

10 Graphische Benutzeroberflächen

Eine graphische Benutzer-Oberfläche (**GUI**) ist i.A. aus mehreren Komponenten zusammen gesetzt, die einen (hoffentlich) **intuitiven Dialog** mit der Benutzerin ermöglichen sollen.

Idee:

- ▶ Einzelne Komponenten bieten der Benutzerin Aktionen an.
- ▶ Ausführen der Aktionen erzeugt **Ereignisse**.
- ▶ Ereignisse werden an die dafür zuständigen Listener-Objekte weiter gereicht **Ereignis-basiertes Programmieren**.

Ereignisse

Ereignisse

- ▶ Maus-Bewegungen und -Klicks, Tastatureingaben etc. werden von der Peripherie registriert und an das ↑Betriebssystem weitergeleitet.
- ▶ Das Java-Laufzeitsystem nimmt die Signale vom Betriebssystem entgegen und erzeugt dafür AWTEvent-Objekte.
- ▶ Diese Objekte werden in eine AWTEventQueue eingetragen Producer!
- ▶ Die Ereignisschlange verwaltet die Ereignisse in der Reihenfolge, in der sie entstanden sind, kann aber auch mehrere ähnliche Ereignisse zusammenfassen. . .
- ▶ Der AWTEvent-Dispatcher ist ein weiterer Thread, der die Ereignis-Schlange abarbeitet Consumer!

- ▶ Abarbeiten eines Ereignisses bedeutet:
 1. Weiterleiten des **AWTEvent**-Objekts an das Listener-Objekt, das vorher zur Bearbeitung solcher Ereignisse **angemeldet** wurde;
 2. Aufrufen einer speziellen Methode des Listener-Objekts.
- ▶ Die Objekt-Methode des Listener-Objekts hat für die Reaktion des Applets zu sorgen.

GUI-Frameworks

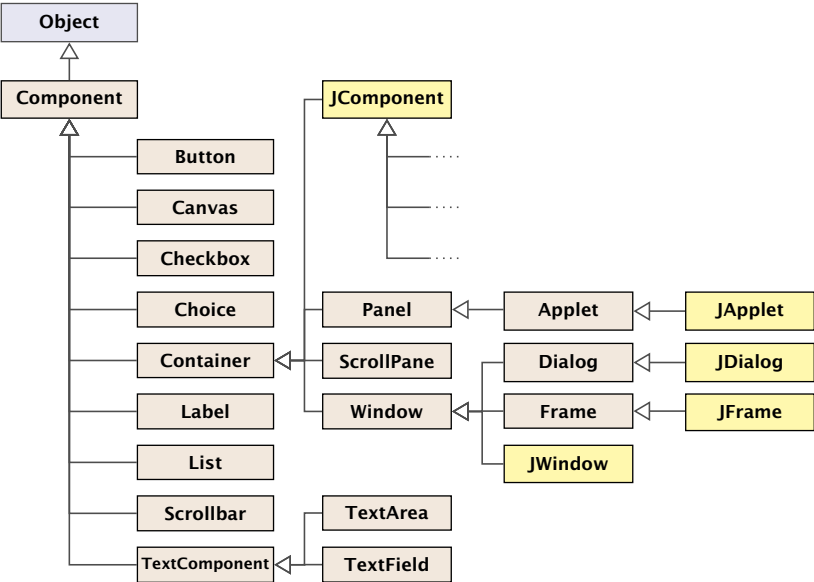
AWT, **A**bstr**W**indowing **T**oolkit.

- ▶ nutzt GUI-Elemente des Betriebssystems
- ▶ gut für Effizienz
- ▶ Anwendungen sehen auf verschiedenen Systemen unterschiedlich aus (kann Vorteil aber auch Nachteil sein)
- ▶ unterstützt üblicherweise nur Elemente die auf den meisten Systemen verfügbar sind
- ▶ funktioniert mit Applets

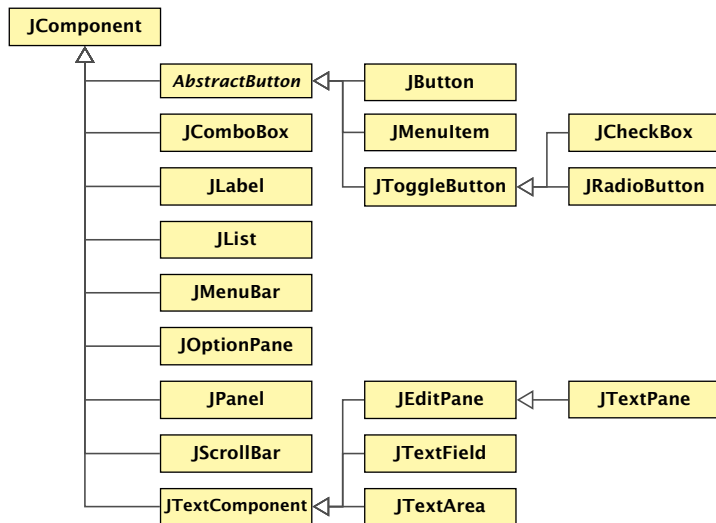
Swing

- ▶ fast alle GUI-Elemente sind in Java implementiert
- ▶ Anwendungen sehen überall gleich aus; (aber **skinnable**)
- ▶ reichhaltigere Sammlung von Elementen

Elemente in AWT und Swing



Elemente in AWT und Swing



Ein Button

```
1 import java.awt.*; import java.awt.event.*;
2 import javax.swing.*;
3 public class FirstButton extends JFrame implements
4                                     ActionListener {
5     JLabel label;
6     JButton button;
7     public FirstButton() {
8         setLayout(new FlowLayout());
9         setSize(500,100);
10        setVisible(true);
11        setFont(new Font("SansSerif", Font.BOLD, 18));
12        label = new JLabel();
13        label.setText("This is my first button :-)");
14        add(label);
15        button = new JButton("Knopf");
16        button.addActionListener(this);
17        add(button);
18        revalidate();
19    }
```

"FirstButton.java"

Ein Button

```
20     public void actionPerformed(ActionEvent e) {
21         label.setText("Damn - you pressed it ...");
22         System.out.println(e);
23         remove(button);
24         // layout manager recalculates positions
25         revalidate();
26         repaint();
27     }
28     static class MyRunnable implements Runnable {
29         public void run() {
30             new FirstButton();
31         }
32     }
33     public static void main(String args[]) {
34         SwingUtilities.invokeLater(new MyRunnable());
35     }
36 } // end of FirstButton
```

"FirstButton.java"

Erläuterungen

- ▶ Wir erzeugen einen `JFrame`; ein normales Fenster mit Menüleiste, etc.
- ▶ Wir setzen Größe (`setSize`) des Frames, und machen ihn sichtbar (`setVisible`).
- ▶ `setLayout` kommt später...
- ▶ Der Frame enthält zwei weitere Komponenten:
 - ▶ ein `JButton`
 - ▶ ein `JLabel`
- ▶ Objekte dieser Klassen besitzen eine Aufschrift...
- ▶ Die in den Labels verwendete Schriftart richtet sich nach der des umgebenden `Containers` (zumindest in der Größe); deshalb wählen wir eine Schrift für den Frame

Erläuterungen

- ▶ Die Objekt-Methoden:

```
void add(Component c)
```

```
void add(Component c, int i)
```

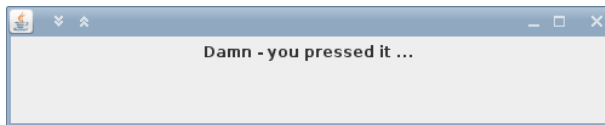
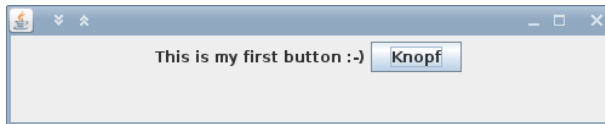
... fügen die Komponente `c` zum `Container JFrame` hinten (bzw. an der Stelle `i`) hinzu.

- ▶ `public void addActionListener(ActionListener listener)` registriert ein Objekt `listener` als das, welches die von der Komponente ausgelösten `ActionEvent`-Objekte behandelt, hier: der `JFrame` selber.
- ▶ `ActionListener` ist ein `Interface`. Für die Implementierung muss die Methode `void actionPerformed(ActionEvent e)` bereitgestellt werden.

Erläuterungen

- ▶ Die Methode `actionPerformed(ActionEvent e)` ersetzt den Text des Labels und entfernt den Knopf mithilfe der Methode `remove(Component c)`; anschließend muss der `Container` validiert und ggf. neu gezeichnet werden.
- ▶ Beim Drücken des Knopfs passiert das Folgende:
 1. ein `ActionEvent`-Objekt `action` wird erzeugt und in die Ereignisschlange eingefügt.
 2. Der `AWTEvent`-Dispatcher holt `action` wieder aus der Schlange. Er identifiziert den Frame `f` selbst als das für `action` zuständige Listener-Objekt. Darum ruft er `f.actionPerformed(action)`; auf.
- ▶ Wären `mehrere` Objekte als `Listener` registriert worden, würden sukzessive auch für diese entsprechende Aufrufe abgearbeitet werden.

Ein Button



Mehrere Knöpfe

```
1 import javax.swing.*;
2 import java.awt.*;
3 import java.awt.event.*;
4
5 public class SeveralButtons extends JFrame implements
6                               ActionListener {
7     JLabel label;
8     JButton butA, butB;
```

"SeveralButtons.java"

Mehrere Knöpfe

```
9      public SeveralButtons() {
10         setLayout(new FlowLayout());
11         setSize(500,100);
12         setVisible(true);
13         setFont(new Font("SansSerif", Font.BOLD, 18));
14         label = new JLabel();
15         label.setText("Press key...");
16         add(label);
17         butA = new JButton("Knopf A");
18         butA.setActionCommand("1");
19         butA.addActionListener(this);
20         add(butA);
21         butB = new JButton("Knopf B");
22         butB.setActionCommand("2");
23         butB.addActionListener(this);
24         add(butB);
25     }
```

Der Default-Wert für ActionCommand in diesem Fall ist der Text des Buttons (d.h. „Knopf A“ bzw. „Knopf B“). Dadurch könnten wir z.B. eine Fallunterscheidung durchführen ohne explizit mit `setActionCommand()` unterschiedliche Werte für die Buttons zu setzen.

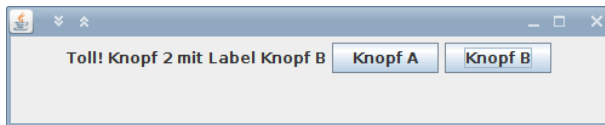
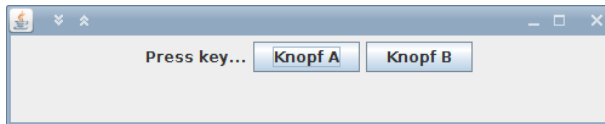
"SeveralButtons.java"

Mehrere Knöpfe

```
26     public void actionPerformed(ActionEvent e) {
27         if (e.getActionCommand().equals("1")) {
28             label.setText("Toll! Knopf 1 mit Label "+
29                 ((JButton)e.getSource()).getText());
30         } else {
31             label.setText("Toll! Knopf 2 mit Label "+
32                 ((JButton)e.getSource()).getText());
33         }
34         System.out.println(e);
35     }
36     static class MyRunnable implements Runnable {
37         public void run() {
38             new SeveralButtons();
39         }
40     }
41     public static void main(String args[]) {
42         SwingUtilities.invokeLater(new MyRunnable());
43 } }
```

"SeveralButtons.java"

Mehrere Knöpfe



Alternativen

Wo kann man EventListener platzieren?

1. In der Klasse, die das Widget enthält (wie bei uns).
 - ▶ Widgets teilen sich Eventfunktionen (z.B. `ActionPerformed()`). Fallunterscheidung notwendig.
 - ▶ Die Widgets sind nicht von der Ereignisverarbeitung getrennt.
2. In einer/mehreren anderen Klasse.
 - ▶ Trennung von Ereignisverarbeitung und graphischen Elementen.
 - ▶ Bei einer Klasse Fallunterscheidungen erforderlich; mehrere Klassen führen evt. zu sehr viel Code
 - ▶ Zugriffe auf private Elemente?
3. Inner Class
4. Anonymous Inner Class

Inner Class

```
1 public class OuterClass {  
2     private int var;  
3     public class InnerClass {  
4         void methodA() {};  
5     }  
6     public void methodB() {};  
7 }
```

- ▶ Instanz von **InnerClass** kann auf alle Member von **OuterClass** zugreifen.
- ▶ Wenn **InnerClass** **static** deklariert wird, kann man nur auf statische Member zugreifen.
- ▶ Statische innere Klassen sind im Prinzip normale Klassen mit zusätzlichen Zugriffsrechten.
- ▶ Nichtstatische innere Klassen sind immer an eine konkrete Instanz der äußeren Klasse gebunden.

Beispiel – Zugriff von Außen

```
1 class OuterClass {
2     private int x = 1;
3     public class InnerClass {
4         void show() {
5             System.out.println("x = " + x);
6         }
7     }
8     public void showMeth() {
9         InnerClass b = new InnerClass();
10        b.show();
11    }
12    public class TestInner {
13        public static void main(String args[]) {
14            OuterClass a = new OuterClass();
15            OuterClass.InnerClass x = a.new InnerClass();
16            x.show();
17            a.showMeth();
18        }
19    }
20 }
```

Um von außen ein Objekt der inneren Klasse zu erzeugen, muss man erst ein Objekt der äußeren Klasse generieren.

Dann erzeugt man ein Objekt der Klasse z.B. durch `objOuter.new InnerClass()`, wobei wir hier annehmen, dass `InnerClass` einen Defaultkonstruktor hat.

"TestInner.java"

Beispiel – Zugriff von Außen

Normalerweise erzeugt man keine Objekte einer inneren Klasse von außen. Stattdessen bietet häufig die äußere Klasse eine Funktion, die ein Objekt der inneren Klasse zur Verfügung stellt.

```
1 class OuterClass {
2     private static int x = 1;
3     public static class InnerClass {
4         void show() {
5             System.out.println("x = " + x);
6         } }
7     public void showMeth() {
8         InnerClass b = new InnerClass();
9         b.show();
10 } }
11 public class TestInnerStatic {
12     public static void main(String args[]) {
13         OuterClass a = new OuterClass();
14         OuterClass.InnerClass x =
15             new OuterClass.InnerClass();
16         x.show(); a.showMeth();
17 } }
```

Häufig (vgl. verkettete Liste mit innerer Klasse `ListElem`) werden innere Klassen aber auch nur zur Datenkapselung eingesetzt und sind dann privat.

"TestInnerStatic.java"

Eine Anwendung von öffentlichen, inneren Klassen sind z.B. **Adapterklassen** (vgl. **Iterator**).

Local Inner Class

Eine **lokale, innere Klasse** wird innerhalb einer Methode deklariert:

```
1 public class OuterClass {
2     private int var;
3     public void methodA() {
4         class InnerClass {
5             void methodB() {};
6         }
7     }
8 }
```

- ▶ Kann zusätzlich auf die **finalen** Parameter und Variablen der Methode zugreifen.

Man kann nicht von außen auf die Klasse zugreifen. Deshalb machen modifier wie **private**, **public** keinen Sinn und sind auch nicht erlaubt.

Beispiel – Iterator

```
1 interface Iterator<T> {  
2     boolean hasNext();  
3     T next();  
4     void remove(); // optional  
5 }
```

- ▶ Ein Iterator erlaubt es über die Elemente einer Kollektion zu iterieren.
- ▶ Abstrahiert von der Implementierung der Kollektion.
- ▶ `hasNext()` testet, ob noch ein Element verfügbar ist.
- ▶ `next()` liefert das nächste Element (falls keins verfügbar ist wird eine `NoSuchElementException` geworfen).
- ▶ `remove()` entfernt das zuletzt über `next()` zugegriffene Element aus der Kollektion.

Falls die Kollektion das Entfernen von Elementen nicht erlaubt, bleibt `remove()` unimplementiert und liefert bei Aufruf eine Exception.

Beispiel – Iterator

`curr` zeigt auf das Element, das beim letzten Aufruf von `next()` zurückgegeben wurde.

```
1 public class TestIterator {
2     Integer[] arr;
3     TestIterator(int n) {
4         arr = new Integer[n];
5     }
6     public Iterator<Integer> iterator() {
7         class MyIterator implements Iterator<Integer> {
8             int curr = arr.length;
9             public boolean hasNext() { return curr>0;}
10            public Integer next() {
11                if (curr == 0)
12                    throw new NoSuchElementException();
13                return arr[--curr];
14            }
15        }
16        return new MyIterator();
17    }
}
```

"TestIterator.java"

Beispiel – Iterator

Anwendung des Iterators:

```
18     public static void main(String args[]) {
19         TestIterator t = new TestIterator(10);
20         Integer i = null;
21         for (Iterator<Integer> iter = t.iterator();
22             iter.hasNext(); i = iter.next()) {
23             System.out.println(i);
24         }
25     }
26 }
```

"TestIterator.java"

In diesem Fall wird nur 10 mal null ausgegeben...

Anonymous Inner Classes

Der Anwendungsfall für lokale, innere Klassen ist häufig:

- ▶ eine Methode erzeugt genau ein Objekt der inneren Klasse
- ▶ dieses wird z.B. an den Aufrufer zurückgegeben

Anonyme Innere Klasse:

- ▶ **Ausdruck** enthält Klassendeklaration, und instanziiert ein Objekt der Klasse
- ▶ man gibt **ein** Interface an, das implementiert wird, oder **eine** Klasse von der geerbt wird
- ▶ die Klasse selber erhält keinen Namen

Beispiel – Iterator

```
public Iterator<Integer> iterator() {  
    return new Iterator<Integer>() {  
        int curr = arr.length;  
        public boolean hasNext() { return curr>0;}  
        public Integer next() {  
            if (curr == 0)  
                throw new NoSuchElementException();  
            return arr[--curr];  
        }  
    };  
}
```

"IteratorAnonymous.java"

Mehrere Knöpfe – Andere Klasse(n)

```
1 import javax.swing.*;
2 import java.awt.*; import java.awt.event.*;
3
4 class ListenerA implements ActionListener {
5     JLabel label;
6     ListenerA(JLabel l) { label = l; }
7     public void actionPerformed(ActionEvent e) {
8         label.setText("To11! Knopf 1 mit Label "+
9             ((JButton)e.getSource()).getText());
10 } }
11 class ListenerB implements ActionListener {
12     JLabel label;
13     ListenerB(JLabel l) { label = l; }
14     public void actionPerformed(ActionEvent e) {
15         label.setText("To11! Knopf 2 mit Label "+
16             ((JButton)e.getSource()).getText());
17 } }
```

"SeveralButtonsOther.java"

Mehrere Knöpfe – Andere Klasse(n)

```
19 public class SeveralButtonsOther extends JFrame {
20     private JLabel label;
21     private JButton butA, butB;
22
23     public SeveralButtonsOther() {
24         setLayout(new FlowLayout());
25         setSize(500,100);
26         setVisible(true);
27         setFont(new Font("SansSerif", Font.BOLD, 18));
28         label = new JLabel();
29         label.setText("Press key...");
30         add(label);
31         butA = new JButton("Knopf A");
32         butA.addActionListener(new ListenerA(label));
33         add(butA);
34         butB = new JButton("Knopf B");
35         butB.addActionListener(new ListenerB(label));
36         add(butB);
37     }
```

"SeveralButtonsOther.java"

Mehrere Knöpfe – Andere Klasse(n)

```
38     public static void main(String args[]) {
39         SwingUtilities.invokeLater(
40             new Runnable() {
41                 public void run() {
42                     new SeveralButtonsOther();
43                 }
44             }
45         );
46     }
47 }
```

"SeveralButtonsOther.java"

Mehrere Knöpfe – Inner Class

```
1 import javax.swing.*;
2 import static javax.swing.SwingUtilities.*;
3 import java.awt.*; import java.awt.event.*;
4
5 public class SeveralButtonsInner extends JFrame {
6     private JLabel label;
7     private JButton butA, butB;
8     public class listenerA implements ActionListener {
9         public void actionPerformed(ActionEvent e) {
10             label.setText("Toll! Knopf 1 mit Label "+
11                 ((JButton)e.getSource()).getText());
12         } }
13     public class listenerB implements ActionListener {
14         public void actionPerformed(ActionEvent e) {
15             label.setText("Toll! Knopf 2 mit Label "+
16                 ((JButton)e.getSource()).getText());
17         } }
```

"SeveralButtonsInner.java"

Mehrere Knöpfe – Inner Class

```
18     public SeveralButtonsInner() {
19         setLayout(new FlowLayout());
20         setSize(500,100);
21         setVisible(true);
22         setFont(new Font("SansSerif", Font.PLAIN, 14));
23         label = new JLabel();
24         label.setText("Press key...");
25         add(label);
26         butA = new JButton("Knopf A");
27         butA.addActionListener(new listenerA());
28         add(butA);
29         butB = new JButton("Knopf B");
30         butB.addActionListener(new listenerB());
31         add(butB);
32     }
33     public static void main(String args[]) {
34         invokeLater(()->new SeveralButtonsInner());
35     }
```

Wenn man innere Klassen benutzt, hat man automatisch Zugriff auf private Variablen der umgebenden Klasse. In der Variante 2 muss man extra Konstruktoren schreiben, damit die Listenerklassen eine Referenz auf `label` erhalten.

Nachteil bei inneren Klassen: Code für Layout und Ereignisverarbeitung ist nicht getrennt.

"SeveralButtonsInner.java"

Die Syntax in Zeile 34 wird später erklärt.

Mehrere Knöpfe – Anonymous Class

```
1 import javax.swing.*;
2 import java.awt.*; import java.awt.event.*;
3 import static javax.swing.SwingUtilities.*;
4 public class SeveralButtonsAnonymous extends JFrame {
5     JLabel label;
6     JButton butA, butB;
7     public static void main(String args[]) {
8         invokeLater(()->new SeveralButtonsAnonymous());
9     }
10    public SeveralButtonsAnonymous() {
11        setLayout(new FlowLayout());
12        setSize(500,100);
13        setVisible(true);
14        setFont(new Font("SansSerif", Font.BOLD, 18));
15        label = new JLabel();
16        label.setText("Press key...");
```

"SeveralButtonsAnonymous.java"

Mehrere Knöpfe – Anonymous Class

```
17     add(label);
18     butA = new JButton("Knopf A");
19     butA.addActionListener(new ActionListener() {
20         public void actionPerformed(ActionEvent e) {
21             label.setText("Toll! Knopf 1 mit Label "+
22                 ((JButton)e.getSource()).getText());
23         }
24     });
25     add(butA);
26     butB = new JButton("Knopf B");
27     butB.addActionListener(new ActionListener() {
28         public void actionPerformed(ActionEvent e) {
29             label.setText("Toll! Knopf 2 mit Label "+
30                 ((JButton)e.getSource()).getText());
31         }
32     });
33     add(butB);
34 } }
```

"SeveralButtonsAnonymous.java"

Diskussion

Für größere Projekte ist Variante 2 vorzuziehen, da sie kleinere Klassen erlaubt, und eine saubere Trennung zwischen Ereignisbehandlung und graphischer Ausgabe ermöglicht.

Der Umweg über Innere Klassen vermeidet Fallunterscheidungen aber macht den Code recht unübersichtlich.

Weitere Alternative: Lambda-Ausdrücke/Methodenreferenzen

Lambda-Ausdrücke

Ein **funktionales Interface** ist ein Interface, das **genau** eine Methode enthält.

```
interface Runnable {  
    void run();  
}
```

Ein **Lambda-Ausdruck** ist das Literal eines Objektes, das ein funktionales Interface implementiert. Z.B.:

Syntax:

- ▶ allgemein
(%Parameterliste) -> {...}
- ▶ nur **return**-statement/eine Anweisung (bei **void**-Funktion)
(%Parameterliste) -> %Ausdruck
- ▶ nur genau ein Parameter
a -> {...}

Die formalen Parameter eines Lambda-Ausdrucks, müssen keine Typbezeichner enthalten. Der notwendige Typ wird durch den Kontext bei der Verwendung des Lambda-Ausdrucks ermittelt.

Beispiele

Bei Namenskollisionen verhalten sich die beiden Codestücke leicht unterschiedlich. Insbesondere falls der Name `Foo` schon verwendet wird...

```
Runnable r = () -> {System.out.println("Hello!");};
```

ist (im Prinzip) äquivalent zu

```
class Foo implements Runnable {  
    void run() {  
        System.out.println("Hello!");  
    }  
}  
Runnable r = new Foo();
```

Beispiele

Der Konstruktor `Eval` bekommt ein input array `arr`, ein Ergebnisarray `res` derselben Größe, und ein Funktionsobjekt `f`. Für jeden Eintrag `arr[i]` wird die Funktion ausgewertet und das Ergebnis nach `res[i]` geschrieben.

```
1 interface Func<T> {
2     T func(int arg);
3 }
4 public class Eval<T> {
5     void eval(Func<T> f, int[] arr, T[] res) {
6         for (int i=0; i<arr.length; i++) {
7             res[i] = f.func(arr[i]);
8         }
9     }
10    public static void main(String args[]) {
11        int[] a = {1,2,3,4,5};
12        Integer[] b = new Integer[5];
13        new Eval<Integer>().eval(x->x*x, a, b);
14        for (int i=0; i<5; i++) {
15            System.out.print(b[i]+",");
16    }    }    }
```

Hier steht `x->x*x` für ein Funktionsobjekt, das ein `int` nach `Integer` abbildet. Falls man in `main`, `Integer` durch `Double` ersetzt, steht `x->x*x` für ein Funktionsobjekt, das ein `int` nach `Double` abbildet, d.h., der Typ ist vom Kontext abhängig. (Nach der Ersetzung liefert der Compiler einen Fehler, da `int` nicht nach `Double` konvertierbar ist)

Beispiel - Überladen

```
1 interface Func1 {  
2     String func(String arg);  
3 }  
4 interface Func2 {  
5     int func(int arg);  
6 }  
7 interface Func3 {  
8     String func(int arg);  
9 }  
10 public class Test {  
11     static void foo(Func1 f) { }  
12     static void foo(Func2 f) { }  
13     static void foo(Func3 f) { }  
14     public static void main(String args[]) {  
15         foo(x->x);  
16     }  
17 }
```

"TestLambda.java"

Beispiele

```
Interface Block<T> {  
    void apply(T t);  
}
```

```
Interface Function<T> {  
    T map (T t);  
}
```

```
Function<Block<String>> twice  
    = b -> t -> { b.apply(t); b.apply(t); }  
Block<String> print2  
    = twice.map(s -> {System.out.println(s)});  
print2.apply("hello");
```

```
final List<String> list = new ArrayList<>();  
Block<String> adder2  
    = twice.map(s -> {list.add(s)});  
adder2.apply("world");  
System.out.println(list);
```


Methodenreferenzen

An der Stelle, an der ein Lambda-Ausdruck möglich ist, kann man auch eine **Methodenreferenz** einer passenden Methode angeben.

Beispiel:

- ▶ Klasse `ClassA` verfügt über statische Methode `boolean less(int a, int b)`.
- ▶ Das **Funktionsinterface** `Iface` verlangt die Implementierung einer Funktion, die zwei `ints` nach `boolean` abbildet.
- ▶ Außerdem existiert Funktion `sort(int[] a, Iface x)`.
- ▶ Dann sortiert der Aufruf:

```
int[] arr = {5,8,7,2,11};  
sort(arr, ClassA::less);
```

gemäß der durch `less` vorgegebenen Ordnung.

Wenn man eine Objektmethode benutzen möchte müsste man `x::less` schreiben, wobei `x` ein Objekt der Klasse `ClassA` ist.

Vorausgesetzt die Funktion `sort` ist so implementiert, dass sie tatsächlich sortiert...

Mehrere Knöpfe – Lambda/Methodenreferenz

```
1 import javax.swing.*;
2 import static javax.swing.SwingUtil;
3 import java.awt.*; import java.awt
4 class EventHandler {
5     private JLabel label;
6     EventHandler(JLabel l) { label = l; }
7     public void actionA(ActionEvent e) {
8         label.setText("Toll! Knopf 1 mit Label
9             "+e.getActionCommand());
10    }
11    public void actionB(ActionEvent e) {
12        label.setText("Toll! Knopf 2 mit Label
13            "+e.getActionCommand());
14    }
15 }
16 public class SeveralButtonsLambda extends JFrame {
17     JLabel label;
18     JButton butA, butB;
19     EventHandler handler;
```

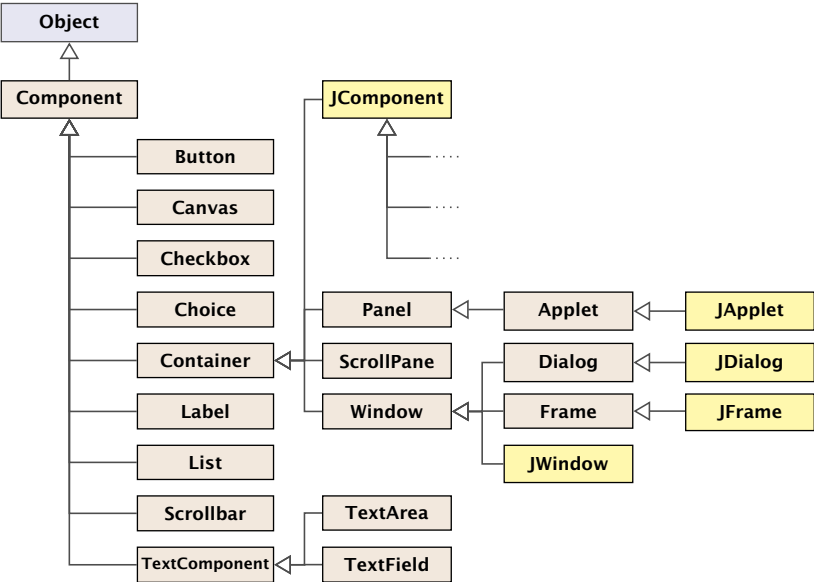
Wir sammeln die Funktionen für die Ereignisbehandlung in einer externen Klasse. Diese benötigt eine Referenz, um auf `label` zugreifen zu können. Diese übergeben wir im Konstruktor.

Mehrere Knöpfe – Lambda/Methodenreferenz

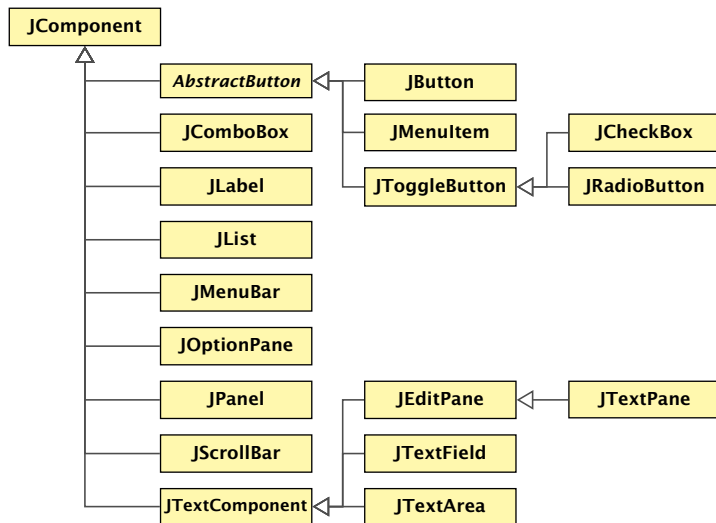
```
1 public static void main(String args[]) {
2     invokeLater(()->new SeveralButtonsLambda());
3 }
4 public SeveralButtonsLambda() {
5     setLayout(new FlowLayout());
6     setSize(500,100); setVisible(true);
7     setFont(new Font("SansSerif", Font.BOLD, 18));
8     label = new JLabel();
9     label.setText("Press key..."); add(label);
10    handler = new EventHandler(label);
11    butA = new JButton("Knopf A");
12    butA.addActionListener(handler::actionA);
13    add(butA);
14    butB = new JButton("Knopf B");
15    butB.addActionListener(
16        e -> label.setText("Toll! Knopf 2 mit Label "
17            + e.getActionCommand()));
18    add(butB);
19 }
```

Das ist eigentlich recht nett, funktioniert aber nur für EventListener, die **Funktionsinterfaces** sind. Im Prinzip erzeugen wir das Listener-Objekt als Anonyme Klasse über eine sehr angenehme Syntax.

Elemente in AWT und Swing



Elemente in AWT und Swing



Elemente:

- (J)Label Zeigt eine Textzeile.
- (J)Button Einzelner Knopf um Aktion auszulösen.
- (J)Scrollbar Schieber zur Eingabe kleiner `int`-Zahlen.

Beispiel – Scrollbar

```
1 import javax.swing.*;
2 import java.awt.*; import java.awt.event.*;
3 public class ScalingFun extends JFrame
4         implements AdjustmentListener {
5     private JScrollbar scrH, scrW;
6     private JComponent content;
7     private Image image;
8     private int width, height;
9
10    class MyComponent extends JComponent {
11        MyComponent(int w, int h) {
12            setPreferredSize(new Dimension(w,h));
13        }
14        public void paintComponent(Graphics page) {
15            int l = getWidth()/2 - width/2;
16            int r = getHeight()/2 - height/2;
17            page.drawImage(image,l,r,width,height,null);
18        } }
```

"ScalingFun.java"

Beispiel – Scrollbar

```
ScalingFun() { // Konstruktor
    image = Toolkit.getDefaultToolkit().
                getImage("al-Chwarizmi.png");
    // wait for image to load...
    while (image.getHeight(null) == -1);
    int h = height = image.getHeight(null);
    int w = width = image.getWidth(null);
    setLayout(new BorderLayout());
    scrH=new JScrollBar(JScrollBar.VERTICAL,h,50,0,h+50);
    scrH.addAdjustmentListener(this);
    add(scrH,"West");
    scrW=new JScrollBar(JScrollBar.HORIZONTAL,w,50,0,w+50);
    scrW.addAdjustmentListener(this);
    add(scrW,"South");
    setVisible(true);
    add(content = new MyComponent(w,h));
    pack();
}
```

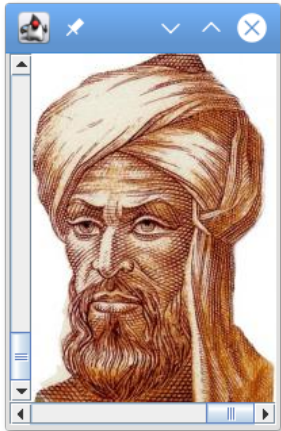
"ScalingFun.java"

Beispiel – Scrollbar

```
public void adjustmentValueChanged(AdjustmentEvent e) {
    Adjustable s = e.getAdjustable();
    int value = e.getValue();
    if (s == scrH) height = value;
    else width = value;
    revalidate();
    repaint();
}
public static void main(String[] args) {
    SwingUtilities.invokeLater(() -> new ScalingFun());
}
} // end of ScalingFun
```

"ScalingFun.java"

Scrollbar



Erläuterungen

- ▶ Ein `JScrollbar`-Objekt erzeugt `AdjustmentEvent`-Ereignisse.
- ▶ Entsprechende Listener-Objekte müssen das Interface `AdjustmentListener` implementieren.
- ▶ Dieses verlangt die Implementierung einer Methode `void adjustmentValueChanged(AdjustmentEvent e);`
- ▶ Der Konstruktor legt zwei `JScrollbar`-Objekte an, eines horizontal, eines vertikal.

Dafür gibt es in der Klasse `JScrollbar` die `int`-Konstanten `HORIZONTAL` und `VERTICAL`.

Erläuterungen

- ▶ Der Konstruktor `JScrollbar(int dir, int init, int slide, int min, int max);` erzeugt eine `JScrollbar` der Ausrichtung `dir` mit Anfangsstellung `init`, Breite des Schiebers `slide`, minimalem Wert `min` und maximalem Wert `max`.

Aufgrund der Breite des Schiebers ist der **wirkliche** Maximalwert `max - slide`.

- ▶ `void addAdjustmentListener(AdjustmentListener adj);` registriert das `AdjustmentListener`-Objekt als Listener für die `AdjustmentEvent`-Objekte der Scrollbars.

- ▶ Um `AdjustmentEvent`-Objekte behandeln zu können, implementieren wir die Methode

```
AdjustmentValueChanged(AdjustmentEvent e);
```

- ▶ Jedes `AdjustmentEvent`-Objekt verfügt über die Objekt-Methoden:

```
public AdjustmentListener getAdjustable();  
public int getValue();
```

...mit denen das auslösende Objekt sowie der eingestellte `int`-Wert abgefragt werden kann.

Bleibt, das Geheimnis um **Layout** und **West** bzw. **South** zu lüften...

- ▶ Jeder Container, in den man weitere Komponenten schachteln möchte, muss über eine Vorschrift verfügen, wie die Komponenten anzuordnen sind.
- ▶ Diese Vorschrift heißt **Layout**.

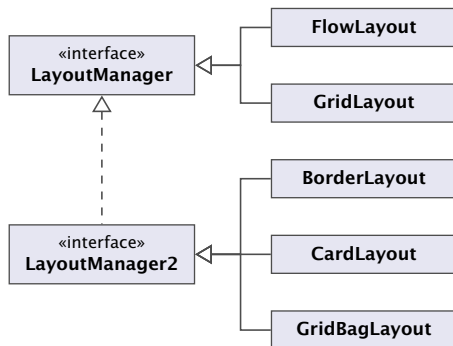
Zur Festlegung des Layouts stellt **Java** das Interface **LayoutManager** zur Verfügung sowie nützliche implementierende Klassen...

- ▶ Eine davon ist das `BorderLayout`.
- ▶ Mithilfe der `String`-Argumente:

```
BorderLayout.NORTH = "North",  
BorderLayout.SOUTH = "South",  
BorderLayout.WEST = "West",  
BorderLayout.EAST = "East", und  
BorderLayout.CENTER = "Center"
```

kann man **genau eine** Komponente am bezeichneten Rand bzw. der Mitte positionieren.

Einige Layoutmanager



Layout Manager

FlowLayout: Komponenten werden von links nach rechts zeilenweise abgelegt; passt eine Komponente nicht mehr in eine Zeile, rückt sie in die nächste.

BorderLayout: Die Fläche wird in die fünf Regionen **North**, **South**, **West**, **East** und **Center** aufgeteilt, die jeweils von einer Komponente eingenommen werden können.

CardLayout: Die Komponenten werden wie in einem Karten-Stapel abgelegt. Der Stapel ermöglicht sowohl den Durchgang in einer festen Reihenfolge wie den Zugriff auf spezielle Elemente.

GridLayout: Die Komponenten werden in einem Gitter mit gegebener Zeilen- und Spalten-Anzahl abgelegt.

GridBagLayout: Wie **GridLayout**, nur flexibler, indem einzelne Komponenten auch mehrere Felder des Gitters belegen können.

Ereignisse

- ▶ Komponenten erzeugen Ereignisse;
- ▶ Listener-Objekte werden an Komponenten für Ereignis-Klassen registriert;
- ▶ Ereignisse werden entsprechend ihrer Herkunft an Listener-Objekte weitergereicht.

Ereignisse

- ▶ Jedes `AWTEvent`-Objekt verfügt über eine `Quelle`, d.h. eine Komponente, die dieses Ereignis erzeugt.
`public Object getSource()` (der Klasse `java.util.EventObject`) liefert dieses Objekt.
- ▶ Gibt es verschiedene Klassen von Komponenten, die Ereignisse der gleichen Klasse erzeugen können, werden diese mit einem geeigneten Interface zusammengefasst.

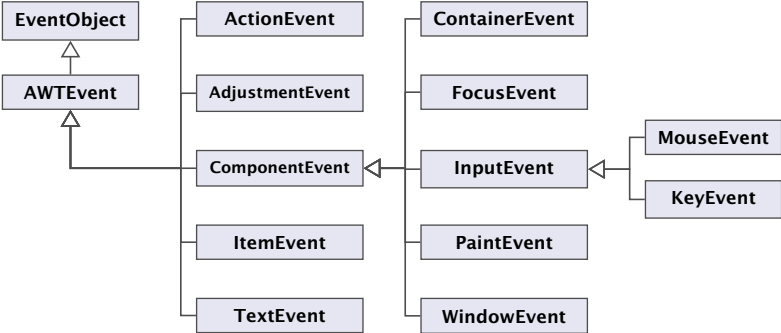
Beispiele:

<i>Ereignisklasse</i>	<i>Interface</i>	<i>Objektmethode</i>
<code>ItemEvent</code>	<code>ItemSelectable</code>	<code>getItemSelectable()</code>
<code>AdjustmentEvent</code>	<code>Adjustable</code>	<code>getAdjustable()</code>

Ereignisse

- ▶ Eine Komponente kann Ereignisse **verschiedener** **AWTEvent**-Klassen erzeugen.
- ▶ Für jede dieser Klassen können getrennt Listener-Objekte registriert werden...
- ▶ Man unterscheidet zwei Sorten von Ereignissen:
 1. **semantische** Ereignis-Klassen — wie **ActionEvent** oder **AdjustmentEvent**;
 2. **low-level** Ereignis-Klassen — wie **WindowEvent** oder **MouseEvent**.

Überblick – Eventklassen

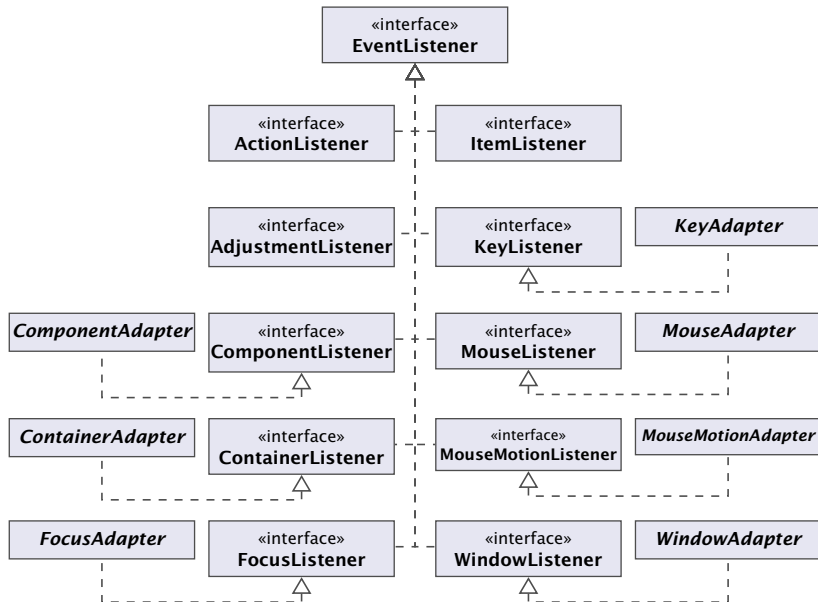


Listeners

- ▶ Zu jeder Klasse von Ereignissen gehört ein Interface, das die zuständigen Listener-Objekte implementieren müssen.
- ▶ Manche Interfaces verlangen die Implementierung **mehrerer** Methoden.
- ▶ In diesem Fall stellt **Java Adapter**-Klassen zur Verfügung.
- ▶ Die Adapterklasse zu einem Interface implementiert sämtliche geforderten Methoden auf **triviale** Weise ;-)
- ▶ In einer Unterklasse der Adapter-Klasse kann man sich darum darauf beschränken, nur diejenigen Methoden zu implementieren, auf die man Wert legt.

Überblick – Eventklassen

Die Adapterklassen sind abstrakt, obwohl sie keine abstrakten Methoden enthalten.



Beispiel – Ein MouseListener

- ▶ Das Interface `MouseListener` verlangt die Implementierung der Methoden:
 - ▶ `void mousePressed(MouseEvent e);`
 - ▶ `void mouseReleased(MouseEvent e);`
 - ▶ `void mouseEntered(MouseEvent e);`
 - ▶ `void mouseExited(MouseEvent e);`
 - ▶ `void mouseClicked(MouseEvent e);`
- ▶ Diese Methoden werden bei den entsprechenden Maus-Ereignissen der Komponente aufgerufen.
- ▶ Unser Beispielprogramm soll bei jedem Maus-Klick eine kleine Kreisfläche malen...

Beispiel – Ein MouseListener

```
1 import javax.swing.*;
2 import java.awt.*; import java.awt.event.*;
3
4 public class Mouse extends JFrame {
5     private Image buffer;
6     private JComponent comp;
7     private Graphics gBuff;
8     Mouse() {
9         setSize(500,500);
10        setVisible(true);
11        buffer = createImage(500,500);
12        gBuff = buffer.getGraphics();
13        gBuff.setColor(Color.orange);
14        gBuff.fillRect(0,0,500,500);
15        comp = new MyComponent();
16        comp.addMouseListener(new MyMouseListener());
17        add(comp);
18    }
```

"Mouse.java"

Beispiel – Ein MouseListener

```
20     class MyMouseListener extends MouseAdapter {
21         public void mouseClicked(MouseEvent e) {
22             int x = e.getX(); int y = e.getY();
23             System.out.println("x:"+x+",y:"+y);
24             gBuff.setColor(Color.blue);
25             gBuff.fillOval(x-5,y-5,10,10);
26             repaint();
27         }
28     }
29     class MyComponent extends JComponent {
30         public void paintComponent(Graphics page) {
31             page.drawImage(buffer,0,0,500,500,null);
32         }
33     }
34     public static void main(String args[]) {
35         SwingUtilities.invokeLater(() -> new Mouse());
36     }
37 }
```

"Mouse.java"

Erläuterungen

- ▶ Wir wollen nur die Methode `mouseClicked()` implementieren. Darum definieren wir unsere `MouseListener`-Klasse `MyMouseListener` als Unterklasse der Klasse `MouseListener`.
- ▶ Die `MouseEvent`-Methoden:

```
public int getX();    public int getY();
```

liefern die Koordinaten, an denen der Mouse-Klick erfolgte...
- ▶ an dieser Stelle malen wir einen gefüllten Kreis in den Puffer.
- ▶ Dann rufen wir die Methode `repaint()` auf, um die Änderung sichtbar zu machen...

Beispiel – MouseListener

