
   Dieses Programm wurde von Mathias Lux geschrieben
   ************************************************ */
```

Sprache für Kommentare & Namen

- Am “potentiellen Team” orientieren
  - Englisch besser als Deutsch
- Auf keinen Fall mischen

- Achtung bei
  - Schimpfworten, Emailadressen, Namen, Lizenzen!

Explore Gist Blog Help dermotte

Search shit Search

- Repositories 203
- Code 26,340
- Issues 2,815
- Users 31

Languages

C	224,353
HTML	34,242
JavaScript	
GAS	25,739
Less	23,338
C++	18,093
PHP	15,306
XML	9,977
Ruby	9,436
Markdown	8,795

Advanced search Cheat sheet

We've found 26,340 code results

Sort: Best match

romankalb/PMapp – main.js JavaScript
Last indexed on 3 Aug

```
1  debug("Shit");
```

matthewcv/nodestuff – mmcolors.js JavaScript
Last indexed on 31 Jul

```
1  alert('shit');
```

lwl8851206/HelloWorld – test.js JavaScript
Last indexed on 29 Jul

```
1  function shit(){}
```

ACSvsFMI/theDoctors – shit.js JavaScript
Last indexed on 25 Jul

```
1  alert('shit')
```

nitirajrathore/testrepo – tits.js JavaScript
Last indexed on 2 Aug

```
1  alert("fucking dick shit")
```

gpestana/legacy_slick.js – core_tests.js JavaScript
Last indexed on 1 Aug

```
1  /*Tests and shit.. */
```

bmelon11/myrepo – boo.js JavaScript
Last indexed on 28 Jul

```
1  console.log("eat shit")
```

apiengine/apiengine-client – page.js JavaScript
Last indexed on 23 Jul

```
1  some profile shit goes here
```

AchintyaAshok/NYT---Intern-Project-Front-End – storyView.js JavaScript
Last indexed on 28 Jul

```
1  console.log('django is shit');
```

JamieAppleseed/jamieappleseed.com – application.js JavaScript
Last indexed on 8 Aug

```
1  (function(win){
2    // do shit
3  })(this);
```

Namenswahl für Variablen & Konstanten

- Coding Conventions existieren für
  - Lesbarkeit über Teams hinweg
  - Wartbarkeit & Preservation
- Naming Conventions siehe:
  http://www.oracle.com/technetwork/java/javase/documentation/codeconventions-135099.html#367
- Tipps:
  - Bedeutungsvolle Namen (vgl. Kommentare)
  - Eher kurz als lang, aber IDE unterstützt.

Schlechte Beispiele ...

aeonsf/footlocker – dpc-hashcrack.py
Last indexed on 31 Jul

Python

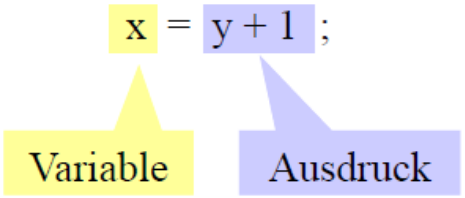
```
51                return licker
52
53  def toptobottom(crack):
54          i = 0
55          while i < (len( asshole )/2):
56                  if len(crack) == 32:
57                          if crack == md5(asshole[i]):
…
57                          if crack == md5( asshole [i]):
58                                  print "\n\t[p1] 3===D  passwd is = %s\n"% asshole [i]
59                                  break
60                  elif len(crack) == 40:
```

hallfox/teampython – ex10b.py
Last indexed on 3 Aug

Python

```
5   escape4 = "%s is a total  asshole ."
6
7   asshole  = "Tyler \t\nFUCK\n Sontag \\"
8
9   singlequotepreformatting = '''
10  This looks a lot cleaner and minimalistic.
…
12  For now on, let's use the single quotes instead.
13  '''
14
15  print escape1
16  print escape2
17  print escape3
18  print escape4 %  asshole
19  print singlequotepreformatting
```

Zuweisungen



1. berechne den Ausdruck
2. speichere seinen Wert in der Variablen

- Bedingung: linke und rechte Seite müssen zuweisungskompatibel sein
  - müssen dieselben Typen haben, oder
  - Typ links $\supseteq$ Typ rechts
- Hierarchie der ganzzahligen Typen
  - long $\supseteq$ int $\supseteq$ short $\supseteq$ byte

Zuweisungen

- Beispiele

```
int i, j; short s; byte b;
i = j;          // ok: derselbe Typ
i = 300;        // ok (Zahlkonstanten sind int)
b = 300;        // nicht ok: 300 passt nicht in byte
i = s;          // ok
s = i;          // nicht ok
```

Statische Typenprüfung

- Compiler prüft:
  - dass Variablen nur erlaubte Werte enthalten
  - dass auf Werte nur erlaubte Operationen ausgeführt werden

Arithmetische Ausdrücke

- Vereinfachte Grammatik

```
Expr = Operand {BinaryOperator Operand}.
Operand = [UnaryOperator] ( identifier | number | "(" Expr ")" ).
```

- z.B.: - x + 3 * (y + 1)

Arithmetische Ausdrücke

Binäre Operatoren

+	Addition				
-	Subtraktion				
*	Multiplikation				
/	Division, Ergebnis ganzzahlig	5/3 = 1	(-5)/3 = -1	5/(-3) = -1	(-5)/(-3) = 1
%	Modulo (Divisionsrest)	5%3 = 2	(-5)%3 = -2	5%(-3) = 2	(-5)%(-3) = -2

Unäre Operatoren

+	Identität (+x = x)
-	Vorzeichenumkehr

Typregeln in arithmetischen Ausdrücken

- Vorrangregeln
  - Punktrechnung (*, /, %) vor Strichrechnung (+, -)
    - z.B. 2 + 3 * 4 = 14
  - Linksassoziativität
    - z.B. 7 - 3 - 2 = 2
  - Unäre Operatoren binden stärker als binäre
    - z.B.: -2 * 4 + 3 ergibt -5
- Typregeln
  - Operandentypen - byte, short, int, long
  - Ergebnistyp - wenn mindestens 1 Operand long -> long, sonst -> int

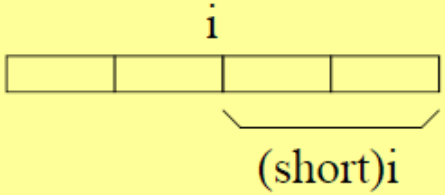
Beispiele

```
short s; int i; long x;
x = x + i;          // long
i = s + 1;          // int (1 ist vom Typ int)
s = s + 1;          // nicht ok!
s = (short)(s + 1); // Typumwandlung nötig
```

Typumwandlung (type cast)

(type)expression

- wandelt Typ von *expression* in *type* um
- dabei kann etwas abgeschnitten werden



Increment / Decrement

- Variablenzugriff kombiniert mit Addition/Subtraktion
  - x++ ... nimmt den Wert von x und erhöht x anschließend um 1
  - ++x ... erhöht x um 1 und nimmt anschließend den erhöhten Wert
  - x-- , --x ... entsprechend
- Kann auch als eigenständige Anweisung verwendet werden
  - x = 1; x++; // x = 2 entspricht: x = x + 1;
- Beispiele
  - x = 1; y = x++ * 3; // x = 2, y = 3 entspricht: y = x * 3; x = x + 1;
  - x = 1; y = ++x * 3; // x = 2, y = 6 entspricht: x = x + 1; y = x * 3;
- Darf nur auf Variablen angewendet werden (nicht auf Ausdrücke)
  - y = (x + 1)++; // Fehler!

Multiplikation/Division mit Zweierpotenzen

Mit Shift-Operationen effizient implementierbar

Multiplikation	
x * 2	x << 1
x * 4	x << 2
x * 8	x << 3
x * 16	x << 4
...	...

Division	
x / 2	x >> 1
x / 4	x >> 2
x / 8	x >> 3
x / 16	x >> 4
...	...

Division nur bei positiven Zahlen durch Shift ersetzbar

Multiplikation/Division mit Zweierpotenzen

Beispiele

x = 3;	x = -3;	x = 15;
0000 0011	1111 1101	0000 1111
x = x << 2; // 12	x = x << 1; // -6	x = x >> 2; // 3
0000 1100	1111 1010	0000 0011

Java verwendet die Zweierkomplementdarstellung!

Zuweisungsoperatoren

- Arithmetischen Operationen lassen sich mit Zuweisung kombinieren

	Kurzform	*Langform*
+=	x += y;	x = x + y;
-=	x -= y;	x = x - y;
*=	x *= y;	x = x * y;
/=	x /= y;	x = x / y;
%=	x %= y;	x = x % y;

check http://docs.oracle.com/javase/specs/jls/se8/html/jls-15.html#jls-15.26

String-Operatoren

- Strings können mit ‘+’ verknüpft werden
  - “Mathias” + “ “ + “Lux”
- Andere Operatoren gelten nicht für Strings
  - Vor allem nicht Prüfung auf Gleichheit
  - “Mathias” != “Lux” ... vergleicht Adressen!

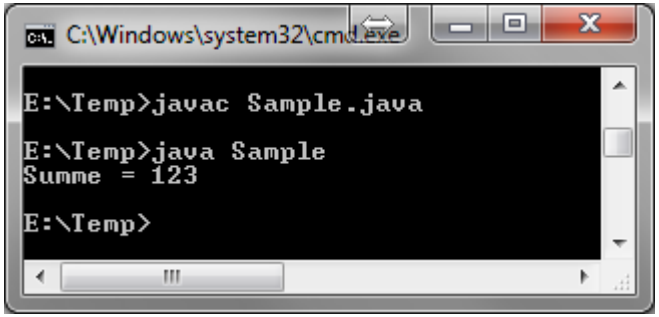
Bit-Operatoren

- Die Bits der Operanden werden miteinander verknüpft.
  - Beispiel (Java nutzt Zweierkomplement)
    - `byte a = 17;  // 00010001`
    - `byte b =  7;  // 00000111`
- Eine Eins steht im Ergebnis genau dort, wo…
  - Disjunktion: … einer der Operanden eine Eins aufweist
    - `byte or = a | b;  // 23`
  - Konjunktion: …beide Operanden eine Eins aufweisen
    - `byte and = a & b; //  1`
  - Antivalenz: …die Operanden unterschiedlich sind
    - `byte xor = a ^ b; // 22`
  - Komplement: …der Operand eine Null aufweist
    - `byte notB = ~b;  // -8`

Grundstruktur von Java-Programmen

```
class ProgramName {
    public static void main (String[] arg) {
        ... // Deklarationen
        ... // Anweisungen
    }
}

// Beispiel:
class Sample {
    public static void main (String[] arg) {
        int a = 23;
        int b = 100;
        System.out.print("Summe = ");
        System.out.println(a + b);
    }
}
```

Text muss in einer Datei namens *ProgramName.java* stehen



Übersetzen und Ausführen mit JDK

- Übersetzen
  - `C:\> cd MySamples`
    wechselt zu Quelldatei
  - `C:\MySamples> javac Sample.java`
    erzeugt Datei Sample.class
- Ausführen
  - `C:\MySamples> java Sample`
    ruft main-Methode der Klasse Sample auf
  - `Summe = 123`

Beispiel: IDEA IDE

- Beispiele für Kommentare
  - Rechtschreibprüfung
- Live Templates
  - psvm + <tab>
- Automatische Benennung von Variablen
  - <Strg>-<Leertaste>

ESOP – Verzweigungen & Schleifen

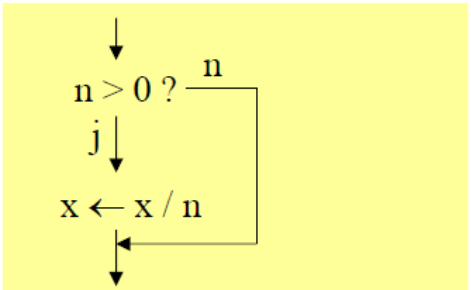
Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Agenda

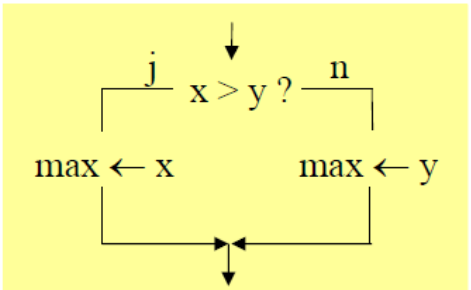
- Verzweigungen
  - If – Else, Switch
- Schleifen
  - While, Do-While, For

If-Anweisung




```
if (n > 0) x = x / n;
```

ohne else-Zweig




```
if (x > y)
   max = x;
else
   max = y;
```

mit else-Zweig

Syntax

IfStatement = "**if**" "(" Expression ")" Statement ["**else**" Statement].

Anweisungsblöcke

Wenn if-Zweig oder else-Zweig aus mehr als 1 Anweisung bestehen, müssen sie durch { ... } geklammert werden.

```
Statement = Assignment | IfStatement | Block | ... .
Block = "{" {Statement} "}".
```

Anweisungsblöcke

- Beispiel

```
if (x < 0) {
  negNumbers++;
  System.out.print(-x);
} else {
  posNumbers++;
  System.out.print(x);
}
```

Einrückung

Best Practice:
{...} auch bei einzelnen Statements

Einrückungen

- Erhöhen die Lesbarkeit
  - machen Programmstruktur besser sichtbar
- Einrückungstiefe
  - 1 Tabulator oder 2 Leerzeichen

- Kurze If-Anw. auch in einer Zeile:
  - `if (n != 0) x = x / n;`
  - `if (x > y) max = x; else max = y;`

Dangling Else

```
if (a > b)
   if (a != 0) max = a;
else
   max = b;
```

```
if (a > b)
   if (a != 0) max = a; else max = b;
```

- Zu welchem if gehört das else?
- In Java: `else` gehört immer zum unmittelbar vorausgegangenen `if`

- Alternative: Anweisungsblöcke verwenden!

Kurze If-Anweisungen

- `(Expression)?Statement:Statement`

```
int x = 3;
int y = 4;
int max = (x<y)?y:x;

println(max);
```

Vergleichsoperatoren

- Vergleich zweier Werte
- Liefert *true* oder *false*

	Bedeutung	*Beispiel*
==	gleich	x == 3
!=	ungleich	x != y
>	größer	4 > 3
<	kleiner	x+1 < 0
>=	größer oder gleich	x >= y
<=	kleiner oder gleich	x <= y

Zusammengesetzte Vergleiche Boolesche Operatoren

&& Und-Verknüpfung

x	y	x && y
true	true	true
true	false	false
false	true	false
false	false	false

|| Oder-Verknüpfung

x	y	x || y
true	true	true
true	false	true
false	true	true
false	false	false

! Nicht-Verknüpfung

x	!x
true	false
false	true

- Beispiel
  - `if (a >= 0 && a <= 10 || a >= 100 && a <= 110) b = a;`

Boolesche Operatoren Bindung

- ! bindet stärker als && bzw ||
- && bindet stärker als ||

- Klammerung möglich
  - `if (a > 0 && (b==1 || b==7)) ...`

Datentyp `boolean`

- Datentyp (wie z.B. `int`)
  - mit den beiden Werten *true* und *false*
- Beispiel

```
boolean p, q;
p = false;
q = x > 0;
p = p || q && x < 10;
```

DeMorgan’sche Regeln

- ! (a && b) ⇔ ! a || ! b
- ! (a || b) ⇔ ! a && ! b

```
if (x >= 0 && x < 10) {
   ...
} else { // ! (x >= 0 && x < 10)
   ...
}
```

⇨ ! (x >= 0) || ! (x < 10)

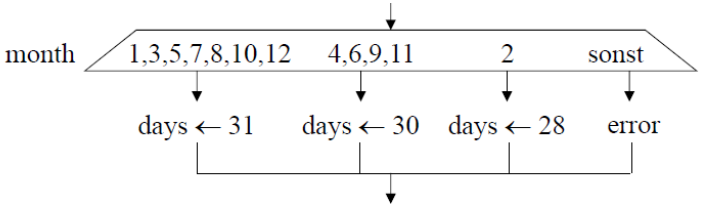
⇨ x < 0 || x >= 10

Beispiele `boolean` & `if`

- Bedingung wird auf `true` oder `false` ausgewertet
  - `if (true)`
  - `if (!true)`
  - `if ((x >=1) == true)`

Switch-Anweisung

- Mehrfachverzweigung



- In Java

```
switch (month) {
   case 1: case 3: case 5: case 7: case 8: case 10: case 12:
     days = 31; break;
   case 4: case 6: case 9: case 11:
     days= 30; break;
   case 2:
     days = 28; break;
   default:
     System.out.println("error");
}
```

Switch-Anweisung

- Bedingungen
  - Audruck ganzzahlig, char oder String
  - Case-Marken sind Konstante
  - Case-Marken Typ muss zu Ausdruck passen
  - Case-Marken müssen verschieden sein
- Break-Anweisung
  - Spring ans Ende der Switch-Anweisung
  - Fehlt break, wir alles danach ausgeführt
    => häufiger Fehler!

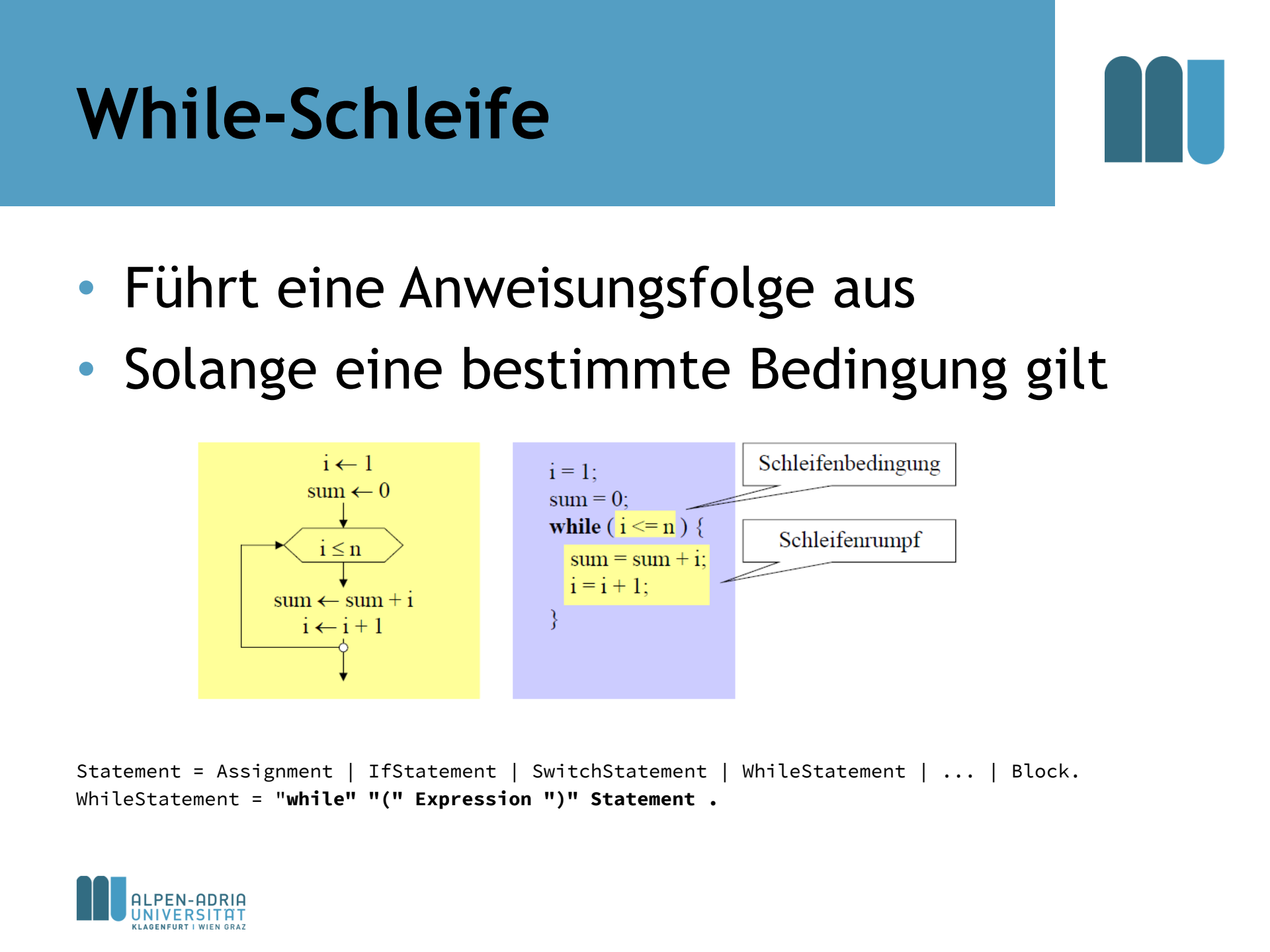
Switch-Ausdruck

```
switch (month) {
   case 1: case 3: case 5: case 7: case 8: case 10: case 12:
     days = 31; break;
   case 4: case 6: case 9: case 11:
     days= 30; break;
   case 2:
     days = 28; break;
   default:
     System.out.println("error");
}
```

Switch-Syntax

```
Statement = Assignment | IfStatement | SwitchStatement | ... | Block.
SwitchStatement = "switch" "(" Expression ")" "{" {LabelSeq StatementSeq} "}".
LabelSeq = Label {Label}.
StatementSeq = Statement {Statement}.
Label = "case" ConstantExpression ":" | "default" ":".
```

While-Schleife



- Führt eine Anweisungsfolge aus
- Solange eine bestimmte Bedingung gilt


```
i = 1;
sum = 0;
while ( i <= n ) {
   sum = sum + i;
   i = i + 1;
}
```

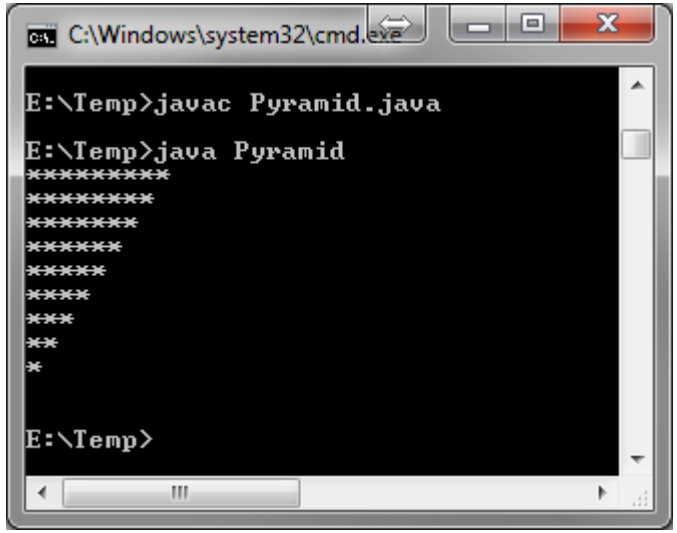
Schleifenbedingung

Schleifenrumpf

```
Statement = Assignment | IfStatement | SwitchStatement | WhileStatement | ... | Block.
WhileStatement = "while" "(" Expression ")" Statement .
```

While-Schleife

```
class Pyramid {
    public static void main (String[] arg) {
          int i = 10;
          while (i-->0) {
                    int j = 0;
                    while (j++<i) {
                              System.out.print("*");
                    }
                    System.out.println();
          }
    }
}
```

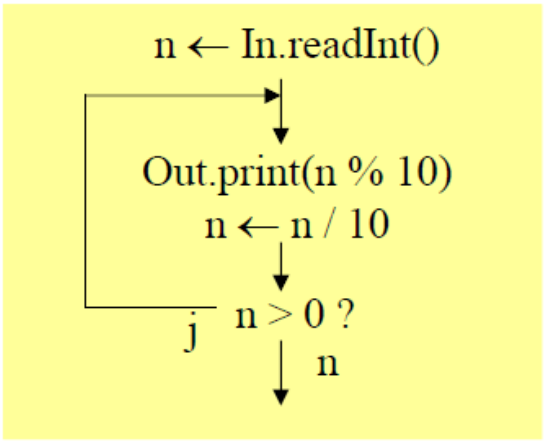


Termination

- Schleifen sollten ein Ende haben
  - kein `while (true) { ... }`
- Problem: Endlosschleifen
  - Abgefragte Variable wird nicht verändert
  - Abbruchbedingung wird nicht erreicht
    - z.B. `while (x!=0) { x -= 5; }`
- Lösung: Modellierung möglicher Probleme

Do-While-Schleife

- Abbruchbedingung wird am Ende der Schleife geprüft
- Schleife wird mind. 1x durchlaufen




```
int n = In.readInt();
do {
   Out.print(n % 10);
   n = n / 10;
} while ( n > 0 );
```

Schreibtischtest

n	n % 10
~~123~~	3
~~12~~	2
~~1~~	1
0	

```
Statement = Assignment | IfStatement | WhileStatement |
   DoWhileStatement | ... | Block.
DoWhileStatement = "do" Statement "while" "(" Expression ")" ";".
```

For-Schleife (Zählschleife)

- Falls Anzahl im Vorhinein bekannt ist

```
sum = 0;
for ( i = 1 ; i <= n ; i++ )
   sum = sum + i;
```

1) Initialisierung der Laufvariablen
2) Schleifenabbruchbedingung
3) Ändern der Laufvariablen

Kurzform für

```
sum = 0;
i = 1;
while ( i <= n ) {
   sum = sum + i;
   i++;
}
```

For-Schleife: Beispiele

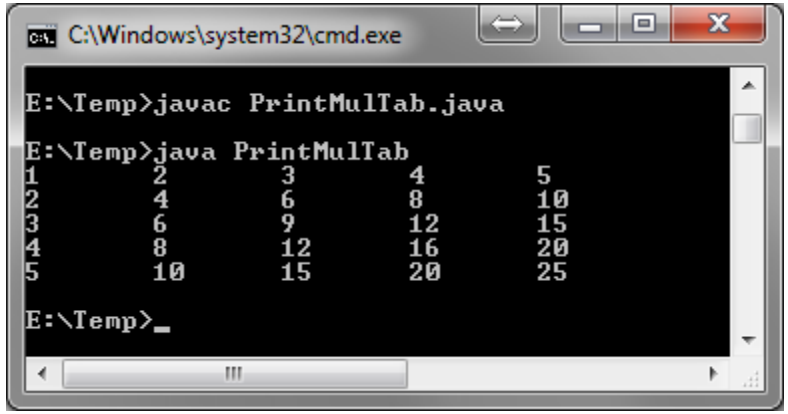
for (i = 0; i < n; i++)	i: 0, 1, 2, 3, ..., n-1
for (i = 10; i > 0; i--)	i: 10, 9, 8, 7, ..., 1
for (int i = 0; i <= n; i = i + 1)	i: 0, 1, 2, 3, ..., n
for (int i = 0, j = 0; i < n && j < m; i = i + 1, j = j + 2)	i: 0, 1, 2, 3, ... j: 0, 2, 4, 6, ...
for (;;) ...	Endlosschleife

For-Schleife: Definition

```
ForStatement = "for" "(" [ForInit] ";" [Expression] ";"
   [ForUpdate] ")" Statement.
ForInit = Assignment {"," Assignment} | Type VarDecl {","
   VarDecl}.
ForUpdate = Assignment {"," Assignment}.
```

For-Schleife: Beispiel

```
class PrintMulTab {
   public static void main (String[] arg) {
        int n = 5;
        for (int i = 1; i <= n; i++) {
              for (int j = 1; j <= n; j++) {
                    System.out.print(i * j + "\t");
              }
              System.out.println();
        }
   }
}
```



Schleifenabbrüche

- Abbruch mit Keyword *break*

```
while (In.done()) {
    sum = sum + x;
    if (sum > 1000) {
      Out.println("zu gross");
      break;
    }
    x = In.nextNumber();
}
```

- Besser als Schleifenbedingung ...

```
while (In.done() && sum < 1000) {
    sum = sum + x;
    x = In.nextNumber();
}
if (sum > 1000)
    Out.println("zu gross");
```

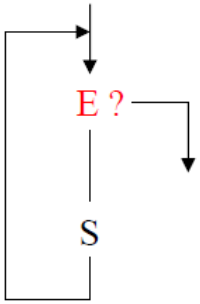
Abbruch äußerer Schleifen

```
outer: // Marke!
for (;;) { // Endlosschleife!
   for (;;) {
        ...
        if (...) break;      // verlässt innere Schleife
        else break outer;    // verlässt äußere Schleife
        ...
   }
}
```

Schleifenabbrüche

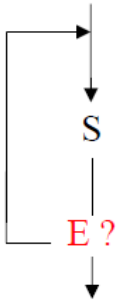
- Wann ist ein Schleifenabbruch mit `break` typischerweise vertretbar?
  - bei Abbruch wegen Fehlern (Performance!)
  - bei mehreren Aussprüngen an verschiedenen Stellen der Schleife
  - bei echten Endlosschleifen (z.B. in Echtzeitsystemen)

Vergleich der Schleifenarten



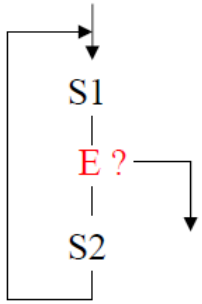
Abweisschleife

```
while (E)
   S

for (I; E; U)
   S
```



Durchlaufschleife

```
do
   S
while (E)
```



allgemeine Schleife

```
for (;;) {
   S1;
   if (E) break;
   S2;
}
```

Welche Schleife Wann?

- Auswahl nach “Convenience”
- Auswahl nach Performance
  - (s.u. für Javascript, http://jsperf.com/fun-with-for-loops/8)

Test runner

Done. Ready to run again. Run again

Testing in Chrome 37.0.2062.124 32-bit on Windows Server 2008 R2 / 7 64-bit		
Test		**Ops/sec**
FOR standard	`for (var i; i < a.length; i++) { n++; }`	329,591,795 ±0.23% fastest
FOR optimized	`for (var i, imax = a.length; i < imax; i++) { n++; }`	329,708,498 ±0.43% 0.16% slower
While Counting Down	`var i = a.length + 1; while(--i) { n++; }`	29,620,863 ±19.14% 92% slower

ESOP – Gleitkommazahlen, Methoden und Arrays

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Wiederholung ..

```java
/**
 * Check for primes, simple version ...
 */
public class Primes {
    public static void main(String[] args) {
        int maxPrime = 1000;
        // iterate candidates
        for (int candidate = 3; candidate <= maxPrime; candidate++) {
            boolean isPrime = true;
            // iterate potential dividers
            for (int divider = 2; divider < candidate; divider++) {
                // check for division without rest
                if (candidate % divider == 0) {
                    isPrime = false;
                }
            }
            if (isPrime)
                System.out.println("prime = " + candidate);
        }
    }
}
```

- Finde Primzahlen < maxPrime

Gleitkommazahlen

- Zwei Datentypen
  - float … 32 Bit Genauigkeit (24/8 in Java 8)
  - double … 64 bit Genauigkeit (53/11 in Java 8)
- Syntax

```
FloatConstant = [Digits] "." [Digits] [Exponent]
   [FloatSuffix].
Digits = Digit {Digit}.
Exponent = ("e" | "E") ["+" | "-"] Digits.
FloatSuffix = "f" | "F" | "d" | "D".
```

Gleitkommazahlen

- **Variablen**
  - float x, y;
  - double z;
- **Konstanten**
  - 3.14 // Typ double
  - 3.14f // Typ float
  - 3.14E0 // $3.14 * 10^{0}$
  - 0.314E1 // $0.314 * 10^{1}$
  - 31.4E-1 // $31.4 * 10^{-1}$
  - .23
  - 1.E2 // 100

Harmonische Reihe

```
public class HarmonicSequence {
    public static void main (String[] arg) {
        float sum = 0;
        int n = 10;
        for (int i = n; i > 0; i--)
            sum += 1.0f / i;
        System.out.println("sum = " + sum);
    }
}
```

- Was würden statt 1.0f / i folgende Ausdrücke liefern?
  - 1 / i … 0 (weil ganzzahlige Division)
  - 1.0 / i … einen double-Wert

Float vs. Double

```java
public class HarmonicSequence {
    public static void main (String[] arg) {
        float sum = 0;
        int n = 10;
        for (int i = n; i > 0; i--)
            sum += 1.0f / i;
        System.out.println("sum = " + sum);
    }
}
```

```
D:\Java\JDK\jdk1.6.0_45\bin\java …
sum = 2.9289684

Process finished with exit code 0
```

```java
public class HarmonicSequence {
    public static void main (String[] arg) {
        double sum = 0;
        int n = 10;
        for (int i = n; i > 0; i--)
            sum += 1.0d / i;
        System.out.println("sum = " + sum);
    }
}
```

```
D:\Java\JDK\jdk1.6.0_45\bin\java …
sum = 2.9289682539682538

Process finished with exit code 0
```

Zuweisungen und Operationen

Achtung

- Zuweisungskompatibiltät
  - double ⊇ float ⊇ long ⊇ int ⊇ short ⊇ byte
- Erlaubte Operationen
  - Arithmetische Operationen (+,-,*,/)
  - Vergleiche (==, !=, <, <=, >, >=)
    Achtung! Gleitkommazahlen nicht auf Gleichheit prüfen!

Zuweisungen und Casts

```
float f; int i;
f = i;          // erlaubt
i = f;          // verboten
i = (int) f;    // erlaubt: schneidet Nachkommastellen ab;
                // falls zu groß oder zu klein:
                // Integer.MAX_VALUE, Integer.MIN_VALUE
f = 1.0;        // verboten, weil 1.0 vom Typ double ist
```

Review: Datentypen

- Ganzzahlige Typen: `byte`, `char`, `short`, `int`, `long`
- Gleitkommazahlen: `float`, `double`
- Zeichenketten: `String`
- Boolesche Variablen: `boolean`

See also https://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/nutsandbolts/datatypes.html

Review: Datentypen

- Ganzzahlige Ausdrücke werden zu `int`
  - werden in kleinstmöglichen Container eingepasst
- Kommazahlen und „e“-Format werden zu double
- Erzwungener Typ mit Suffix
  - „`L`“ oder „`l`“ -> `long`
  - „`d`“ -> `double`
  - „`f`“ -> `float`

Review: Datentypen

Data Type	Default Value (for fields)
byte	0
short	0
int	0
long	0L
float	0.0f
double	0.0d
char	'\u0000'
String (or any object)	null
boolean	false

Review: Datentypen

- Operatoren
  - Unäre Operatoren + , – bzw. !
  - Binäre Operatoren
  - Achtung bei String und „+“

Beispiele: Datentypen

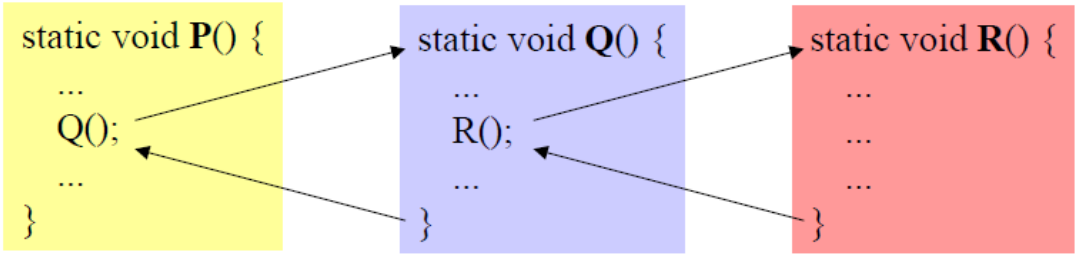
- IDEA – rote Unterstreichung usw.
- Suffix für erzwungenen Typ

Methoden

- Vgl. funktionalen Sprachen
  - Unterprogramme, Funktionen, …
- Ziel ist Code wiederzuverwenden
  - Oft genutzte Funktionen / Operationen
- Weniger Zeilen Code
  - weniger Arbeit, weniger Fehler
  - leichter zu warten

Methoden in Java

- Wir betrachten erst Spezialfall von Methoden
  - .. und nutzen sie als Unterprogramme
- Namenskonventionen für Methoden
  - Beginnen mit Verb und Kleinbuchstaben
  - Beispiele:
    - printHeader, findMaximum, traverseList, …



Methoden in Java

```
public class SubroutineExample {
    private static void printRule() {          // Methodenkopf
        System.out.println("-------------");   // Methodenrumpf
    }

    public static void main(String[] args) {
        printRule();                           // Aufruf
        System.out.println("Header 1");
        printRule();
    }

}
```

```
D:\Java\JDK\jdk1.6.0_45\bin\java ...
-------------
Header 1
-------------

Process finished with exit code 0
```

Parameter

- Es können Werte an die Methode übergeben werden.

```
class Sample {

   static void printMax (int x, int y) {
      if (x > y) Out.print(x); else Out.print(y);
   }

   public static void main (String[] arg) {
      ...
      printMax(100, 2 * i);
   }
}
```

formale Parameter
- im Methodenkopf (hier x, y)
- sind Variablen der Methode

aktuelle Parameter
- an der Aufrufstelle (hier 100, 2*i)
- können Ausdrücke sein

Parameter

- Aktuelle Parameter werden den entsprechenden formalen Parametern zugewiesen
- `x = 100; y = 2 * i;`
  - aktuelle Parameter müssen mit formalen zuweisungskompatibel sein

```
class Sample {

  static void printMax (int x, int y) {
    if (x > y) Out.print(x); else Out.print(y);
  }

  public static void main (String[] arg) {
    ...
    printMax(100, 2 * i);
  }
}
```

Funktionen

- Funktionen sind Methoden, die einen Ergebniswert an den Aufrufenden zurückliefern

```
class Sample {

   static int max (int x, int y) {
      if (x > y) return x; else return y;
   }

   public static void main (String[] arg) {
      ...
      int result = 3 * max(100, i + j) + 1;
      ...
   }
}
```

- haben Funktionstyp (z.B. *int*) statt *void* (= kein Typ)
- liefern Ergebnis mittels return-Anweisung an den Rufer zurück
  (*x* muss zuweisungskompatibel mit *int* sein)
- Werden wie Operanden in einem Ausdruck benutzt

Funktionen vs. Prozeduren

- Funktionen
  - Methoden mit Rückgabewert
  - `static int max (int x, int y) {...}`
- Prozeduren
  - Methoden ohne Rückgabewert
  - `static void printMax (int x, int y) {...}`

Beispiel

```java
public class BinomialCoefficient {
    public static void main(String[] args) {
        int n = 5, k = 3;
        int result = factorial(n) /
                (factorial(k) * factorial(n - k));
        System.out.println("result = " + result);
    }

    public static int factorial(int k) {
        int result = 1;
        for (int i = 2; i <= k; i++) {
            result *= i;
        }
        return result;
    }
}
```

$$\binom{n}{k} = \frac{n!}{k! \cdot (n-k)!}.$$

Return & Rekursion

```
public class BinomialCoefficient {
    static int n = 5, k = 3;

    public static void main(String[] args) {
        int result = factorial(n) /
                (factorial(k) * factorial(n - k));
        System.out.println("result = " + result);
    }

    public static int factorial(int k) {
        if (k>1) {
            return factorial(k-1)*k;
        }
        else {
            return 1;
        }
    }
}
```

- Return leitet Rücksprung ein
- Kann an beliebiger Stelle in der Methode stehen

- Methode, die sich selbst aufruft -> direkte Rekursion

Primzahlen

```java
/**
 * Primes based on function.
 */
public class PrimesWithMethod {
    public static void main(String[] args) {
        int maxPrime = 1000;
        // iterate candidates
        for (int candidate = 3; candidate <= maxPrime;
candidate++) {
            if (isPrime(candidate))
                System.out.println("prime = " + candidate);
        }
    }

    public static boolean isPrime(int candidate) {
        boolean isPrime = true;
        // iterate potential dividers
        for (int divider = 2; divider < candidate; divider++) {
            // check for division without rest
            if (candidate % divider == 0) {
                isPrime = false;
            }
        }
        return isPrime;
    }
}
```

```java
/**
 * Check for primes, simple version ...
 */
public class Primes {
    public static void main(String[] args) {
        int maxPrime = 1000;
        // iterate candidates
        for (int candidate = 3; candidate <= maxPrime;
candidate++) {
            boolean isPrime = true;
            // iterate potential dividers
            for (int divider = 2; divider < candidate; divider++) {
                // check for division without rest
                if (candidate % divider == 0) {
                    isPrime = false;
                }
            }
            if (isPrime)
                System.out.println("prime = " + candidate);
        }
    }
}
```

Gültigkeitsbereiche (Scope) von Variablen

- Innerhalb eines Blocks gültig
  - { … },
  - for (int i; …) {…}
- Außerhalb ist Variable nicht bekannt!

Beispiel

```
public class BinomialCoefficient {
    public static void main(String[] args) {
        int n = 5, k = 3;
        int result = factorial(n) /
                (factorial(k) * factorial(n - k));
        System.out.println("result = " + result);
    }

    public static int factorial(int k) {
        int result = 1;
        for (int i = 2; i <= k; i++) {
            result *= i;
        }
        return result;
    }
}
```

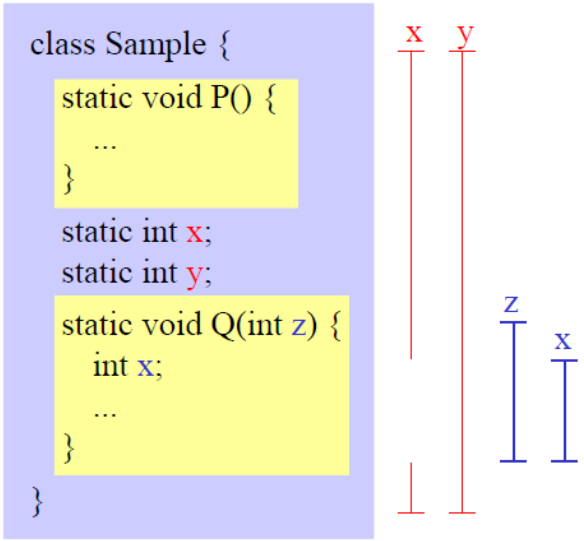
Unterschiedliche Variablen mit unterschiedlichen Gültigkeitsbereichen

Beispiel: Scope

```
public class BinomialCoefficient {
    static int n = 5, k = 3;

    public static void main(String[] args) {
        int result = factorial(n) /
                (factorial(k) * factorial(n - k));
        System.out.println("result = " + result);
    }

    public static int factorial(int k) {
        int result = 1;
        for (int i = 2; i <= k; i++) {
            result *= i;
        }
        return result;
    }
}
```

Kleinster Gültigkeitsbereich entscheidend!

Sichtbarkeitsbereich von Namen: Lokale Variablen



Regeln

1. Ein Name darf in einem Block nicht mehrmals deklariert werden (auch nicht in geschachtelten Anweisungsblöcken).
2. Lokale Namen verdecken Namen, die auf Klassenebene deklariert sind.
3. Der Sichtbarkeitsbereich eines lokalen Namens beginnt bei seiner Deklaration und geht bis zum Ende der Methode.
4. Auf Klassenebene deklarierte Namen sind in allen Methoden der Klasse sichtbar.

Lokale & statische Variablen

Statische Variablen

- Am Programmbeginn angelegt
- Zu Programmende wieder freigegeben

Lokale Variablen

- Bei jedem Aufruf der Methode angelegt
- Am Ende der Methode wieder freigegeben

```
class C {
   static int a, b;

   static void P() {
      int x, y;
      ...
   }
   ...
}
```

Statische Variablen
auf Klassenebene mit *static* deklariert;
auch in Methoden dieser Klasse sichtbar

Lokale Variablen
in einer Methode deklariert
(lokal zu dieser Methode; nur dort sichtbar)

Lokalität

Best Practice: Variablen möglichst lokal deklarieren, nicht als statische Variablen.

Vorteile:

- Übersichtlichkeit: Deklaration und Benutzung nahe beisammen
- Sicherheit: Lokale Variablen können nicht durch andere Methoden zerstört werden
- Effizienz: Zugriff auf lokale Variable ist oft schneller als auf statische Variable

Überladen von Methoden

- Methoden mit gleichem Namen aber verschiedenen Parameterlisten können in derselben Klasse deklariert werden

```
static void write (int i) {...}
static void write (float f) {...}
static void write (int i, int width) {...}
```

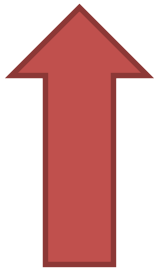
- Beim Aufruf wird diejenige Methode gewählt, die am besten zu den aktuellen Parametern passt

```
write(100);       ⇒  write (int i)
write(3.14f);     ⇒  write (float f)
write(100, 5);    ⇒  write (int i, int width)
short s = 17;
write(s);         ⇒  write (int i);
```

Varargs

- In Java können Methoden mit beliebiger Anzahl an Parametern definiert werden.

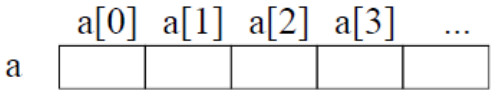
```
public class VarargExample {
    public static void main(String[] args) {
        printList("one", "two", "three");
    }

    public static void printList(String... list) {
        System.out.println("list[0] = " + list[0]);
        System.out.println("list[1] = " + list[1]);
        System.out.println("list[2] = " + list[2]);
    }
}
```



Arrays

- Zusammenfassung Daten gleichen Typs
- Arrays haben fixe Länge
  - Bei Erzeugung festgelegt
- Array Variablen sind Referenz-Variablen
  - In Java! Vgl. int, float, etc. -> Basistypen
- Zugriff erfolgt über Index
  - Erstes Element hat Indexzahl 0.

Eindimensionale Arrays



- Name *a* bezeichnet das gesamte Array
- Elemente werden über Indizes angesprochen (z.B. *a*[3])
- Indizierung beginnt bei 0
- Elemente sind "namenlose" Variablen

Deklaration

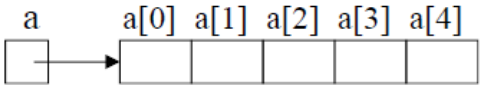
```
int[] a;
float[] b;
```

- deklariert ein Array namens *a* (bzw. *b*)
- seine Elemente sind vom Typ *int* (bzw. *float*)
- seine Länge ist noch unbekannt

Erzeugung

```
a = new int[5];
b = new float[10];
```

- legt ein neues *int*-Array mit 5 Elementen an (aus dem Heap-Speicher)
- weist seine Adresse *a* zu



Array-Variablen enthalten in Java Zeiger auf Arrays!
(Zeiger = Speicheradresse)

Zugriff auf Arrays

- Arrayelemente werden wie Variablen benutzt
- Index kann ein ganzzahliger Ausdruck sein
- Laufzeitfehler, falls Array noch nicht erzeugt wurde
- Laufzeitfehler, falls Index < 0 oder >= Arraylänge

```
a[3] = 0;
a[2*i+1] = a[i] * 3;
```

- *length* ist ein Standardoperator
- Liefert Anzahl der Elemente

```
int len = a.length;
```

Beispiel

```
public class ArrayExample {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArray = new int[5];
        // initialisiere Werte in Array: {1, 2, 3, 4, 5}
        for (int i = 0; i < myArray.length; i++) {
            myArray[i] = i+1;
        }
        // Berechne Durchschnitt:
        float sum = 0;
        for (int i = 0; i < myArray.length; i++) {
            sum += myArray[i];
        }
        System.out.println(sum/myArray.length);
    }
}
```

- Berechnet Durchschnitt
- Beachte impliziten Cast auf float!

Beispiel: While, For Each

```java
public class ArrayExample {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArray = new int[5];
        // initialisiere Werte in Array: {1, 2, 3, 4, 5}
        int i = 0;
        while (i < myArray.length) { // while
            myArray[i] = i+1;
            i++;
        }
        // Berechne Durchschnitt:
        float sum = 0;
        for (int myInt : myArray) { // for each
            sum += myInt;
        }
        System.out.println(sum/myArray.length);
    }
}
```

- Andere Schleifen
- Beachte „for each“

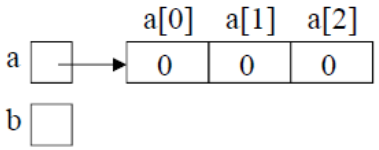
Beispiel: Initialisierung

```
public class ArrayExample {
    public static void main(String[] args) {
        // initialisiere Werte in Array: {1, 2, 3, 4, 5}
        int[] myArray = {1, 2, 3, 4, 5};
        // Berechne Durchschnitt:
        float sum = 0;
        for (int myInt : myArray) { // for each
            sum += myInt;
        }
        System.out.println(sum/myArray.length);
    }
}
```

- Andere Intialisierung!

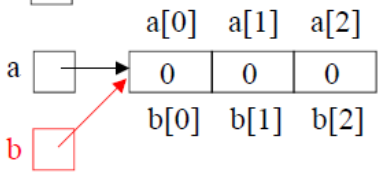
Arrayzuweisung

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



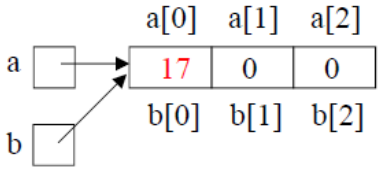
Arrayelemente werden in Java standardmäßig mit 0 initialisiert

```
b = a;
```



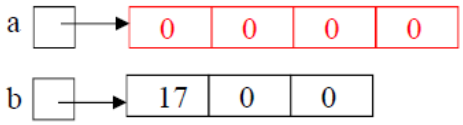
b bekommt denselben Wert wie *a*.
Arrayzuweisung ist in Java Zeigerzuweisung!

```
a[0] = 17;
```



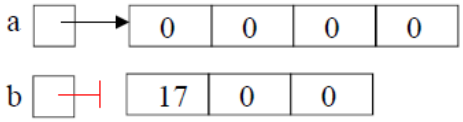
ändert in diesem Fall auch *b*[0]

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



a zeigt jetzt auf neues Array.

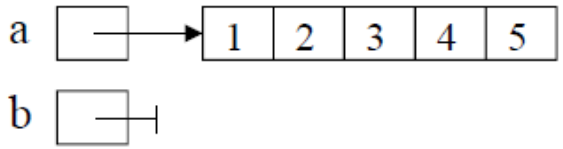
```
b = null;
```



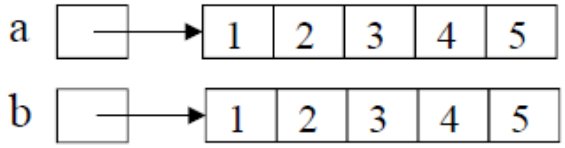
null: Spezialwert, der auf kein Objekt zeigt;
kann jeder Arrayvariablen zugewiesen werden

Kopieren von Arrays

```
int[] a = {1, 2, 3, 4, 5};
int[] b;
```




```
b = (int[]) a.clone();
```



- Typumwandlung nötig, da `a.clone()` Typ `Object[]` liefert

Kommandozeilenparameter

- Programmaufruf mit Parametern
  - java Programmname par1 par2 par3 …
- Parameter als String-Array
  - main(String[] args) Methode des Programms

Kommandozeilenparameter

```java
public class ArrayExample {
    public static void main(String[] args) {
        for (int i = 0; i < args.length; i++) {
            String arg = args[i];
            System.out.println(arg);
        }
    }
}
```

$> java ArrayExample one two three

one

two

three

Beispiel: Sequentielle Suche

```java
public class LinearSearch {
    public static void main(String[] args) {
        int[] myArray = {12, 2, 32, 74, 26, 42, 53, 22};
        int query = 22;
        for (int i = 0; i < myArray.length; i++) {
            if (query == myArray[i]) {
                System.out.println("Found at position " + i);
            }
        }
    }
}
```

- Jedes Element wird untersucht -> sequentiell
- Braucht *n* Schritte – Wie groß ist *n*?

Beispiel: Sortierung

- Wie sortiert man ein Array *a*?
- Einfacher Ansatz:
  1. Erzeuge ein gleich großes Array *b*
  2. Verschiebe Minimum von *a* nach *b*
  3. Falls a nicht leer gehe zu Schritt 2.

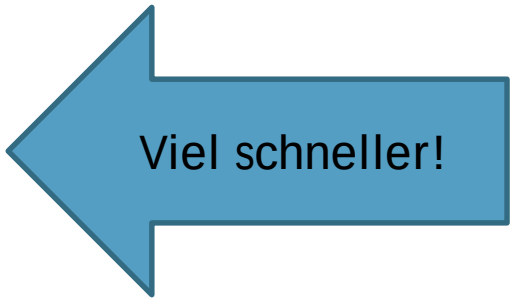
Beispiel: Sortierung

```java
public class SortExample {
    public static void main(String[] args) {
        // o.b.d.A. a[k] > 0 & a[k] < 100
        int[] a = {12, 2, 32, 74, 26, 42, 53, 22};
        // create result array
        int[] b = new int[a.length];
        for (int i = 0; i < b.length; i++) { // set each item of b
            int minimum = 100;
            int pos = 0;
            for (int j = 0; j < a.length; j++) { // find minimum
                if (a[j] < minimum) {
                    minimum = a[j];
                    pos = j;
                }
            }
            b[i] = minimum;
            a[pos] = 100; // set visited.
        }

        for (int i = 0; i < b.length; i++) {
            System.out.print(b[i] + ", ");
        }
    }
}
```

- Lösbar auf viele Arten
- Vgl. AlgoDat!

Beispiel: Sieb des Eratosthenes

```
public class Sieve {
   public static void main(String[] args) {
      int maxPrime = 200 000;
      boolean[] sieve = new boolean[maxPrime];
      // init array
      for (int i = 0; i < sieve.length; i++) {
         sieve[i] = true;
      }

      // mark the non-primes
      for (int i = 2; i < Math.sqrt(sieve.length); i++) {
         if (sieve[i] == true) { // if it is a prime
            int k = 2;
            while (k*i < sieve.length) {
               sieve[k*i] = false;
               k++;
            }
         }
      }

      // print results
      for (int i = 2; i < sieve.length; i++) {
         if (sieve[i]) System.out.println(i);
      }
   }
}
```



ESOP – Klassen und Objekte

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

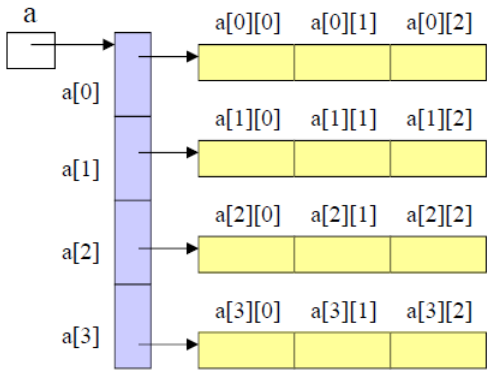
ITEC / AAU

Mehrdimensionale Arrays

- Zweidimensionales Array == Matrix

	0	1	2
0	a[0][0]	a[0][1]	a[0][2]
1	a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]
2	a[2][0]	a[2][1]	a[2][2]
3	a[3][0]	a[3][1]	a[3][2]

- In Java: Array von Arrays



Deklaration und Erzeugung

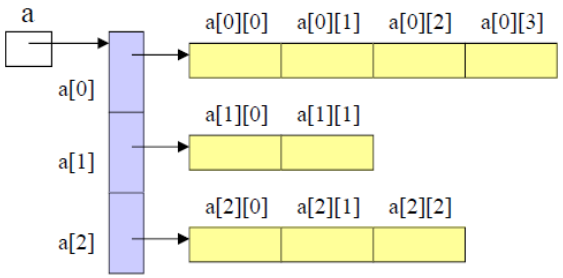
```
int[][] a;
a = new int[4][3];
```

Zugriff

```
a[i][j] = a[i][j+1];
```

Mehrdimensionale Arrays

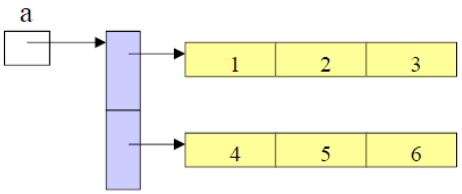
- Zeilen können unterschiedlich lang sein




```
int[][] a = new int[3][];
a[0] = new int[4];
a[1] = new int[2];
a[2] = new int[3];
```

- Initialisierung

```
int[][] a = {{1, 2, 3},{4, 5, 6}};
```



Retrospektiv …

- Skalare Datentypen
  - „basic data types“ int, byte, short, int, long, float, double, boolean, char
  - Variable enthält Wert
- Aggregierte Datentypen
  - Mehrere Datenelemente über einen Namen verwaltbar
  - siehe Arrays …

Retrospektiv …

- Referenzdatentypen
  - Variable speichert Referenz (nicht Wert)

- In Java
  - fundamentale Typen -> by value
  - alles andere -> by reference

Über „Alles Andere“ …

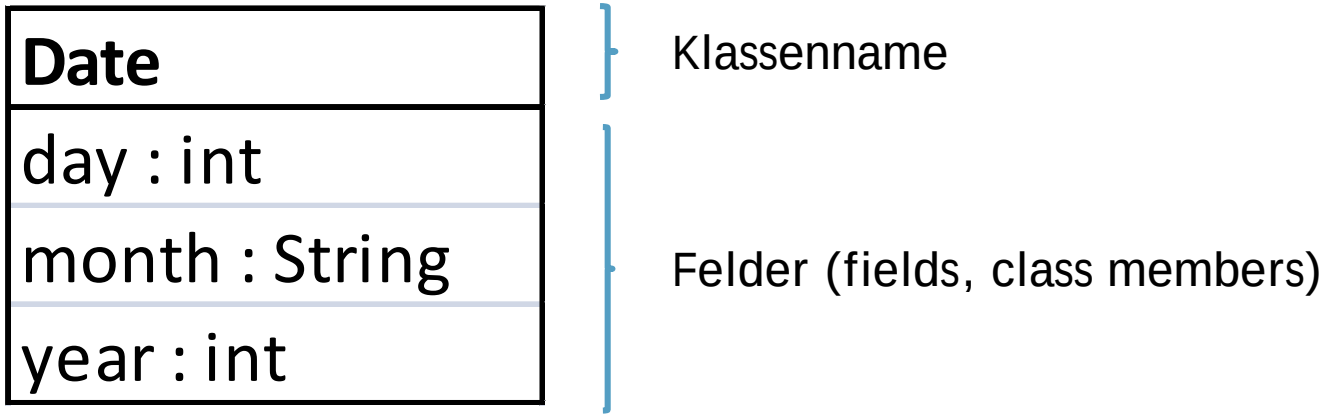
- Zusammenfassung
  - von fundamentalen Datentypen
  - in eine (manchmal komplexe) Struktur
- In jeder Sprache ein bisschen anders …
  - Pascal: Record
  - C: struct
  - Java / Python: class

Java-Klassen

- Beispiel: Speichern eines Datums in einer einzelnen Struktur.
  - Tag, Monat, Jahr
- Einzelne Werte unbequem ..
  - wenn man mehrere speichern will
  - als Rückgabewert einer Funktion
  - im Vergleich mit anderen Datums-Elementen

Java-Klassen

- Idee: Fasse die notwendigen Variablen zu einer Struktur (Klasse) zusammen:



Datentype Klasse

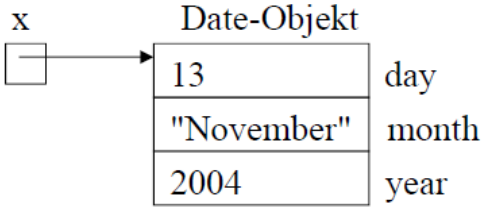
- Deklaration
- Verwendung als Typ
- Zugriff

```
class Date {
   int day;
   String month;
   int year;
}
```

Felder der Klasse *Date*

```
Date x, y;
```

```
x.day = 13;
x.month = "November";
x.year = 2004;
```



Date-Variablen sind Zeiger auf Objekte

Objekte

- Klasse ist wie eine Schablone
  - Nach deren Vorlage Objekte erstellt werden
- Objekte (Instanzen) einer Klasse müssen vor Verwendung erzeugt werden!
  - Variablen haben sonst den Wert `null`

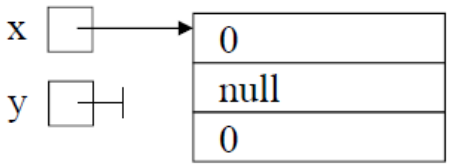
Objekte

Date x, y; reserviert nur Speicher für die Zeigervariablen

haben anfangs den Wert *null*

Erzeugung

x = new Date(); erzeugt ein *Date*-Objekt und weist seine Adresse *x* zu

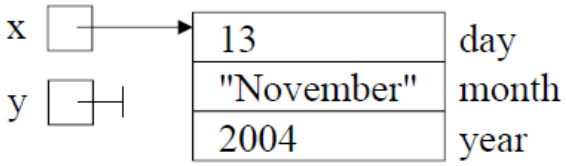


neu erzeugte Objekte werden mit 0, null, false, '\u0000' initialisiert

Eine Klasse ist wie eine Schablone, von der beliebig viele Objekte erzeugt werden können.

Benutzung

```
x.day = 13;
x.month = "November";
x.year = 2004;
```

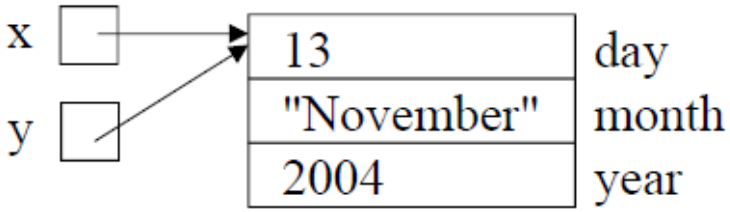


Freigabe von Objekten

durch den Garbage Collector

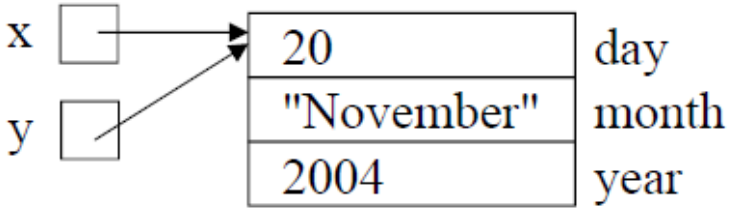
Zuweisungen

y = x;



Zeigerzuweisung!

y.day = 20;



ändert auch x.day!

Zuweisungen

```
class Date {
   int day;
   String month;
   int year;
}
```

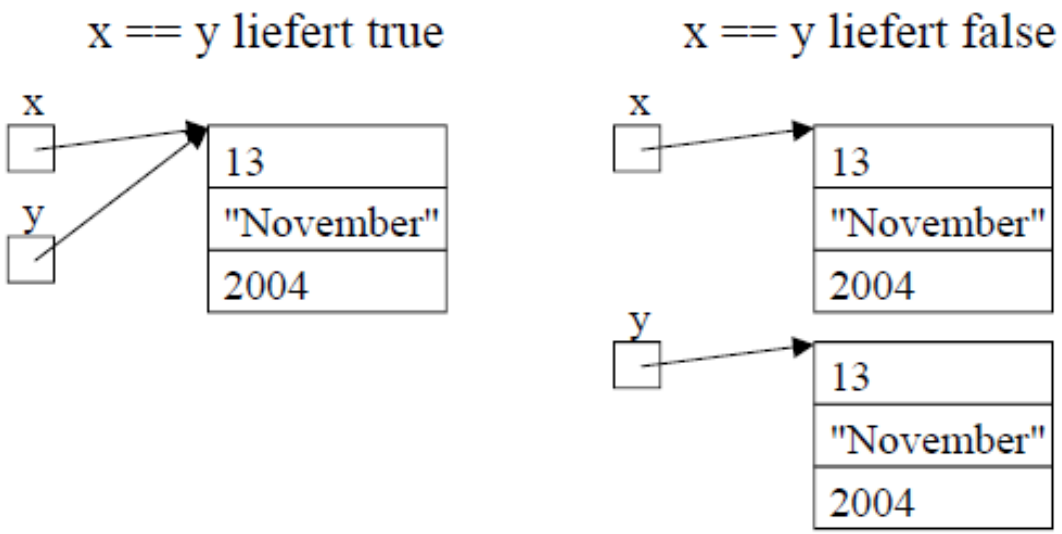
```
class Address {
   int number;
   String street;
   int zipCode;
}
```

```
Date d1, d2 = new Date();
Address a1, a2 = new Address();
```

```
d1 = d2;        // ok, gleiche Typen
a1 = a2;        // ok, gleiche Typen
d1 = a2;        // verboten: verschiedene Typen trotz gleicher Struktur!
```

Referenzvergleich

- `x == y` und `x != y` ... vergleicht Referenzen
- `<, <=, >, >=` ... nicht erlaubt



Wertevergleich

- Muss durch Methode implementiert werden.

```
public static boolean equalDate (Date x, Date y) {
   return x.day == y.day &&
     x.month.equals(y.month) &&
     x.year == y.year;
}
```

Wo werden Klassen deklariert?

Einzelne Datei

```
class C1 {
    ...
}
class C2 {
    ...
}
class MainProgram {
    public static void
           main (String[] arg) {
           ...
    }
}
```

MainProgram.java

Übersetzung

$> javac MainProgram.java

Getrennte Dateien

```
class C1 {
    ...
}
class C2 {
    ...
}
class MainProgram {
    public static void
           main (String[] arg) {
           ...
    }
}
```

C1.java

C2.java

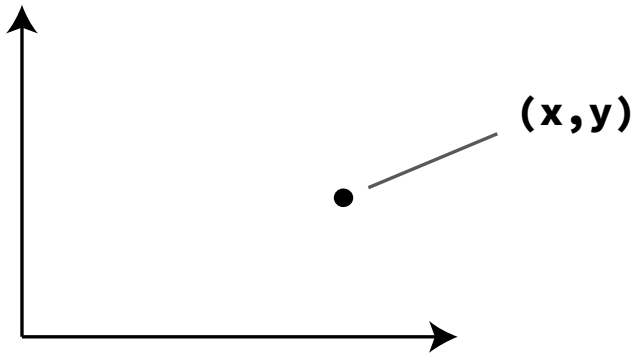
MainProgram.java

Übersetzung

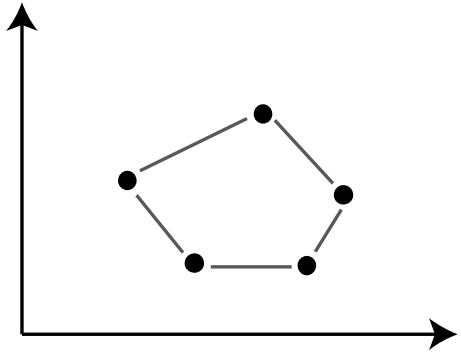
$> javac MainProgram.java C1.java C2.java

Was kann man mit Klassen tun?

```
class Point {
  double x,y;
}
```




```
class Polygon {
  Point[] points;
}
```



Was kann man mit Klassen tun?

- Klassen können andere Klassen beinhalten
  - und darauf aufbauen

```
class Point {
    int x, y;
}
class Polygon {
    Point[] pt;
    int color;
}
```

Was kann man mit Klassen tun?

- Implementierung von Methoden mit mehreren Rückgabewerten:

```
class Time {
    int h, m, s;
}
class Program {
    static Time convert (int sec) {
        Time t = new Time();
        t.h = sec / 3600; t.m = (sec % 3600) / 60; t.s = sec % 60;
        return t;
    }
    public static void main (String[] arg) {
        Time t = convert(10000);
        System.out.println(t.h + ":" + t.m + ":" + t.s);
    }
}
```

Was kann man mit Klassen tun?

- Kombination von Klassen mit Arrays:

```
class Person {
    String name, phoneNumber;
}

class Phonebook {
    Person[] entries;
}

class Program {
    public static void main (String[] arg) {
       Phonebook phonebook = new Phonebook();
       phonebook.entries = new Person[10];
       phonebook.entries[0].name = "Mathias Lux"
       phonebook.entries[0].phoneNumber = "+43 463 2700 3615"
       // ...
    }
}
```

Objektorientierung

- Bisher erläutert …
  - Klasse fasst Datentypen zusammen
  - Funktioniert mit Basisdatentypen, Arrays und anderen Klassen
- Objektorientierung
  - Klassen = Daten + Methoden

Beispiel: Positionsklasse

```
class Position {
    private int x;
    private int y;

    void goLeft()  { x = x - 1; }
    void goRight() { x = x + 1; }
}

// ... Benutzung
Position pos1 = new Position();
pos1.goLeft();
Position pos2 = new Position();
pos2.goRight();
```

- Methoden sind lokal definiert
  - ohne Keyword *static*
- Jedes Objekt hat seinen eigenen Zustand
  - pos1 = new Position()
  - pos2 = new Position()
  - ...

Beispiel: Positionsklasse

```
class Position {
    private int x;
    private int y;

    // Methoden mit Parametern
    void goLeft(int n)  {
            x = x - n;
    }

    // [...]
}
```

- Nutzung von Parametern in Methoden
- .. und Rückgabewerte

Beispiel: Positionsklasse

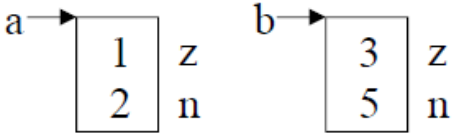
```
class Position {
    private int x;
    private int y;

    // Keyword "this"
    void goLeft(int x)  {
            this.x = this.x - x;
    }

    // [...]
}
```

- `this` notwendig wenn auf Objektweiten Scope zugegriffen wird
- Bei Nichtnutzung würde lokales *x* verwendet werden.

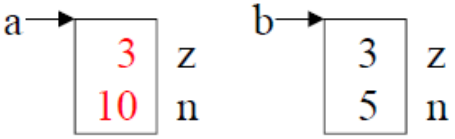
Beispiel: Bruchzahlenklasse

```
class Fraction {
    int z;  // Zähler
    int n;  // Nenner

    void mult (Fraction f) {
        z = z * f.z;
        n = n * f.n;
    }
    void add (Fraction f) {
        z = z * f.n + f.z * n;
        n = n * f.n;
    }
}
```

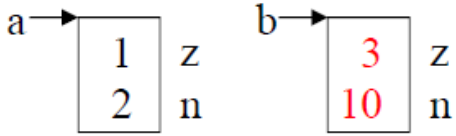
Fraction a = new Fraction(); a.z = 1; a.n = 2;
Fraction b = new Fraction(); b.z = 3; b.n = 5;



a.mult(b);



b.mult(a);



Es wird immer der Zustand des Empfängers verändert!

UML Notation

Fraction
int z int n
void mult(Fraction f) void add(Fraction f)

Klassenname

Felder

Methoden

Fraction
z n
mult(f) add(f)

Vereinfachte Form

Konstruktoren

- Spezielle Methoden
  - bei der Instanzierung aufgerufen
  - dienen zur Initialisierung eines Objekts
  - heißen wie die Klasse
  - ohne Funktionstyp und ohne *void*
  - können Parameter haben
  - können überladen werden

Konstruktoren

```java
public class ExtendedFraction {
    int n;  // numerator
    int d;  // denominator

    /**
     * Constructor for the fraction class.
     * @param n
     * @param d
     */
    public ExtendedFraction(int n, int d) {
        this.n = n;
        this.d = d;
    }

    public ExtendedFraction() {
        n = 0;
        d = 1; // make sure denominator is not 0.
    }

    /**
     * Multiply this fraction with another one.
     *
     * @param f the second factor
     */
    void mult(ExtendedFraction f) {
            ...
```

```java
ExtendedFraction f = new ExtendedFraction();
ExtendedFraction g = new ExtendedFraction(3 , 5);
```

- ruft entsprechende Konstruktoren auf.

Konstruktoren ...

- Beispiel: Time-Klasse
- Beispiel: Position-Klasse

Beispiel für eine Klasse: java.lang.String

- Char-Array vs. Strings
  - `char[] helloArray = { 'h', 'e', 'l', 'l', 'o', '.' };`
  - `String helloString = new String(helloArray);`
  - `System.out.println(helloString);`
- Länge eines String-Objekts
  - `helloString.length()`
- Aus String chars lesen
  - `helloString.charAt(2) // result: 'l,`
  - `helloString.getChars(...)`
  - `helloString.toCharArray()`

Beispiel: Reverse String

```
public class ReverseString {
    public static void main(String[] args) {
        // input String
        String myString = new String("FTW");
        // data structures for reversing
        char[] tmpCharsIn = new char[myString.length()];
        char[] tmpCharsOut = new char[myString.length()];
        // getting the input data to an array:
        myString.getChars(0, myString.length(), tmpCharsIn, 0);
        // iterating output and setting chars:
        for (int i = 0; i < tmpCharsOut.length; i++) {
            tmpCharsOut[i] = tmpCharsIn[myString.length()-1-i];
        }
        // print result:
        System.out.println(new String(tmpCharsOut));
    }
}
```

Java String

- String aneinanderhängen
  - `string1.concat(string2)`
  - `"Hello ".concat("World!")`
  - `"Hello " + "World!"`

- Achtung: Die String-Klasse ist immutable

Strings ⇄ Numbers

- String zu Zahl
  - `float a = (Float.valueOf(“3.14”)).floatValue();`
  - `float a = Float.parseFloat(“3.14”);`
  - Entsprechend für die anderen numerischen Typen
- Zahl zu String
  - `String s = Double.toString(42.0);`

String - Manipulation

- Teilstring
  - `String substring(int beginIndex, int endIndex)`
  - `String substring(int beginIndex)`
- Groß- und Kleinschreibung
  - `String toLowerCase()`
  - `String toUpperCase()`
- Leerzeichen am Ende entfernen
  - `String trim()`

String - Suche

- Suche nach `char` oder `String` in Strings
  - `int indexOf(char ch)`
  - `int lastIndexOf(char ch)`
  - `int indexOf(char ch, int fromIndex)`
  - `int lastIndexOf(char ch, int fromIndex)`
- Auch mit `String` als argument
  - `int indexOf(String str)`
  - `...`

Beispiel

```java
public static void main(String[] args) {
    // input
    String myFileName = "paper.pdf";
    // find the position of the last dot
    int dotIndex = myFileName.lastIndexOf('.');
    // take substring and add new suffix
    String newFileName = myFileName.substring(0, dotIndex) + ".doc";
    // print result:
    System.out.println("newFileName = " + newFileName);
}
```

String – Andere Methoden

- `boolean endsWith(String suffix)`
- `boolean startsWith(String prefix)`
- `int compareTo(String anotherString)`
- `boolean equals(Object anObject)`
- `...`

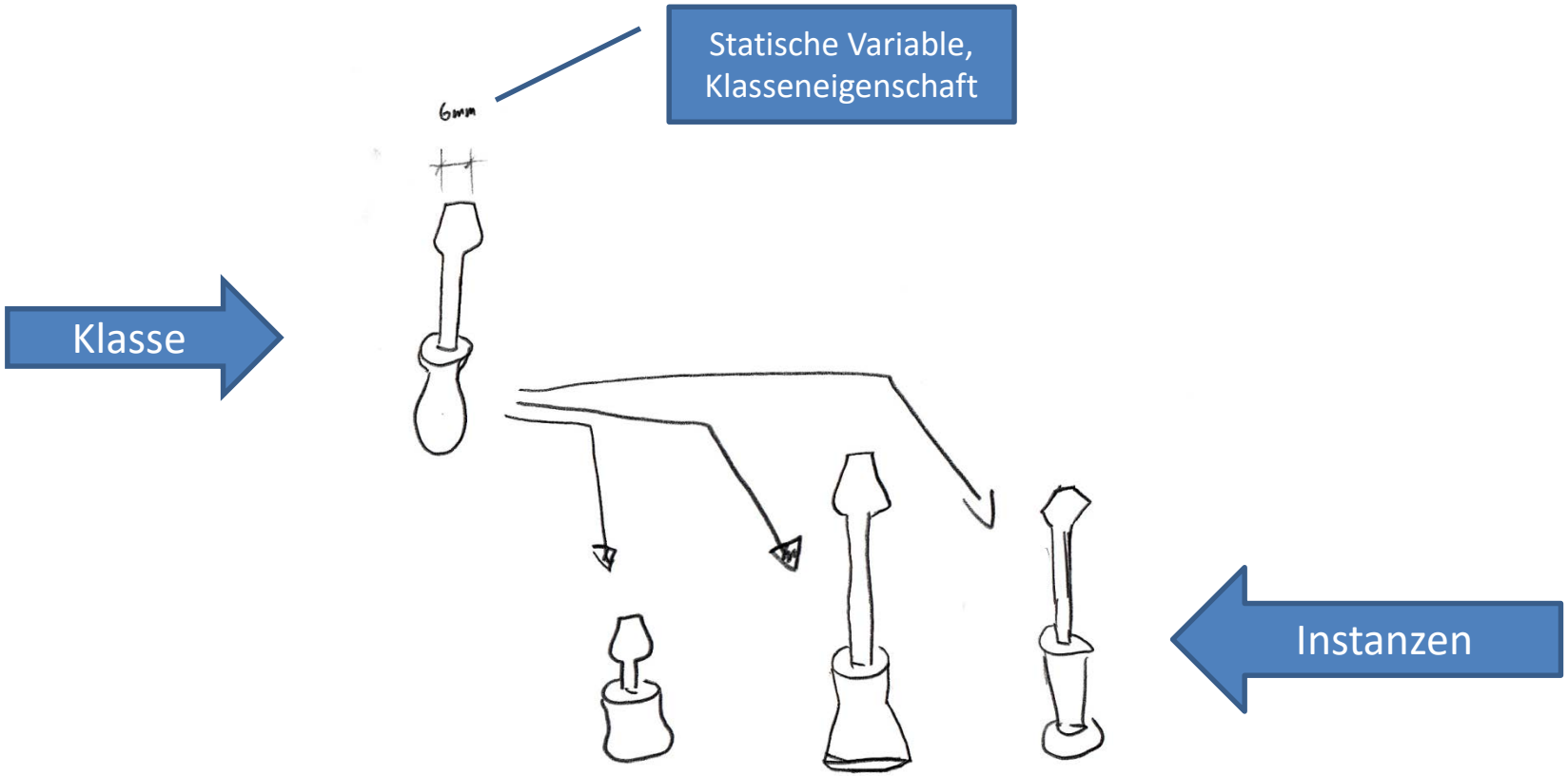
mehr Information:
https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/String.html

CharSequence

- `String` ist immutable
  - Manipulationen sind teuer in der Ausführung
- `CharSequence` ist Interface für String-ähnliche Klassen
  - `StringBuilder`
  - `StringBuffer`

mehr Informationen:
https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/CharSequence.html

static

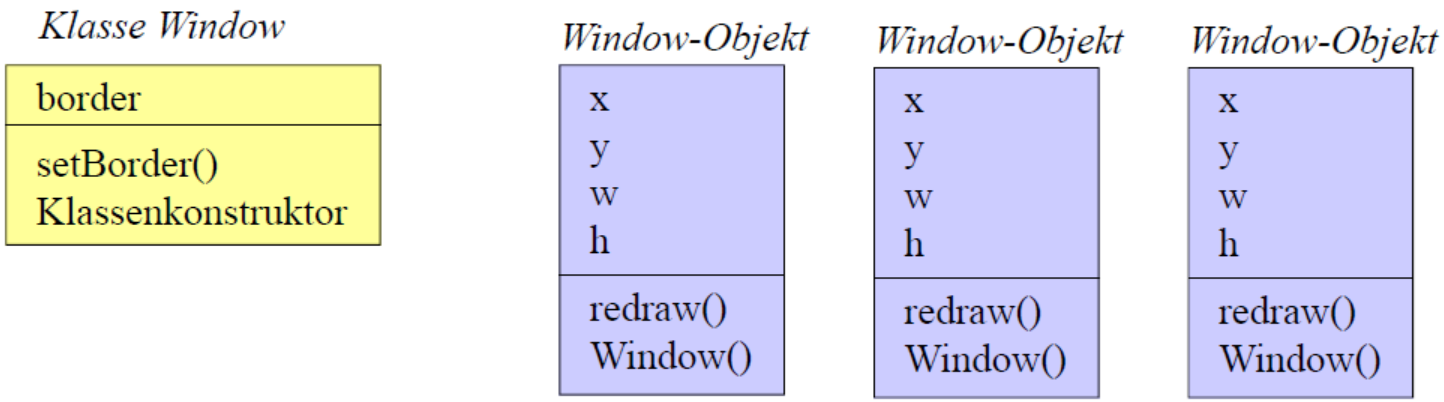

Statische Variable,
Klasseneigenschaft
6mm
Klasse
Instanzen

static

```
class Window {
    int x, y, w, h; // Objektfelder (in jedem Window-Objekt vorhanden)
    static int border; // Klassenfeld (nur einmal pro Klasse vorhanden)

    Window(int x, int y, int w, int h) {...} // Objektkonstruktor (zur Initialisierung von Objekten)
    static { // Klassenkonstruktor (zur Initialisierung der Klasse)
            border = 3;
    }

    void redraw () {...} // Objektmethode (auf Objekte anwendbar)
    static void setBorder (int n) {border = n;} // Klassenmethode (auf Klasse Window anwendbar)
}
```

static

- Objektmethoden haben Zugriff auf Klassenfelder
  - `redraw()` kann auf `border` zugreifen
- Klassenmethoden haben keinen direkten Zugriff auf Objektfelder
  - `setBorder()` kann nicht auf `x` zugreifen



static

Was geschieht wann?

- Beim Laden der Klasse Window
  - Klassenfelder werden angelegt (border)
  - Klassenkonstruktor wird aufgerufen
- Beim Erzeugen eines Window-Objekts (new Window(…))
  - Objektfelder werden angelegt (*x, y, w, h*)
  - Objektkonstruktor wird aufgerufen

static

- Zugriff static-Elemente: Klassennamen
  - Window.border = …; Window.setBorder(3);
  - Methoden der Klasse Window können Klassennamen weglassen (border = …; setBorder(3);)
- Zugriff nonstatic-Elemente: Objektnamen
  - Window win = new Window(100, 50); win.x = …; win.redraw();
  - Methoden der Klasse Window können auf eigene Elemente direkt zugreifen (x = …; redraw();)

static

- Achtung: Statische Felder leben während der gesamten Programmausführung!
- Entsprechend: Lokalitätsprinzip anwenden!

- Vgl. auch OOP, SE und weiterführende VO/PRs

Bispiel für static: java.lang.Math

- Java stellt erweiterte mathematische Funktionen in der Klasse `Math` bereit
- Jede Methode in Math ist static
  - Optionaler statischer Import
  - `import static java.lang.Math.*;`
  - dann Methode wie Funktionsaufrufe, zB. cos(x)

Java Math Konstante

- Math.E
  - Eulersche Zahl e
- Math.PI
  - Kreiszahl π

Java Math Basics

- Absolutwerte
  - `int Math.abs(int value)`
  - auch für `double, long, float`
- Auf- und Abrundung
  - `double Math.ceil(double value)`
  - `double Math.floor(double value)`
- Rundung
  - `long Math.round(double value)`
  - `int Math.round(float value)`

Java Math Basics

- Minimum zweier Zahlen
  - `double Math.min(double arg1, double arg2)`
  - auch für `float`, `long`, `int`
- Maximum zweier Zahlen
  - `double Math.max(double arg1, double arg2)`
  - auch für `float`, `long`, `int`

Java Math Exp & Log

- Exponentialfunction und Logarithmus
  - `double Math.log(double value)`
  - `double Math.exp(double value)`
- Potenzieren und Wurzel
  - `double Math.pow(double base, double exp)`
  - `double Math.sqrt(double value)`

Java Math Trigonometrie

- Winkelfunktionen
  - `double Math.sin(double value)`
  - auch für `cos, tan, asin, acos, atan`
- Winkel eines Vektors
  - `double Math.atan2(double x, double y)`

Beispiel: ASCII Sinuswelle

```
public static void main(String[] args) {
   for (double d = 0d; d < 10; d+=0.1) {
        double x = 60*(Math.sin(d) + 1);
        x = Math.round(x);
        for (int i = 0; i< x; i++) System.out.print(' ');
        System.out.println('*');
   }
}
```

Java Math - Zufall

- `double Math.random()`
  - liefert Pseudo-Zufallszahl `0<=x<1`
  - funktioniert ausreichend gut für einzelne Zufallszahlen
- Andere Zahlenbereiche
  - z.B. `Math.random() * 10.0`

Beispiel: Zufallsnamen

```
public class SimpleNameGenerator {
    public static void main(String[] args) {
        char[] v = new char[]{'a', 'e', 'i', 'o', 'u', 'y'};
        char[] c = new String("bcdfghjklmnpqrstvwxz").toCharArray();
        System.out.print(getRandomChar(v));
        System.out.print(getRandomChar(c));
        System.out.print(getRandomChar(v));
        System.out.print(getRandomChar(c));
        System.out.print(getRandomChar(c));
        System.out.print(getRandomChar(v));
        System.out.print(getRandomChar(c));
    }

    public static char getRandomChar(char[] c) {
        int randomIndex = (int) Math.floor(c.length * Math.random());
        return c[randomIndex];
    }
}
```

Mehr Math

- JavaDoc
  - https://docs.oracle.com/javase/8/docs/api/java/lang/Math.html
- BigInteger
  - Für beliebig große ganze Zahlen
- BigDecimal
  - Für beliebig genaue Dezimalzahlen

Beispiel: Stack & Queue

- Stack (Stapel, Kellerspeicher)
  - push(x) … legt x auf den Stapel
  - pop() … entfernt/liefert oberstes Element
  - LIFO-Datenstruktur == last in first out
- Queue (Puffer, Schlange)
  - put(x) … stellt x hinten an
  - get() … entfernt/liefert erstes Element
  - FIFO-Datenstruktur == first in first out

Stack ...

```java
public class Stack {
    int[] data;
    int top;

    Stack(int size) {
        data = new int[size];
        top = -1;
    }

    void push(int x) {
        if (top == data.length - 1)
            System.out.println("-- overflow");
        else
            data[++top] = x;
    }

    int pop() {
        if (top < 0) {
            System.out.println("-- underflow");
            return 0;
        } else
            return data[top--];
    }
}
```

Usage:

```java
public static void main(String[] args) {
    Stack s = new Stack(10);
    s.push(3);
    s.push(5);
    int x = s.pop() - s.pop();
    System.out.println("x = " + x);
}
```

Queue

```
public class Queue {
    int[] data;
    int head, tail, length;

    Queue(int size) {
        data = new int[size];
        head = 0;
        tail = 0;
        length = 0;
    }

    void put(int x) {
        if (length == data.length)
             System.out.println("-- overflow");
        else {
            data[tail] = x;
            length++;
            tail = (tail + 1) % data.length;
        }
    }

    int get() {
        int x;
        if (length <= 0) {
            System.out.println("-- underflow");
            return 0;
        } else  x = data[head];
        length--;
        head = (head + 1) % data.length;
        return x;
    }
}
```

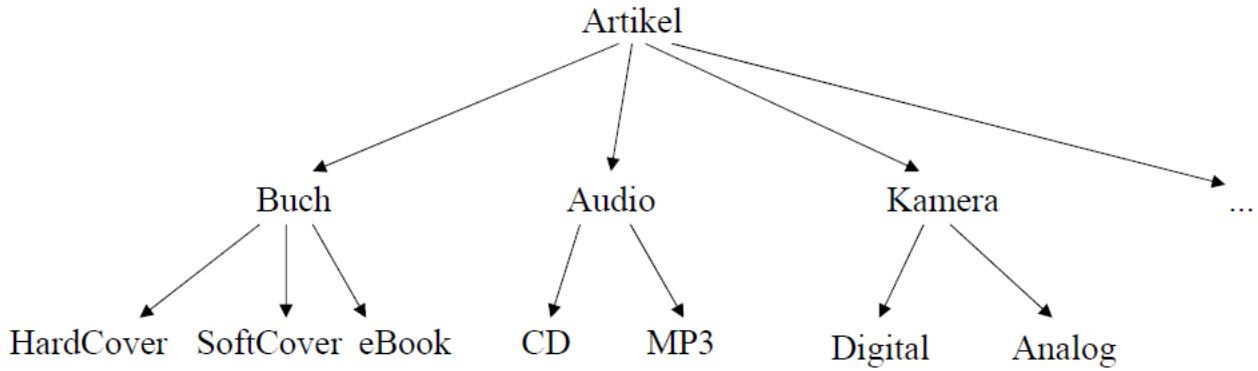
Nutzung:

```
Queue q = new Queue(10);
q.put(3);
q.put(6);
int x = q.get(); // x == 3
int y = q.get(); // y == 6
```

Klassifikation

Dinge der realen Welt lassen sich oft klassifizieren

z.B. Artikel eines Web-Shops



Man beachte

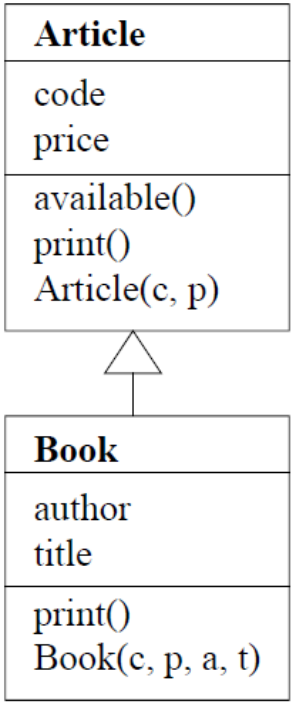
Vererbung

- Ein *eBook* hat alle Eigenschaften eines *Buchs*; zusätzlich hat es ...
  Ein *Buch* hat alle Eigenschaften eines *Artikels*; zusätzlich hat es ...
- *CD* und *MP3* lassen sich gleichermaßen als *Audio* behandeln
  Buch, *Audio* und *Kamera* lassen sich gleichermaßen als *Artikel* behandeln

Vererbung

```
class Article {
   int code;
   int price;
   boolean available() {...}
   void print() {...}
   Article(int c, int p) {...}
}
```

Oberklasse
Basisklasse




```
class Book extends Article {
   String author;
   String title;
   void print() {...}
   Book(int c, int p,
      String a, String t) {...}
}
```

Unterklasse

erbt: *code*, *price*, *available*, *print*
ergänzt: *author*, *title*, Konstruktor
überschreibt: *print*

Wenn keine Oberklasse angegeben wird, ist sie *Object*

Überschreiben von Methoden

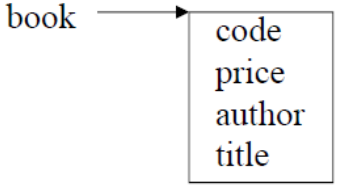
```
class Article {
   ...
   void print() {
      Out.print(code + " " + price);
   }
   Article(int c, int p) {
      code = c; price = p;
   }
}
```

```
class Book extends Article {
   ...
   void print() {
      super.print();
      Out.print(" " + author + ": " + title);
   }
   Book(int c, int p, String a, String t) {
      super(c, p);
      author = a; title = t;
   }
}
```

Benutzung

Book book = new Book(code, price, author, title);

⇒ erzeugt *Book*-Objekt
⇒ *Book*-Konstruktor
⇒ *Article*-Konstruktor (code = c; price = p;)
author = a; title = t;



book.print();
⇒ *print* aus *Book*
⇒ *print* aus *Article* code price
⇒ Out.print(...); author: title

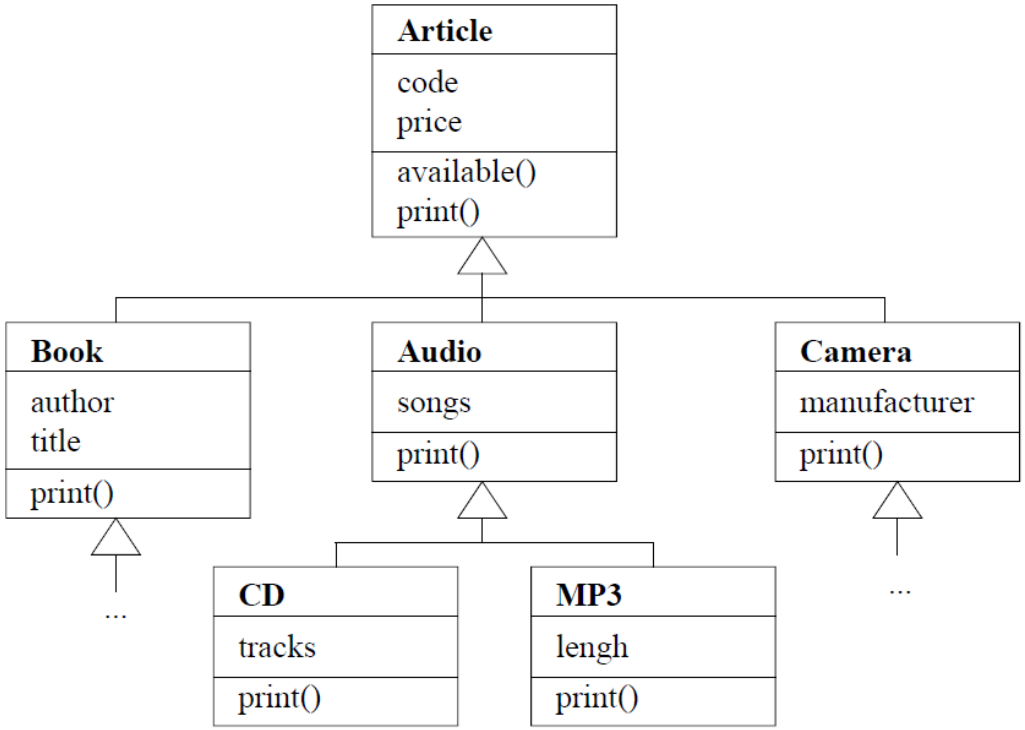
Ausgabe: code price author: title

Addendum

`super` kann nur auf die direkte Superklasse zugreifen.

- Sonst würden Vererbungsprinzipien verletzt werden
  - Überspringen/Ignorieren der Superklasse

Klassenhierarchien



Jedes Buch ist ein Artikel
Aber: nicht jeder Artikel ist ein Buch

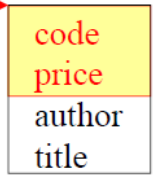
Kompatibilität zwischen Klassen

Unterklassen sind Spezialisierungen ihrer Oberklassen

***Book*-Objekte können *Article*-Variablen zugewiesen werden**

```
Article a = new Book(code, price, author, title);
```

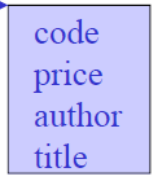
a →



nur *Article*-Felder sind über *a* zugreifbar
- a.code
- a.price

```
if (a instanceof Book)      // Laufzeittyptest
   Book b = (Book) a;       // Typumwandlung mit Laufzeittypprüfung
```

b →

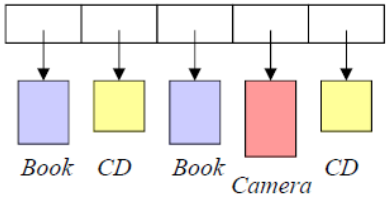


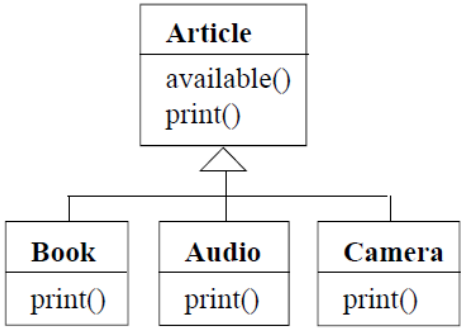
alle *Book*-Felder sind über *b* zugreifbar
- b.code
- b.price
- b.author
- b.title

Dynamische Bindung

Heterogene Datenstruktur

Article[] a;





Alle Varianten können als Artikel behandelt werden

```
void printArticles() {
   for (int i = 0; i < a.length; i++) {
      if (a[i].available()) {
         a[i].print();
      }
   }
}
```

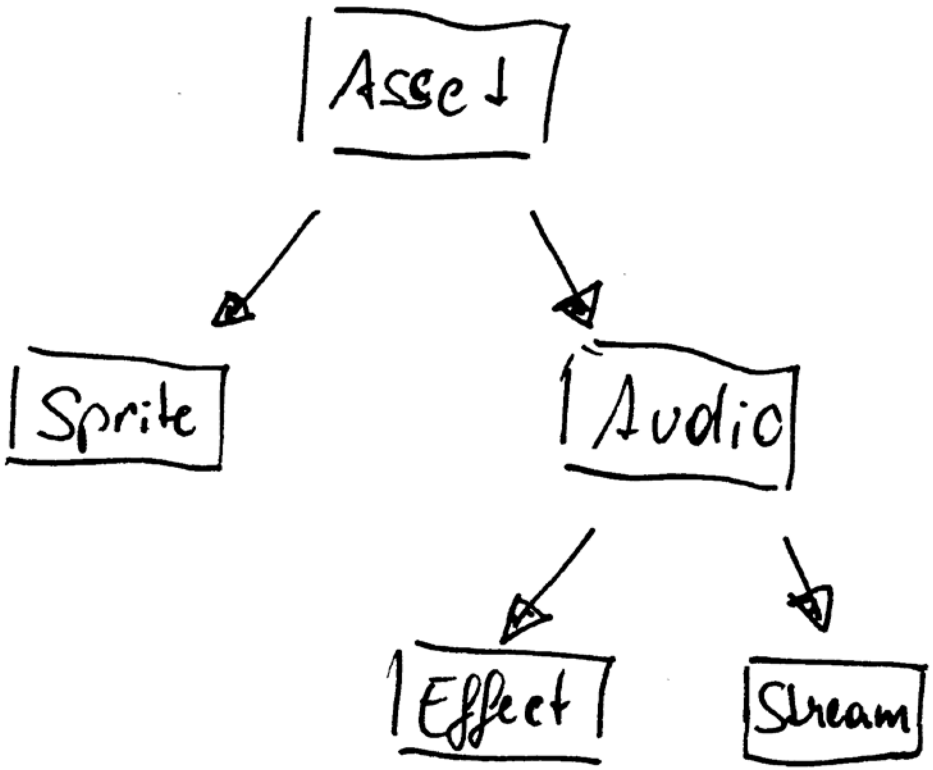
ruft *available*() aus *Article* auf

ruft je nach Artikelart das *print*() aus *Book*, *CD* oder *Camera* auf

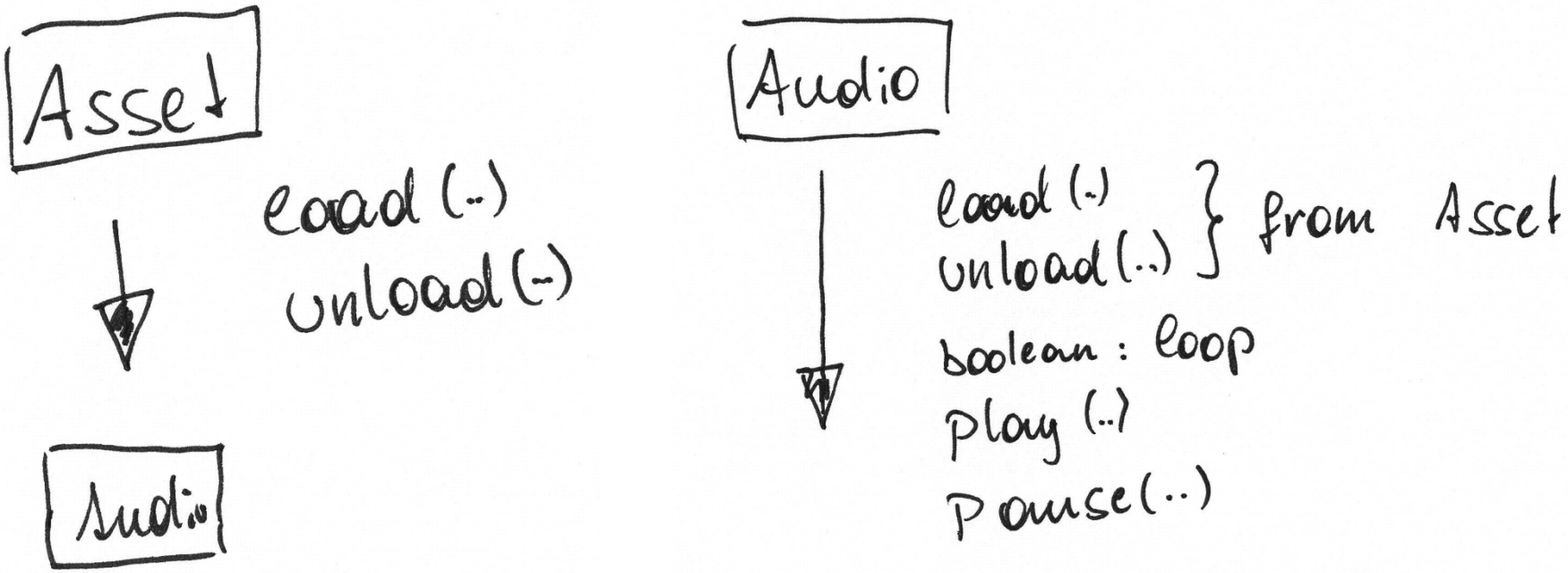
Dynamische Bindung

obj.print() ruft die *print*-Methode des Objekts auf, auf das *obj* gerade zeigt

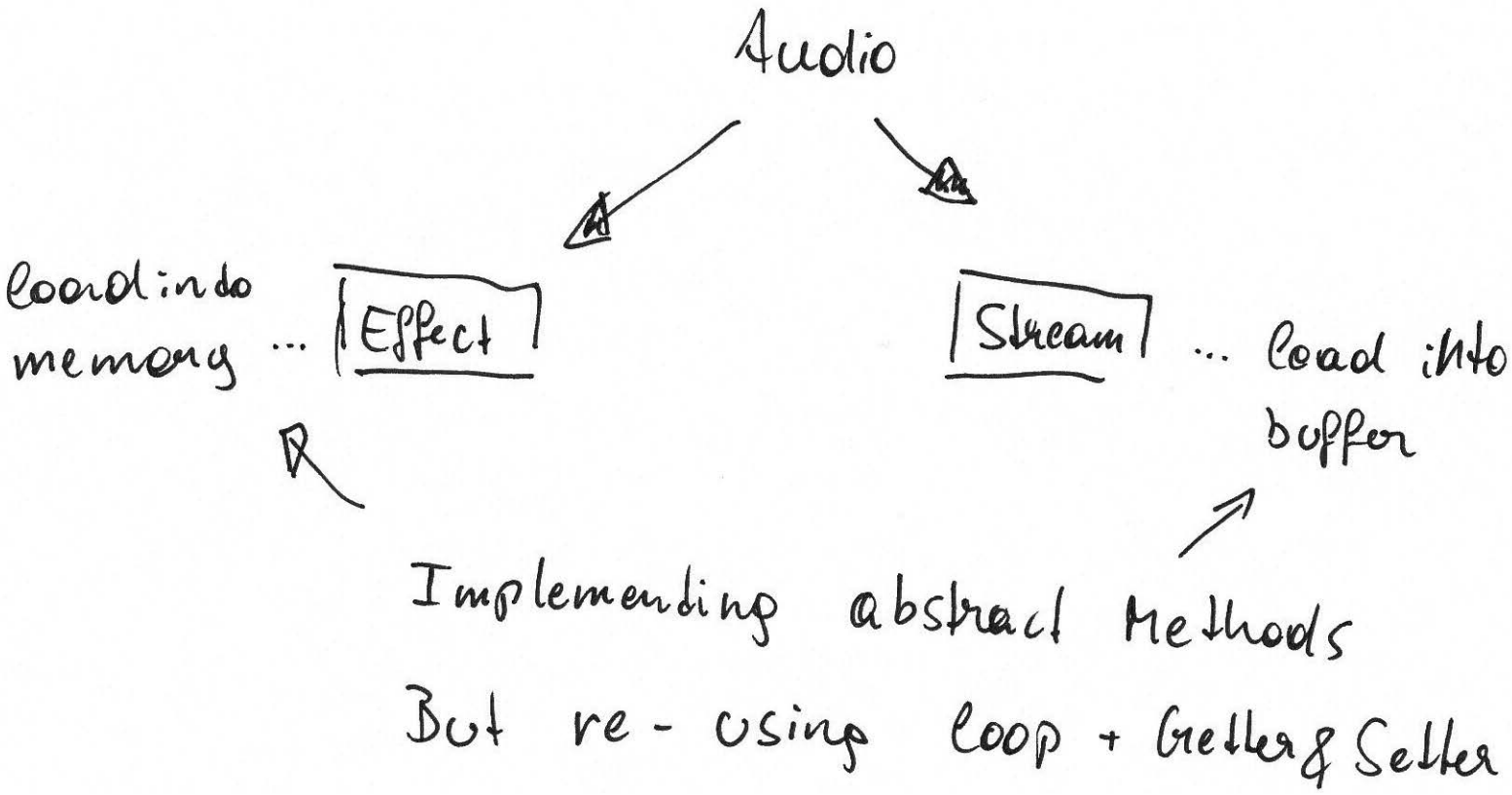
Beispiel …



Beispiel


Asset
eoad (..)
unload (..)
Audio
Audio
eoad (..)
unload (..)
} from Asset
boolean : loop
play (..)
pause (..)

Beispiel


Audio
Load into memory
Effect
Stream
Load into buffer
Implementing abstract Methods
But re-using Loop + Getter & Setter

Zusätzliche Konzepte

Keyword **abstract**

- spezifiziert, dass alle Subklassen eine solche Methode haben,
- aber bietet sie nicht an
  - Im Gegensatz, sie wird verlangt.
- Klasse selbst wird abstract

ESOP – Information Hiding

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Wiederholung

- Zusammenzählen / Durchschnitt im Array.
- sum = sum + 1
- Zusammenhang return + assignment

Geheimnisprinzip

In großen Softwaresystemen muss der globale Namensraum strukturiert und eingeschränkt werden: information hiding

- Unterscheidung zwischen öffentlichen und geheimen Bezeichnern.

Beispiel

```
public class ShipExample {
    // actual position of the ship
    private int positionX, positionY;
    // maximum number for x and y
    private int maxX = 320, maxY = 640;

    public ShipExample() {
        this.positionX = maxX/2;
        this.positionY = maxY/2;
    }

    public void moveShip(int offSetX, int offsetY) {
        positionX += offSetX;
        positionY += offsetY;
        // check for violation of maximum
        if (positionX > maxX)
            positionX = maxX;
        if (positionY > maxY)
            positionY = maxY;
    }
}
```

Geheimnisprinzip

- Klienten können ausschließlich auf die spezifizierten Operationen zugreifen
- Eine geprüfte Komponente kann durch einen fehlerhaften externen Zugriff nicht zerstört werden

Geheimnisprinzip

- Bezeichner, die in der Spezifikation eines abstrakten Datentyps vorkommen, sollten öffentlich sein
- Bezeichner, die nur für die Implementierung notwendig sind, sollten für Klienten verborgen bleiben

Grundsätzlich …

- Nie mehr öffentlich preisgeben als notwendig!

Beispiel: Zu Öffentlich

```
Stack armerStack = new Stack();
armerStack.push(1);
armerStack.push(2);
armerStack.push(3);
armerStack.top = 0; // 2 und 3 werden "gelöscht"
int drei = armerStack.pop();
```

Wiederholung static

- Zählung der Instanzen als Beispiel
- Singleton & Factory-Pattern

ESOP – Rekursion / Interface / Exceptions

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Wiederholung

Basisdatentypen

Signed, two-complement integers

- long – 64 bit
- int – 32 bit
- short – 16 bit
- byte – 8 bit

Floating point numbers

- float – 32 bit
- double – 64 bit

Andere

- char - 16-bit Unicode character
- boolean – true / false

Referenzdatentypen

Everything with „new“

- Arrays
- Objekte

Wrapper-Klassen

- `Byte`, `Short`, `Integer`, `Long`, `Float`, `Double`
  - verpacken Basisdatentypen
- Wrapper sind Referenzdatentypen
  - keine Basisdatentypen mehr!
- Verpackung großteils automatisch
  - Autoboxing & Unboxing
- Siehe auch `Boolean`

Rekursion

- Eine Methode **m()** heißt *rekursiv*, wenn sie sich selbst aufruft
  - m() -> m() -> m() direkt rekursiv
  - m() -> o() -> m() indirekt rekursiv

Rekursion: Fakultät n!

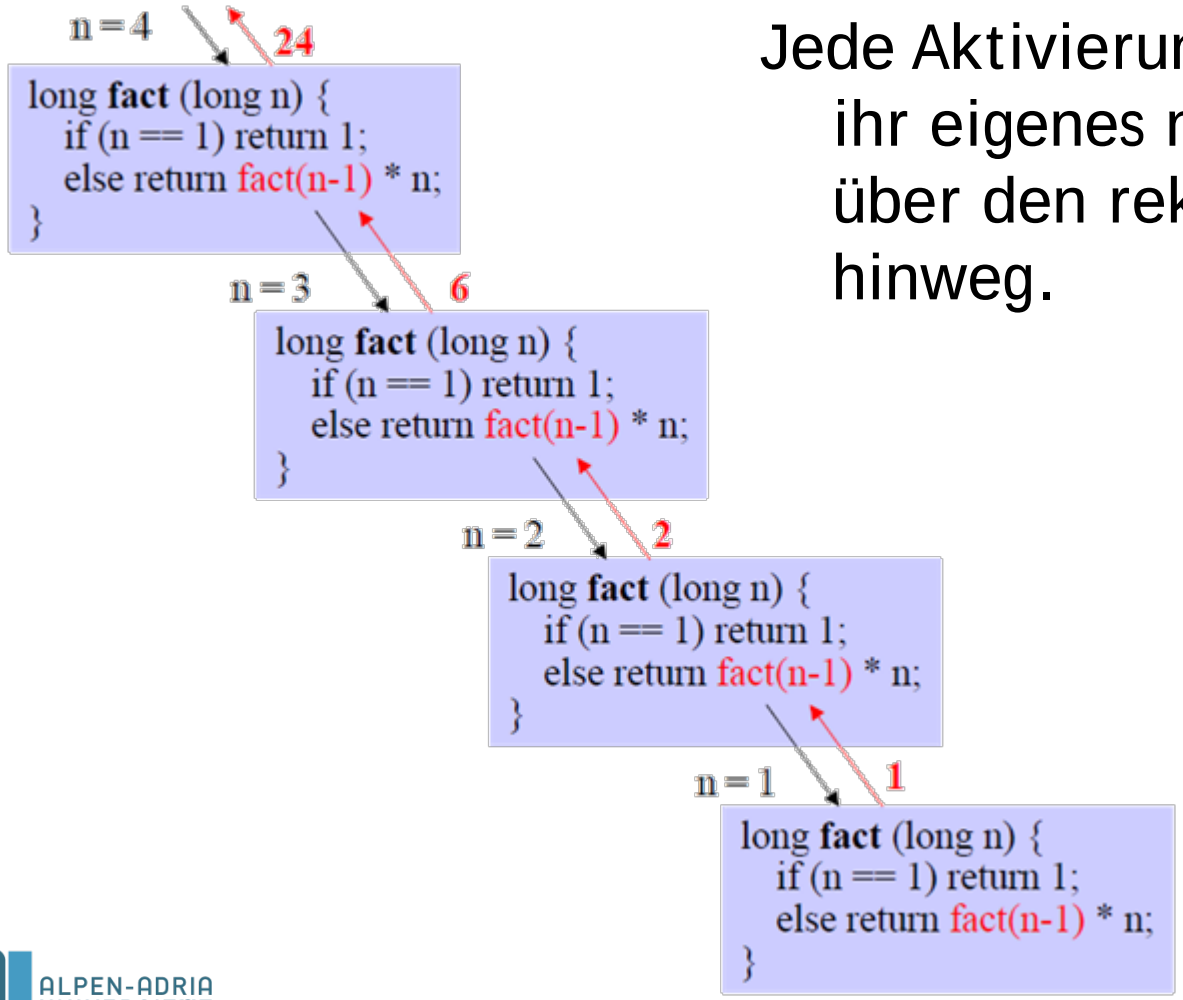
- Definition Fakultät
  - n! = (n-1)! * n
  - 1! = 1
- Beispiel
  - 4! = 4*3! = 4*3*2! = 4*3*2*1! = 4*3*2*1

Rekursion: Fakultät n!

```
long fact (long n) {
   if (n == 1)
       return 1;
   else
       return fact(n-1) * n;
}
```

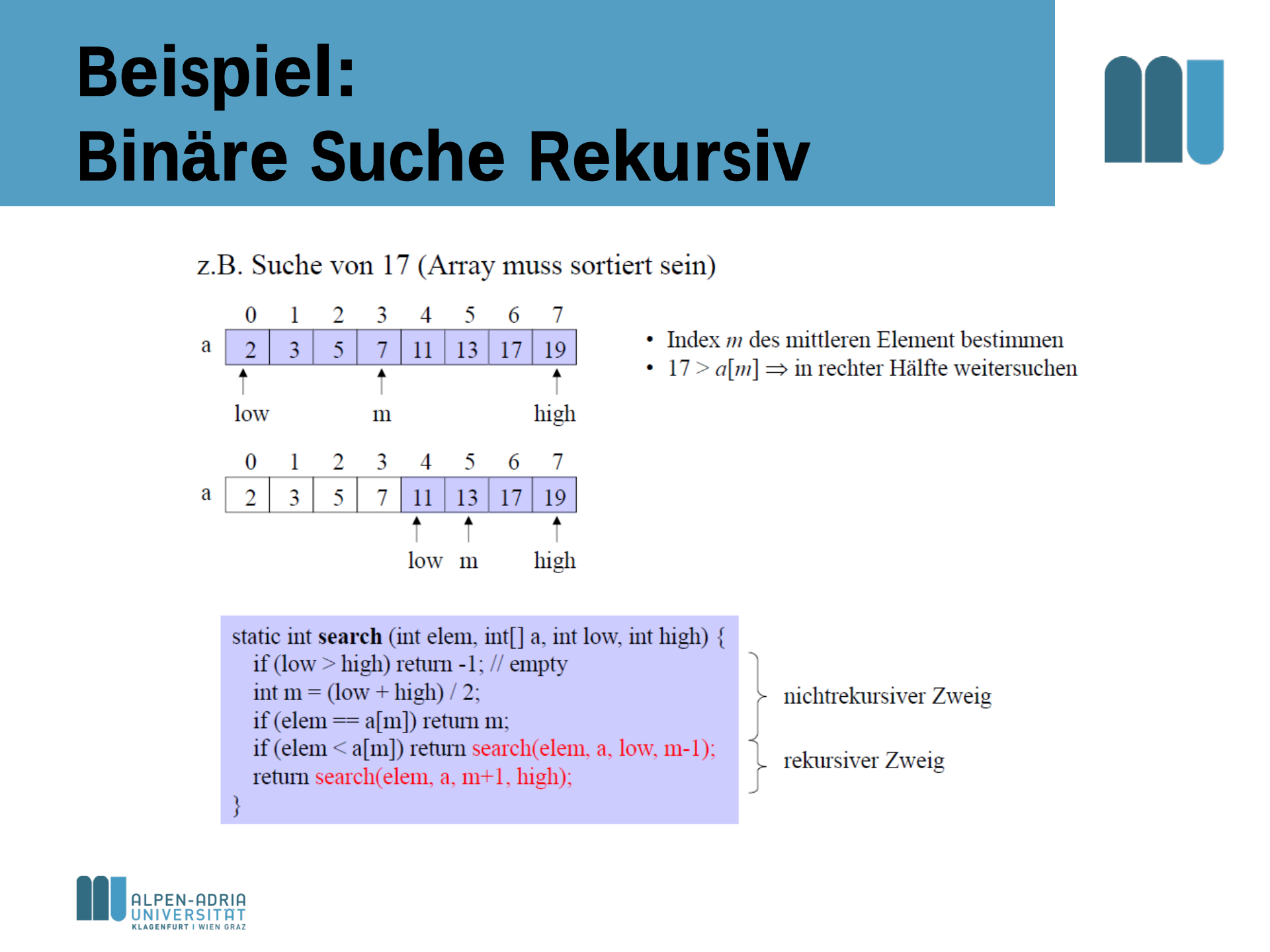
Ende der Rekursion bei Erreichen von 1!

Ablauf einer rekursiven Methode



Jede Aktivierung von fact hat ihr eigenes n und rettet es über den rekursiven Aufruf hinweg.

Beispiel: Binäre Suche Rekursiv



z.B. Suche von 17 (Array muss sortiert sein)

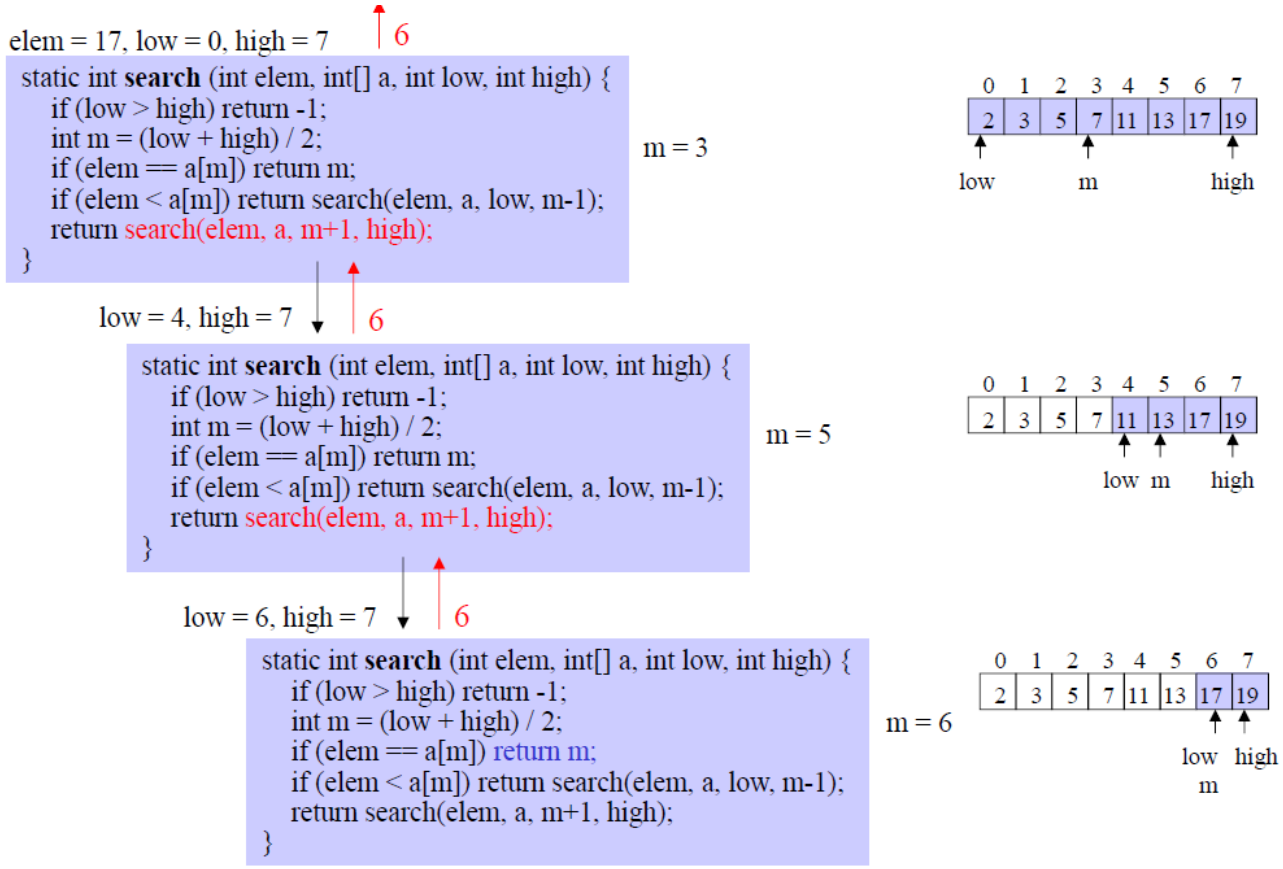
- Index m des mittleren Element bestimmen
- $17 > a[m] \Rightarrow$ in rechter Hälfte weitersuchen

```
static int search (int elem, int[] a, int low, int high) {
   if (low > high) return -1; // empty
   int m = (low + high) / 2;
   if (elem == a[m]) return m;
   if (elem < a[m]) return search(elem, a, low, m-1);
   return search(elem, a, m+1, high);
}
```

nichtrekursiver Zweig

rekursiver Zweig

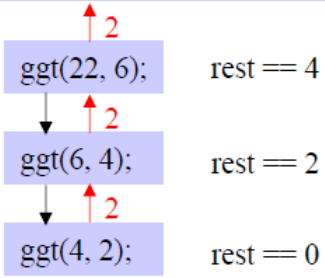
Beispiel: Binäre Suche Rekursiv



Beispiel: GGT

rekursiv

```
static int ggt (int x, int y) {
   int rest = x % y;
   if (rest == 0) return y;
   else return ggt(y, rest);
}
```



iterativ

```
static int ggt (int x, int y) {
   int rest = x % y;
   while (rest != 0){
      x = y; y = rest;
      rest = x % y;
   }
   return y;
}
```

Jeder rekursive Algorithmus kann auch iterativ programmiert werden

- rekursiv: meist kürzerer Quellcode
- iterativ: meist kürzere Laufzeit

Rekursion v.a. bei rekursiven Datenstrukturen nützlich (Bäume, Graphen, ...)

Beispiel: Fibonacci Zahlen

- $F_n = F_{n-1} + F_{n-2}$

```
public static int get(int number) {
  if (number <= 2)
     return 1;
  return get(number-1) + get(number-2);
}
```

Interfaces

- Klassenähnlicher Mechanismus
  - zur reinen Verhaltensspezifikation.
- Erlaubt die Definition eines benutzerdefinierten Datentyps von seiner Realisierung zu trennen
  - abstrakter Datentyp.

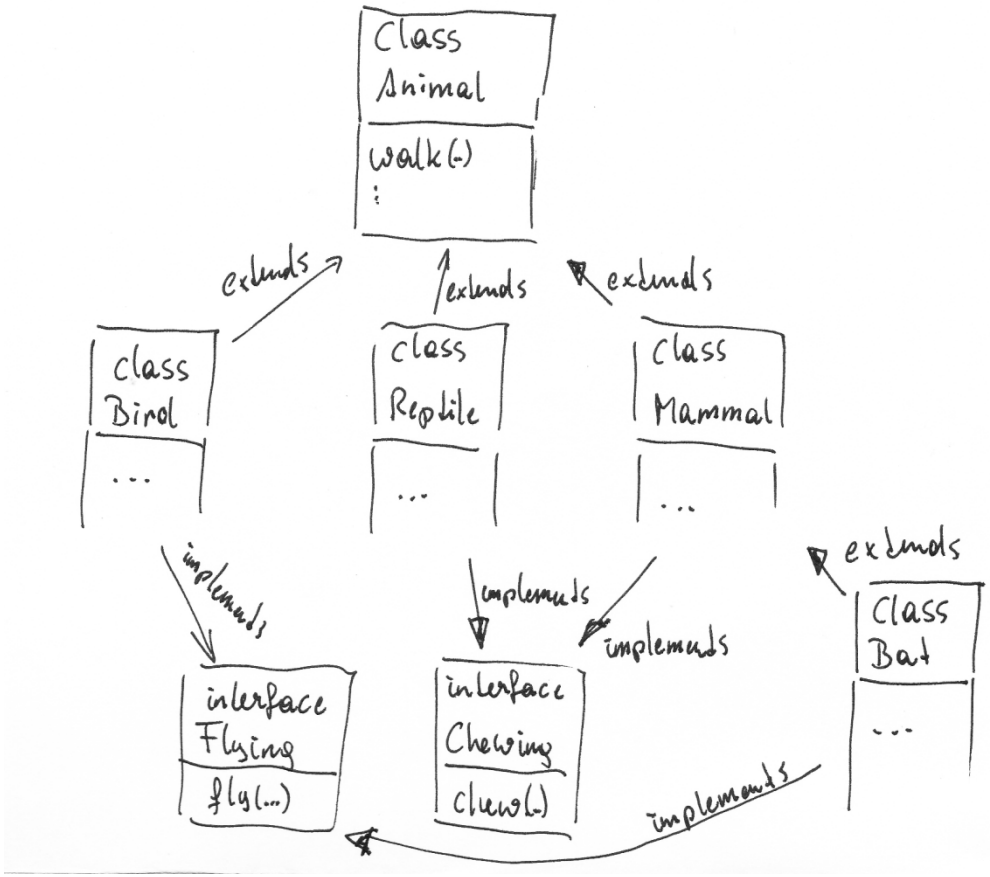
Interfaces

- Spezifikation via `interface`
- Methoden-Spezifikationen
  - beschreiben, auf welche Nachrichten ein Objekt reagiert
  - ohne Rumpf, also ohne Implementierung.
- Keine Instanzvariablen
  - Aber evt. Konstante

Interfaces

- Der interface-Name ist in Java als Datentyp verwendbar
- Implementierung via `class`
- Vollständige Methoden
- Instanzvariablen

Interface Beispiel I



Interface Beispiel II

Overview Package Class Use Tree Deprecated Index Help

PREV CLASS NEXT CLASS FRAMES NO FRAMES All Classes

SUMMARY: NESTED | FIELD | CONSTR | METHOD DETAIL: FIELD | CONSTR | METHOD

Java™ 2 Platform Standard Ed. 5.0

java.lang

Interface Iterable<T>

All Known Subinterfaces:

BeanContext, BeanContextServices, BlockingQueue<E>, Collection<E>, List<E>, Queue<E>, Set<E>, SortedSet<E>

All Known Implementing Classes:

AbstractCollection, AbstractList, AbstractQueue, AbstractSequentialList, AbstractSet, ArrayBlockingQueue, ArrayList, AttributeList, BeanContextServicesSupport, BeanContextSupport, ConcurrentLinkedQueue, CopyOnWriteArrayList, CopyOnWriteArraySet, DelayQueue, EnumSet, HashSet, JobStateReasons, LinkedBlockingQueue, LinkedHashSet, LinkedList, PriorityBlockingQueue, PriorityQueue, RoleList, RoleUnresolvedList, Stack, SynchronousQueue, TreeSet, Vector

```
public interface Iterable<T>
```

Implementing this interface allows an object to be the target of the "foreach" statement.

Method Summary

Iterator<T>	iterator() Returns an iterator over a set of elements of type T.

Method Detail

iterator

```
Iterator<T> iterator()
```

Returns an iterator over a set of elements of type T.

ALPEN-ADRIA UNIVERSITÄT
KLAGENFURT | WIEN GRAZ

Verwendung Interfaces?

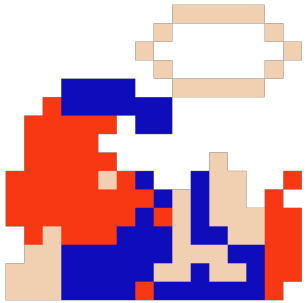
- Freigabe minimaler Funktionalität eines abstrakten Datentyps
- Mehrfachvererbung
  - Graph, nicht Baum

Interface-Beispiele

- Java Interfaces `Iterable`, `Comparable` und `Serializable`

Fehlerbehandlung & Qualitätssicherung

- Ausnahmebehandlung
  - für den Fall, dass etwas schief geht
- Zusicherungen
  - ein Mechanismus, um strukturiert über die Korrektheit eines Programms nachzudenken und Fehler frühzeitig zu entdecken



Klassische Muster bei Fehlererkennung

- Fehlerbehandlung überfrachtet den Code
- Algorithmus vs. Fehlerbehandlung?
- Immer tiefer in Vorbedingungen.

```
Aktion1;
if (Probleme_sind_aufgetreten1)
    Fehlerbehandlung1;
else {
    Aktion2;
    if (Probleme_sind_aufgetreten2)
          Fehlerbehandlung2;
    else {
          Aktion3;
          if (Probleme_sind_aufgetreten3)
                Fehlerbehandlung3;
          else { ....
```

Klassische Muster bei Fehlerbehandlung

- Fehlerbehandlung wird nach oben gereicht.
- Aufrufer hat Verantwortung

Vgl. `System.exit(int status)`

- status != 0 => abnormal termination
- Status wird vom Aufrufer ausgewertet

```
int methode3 () { // Ergebnis = Fehlercode
    Aktion;
    if (Probleme_sind_aufgetreten)
          return 1;
    return 0;
}
int methode2 () { // Ergebnis = Fehlercode
    Aktion;
    int fehler = methode3();
    if (fehler > 0) return 1;
    return 0;
}
void methode1 () {
    Aktion;
    int fehler = methode2();
    if (fehler > 0)
     System.err.println("…nicht hingehauen");
    else ...;
}
```

Exceptions

Java erlaubt die Trennung von normalem Algorithmus und der Behandlung von Ausnahmesituationen (Exceptions):

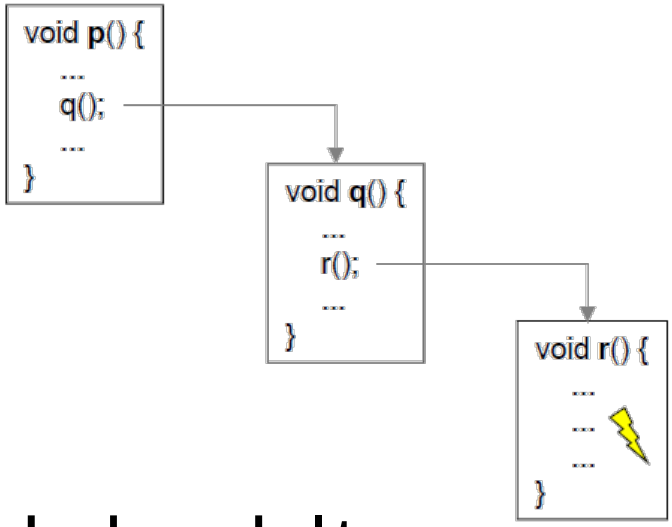
- Programm wird einfacher zu verstehen.
- Convenience: Fehlerbehandlung wird einfacher
- Die Fehlerbehandlung wird aufgeschoben
  - Wird an „sinnvoller Stelle“ abgearbeitet
- Aufrufer haben meist erhöhtes Kontextwissen
  - können daher eher sinnvoll auf Fehler reagieren.

Exceptions

- Eine Exception erzeugt viele Aufrufe in der Java Virtual Machine
  - Stack Trace, usw.
- Entsprechend: Exceptions sind Ausnahme
  - kein Ersatz für Kontrollflusssteuerung

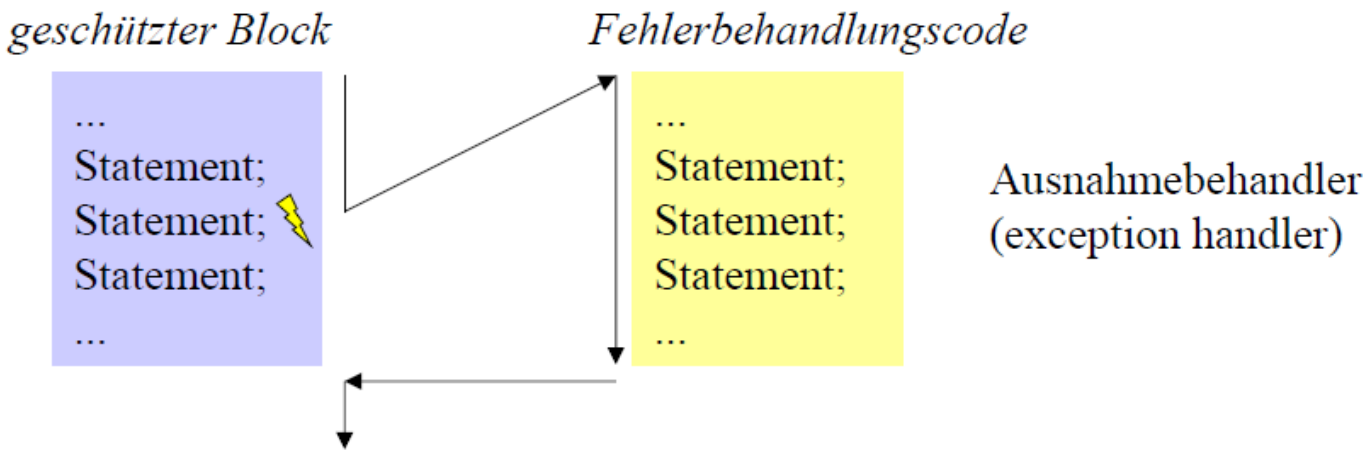
Optimalfall für Exceptions

- In r() geht etwas schief
  - Was soll passieren?



- Lösung
  - r() meldet Fehler an q()
  - q() meldet an p()
  - … solange bis ihn jemand behandelt.

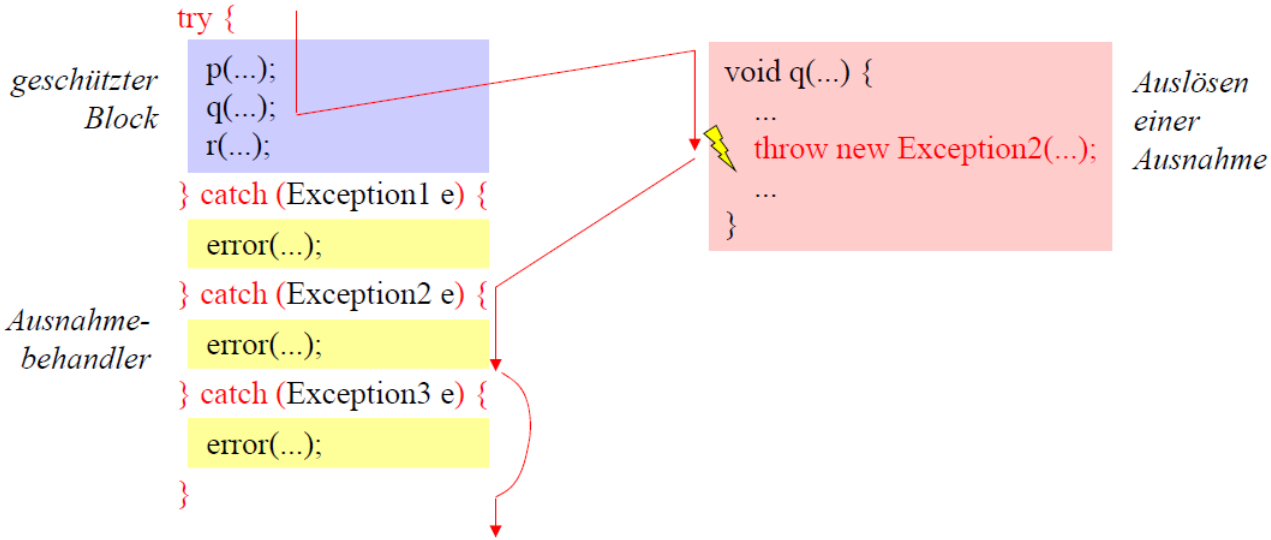
Fehlerbehandlung in Java



Wenn im geschützten Block ein Fehler (eine Ausnahme) auftritt:

- Ausführung des geschützten Blocks wird abgebrochen
- Fehlerbehandlungscode wird ausgeführt
- Programm setzt nach dem geschützten Block fort

Try-Anweisungen in Java



- Fehlerfreier Fall und Fehlerfälle sind sauberer getrennt
- Man kann nicht vergessen, einen Fehler zu behandeln
  - Compiler prüft, ob es zu jeder möglichen Ausnahme einen Behandler gibt

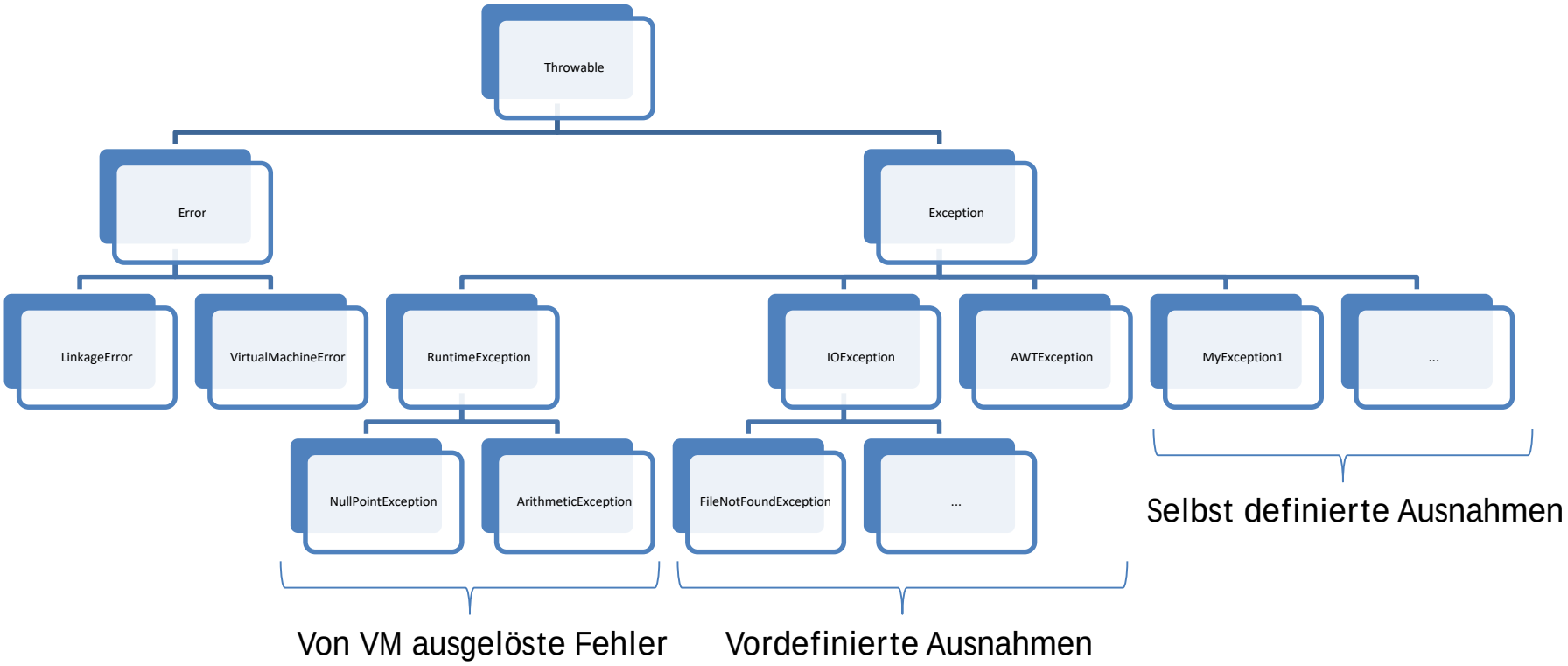
Arten von Ausnahmen

- Laufzeitfehler (Runtime Exceptions) werden von der Java-VM ausgelöst
  - Division durch 0 — *ArithmeticException*
  - Zugriff über null-Zeiger — *NullPointerException*
  - Indexüberschreitung — *ArrayIndexOutOfBoundsException*
- Müssen nicht behandelt werden
- Bei Nichtbehandlung stürzt Programm ab
  - mit einer Fehlermeldung …

Arten von Ausnahmen

- Geprüfte Ausnahmen (Checked Exceptions) werden vom Benutzercode ausgelöst (throw-Anweisung)
  - vordefinierte Ausnahmen z.B. `FileNotFoundException`
  - selbst definierte Ausnahmen z.B. `MyException`
- Müssen behandelt werden.
- Compiler prüft, ob sie abgefangen werden.

Hierarchie der Ausnahmeklassen



Ausnahmen sind als Klassen umgesetzt.

Fehlerinformationen stehen in einem Ausnahme-Objekt

```
class Exception extends Throwable {
    Exception(String msg) {...}   // erzeugt neues Ausnahmeobjekt mit Fehlermeldung
    String getMessage() {...}     // liefert gespeicherte Fehlermeldung
    String toString() {...}       // liefert Art der Ausnahme und gespeichert Fehlermeldung
    void printStackTrace() {...}  // gibt Methodenaufrufkette aus
    ...
}
```

Eigene Ausnameklasse (speichert Informationen über speziellen Fehler)

```
class MyException extends Exception {
    private int errorCode;
    MyException(String msg, int errorCode) { super(msg); this.errorCode = errorCode; }
    int getErrorCode() {...}
    // toString(), printStackTrace(), ... von Exception geerbt
}
```

Throw-Anweisung

- Löst eine Ausnahme aus

```
throw new MyException("invalid operation", 42);
```

- "Wirft" ein Ausnahmeobjekt mit entsprechenden Fehlerinformationen
  - bricht normale Programmausführung ab
  - sucht passenden Ausnahmebehandler (catch-Block)
  - führt Ausnahmebehandler aus und übergibt ihm Ausnahmeobjekt als Parameter
  - setzt nach try-Anweisung fort, zu der der catch-Block gehört

catch-Blöcke und finally-Block

```
try {
    ...
} catch (MyException e) {
    Out.println(e.getMessage() + ", error code = ", + e.getErrorCode());
} catch (NullPointerException e) {
    ...
} catch (Exception e) {
    ...
} finally {
    ...
}
```

- Passender catch-Block wird an Hand des Ausnahme-Typs ausgewählt
- catch-Blöcke werden sequentiell abgesucht
- Achtung: speziellere Ausnahme-Typen müssen vor allgemeineren stehen
- Am Ende wird (optionaler) finally-Block ausgeführt
- egal, ob im geschützten Block ein Fehler auftrat oder nicht

Beispiel finally-Block

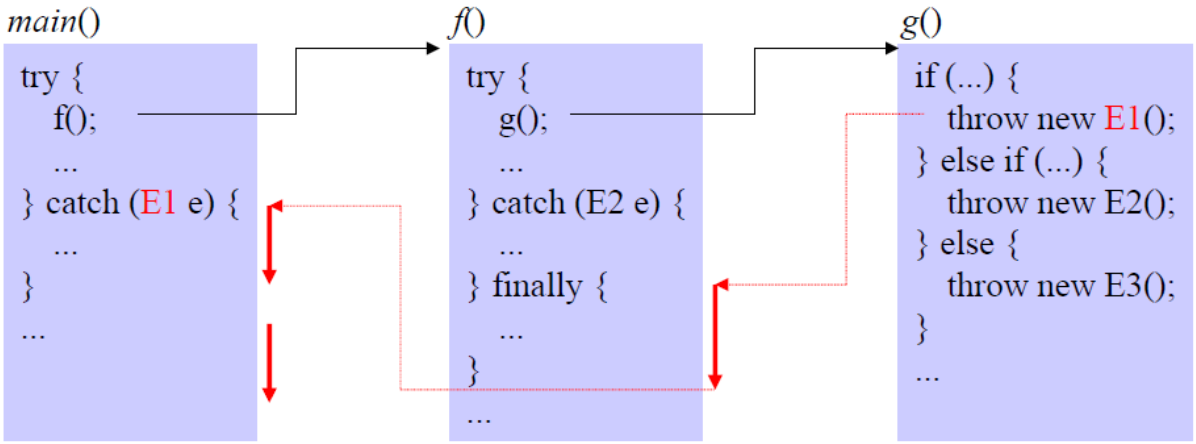
```
try {
   In.open("myfile.txt");
   ...
   ...
   ...
   In.close();
} catch (...) {
   ...
}
```

falsch
Datei wird im Fehlerfall nicht geschlossen

```
try {
   In.open("myfile.txt");
   ...
   ...
   ...
} catch (...) {
   ...
} finally {
   In.close();
}
```

richtig
Datei wird auf jeden Fall geschlossen

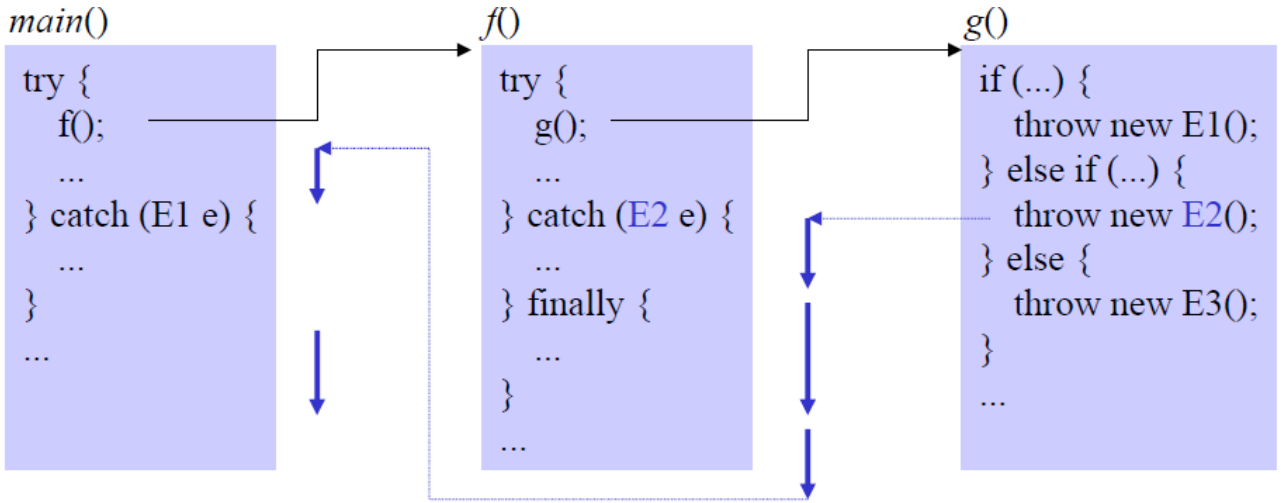
Ablauflogik bei Ausnahmen



throw new E1();

- keine try-Anweisung in g() => bricht g() ab
- kein passender catch-Block in f() => führt finally-Block in f() aus und bricht f() dann ab
- führt catch-Block für E1 in main() aus
- setzt nach try-Anweisung in main() fort

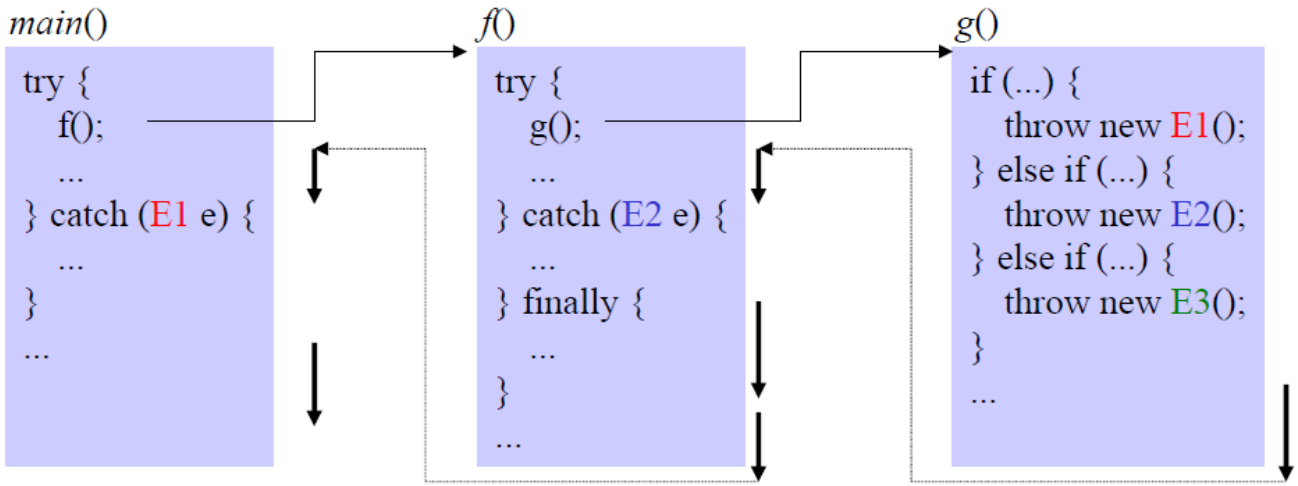
Ablauflogik bei Ausnahmen



throw new E2();

- keine try-Anweisung in g() => bricht g() ab
- führt catch-Block für E2 in f() aus
- führt finally-Block in f() aus
- setzt nach try-Anweisung in f() fort

Ablauflogik bei Ausnahmen



throw new E3();

- Compiler meldet einen Fehler, weil E3 nirgendwo in der Ruferkette abgefangen wird

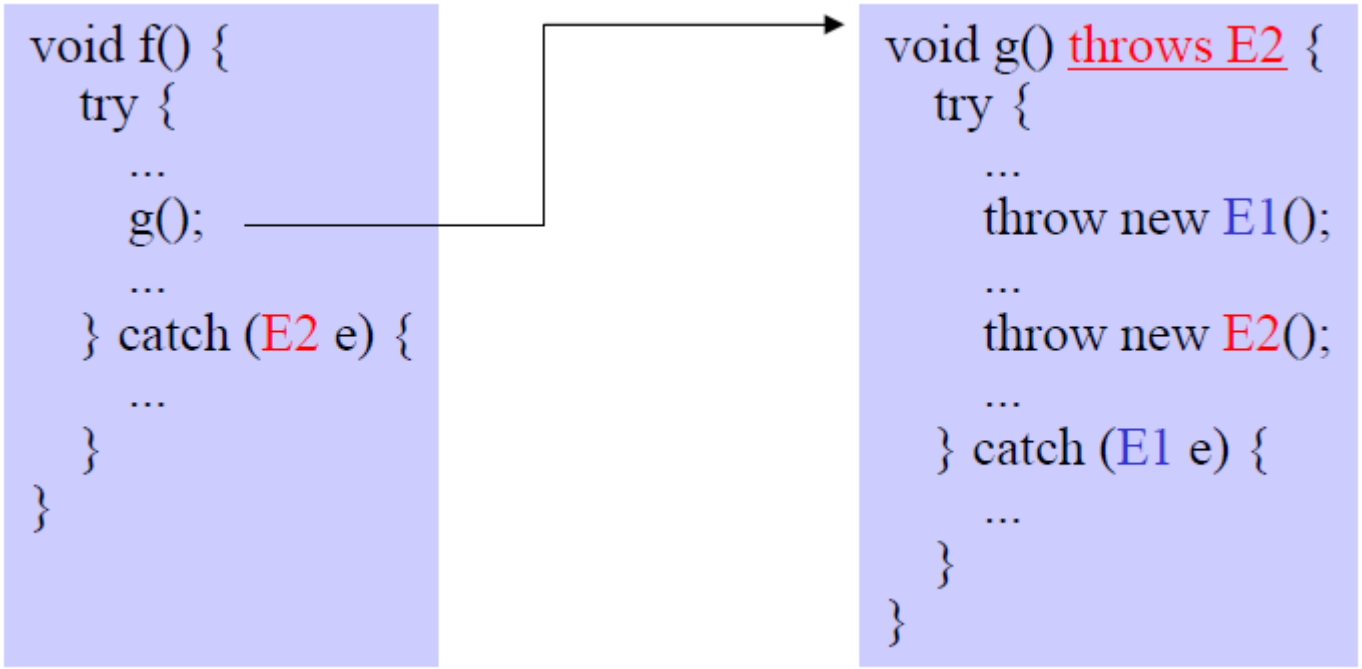
fehlerfreier Fall

- führt g() zu Ende aus
- führt try-Block in f() zu Ende aus
- führt finally-Block in f() aus
- setzt nach finally-Block in f() fort

Spezifikation von Ausnahmen im Methodenkopf

Wenn eine Methode eine Ausnahme an den Rufer weiterleitet, muss sie das in ihrem Methodenkopf mit einer *throws-Klausel spezifizieren*

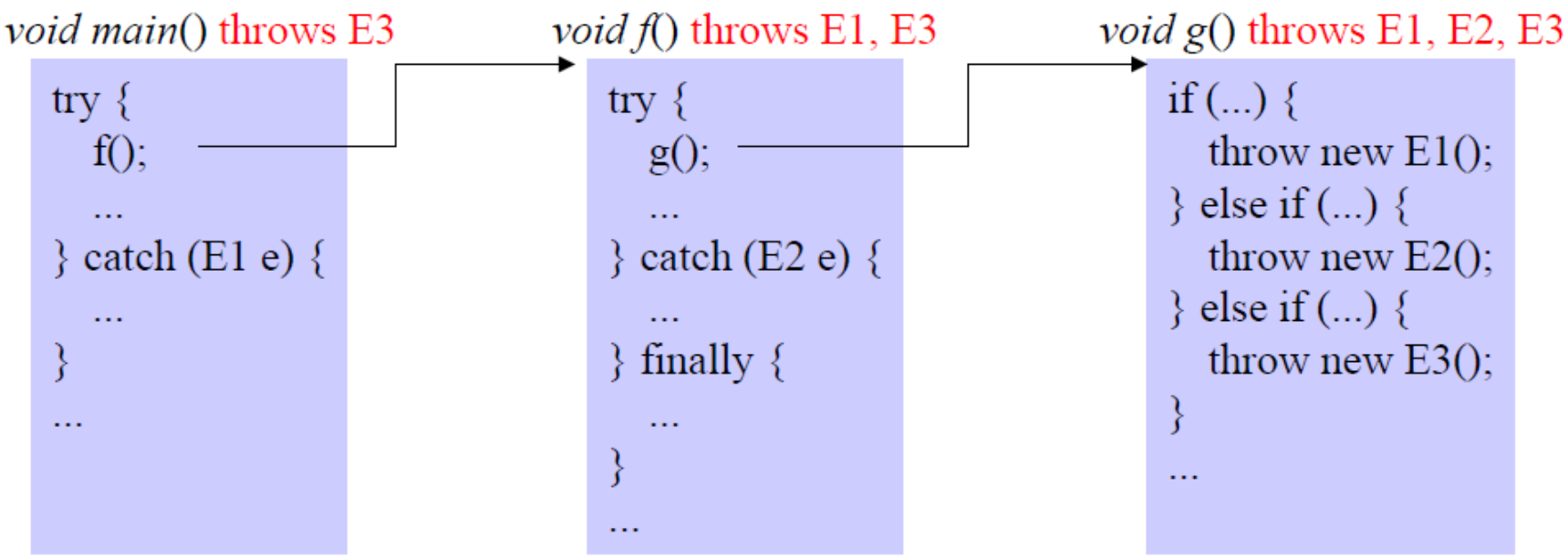
Spezifikation von Ausnahmen im Methodenkopf



Spezifikation von Ausnahmen im Methodenkopf

- Compiler weiß dadurch, dass g() eine E2-Ausnahme auslösen kann.
- Wer g() aufruft, muss daher
  - entweder E2 abfangen
  - oder E2 im eigenen Methodenkopf mit einer *throws-Klausel* spezifizieren
- **Man kann nicht vergessen, eine Ausnahme zu behandeln!**

Daher …


void main() throws E3
try {
f();
...
} catch (E1 e) {
...
}
...
void f() throws E1, E3
try {
g();
...
} catch (E2 e) {
...
} finally {
...
}
...
void g() throws E1, E2, E3
if (...) {
throw new E1();
} else if (...) {
throw new E2();
} else if (...) {
throw new E3();
}
...

ESOP – Lists, Collections, Java IO

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Quellen / Sources

- Mössenböck (2014) Sprechen Sie Java
- The Java Tutorials:
  - Collections: http://docs.oracle.com/javase/tutorial/collections/index.html
  - IO: https://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/io/

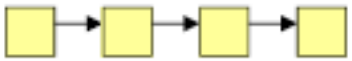
- Sierraq & Bates (2005) Head First Java
  - Collections: p.132+, p.532+, p.558+, …
  - I/O: p. 452+

Dynamische Datenstrukturen

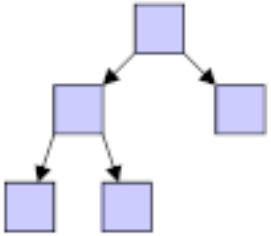
- Elemente werden zur Laufzeit angelegt
  - mit *new*, sozusagen „dynamisch“
- Datenstruktur kann dynamisch
  - wachsen: Speicher wird belegt
  - schrumpfen: Speicher wird frei

Dynamische Datenstrukturen

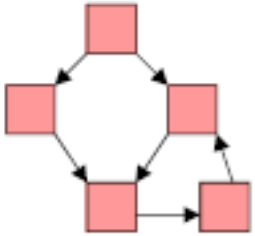
- Wichtige dynamische Datenstrukturen



Liste



Baum



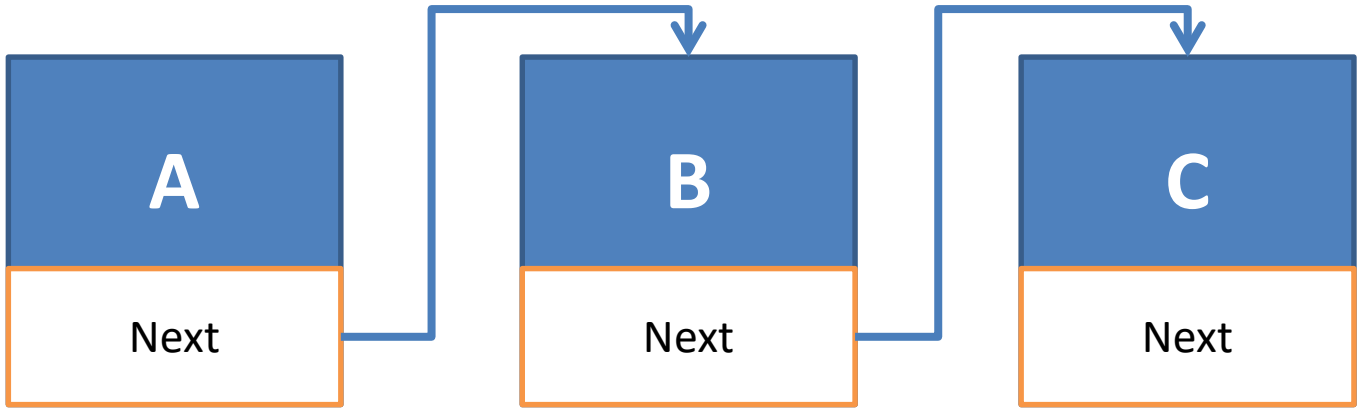
Graph

Dynamische Datenstrukturen

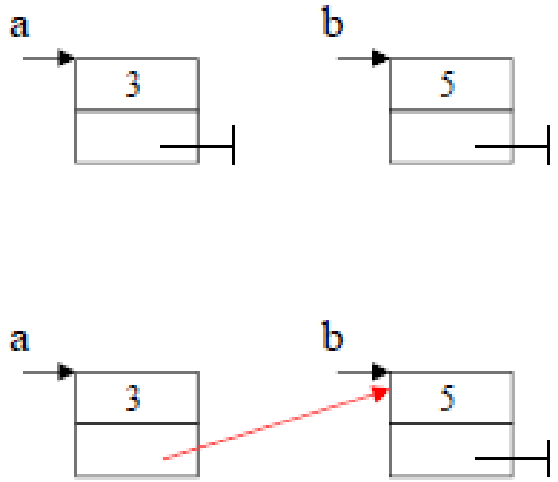
Bestehen aus Knoten die über Kanten miteinander verbunden sind.

- Knoten … Objekte
- Kanten … Zeiger / Referenzen

Verknüpfen von Knoten

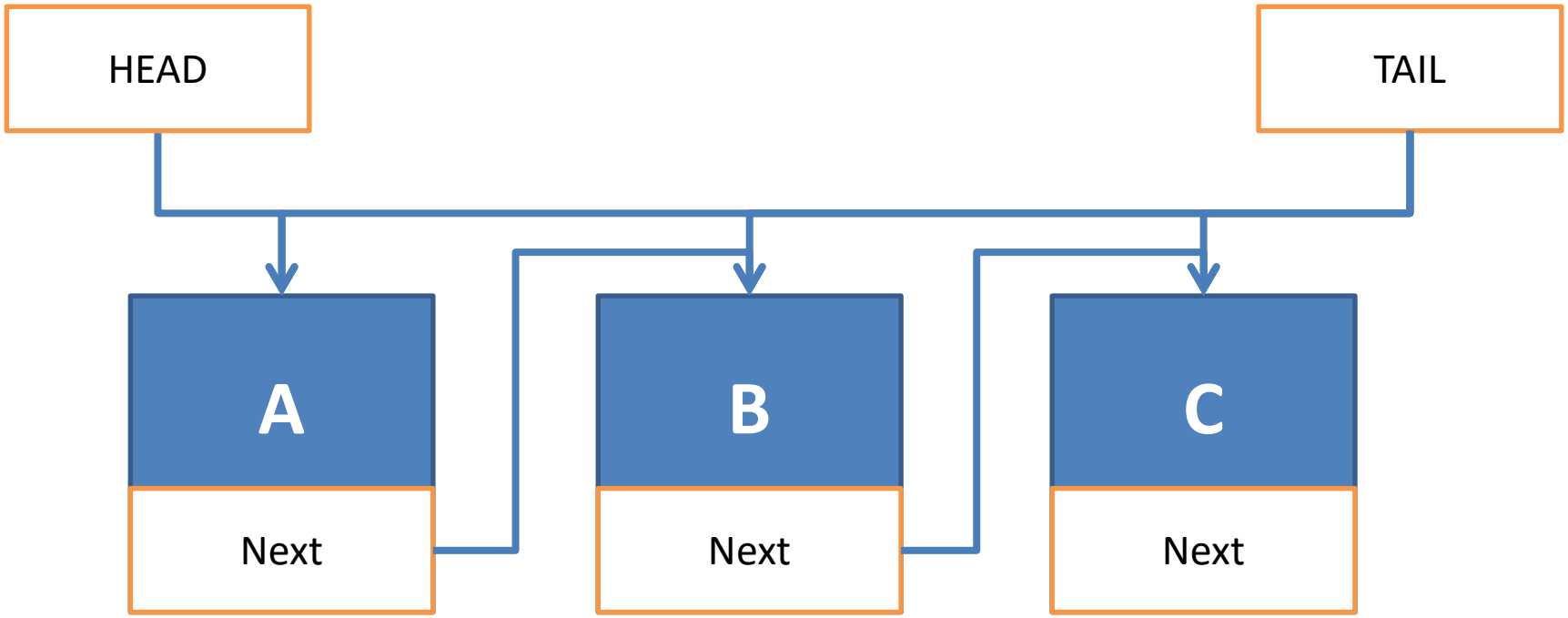


Verknüpfen von Knoten.

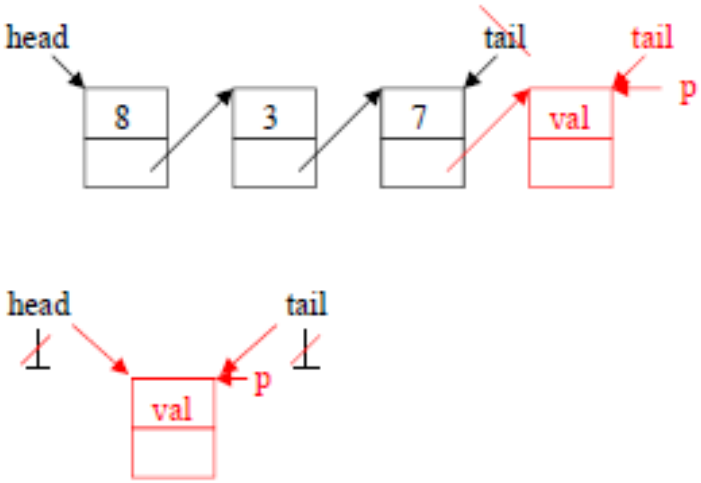



```
public class Node {
    int value;
    Node nextNode;

    public Node(int value) {
        this.value = value;
    }
}

// ...
Node a = new Node(3);
Node b = new Node(5);
a.nextNode = b;
```

Einfügen am Listenende

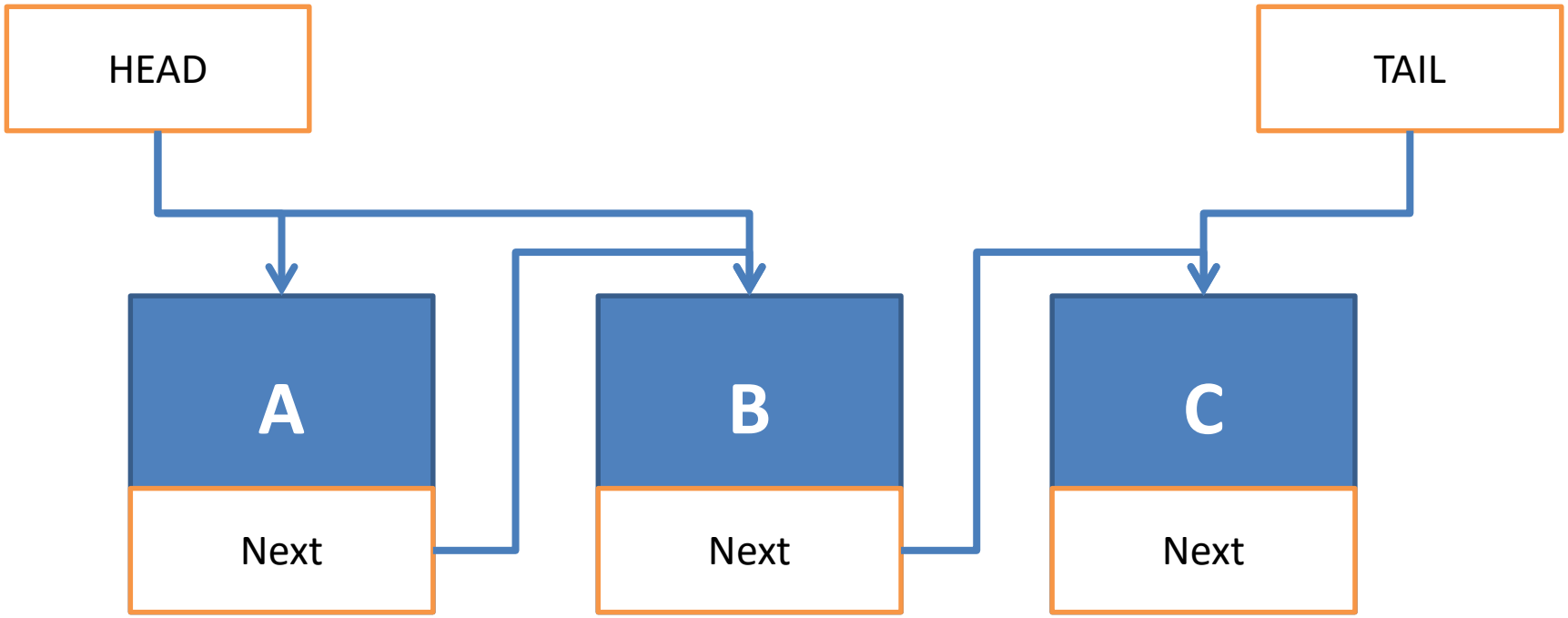


Unsortierte Liste: Einfügen am Listenende

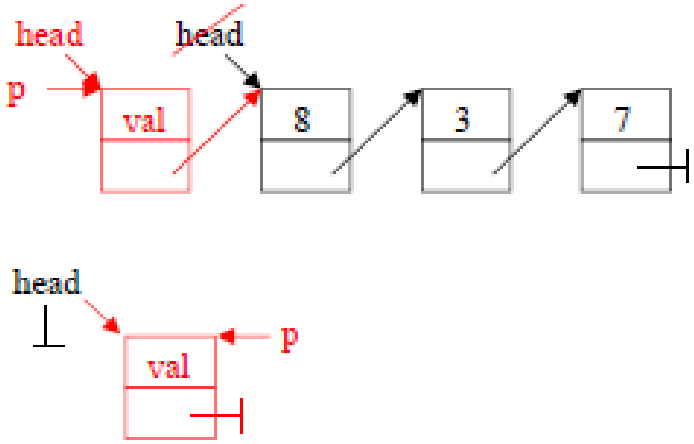



```
public class List {
    private Node head, tail;

    public void append(int val) {
        Node p = new Node(val);
        if (head == null)
            head = p;
        else
            tail.nextNode = p;
        tail = p;
    }
   //...
}
// ...
List l = new List();
l.append(3);
l.append(4);
```

Einfügen am Listenanfang



Unsortierte Liste: Einfügen am Listenanfang




```
public class List {
    private Node head, tail;

    public void prepend(int val) {
        Node p = new Node(val);
        p.nextNode = head;
        head = p;
    }
   // ...

// ...
List l = new List();
l.prepend(3);
l.prepend(4);
```

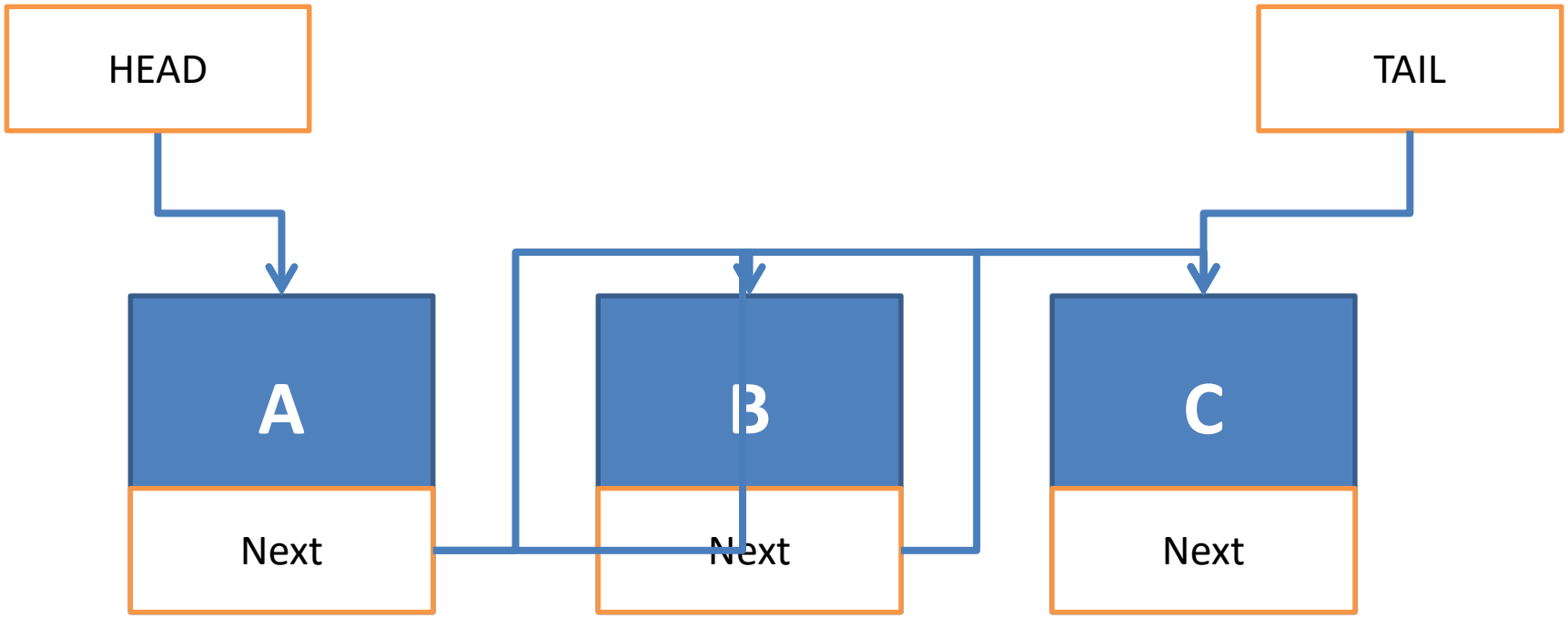
Unsortierte Liste: Eintrag suchen

```
public class List {
    private Node head, tail;

    public boolean contains(int val) {
        Node p = head;
        boolean result = false;
        while (p!=null) {
            if (p.value == val) result = true;
            p = p.nextNode;
        }
        return result;
    }
    // ...
}
// ...
List l = new List();
l.append(3);
l.append(14);
l.append(-1);
System.out.println(l.contains(3));
```

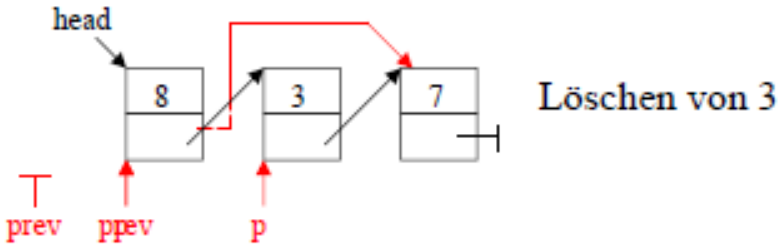
Unsortierte Liste: Eintrag suchen

```
public class List {
    private Node head, tail;

    public boolean contains(int val) {
        Node p = head;
        while (p!=null && p.value!=val) {
            p = p.nextNode;
        }
        return p != null;
    }
   // ...
}
// ...
List l = new List();
l.append(3);
l.append(14);
l.append(-1);
System.out.println(l.contains(3));
```

Unsortierte Liste: Eintrag löschen



Unsortierte Liste: Eintrag löschen




```
public class List {
    private Node head, tail;

    public void delete(int val) {
        Node p = head, prev = null;
        while (p!=null && p.value!=val) {
            prev = p;
            p = p.nextNode;
        }
        if (p != null) {
            if (p == head)
                head = p.nextNode;
            else
                prev.nextNode = p.nextNode;
            if (tail == p)
                tail = prev;
        }
    }
    // ...
}
```

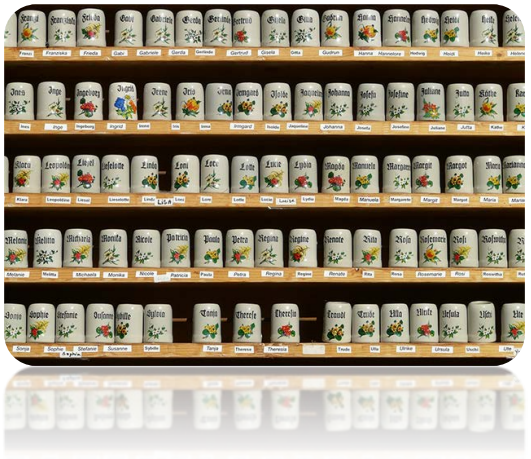
Live Beispiel ...

- Methode index(int val)

- Stack & Queue mit dynamischen Datenstrukturen.

Java Collections Framework

- Collection := Objekt, das andere Objekte gruppiert
- Collections werden benutzt um mit Daten umzugehen
  - speichern, suchen, ändern, verteilen, …
- Ein Framework von
  - Interfaces
  - Implementierungen
  - Algorithmen



Collection Interfaces

- Set … Menge
  - kann ein Element nur einmal enthalten
- List … Liste, Sequenz
  - hat Ordnung, kann Duplikate enthalten
- Queue … Warteschlange
  - zum Abarbeiten
- Map … Zuordnung Name -> Wert
  - Namen sind in einer Menge (s.o.)

Interface Set

- Hinzufügen und Löschen
  - `add(..), addAll(..), remove(..), removeAll(..)`
- Überprüfen
  - `contains(..), containsAll(..)`
- Und mehr …
  - `size(), clear()`

Wiederholung: Autoboxing

- Collections können nur mit Objekten umgehen:
  - `mySet.add(new Integer(5));`

- Basisdatentypen werden automatisch in Objekte verpackt:
  - `mySet.add(5); // gleich w.o.`

Cp. Programmiersprache C#

Collections: Set

- Beispiele
  - Set intersection – Schnittmenge
  - Set union – Vereinigungsmenge
- Cp. SetFun @ git

Java I/O

- Java input & output
  - `java.io` Paket
  - `java.nio.file` Paket
- Input & Output nutzt Streams
  - Byte Streams - Binärdaten.
  - Character Streams – char-basierte Daten.
  - Buffered Streams – Nutzung von Buffern.
  - Data Streams - Basisdatentypen & String
  - Object Streams - Binär-I/O von Objekten.

Byte Streams

- InputStream & OutputStream
  - Lesen per byte (= 8 bit)
- Alle Byte-Streams leiten davon ab.
  - FileInputStream – liest von Datei
  - ByteArrayInputStream – liest von byte[]
  - System.in – „standard“ in

InputStream

- InputStreamFun - Arbeit mit Buffern
- ByteArrayInputExample – read int vs. byte

`abstract int`	**`read()`** Reads the next byte of data from the input stream.
`int`	**`read(byte[] b)`** Reads some number of bytes from the input stream and stores them into the buffer array `b`.
`int`	**`read(byte[] b, int off, int len)`** Reads up to `len` bytes of data from the input stream into an array of bytes.

Characters & Buffer

- Character I/O mit Reader & Writer
  - Analog zu byte, aber mit char
  - char <-> x*byte
  - Beispiel: Unicode-Text
- Buffered I/O
  - Interner Buffer
  - Methode flush() beim Output

Example Reader vs. Stream

```
// String with a Unicode character:
String uString = "Victory! ✌ ä";
// two different ways to read it:
ByteArrayInputStream bis = new
        ByteArrayInputStream(uString.getBytes());
CharArrayReader car = new CharArrayReader(uString.toCharArray());
// show the difference
int read = -1;
do {
     read = bis.read();
     System.out.printf("%c (%03d) - %c\n", (char) read ,
         read,(char) car.read());
} while (read > -1);
```

java.io.File

- Klasse für den Umgang mit Dateien
  - Verzeichnisse sind auch Dateien
- Methoden erlauben
  - Existenzprüfung, Rechteprüfung
  - Auflistung der Kind-Dateien
  - Verzeichnisse anlegen
  - uvm.

java.io.FileReader & java.io.FileInputStream

- Erweitert Reader (abstrakte Klasse)
- Liest Zeichen (char) aus File
  - Vgl. FileInputStream -> byte
  - Unterschied zwischen char & byte!
- Nutzung benötigt einen Buffer
  - char[] für Reader, byte[] für InputStream

java.io.BufferedReader

- Stellt Buffer zur Verfügung
- Liefert ganze Zeilen zurück

- ACHTUNG: Ist abgeleitet von Reader -> char[]!

Schreiben in Dateien?

- FileWriter, BufferedWriter
  - Nicht auf close() bzw. flush() vergessen!

Und:

- ObjectStreamWriter, ObjectStreamReader
  - Schreibt und liest Objekte von einem InputStream
- GZipInputStream, GZipOutputStream
  - Komprimiert I/O Streams

ESOP – Pakete & Generics

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Quellen / Sources

- Mössenböck (2014) Sprechen Sie Java
- The Java Tutorials:
  - Packages: http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/package/index.html
  - Generics: https://docs.oracle.com/javase/tutorial/extra/generics/index.html

- Sierraq & Bates (2005) Head First Java
  - Packages: p.155+, p.587+
  - Generics: p. 540+, …

Pakete

Sammlung zusammengehöriger Klassen

- Bring mehr Ordnung in Programme
- Vermeidung von Namenskonflikten
- bessere Zugriffskontrolle

Beispiele für Pakete

- java.lang
  - System, String, Integer, Character, Object, Math, …
- java.io
  - File, InputStream, OutputStream, Reader, Writer, …
- java.awt
  - Button, CheckBox, Frame, Color, Cursor, Event, …
- java.util
  - ArrayList, Hashtable, BitSet, Stack, Vector, …

Anlegen von Paketen

- Anweisung in der ersten Zeile der Datei
- Fehlt die package-Zeile dann gehört die Klasse zu namenlosen Standardpaket.

Datei *Circle.java*

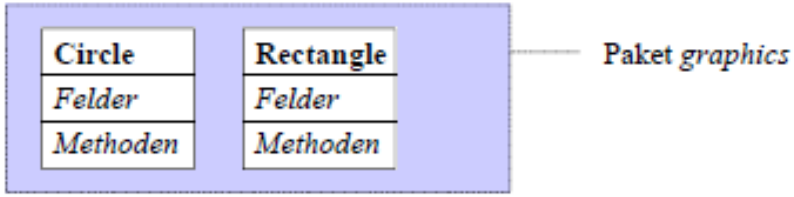
```
package graphics;
class Circle {
   ...
}
```

Datei *Rectangle.java*

```
package graphics;
class Rectangle {
   ...
}
```

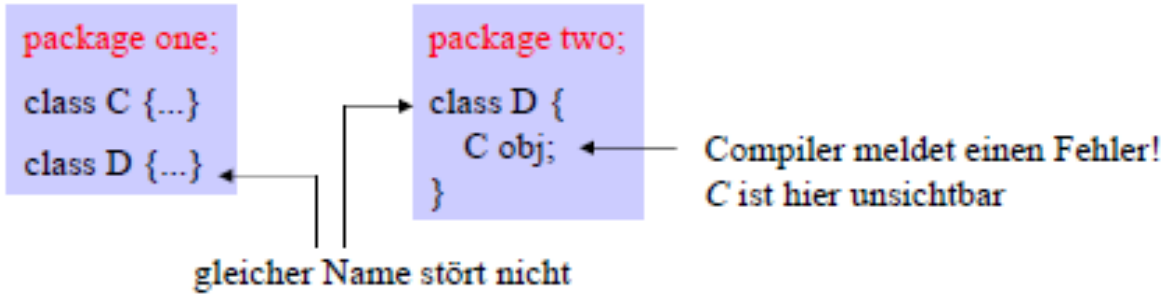
← 1. Zeile der Datei

Paket *graphics* enthält die Klassen *Circle* und *Rectangle*



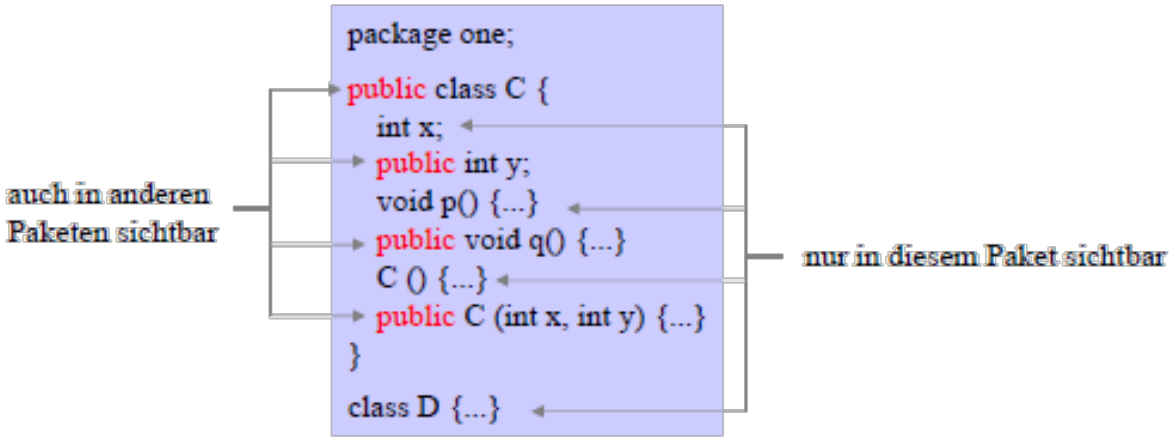
Pakete als Sichtbarkeitsgrenzen

- Was in einem Paket deklariert ist, ist in einem anderen unsichtbar.
  - Verschiedenen Paketen & gleiche Namen möglich
  - Name muss nicht global eindeutig sein.



Export von Namen

- Namen können mit dem Zusatz `public` exportiert werden
  - sie sind dann in anderen Paketen sichtbar
  - `public`-Felder und -Methoden werden nur dann exportiert, wenn die Klasse selbst `public` ist.
  - lokale Variablen und Parameter können nicht exportiert werden.



Import von Klassennamen

- Exportierte Klassennamen können in anderen Paketen importiert werden
  - Durch gezielten Import der Klasse
  - Import aller `public`-Klassen eines Pakets
  - Qualifikation mit dem Paketnamen

```
package myPack;
import graphics.Circle;
import one.C;
class MyClass {
   Circle c;
   ...
}
```

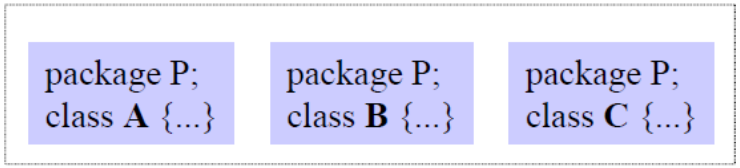
```
package myPack;
import graphics.*;
class MyClass {
   Circle c;
   Rectangle r;
   ...
}
```

```
package myPack;
class MyClass {
   graphics.Circle c1;
   java.awt.Circle c2;
   ...
}
```

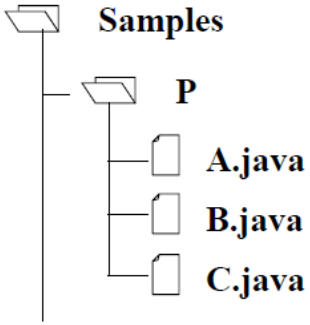
Pakete und Verzeichnisse

Pakete werden auf Verzeichnisse abgebildet, Klassen auf Dateien

Klasse C ⇒ Datei C.java
Paket P ⇒ Verzeichnis P



Paket P



Übersetzung und Ausführung mit dem JDK

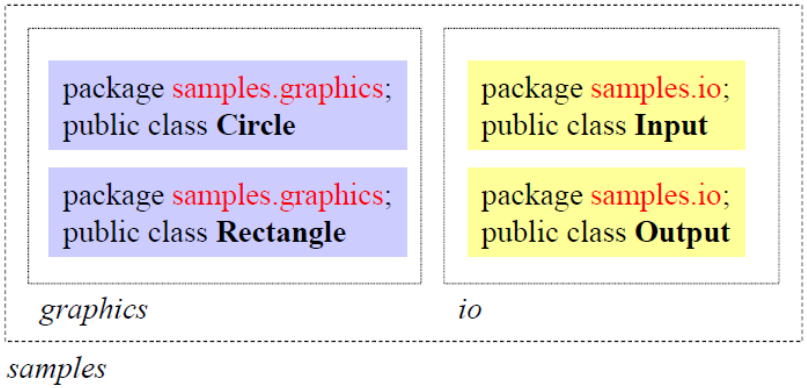
```
cd C:\Samples
javac P/A.java
```

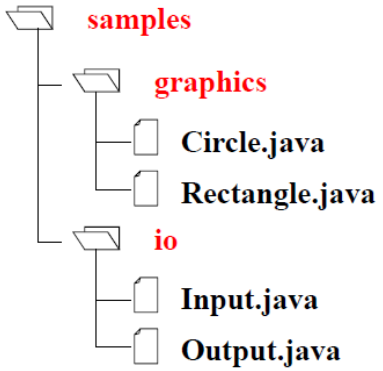
```
java  P/A
java  P.A
```
} beides möglich

Geschachtelte Pakete

- Pakete können zu größeren Paketen zusammengefasst werden.

```
import samples.graphics.Circle;          // importiert die Klasse Circle
import samples.graphics.*                // importiert alle public-Klassen
                                         // aus samples.graphics

import samples.*;                  // importiert alle public-Klassen aus
                                   // samples (nicht aus samples.graphics)
```



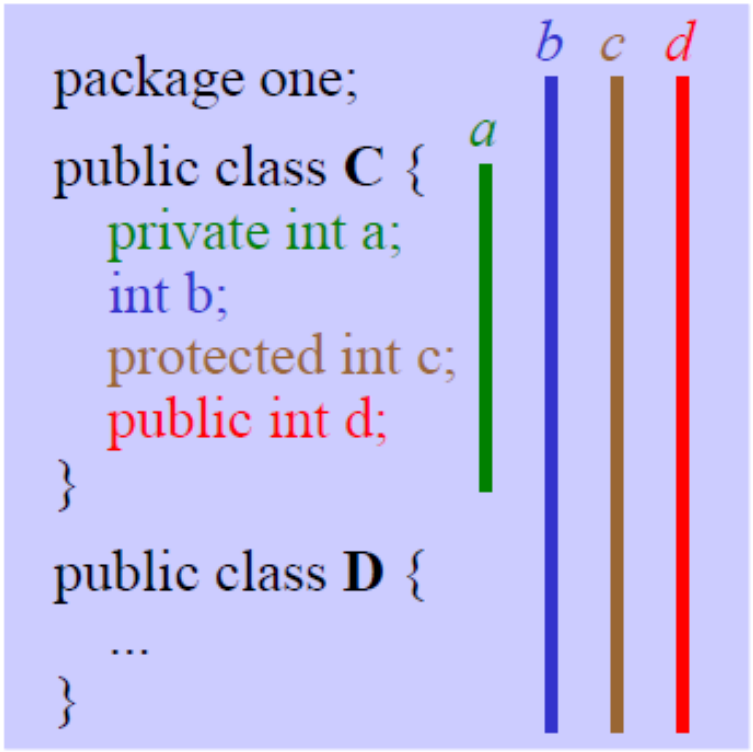


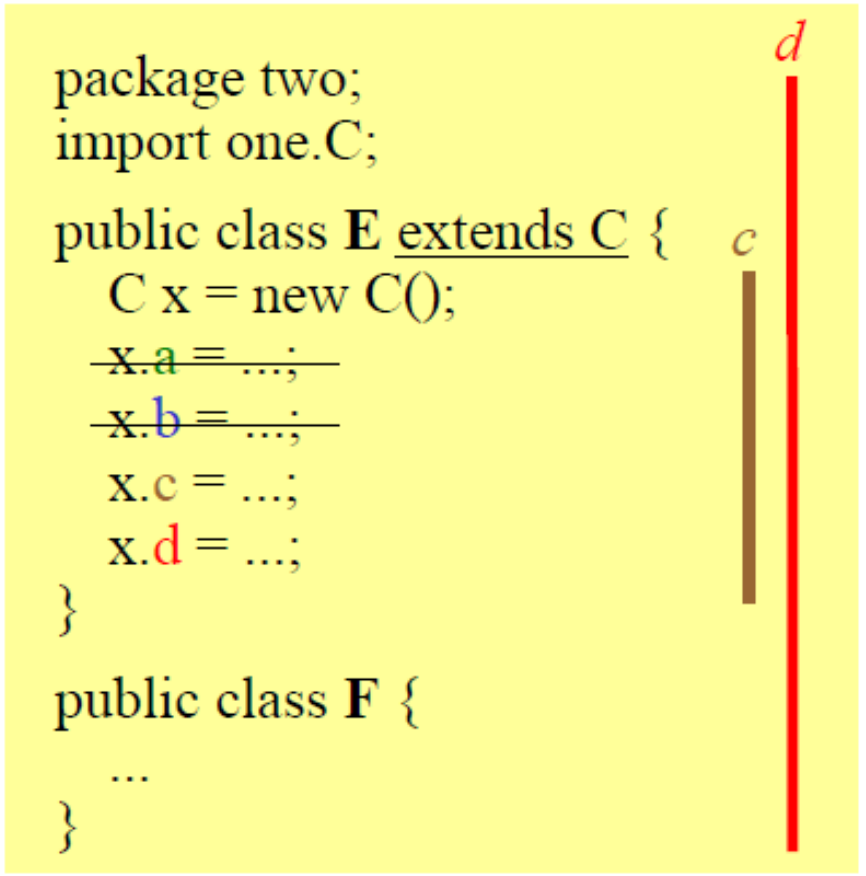
Information Hiding (Erweiterung)

Sichtbarkeitsattribute für Felder und Methoden

```
private     int a;  // nur in Klasse sichtbar, in der Element deklariert wurde
            int b;  // nur im Paket sichtbar, in dem Element deklariert wurde
protected   int c;  // sichtbar:
                    // - in der deklarierenden Klasse
                    // - in deren Unterklassen (auch in anderen Paketen!)
                    // - im deklarierenden Paket
public      int d;  // auch in anderen Paketen sichtbar, wenn importiert
```

Sichtbarkeitsattribute





Meet the ArrayList …

Array

- Fixe Größe
- Einfügen via Index
- Funktioniert mit Basisdatentypen und Referenzdatentypen

ArrayList

- Dynamische Datenstruktur
- Funktioniert nur mit Referenzdatentypen
- `add(Object elem)`
- `remove(Object elem)`
- `contains(Object elem)`
- `isEmpty()`
- `get(int index)`
- `indexOf(Object elem)`

Read name file with ArrayList!

Generics

- Vorgehensweise bei Collections:

```
List list = new ArrayList();
list.add("hello");
String s = (String) list.get(0);
```

- Besser mit Generics

```
List<String> list = new ArrayList<String>();
list.add("hello");
String s = list.get(0);    // no cast
```

Nutzung von Generics

```java
public class Box<T> {
    // T stands for "Type"
    private T t;

    public void set(T t) { this.t = t; }
    public T get() { return t; }
}
```

- Eigene Klassen mit Generics definieren
- T wird wie Klasse benutzt.

Diamond Operator

```
Box<String> myBox = new Box<>()
```

Diamond Operator

- Der Diamant kann genutzt werden, wenn der Compiler den Typ implizieren kann

Mehr über Generics ...

- Java Tutorial Trail
  - http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/generics/index.html

Traversing Collections

- for-each

```
for (Object o : collection)
    System.out.println(o);
```

- Iterator

```
public interface Iterator<E> {
    boolean hasNext();
    E next();
    void remove(); //optional
}
```

Listenoperationen

- sort
  - sorts a List using a merge sort algorithm, which provides a fast, stable sort. (A *stable sort* is one that does not reorder equal elements.)
- shuffle
  - randomly permutes the elements in a List.
- reverse
  - reverses the order of the elements in a List.
- rotate
  - rotates all the elements in a List by a specified distance.
- swap
  - swaps the elements at specified positions in a List.
- replaceAll
  - replaces all occurrences of one specified value with another.
- fill
  - overwrites every element in a List with the specified value.
- copy
  - copies the source List into the destination List.
- binarySearch
  - searches for an element in an ordered List using the binary search algorithm.
- indexOfSubList
  - returns the index of the first sublist of one List that is equal to another.
- lastIndexOfSubList
  - returns the index of the last sublist of one List that is equal to another.

Quelle: http://docs.oracle.com/javase/tutorial/collections/interfaces/list.html

Maps

- HashMap
  - als wichtiger Vertreter und Beispiel
  - HashSet als Basis (schneller Zugriff)
  - keine zugesicherte Ordnung
- TreeMap
  - TreeSet als Basis -> geordnet
- LinkedHashMap
  - LinkedHashSet -> hash + geordnet

HashMap

- Beispiel
  - HashMap<String, List<String>> student2course

ESOP – Innere Klassen & Threads

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Quellen / Sources

- Mössenböck (2014) Sprechen Sie Java
- The Java Tutorials:
  - Inner Classes: http://docs.oracle.com/javase/tutorial/java/javaOO/nested.html
  - Threads: http://docs.oracle.com/javase/tutorial/essential/concurrency/index.html

- Sierraq & Bates (2005) Head First Java
  - Inner Classes: p.380+
  - Threads: p.490+

Innere Klassen

- Drei Typen von verschachtelten Klassen
  - Innere Klassen
  - Lokale Klassen
  - Anonyme Klassen

```
public class OuterClass {
    private int number;

    class InnerClass {
       int innerNumber = 42;
    }
}
```

Innere Klasse

Warum Innere Klassen?

- Gruppierung von Elementen
  - Klassen, die nur an einer Stelle benutzt werden.
- Lesbarer Code
  - Code ist da, wo er benutzt wird.

Warum Innere Klassen?

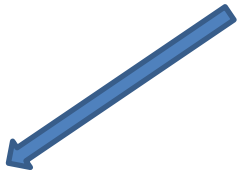
Erweiterung Geheimnisprinzip

- Ist B eine innere Klasse von A, dann kann B auf *private members* von A zugreifen.
- A muss weniger preisgeben.

```
// with inner class
public class A {
      private int x, y;

      class B {
            int add() {
                  return x + y;
            }
      }
}

// without inner class
public class A {
      protected int x, y;
}

class B {
      A a;
      int add() {
            return a.x + a.y;
      }
}
```

Shadowing / Scope

```
public class ShadowTest {
    public int x = 0;
    class FirstLevel {
        public int x = 1;
        void methodInFirstLevel(int x) {
            System.out.println("x = " + x);
            System.out.println("this.x = " + this.x);
            System.out.println("ShadowTest.this.x = " +
        ShadowTest.this.x);
        }
    }
    public static void main(String... args) {
        ShadowTest st = new ShadowTest();
        ShadowTest.FirstLevel fl = st.new FirstLevel();
        fl.methodInFirstLevel(23);
    }
}

// output:
x = 23
this.x = 1
ShadowTest.this.x = 0
```



- Innere Klassen sind an Instanzen gebunden, nicht Klassen.
- Instanzen innerer Klassen benötigen eine Instanz der äußeren Klasse.

Ausnahme: static nested classes

Lokale Klassen

- Lokale Klassen sind innere Klassen
  - die in einer Methode definiert werden
- Lokale Klassen können auf Variablen und Methoden der äußeren Klasse zugreifen
  - lokale Variablen müssen aber *final* sein
  - ab Java 8 genügt *effectively final*

Lokale Klassen

```
public class Greet {
    // define an interface
    interface HelloThere {
        public void greet(String name);
    }

    public static void main(String[] args) {
        class GreetEnglish implements HelloThere {
            @Override
            public void greet(String name) {
                System.out.printf("Hello %s!\n", name);
            }
        }

        HelloThere h = new GreetEnglish();

        h.greet("Mathias");
    }
}
```

- Interface wird in Klasse definiert.
- Lokale Klasse weil in der Methode.

Anonyme Klassen

- Anonyme Klassen sind lokale Klassen ohne Namen
- Instanzierung und Deklaration fallen zusammen
  - Code wird kompakter.

Anonyme Klassen

```
public class GreetAnon {

    // define an interface
    interface HelloThere {
        public void greet(String name);
    }

    public static void main(String[] args) {
        HelloThere h = new HelloThere() {
            @Override
            public void greet(String name) {
                System.out.printf("Hello %s!\n", name);
            }
        };

        h.greet("Mathias");
    }
}
```

- Lokale Klasse anonym
- Oft in Verwendung oft um Interfaces dynamisch zu implementieren

Beispiel KeyListener.

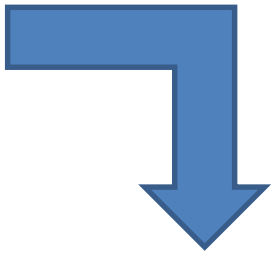
```
public class KeyboardFrame extends JFrame {
    JLabel label = new JLabel();

    public KeyboardFrame() throws HeadlessException {
        super("test");
        setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);
        setSize(640, 480);
        label.setFont(label.getFont().deriveFont(128f));
        add(label, BorderLayout.CENTER);

        addKeyListener(new KeyAdapter() {
            public void keyReleased(KeyEvent keyEvent) {
                if (!keyEvent.isActionKey())
            label.setText(Character.toString(
                        keyEvent.getKeyChar()));
            }
        });
    }

    public static void main(String[] args) {
        KeyboardFrame kf = new KeyboardFrame();
        kf.setVisible(true);
    }
}
```

- Listener als Beispiel
  - Behandeln Events
  - implementierungsspezifisch
- Anonyme Klasse für
  - genau diesen Frame
  - genau diese Aktion

Lambda-Ausdrücke

- Verkürzte Form der anonymen Klassen
  - zur besseren Übersicht
  - weniger Source-Code

```
Collections.sort(myNames, new Comparator<String>() {
    @Override
    public int compare(String o1, String o2) {
        return -o1.compareTo(o2);
    }
});
```



```
Collections.sort(myNames, (o1, o2) -> -o1.compareTo(o2));
```

Form von Lambda-Ausdrücken

- Komma-getrennte Liste von Parametern in runden Klammern
  - Klammer optional bei nur einem Parameter
- Pfeil-Token „`->`“
- Körper (body) als Ausdruck oder Block
  - Wird nur eine Ausdruck angegeben, dann wird um „`return`“ erweitert

Beispiel

```
myNames.forEach(new Consumer<String>() {
    @Override
    public void accept(String s) {
        System.out.println(s);
    }
});
```

```
myNames.forEach(s -> System.out.println(s));
```

Parameter

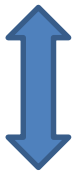
Pfeil

Körper

Lambda-Ausdrücke

- Folgende zwei Ausdrücke liefern dasselbe Ergebnis.

```
Collections.sort(myNames, (o1, o2) -> -o1.compareTo(o2));
```



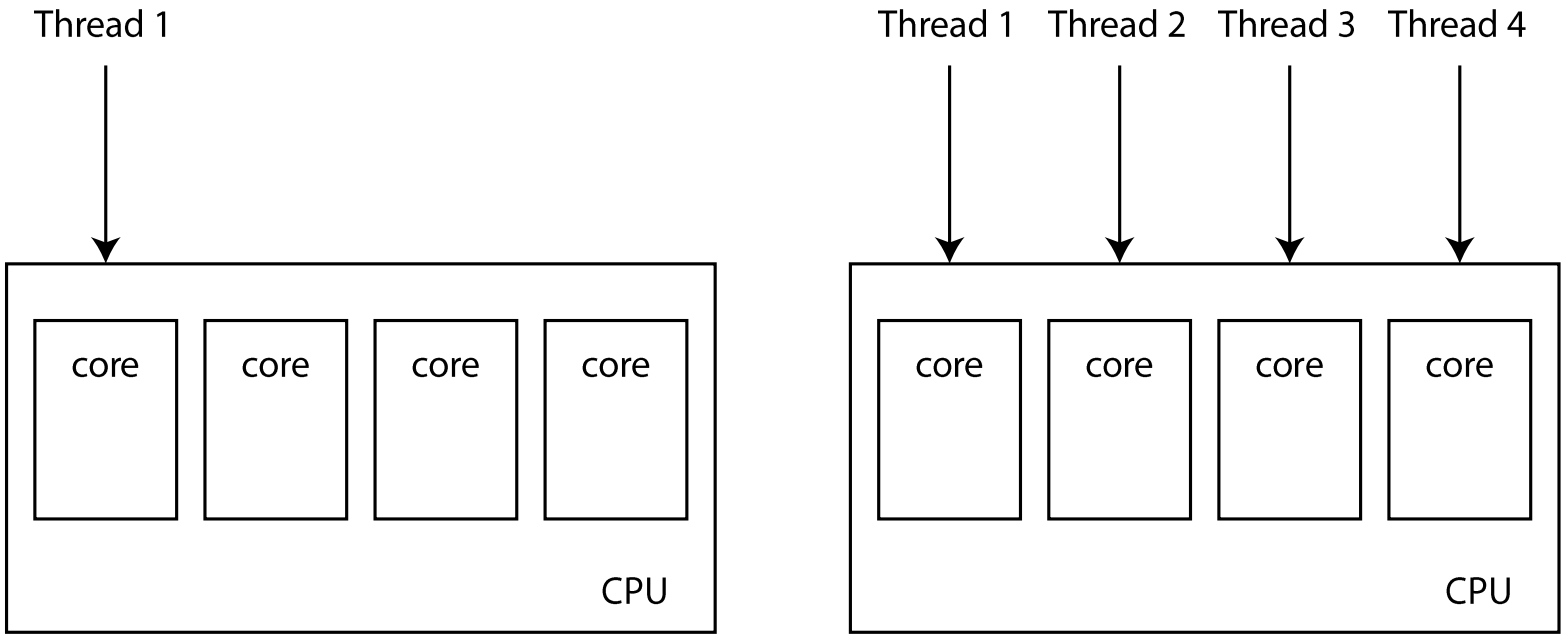
```
Collections.sort(myNames, (o1, o2) -> { return -o1.compareTo(o2); } );
```

Threads

- Prozesse
  - Eigene Umgebung,
  - Stichwort Inter-Process Communication
- Thread
  - Teilen sich eine Umgebung (Variablen, etc.)
  - „light weight processes“

Threads

- Single threaded vs. multi threaded



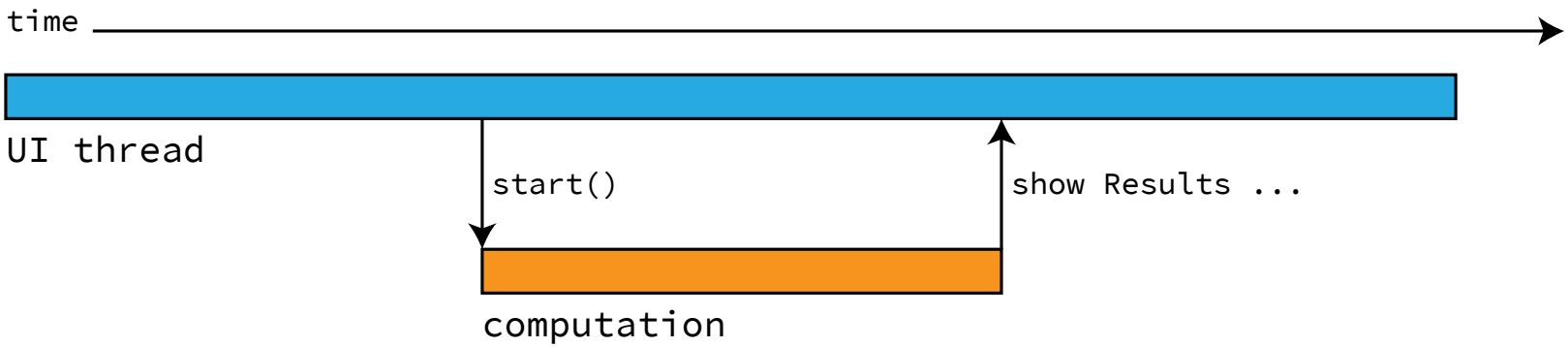
Beispiele

- Datenverarbeitung
  - Es gibt n Datenpakete und k Threads
  - Jeder Thread bearbeitet n/k Datenpakete
- User Interfaces
  - *„Never mess up the UI thread ...“*
- Threads in Computerspielen
  - Zeichnen der Oberfläche
  - Berechnung der KI
  - Netzwerkkommunikation

Threads in Java

- Jeder Thread
  - ist in einem `Thread`-Objekt gekapselt.
  - wird mit `start()` gestartet.
  - danach wird asynchron die `run()` Methode ausgeführt.

Laufzeit-Diagramm



Threads in Java

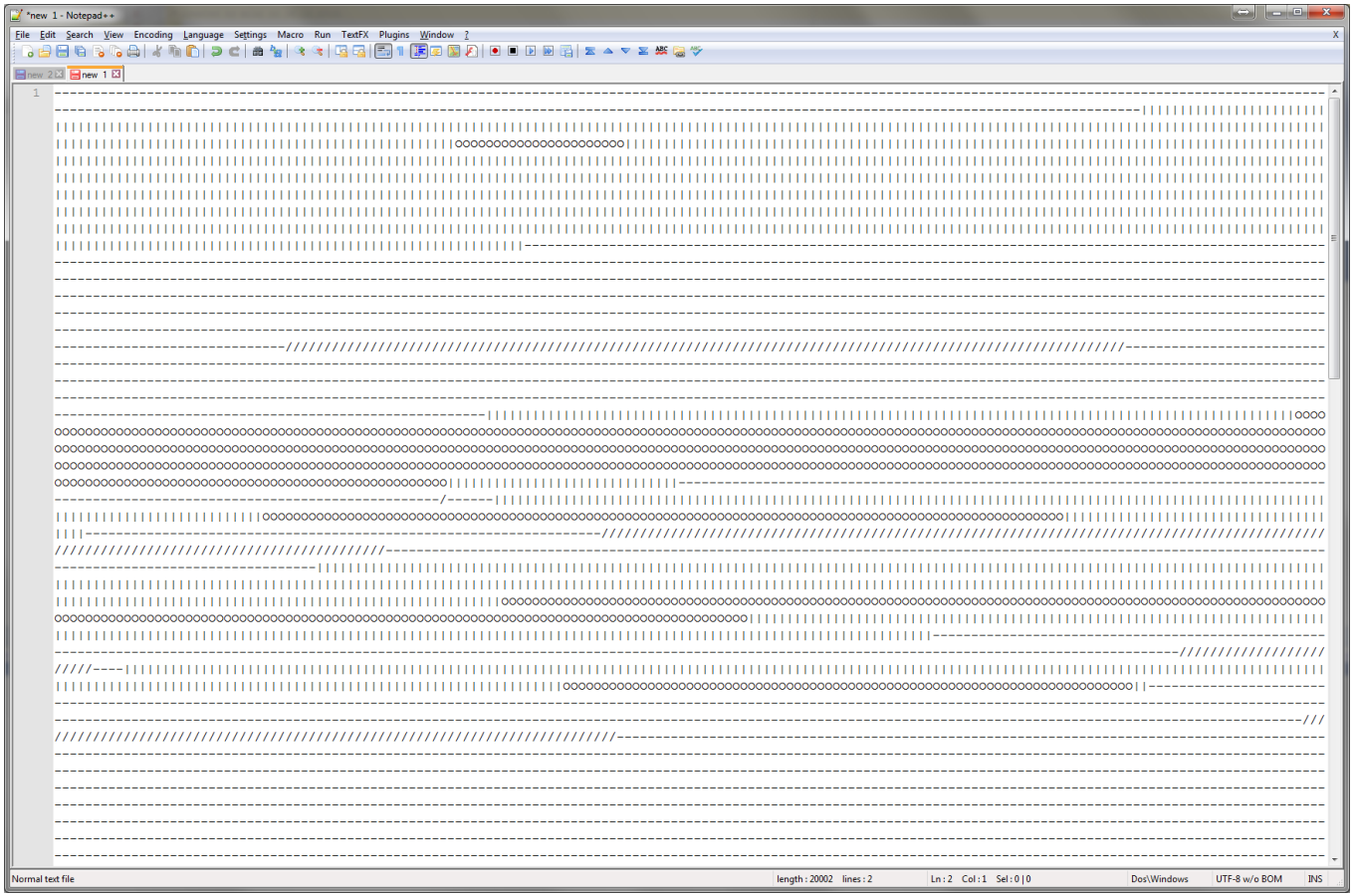
- Implementierung des `Runnable` Interface
  - Nutzung als Thread durch Konstruktor `new Thread(Runnable)`
- Ableitung der `Thread` Klasse
  - Überschreiben von `run()`

Beispiel

```
public class ThreadExample implements Runnable {
    String text;
    int count = 5000;

    public ThreadExample(String text) {
        this.text = text;
    }

    public static void main(String[] args) {
        new Thread(new ThreadExample("-")).start();
        new Thread(new ThreadExample("O")).start();
        new Thread(new ThreadExample("/")).start();
        new Thread(new ThreadExample("|")).run();
    }

    @Override
    public void run() {
        while (count-- > 0) System.out.print(text);
    }
}
```

- Vier Threads
- Drei werden mit `start()` gestartet
  - Warum?
- Ergebnis?

Ergebnis


*new 1 - Notepad++
File Edit Search View Encoding Language Settings Macro Run TextFX Plugins Window ?
new 2
new 1
Normal text file
length : 20002 lines : 2
Ln : 2 Col : 1 Sel : 0 | 0
Dos\Windows
UTF-8 w/o BOM
INS

Problem: Blockierung

- Im Fall von geteilten Ressourcen
  - Ergebnisliste, Festplatte, Variable, ...
- Fall A: Ressource blockiert
  - Festplatte kann immer nur von einem Thread gelesen werden.
- Fall B: Nicht Thread-Safe
  - Es kann gleichzeitig auf Ressource zugegriffen werden.

Beispiel: Threads

```
public class ThreadConcurrencyExample implements Runnable {
    boolean up;           // increment or decrement
    int count = 1000;   // each runs # times
    static int sum;       // shared variable

    public ThreadConcurrencyExample(boolean up) {
        this.up = up;
    }

    public void run() {
        while (count-- > 0)
            if (up)
                sum++;
            else
                sum--;
    }

    public static void main(String[] args) {
        boolean upMe = true;
        LinkedList<Thread> t = new LinkedList<Thread>();
        for (int i =0; i<10; i++) { // creating 10 threads
            Thread thread = new Thread(new ThreadConcurrencyExample(upMe));
            upMe = !upMe;
            thread.start();
            t.add(thread);
        }
        // making sure to wait for them to end:
        for (Iterator<Thread> iterator = t.iterator(); iterator.hasNext(); ) {
            try {
                iterator.next().join();
            } catch (InterruptedException e) {
                e.printStackTrace();
            }
        }
        System.out.println("sum = " + sum);
    }
}
```

- Threads greifen gleichzeitig auf Variable zu
  - n/2 Threads inkrementieren
  - n/2 Threads dekrementieren
- Wie lautet das Ergebnis?

Threads kontrollieren

- Thread.sleep(ms)
  - Lässt aktuellen Thread *ms* schlafen
- t.join()
  - Stellt aktuellen Thread an Thread t an.

Threads synchronisieren

- Keyword *synchronized*
  - Schützt Code-Teil
  - Auf Basis eines Monitor-Objekts

```
boolean up;         // increment or decrement
int count = 1000;   // each runs # times
static int sum;     // shared variable
static Object monitor = new Object();

public ThreadConcurrencyExample (boolean up) {
   this.up = up;
}

public void run() {
   while (count-- > 0)
      synchronized (monitor) {
         if (up)
            sum++;
         else
            sum--;
      }
}
```

Threads synchronisieren

- Blockierende Objekte
  - Sind thread-safe
  - Blockieren durch interne Mechanismen
- Beispiele
  - Vector, HashTable, StringBuffer
  - BlockingQueue

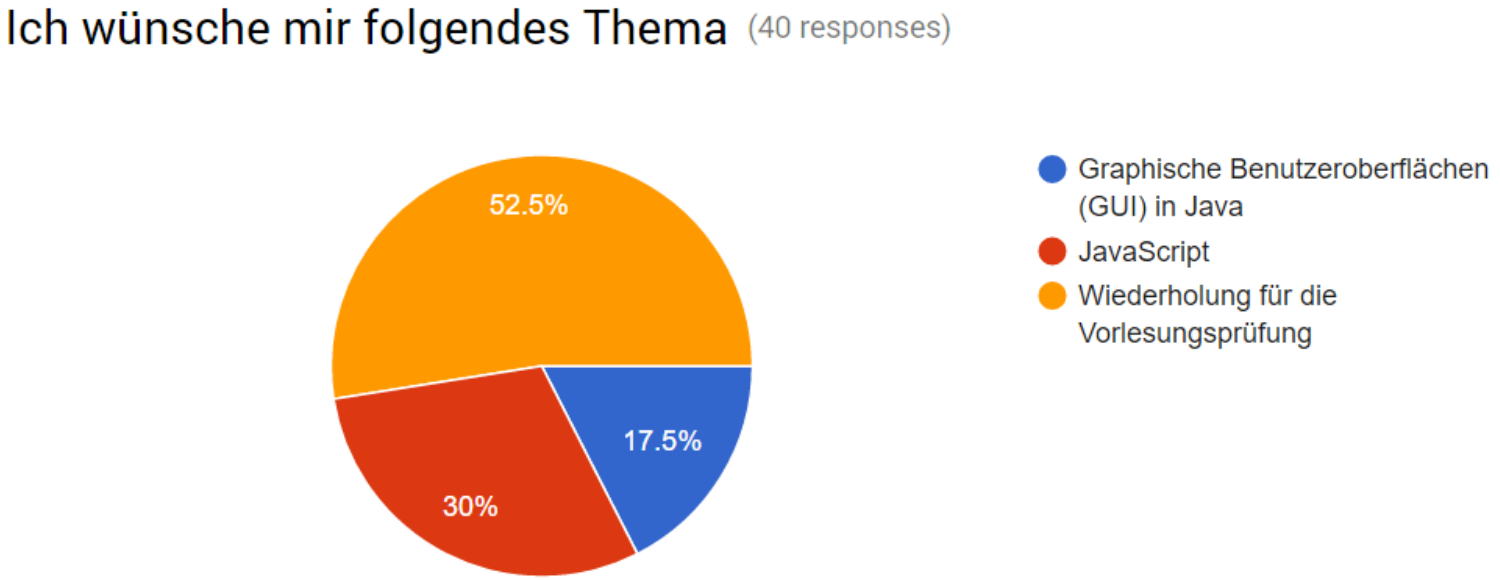
	Throws exception	*Special value*	*Blocks*	*Times out*
Insert	add(e)	offer(e)	put(e)	offer(e, time, unit)
Remove	remove()	poll()	take()	poll(time, unit)
Examine	element()	peek()	*not applicable*	*not applicable*

ESOP – Wiederholung

Assoc. Prof. Dr. Mathias Lux

ITEC / AAU

Ergebnis der Umfrage

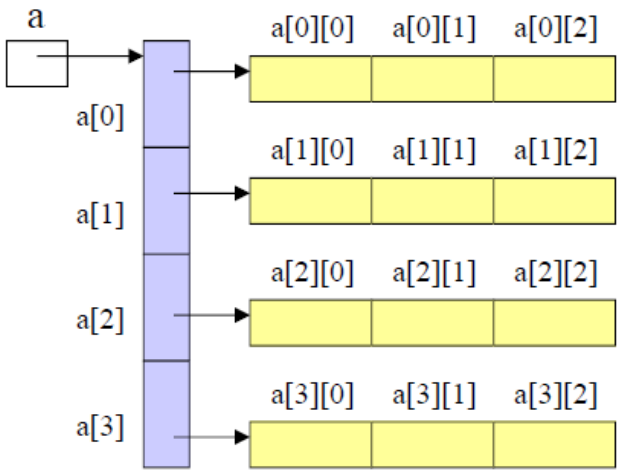


Mehrdimensionale Arrays

- In Java: Array von arrays

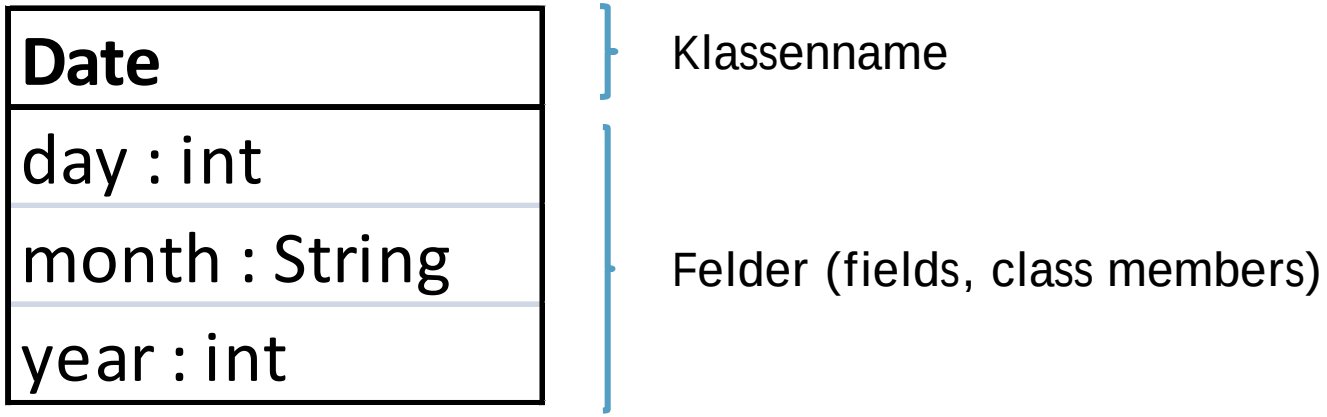
```
double[][] a = new double[5][4];
for (int i = 0; i < a.length; i++) {
    for (int j = 0; j < a[i].length; i++) {
        a[i][j] = Math.random() * 100d;
    }
}
```

	0	1	2
0	a[0][0]	a[0][1]	a[0][2]
1	a[1][0]	a[1][1]	a[1][2]
2	a[2][0]	a[2][1]	a[2][2]
3	a[3][0]	a[3][1]	a[3][2]

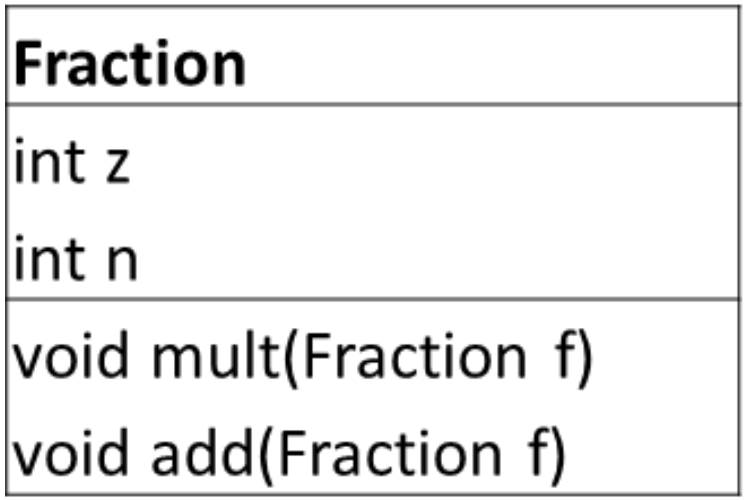


Klassen als Struktur

- Klassenname & Members



Klassen mit Funktionalität



Klassenname

Felder

Methoden

Source Code für Klassen

```
class Circle {
    double centerX, centerY;
    double radius;

    public double getArea() {
        return radius * radius * Math.PI;
    }
}
```

Konstruktor

```
class Circle {
    double centerX, centerY;
    double radius;

    public Circle(double centerX, double centerY, double radius) {
        this.centerX = centerX;
        this.centerY = centerY;
        this.radius = radius;
    }

    public double getArea() {
        return radius * radius * Math.PI;
    }
}
```

Static

```
class Circle {
    double centerX, center, radius;
    private static long instanceCount = 0;

    public Circle(double centerX, double centerY, double radius) {
        this.centerX = centerX;
        this.centerY = centerY;
        this.radius = radius;
        instanceCount++;
    }

    public double getArea() {
        return radius * radius * Math.PI;
    }

    public static long getNumberOfInstances() {
        return instanceCount;
    }
}
```

Information Hiding (Erweiterung)

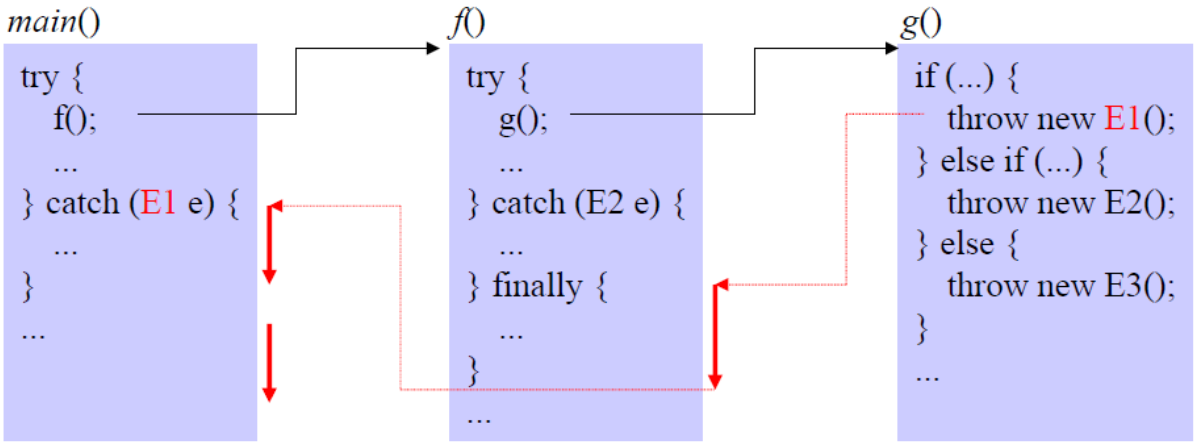
Sichtbarkeitsattribute für Felder und Methoden

```
private     int a;  // nur in Klasse sichtbar, in der Element deklariert wurde
            int b;  // nur im Paket sichtbar, in dem Element deklariert wurde
protected   int c;  // sichtbar:
                    // - in der deklarierenden Klasse
                    // - in deren Unterklassen (auch in anderen Paketen!)
                    // - im deklarierenden Paket
public      int d;  // auch in anderen Paketen sichtbar, wenn importiert
```

Exceptions

```
try {
    m1();
} catch (IOException e) {
    // handle exception
} catch (AnotherException e) {
    // handle exception
} finally {
    // do something
}
// throwing Exceptions
throw new UnsupportedOperationException();
```

Ablauflogik bei Ausnahmen



throw new E1();

- keine try-Anweisung in g() => bricht g() ab
- kein passender catch-Block in f() => führt finally-Block in f() aus und bricht f() dann ab
- führt catch-Block für E1 in main() aus
- setzt nach try-Anweisung in main() fort

Collections

Array

- Fixe Größe
- Einfügen via Index
- Funktioniert mit Basisdatentypen und Referenzdatentypen

List

- Dynamische Datenstruktur
- Funktioniert nur mit Referenzdatentypen
- `add(Object elem)`
- `remove(Object elem)`
- `contains(Object elem)`
- `isEmpty()`
- `get(int index)`
- `indexOf(Object elem)`

Generics

- Vorgehensweise bei Collections:

```
List list = new LinkedList();
list.add("hello");
String s = (String) list.get(0);
```

- Besser mit Generics

```
List<String> list = new LinkedList<String>();
// alternativ: List<String> list = new LinkedList<>();
list.add("hello");
String s = list.get(0);    // no cast
```

Traversing Collections

- for-each

```
LinkedList<String> myList = new LinkedList<>();
// ...
for (String s: myList) {
    System.out.println(s);
}
```

- Iterator

```
Iterator<String> it = myList.iterator();
while (it.hasNext()) {
    String s = it.next();
    System.out.println(s);
}
```