Namen und Bezeichner, Variablen, Zuweisungen, Konstanten, Datentypen, Operationen,Auswertung von Ausdrücken, Konversion, Kontrollfluss: if..then, while, do .. while, for, Klassen und statische Methoden

Monte-Carlo Simulation, Zufallszahlen, Linearer Kongruenzgenerator

2. JAVA I

Namen und Bezeichner

Ein Programm braucht einen Namen

```
public class RandomWalk { …
```

“Camelcase” Konvention: jedes Wort im Namen mit Grossbuchstaben

Bezeichner: Ein Name für "Objekte" im Programm.

Namen müssen mit eine Buchstaben beginnen (oder _ oder $)

Danach Folge von Buchstabe oder Zahl

legal:	`_myName`	`TheCure`	`ANSWER_IS_42`	`$bling$`
illegal:	`me+u`	`49ers`	`side-swipe`	`Ph.D's`

Schlüsselwörter

sind von der Sprache Java belegt und dürfen nicht verwendet werden:

abstract	default	if	private	this
boolean	do	implements	protected	throw
break	double	import	**public**	throws
byte	else	instanceof	return	transient
case	extends	int	short	try
catch	final	interface	**static**	**void**
char	finally	long	strictfp	volatile
class	float	native	super	while
const	for	new	switch	
continue	goto	package	synchronized	

Variablen

- repräsentieren (wechselnde) Werte
- haben Name, Typ, Wert und Adresse
- sind im Programmtext sichtbar

Deklaration:
Typname Variablenname [Initialisierung];

Beispiel

```
int a;
```

definiert Variabe mit

- Name: a
- Typ: int
- Wert: default Wert (hier: 0)
- Adresse: Durch Compiler / Laufzeit bestimmt

Zuweisungs*operator* =

Der "="-Operator ist in Java eine Zuweisung, kein Vergleich!

Einen Moment bitte, eine Zuweisung ist ein Operator?

Tatsache: Zuweisung gibt den Wert der zugewiesen wurde zurück.

In Pascal ist eine Zuweisung eine Anweisung (Statement) und kann nicht als Teil eines Ausdrucks verwendet werden. In Java ist das anders.

Beispiele

```
int a = 3;
double b;
b = 3.141;
int c = a = 0;
String name = "Inf";
```

Arithmetische Zuweisungen

a += b

⇔

a = a + b

analog für **-**, ***** , **/**

Beispiele

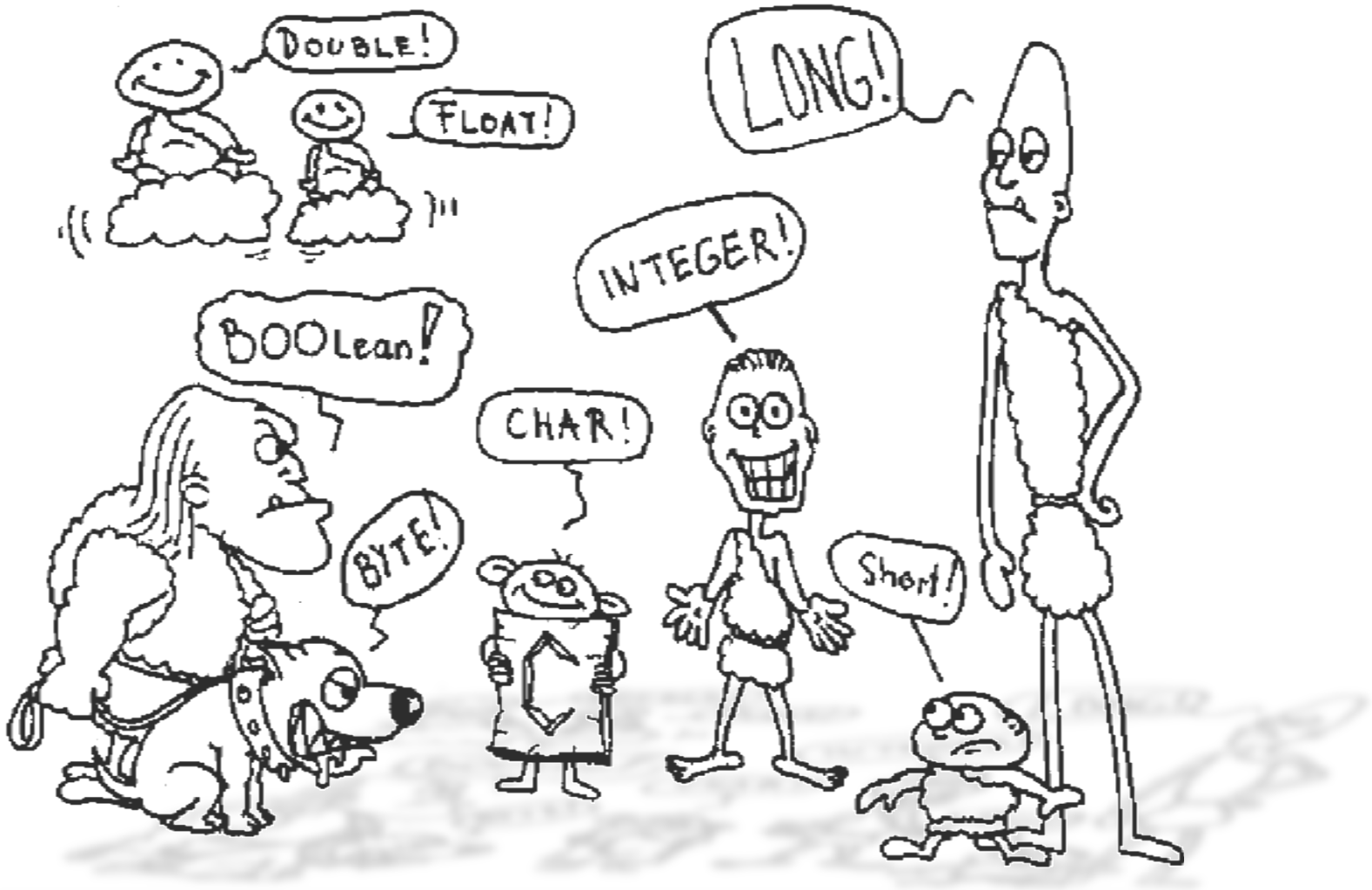
```
x += 3;          // x = x + 3;

name += "x"      // name = name + "x"

num *= 2;        // num = num* 2;

for (int i = 0; i<128; i *= 2) {
    ...
}
```

Konstanten

Schlüsselwort `final`

```
final double E = 2.7182818284;
final int Length = 100;
final String name = "Informatik";
```

Datentypen



Quelle: Christian Ullenboom*: Java ist auch eine Insel*, Galileo Computing, 8. Auflage, 2009, ISBN 3-8362-1371-4

Primitive Typen

Ganze Zahlen:

- **byte** (8 Bits)
- **short** (16 Bits)
- **int** (32 Bits)
- **long** (64 Bits)

Bereich: -2147483648 ... 2147483647 -2^{31} ... 2^{31}-1

Fliesskommazahlen

- **float** (32 Bits)
- **double** (64 Bits)

Beispiele: 18.0 , -0.18e2 , .341E-2

Zeichen (Unicode):

- **char** (16 Bits)

Booleans:

- **boolean**

Werte: **true** , **false**
Operatoren: &&, | |, !

Numerische Operatoren

modulo

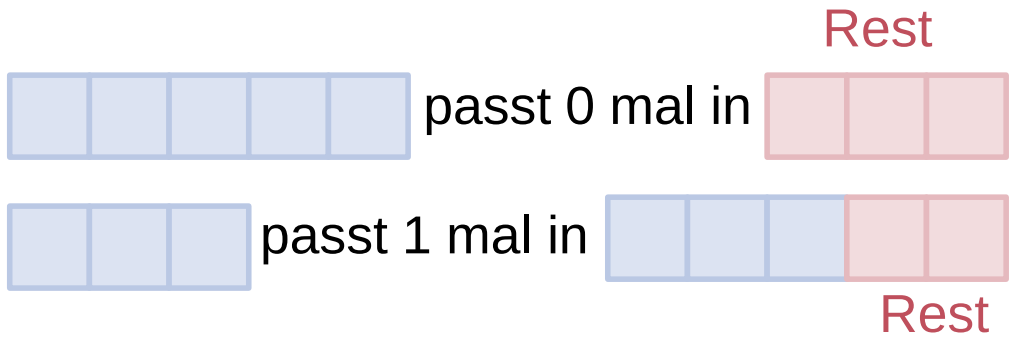
+ - * / %

Ganzzahldivision

int / int → int !

3 / 5 ergibt 0 (int) 3 % 5 ergibt 3

5 / 3 ergibt 1 (int) 5 % 3 ergibt 2



Allgemeine Rechenregeln für Modulo-Operationen

(a+b) % c = ((a % c) + (b % c)) % c

(a*b) % c = ((a % c) * (b % c)) % c

```
17 % 5   = ((3*5) % 5 + 2 % 5) % 5
         = ((3 % 5) * (5 % 5) + 2 % 5) % 5
         = (3 * 0 + 2) % 5
```

Auswertung von arithmetischen Ausdrücken

Was benötigen wir?

- Präzedenz: wer bindet stärker?
  $3 + 5 * 2 = 3 + (5 * 2)$
- Assoziativität: zuerst links oder zuerst rechts?
  $3 - 5 - 2 = (3 - 5) - 2$
- (Stelligkeit): unär oder binär
  -3 ist unär, $1 - 3$ ist binär

Punkt vor Strich
Arithmetisch vor Logisch
! vor && vor ||

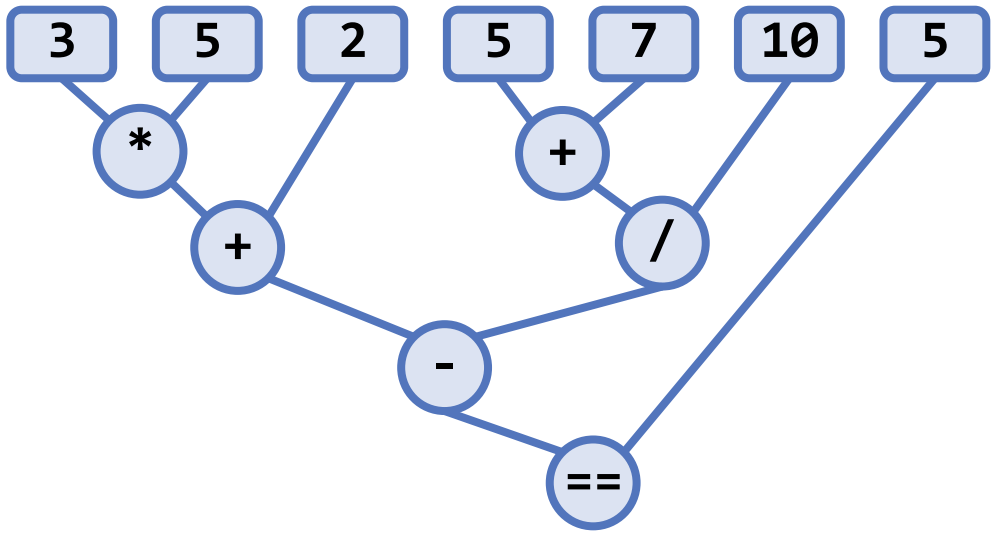
von links nach rechts
ausser für Zuweisung

unär:
vorgangestelltes -, + oder !

der Operatoren (plus explizite Klammerung)

Auswertung: wie in der Mathematik

3 * 5	+ 2 – (5 + 7)	/ 10	== 5	Arithmetik vor Logik, Klammern
3 * 5	+ 2 – 12	/ 10	== 5	Punkt vor Strich
15	+ 2 – 1		== 5	von links nach rechts
17	– 1		== 5	von links nach rechts
16			== 5	Logischer Ausdruck
false				



Beispiel für mod / div: Zeitberechnung

Schreiben Sie ein Programm, welches die momentane Zeit im Format stunde:minute:sekunde ausgibt (z.B. 13:22:15) .

```
System.currentTimeMillis()
```

gibt die Zeit seit 1. Januar 1970 Mitternacht in Millisekunden zurück

Zeitberechnung

```
public static void main(String[] args) {
    long totalMilliseconds = System.currentTimeMillis();

    long sekunde = totalMilliseconds / 1000 % 60;
    long minute = totalMilliseconds / 1000 / 60 % 60;
    long stunde = totalMilliseconds / 1000 / 60 / 60 % 24;

    System.out.println(stunde + ":" + minute + ":" + sekunde);
}
```

Inkrement / Dekrement Operatoren

```
int x = 10;
```

```
++x ;        ⇔   x = x + 1;
x++ ;        ⇔   x = x + 1;
```

Prä-Inkrement

```
y = ++x ;    ⇔   x = x + 1; y = x;
y = x++ ;    ⇔   y = x; x = x + 1;
```

Post-Inkrement

Analog für Dekrement `--x`

Typkonversion

Java is a stark typisiert:
Der Compiler kann schon während der Übersetzung Typinkompatibilitäten entdecken.

```
int myInt;
float myFloat = -3.14159;

myInt = myFloat;
```

Fehler zur Kompilationszeit

Typinkompatibilitäten, die nicht vom Compiler detektiert werden, führen zu Laufzeitfehlern.

The type incompatibility problem

Implizite Konversion

Implizite Konversion bei Zuweisung vom "kleineren" zum "grösseren" Typ (double > float > long > int)

```
int myInteger;
…
float myFloat = myInteger;
```

Konversion bei binären Operationen

Bei einer binären Operation mit numerischen Operanden von verschiedenem Typ werden die Operanden nach folgenden Regeln konvertiert

Haben beide Operanden denselben Typ, findet keine Konversion statt,
andernfalls:
Ist einer der Operanden double, so wird der andere nach double konvertiert,
andernfalls:
Ist einer der Operanden float, so wird der andere nach float konvertiert,
andernfalls:
Ist einer der Operanden long, so wird der andere nach long konvertiert,
andernfalls:
Beide Operanden werden nach int konvertiert.

Explizite Konversion (type cast)

```
int myInt;
float myFloat = -3.14159f;

myInt = (int)myFloat;
```

Explizite Konversion (cast) int → float
Nachkommastellen werden abgeschnitten
➔ Rundung zur 0 hin

Kontrollfluss

Bisher (in dieser Vorlesung)

- linearer Kontrollfluss "von oben nach unten"
- unbedingte Ausführung jeder Anweisung

If-Anweisung

```
if (Bedingung)
     Anweisung
else if (Bedingung)
     Anweisung
else
     Anweisung
```

Bedingung:

Ausdruck vom Typ **boolean**

Beispiel:

```
if (anzahl > 0)
     mean = sum / anzahl;
```

Relationale Operatoren

<, > , <= , >= , == , !=

(typ, typ) → boolean

Anweisungsblöcke

Wo Anweisungen gefordert sind, können Anweisungsblöcke stehen

```
if (Bedingung) {
      // if Zweig
}
else if (Bedingung){
      // else if Zweig
}
else {
      // else Zweig
}
```

Beispiel:

```
if (anzahl > 0){
      mean = sum / anzahl;
      ssq = sumsq / anzahl;
      }
```

Achtung Falle ⚠

```
if (anzahl > 0)
    mean = sum / anzahl;
    ssq = sumsq / anzahl;
```

=

!!

```
if (anzahl > 0){
    mean = sum / anzahl;
}
ssq = sumsq / anzahl;
```

Alle Pfade müssen zurückkehren

Das geht nicht

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

Error: not all paths return a value

Das geht auch nicht:

```
public static int max(int a, int b) {
    if (a > b) {
        return a;
    } else if (b >= a) {
        return b;
    }
}
```

Der Compiler schliesst, dass beide Bedingungen zu false auswerten könnten.

Mathematisch ist das hier unmöglich.

Schleifen: while

```
while (Bedingung)
    Anweisung
```

Beispiel

```
int num = 143;
int factor = 2;

while (num % factor != 0)
    factor++;

System.out.println(factor + "|" + num);
```

Schleifen: do … while

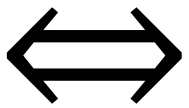
```
do
      Anweisung
while (Bedingung);
```

Beispiel

```
Scanner scanner = new Scanner(System.in);
String password;
do{
    System.out.print("enter magic word:");
    password = scanner.next();
} while (!password.equals("InfoII"));
System.out.println("Door open.");
scanner.close();
```

Schleifen: for

```
for (Initalisierung; Bedingung; Fortschritt)
     Anweisung
```



```
Initialisierung;
while (Bedingung)
{
     Anweisung;
     Fortschritt;
}
```

Schleifen: for

①　②　④

```
for (Initalisierung; Bedingung; Fortschritt)
    Anweisung
```

③

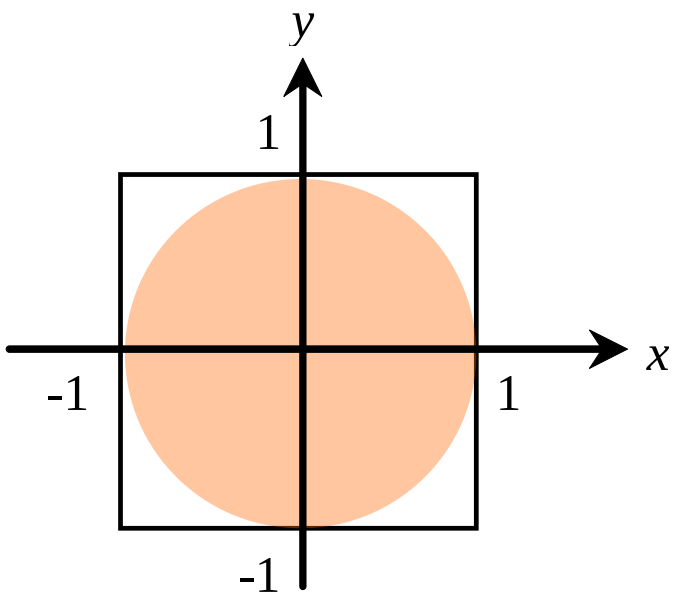
Beispiele

```
for (int i = 0; i<10; ++i)
{
   System.out.println(i + "*" + i + "=" + i*i);
}

for (int x = 1; x<=128; x*= 2)
{
   System.out.println("x= "+ x);
}
```

Fallbeispiel: Monte Carlo Simulation

Monte Carlo Simulation: Verwendung des Zufalls zum Lösen von Problemen. Breites Anwendungsfeld in der angewandten Mathematik und sämtlichen Natur- und Ingenieurswissenschaften.

Einfaches Beispiel: Approximation der Zahl π.



$$\frac{Kreisfläche}{Fläche\ des\ Quadrates} = \frac{\pi}{4}$$

Simuliere Zufallsvariable mit Gleichverteilung auf dem Quadrat.

$$\frac{\#Treffer}{\#Versuche} \cdot 4 \approx \pi$$

Pseudo-Zufallszahlen

Computersimulation stützt sich ab auf **Pseudozufallszahlen** mit folgenden Anforderungen:

(1) Gute Approximation einer bekannten Verteilung,

z.B. Gleichverteilung auf [0,1)

(2) Erzeugung möglichst "unabhängiger" Zufallswerte

Echte Unabhängigkeit ist bei Pseudozufallszahlen nie gegeben

(3) schnelle Erzeugung, hohe Präzision

(4) manchmal: Reproduzierbarkeit

Einfachste Pseudozufallszahlen: Linearer Kongruenzgenerator

Wähle drei ganze positive Zahlen: **Faktor** a, **Inkrement** b und **Modul** m.

Generiere mit einem **Startwert** ("seed") s eine Folge von Zufallszahlen wie folgt

$$u_0 = s$$
$$u_{k+1} = (a \cdot u_k + b) \; mod \; m$$

Diese Pseudozufallszahlen sind unter gewissen Bedingungen an a, b und m annähernd gleichverteilt auf [0, …, m-1].

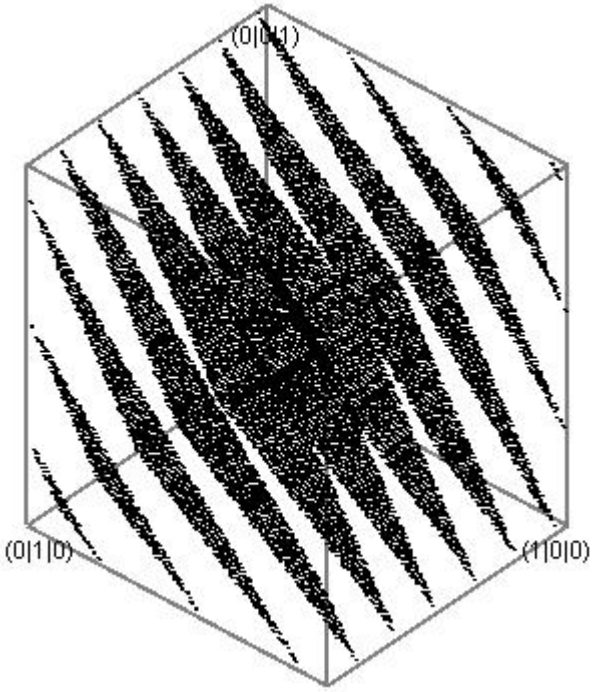
Reellwertige Pseudozufallszahlen $X_k := \frac{u_k}{m}$ sind approximiert uniformverteilt auf [0,1).

Lineare Kongruenzgeneratoren

Lineare Kongruenzgeneratoren verletzen die "Unabhängigkeitsbedingung" (2) mit Ihren Hyperebenenverhalten besonders stark.

Das gilt insbesondere bei schlechter Wahl der Parameter.

Es gibt bessere Generatoren. Für unsere Zwecke hier genügt der LCG vorerst.



Hyperebenenverhalten in drei Dimensionen (Quelle: Wikipedia)

Beispiel: Ausgabe von Zahlen des LCG

```
public static void main(String[] args){
    // numbers from some historic BSD random generator
    final long m = 2147483647;
    final long b = 12345;
    final long a = 1103515245;
    long u = 0;
    for (int i = 0; i<10; ++i)
    {
        u = (u * a + b) % m;
        double d = u / m;
        System.out.println(u + " : " + d);
    }
}
```

fehlerhaft !

Ausgabe:

12345 : 0.0
1406938949 : 0.0
178066070 : 0.0
1543701248 : 0.0
427461576 : 0.0
562845833 : 0.0
1609490218 : 0.0
377220791 : 0.0
2040027864 : 0.0
186150528 : 0.0

Wo ist der Fehler?

Beispiel: Ausgabe von Zahlen des LCG

```
public static void main(String[] args){
     // numbers from some historic BSD random generator
     final long m = 2147483647;
     final long b = 12345;
     final long a = 1103515245;
     long u = 0;
     for (int i = 0; i<10; ++i)
     {
          u = (u * a + b) % m;
          double d = (double)u / m;
          System.out.println(u + " : " + d);
     }
}
```

Interessante Eigenschaft von Zufallszahlengeneratoren:

Bei bekanntem Startwert ist der Versuch reproduzierbar!

Aufbau einer Klasse

Eine Klasse besteht aus

- Instanzen- und Klassenvariablen
- **Methoden**
  - Methoden übernehmen die Rolle von Funktionen / Prozeduren in Pascal
  - Konstruktoren sind spezielle Methoden, sie werden beim Erzeugen einer Klasse automatisch aufgerufen
- Code im Klassenkörper
  - wird beim Instanzieren der Klasse ausgeführt
  - falls `static` so wird er bei erstmaliger Verwendung der Klasse ausgeführt

```
public class MeineKlasse{
    public static int F(int x){
       ...
       return j
    }

    MeineKlasse(){
        ...
    }

    {
        // Code im Klassenkörper
        ...
    }
}
```

Methoden

Methoden haben immer

- Name
- Rückgabetyp
- (potentiell leere) Parameterliste

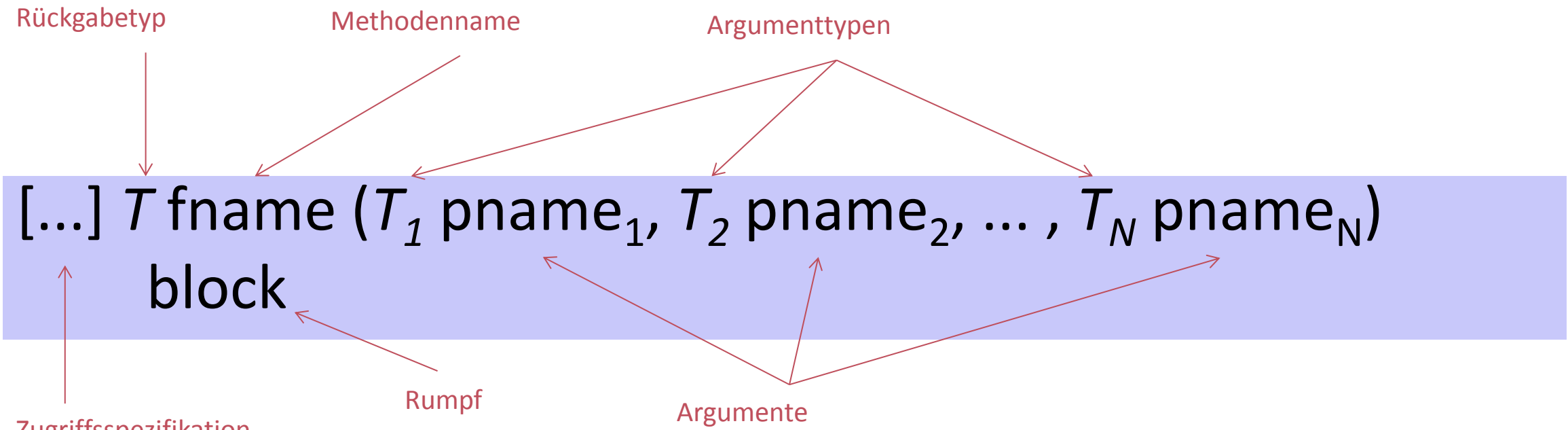
und optional

- Zugriffsspezifizierer
- Weitere Modifizierer

Beispiel:

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

Methodendeklaration



Statische Methoden

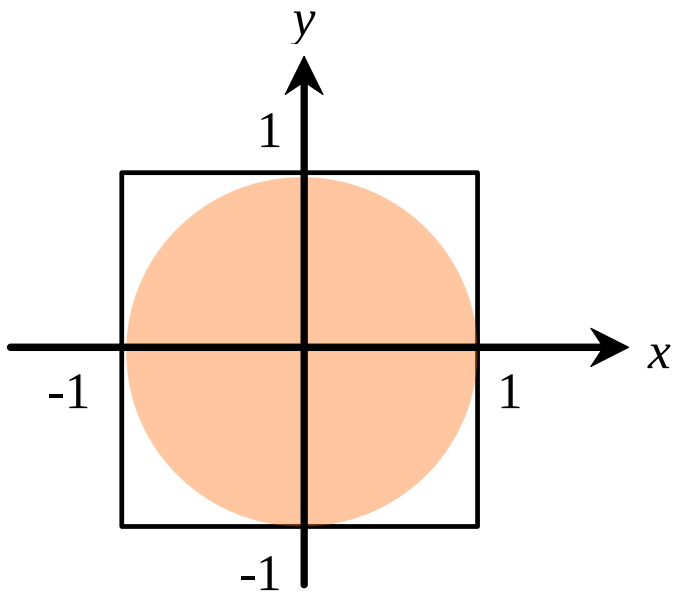
```
class RandomNumbers {
   // Konstanten
   static final long m = 2147483647;
   static final long b = 12345;
   static final long a = 1103515245;
   // (globale) Variable
   static long u = System.currentTimeMillis();

   // returns a pseudo random number in interval [0,1)
   public static double Uniform(){
      u = (u * a + b) % m;
      return (double)u/m;
   }
}
```

Aufruf in der gleichen Klasse

```
class RandomNumbers {
   ... // wie oben

   public static double Uniform(){
      ... // wie oben
   }

   public static double Exponential(double mu){
      double u = Uniform();
      return -Math.log(1-u)/mu;
   }
}
```

Wir schätzen π mit Monte Carlo Simulation

```
public class MonteCarloPi {
   public static void main(String[] args) {
      final int Trials = 10000000;
      int hits = 0;

      for (int i = 0; i < Trials; i++) {
         double x = RandomNumbers.Uniform() ;
         double y = RandomNumbers.Uniform() ;
         if (x * x + y * y <= 1)
            hits++;
      }
      double pi = 4.0 * hits / Trials;
      System.out.println("estimate of PI is " + pi + " =? " + Math.PI);
   }
}
```



Klassenname.Methodenname

Credits

Teile dieser Folien inspiriert durch Vorlesungsfolien zu Parallel Programming 2015 von Otmar Hilliges.