Lernziele

- Sie können Code Fragmente in Methoden kapseln.
- Sie kennen alle Elemente der Methodendeklaration.
- Sie verstehen was genau mit den Parametern beim Methodenaufruf geschieht: *Pass by Value*
- Sie können für gegebene Methoden *Vor-* und *Nachbedingungen* formulieren.
- Sie können das Konzept der *schrittweisen Verfeinerung* anwenden.

11. Methoden

Methodendefinitionen- und Aufrufe, Auswertung von Methodenaufrufen, Der Typ `void`, Vor- und Nachbedingungen,Stepwise Refinement, Bibliotheken

Methoden

Code-Fragmente können zu Methoden geformt werden

Vorteile:

- Einmal definieren – mehrmals verwenden/aufrufen
- Übersichtlicherer Code, einfacher zu verstehen
- Code in Methoden kann separat getestet werden

Beispiel Keksrechner

```
public class Keksrechner {

  public static void main(String[] args){

    Out.print("Kinder: ");
    int kinder = In.readInt();

    Out.print("Kekse: ");
    int kekse = In.readInt();

    Out.println("Jedes Kind kriegt " + kekse / kinder + " Kekse");
    Out.println("Papa kriegt " + kekse % kinder + " Kekse");
  }
}
```

Keksrechner - Zusätzliche Anforderung

Wir wollen sicherstellen, dass `kinder` positiv ist und jedes Kind mindestens einen Keks kriegt. $\Rightarrow$ *Eingabe prüfen!*

Keksrechner - Eingabeprüfung

Aus ...

```
Out.print("Kinder: ");
int kinder = In.readInt();
```

Keksrechner - Eingabeprüfung

Aus ...

```
Out.print("Kinder: ");
int kinder = In.readInt();
```

... wird demnach:

Keksrechner - Eingabeprüfung

Aus ...

```
Out.print("Kinder: ");
int kinder = In.readInt();
```

... wird demnach:

```
int kinder;
do {
    Out.print("Kinder: ");
    kinder = In.readInt();
    if (kinder < 1){
        Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + 1);
    }
} while (kinder < 1 );
```

Keksrechner - Eingabeprüfung

Aus ...

```
Out.print("Kinder: ");
int kinder = In.readInt();
```

... wird demnach:

```
int kinder;
do {
    Out.print("Kinder: ");
    kinder = In.readInt();
    if (kinder < 1){
        Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + 1);
    }
} while (kinder < 1 );
```

Analog dazu müssen wir prüfen, dass `kekse >= kinder` ist.

Keksrechner - Es wird unübersichtlich

```
public class Keksrechner {
  public static void main(String[] args) {

    int kinder;
    do {
        Out.print("Kinder: ");
        kinder = In.readInt();
        if (kinder < 1){
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + 1);
        }
    } while (kinder < 1 );
    int kekse;
    do {
        Out.print("Kekse: ");
        kekse = In.readInt();
        if (kekse < kinder){
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + kinder);
        }
    } while (kekse < kinder);
    Out.println("Jedes Kind kriegt " + kekse / kinder + " Kekse");
    Out.println("Papa kriegt " + kekse % kinder + " Kekse");
  }
}
```

Keksrechner - Es wird unübersichtlich

```
public class Keksrechner {
  public static void main(String[] args) {

    int kinder;
    do {
        Out.print("Kinder: ");
        kinder = In.readInt();
        if (kinder < 1){
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + 1);
        }
    } while (kinder < 1 );
    int kekse;
    do {
        Out.print("Kekse: ");
        kekse = In.readInt();
        if (kekse < kinder){
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + kinder);
        }
    } while (kekse < kinder);
    Out.println("Jedes Kind kriegt " + kekse / kinder + " Kekse");
    Out.println("Papa kriegt " + kekse % kinder + " Kekse");
  }
}
```

Anzahl Kinder einlesen und prüfen

Keksrechner - Es wird unübersichtlich

```
public class Keksrechner {
  public static void main(String[] args) {

    int kinder;
    do {
        Out.print("Kinder: ");
        kinder = In.readInt();
        if (kinder < 1){
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + 1);
        }
    } while (kinder < 1 );
    int kekse;
    do {
        Out.print("Kekse: ");
        kekse = In.readInt();
        if (kekse < kinder){
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + kinder);
        }
    } while (kekse < kinder);
    Out.println("Jedes Kind kriegt " + kekse / kinder + " Kekse");
    Out.println("Papa kriegt " + kekse % kinder + " Kekse");
  }
}
```

Anzahl Kekse einlesen und prüfen

Keksrechner - Erkenntnisse

- Die beiden Code-Fragmente sind *fast identisch*
- Folgende Aspekte sind unterschiedlich:
  - Der Prompt, also `"Kinder: "` vs. `"Kekse: "`
  - Das Minimum, also “`1`” vs. “`kinder`”

Keksrechner - Erkenntnisse

- Die beiden Code-Fragmente sind *fast identisch*
- Folgende Aspekte sind unterschiedlich:
  - Der Prompt, also `"Kinder: "` vs. `"Kekse: "`
  - Das Minimum, also “`1`” vs. “`kinder`”

Wir können das Code-Fragment in eine Methode auslagern und somit *wiederverwenden*.

Keksrechner - Erkenntnisse

- Die beiden Code-Fragmente sind *fast identisch*
- Folgende Aspekte sind unterschiedlich:
  - Der Prompt, also `"Kinder: "` vs. `"Kekse: "`
  - Das Minimum, also “`1`” vs. “`kinder`”

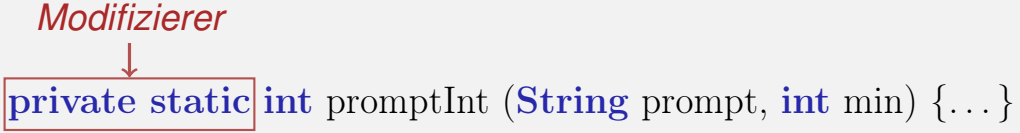
Wir können das Code-Fragment in eine Methode auslagern und somit *wiederverwenden*.

Dabei müssen wir die unterschiedlichen Aspekte *parametrisieren*.

Methodendeklaration und -definition

```
private static int promptInt (String prompt, int min) {...}
```

Methodendeklaration und -definition



Methodendeklaration und -definition

Rückgabetyp der Methode:

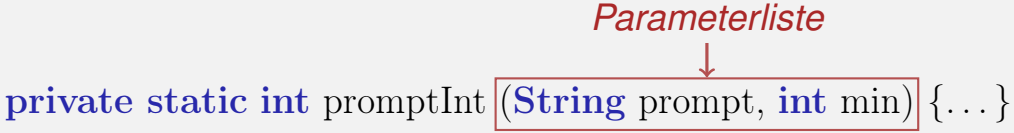
```
private static int promptInt (String prompt, int min) {...}
```

Methodendeklaration und -definition

```
private static int promptInt (String prompt, int min) {...}
```

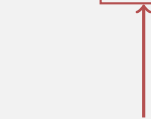
Name der Methode

Methodendeklaration und -definition



Methodendeklaration und -definition

```
private static int promptInt (String prompt, int min) {...}
```



Methodensignatur

```
private static int promptInt (String prompt, int min) { ... }
```

Signatur der Methode

- Signatur ist eindeutig innerhalb einer Klasse.
- Es ist also möglich, mehrere Methoden mit gleichem Namen aber unterschiedlichen Parameter-Anzahl und -Typen zu haben – *aber nicht empfohlen!*
- Rückgabetyp ist nicht Teil der Signatur! Es ist nicht möglich, mehrere Methoden zu haben, die sich nur im Rückgabetyp unterscheiden.

Methodenaufruf - Pass by Value

- Ein Methodenaufruf ist ein Ausdruck, dessen Wert falls vorhanden der Rückgabewert der Methode ist.
- In Java gilt immer die *Pass by Value* Semantik.

Pass by Value bedeutet: Argumentwerte werden beim Methodenaufruf in die Parameter *kopiert*.

Dies entspricht demselben Prinzip wie die Wertzuweisung an eine Variable.

Methodenaufruf - Pass by Value

```
// Methodenaufruf
int kekse = promptInt( "Kekse: " , kinder );
```

Methodenaufruf - Pass by Value

```
  // Methodenaufruf
  int kekse = promptInt( "Kekse: " , kinder );
```

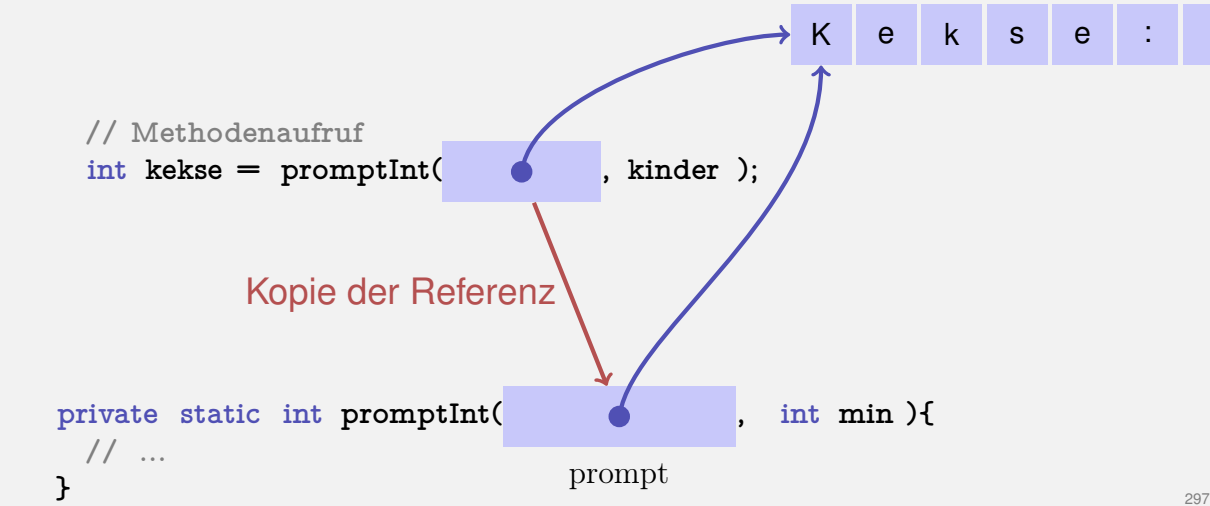
```
private static int promptInt( String prompt ,  int min ){
  // ...
}
```

Methodenaufruf - Pass by Value


```
// Methodenaufruf
int kekse = promptInt(          , kinder );
```

```
private static int promptInt( String prompt ,  int min ){
  // ...
}
```

Methodenaufruf - Pass by Value



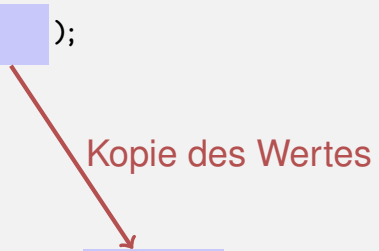
Methodenaufruf - Pass by Value

```
  // Methodenaufruf
  int kekse = promptInt( "Kekse: " , 5 );
```

```
private static int promptInt( String prompt ,  int min ){
  // ...
}
```

Methodenaufruf - Pass by Value

```
// Methodenaufruf
int kekse = promptInt( "Kekse: " , 5 );
```



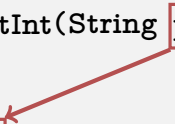

```
private static int promptInt( String prompt , 5 ){
  // ...
}
```

Zurück zum Beispiel - Methode `promptInt`

```
private static int promptInt(String prompt, int min){
    int number;
    do {
        Out.print(prompt);
        number = In.readInt();
        if (number < min) {
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + min);
        }
    } while (number < min );
    return number;
}
```

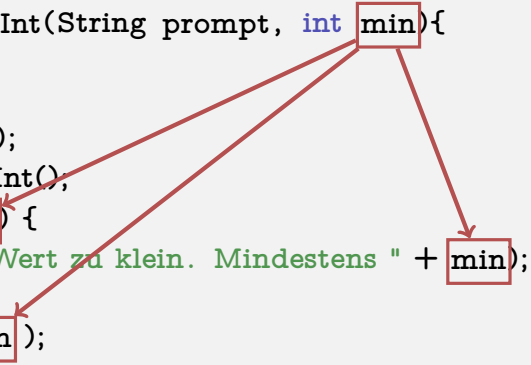
Zurück zum Beispiel - Methode `promptInt`

```
private static int promptInt(String prompt, int min){
    int number;
    do {
        Out.print(prompt);
        number = In.readInt();
        if (number < min) {
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + min);
        }
    } while (number < min );
    return number;
}
```



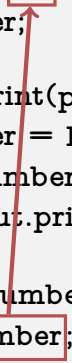
Zurück zum Beispiel - Methode `promptInt`

```
private static int promptInt(String prompt, int min){
    int number;
    do {
        Out.print(prompt);
        number = In.readInt();
        if (number < min) {
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + min);
        }
    } while (number < min );
    return number;
}
```



Zurück zum Beispiel - Methode `promptInt`

```
private static int promptInt(String prompt, int min){
    int number;
    do {
        Out.print(prompt);
        number = In.readInt();
        if (number < min) {
            Out.println("Wert zu klein. Mindestens " + min);
        }
    } while (number < min );
    return number;
}
```



Rückgabewerte von Methoden

Es gibt zwei Fälle

- **Rückgabetyp** $=$ `void`: Die Auswertung der Methode *kann* mittels der Anweisung `return` beendet werden.
- **Rückgabetyp** $\neq$ `void`: Die Auswertung der Methode *muss* mittels der Anweisung "`return` Wert" beendet werden. Der Wert wird dann an die aufrufende Methode zurückgegeben.

Wichtig: Im zweiten Fall muss *jeder* mögliche endliche Ausführungspfad eine "`return`" Anweisung enthalten.

pow

```
public static double pow(double b, int e)
{
    double result = 1.0;
    if (e < 0) { // b^e = (1/b)^(-e)
        b = 1.0/b;
        e = -e;
    }
    for (int i = 0; i < e; ++i) {
        result *= b;
    }
    return result;
}
```

Gültigkeit formaler Parameter

```
public static void
        main(String[] args){
    double b = 2.0;
    int e = -2;
    double z = pow(b, e);

    Out.println(z); // 0.25
    Out.println(b); // 2
    Out.println(e); // -2
}
```

Gültigkeit formaler Parameter

```
public static double
        pow(double b, int e){
    double r = 1.0;
    if (e<0) {
        b = 1.0/b;
        e = -e;
    }
    for (int i = 0; i < e ; ++i)
        r * = b;
    return r;
}
```

```
public static void
        main(String[] args){
    double b = 2.0;
    int e = -2;
    double z = pow(b, e);

    Out.println(z); // 0.25
    Out.println(b); // 2
    Out.println(e); // -2
}
```

Gültigkeit formaler Parameter

```
public static double
        pow(double b, int e){
    double r = 1.0;
    if (e<0) {
        b = 1.0/b;
        e = -e;
    }
    for (int i = 0; i < e ; ++i)
        r * = b;
    return r;
}
```

```
public static void
        main(String[] args){
    double b = 2.0;
    int e = -2;
    double z = pow(b, e);

    Out.println(z); // 0.25
    Out.println(b); // 2
    Out.println(e); // -2
}
```

Nicht die formalen Parameter `b` und `e` von pow, sondern die hier definierten Variablen lokal zum Rumpf von `main`

Definition: *Vor- und Nachbedingungen*

“Verträge”, *welche das Verhalten einer Methode spezifizieren. Falls die Vorbedingung beim Aufruf einer Methode gilt, soll am Schlus der Ausführung die Nachbedingung gelten.*

Vorbedingungen

Vorbedingung (precondition):

- Was muss bei Methodenaufruf gelten?
- Spezifiziert *Definitionsbereich* der Methode.

Vorbedingungen

Vorbedingung (precondition):

- Was muss bei Methodenaufruf gelten?
- Spezifiziert *Definitionsbereich* der Methode.

0^e ist für $e < 0$ undefiniert

```
// PRE: e >= 0 || b != 0.0
```

Nachbedingungen

Nachbedingung (postcondition):

- Was gilt nach Methodenaufruf?
- Spezifiziert *Wert* und *Effekt* des Methodenaufrufes.

Nachbedingungen

Nachbedingung (postcondition):

- Was gilt nach Methodenaufruf?
- Spezifiziert *Wert* und *Effekt* des Methodenaufrufes.

Hier nur Wert, kein Effekt.

```
// POST: return value is b^e
```

Vor- und Nachbedingungen

- sollten korrekt sein:
- *Wenn* die Vorbedingung beim Methodenaufruf gilt, *dann* gilt auch die Nachbedingung nach dem Methodenaufruf.

Methode `pow`: funktioniert für alle Basen $b \neq 0$

Vor- und Nachbedingungen

- sollten korrekt sein:
- *Wenn* die Vorbedingung beim Methodenaufruf gilt, *dann* gilt auch die Nachbedingung nach dem Methodenaufruf.

Methode `pow`: funktioniert für alle Basen $b \neq 0$

Vor- und Nachbedingungen

- sollten korrekt sein:
- *Wenn* die Vorbedingung beim Methodenaufruf gilt, *dann* gilt auch die Nachbedingung nach dem Methodenaufruf.

Methode `pow`: funktioniert für alle Basen $b \neq 0$

pow

```
// PRE: e >= 0 || b != 0.0
// POST: return value is b^e
public static double pow(double b, int e)
{
    double result = 1.0;
    if (e < 0) { // b^e = (1/b)^(-e)
        b = 1.0/b;
        e = -e;
    }
    for (int i = 0; i < e; ++i) {
        result *= b;
    }
    return result;
}
```

Fromme Lügen...

```
// PRE: e >= 0 || b != 0.0
// POST: return value is b^e
```

ist formal inkorrekt:

- Überlauf, falls e oder b zu gross sind
- b^e vielleicht nicht als double Wert darstellbar (Löcher im Wertebereich)

Fromme Lügen...

```
// PRE: e >= 0 || b != 0.0
// POST: return value is b^e
```

ist formal inkorrekt:

- Überlauf, falls e oder b zu gross sind
- b^e vielleicht nicht als double Wert darstellbar (Löcher im Wertebereich)

Fromme Lügen. . . sind erlaubt.

```
// PRE: e >= 0 || b != 0.0
// POST: return value is b^e
```

Mathematische Bedingungen als Kompromiss zwischen formaler Korrektheit und lascher Praxis.

Prüfen von Vorbedingungen…

- Vorbedingungen sind nur Kommentare.

Prüfen von Vorbedingungen…

- Vorbedingungen sind nur Kommentare.
- Wie können wir *sicherstellen*, dass sie beim Methodenaufruf gelten?

. . . mit Assertions

```
// PRE: e >= 0 || b != 0.0
// POST: return value is b^e
public static double pow(double b, int e) {
    assert e >= 0 || b != 0 : "division by zero";
    double result = 1.0;
    ...
}
```

Nachbedingungen mit Assertions

- Das Ergebnis “komplizierter” Berechnungen ist oft einfach zu prüfen.

Nachbedingungen mit Assertions

- Das Ergebnis “komplizierter” Berechnungen ist oft einfach zu prüfen.
- Dann lohnt sich der Einsatz von assert für die Nachbedingung

Nachbedingungen mit Assertions

- Das Ergebnis “komplizierter” Berechnungen ist oft einfach zu prüfen.
- Dann lohnt sich der Einsatz von assert für die Nachbedingung

```
// PRE: the discriminant p*p/4 - q is nonnegative
// POST: returns larger root of the polynomial x^2 + p x + q
static double root(double p, double q) {
    assert(p*p/4 >= q); // precondition
    double x1 = - p/2 + sqrt(p*p/4 - q);
    assert(equals(x1*x1+p*x1+q,0)); // postcondition
    return x1;
}
```

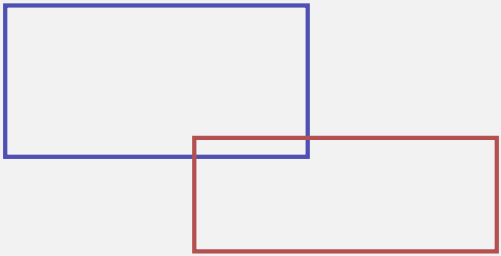
Definition: *Schrittweise Verfeinerung*

Die schrittweise Zerlegung eines komplexen Problems in machbare Teilaufgaben. Die Lösung aller (einfachen) Teilprobleme löst das ursprüngliche komplexe Problem.

Buch auf Seite 225ff

Beispielproblem

Finde heraus, ob sich zwei Rechtecke schneiden!



Top-Down Ansatz

- Formulierung einer groben Lösung mit Hilfe von
  - Kommentaren
  - fiktiven Methoden
- Wiederholte Verfeinerung:
  - Kommentare $\longrightarrow$ Programmtext
  - fiktive Methoden $\longrightarrow$ Methodendefinitionen

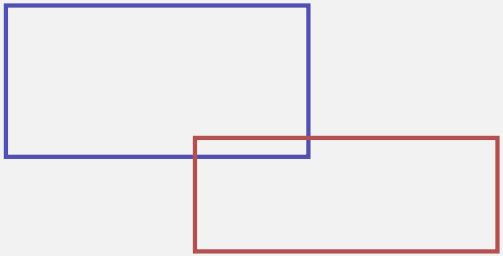
Top-Down Ansatz

- Formulierung einer groben Lösung mit Hilfe von
  - Kommentaren
  - fiktiven Methoden
- Wiederholte Verfeinerung:
  - Kommentare $\longrightarrow$ Programmtext
  - fiktive Methoden $\longrightarrow$ Methodendefinitionen

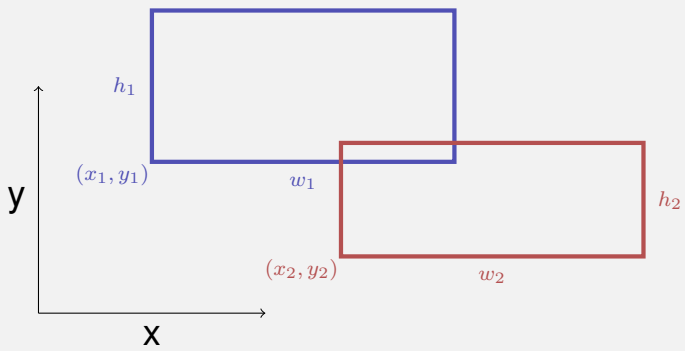
Grobe Lösung

```
static void main(String args[])
{
    // Eingabe Rechtecke

    // Schnitt?

    // Ausgabe
}
```

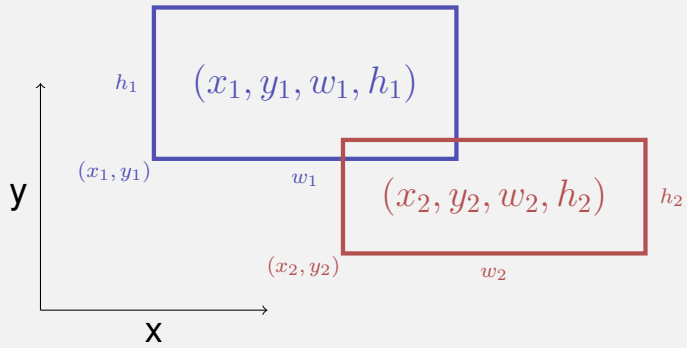
Verfeinerung 1: Eingabe Rechtecke



Verfeinerung 1: Eingabe Rechtecke

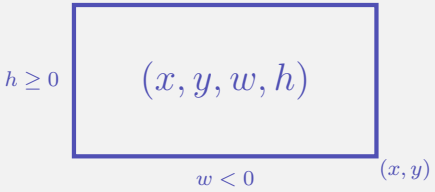


Verfeinerung 1: Eingabe Rechtecke



Verfeinerung 1: Eingabe Rechtecke

Breite w und/oder Höhe h dürfen negativ sein!



Verfeinerung 1: Eingabe Rechtecke

```
static void main(String args[])
{
    Out.println("Enter two rectangles [x y w h each]");
    int x1 = In.readInt(); int y1 = In.readInt();
    int w1 = In.readInt(); int h1 = In.readInt();
    int x2 = In.readInt(); int y2 = In.readInt();
    int w2 = In.readInt(); int h2 = In.readInt();

    // Schnitt?

    // Ausgabe der Loesung
}
```

Verfeinerung 2: Schnitt? und Ausgabe

```
static void main(String args[])
{
    Eingabe ✓

    boolean clash = rectanglesIntersect (x1,y1,w1,h1,x2,y2,w2,h2);

    if (clash){
        Out.println("intersection!");
    } else {
        Out.println("no intersection!");
    }
}
```

Verfeinerung 3: SchnittMethode...

```
static boolean rectanglesIntersect (int x1, int y1, int w1, int h1,
                                    int x2, int y2, int w2, int h2)
{
    return false; // todo
}

static void main(String args[]){
    Eingabe ✓
    Schnitt ✓
    Ausgabe ✓
}
```

Verfeinerung 3: SchnittMethode...

```
static boolean rectanglesIntersect (int x1, int y1, int w1, int h1,
                                    int x2, int y2, int w2, int h2)
{
    return false; // todo
}
```

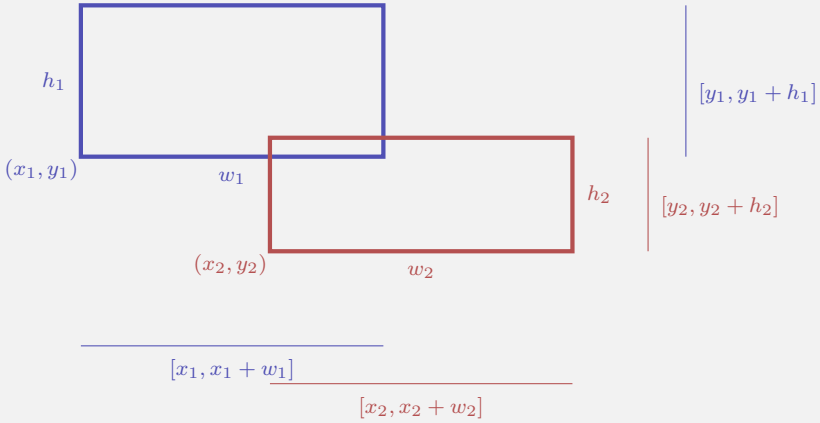
Methode main ✓

Verfeinerung 3: ...mit PRE und POST!

```
// PRE: (x1, y1, w1, h1), (x2, y2, w2, h2) are rectangles,
//      where w1, h1, w2, h2 may be negative.
// POST: returns true if (x1, y1, w1, h1) and
//      (x2, y2, w2, h2) intersect
static boolean rectanglesIntersect (int x1, int y1, int w1, int h1,
                                    int x2, int y2, int w2, int h2)
{
    return false; // todo
}
```

Verfeinerung 4: Intervallschnitte

Zwei Rechtecke schneiden sich genau dann, wenn sich ihre x- und y-Intervalle schneiden.



Verfeinerung 4: Intervallschnitte

```
// PRE: (x1, y1, w1, h1), (x2, y2, w2, h2) are rectangles, where
//      w1, h1, w2, h2 may be negative.
// POST: returns true if (x1, y1, w1, h1),(x2, y2, w2, h2) intersect
static boolean rectanglesIntersect (int x1, int y1, int w1, int h1,
                                    int x2, int y2, int w2, int h2)
{
    return intervalsIntersect (x1, x1 + w1, x2, x2 + w2)
        && intervalsIntersect (y1, y1 + h1, y2, y2 + h2);
}
```

Verfeinerung 4: Intervallschnitte

```
// PRE: (x1, y1, w1, h1), (x2, y2, w2, h2) are rectangles, where
//      w1, h1, w2, h2 may be negative.
// POST: returns true if (x1, y1, w1, h1),(x2, y2, w2, h2) intersect
static boolean rectanglesIntersect (int x1, int y1, int w1, int h1,
                                    int x2, int y2, int w2, int h2)
{
    return intervalsIntersect (x1, x1 + w1, x2, x2 + w2)
        && intervalsIntersect (y1, y1 + h1, y2, y2 + h2); ✓
}
```

Verfeinerung 4: Intervallschnitte

```
// PRE: [a1, b1], [a2, b2] are (generalized) intervals,
//      with [a,b] := [b,a] if a>b
// POST: returns true if [a1, b1],[a2, b2] intersect
static boolean intervalsIntersect (int a1, int b1, int a2, int b2)
{
    return false; // todo
}
```

Methode rectanglesIntersect ✓

Methode main ✓

Verfeinerung 5: Min und Max

```
// PRE: [a1, b1], [a2, b2] are (generalized) intervals,
//      with [a,b] := [b,a] if a>b
// POST: returns true if [a1, b1],[a2, b2] intersect
static boolean intervalsIntersect (int a1, int b1, int a2, int b2)
{
    return max(a1, b1) >= min(a2, b2)
        && min(a1, b1) <= max(a2, b2);
}
```

Verfeinerung 5: Min und Max

```
// PRE: [a1, b1], [a2, b2] are (generalized) intervals,
//      with [a,b] := [b,a] if a>b
// POST: returns true if [a1, b1],[a2, b2] intersect
static boolean intervalsIntersect (int a1, int b1, int a2, int b2)
{
    return max(a1, b1) >= min(a2, b2)
        && min(a1, b1) <= max(a2, b2); ✓
}
```

Verfeinerung 5: Min und Max

```
// POST: the maximum of x and y is returned
int max (int x, int y){
    if (x>y) return x; else return y;
}

// POST: the minimum of x and y is returned
int min (int x, int y){
    if (x<y) return x; else return y;
}
```

Methode intervalsIntersect ✓

Methode rectanglesIntersect ✓

Methode main ✓

Verfeinerung 5: Min und Max

```
// POST: the maximum of x and y is returned
int max (int x, int y){
    if (x>y) return x; else return y;
}

// POST: the minimum of x and y is returned
int min (int x, int y){
    if (x<y) return x; else return y;
}
```

gibt es schon in der Standardbibliothek

Methode `intervalsIntersect` ✓

Methode `rectanglesIntersect` ✓

Methode `main` ✓

Nochmal zurück zu Intervallen

```
// PRE: [a1, b1], [a2, h2] are (generalized) intervals,
//      with [a,b] := [b,a] if a>b
// POST: returns true if [a1, b1],[a2, b2] intersect
boolean intervalsIntersect (int a1, int b1, int a2, int b2)
{
    return Math.max(a1, b1) >= Math.min(a2, b2)
        && Math.min(a1, b1) <= Math.max(a2, b2); ✓
}
```

Das haben wir schrittweise erreicht!

```
class Main{
  // PRE: [a1, b1], [a2, h2] are (generalized) intervals,
  //      with [a,b] := [b,a] if a>b
  // POST: returns true if [a1, b1],[a2, b2] intersect
  boolean intervalsIntersect (int a1, int b1, int a2, int b2)
  {
    return Math.max(a1, b1) >= Math.min(a2, b2)
        && Math.min(a1, b1) <= Math.max(a2, b2);
  }

  // PRE: (x1, y1, w1, h1), (x2, y2, w2, h2) are rectangles, where
  //      w1, h1, w2, h2 may be negative.
  // POST: returns true if (x1, y1, w1, h1),(x2, y2, w2, h2) intersect
  static boolean rectanglesIntersect (int x1, int y1, int w1, int h1,
                                      int x2, int y2, int w2, int h2)
  {
      return intervalsIntersect (x1, x1 + w1, x2, x2 + w2)
          && intervalsIntersect (y1, y1 + h1, y2, y2 + h2);
  }

  static void main(String args[])
  {
    Out.println("Enter two rectangles [x y w h each]");
    int x1 = In.readInt(); int y1 = In.readInt();
    int w1 = In.readInt(); int h1 = In.readInt();
    int x2 = In.readInt(); int y2 = In.readInt();
    int w2 = In.readInt(); int h2 = In.readInt();

    boolean clash = rectanglesIntersect (x1,y1,w1,h1,x2,y2,w2,h2);

    if (clash){
       Out.println("intersection!");
    } else {
       Out.println("no intersection!");
    }
  }
}
```

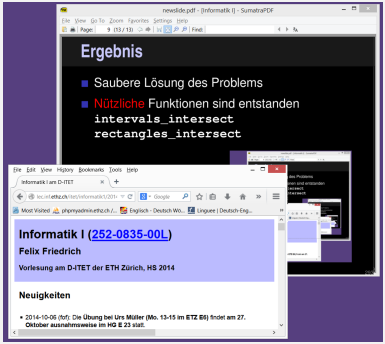
Ergebnis

- Saubere Lösung des Problems
- Nützliche Methoden sind entstanden
  `intervalsIntersect`
  `rectanglesIntersect`

Ergebnis

- Saubere Lösung des Problems
- Nützliche Methoden sind entstanden

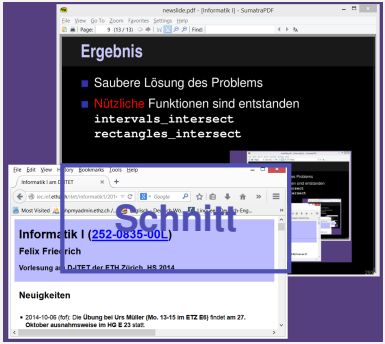
```
intervalsIntersect
rectanglesIntersect
```



Ergebnis

- Saubere Lösung des Problems
- Nützliche Methoden sind entstanden

```
intervalsIntersect
rectanglesIntersect
```



Wiederverwendbarkeit

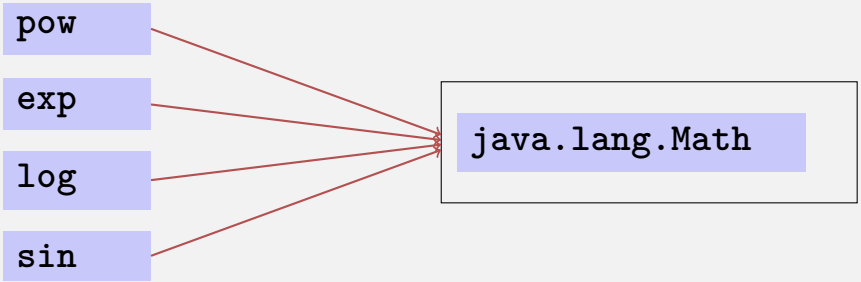
- Methoden wie `rectanglesIntersect` und `pow` sind in vielen Programmen nützlich.

Wiederverwendbarkeit

- Methoden wie `rectanglesIntersect` und `pow` sind in vielen Programmen nützlich.
- “Lösung:” Methode einfach ins Hauptprogramm hineinkopieren, wenn wir sie brauchen!

Bibliotheken

- Logische Gruppierung ähnlicher Methoden



Methoden aus der Standardbibliothek

- vermeiden die Neuerfindung des Rades (wie bei `pow`);
- führen auf einfache Weise zu interessanten und effizienten Programmen;

Methoden aus der Standardbibliothek

- vermeiden die Neuerfindung des Rades (wie bei `pow`);
- führen auf einfache Weise zu interessanten und effizienten Programmen;
- garantierten einen Qualitäts-Standard, der mit selbstgeschriebenen Methoden kaum erreicht werden kann.

Primzahltest mit `Math.sqrt`

$n \geq 2$ ist Primzahl genau dann, wenn kein d in $\{2, \ldots, n-1\}$ ein Teiler von n ist.

```
int d;
for (d=2; n % d != 0; ++d);
```

Primzahltest mit `sqrt`

$n \geq 2$ ist Primzahl genau dann, wenn kein d in $\{2, \ldots, n-1\}$ ein Teiler von n ist.

```
double bound = Math.sqrt(n);
int d;
for (d = 2; d <= bound && n % d != 0; ++d);
```

Primzahltest mit `sqrt`

$n \geq 2$ ist Primzahl genau dann, wenn kein d in $\{2, \ldots, n-1\}$ ein Teiler von n ist.

```
double bound = Math.sqrt(n);
int d;
for (d = 2; d <= bound && n % d != 0; ++d);
```

- Das funktioniert, weil `Math.sqrt` auf die nächste darstellbare `double`-Zahl rundet (IEEE Standard 754).