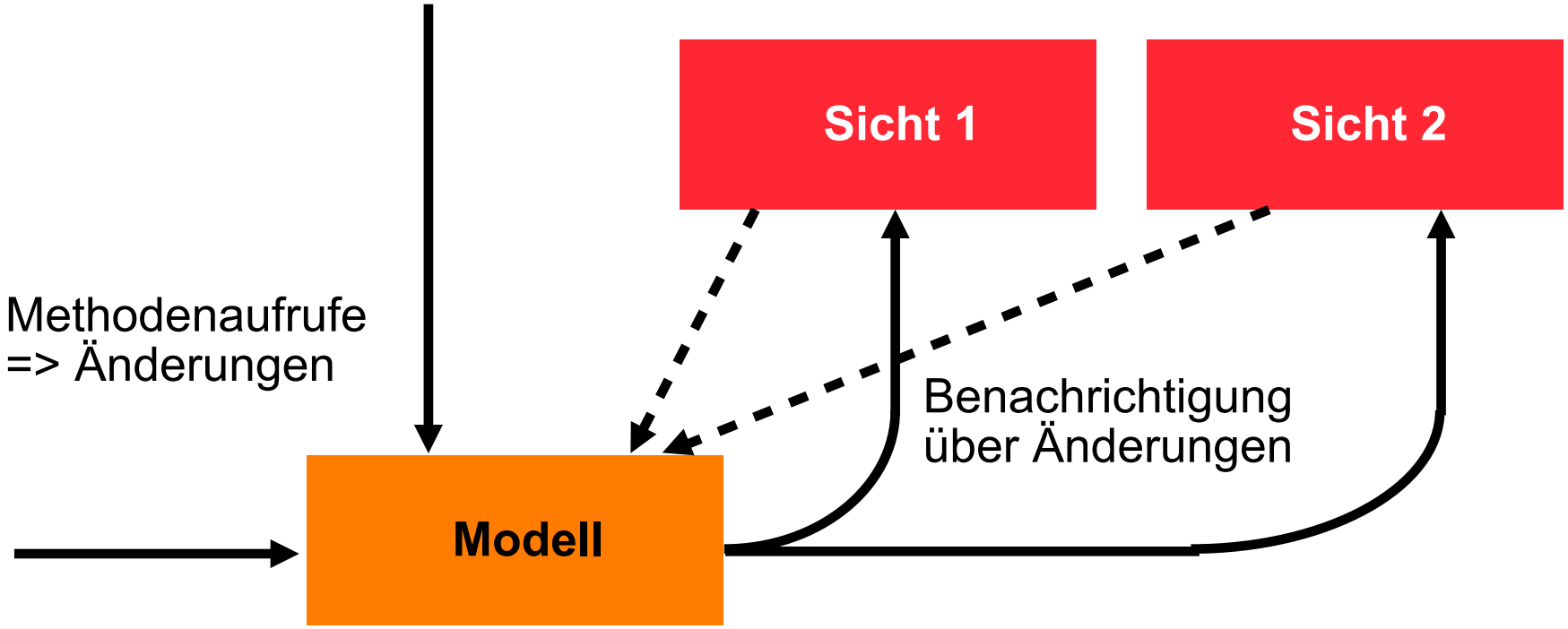
2. Programmierung von Benutzungsschnittstellen

Benutzungsoberflächen

- Technische Realisierungen:
  - Stapelverarbeitungssprache *(batch control, job control)*
  - Zeilenorientierte interaktive Kommandosprache
    - » Beispiele: Kommandosprachen von MS-DOS, UNIX
  - Skriptsprache
  - Bildschirm- und maskenorientierter Dialog
    - » Beispiele: Dialogoberfläche von MVS, VM/CMS
  - **Graphische Benutzungsoberfläche *(graphical user interface, GUI)***
  - Multimedia-Benutzungsoberfläche
  - Virtuelle Welt, VR, AR, UbiComp...

- Tendenz:
  - Bessere Anpassung an menschliche Kommunikation
  - Weg von sequentieller Organisation hin zu freier Interaktionsgestaltung

Modell und Sicht

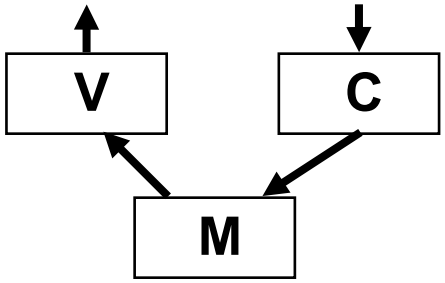


Beispiele: Verschiedene Dokumentenansichten, Statusanzeigen, Verfügbarkeit von Menüpunkten

Frage: *Wie hält man das Modell unabhängig von den einzelnen Sichten darauf ?*

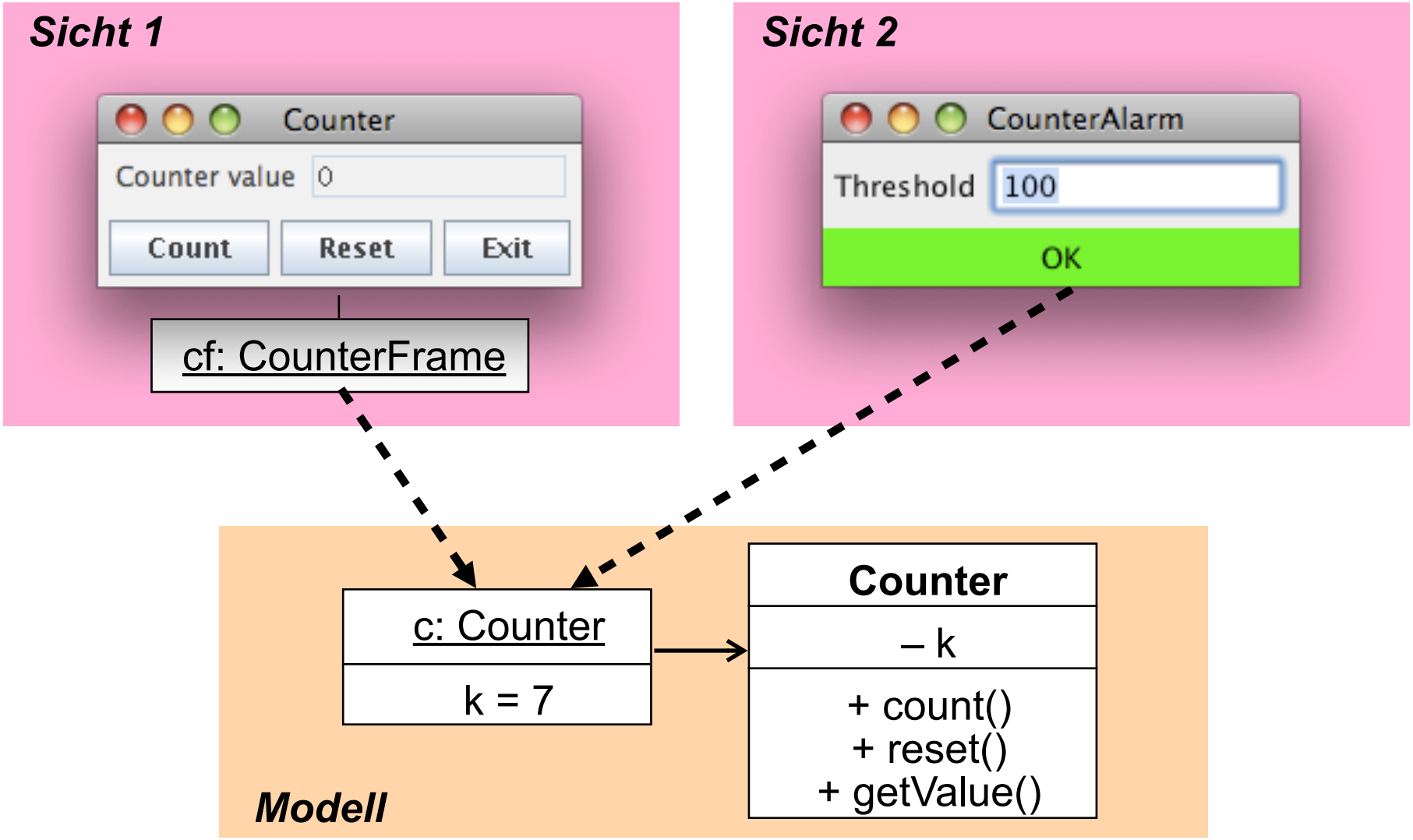
Muster "Observer"

Model-View-Controller-Architektur (MVC)



- Model:
  - Fachliches Modell, weitgehend unabhängig von Oberfläche
  - Beobachtbar *(observable)*
- View:
  - Repräsentation auf Benutzungsoberfläche
  - Beobachter des Modells, wird bei Bedarf aktualisiert (“update”)
  - Erfragt beim "update" ggf. notwendige Daten beim Modell
- Controller:
  - Modifiziert Werte im Modell
  - Ist an bestimmte Elemente der "View" (z.B. Buttons) gekoppelt
  - Reagiert auf Ereignisse und setzt sie um in Methodenaufrufe

Sichten: Motivierendes Beispiel



Ein Zähler (Beispiel fachliches Modell)

```
class Counter {

  private int k = 0;

  public void count () {
      k++;


  }
  public void reset () {
      k = 0;


  }
  public int getValue () {
      return k;
  }
}
```

Beobachtbares Modell *(Model)*

```
class Counter extends Observable {
  private int k = 0;
  public void count () {
      k++;
      setChanged();
      notifyObservers();
  }
  public void reset () {
      k = 0;
      setChanged();
      notifyObservers();
  }
  public int getValue () {
      return k;
  }
}
```

- Das fachliche Modell enthält keinerlei Bezug auf die Benutzungsoberfläche !

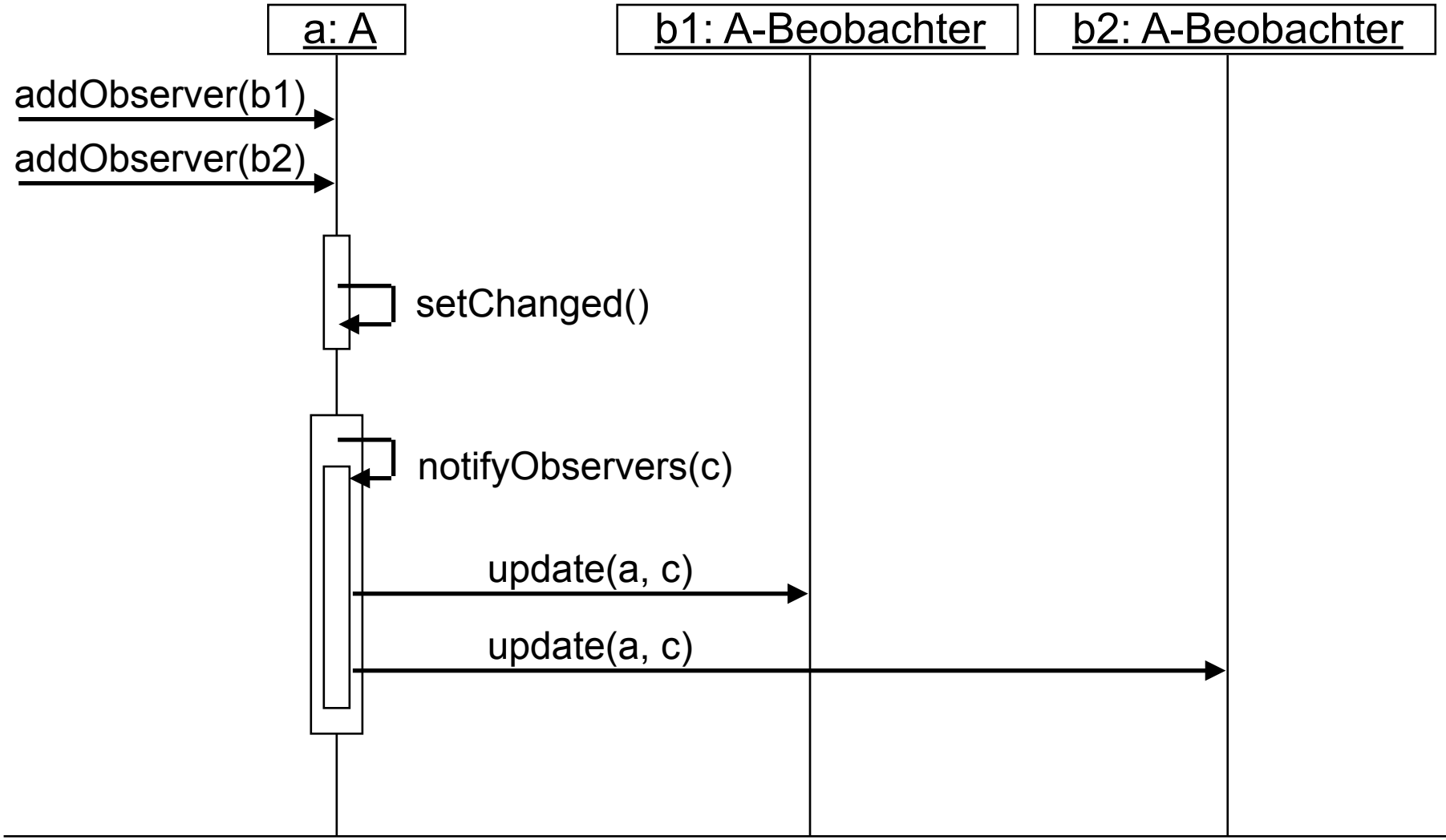
java.util.Observable, java.util.Observer

```
public class Observable {
  public void addObserver (Observer o);
  public void deleteObserver (Observer o);

  protected void setChanged();
  public void notifyObservers ();
  public void notifyObservers (Object arg);
}

public interface Observer {
  public void update (Observable o, Object arg);
}
```

Argumente für notifyObservers():
meist nur Art der Änderung, nicht gesamte Zustandsinformation
Beobachter können normale Methodenaufrufe nutzen, um sich näher zu informieren.

Beispielablauf

```
a extends Observable;    b1, b2 implements Observer;
```



2. Programmierung von Benutzungsschnittstellen

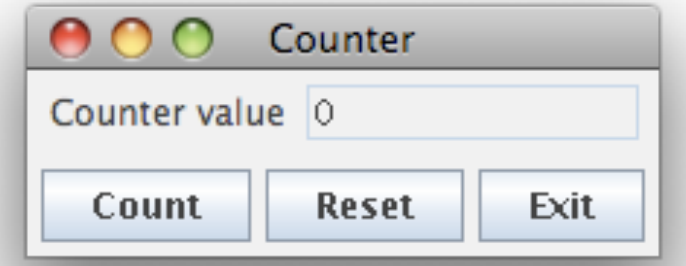
2.1 Modell-Sicht-Paradigma

2.2 Bausteine für grafische Oberflächen 

2.3 Ereignisgesteuerte Programme

Grafische Benutzungsoberflächen

- 1980: Smalltalk-80-Oberfläche (Xerox)
- 1983/84: Lisa/Macintosh-Oberfläche (Apple)
- 1988: NextStep (Next)
- 1989: OpenLook (Sun)
- 1989: Motif (Open Software Foundation)
- 1987/91: OS/2 Presentation Manager (IBM)
- 1990: Windows 3.0 (Microsoft)
- 1995-2015: Windows 95/NT/98/2000/ME/XP/Vista/7/8/10 (Microsoft)
- 1995: Java ***Abstract Window Toolkit AWT*** (SunSoft)
- 1997: ***Swing*** Components for Java (SunSoft)



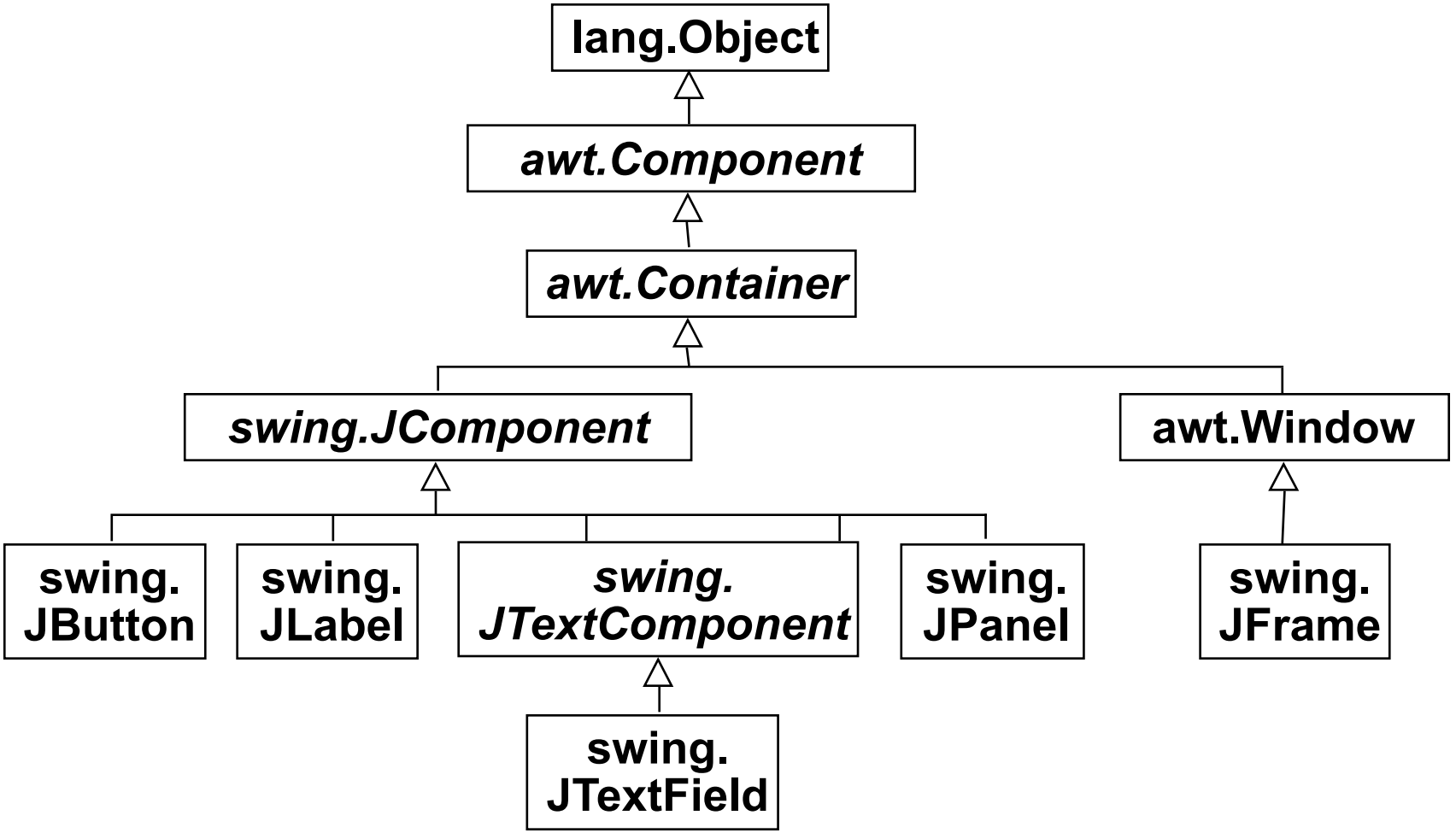
Bibliotheken von AWT und Swing

- Wichtigste AWT-Pakete:
  - **java.awt**: u.a. Grafik, Oberflächenkomponenten, Layout-Manager
  - **java.awt.event**: Ereignisbehandlung
  - Andere Pakete für weitere Spezialzwecke
- Wichtigstes Swing-Paket:
  - **javax.swing**: Oberflächenkomponenten
  - Andere Pakete für Spezialzwecke
- Viele AWT-Klassen werden auch in Swing verwendet!
- Standard-Vorspann:

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;
```

- (Naiver) Unterschied zwischen AWT- und Swing-Komponenten:
  - AWT: Button, Frame, Menu, ...
  - Swing: JButton, JFrame, JMenu, ...

AWT/Swing-Klassenhierarchie (Ausschnitt)



- Dies ist nur ein kleiner Ausschnitt!
- Präfixe "java." und "javax." hier weggelassen.

Component, Container, Window, JFrame, JPanel

- ***awt.Component*** (abstrakt):
  - Oberklasse aller Bestandteile der Oberfläche

```
public void setSize (int width, int height);
public void setVisible (boolean b);
```

- ***awt.Container*** (abstrakt):
  - Oberklasse aller Komponenten, die andere Komponenten enthalten

```
public void add (Component comp);
public void setLayout (LayoutManager mgr);
```

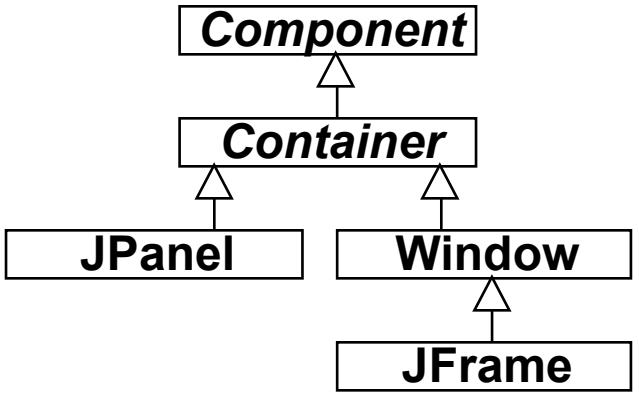
- **awt.Window**
  - Fenster ohne Rahmen oder Menüs

```
public void pack (); //Größe anpassen
```

- **swing.JFrame**
  - Größenveränderbares Fenster mit Titel

```
public void setTitle (String title);
```

- **swing.JPanel**
  - Zusammenfassung von Swing-Komponenten

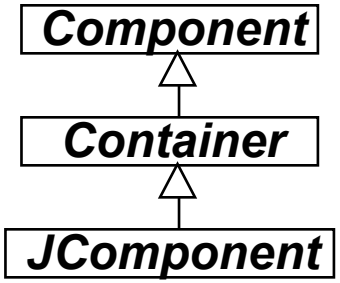


JComponent

- Oberklasse aller Oberflächenkomponenten der Swing-Bibliothek. Eigenschaften u.a.:
  - Einstellbares "Look-and-Feel" (sh. später)
  - Komponenten kombinierbar und erweiterbar
  - Rahmen für Komponenten

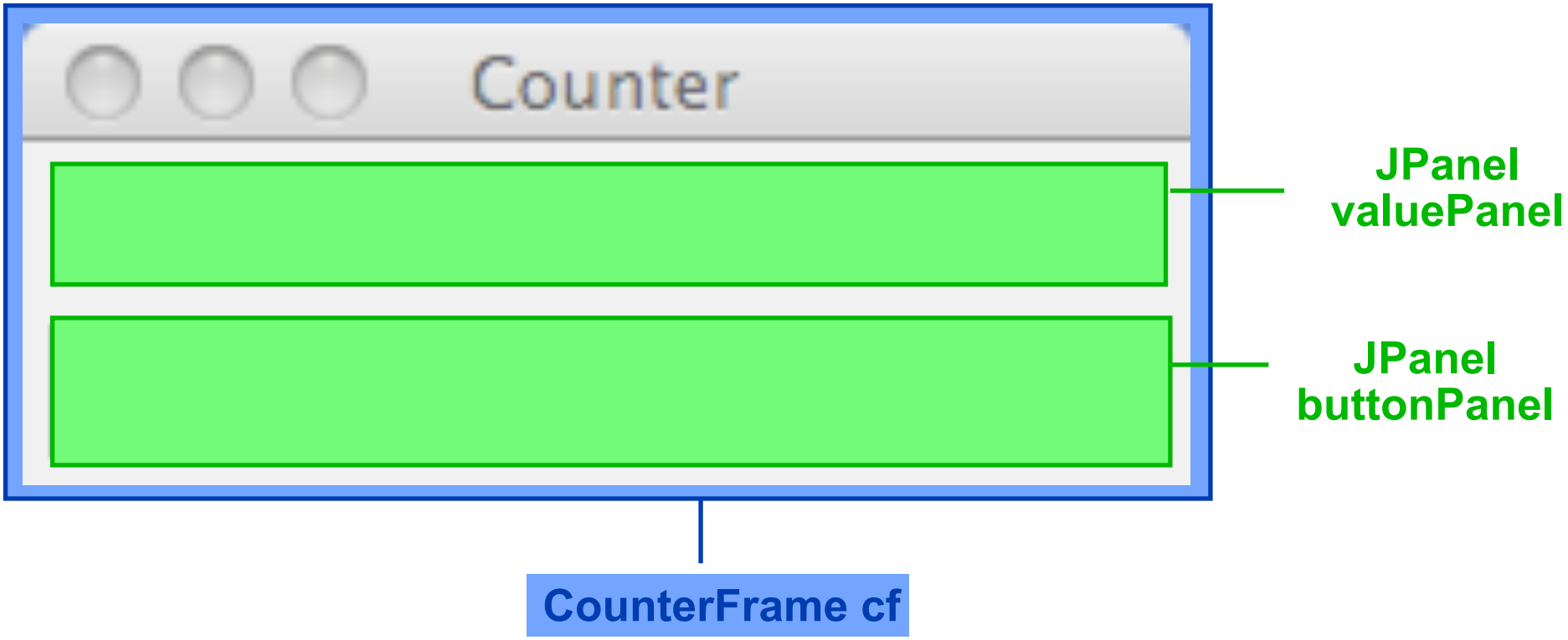
    ```
    void setBorder (Border border);
    ```
    (Border-Objekte mit BorderFactory erzeugbar)
  - ToolTips = Kurzbeschreibungen, die auftauchen, wenn der Cursor über der Komponente liegt

    ```
    void setToolTipText (String text);
    ```
  - Automatisches Scrolling



- Beispiele für weitere Unterklassen von JComponent:
  - JList: Auswahlliste
  - JComboBox: "Drop-Down"-Auswahlliste mit Texteingabemöglichkeit
  - JPopUpMenu: "Pop-Up"-Menü
  - JFileChooser: Dateiauswahl

Zähler-Beispiel: Grobentwurf der Oberfläche

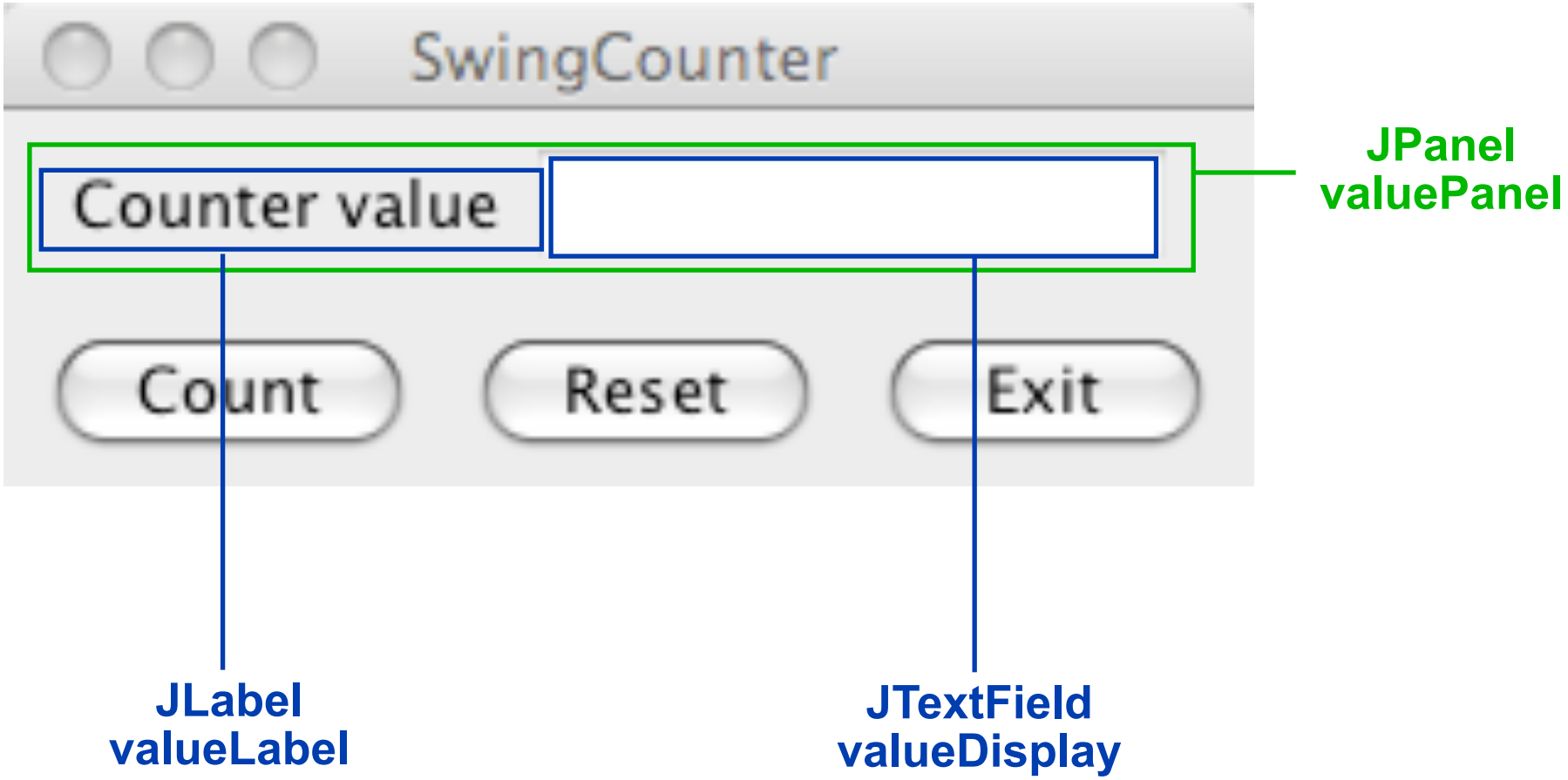


Die Sicht *(View):* Gliederung

```
class CounterFrame extends JFrame {
  JPanel valuePanel = new JPanel();

  JPanel buttonPanel = new JPanel();




  public CounterFrame (Counter c) {
    setTitle("SwingCounter");



    add(valuePanel);



    add(buttonPanel);
    pack();
    setVisible(true);
  }
}
```

Swing1

Zähler-Beispiel: Entwurf der Wertanzeige



JTextComponent, JTextField, JLabel, JButton

- ***JTextComponent:***
  - Oberklasse von JTextField und JTextArea

```
public void setText (String t);
public String getText ();
public void setEditable (boolean b);
```

- **JTextField:**
  - Textfeld mit einer Zeile

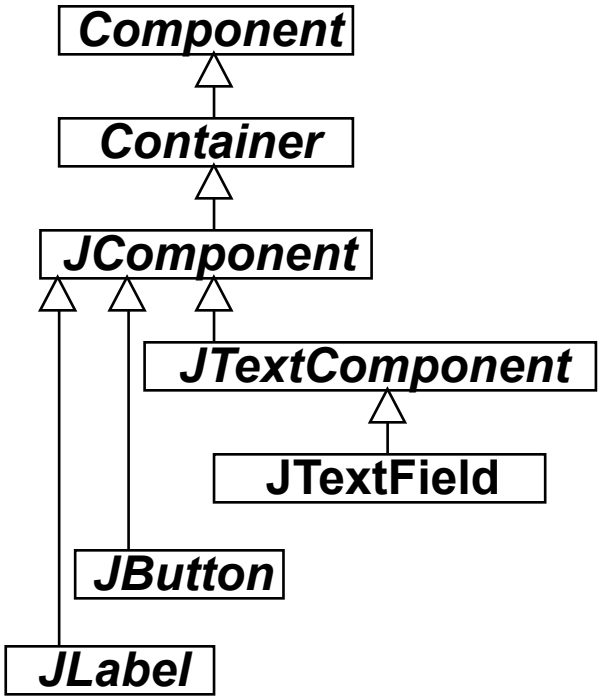
```
public JTextField (int length);
```

- **JLabel:**
  - Einzeiliger unveränderbarer Text

```
public JLabel (String text);
```

- **JButton:**
  - Druckknopf mit Textbeschriftung

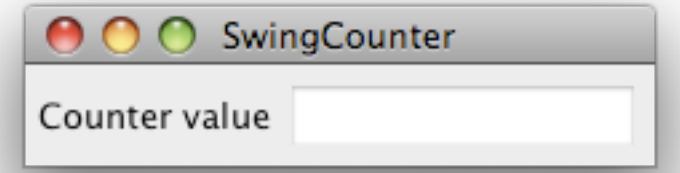
```
public JButton (String label);
```



Die Sicht *(View):* Elemente der Wertanzeige

```
class CounterFrame extends JFrame {
  JPanel valuePanel = new JPanel();
  JTextField valueDisplay = new JTextField(10);
  JPanel buttonPanel = new JPanel();



  public CounterFrame (Counter c) {
    setTitle("SwingCounter");
    valuePanel.add(new JLabel("Counter value"));
    valuePanel.add(valueDisplay);
    valueDisplay.setEditable(false);
    add(valuePanel);



    add(buttonPanel);
    pack();
    setVisible(true);
  }
}
```

Swing2
Swing3



Layout-Manager

- **Definition** Ein *Layout-Manager* ist ein Objekt, das Methoden bereitstellt, um die graphische Repräsentation verschiedener Objekte innerhalb eines Container-Objektes anzuordnen.
- Formal ist LayoutManager ein *Interface*, für das viele Implementierungen möglich sind.
- In Java definierte Layout-Manager (Auswahl):
  - FlowLayout (java.awt.FlowLayout)
  - BorderLayout (java.awt.BorderLayout)
  - GridLayout (java.awt.GridLayout)

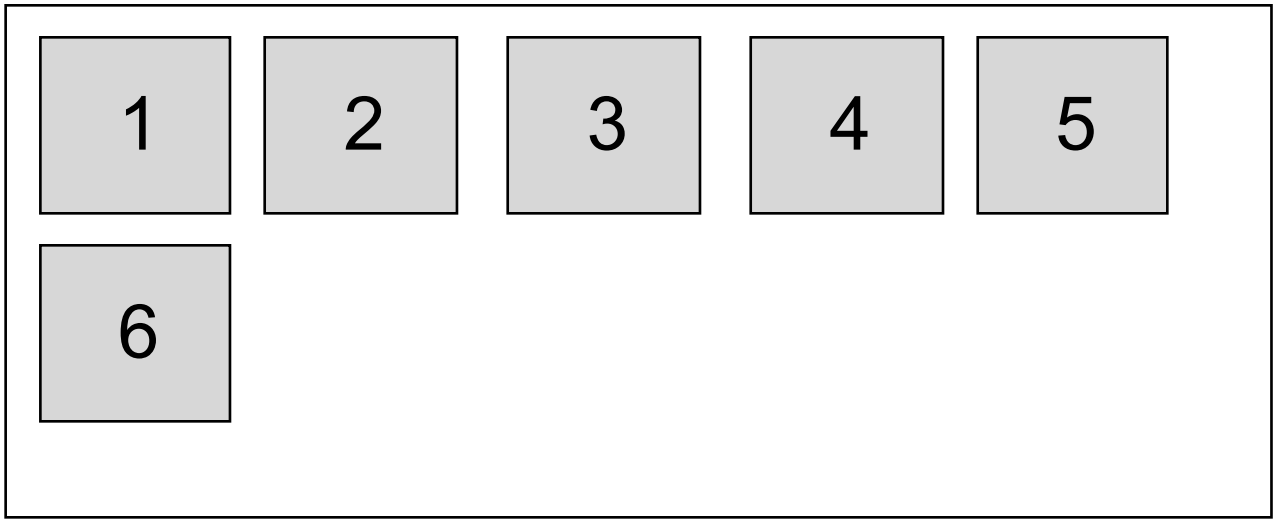
- In awt.Component:

  ```
  public void add (Component comp, Object constraints);
  ```

  erlaubt es, zusätzliche Information (z.B. Orientierung, Zeile/Spalte) an den Layout-Manager zu übergeben

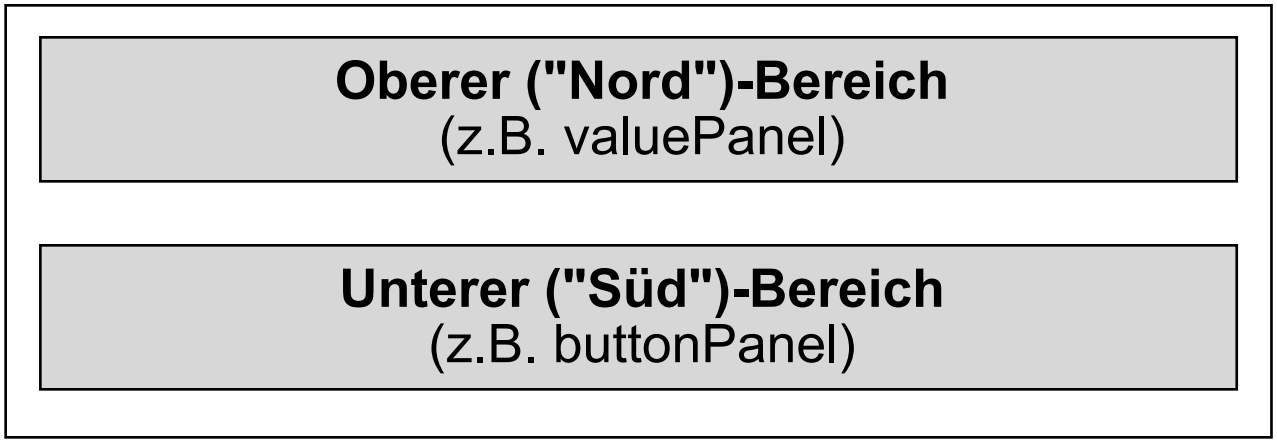
Flow-Layout

- Grundprinzip:
  - Anordnung analog Textfluß:
    von links nach rechts und von oben nach unten
- Default für JPanels
  - z.B. in valuePanel und buttonPanel
    für Hinzufügen von Labels, Buttons etc.
- Parameter bei Konstruktor: Orientierung auf Zeile, Abstände
- Constraints bei **`add`**: keine



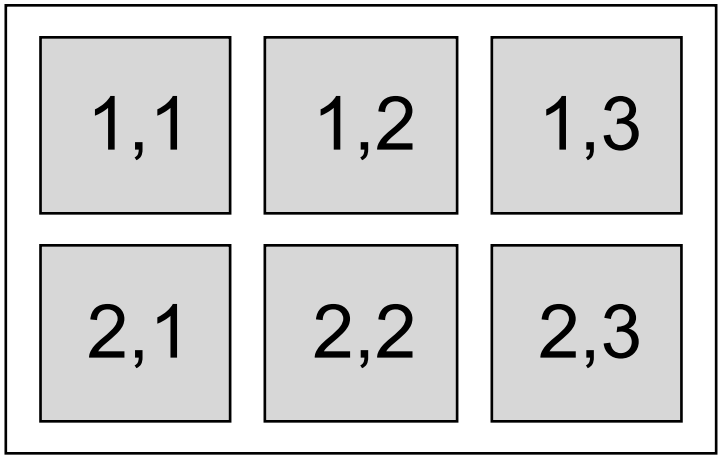
Border-Layout

- Grundprinzip:
  - Orientierung nach den Seiten (N, S, W, O)
    bzw. Mitte (center)
- Default für Window, JFrame
  - z.B. in CounterFrame
    für Hinzufügen von valuePanel, buttonPanel
- Parameter bei Konstruktor: Keine
- Constraints bei **`add:`**
  - **`BorderLayout.NORTH, SOUTH, WEST, EAST, CENTER`**

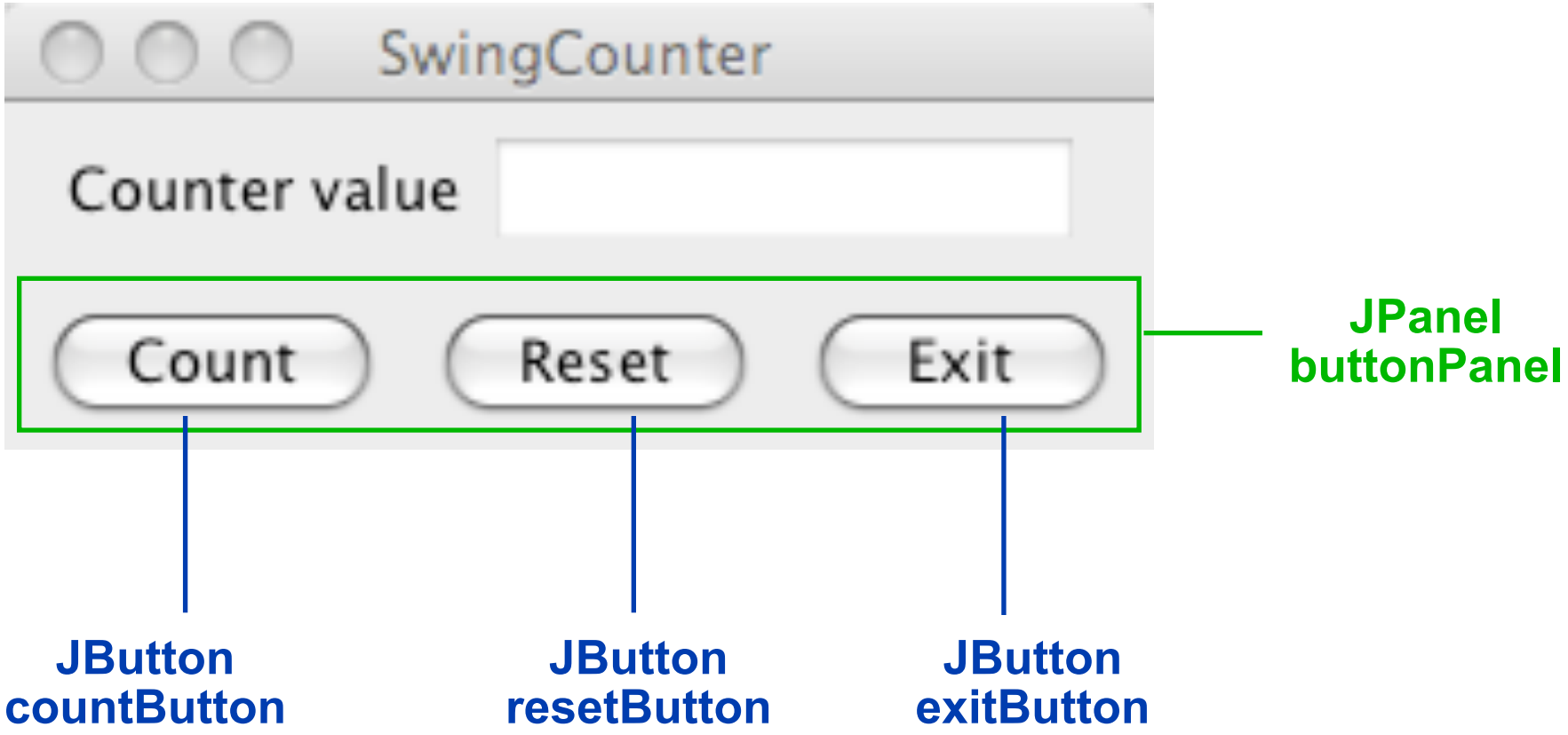


Grid-Layout

- Grundprinzip:
  - Anordnung nach Zeilen und Spalten
- Parameter bei Konstruktor:
  - Abstände, Anzahl Zeilen, Anzahl Spalten
- Constraints bei **`add:`**
  - Zeilen- und Spaltenindex als int-Zahlen



Zähler-Beispiel: Entwurf der Bedienelemente



Die Sicht *(View):* Bedienelemente

```
class CounterFrame extends JFrame {
  JPanel valuePanel = new JPanel();
  JTextField valueDisplay = new JTextField(10);
  JPanel buttonPanel = new JPanel();
  JButton countButton = new JButton("Count");
  JButton resetButton = new JButton("Reset");
  JButton exitButton = new JButton("Exit");

  public CounterFrame (Counter c) {
    setTitle("SwingCounter");
    valuePanel.add(new JLabel("Counter value"));
    valuePanel.add(valueDisplay);
    valueDisplay.setEditable(false);
    add(valuePanel);
    buttonPanel.add(countButton);
    buttonPanel.add(resetButton);
    buttonPanel.add(exitButton);
    add(buttonPanel);
    pack();
    setVisible(true);
  }
}
```

Die Sicht *(View):* Alle sichtbaren Elemente

```
class CounterFrame extends JFrame {
  JPanel valuePanel = new JPanel();
  JTextField valueDisplay = new JTextField(10);
  JPanel buttonPanel = new JPanel();
  JButton countButton = new JButton("Count");
  JButton resetButton = new JButton("Reset");
  JButton exitButton = new JButton("Exit");

  public CounterFrame (Counter c) {
    setTitle("SwingCounter");
    valuePanel.add(new JLabel("Counter value"));
    valuePanel.add(valueDisplay);
    valueDisplay.setEditable(false);
    add(valuePanel, BorderLayout.NORTH);
    buttonPanel.add(countButton);
    buttonPanel.add(resetButton);
    buttonPanel.add(exitButton);
    add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
    pack();
    setVisible(true);
  }
}
```

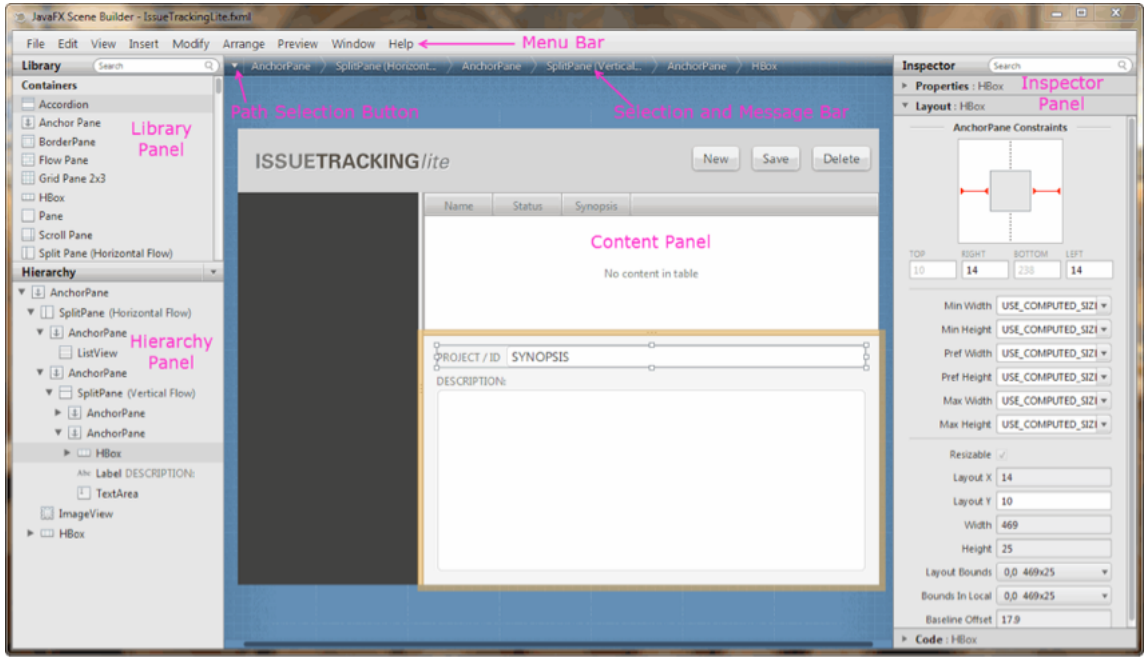
Swing4

Zähler-Beispiel: Anbindung Model/View

```
class CounterFrame extends JFrame
    implements Observer {
  ...
  JTextField valueDisplay = new JTextField(10);
  ...

  public CounterFrame (Counter c) {
    ...
    valuePanel.add(valueDisplay);
    valueDisplay.setEditable(false);
    valueDisplay.setText(String.valueOf(c.getValue()));
    ...
    c.addObserver(this);
    pack();
    setVisible(true);
  }

  public void update (Observable o, Object arg) {
    Counter c = (Counter) o;
    valueDisplay.setText(String.valueOf(c.getValue()));
  }
}
```

Alternative: JavaFX

- JavaFX = neueres Framework für grafische UIs (Standard in Java 8)
- Interface builder: JavaFX Scene Builder
- UI beschrieben in FXML Datei (XML Dialekt)
- Aussehen durch „CSS“ beschrieben (nicht wirklich volles CSS ;-)
- Siehe Lehrveranstaltung
  “Multimedia-Programmierung”!
- Siehe auch
  Software-Entwicklungspraktikum



http://www.oracle.com/technetwork/java/javafx/overview/index.html

2. Programmierung von Benutzungsschnittstellen

2.1 Modell-Sicht-Paradigma

2.2 Bausteine für grafische Oberflächen

2.3 Ereignisgesteuerte Programme 

Ereignisgesteuerter Programmablauf

- **Definition** Ein *Ereignis* ist ein Vorgang in der Umwelt des Softwaresystems von vernachlässigbarer Dauer, der für das System von Bedeutung ist.

  Eine wichtige Gruppe von Ereignissen sind Benutzerinteraktionen.

- **Beispiele** für Benutzerinteraktions-Ereignisse:
  - Drücken eines Knopfs
  - Auswahl eines Menüpunkts
  - Verändern von Text
  - Zeigen auf ein Gebiet
  - Schließen eines Fensters
  - Verbergen eines Fensters
  - Drücken einer Taste
  - Mausklick

Ereignis-Klassen

- Klassen von Ereignissen in (Java-)Benutzungsoberflächen:
  - WindowEvent
  - ActionEvent
  - MouseEvent
  - KeyEvent, ...
- Bezogen auf Klassen für Oberflächenelemente:
  - Window
  - JFrame
  - JButton
  - JTextField, ...
- Zuordnung (Beispiele):
  - JFrame erzeugt WindowEvent
    - » z.B. bei Betätigung des Schließsymbols (X)
  - JButton erzeugt ActionEvent
    - » bei Betätigung der Schaltfläche

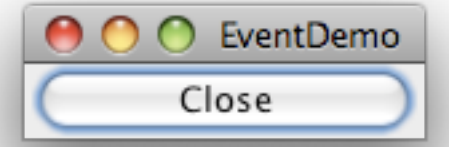
Einfaches Fenster (leer)

```
import java.awt.*;
Import javax.swing.*;

class EventDemoFrame extends JFrame {

   public EventDemoFrame () {
      setTitle("EventDemo");
      setSize(150, 50);
      setVisible(true);
    }
}

class Event1 {
  public static void main (String[] argv) {
     EventDemoFrame f = new EventDemoFrame();
  }
}
```

Event1

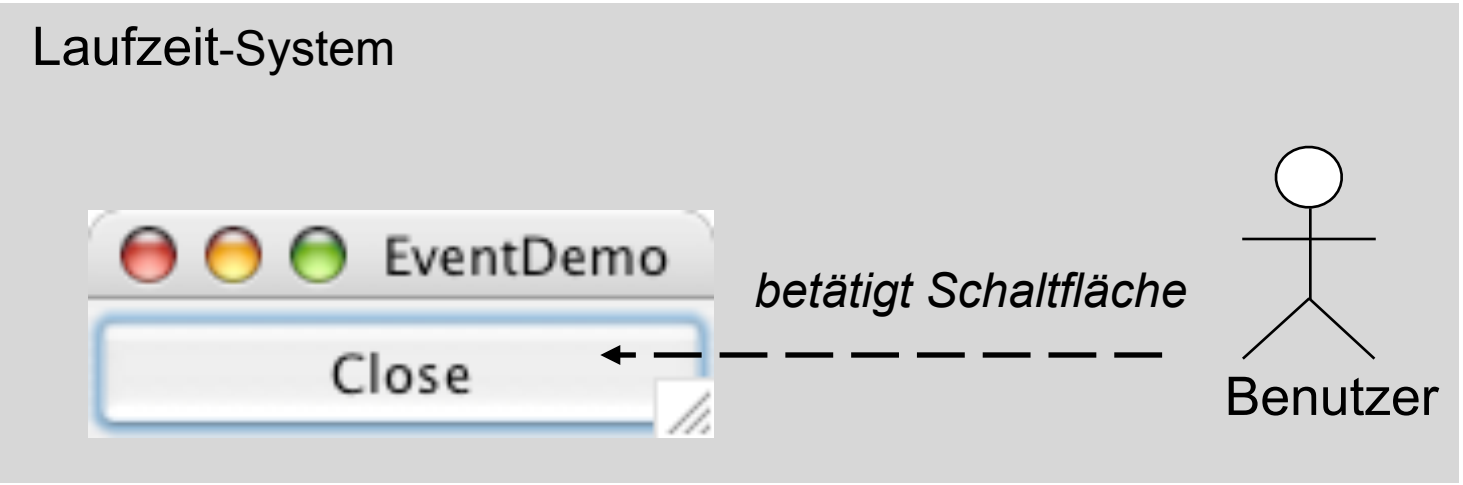
Einfaches Fenster mit Schaltfläche (Button)

```
import java.awt.*;
Import javax.swing.*;

class EventDemoFrame extends JFrame {

   public EventDemoFrame () {
      setTitle("EventDemo");
      JButton closeButton = new JButton("Close");
      add(closeButton);
      setSize(150, 50);
      setVisible(true);
    }
}

class Event2 {
  public static void main (String[] argv) {
     EventDemoFrame f = new EventDemoFrame();
  }
}
```



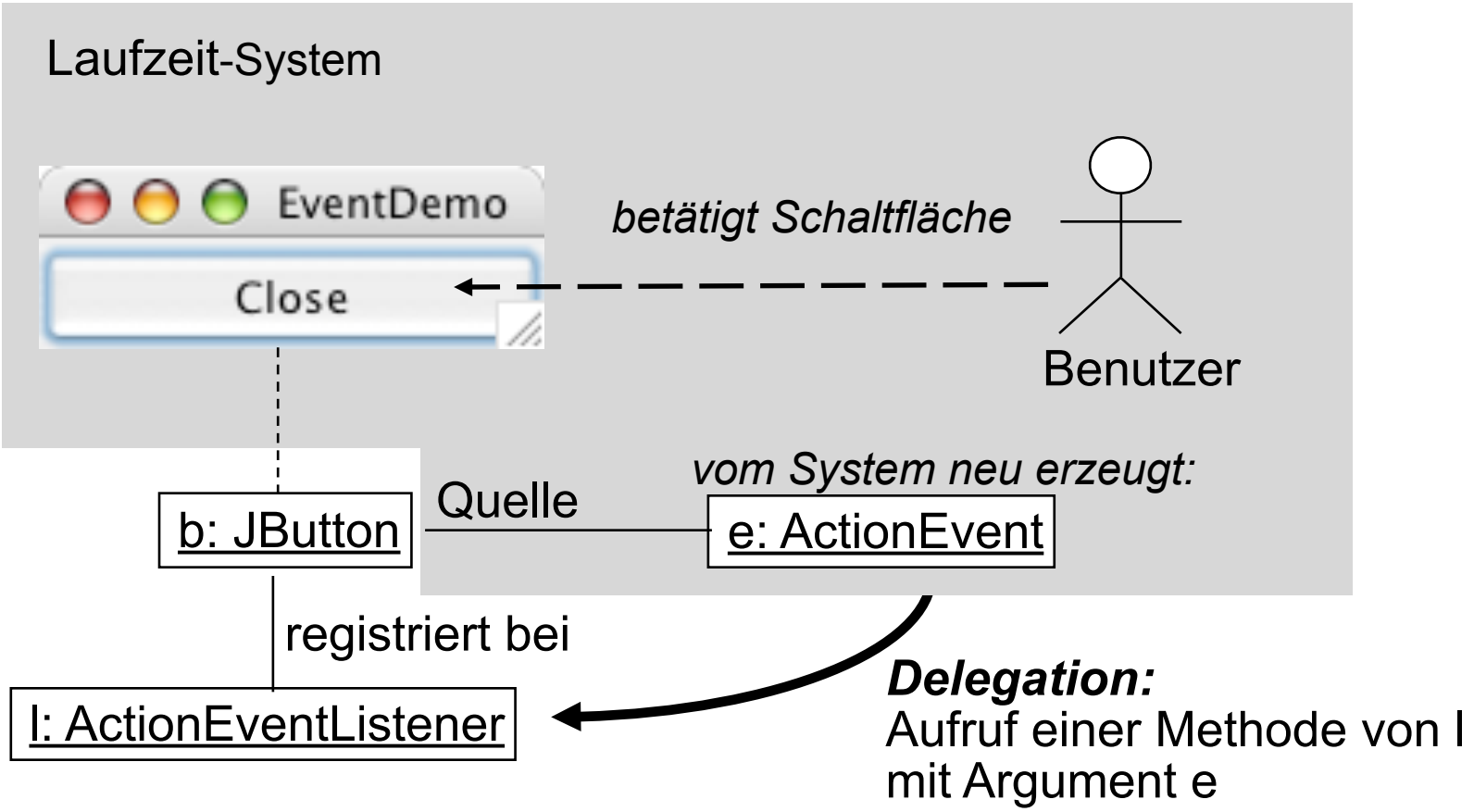
Event2

Ereignis-Delegation (1)



- Reaktion auf ein Ereignis durch Programm:
  - Ereignis wird vom Laufzeitsystem erkannt
- Programm soll von technischen Details entkoppelt werden
  - Beobachter-Prinzip:
    - » Programmteile registrieren sich für bestimmte Ereignisse
    - » Laufzeitsystem sorgt für Aufruf im passenden Moment
- Objekte, die Ereignisse beobachten, heißen bei Java *Listener*.

Ereignis-Delegation (2)



Registrierung für Listener

- In javax.swing.JButton (ererbt von javax.swing.AbstractButton):

```
public class JButton ... {
  public void addActionListener(ActionListener l)
}
```

- java.awt.event.ActionListener ist eine Schnittstelle:

```
public interface ActionListener
  extends EventListener{
  public void actionPerformed(ActionEvent e)
}
```

- Vergleich mit Observer-Muster:
  - Button bietet einen "Observable"-Mechanismus
  - Listener ist eine "Observer"-Schnittstelle

java.awt.event.ActionEvent

```
public class ActionEvent extends AWTEvent {
   ...
   // Konstruktor wird vom System aufgerufen
    public ActionEvent (...);


   // Abfragemöglichkeiten
    public Object getSource ();
    public String getActionCommand();
    public long getWhen();
   ...
}
```

Listener für Ereignis "Schaltfläche gedrückt"

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;


class CloseEventHandler implements ActionListener {

  public void actionPerformed(ActionEvent event) {
    System.exit(0);
   }

}

// System.exit(0) beendet das laufende Programm
```

Programm mit Schaltfäche "Schließen"

```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class CloseEventHandler implements ActionListener {
   ... siehe vorhergehende Folie ...
}
```

```
class EventDemoFrame extends JFrame {

   public EventDemoFrame () {
      setTitle("EventDemo");
      JButton closeButton = new JButton("Close");
      getContentPane().add(closeButton);
      closeButton.addActionListener(new CloseEventHandler());
      setSize(150, 50);
      setVisible(true);       }
}
```

Event3

Vereinfachung 1: Innere Klasse

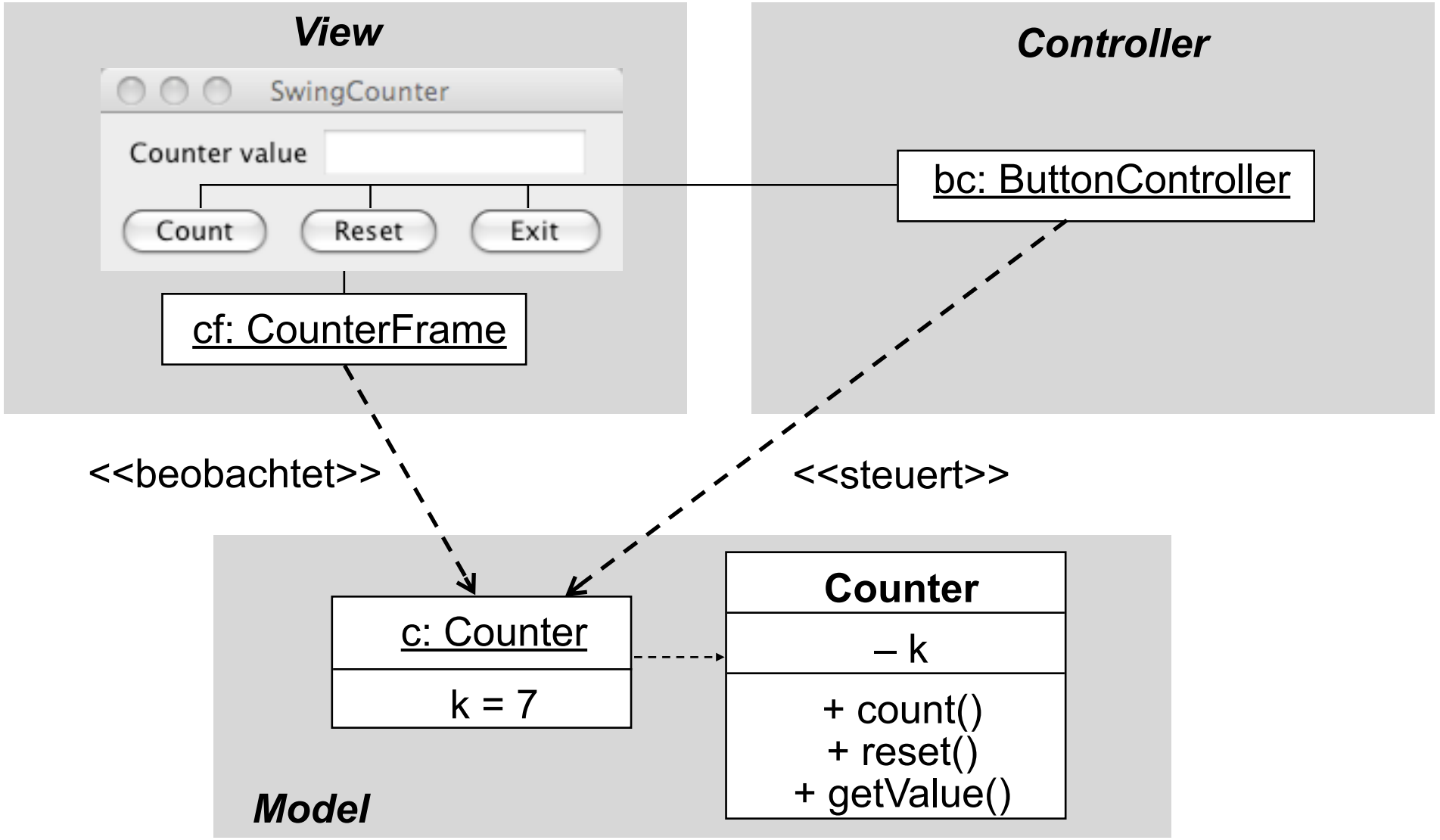
```
class EventDemoFrame extends JFrame {

    class CloseEventHandler implements ActionListener {
      public void actionPerformed(ActionEvent event) {
        System.exit(0);
      }
    }

   public EventDemoFrame () {
      setTitle("EventDemo");
      JButton closeButton = new JButton("Close");
      getContentPane().add(closeButton);
      closeButton.addActionListener(new CloseEventHandler());
      setSize(150, 50);
      setVisible(true);       }

}
```

Vereinfachung 2: *Anonyme* innere Klasse

```
class EventDemoFrame extends JFrame {

   public EventDemoFrame () {
      setTitle("EventDemo");
      JButton closeButton = new JButton("Close");
      getContentPane().add(closeButton);
      closeButton.addActionListener(new ActionListener() {
              public void actionPerformed(ActionEvent event) {
                  System.exit(0);
               }
            });
       );
      setSize(150, 50);
      setVisible(true);       }

}
```

Event4

Model-View-Controller-Architektur



Wieviele Controller?

- Möglichkeit 1: Ein Controller für mehrere Buttons (sh.nächste Folie)
  - Speicherplatzersparnis
  - Aber: Wie unterscheiden wir, woher die Ereignisse kommen?
  - Z.B. über **`getSource()`** und Abfrage auf Identität mit Button-Objekt
  - Z.B. über **`getActionCommand()`** und Abfrage auf Kommando-String
    - » Default: Kommando-String aus Button-Beschriftung
    - » Kann gesetzt werden mit **`setActionCommand()`**
    - » Standard-Kommando-String gleich Button-Label – nicht ungefährlich…

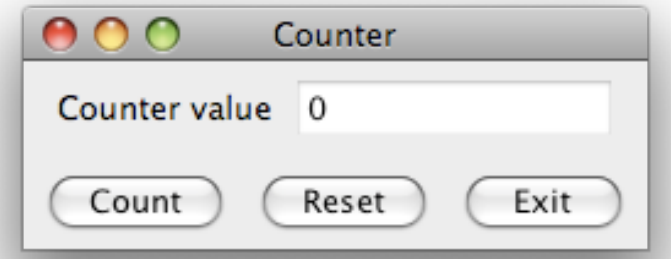
- Möglichkeit 2: Viele Controller-Objekte
  - Direkte Angabe von Eventhandlern
    - » am knappsten über anonyme innere Klasse
    - » weit verbreitete Lösung

Counter-Beispiel: Controller als anonyme innere Klasse

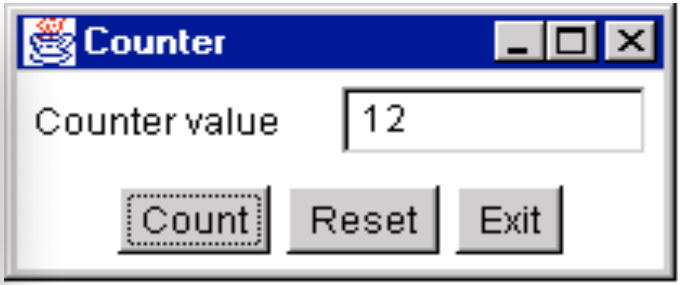
```
class CounterFrame extends JFrame { …
  private Counter ctr;
   …

   public CounterFrame (Counter c) {
      setTitle("Counter");
      ctr = c;
      …
      countButton.addActionListener(new ActionListener() {
          public void actionPerformed (ActionEvent event) {
              ctr.count();
          }
      });
  …
}
```

"Look-and-Feel"

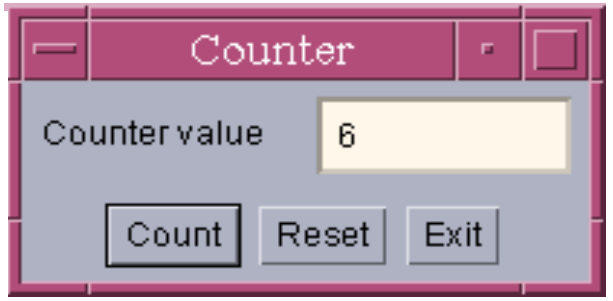
- Jede Plattform hat ihre speziellen Regeln für z.B.:
  - Gestaltung der Elemente von "Frames" (Titelbalken etc.)
  - Standard-Bedienelemente zum Bewegen, Schließen, etc. von "Frames"
- Einstellbares Look-and-Feel: Standard-Java oder plattformspezifisch
- Dasselbe Java-Programm mit verschiedenen "Look-and-Feels":



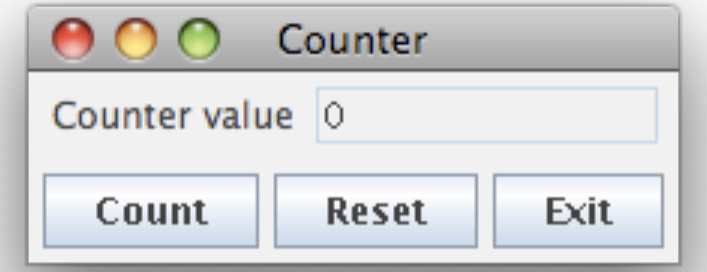
Macintosh (MacOS X)



Windows



Solaris (CDE)



Plattformunabhängiges
Java-Look-and-Feel (auf MacOS)

Wrap up Quiz

1) Ist Observable eine Klasse oder eine Schnittstelle? Observer?
2) Was bedeutet das Akronym MVC?
3) Was ist ein Layout Manager?
4) Was ist ein FlowLayout / BorderLayout / GridLayout?
5) Was ist der Unterschied zwischen "Button" und "JButton"?
6) Wie kann das Programm beim Schließen des Fensters beendet werden?
7) Wozu dient .setActionCommand(...)?
8) Wer wird benachrichtigt wenn sich etwas am *Modell* ändert?
9) Was ist eine anonyme Klasse? Warum wird sie verwendet?
10) Was ist aus Programmierer-Sicht problematisch bei ereignisgesteuerten Programmen?