

## Vorlesung



University of Applied Sciences

# Programmieren I und II

## Unit 11

Graphical User Interfaces

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

1



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](mailto:kratzke@fh-luebeck.de)



@NaneKratzke

Updates der Handouts auch über Twitter #prog\_inf und  
#prog\_itd

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

2

## Units



University of Applied Sciences

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

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

3

## Abgedeckte Ziele dieser UNIT



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 Algorithmusbegriffs, 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 Multithread Programmierung sowie funktionale Programmierung

Am Beispiel der Sprache JAVA

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

4

## Zum Nachlesen ...



University of Applied Sciences



### Kapitel 21

Oberflächenprogrammierung  
mit SWING



### Teil VI

Kapitel 35 (Swing Grundlagen)

Kapitel 36 (Container und Menus)

Kapitel 37 (Komponenten I)

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

5

## Themen dieser Unit



University of Applied Sciences



### GUI

- Java Swing
- MVC
- View Konzepte
- Controller Konzepte

### Taschenrechner

- Model
- View
- Controller

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

6

## Entwicklung eines Taschenrechners



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

7

## Die SWING Klassenbibliothek



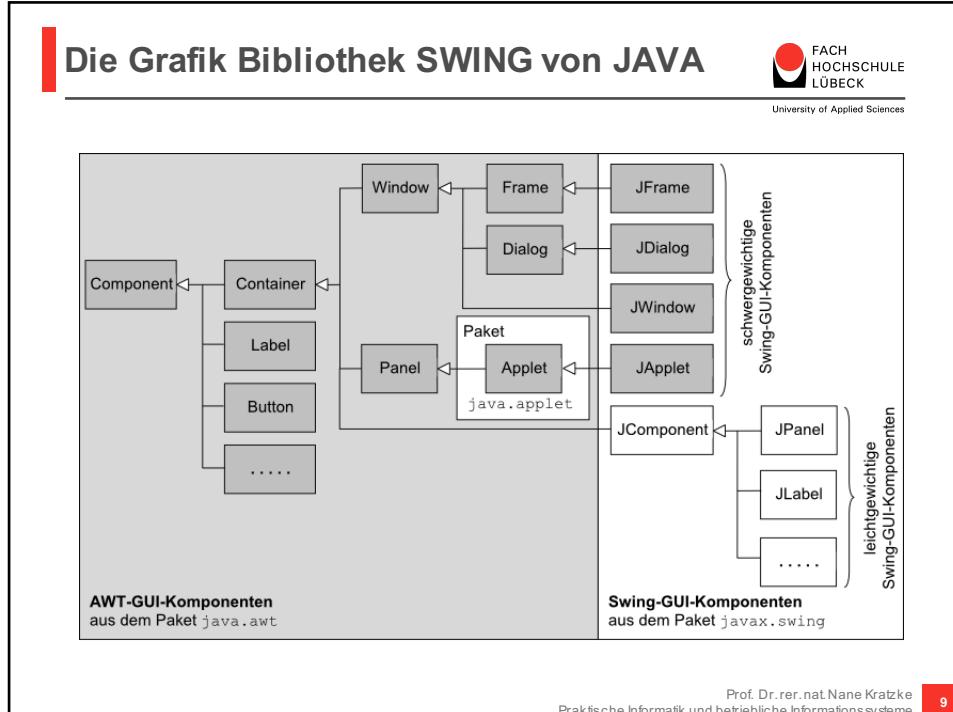
University of Applied Sciences



- 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

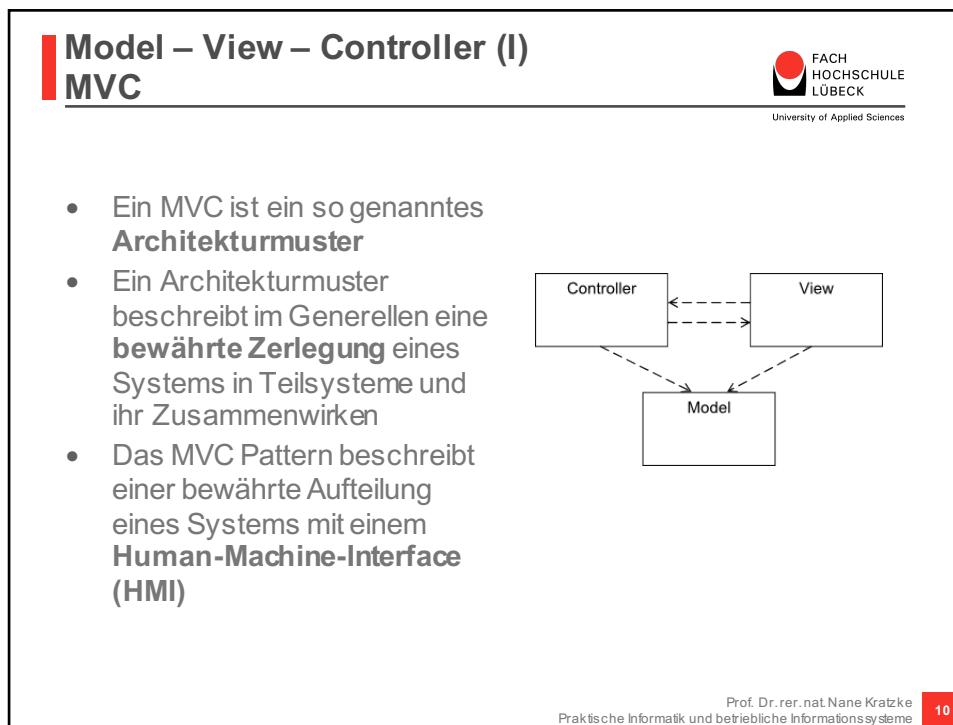
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

8



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

9



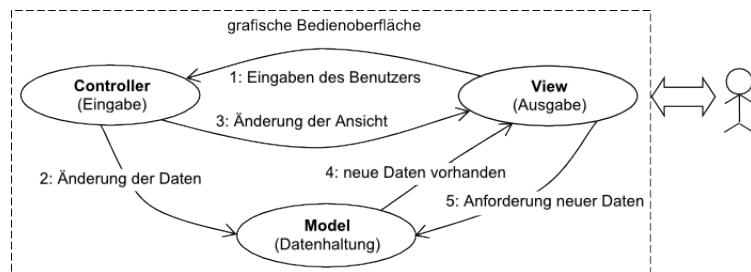
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

10

## Zusammenarbeit von Model, View und Controller



University of Applied Sciences

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

11

## Verantwortlichkeiten im MVC Pattern



University of Applied Sciences

### Model

- Hält die für die Anzeige relevanten Daten
- Das Model bestimmt welche Daten wie verändert werden
- Welche Daten zur Ansicht bereitgestellt werden

### View

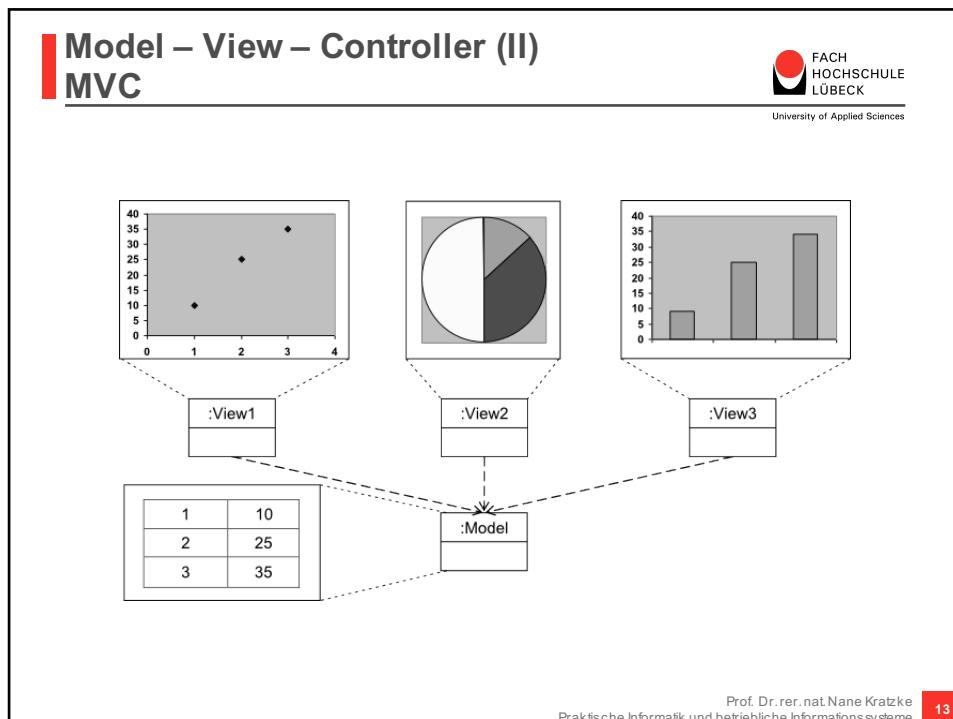
- Darstellung der Daten des Model
- Bereitstellung von Eingabemöglichkeiten für das Model
- Verschiedene Views können Daten des Model unterschiedlich darstellen
- Werden Daten im Model geändert, so ändern sich auch die Darstellungen der Views

### Controller

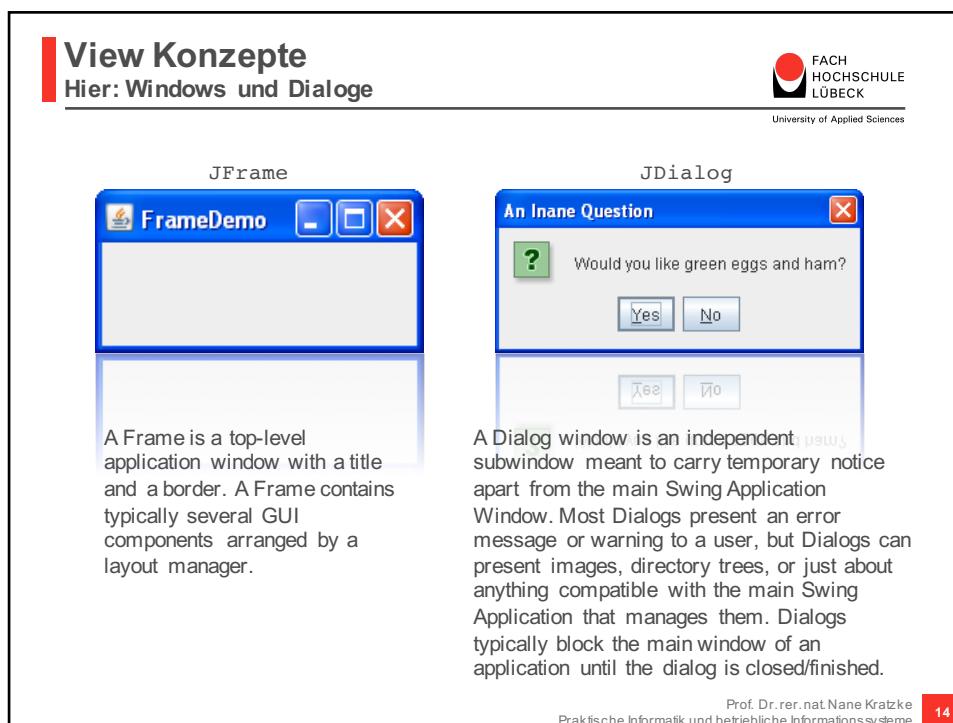
- Steuert das Model und den View
- Controller ruft Methoden des Model auf, um Zustand gem. Benutzereingaben zu ändern
- Ggf. wird auch die Darstellung des Views aktualisiert

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

12

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

13

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

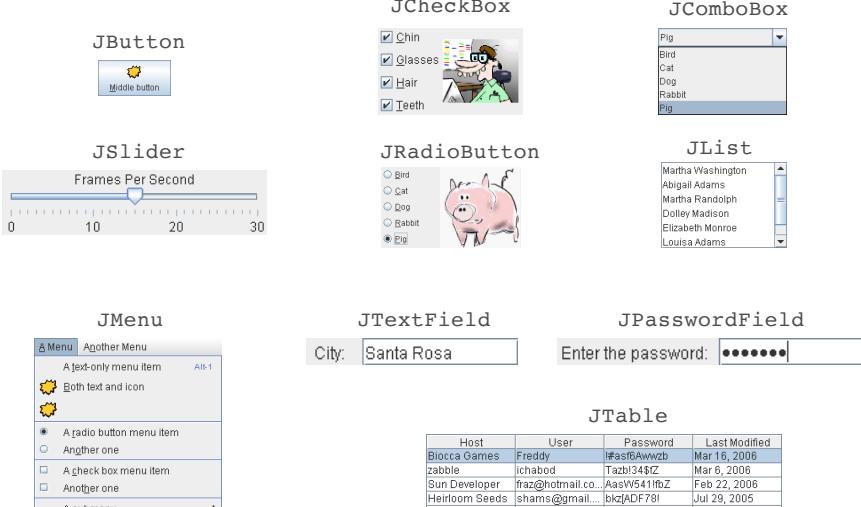
14

## View Konzepte

Hier: GUI Swing Komponenten (Auswahl)



University of Applied Sciences



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

15

## View Konzepte

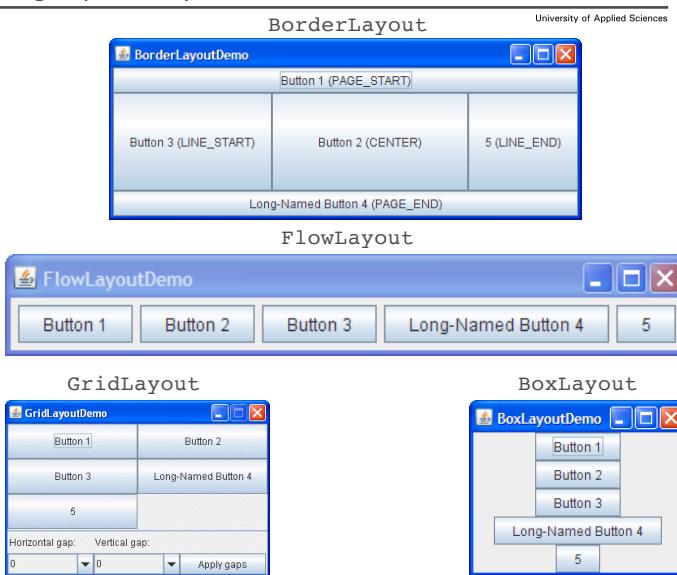
Hier: Layout Manager (Auswahl)



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.



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

16

## View Konzepte

Hier: Beispiel BorderLayout



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 Komponenten

Erzeugen des Window und Zuweisen eines Layout Managers

Zuweisen der Komponenten an Bereiche des Layout Managers

Darstellen des Windows

Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

17

## View Konzepte

Hilfreiche Links auf die JAVA Dokumentation



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>



Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

18

## Controller Konzepte

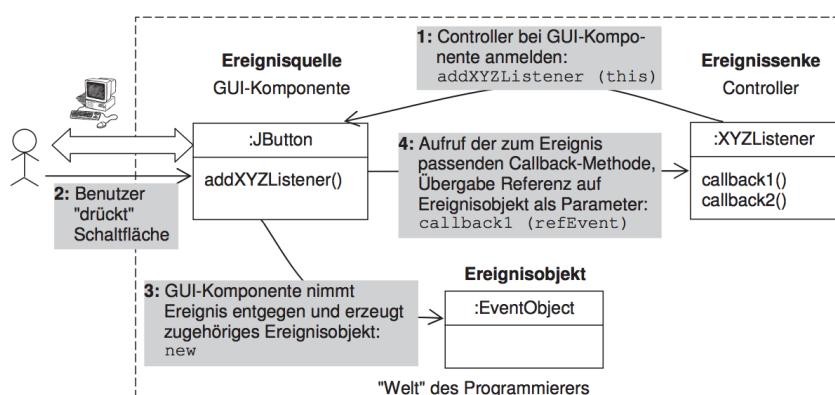
Hier: Ereignisbehandlung

- **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



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



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().

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

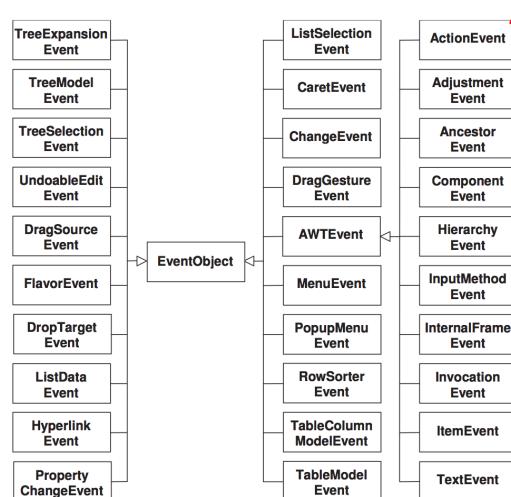
21

## Controller Konzepte

Hier: Klassenhierarchie der Ereignisse



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.

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

22

## Controller Konzepte

Hier: Listener Schnittstelle



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.

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

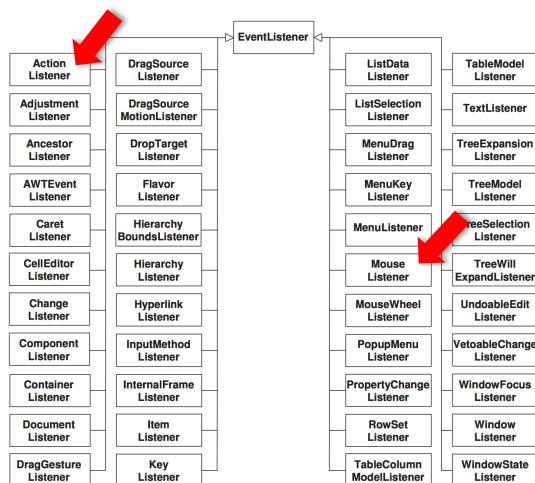
23

## Controller Konzepte

Hier: Listener Schnittstellen



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.

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

24

## Controller Konzepte

Hier: Beispiel eines MouseEvent Listeners



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 JFrame();
        JButton b = new JButton("Not used so far");
        b.addMouseListener(new MyController());
        f.setLayout(new FlowLayout());
        f.add(b);
        f.setSize(400, 100);
        f.setDefaultCloseOperation(JFrame.EXIT_ON_CLOSE);
        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.");
    }
}
```

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

25

## Controller Konzepte

Hier: Adapter Klassen



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.



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

26

## Controller Konzepte

Hier: Überblick aller Swing Adapter Klassen



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
MouseMotionListener	MouseAdapter MouseInputAdapter MouseMotionAdapter
MouseWheelListener	MouseAdapter MouseInputAdapter
WindowFocusListener	WindowAdapter
WindowListener	WindowAdapter
WindowStateListener	WindowAdapter

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

27

## Controller Konzepte

Hier: Überblick aller Swing Adapter Klassen



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.");
    }
}
```



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

28

## Controller Konzepte

Beispiel: MouseAdapter als leere Interface Implementierung



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 Adapters abgeleitete Klassen müssen also nicht alle Callbacks implementieren, sondern nur die notwendigen für die eigene Programmlogik überschreiben.**

Meist bedeutet dies eine weniger umfangreiche Implementierung.

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

29

## Implementierungsvarianten von Controllern



University of Applied Sciences

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

Controller als externe Klasse

Controller als Elementklasse

Controller als anonyme Klasse

Controller als Lambda-Funktion

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

30

## Controller Implementierung

### Variante: Externe Klasse



University of Applied Sciences

Die Implementierung eines Controllers durch eine externe Klasse haben Sie bereits in den bisherigen Beispielprogrammen kennengelernt. Durch die Implementierung eines Controllers 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 Controller-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.");
            }
        }
    }
}
```

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

31

## Controller Implementierung

### Variante: Elementklasse



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.

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

32

## Controller Implementierung

### Variante: Anonyme Controller Klasse



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!**).

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

33

## Controller Implementierung

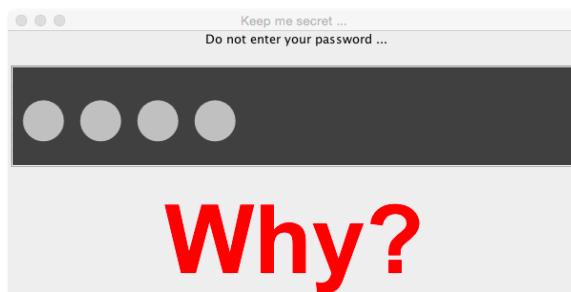
### Variante: Lambda-Funktion



University of Applied Sciences

Die folgende Variante funktioniert nur für Interfaces mit einer Methode (sogenannte funktionale Interfaces) wie bspw. für ActionListener.

Für das MouseListener Interface (bzw. MouseAdapter) funktioniert dies also nicht, da diese Interfaces mehr als eine Methode definieren.



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

34

## Controller Implementierung

### Variante: Lambda-Funktion

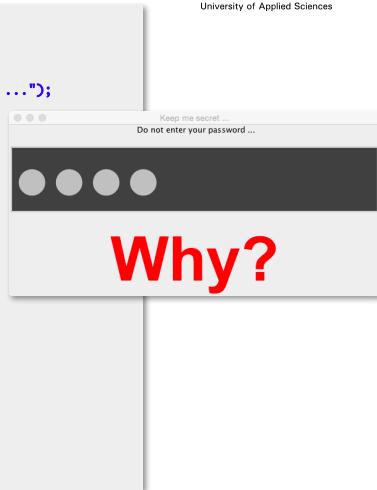


University of Applied Sciences

```
public class SwingView extends JFrame {
    private JPasswordField text = new JPasswordField("Edit me");
    private JLabel label = new JLabel("Do not enter your password ...");
    private JLabel ausgabe = new JLabel("...");

    public SwingView(String title) {
        super(title);
        this.setLayout(new BorderLayout(20, 20));
        text.addActionListener(e -> {
            String geheim = ((JTextField)e.getSource()).getText();
            ausgabe.setText(geheim);
        });
        this.add(label, BorderLayout.NORTH);
        this.add(text, BorderLayout.CENTER);
        this.add(ausgabe, BorderLayout.SOUTH);

        this.setVisible(true);
    }
}
```



**Why?**

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. **Sie sollten auch aus Lambda-Funktionen immer direkt eine klar definierte Controllerklasse aufrufen!**

Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

35

## Zusammenfassung



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)



Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke

36

## Themen dieser Unit



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

University of Applied Sciences



### GUI

- Java Swing
- MVC
- View Konzepte
- Controller Konzepte

### Taschenrechner

- Model
- View
- Controller

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

37

## Entwicklung eines Taschenrechners



FACH  
HOCHSCHULE  
LÜBECK

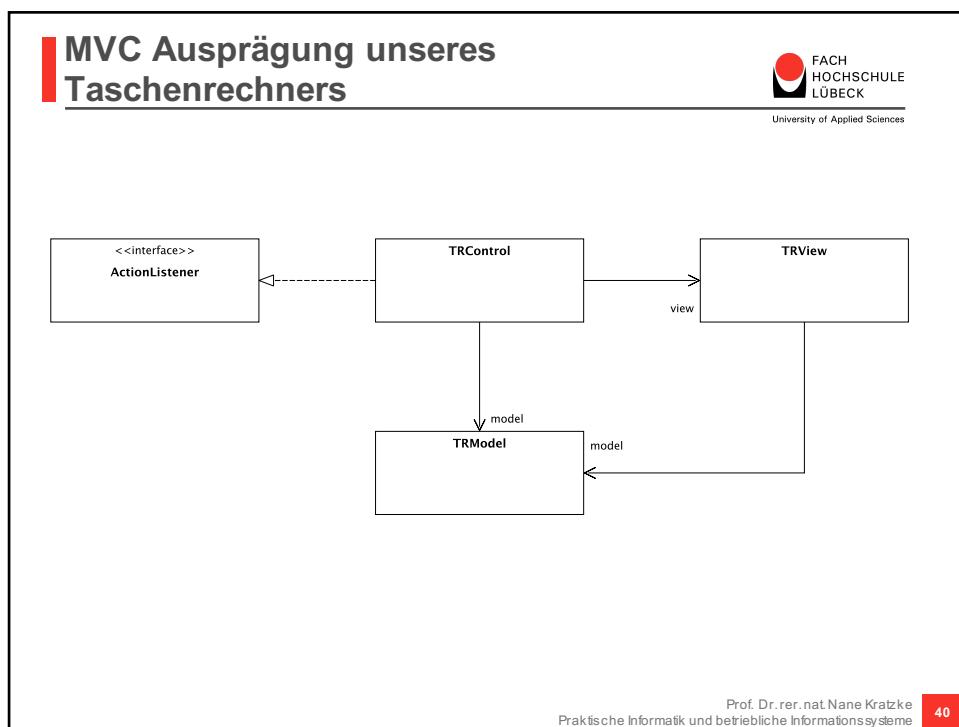
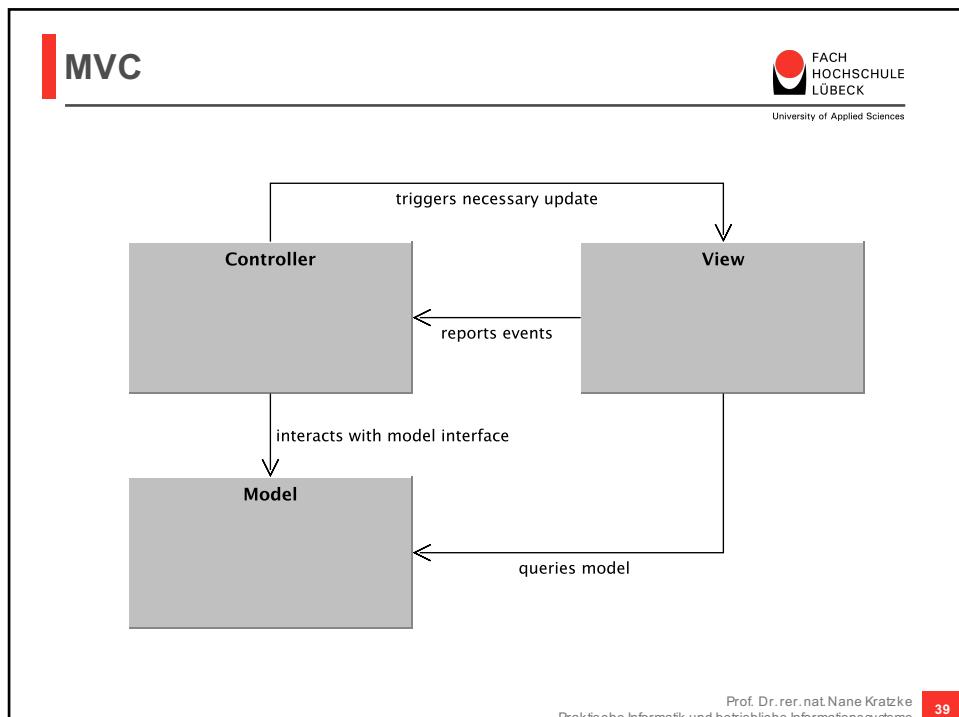
University of Applied Sciences



- Grafische Bedienoberflächen unterstützen Benutzer 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
- Programmoberfläche am Beispiel einer einfachen Taschenrechner Applikation

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

38



## Model unseres Taschenrechners



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.

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

41

## Logisches Modell unseres Taschenrechners Hier: Datenhaltung



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.

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

42

## Logisches Modell unseres Taschenrechners

### Hier: Interaktion mit TR Konzept (I)



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 Fehler 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.

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

43

## Logisches Modell unseres Taschenrechners

### Hier: Interaktion mit TR Konzept (II)



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.

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

44

## berechne()



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();
    }
}
```

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

45

## setOperator()



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 = "";
}
```

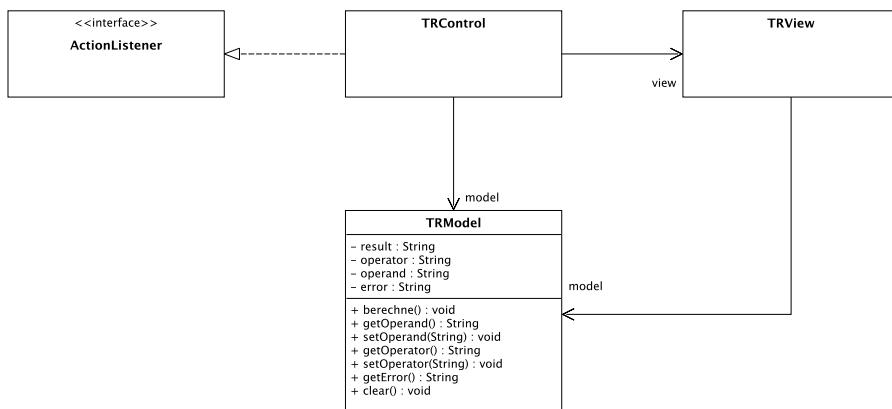
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

46

## Verfeinerte MVC Ausprägung unseres Taschenrechners (Model Details)



University of Applied Sciences

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

47

## Darstellung unseres Taschenrechners Das View Konzept



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 durchgeföhrten Berechnung, einer eingegeben Zahl, etc.

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

48

## 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 einer Liste, in der alle Tasten des Taschenrechners abgelegt werden
     * Die Tasten werden über 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);
}
```



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

49

## Aufbau des Views (II)

Konstruktor: Platzieren der Bedienelemente im Fenster

```
/* Konstruktor zum Anlegen eines Viewobjekts eines Taschenrechners. Der Konst
 * platziert alle Bedienelemente und "verlinkt" diese mit einem Controller */
public TRView() {
    super ("Taschenrechner"); this.setDefaultCloseOperation(DISPOSE_ON_CLOSE);
    Panel tastenpanel = new JPanel(); 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 verknüpfen
    for (JButton b : buttons) { b.addActionListener(controller); }
}
```



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

50

### 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.

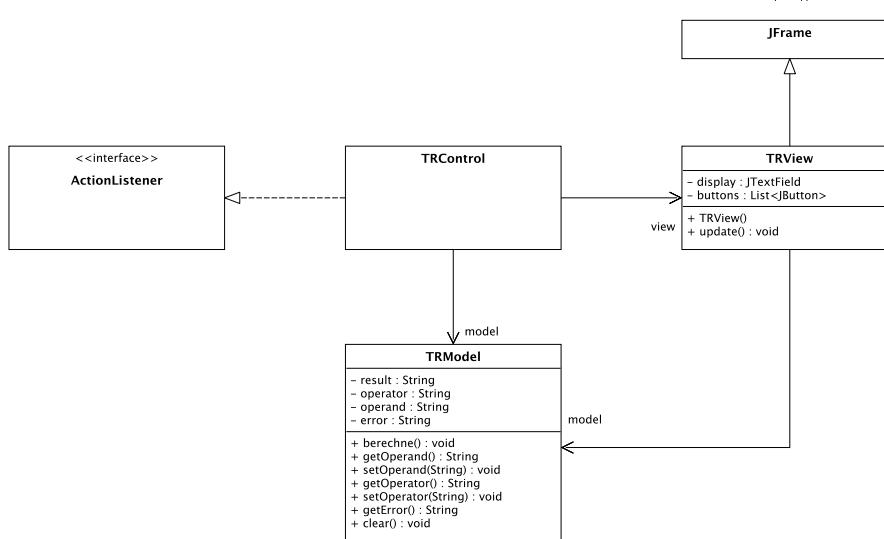
Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

51

### Weiter verfeinerte MVC Ausprägung unseres Taschenrechners (TRView Details)



University of Applied Sciences

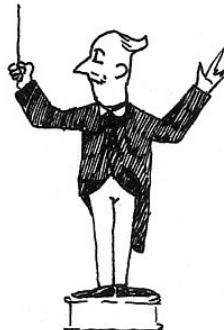


Prof. Dr. rer. nat. Nane Kratzke  
Praktische Informatik und betriebliche Informationssysteme

52

## Controller unseres Taschenrechners

- 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)



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

53

## Der Controller verknüpft View und Model

```
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;  
    }  
    [...]  
}
```

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

54

## Listener Callbacks

### Die zentrale Anlaufstelle eines Controllers



University of Applied Sciences

```
/* ActionListener - Diese Methode wird immer aufgerufen, wenn ein Button auf dem TR
 * betätigigt 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
}
```

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

55

## Zahleingaben (Zifferntasten)



University of Applied Sciences

```
/**
 * Wird aufgerufen, wenn eine Zahl auf dem Taschenrechner betätigt wurde
 * Diese Zahl wird der aktuell auf dem Display stehenden Zahl angehängt
 * @param i Die Ziffer die an den aktuell eingegebenen Operanden angehängt 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.

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

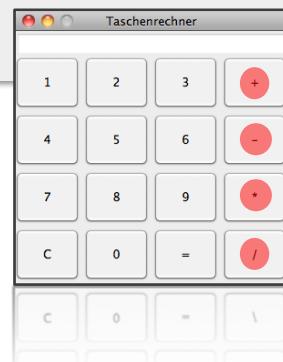
56

## Operatoreingabe (+, -, \*, / Tasten)

```
/**  
 * Wird aufgerufen, wenn eine Operatoraste, -, /, *) betätigt 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)

```
/**  
 * Wird aufgerufen, wenn die C Taste auf einem Taschenrechner  
 * betätigt 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.



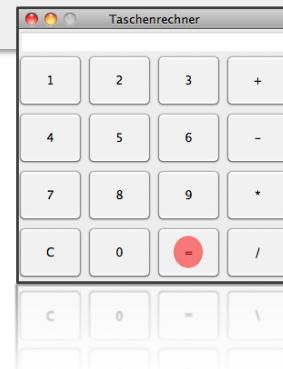
## Auswertung (= Taste)



University of Applied Sciences

```
/**  
 * Wird aufgerufen, wenn die = Taste auf einem Taschenrechner betätigt 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.



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

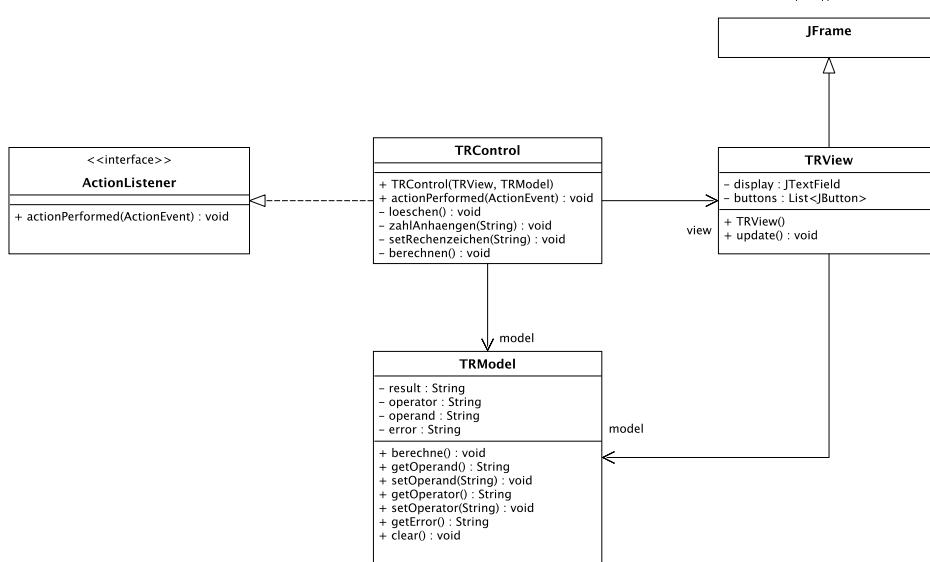
59

## Weiter verfeinerte MVC Ausprägung unseres Taschenrechners (TRControl Details)



---

University of Applied Sciences



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

60

## MVC – ein häufig genutztes Pattern

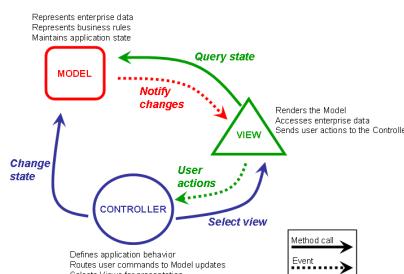


University of Applied Sciences

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](http://de.wikipedia.org/wiki/Model_View_Controller)



Quelle: Wikipedia

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

61

## Zusammenfassung



University of Applied Sciences

- **Graphical User Interfaces**
  - Am Beispiel eines Taschenrechners
  - Nutzung des Model View Controller 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



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

62