Vorlesung

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Programmieren I und II

Unit 11

Graphical User Interfaces

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Prof. Dr. rer. nat.
Nane Kratzke
Praktische Informatik und
betriebliche Informationssysteme

- **Raum: 17-0.10**
- **Tel.:** 0451 300 5549
- **Email: kratzke@fh-luebeck.de**

@NaneKratzke
Updates der Handouts auch über Twitter #prog_inf und #prog_itd

Units

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Unit 1 Einleitung und Grundbegriffe	**Unit 2** Grundelemente imperativer Programme	**Unit 3** Selbstdefinierbare Datentypen und Collections	**Unit 4** Einfache I/O Programmierung
Unit 5 Rekursive Programmierung und rekursive Datenstrukturen	**Unit 6** Einführung in die objektorientierte Programmierung und UML	**Unit 7** Konzepte objektorientierter Programmiersprachen	**Unit 8** Testen (objektorientierter) Programme
Unit 9 Generische Datentypen	**Unit 10** Objektorientierter Entwurf und objektorientierte Designprinzipien	**Unit 11** Graphical User Interfaces	**Unit 12** Multithread Programmierung
Unit 13 Einführung in die Funktionale Programmierung			

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
3

Abgedeckte Ziele dieser UNIT

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Kennen existierender Programmierparadigmen und Laufzeitmodelle	Sicheres Anwenden grundlegender programmiersprachlicher Konzepte (Datentypen, Variable, Operatoren, Ausdrücke, Kontrollstrukturen)	Fähigkeit zur problemorientierten Definition und Nutzung von Routinen und Referenztypen (insbesondere Liste, Stack, Mapping)	Verstehen des Unterschieds zwischen Werte- und Referenzsemantik
Kennen und Anwenden des Prinzips der rekursiven Programmierung und rekursiver Datenstrukturen	Kennen des Algorithmus-begriffs, Implementieren einfacher Algorithmen	Kennen objektorientierter Konzepte Datenkapselung, Polymorphie und Vererbung	Sicheres Anwenden programmiersprachlicher Konzepte der Objektorientierung (Klassen und Objekte, Schnittstellen und Generics, Streams, GUI und MVC)
Kennen von UML Klassendiagrammen, sicheres Übersetzen von UML Klassendiagrammen in Java (und von Java in UML)	Kennen der Grenzen des Testens von Software und erste Erfahrungen im Testen (objektorientierter) Software	Sammeln erster Erfahrungen in der Anwendung objektorientierter Entwurfsprinzipien	Sammeln von Erfahrungen mit weiteren Programmiermodellen und -paradigmen, insbesondere Mulithread Programmierung sowie funktionale Programmierung

Am Beispiel der Sprache JAVA

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
4

Zum Nachlesen ...

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Kapitel 21

Oberflächenprogrammierung mit SWING

Teil VI

Kapitel 35 (Swing Grundlagen)

Kapitel 36 (Container und Menus)

Kapitel 37 (Komponenten I)

Themen dieser Unit

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

GUI

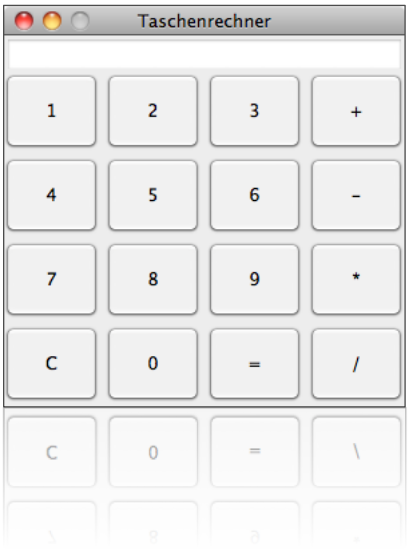
- Java Swing
- MVC
- View Konzepte
- Controller Konzepte

Taschenrechner

- Model
- View
- Controller

Entwicklung eines Taschenrechners

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

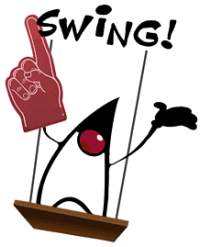


- Grafische Bedienoberflächen unterstützen Bediener in der Bedienung einer Anwendung
- Viele Programmiersprachen bieten hierzu spezielle Bibliotheken an, die grafische Bedienelemente definieren
- JAVA nutzt hierzu u.a. die sogenannte SWING Bibliothek
- Programmieroberfläche am Beispiel einer einfachen Taschenrechner Applikation

Die SWING Klassenbibliothek

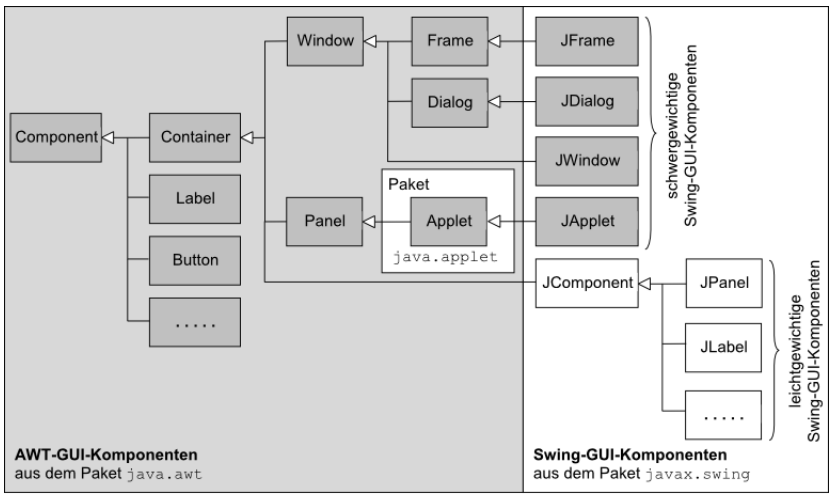
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- SWING ist eine Klassenbibliothek für die Programmierung von **grafischen Bedienoberflächen**
- SWING beinhaltet schwer- und leichtgewichtige GUI-Komponenten (**Graphical User Interface – GUI**)
- Klassen zur Darstellung von „Fenstern“ (`JFrame, JDialog, JWindow, JApplet`) sind die **schwergewichtige** SWING-GUI-Komponenten und sind deshalb in Aussehen und Verhalten abhängig vom Betriebssystem
- „**Leichtgewichtige**“ SWING-GUI-Komponenten werden mit Hilfe von Java 2D-Klassenbibliotheken durch die JVM selbst auf dem Bildschirm gezeichnet und sind damit in Aussehen und Verhalten unabhängig vom Betriebssystem



Die Grafik Bibliothek SWING von JAVA

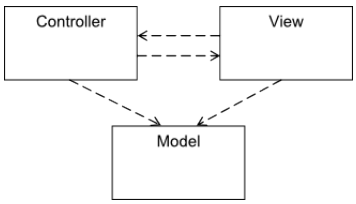
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Model – View – Controller (I)
MVC

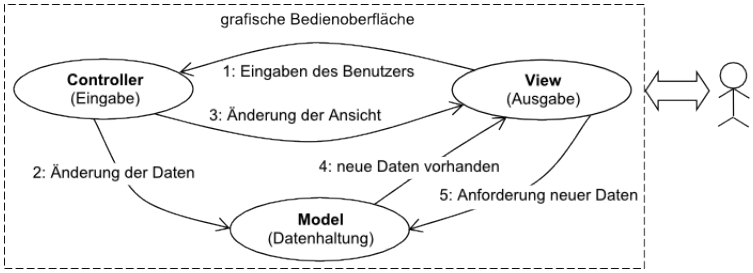
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- Ein MVC ist ein so genanntes **Architekturmuster**
- Ein Architekturmuster beschreibt im Generellen eine **bewährte Zerlegung** eines Systems in Teilsysteme und ihr Zusammenwirken
- Das MVC Pattern beschreibt einer bewährte Aufteilung eines Systems mit einem **Human-Machine-Interface (HMI)**



Zusammenarbeit von Model, View und Controller

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



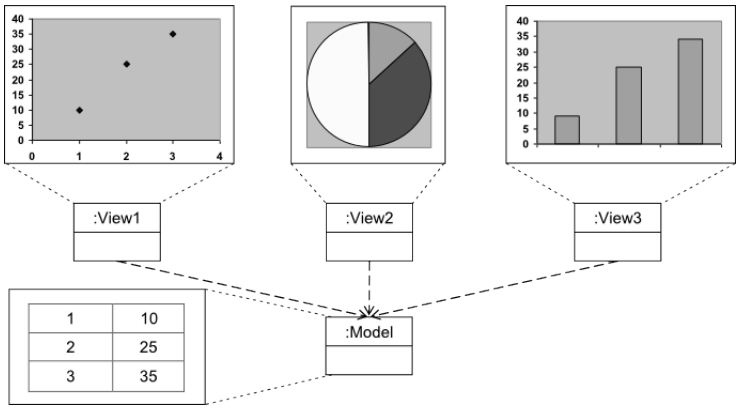
Verantwortlichkeiten im MVC Pattern

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Model	View	Controller
• Hält die für die Anzeige relevanten Daten • Das Model bestimmt welche Daten wie verändert werden • Welche Daten zur Ansicht bereitgestellt werden	• Darstellung der Daten des Model • Bereitstellung von Eingabemöglichkeiten für das Model • Verschiedene Views können Daten des Model unterschiedlich darstellen • Werden Daten im Model geändert, so ändern sich auch die Darstellungen der Views	• Steuert das Model und den View • Controller ruft Methoden des Model auf, um Zustand gem. Benutzereingaben zu ändern • Ggf. wird auch die Darstellung des Views aktualisiert

Model – View – Controller (II)
MVC

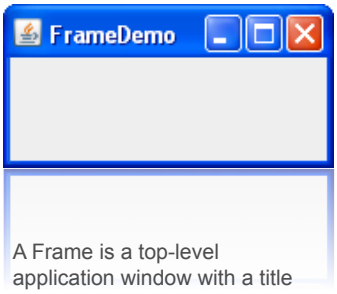
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



View Konzepte
Hier: Windows und Dialoge

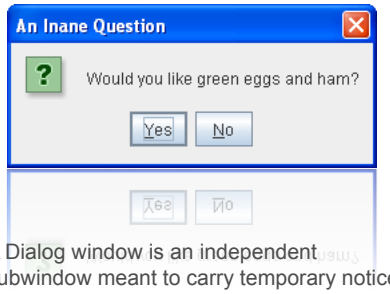
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

`JFrame`



A Frame is a top-level application window with a title and a border. A Frame contains typically several GUI components arranged by a layout manager.

`JDialog`



A Dialog window is an independent subwindow meant to carry temporary notice apart from the main Swing Application Window. Most Dialogs present an error message or warning to a user, but Dialogs can present images, directory trees, or just about anything compatible with the main Swing Application that manages them. Dialogs typically block the main window of an application until the dialog is closed/finished.

View Konzepte
Hier: GUI Swing Komponenten (Auswahl)

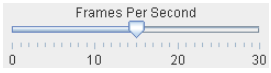
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

JButton

JCheckBox

JComboBox

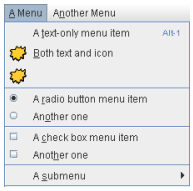
JSlider



JRadioButton

JList

JMenu



JTextField

JPasswordField

JTable

Host	User	Password	Last Modified
Blocca Games	Freddy	!#asf6Awwzb	Mar 16, 2006
zabble	ichabod	TazbI34$fZ	Mar 6, 2006
Sun Developer	fraz@hotmail.co...	AasW541fbZ	Feb 22, 2006
Heirloom Seeds	shams@gmail....	bkz[ADF78!	Jul 29, 2005
Pacific Zoo Shop	seal@hotmail.c...	vbAf1 24%z	Feb 22, 2006

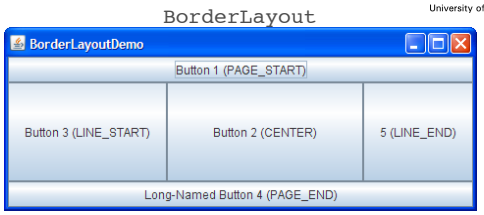
View Konzepte
Hier: Layout Manager (Auswahl)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

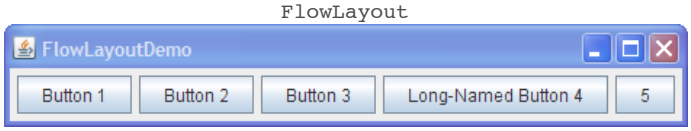
A layout manager is an object that determines the size and position of the components within a container.

Each container can have its own layout manager.

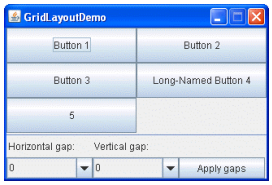
BorderLayout



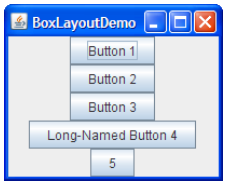
FlowLayout



GridLayout



BoxLayout



View Konzepte
Hier: Beispiel `BorderLayout`

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
import java.awt.*;
import javax.swing.*;
public class LayoutManager {
  public static void main(String[] args) {
    JButton tf1 = new JButton("Hello");
    JButton tf2 = new JButton("My");
    JButton tf3 = new JButton("Name");
    JButton tf4 = new JButton("is");
    JButton tf5 = new JButton("Rabbit.");

    JFrame f = new JFrame("Main Window");
    f.setLayout(new BorderLayout());
    f.add(tf1, BorderLayout.PAGE_START);
    f.add(tf2, BorderLayout.LINE_START);
    f.add(tf3, BorderLayout.CENTER);
    f.add(tf4, BorderLayout.LINE_END);
    f.add(tf5, BorderLayout.PAGE_END);

    f.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
    f.setVisible(true);
  }
}
```

Anlegen der GUI Komponeten

Erzeugen des Window und Zuweisen eines Layout Managers

Zuweisen der Komponenten an Bereiche des Layout Managers

Darstellen des Windows

View Konzepte
Hilfreiche Links auf die JAVA Dokumentation

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

JAVA Swing UI Manuals and Tutorials

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/TOC.html

Swing GUI Components

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/components/componentlist.html

Layout Managers

http://docs.oracle.com/javase/tutorial/uiswing/layout/index.html

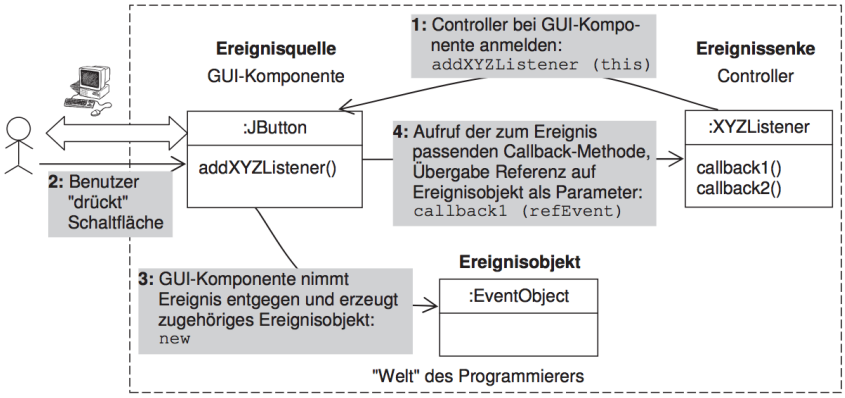
Controller Konzepte
Hier: Ereignisbehandlung

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- **Ereignisbehandlung**
  - Für das Verständnis der Ereignisbehandlung ist es hilfreich, die Begriffe **Ereignisquelle** und **Ereignissenke** einzuführen.
  - Eine Ereignissenke (Controller) meldet sich bei einer Ereignisquelle (GUI-Komponente) für spezielle Ereignisse (Events) mittels eines Listeners an.
  - Tritt ein Ereignis auf, so wird dies von der Ereignisquelle an alle für dieses Ereignis angemeldeten Ereignissenken weitergeleitet.
  - Die Ereignissenken sind dann für die eigentliche Ereignisverarbeitung zuständig.

Controller Konzepte
Hier: Callback-Schnittstelle

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Einer GUI-Komponente sind **Callback**-Schnittstellen (mit Namen `XYZListener`) zugeordnet, die der Programmierer in einem Controller implementieren muss, falls er Ereignisse für diese GUI-Komponente abfangen und verarbeiten möchte.

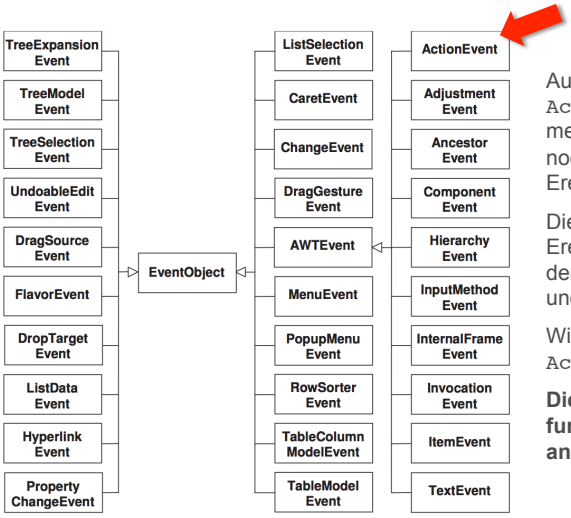
Controller Konzepte
Hier: Ereignisse

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- Für jedes Ereignis wird in JAVA bei dessen Eintreten ein Objekt vom Typ `EventObject` angelegt.
- Dieses Ereignisobjekt spielt eine wichtige Rolle für den Informationsaustausch zwischen Ereignisquelle und Ereignissenke.
- Ein Ereignisobjekt speichert Informationen zum aufgetretenen Ereignis sowie eine Referenz auf die Ereignisquelle.
- Damit die Ereignissenke die Ereignisquelle ermitteln kann, implementiert die Klasse `EventObject` die Methode `getSource()`.

Controller Konzepte
Hier: Klassenhierarchie der Ereignisse

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Auch wenn das Ereignisobjekt `ActionEvent` eines der meist benutzten ist, gibt es noch eine Vielzahl anderer Ereignisse.

Die dargestellten Ereignisklassen finden sich in den Unterpaketen `java.awt` und `javax.swing`.

Wir werden uns nur mit dem `ActionEvent` befassen.

Die vermittelten Prinzipien funktionieren jedoch für die anderen Ereignisse analog.

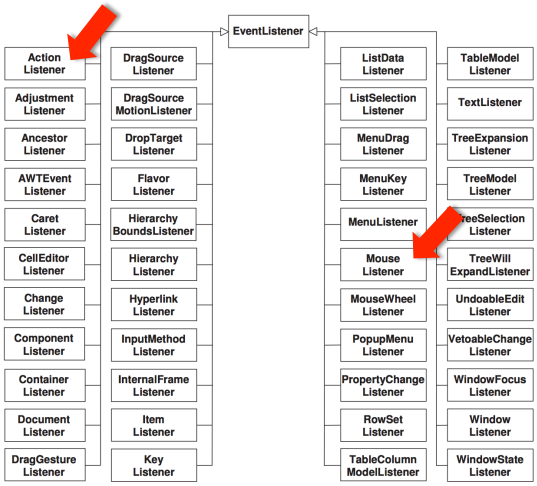
Controller Konzepte
Hier: Listener Schnittstelle

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- Damit ein Controller (eine Ereignissenke) bestimmte Ereignisse abfangen kann, muss dieser eine zum Ereignistyp passende `Listener` Schnittstelle implementieren.
- Beispielsweise korrespondiert die `MouseListener` Schnittstelle zum Ereignis vom Typ `MouseEvent`.
- In der Schnittstelle `MouseListener` sind unter anderem die Callback-Methoden `mousePressed()` und `mouseReleased()` deklariert, die es ermöglichen, die zugehörigen Ereignisse einer Maus innerhalb einer GUI-Komponente abzufangen.

Controller Konzepte
Hier: Listener Schnittstellen

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Die zum meist benutzten Ereignisobjekt `ActionEvent` passende Listener Schnittstelle ist die `ActionListener` Schnittstelle.

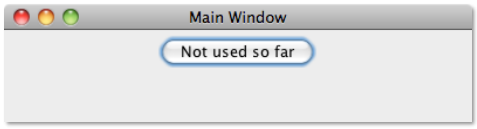
Nachfolgendes Beispiel demonstriert die Funktionsweise an einem `MouseListener`.

Die vermittelten Prinzipien funktionieren jedoch für alle anderen Listener analog.

Controller Konzepte
Hier: Beispiel eines `MouseEvent` Listeners

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
// Necessary imports
import javax.swing.*;
import java.awt.*;
import java.awt.event.*;
```




```
public class MouseListenerTest {
  public static void main(String[] args) {
    JFrame f = new JFra
    JButton b = new JBu
    b.addMouseListener(
    f.setLayout(new Flo
    f.add(b);
    f.setSize(400, 100)
    f.setDefaultCloseOp
    f.setVisible(true);
  }
}
```

```
class MyController implements MouseListener {
  private int counter = 0;

  public void mouseClicked(MouseEvent e) {}
  public void mouseEntered(MouseEvent e) {}
  public void mouseExited(MouseEvent e) {}
  public void mousePressed(MouseEvent e) {}

  public void mouseReleased(MouseEvent e) {
    ((JButton)e.getSource()).setText(++counter + " times released.");
  }
}
```


Controller Konzepte
Hier: Adapter Klassen

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Bei der Implementierung einer Listener-Schnittstelle muss ein Controller alle in der Schnittstelle definierten Callback-Methoden – mindestens durch einen leeren Rumpf – implementieren, auch wenn nur auf ein einzelnes Ereignis reagiert werden soll. Um den Implementierungsaufwand für den Programmierer möglichst gering zu halten, existieren die so genannten Adapter-Klassen.

Eine **Adapter-Klasse implementiert** alle von einer Listener-Schnittstelle vorgegebenen **Callback-Methoden mit einem leeren Rumpf**.

Ein Controller kann nun – alternativ zur Implementierung einer Listener-Schnittstelle – von der zugehörigen Adapter-Klasse ableiten. Es werden im Controller dann nur diejenigen **Callback-Methoden überschrieben**, für die auch tatsächlich eine Implementierung durch den Controller bereitgestellt wird.

Für Listener-Schnittstellen, die mehr als eine Callback-Methode enthalten, wird durch die Java-Klassenbibliothek eine zugehörige Adapter-Klasse bereitgestellt.

Controller Konzepte
Hier: Überblick aller Swing Adapter Klassen

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Listener-Schnittstelle	Adapter-Klasse
ComponentListener	ComponentAdapter
ContainerListener	ContainerAdapter
DragSourceListener	DragSourceAdapter
DragSourceMotionListener	DragSourceAdapter
DropTargetListener	DropTargetAdapter
FocusListener	FocusAdapter
HierarchyBoundsListener	HierarchyBoundsAdapter
InternalFrameListener	InternalFrameAdapter
KeyListener	KeyAdapter
MouseInputListener	MouseInputAdapter
MouseListener	MouseAdapter MouseInputAdapter
MouseMotionListener	MouseAdapter MouseInputAdapter MouseMotionAdapter
MouseWheelListener	MouseAdapter MouseInputAdapter
WindowFocusListener	WindowAdapter
WindowListener	WindowAdapter
WindowStateListener	WindowAdapter

Controller Konzepte
Hier: Überblick aller Swing Adapter Klassen

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
class MyController implements MouseListener {
  private int counter = 0;

  public void mouseClicked(MouseEvent e) {}
  public void mouseEntered(MouseEvent e) {}
  public void mouseExited(MouseEvent e) {}
  public void mousePressed(MouseEvent e) {}

  public void mouseReleased(MouseEvent e) {
    ((JButton)e.getSource()).setText(++counter + " times released.");
  }
}
```

```
class MyAdapter extends MouseAdapter {
  private int counter = 0;

  public void mouseReleased(MouseEvent e) {
    ((JButton)e.getSource()).setText(++counter + " times released.");
  }
}
```

Controller Konzepte
Beispiel: MouseAdapter als leere Interface Implementierung

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
class MouseAdapter implements MouseListener {
  public void mouseClicked(MouseEvent e) {}
  public void mouseEntered(MouseEvent e) {}
  public void mouseExited(MouseEvent e) {}
  public void mousePressed(MouseEvent e) {}
  public void mouseReleased(MouseEvent e) {}
}
```

Adapter implementieren also alle Callback Methoden eines Listener Interfaces mit der leeren Implementierung.

Von Adaptern abgeleitete Klassen müssen also nicht alle Callbacks Implementieren, sondern nur die notwendigen für die eigene Programmlogik überschreiben.

Meist bedeutet dies eine weniger umfangreiche Implementierung.

Implementierungsvarianten von Controllern

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Neben der Möglichkeit, einen Controler entweder durch die **Implementierung einer Listener-Schnittstelle** oder durch das **Ableiten von einer Adapter-Klasse** zu schreiben, gibt es generell die Möglichkeit, einen Controler entweder in der Form einer **externen Klasse**, einer **Elementklasse** oder einer **anonymen Klasse** zu schreiben.

Controller als externe Klasse	Controller als Elementklasse	Controller als anonyme Klasse

Controller Implementierung
Variante: Externe Klasse

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Die Implementierung eines Controlers durch eine externe Klasse haben Sie bereits in den bisherigen Beispielprogrammen kennengelernt. Durch die Implementierung eines Controlers als eigene externe Klasse wird eine Separierung der Darstellung einer grafischen Bedienoberfläche von der Reaktion auf Benutzereingaben **deutlich zum Ausdruck** gebracht. Durch Speicherung einer selbst implementierten externen Controler-Klasse in einer eigenen Datei kann diese Separierung **noch expliziter** zum Ausdruck gebracht werden.

```
public class MouseListenerTest {
  public static void main(String[] args) {
    JFrame f = new JFrame("Main Window");
    JButton b = new JButton("Not used");
  class MyController extends MouseAdapter {
    private int counter = 0;

    public void mouseReleased(MouseEvent e) {
      ((JButton)e.getSource()).setText(++counter + " times released.");
    }
}
  }
```


Controller Implementierung
Variante: Elementklasse

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
public class MouseListenerTest {
  public static void main(String[] args) {
    JFrame f = new JFrame("Main Window");
    JButton b = new JButton("Not used");
    b.addMouseListener(new MyController());
    f.setLayout(new FlowLayout());
    f.add(b);
    f.setSize(400, 100);
    f.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
    f.setVisible(true);
  }
  // Controller als Elementklasse
  class MyController extends MouseAdapter {
    private int counter = 0;
    public void mouseReleased(MouseEvent e) {
      b.setText(++counter + "times released.");
    }
  }
}
```

Die Implementierung eines Controllers durch eine **Elementklasse** bietet den Vorteil, dass eine Elementklasse Zugriff auf die Elemente der äußeren Klasse hat. **Der wesentliche Unterschied ist**, dass der Controller direkt auf die View Elemente der umschließenden Klasse zugreifen kann.

In unserem Falle der Button **b**.

Man erkauft sich diese Vereinfachung allerdings durch eine stärkere Verschränkung des Views und des Controllers. Tendenziell hat diese Art der Implementierung die Tendenz **weniger wartbar** zu sein.

Controller Implementierung
Variante: Anonyme Controler Klasse

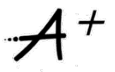
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
public class MouseListenerTest {
  public static void main(String[] args) {
    JFrame f = new JFrame("Main Window");
    JButton b = new JButton("Not used");
    // Controller als Anonyme Klasse
    b.addMouseListener(new MouseAdapter() {
      private int counter = 0;
      public void mouseReleased(MouseEvent e) {
        b.setText(++counter + "times released.");
      }
    });
    f.setLayout(new FlowLayout());
    f.add(b);
    f.setSize(400, 100);
    f.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
    f.setVisible(true);
  }
}
```

Die Implementierung eines Controllers durch eine anonyme Klasse ist in vielen Fällen die **kompakteste Implementierungsvariante**. Der wesentliche Unterschied ist, dass die anonyme Klassendefinition direkt beim Anmelden des Controllers bei den GUI Komponenten eingefügt wird. Da ein Controller in der Form einer anonymen Klasse nur als Ereignissenke für genau eine GUI-Komponente dienen kann, muss **für jede Schaltfläche ein eigener Controller** geschrieben werden.

Man erkauft sich diese weitere Vereinfachung allerdings durch eine stärkere Verschränkung des Views und des Controllers. Tendenziell hat daher auch diese Art der Implementierung die Tendenz **weniger wartbar** zu sein. Viele **GUI Builder** erzeugen jedoch diese Art von Code **(sie sollten aus diesen anonymen Controllerklassen immer direkt eine klar definierte Controllerklasse aufrufen!)**.

Zusammenfassung



FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- **Graphical User Interfaces**
  - JAVA Swing Bibliothek
  - Model View Controller (MVC) Konzept
- **View Konzepte**
  - Schwergewichtige Fenster (`JFrame` und `JDialog`)
  - GUI Komponenten (`JButton`, `JCheckBox`, ...)
  - Layout Manager (`BorderLayout`, `GridLayout`, ...)
- **Controller Konzepte**
  - Events verbinden Quellen (GUI Komponenten) und Senken (Controller)
  - `Listener` und `Adapter` (Callback Methoden)
  - Varianten der Controller Implementierung (Externe Klasse, Elementklasse, Anonyme Klasse)

Themen dieser Unit

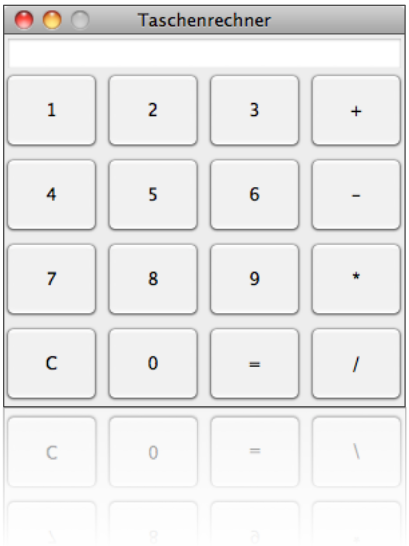
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

GUI	Taschenrechner
• Java Swing • MVC • View Konzepte • Controller Konzepte	• Model • View • Controller

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
35

Entwicklung eines Taschenrechners

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

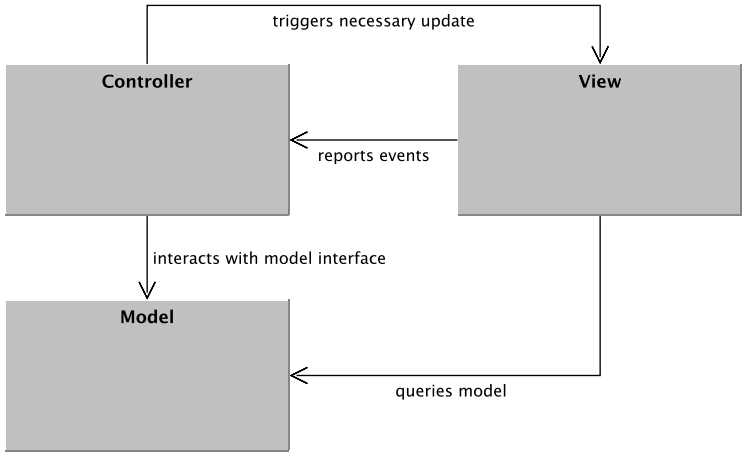


- Grafische Bedienoberflächen unterstützen Bediener in der Bedienung einer Anwendung
- Viele Programmiersprachen bieten hierzu spezielle Bibliotheken an, die grafische Bedienelemente definieren
- JAVA nutzt hierzu u.a. die sogenannte SWING Bibliothek
- Programmieroberfläche am Beispiel einer einfachen Taschenrechner Applikation

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme
36

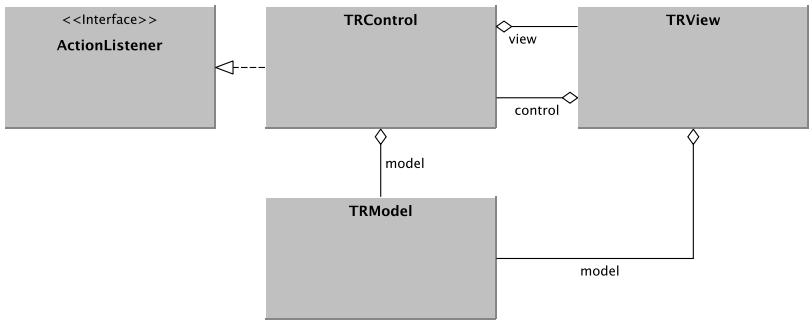
MVC

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



MVC Ausprägung unseres Taschenrechners

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Model unseres Taschenrechners

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- Das Model beschreibt die logische Datenhaltung und Interaktionsmöglichkeiten mit dem Taschenrechnerkonzept.
- Es soll vollkommen unabhängig von der Darstellung (View) oder der Programmsteuerung (Controller) sein.

Logisches Modell unseres Taschenrechners Hier: Datenhaltung

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- Unser Rechner soll intern vier **Register** haben, die von außen nicht manipulierbar sein sollen:
  - **Result** zum Speichern von Rechenergebnissen
  - **Operand** zum Speichern einer Eingabe (Operanden).
  - **Operator** zum Speichern eines eingegeben Operators. Ein Operator kann +, -, * und / annehmen.
  - **Error** zum Speichern des letzten aufgetretenen Fehlers
- Um das Taschenrechnerkonzept möglichst in vielfältigen Rechnerarchitekturen einsetzen zu können, sollen die Register ganzzahlige Werte und Fließkomma Werte als Stringrepräsentationen speichern, da dieses Datenformat auf nahezu allen Systemen ausgewertet werden kann.

Logisches Modell unseres Taschenrechners
Hier: Interaktion mit TR Konzept (I)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Damit das TR Konzept zum Berechnen genutzt werden kann, muss es eine Interaktionsschnittstelle anbieten.

berechne()
- Berechnet das Ergebnis aus result operator und operand und speichert dieses in result ab. Ggf. wird bei Fehlern das error Register gesetzt.

getOperand()
- Liest den aktuell im Taschenrechner gesetzten Operanden aus.

setOperand()
- Setzt einen neuen Operanden im operand Register des TR.

getResult()
- Gibt das Ergebnis aus dem Result Register zurück.

Logisches Modell unseres Taschenrechners
Hier: Interaktion mit TR Konzept (II)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Damit das TR Konzept zum Berechnen genutzt werden kann, muss es eine Interaktionsschnittstelle anbieten.

getOperator()
- Liest den aktuell im TR gesetzten Operator aus.

setOperator()
- Setzt einen neuen Operator im operator Register des TR. Stößt ggf. Berechnungen bzw. umspeicheroperationen in den Registern durch, falls erforderlich.

getError()
- Liest den aktuell im TR gesetzten Error aus dem error Register aus.

clear()
- Setzt alle Register im Taschenrechner auf den Initialzustand zurück.

berechne()

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
public void berechne() {
  try {
    // Resultat, Operator oder Operand liegen nicht vor => tue nichts
    if (this.result.equals("") || this.operator.equals("") || this.operand.equals(""))
      return;

    // Ab hier normale Verarbeitung
    float a = Float.valueOf(this.result);
    float b = Float.valueOf(this.operand);

    if (this.operator.equals("+")) this.result = String.valueOf(a + b);
    if (this.operator.equals("-")) this.result = String.valueOf(a - b);
    if (this.operator.equals("/")) {
    // Nicht durch Null teilen
    if (b == 0.0) throw new Exception("Division by Zero");
      this.result = String.valueOf(a / b);
    }
    if (this.operator.equals("*")) this.result = String.valueOf(a * b);

    this.operator = "";
    this.operand = "";
    this.error = “";
  } catch (Exception ex) {
    this.clear();
    this.error = ex.getMessage();
  }
}
```

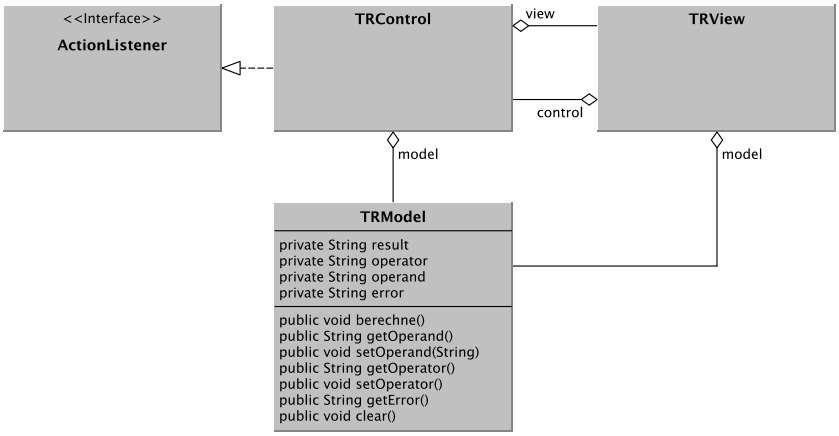

setOperator()

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
public void setOperator(String op) {
  // Resultat, Operator und Operand existieren aus vorherigen Eingaben => erstmal
  // rechnen
  if (!(this.result.equals("") && this.operator.equals("") &&
        this.operand.equals("")))
  {
    this.berechne();
    if (!this.getError().equals("")) { return; }
    // Wenn Fehler aufgetreten, Methode verlassen
  }

  // Es wurde bereits ein Operand eingegeben => diesen zum Resultat machen
  if (!this.operand.equals("")) {
    this.result = this.operand;
    this.operand = "";
  }

  // Es liegt kein Resultat vor => Resultat auf Null setzen
  if (this.result.equals("")) { this.result = "0"; }

  this.operator = op;
  this.error = "";
}
```

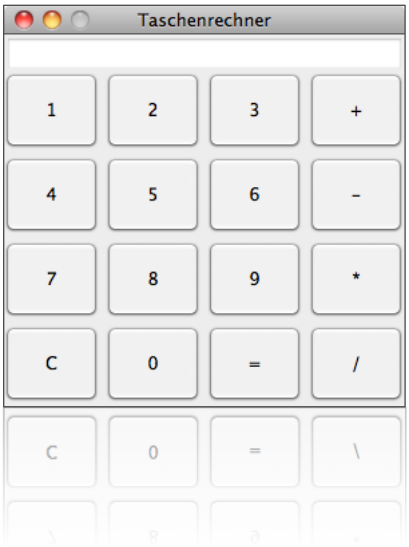
Verfeinerte MVC Ausprägung unseres Taschenrechners (Model Details)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Darstellung unseres Taschenrechners
Das View Konzept

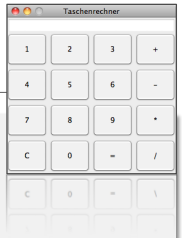
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



- Unser Taschenrechner soll eine Displayzeile und die üblichen Bedienelemente eines Taschenrechners im üblichen Layout (Zahlen 0 bis 9, und die Operatoren *, /, +, - und =) haben.
- Der View legt diese Elemente nur an, überwacht werden sie von einem View externen Controller.
- Der View kann für ein Darstellungsupdate angestoßen werden, z.B. nach einer durchgeführten Berechnung, einer eingegeben Zahl, etc.

Aufbau des Views (I)

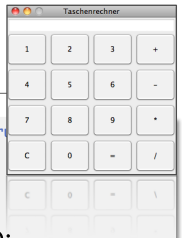
Datenfelder: Anlegen der View Elemente




```
public class TRView extends JFrame {
   // Datenfeld des Taschenrechner-Views zur Darstellung des Displays
   private JTextField display = new JTextField();
   {  this.display.setEditable(false); this.display.setSize(200, 60); }

   /* Datenfeld in Form eines Vectors in dem alle Tasten des Taschenrechners abgelegt werden
    * Die Tasten werden in diesem Programm ueber den entsprechenden Index angesprochen. */
   public List<JButton> buttons = new LinkedList<JButton>();
   {  buttons.add(new JButton ("0")); // Index 0
      buttons.add(new JButton ("1")); // Index 1
      buttons.add(new JButton ("2")); // Index 2
      [...]
      buttons.add(new JButton ("+")); // Index 10
      buttons.add(new JButton ("-")); // Index 11
      [...]
   }

   /* Datenfelder des Views die auf das Modelobjekt und Controllerobjekt des TR verweisen */
   protected TRModel model = new TRModel();
   protected TRControl controller = new TRControl(this, model);
}
```


Aufbau des Views (II)

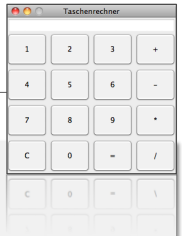
Konstruktor: Platzieren der Bedienelemente im Fenster




```
/* Konstruktor zum Anlegen eines Viewobjekts eines Taschenrechners. Der Konstr
 * platziert alle Bedienelemente und "verlinkt" diese mit einem Controller */
public TRView() {
  super ("Taschenrechner"); this.setDefaultCloseOperation(DISPOSE_ON_CLOSE);
  Panel tastenpanel = new Panel(); GridLayout gbLayout = new GridLayout (4, 4);
  gbLayout.setHgap(5); gbLayout.setVgap(5); tastenpanel.setLayout(gbLayout);

  // Zeile 1 des Bedienpanels des TR wird angelegt
  tastenpanel.add (this.buttons.get(1)); tastenpanel.add (this.buttons.get(2));
  tastenpanel.add (this.buttons.get(3)); tastenpanel.add (this.buttons.get(10));
  [...]
  // Zeile 4 des Bedienpanels des TR wird angelegt
  tastenpanel.add (this.buttons.get(15)); tastenpanel.add (this.buttons.get(0));
  tastenpanel.add (this.buttons.get(14)); tastenpanel.add (this.buttons.get(13));
  [...]
  // Display des TR in die erste Zeile setzen. Das Bedienpanel direkt darunter
  this.add(display, BorderLayout.NORTH); this.add(tastenpanel, BorderLayout.CENTER);

  // Alle Tasten des Rechners mit dem Controllerobjekt verknuepfen
  for (JButton b : buttons) { b.addActionListener(controller); }
}
```

Aufbau des Views (III)

Methoden: Update eines Views




```
/**
 * Diese Methode wird vom Controller aufgerufen, wenn der View
 * aufdatiert werden soll.
 */
public void update() {
  String result = model.getResult();
  String operator = model.getOperator();
  String operand = model.getOperand();
  String error = model.getError().equals("") ? "" : (model.getError() + "!!!");
  display.setText(result + operator + operand + error);
}
```

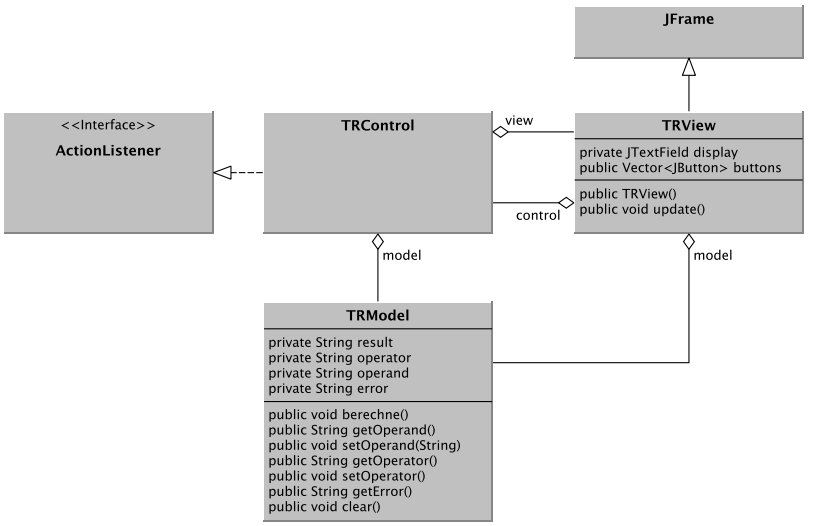
Ein Update des Views erfolgt immer aus den darzustellenden Werten des Models und wird üblicherweise vom Controller (manchmal auch vom Model) angestoßen.

In unserem Fall, lässt sich dies so lösen:

Es wird das Resultat, Operator, Operand Register des Models abgefragt und diese Werte in das Display des Taschenrechners geschrieben.

Weiter verfeinerte MVC Ausprägung unseres Taschenrechners (TRView Details)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



Controller unseres Taschenrechners

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- Ist als „Dirigent“ des MVC-Ensembles verantwortlich für
  - **Wahrnehmen von Bedienerinteraktionen**
  - (z.B. Eingabe einer Zahl, eines Operators)
  - **Übersetzen von Bedienerinteraktionen** in Zustandseingaben an das Model
  - (z.B. Eingabe eines Operators => die gerade eingegebene Zahl ist abgeschlossen)
  - **Veranlassen des Aufdatierens eines Views**, falls dies durch Zustandsänderungen im Model erforderlich wird
  - (z.B. Berechnung wurde durchgeführt => im Display sollte das Ergebnis erscheinen)

Der Controller verknüpft View und Model

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
public class TRControl implements ActionListener {

   /**
    * Datenfelder des Controller Objekts eines Taschenrechners
    */
   private TRView view;
   private TRModel model;

   /**
    * Konstruktor zum Anlegen eines Taschenrechner Controller Objekts
    * @param v Viewobjekt eines Taschenrechners, dass dieser Controller betreut
    * @param m Modelobjekt eines Taschenrechners, dass dieser Controller betreut
    */
   public TRControl (TRView v, TRModel m) {
      this.view = v;
      this.model = m;
   }
   [...]
}
```

Listener Callbacks
Die zentrale Anlaufstelle eines Controllers

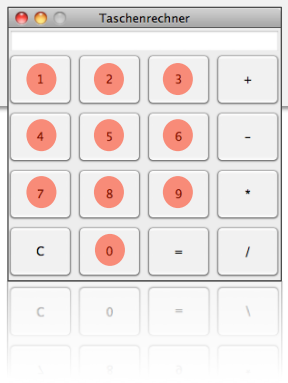
FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
/* ActionListener - Diese Methode wird immer aufgerufen, wenn ein Button auf dem TR
 * betaetigt wurde.
 */
public void actionPerformed(ActionEvent ev) {
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(0)) zahlAnhaengen("0");     // 0
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(1)) zahlAnhaengen("1");     // 1
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(2)) zahlAnhaengen("2");     // 2

   [...]

   if (ev.getSource() == view.buttons.get(10)) setRechenzeichen("+"); // Plus
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(11)) setRechenzeichen("-"); // Minus
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(12)) setRechenzeichen("*"); // Mal
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(13)) setRechenzeichen("/"); // Geteilt

   if (ev.getSource() == view.buttons.get(14)) berechnen();           // =
   if (ev.getSource() == view.buttons.get(15)) loeschen();            // C
}
```


Zahleingeben (Zifferntasten)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
/**
 * Wird aufgerufen, wenn eine Zahl auf dem Taschenrechner betaetigt wurde
 * Diese Zahl wird der aktuell auf dem Display stehenden Zahl angehaengt
 * @param i Die Ziffer die an den aktuell eingegebenen Operanden angehaengt werden soll
 */
private void zahlAnhaengen (String i) {
   model.setOperand(model.getOperand() + i);
   view.update();
}
```



(1) Hängt an den aktuell eingegebenen Operator eine weitere Ziffer an und ändert damit den Modelzustand des Taschenrechners (Operand-Register).

(2) Stößt daher anschließend ein Update des Views an, um den Modelzustand durch den View auszulesen und in der Displayzeile darzustellen.

Operatoreingabe (+, -, *, / Tasten)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
/**
 * Wird aufgerufen, wenn eine Operatoraste, -, /, *) betaetigt wurde
 * @param i Der eingegebene Operator (+, -, /, *)
 */
private void setRechenzeichen (String i) {
   model.setOperator(i);
   view.update();
}
```

(1) Setzt im Model des Taschenrechners den anzuwendenden Operator und ändert damit den Modelzustand (Operator-Register).

(2) Stößt daher anschließend ein Update des Views an, um den Modelzustand durch den View auszulesen und in der Displayzeile darzustellen.

Löschen (C Taste)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
/**
 * Wird aufgerufen, wenn die C Taste auf einem Taschenrechner
 * betaetigt wurde.
 */
private void loeschen() {
  model.clear();
  view.update();
}
```

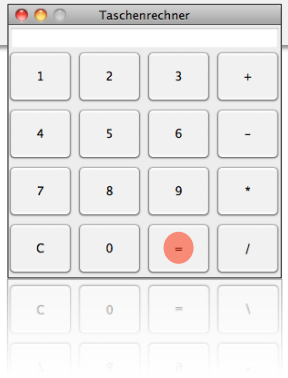
(1) Löscht alle Register im Model. Setzt den Taschenrechner also wieder in den Ursprungszustand.

(2) Stößt daher anschließend ein Update des Views an, um den Modelzustand durch den View auszulesen und in der Displayzeile darzustellen.

Auswertung (= Taste)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

```
/**
 * Wird aufgerufen, wenn die = Taste auf einem Taschenrechner betaetigt wurde.
 */
private void berechnen() {
   model.berechne();
   view.update();
}
```

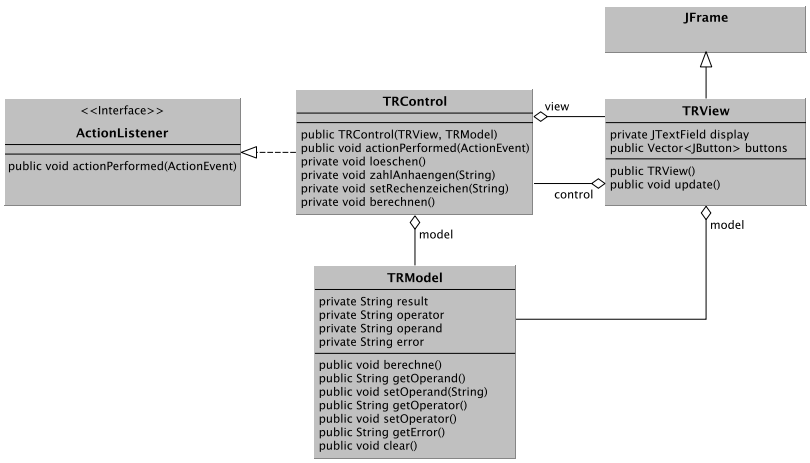


(1) Stößt die Berechnung des Models an. Dieses ändert die modelinternen Registerzustände des Taschenrechners.

(2) Stößt daher anschließend ein Update des Views an, um den Modelzustand durch den View auszulesen und in der Displayzeile darzustellen.

Weiter verfeinerte MVC Ausprägung unseres Taschenrechners (TRControl Details)

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences



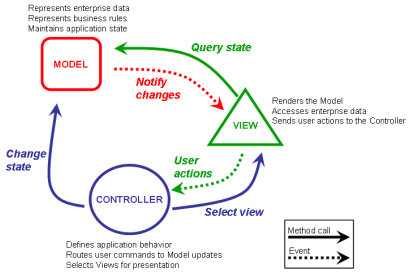
MVC – ein häufig genutztes Pattern

FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

Das MVC Pattern ist nicht nur auf einen Taschenrechner oder die Programmiersprache JAVA begrenzt. Es kann als grundlegendes Muster für alle Applikationen mit Graphical User Interfaces (GUIs) genutzt werden.

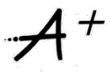
Mehr finden Sie z.B. hier:

http://de.wikipedia.org/wiki/Model_View_Controller



Quelle: Wikipedia

Zusammenfassung



FACH HOCHSCHULE LÜBECK
University of Applied Sciences

- **Graphical User Interfaces**
  - Am Beispiel eines Taschenrechners
  - Nutzung des Model View Controler Paradigmas
- **Taschenrechner Modell**
  - Vier Register (Result, Operand, Operator, Status)
  - Interaktionsmethoden (insbesondere `setter` und `berechne` Methode)
- **Taschenrechner View**
  - Events verbinden
  - Quellen (GUI Komponenten) und
  - Senken (Controller)
- **Taschenrechner Controller**
  - Listener Callbacks (hier Methode `actionPerformed`)
  - Bedieneraktion auswerten und in Modelmethoden (Interaktionen) übersetzen
  - View Update anstoßen