

B1. Ein-/Ausgabebetonte Programmierung

B1.1 Mensch-Maschine-Kommunikation

B1.2 Modell-Sicht-Paradigma

B1.3 Bausteine für grafische Oberflächen

B1.4 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-)Benutzeroberflächen:
 - 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.java

Einfaches Fenster mit Schaltfläche (Button)

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

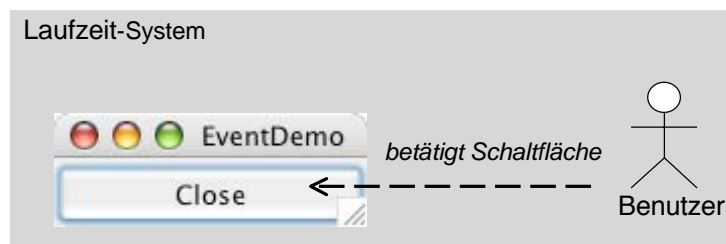
class EventDemoFrame extends JFrame {

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

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

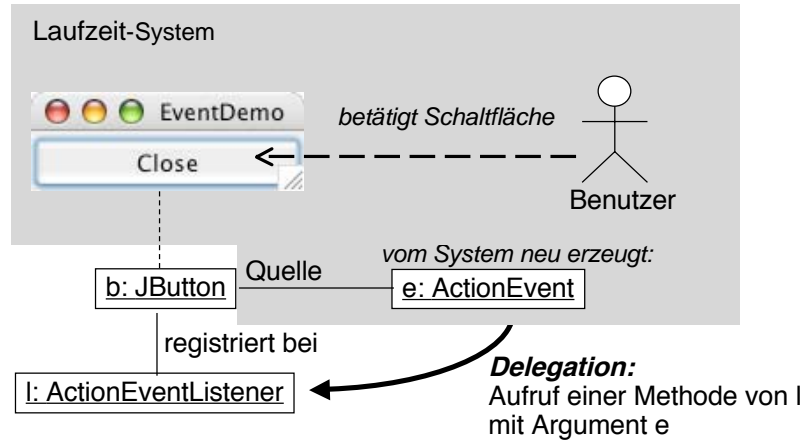
Event2.java

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` (erbt 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:
 - Frame 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 Schaltfläche "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);
    }
}

class Event3 {
    public static void main (String[] argv) {
        EventDemoFrame f = new EventDemoFrame();
    }
}
```

Event3.java

Vereinfachung 1: Innere Klasse

```
import ...

class EventDemoFrame extends JFrame {

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

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

class Event4 {
    public static void main (String[] argv) {
        EventDemoFrame f = new EventDemoFrame();
    }
}
```

Event4.java

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);
    }

    class Event4 {
        public static void main (String[] argv) {
            EventDemoFrame f = new EventDemoFrame();
        }
    }
}
```

Weiteres Beispiel: Fenster-Schließsymbol

- Standard-Verhalten bei Bedienung des Schließsymbols (X in Windows):
 - Fenster wird geschlossen, Programm läuft weiter
 - Wie Programm automatisch beenden?
- Einfachstes Verfahren (erst seit Java 1.4):
 - In JFrame:
`setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);`
- Alternativ mit Ereignisbehandlung
 - WindowEvent wird vom Laufzeitsystem erzeugt
 - Geeigneten Listener registrieren
 - In der vom Listener aufgerufenen ("Callback"-)Methode das Programm beenden

java.awt.event.WindowListener

```
public interface WindowListener
    extends EventListener {
    public void windowClosed (WindowEvent ev);
    public void windowOpened (WindowEvent ev);
    public void windowIconified (WindowEvent ev);
    public void windowDeiconified (WindowEvent ev);
    public void windowActivated (WindowEvent ev);
    public void windowDeactivated (WindowEvent ev);
    public void windowClosing (WindowEvent ev);
}
```

java.util.EventListener:

Basisinterface für alle "Listener" (keine Operationen)

WindowListener für Ereignis "Schließen"

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

class WindowCloser implements WindowListener {

    public void windowClosed (WindowEvent ev) {}
    public void windowOpened (WindowEvent ev) {}
    public void windowIconified (WindowEvent ev) {}
    public void windowDeiconified (WindowEvent ev) {}
    public void windowActivated (WindowEvent ev) {}
    public void windowDeactivated (WindowEvent ev) {}

    public void windowClosing(WindowEvent event) {
        System.exit(0);
    }
}
```


Gesamtprogramm für schließbares Fenster

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

class WindowCloser implements WindowListener {
    ... siehe vorhergehende Folie ...
}

class ExampleFrame extends JFrame {
    public ExampleFrame () {
        setTitle("untitled");
        setSize(150, 50);
        addWindowListener(new WindowCloser());
        setVisible(true);
    }
}

class GUI2 {
    public static void main (String[] argv) {
        ExampleFrame f = new ExampleFrame();
    }
}
```

GUI2.java

java.awt.event.WindowAdapter

```
public abstract class WindowAdapter
    implements WindowListener {

    public void windowClosed (WindowEvent ev) {}
    public void windowOpened (WindowEvent ev) {}
    public void windowIconified (WindowEvent ev) {}
    public void windowDeiconified (WindowEvent ev) {}
    public void windowActivated (WindowEvent ev) {}
    public void windowDeactivated (WindowEvent ev) {}
    public void windowClosing (WindowEvent ev) {}

}
```

Vereinfachung: WindowAdapter benutzen

```
import ...

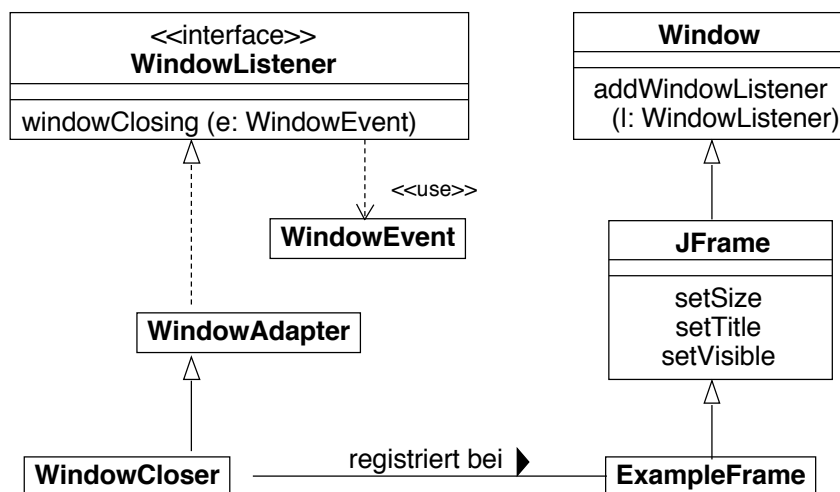
class WindowCloser extends WindowAdapter {
    public void windowClosing(WindowEvent event) {
        System.exit(0);
    }
}

class ExampleFrame extends JFrame {
    public ExampleFrame () {
        setTitle("untitled");
        setSize(150, 50);
        addWindowListener(new WindowCloser());
        setVisible(true);
    }
}

class GUI3 {
    public static void main (String[] argv) {
        ExampleFrame f = new ExampleFrame();
    }
}
```

GUI3.java

Schließbares Fenster: Klassenstruktur



Mit anonymer innerer Klasse

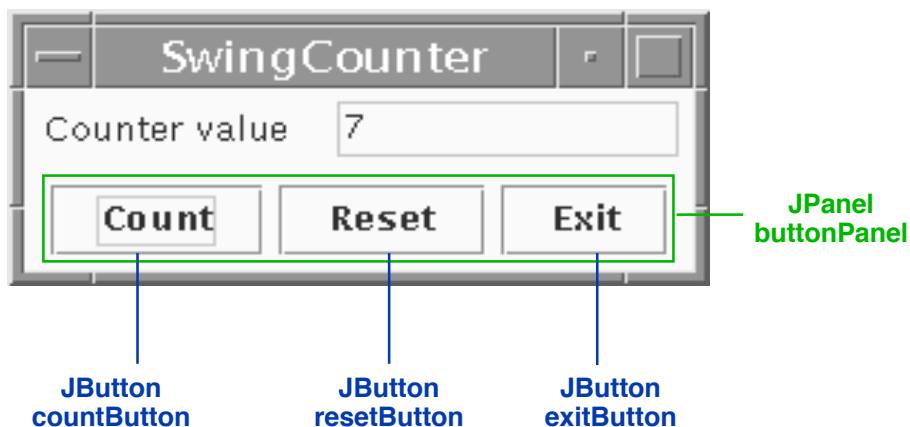
```
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
import javax.swing.*;

class ExampleFrame extends JFrame {
    public ExampleFrame () {
        setTitle("untitled");
        setSize(150, 50);
        addWindowListener(new WindowAdapter() {
            public void windowClosing(WindowEvent event) {
                System.exit(0);
            }
        });
        setVisible(true);
    }
}

class GUI5 {
    public static void main (String[] argv) {
        ExampleFrame f = new ExampleFrame();
    }
}
```

GUI5.java

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);
        getContentPane().add(valuePanel);
        buttonPanel.add(countButton);
        buttonPanel.add(resetButton);
        buttonPanel.add(exitButton);
        getContentPane().add(buttonPanel);
        pack();
        setVisible(true);
    }
}
```

Layout-Manager

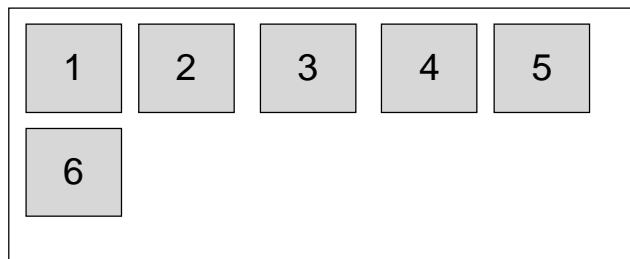
- **Definition** Ein *Layout-Manager* ist ein Objekt, das Methoden bereitstellt, um die graphische Repräsentation verschiedener Objekte innerhalb eines Container-Objektes anzuordnen.
- Formal ist *LayoutManager* ein Interface, für das viele Implementierungen möglich sind.
- In Java definierte *Layout-Manager*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

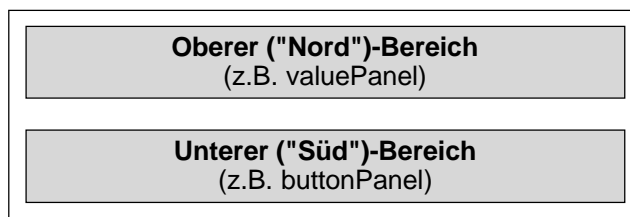
Flow-Layout

- 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



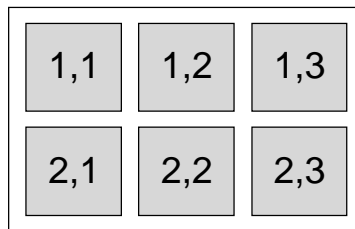
Border-Layout

- 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

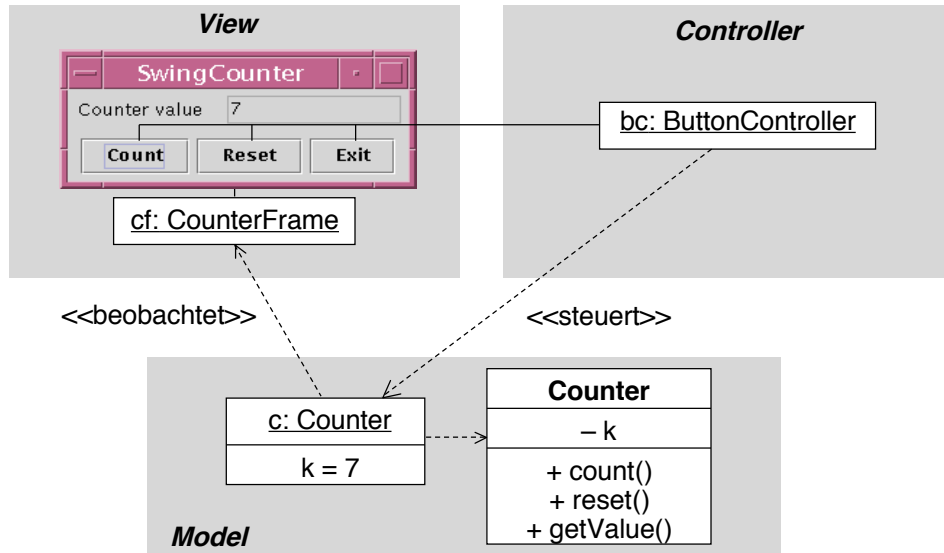


Die Sicht (*View*): Alle sichtbaren Elemente

```
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);
        getContentPane().add(valuePanel, BorderLayout.NORTH);
        buttonPanel.add(countButton);
        buttonPanel.add(resetButton);
        buttonPanel.add(exitButton);
        getContentPane().add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
        pack();
        setVisible(true);
    }
}
```

Model-View-Controller-Architektur



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()));
    }
}
```

Grundidee der Implementierung von Observable

- Der Programmierer muß den hier skizzierten Code nicht kennen, sondern nur indirekt anwenden!

```
public class Observable {
    private Collection observed;
    private boolean changed = false;
    ...

    public void addObserver (Observer o) { observed.add(o); }

    public void setChanged() { changed = true; }

    public void notifyObservers (Object arg) {
        Iterator it = observed.iterator();
        if (!changed) return;
        while (it.hasNext()) {
            (it.next()).update(this, arg);
        }
    }
}
```

java.awt.event.ActionEvent, ActionListener

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

    public Object getSource ()
    public String getActionCommand()
    ...
}

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


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:
 - Direkte Angabe von Eventhandlern
 - » am knappsten über anonyme innere Klassen
 - Viele Controller-Objekte
 - Siehe weiter hinten

Die Steuerung (*Controller*)

```
class ButtonController implements ActionListener {  
  
    Counter myCounter;  
  
    public void actionPerformed (ActionEvent event) {  
        String cmd = event.getActionCommand();  
        if (cmd.equals("Count"))  
            myCounter.count();  
        if (cmd.equals("Reset"))  
            myCounter.reset();  
        if (cmd.equals("Exit"))  
            System.exit(0);  
    }  
  
    public ButtonController (Counter c) {  
        myCounter = c;  
    }  
}
```

Zähler-Beispiel: Anbindung des Controllers

```
class CounterFrame extends JFrame {
    ...
    JPanel buttonPanel = new JPanel();
    JButton countButton = new JButton("Count");
    JButton resetButton = new JButton("Reset");
    JButton exitButton = new JButton("Exit");
    public CounterFrame (Counter c) {
        ...
        ButtonController bc = new ButtonController(c);
        countButton.setActionCommand("Count");
        countButton.addActionListener(bc);
        buttonPanel.add(countButton);
        resetButton.setActionCommand("Reset");
        resetButton.addActionListener(bc);
        buttonPanel.add(resetButton);
        exitButton.setActionCommand("Exit");
        exitButton.addActionListener(bc);
        buttonPanel.add(exitButton);
        ...
    }
}
```

Alles zusammen: CounterFrame (1)

```
class CounterFrame extends JFrame implements Observer {
    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);
        valueDisplay.setText(String.valueOf(c.getValue()));
        getContentPane().add(valuePanel, BorderLayout.NORTH);
        ButtonController bc = new ButtonController(c);
        countButton.setActionCommand("Count");
        countButton.addActionListener(bc);
        buttonPanel.add(countButton);
        resetButton.setActionCommand("Reset");
        resetButton.addActionListener(bc);
        buttonPanel.add(resetButton);
        exitButton.setActionCommand("Exit");
        exitButton.addActionListener(bc);
        buttonPanel.add(exitButton);
        getContentPane().add(buttonPanel, BorderLayout.SOUTH);
    }
}
```

Alles zusammen: CounterFrame (2)

```
        addWindowListener(new WindowCloser());
        c.addObserver(this);
        pack();
        setVisible(true);
    }

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

class ButtonController implements ActionListener {
    ... (wie oben) ...
}

class WindowCloser implements WindowListener
    extends WindowAdapter {
    public void windowClosing(WindowEvent event) {
        System.exit(0);
    }
}
```

Controller durch anonyme Klassen

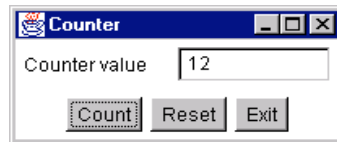
```
class CounterFrame extends JFrame { ...
    private Counter ctr;
    ...

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

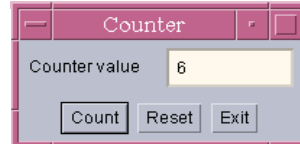
Controller und View bilden eine Einheit: In der Praxis weit verbreitet.

"Look-and-Feel"

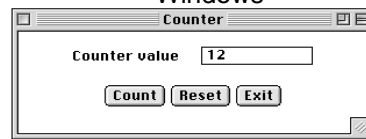
- Jede Plattform hat ihre speziellen Regeln für z.B.:
 - Gestaltung der Elemente von "Frames" (Titelbalken etc.)
 - Standard-Bedienelemente zum Bewegen, Schließen, Vergrößern, von "Frames"
- Dasselbe Java-Programm mit verschiedenen "Look and Feels":



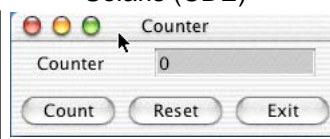
Windows



Solaris (CDE)



Macintosh (Classic)



Macintosh (MacOS X)

- Einstellbares Look-and-Feel: Standard-Java oder plattformspezifisch