17 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!

Ereignisse

- 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

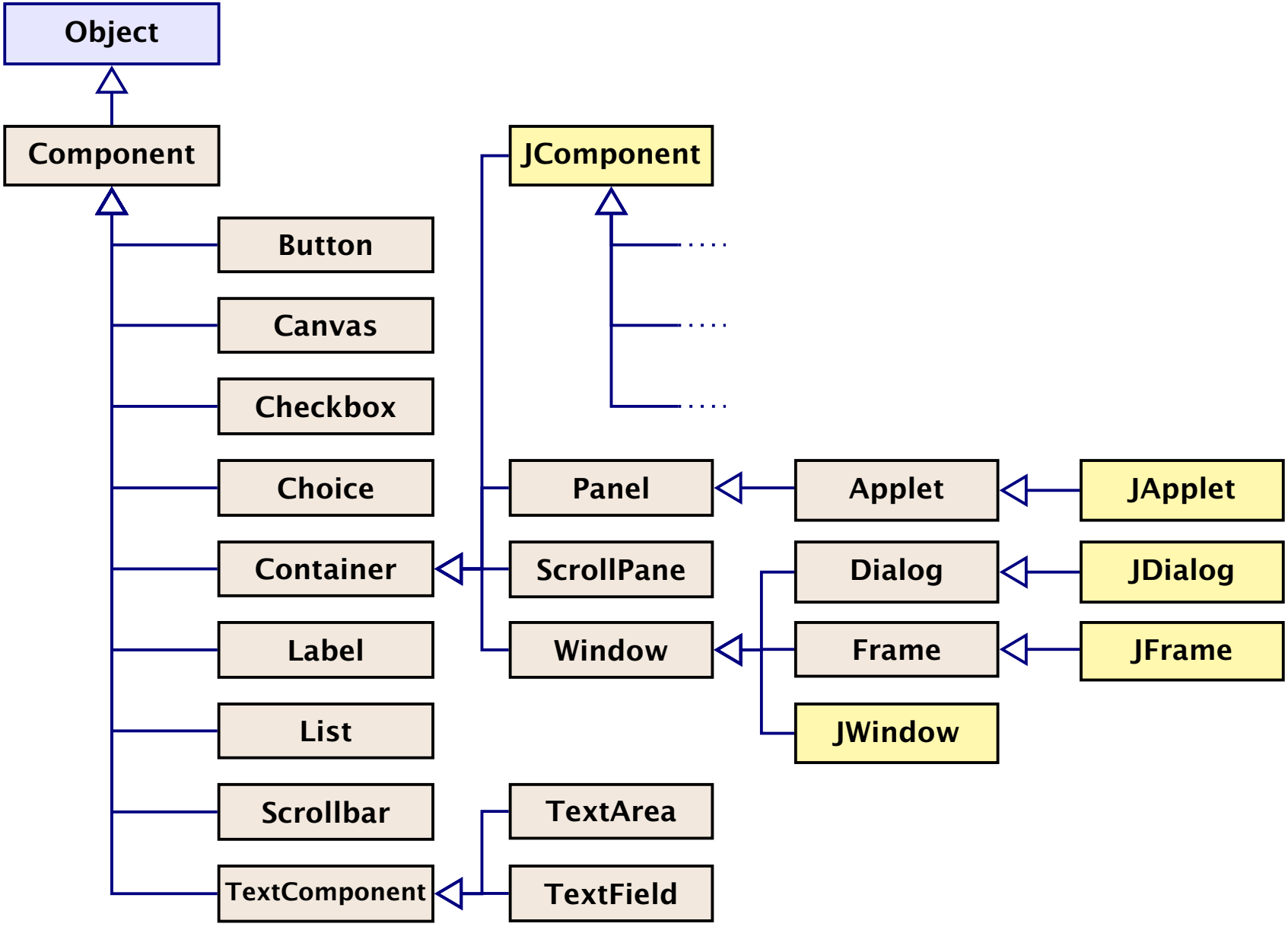
AWT, Abstract Windowing Toolkit.

- 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

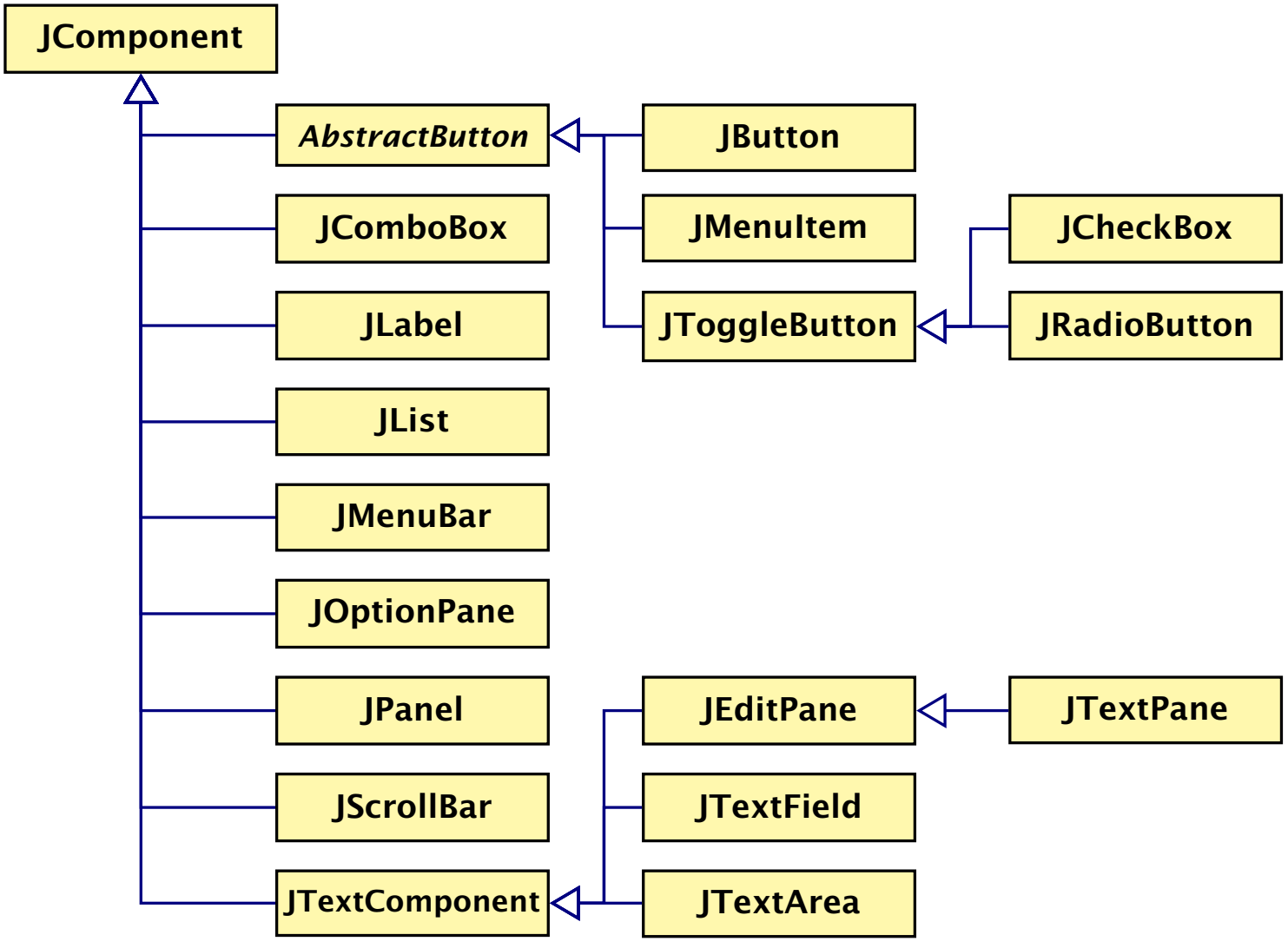
Swing

- 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:

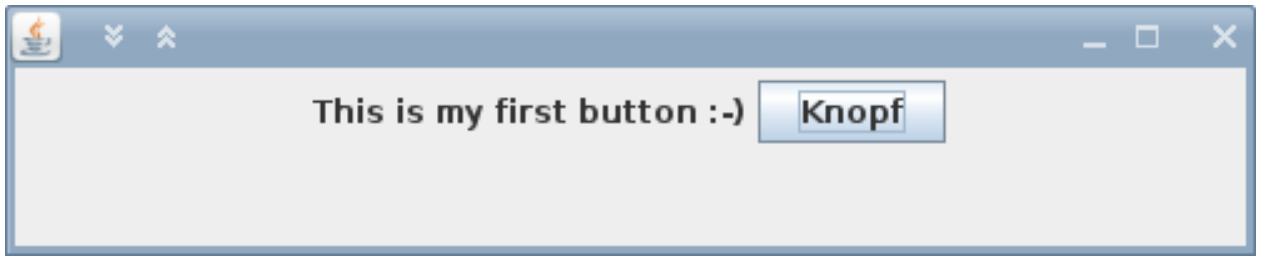
  ```
  void add(Component c)
  void add(Component c, int i)
  ```

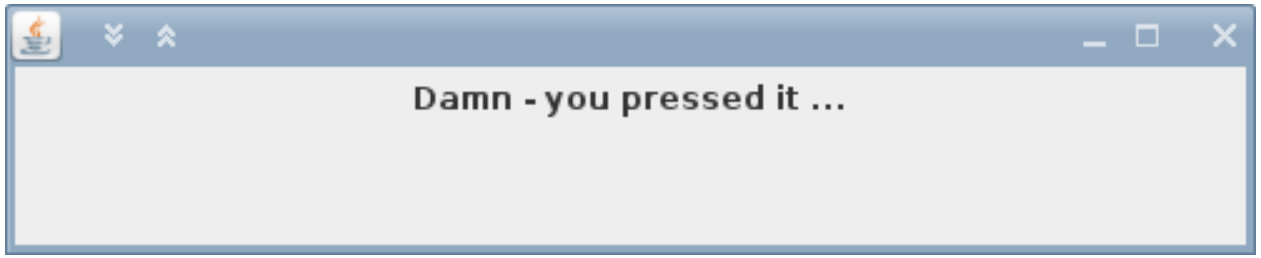
  ... fügen die Komponente `c` zum Container `JFrame` hinten (bzw. an der Stelle `i`) hinzu.
- `public void addActionListener(ActionListener listener)` registriert ein Objekt `listener` als das, welches die von der Komponente ausgelösten `ActionEvent`-Objekte behandelt, hier: der `JFrame` selber.
- `ActionListener` 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      }
```

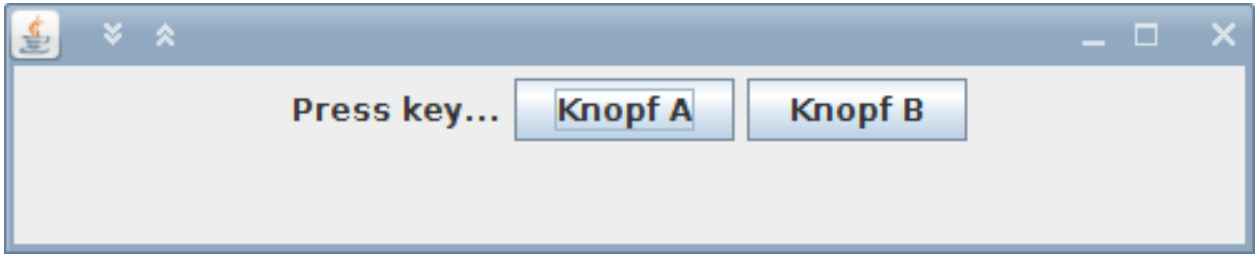
"SeveralButtons.java"

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      }
44  }
```

"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 }   }
```

"TestInner.java"

Beispiel – Zugriff von Außen

```
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();
17         a.showMeth();
18 }   }
```

"TestInnerStatic.java"

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.

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.

Beispiel – Iterator

```
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, dass 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("Toll! 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("Toll! 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 Klassse(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.BOLD, 18));
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  }   }
```

"SeveralButtonsInner.java"

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 -> {...}`

Beispiele

```
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

```
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         }
17     }
18 }
```

"Eval.java"

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 `int`s 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.

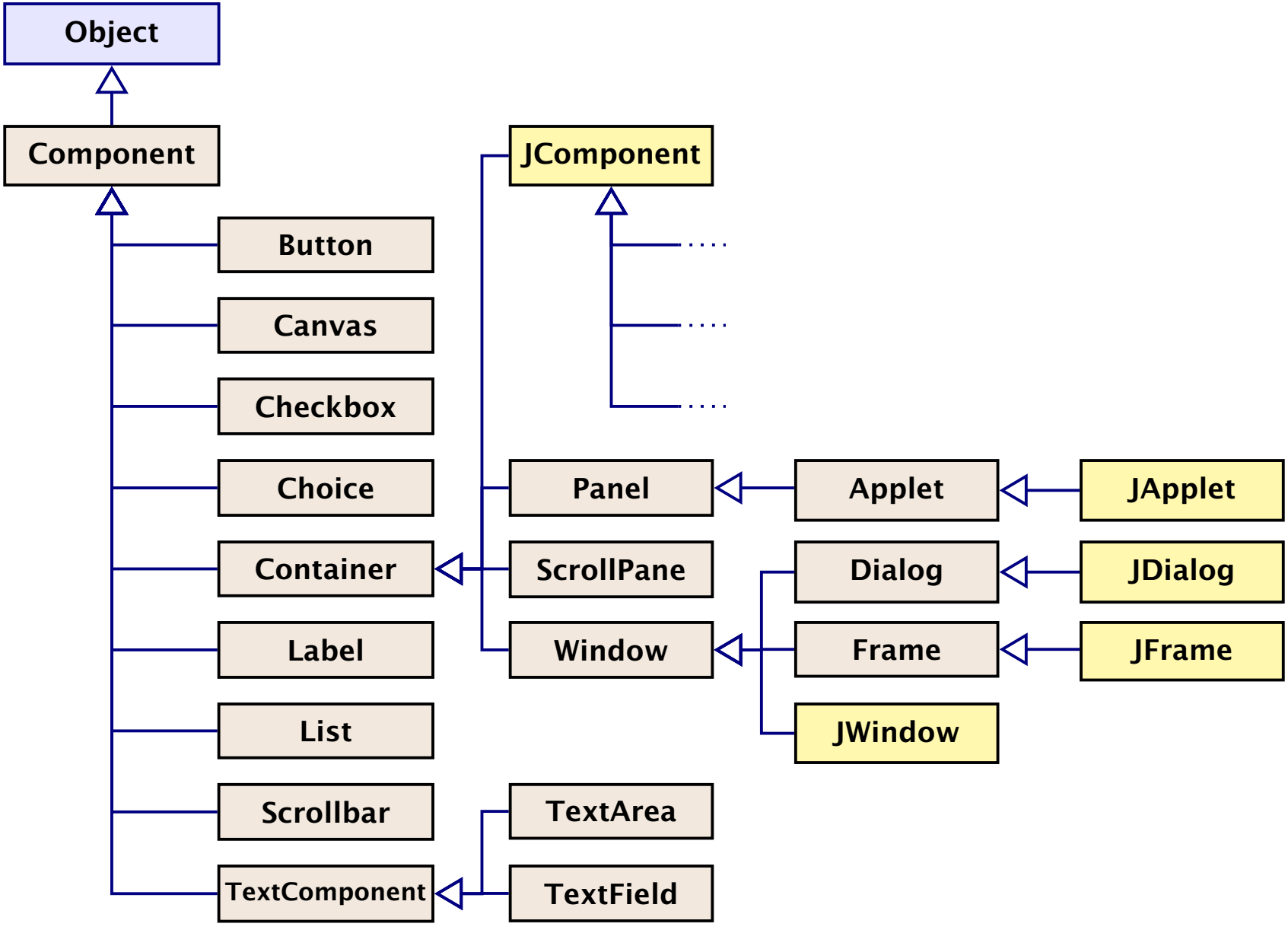
Mehrere Knöpfe – Lambda/Methodenreferenz

```
1  import javax.swing.*;
2  import static javax.swing.SwingUtilities.*;
3  import java.awt.*; import java.awt.event.*;
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
               "+e.getActionCommand());
9      }
10     public void actionB(ActionEvent e) {
11         label.setText("Toll! Knopf 2 mit Label
               "+e.getActionCommand());
12     }
13 }
14 public class SeveralButtonsLambda extends JFrame {
15     JLabel  label;
16     JButton butA, butB;
17     EventHandler handler;
```

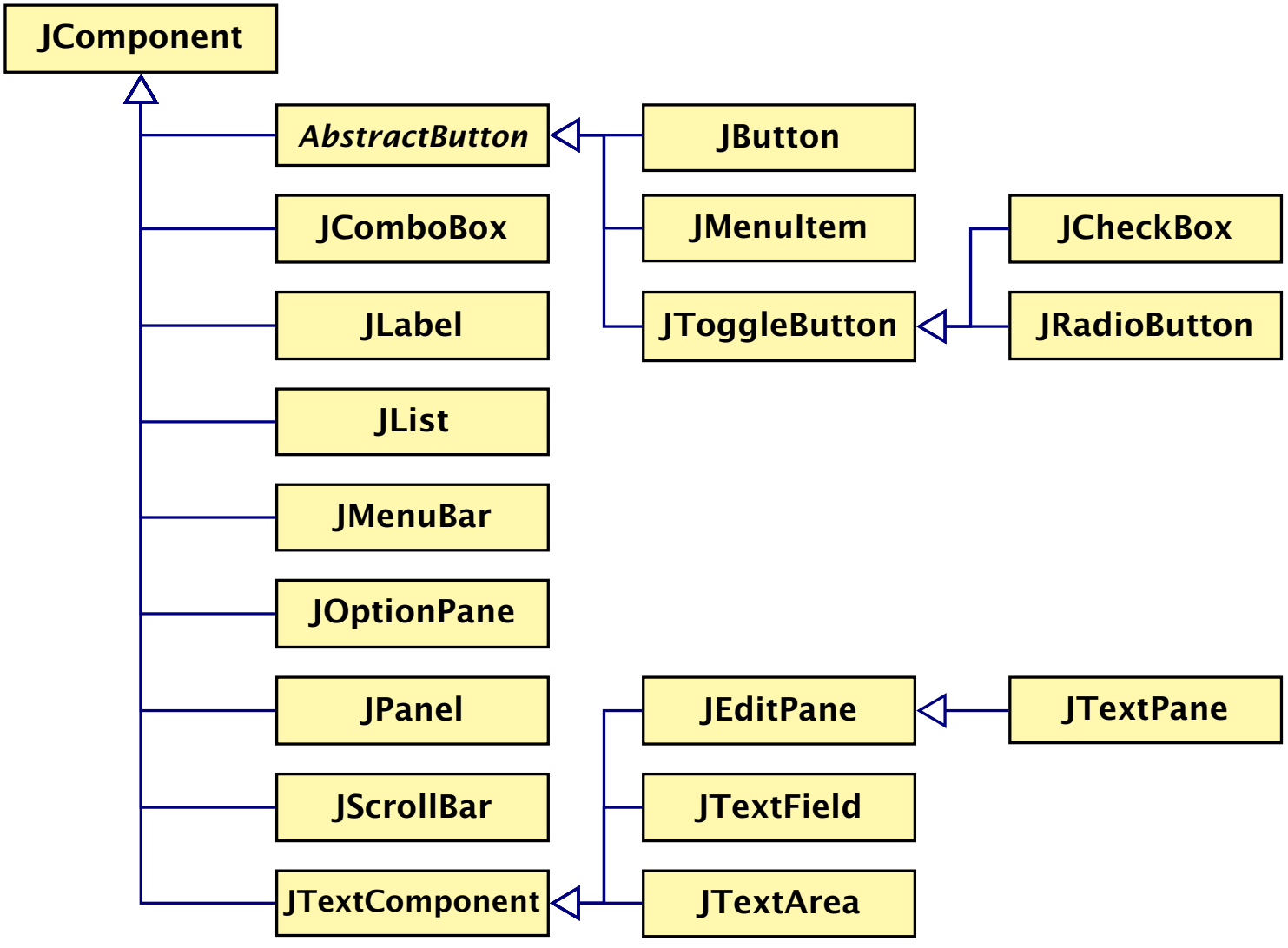
Mehrere Knöpfe – Lambda/Methodenreferenz

```
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  }   }
```

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();
}
```

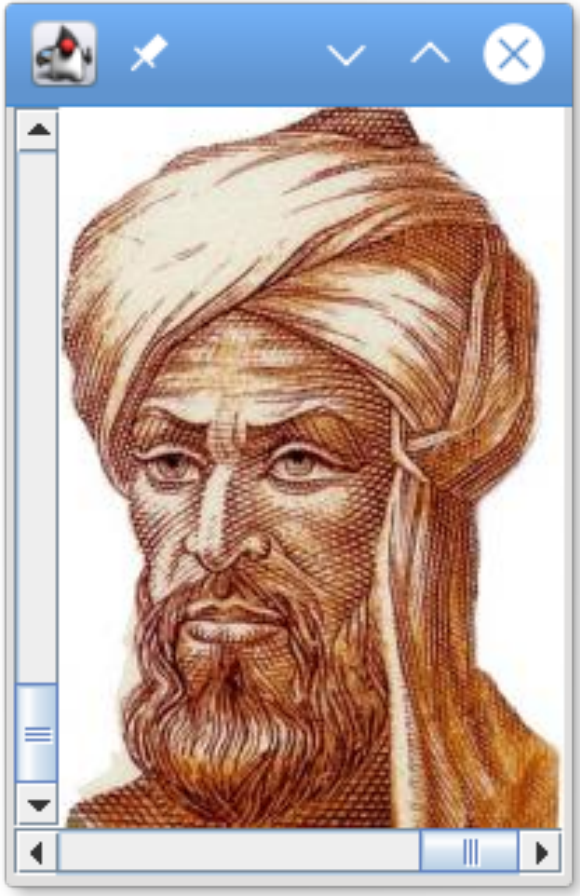
"ScalingFun.java"

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.

Erläuterungen

- 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.

Layouts

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...

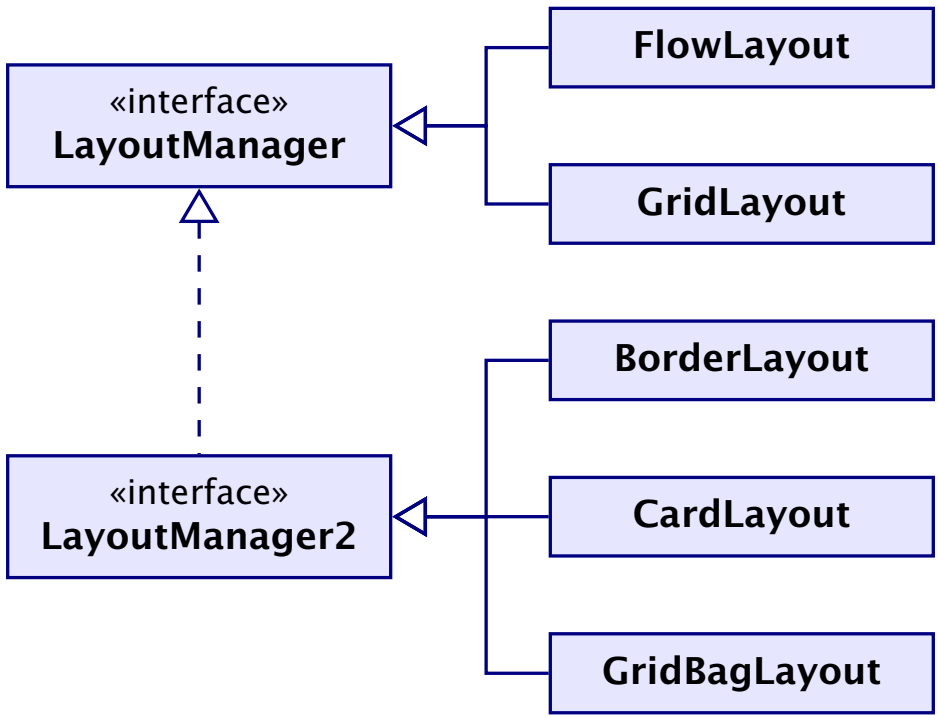
Layouts

- 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 erzeugte.
  `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.

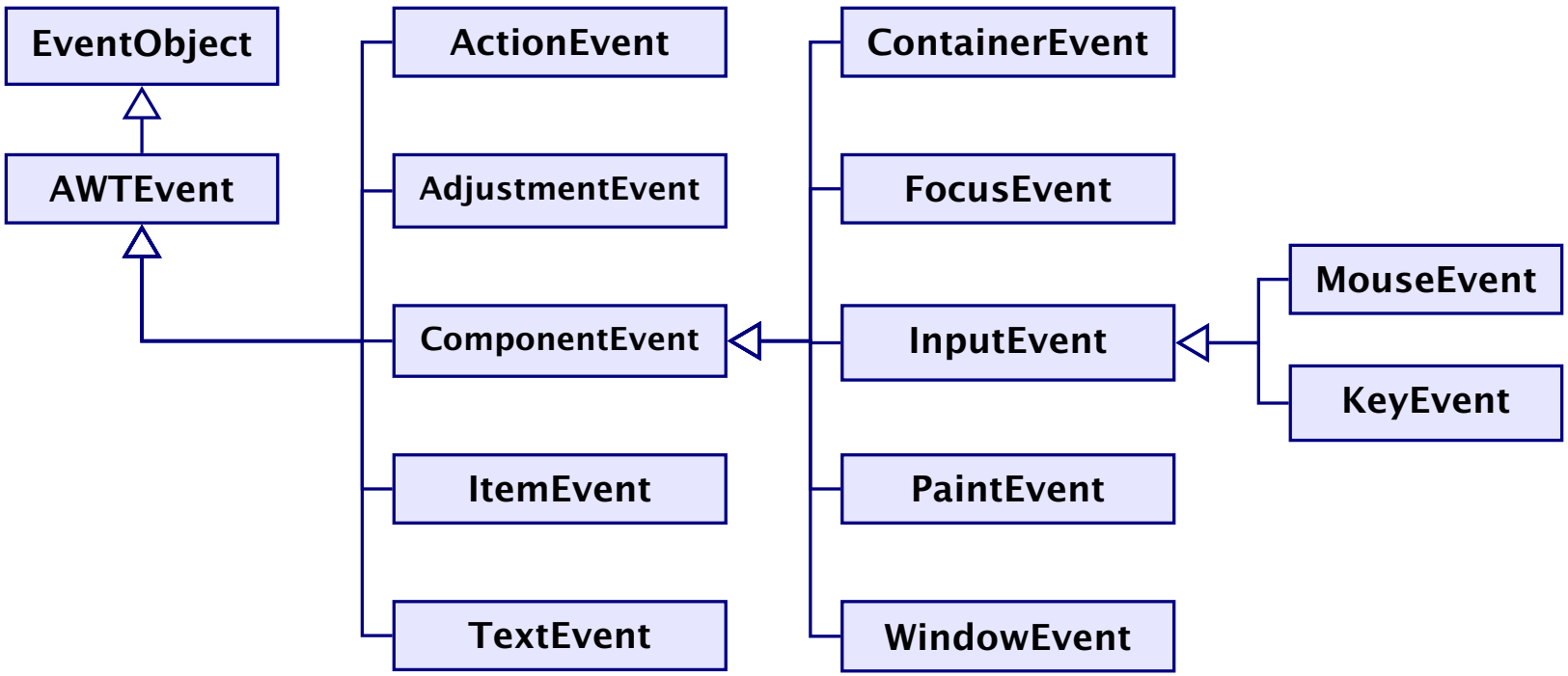
Beispiele:

Ereignisklasse	*Interface*	*Objektmethode*
ItemEvent	ItemSelectable	getItemSelectable()
AdjustmentEvent	Adjustable	getAdjustable()

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`.

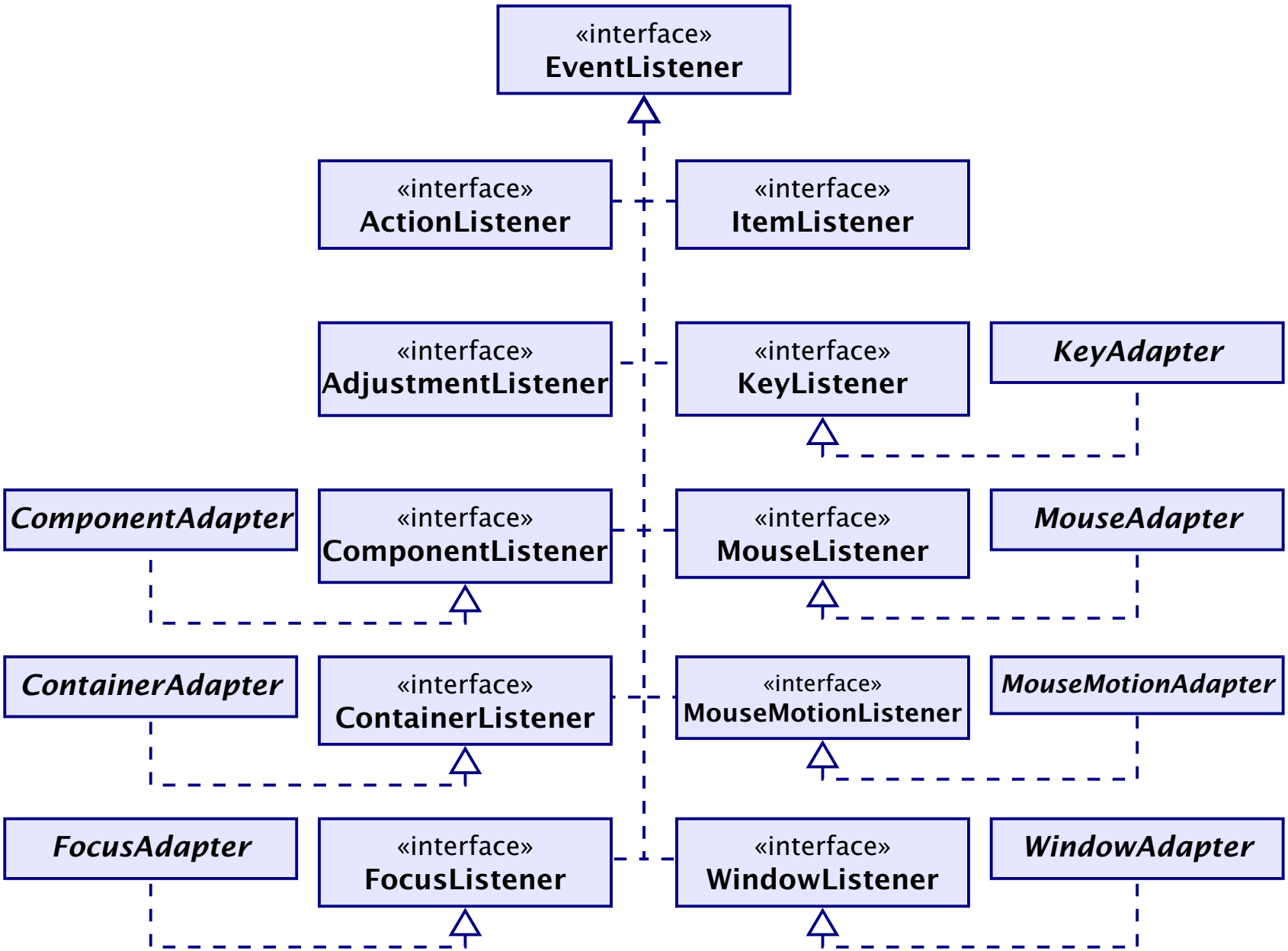
Überblick – Eventklassen



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



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 entsprechenen 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
9      Mouse() {
10         setSize(500,500);
11         setVisible(true);
12         buffer = createImage(500,500);
13         gBuff  = buffer.getGraphics();
14         gBuff.setColor(Color.orange);
15         gBuff.fillRect(0,0,500,500);
16         comp = new MyComponent();
17         comp.addMouseListener(new MyMouseListener());
18         add(comp);
19     }
```

"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 `MouseAdapter`.
- 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