Grundlagen der Programmierung II SS 2005

Dr. Michael Thies

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 00

Ziele:

Anfangen

Ziele der Vorlesung

Ziele der Vorlesung Grundlagen der Programmierung II

Die Studierenden sollen

- **graphische Bedienungsoberflächen** mit objektorientierten Techniken entwickeln können,
- die Grundlagen **paralleler Prozesse und deren Synchronisation** verstehen und parallele Prozesse in Java programmieren lernen.
- ihre Kenntnisse in der objektorientierten Programmierung in Java festigen und verbreitern.

Voraussetzungen aus Grundlagen der Programmierung I:

Die Studierenden sollen

- die **Programmentwicklung in Java von Grund auf erlernen**.
- lernen, Sprachkonstrukte sinnvoll und mit **Verständnis** anzuwenden.
- grundlegende **Konzepte der objektorientierten Programmierung** verstehen und anzuwenden lernen. Objektorientierte Methoden haben zentrale Bedeutung im **Software-Entwurf** und in der **Software-Entwicklung**.
- lernen, **Software aus objektorientierten Bibliotheken wiederzuverwenden**.
- **eigene praktische Erfahrungen** in der Entwicklung von **Java**-Programmen erwerben. Darauf bauen größere praktische Entwicklungen in Java oder anderen Programmiersprachen während des Studiums und danach auf.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 01

Ziele:

Ziele und Voraussetzungen bewusst machen

in der Vorlesung:

Begründungen dazu

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt GP I wiederholen

nachlesen:

Inhaltsverzeichnis Folie 02

Verständnisfragen:

Haben Sie für die Vorlesung andere als die genannten Ziele? Welche?

Inhalt

Nr. d. Vorl.	*Inhalt*	*Abschnitte in „Java lernen, 2. Auflage“*
1	1. Einführung, GUI, Swing (AWT)	10.1
2	2. Zeichenflächen	10.2
3	3. Komponenten erzeugen und platzieren	10.3
4	4. Hierarchisch strukturierte Fensterinhalte	
	5. Ereignisse an graphischen Benutzungsoberflächen	10.3, 11.1
5	Eingabeverarbeitung	11.1
6	6. Beispiel: Ampelsimulation	10.5
7	7. Entwurf von Ereignisfolgen	11.4
8	8. Model/View-Paradigma für Komponenten	—
9	9. Java-Programme in Applets umsetzen	12.1, 12.2
10	10. Parallele Prozesse, Grundbegriffe, Threads	13.1, 13.2
11	11. Unabhängige parallele Prozesse,	13.1, 13.2
12	12. Monitore, Synchronisation gegenseitiger Ausschluss	13.3
13	13. Bedingungssynchronisation im Monitor	
14	14. Verklemmungen, Beispiel: Dining Philosophers	
15	15. Zusammenfassung	

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 02

Ziele:

Überblick über den Inhalt bekommen

in der Vorlesung:

Struktur erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt Inhalt

Verständnisfragen:

Können Sie die Themen den Zielen (Folie 01) zuordnen?

Literaturhinweise

Elektronisches Skript zur Vorlesung:

- **M. Thies: Vorlesung GP II, 2005, http://ag-kastens.upb.de/lehre/material/gpii**
- **U. Kastens: Vorlesung SWE II, 2004, http://ag-kastens.upb.de/lehre/material/sweii**
- **U. Kastens: Vorlesung SWE, 1998/99 (aktualisiert), http://…/swei**

fast ein Textbuch zur Vorlesung, mit dem Vorlesungsmaterial (in älterer Version) auf CD:

- **J. M. Bishop: Java lernen, Addison-Wesley, 2. Auflage, 2001**
- **J. M. Bishop: Java Gently - Programming Principles Explained, Addison-Wesley, 1997 3rd Edition (Java 2)**

zu allgemeinen Grundlagen der Programmiersprachen in der Vorlesung:

- **U. Kastens: Vorlesung Grundlagen der Programmiersprachen, Skript, 2003 http://ag-kastens.upb.de/lehre/material/gdp**
- **D. A. Watt: Programmiersprachen - Konzepte und Paradigmen, Hanser, 1996**

eine Einführung in Java von den Autoren der Sprache:

- **Arnold, Ken / Gosling, James: The Java programming language, Addison-Wesley, 1996.**
- **Arnold, Ken / Gosling, James: Die Programmiersprache Java™, 2. Aufl. Addison-Wesley, 1996**

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 03

Ziele:

Literatur zur Vorlesung kennenlernen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

Verständnisfragen:

- Suchen Sie das Textbuch in der Uni-Bibliothek.
- Rufen Sie sich die Struktur der Java-Online-Dokumentation ins Gedächtnis.

Elektronisches Skript: Startseite

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 04

Ziele:

Struktur des Vorlesungsmaterials kennenlernen

in der Vorlesung:

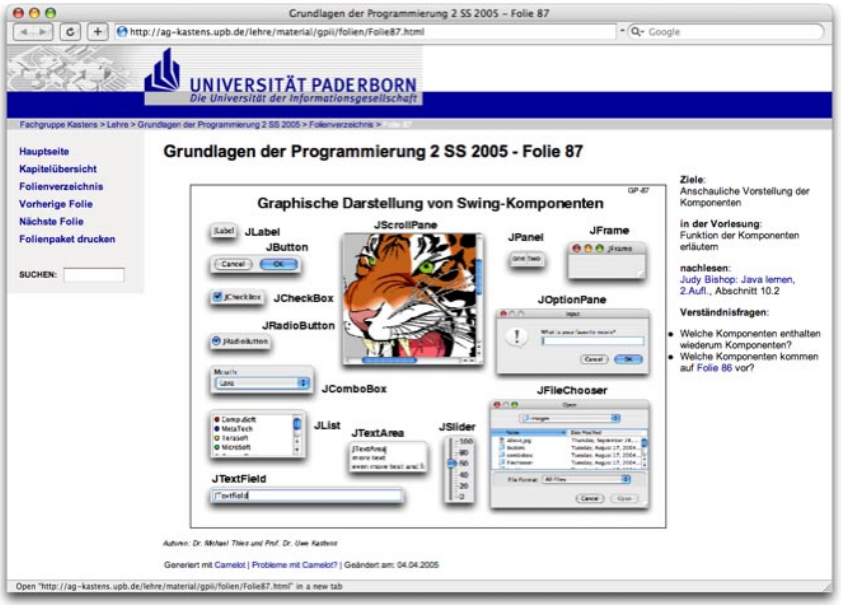
Hinweise auf Abschnitte

- zu den Folien,
- zu dem Übungsmaterial,
- zu den druckbaren Dokumenten,
- zu den Mitteilungen

Übungsaufgaben:

Explorieren Sie das Skript und setzen Sie im Webbrowser ein Lesezeichen.

Elektronisches Skript: Folien im Skript



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 05

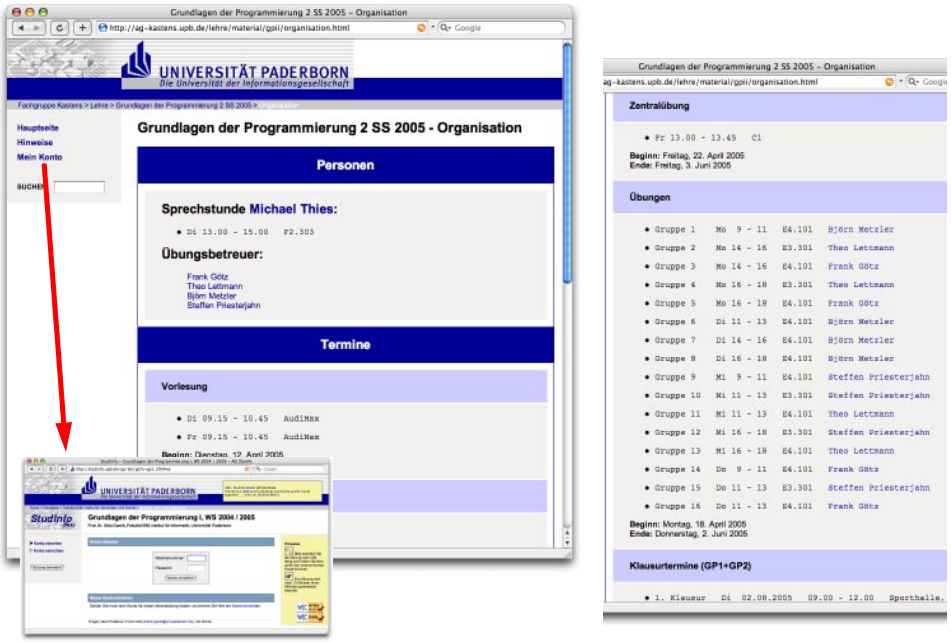
Ziele:

Annotationen kennenlernen

in der Vorlesung:

Am Beispiel erläutern

Elektronisches Skript: Organisation der Vorlesung



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 06

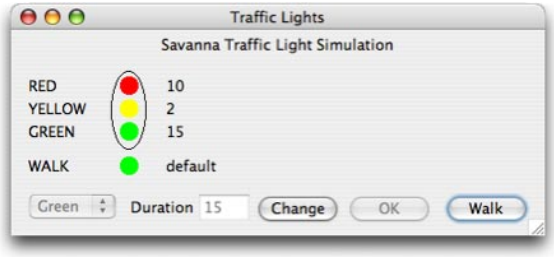
Ziele:
Termine und Abläufe kennenlernen

in der Vorlesung:
Termine und Abläufe erläutern

1. Einführung in graphische Benutzungsoberflächen

Graphische Benutzungsoberflächen (graphical user interfaces, **GUI**) dienen zur

- interaktiven Bedienung von Programmen,
- Ein- und Ausgabe mit graphischen Techniken und visuellen Komponenten



Javas Standardbibliothek `javax.swing`
(Java foundation classes, JFC) enthält wiederverwendbare Klassen zur Implementierung und Benutzung der wichtigsten GUI-Komponenten:

- Graphik
- GUI-Komponenten (siehe GP-87)
- Platzierung, Layoutmanager
- Ereignisbehandlung (`java.awt.event`)
- baut auf dem älteren AWT (abstract windowing toolkit) auf

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 86

Ziele:
Thema einführen

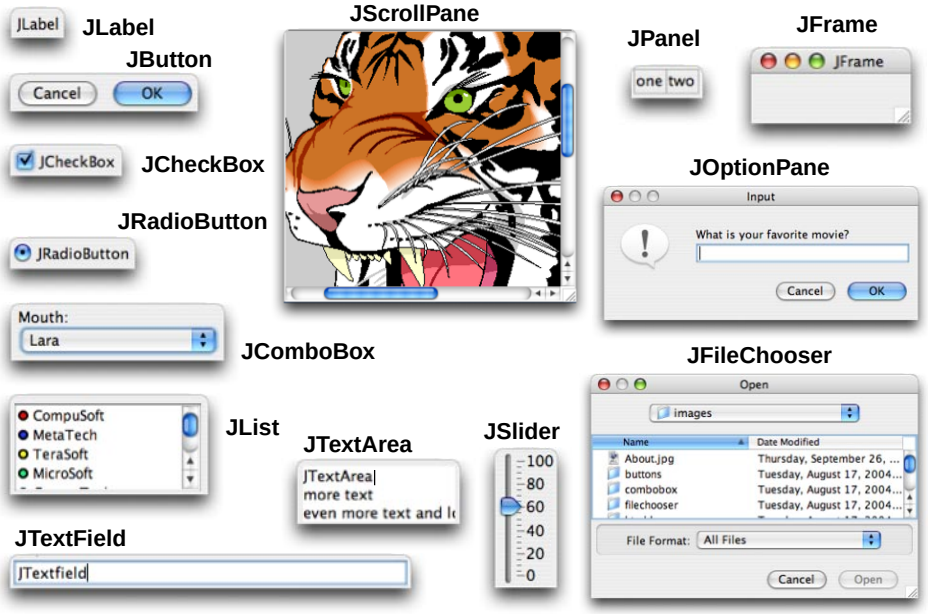
in der Vorlesung:
- Beispiel erläutern und vorführen,
- interaktive E/A statt Eingabeströme,
- Interaktion mit graphischen Objekten,
- Wiederverwendung aus der Swing- und AWT-Bibliothek,
- Bezug zwischen den beiden Bibliotheken später,

nachlesen:
Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:
Welche Ein- und Ausgaben sowie Ereignisse erkennen Sie an dem Beispielbild?

Graphische Darstellung von Swing-Komponenten



Klassenhierarchie für Komponenten von Benutzungsoberflächen

Teil der erweiterten Standardbibliothek **`javax.swing`** (Java foundation classes, JFC)

Klasse in der Hierarchie	Kurzbeschreibung
Component (abstrakt, AWT)	darstellbare Komponenten von Benutzungsoberflächen
Container (abstrakt, AWT)	Behälter für Komponenten
Window (AWT)	Fenster (ohne Rand, Titel, usw.); Wurzel der Objektbäume
Frame (AWT)	Fenster mit Rand, Titel, usw.
JFrame	Swing-Fenster mit Rand, Titel, usw.
JComponent (abstrakt)	darstellbare Swing-Komponenten
JPanel	konkrete Klasse zu Container, Behälter für Komponenten
JScrollPane	Sicht auf große Komponente, 2 Rollbalken
JFileChooser	Fenster zur interaktiven Dateiauswahl
AbstractButton (abstr.)	Komponenten, die auf einfachen Klick reagieren
JButton	Schaltfläche (“Knopf”)
JToggleButton	Komponenten mit Umschaltverhalten bei Klick
JCheckBox	An/Aus-Schalter (“Ankreuzfeld”), frei einstellbar
JRadioButton	An/Aus-Schalter, symbolisiert gegenseitigen Ausschluß
JComboBox	Auswahl aus einem Aufklappmenü von Texten
JList	Auswahl aus einer mehrzeiligen Liste von Texten
JSlider	Schieberegler zur Einstellung eines ganzzahligen Wertes
JLabel	Textzeile zur Beschriftung, nicht editierbar
JTextComponent (abstr.)	edierbarer Text
JTextField	einzelne Textzeile
JTextArea	mehrzeiliger Textbereich

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87

Ziele:

Anschauliche Vorstellung der Komponenten

in der Vorlesung:

Funktion der Komponenten erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2

Verständnisfragen:

- Welche Komponenten enthalten wiederum Komponenten?
- Welche Komponenten kommen auf Folie 86 vor?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87a

Ziele:

Swing-Klassenhierarchie kennenlernen

in der Vorlesung:

Erläuterung der Klassen und der Hierarchiebeziehungen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 9.2, 9.4

nachlesen:

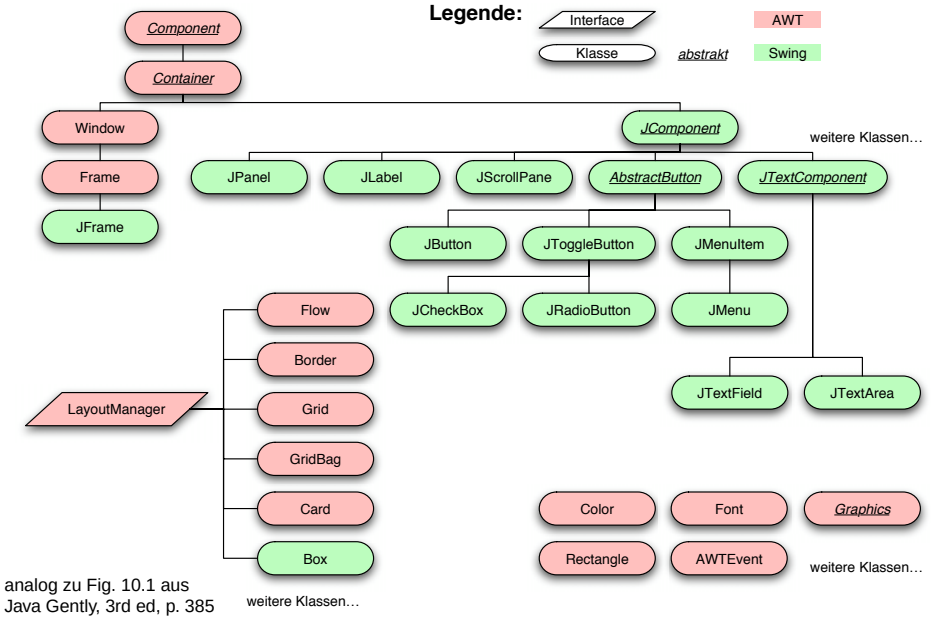
http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Welche Klassen unterscheiden sich nur in ihrer grafischen Darstellung - nicht in ihrer Funktion? (gemäß der Kurzbeschreibung)

Klassenhierarchie der Swing-Bibliothek



analog zu Fig. 10.1 aus
Java Gently, 3rd ed, p. 385

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87b

Ziele:

Überblick

in der Vorlesung:

- Erläuterung der Hierarchie an einigen Beispielen,
- Beziehungen zwischen Swing- und AWT-Bibliothek

Verständnisfragen:

Ordnen Sie die Klassen der vorigen Folie in diese Hierarchie ein.

Wiederverwendung von Klassen aus Bibliotheken

Die Klasse **`javax.swing.JFrame`** implementiert **gerahmte Fenster** in graphischen Benutzungs-oberflächen (GUI). Sie ist eine Blattklasse in der Hierarchie der GUI-Komponenten:

`java.lang.Object`	
`java.awt.Component`	GUI-Komponenten
`java.awt.Container`	solche, die wieder Komponenten enthalten können
`java.awt.Window`	Fenster ohne Rahmen
`java.awt.Frame`	Fenster mit Rahmen (AWT)
`javax.swing.JFrame`	Fenster mit Rahmen (Swing)

Methoden zum Zeichnen, Platzieren, Bedien-Ereignisse Behandeln, etc. sind auf den jeweils passenden Hierarchieebenen implementiert.
In der **`abstract class Component`** ist die Methode

```
public void paint (Graphics g)
```

definiert, aber nicht ausgefüllt. Mit ihr wird auf der Fläche des Fensters gezeichnet.

Benutzer definieren Unterklassen von `JFrame`, die die Funktionalität der Oberklassen erben. Die Methode **`paint`** **wird überschrieben** mit einer Methode, die das Gewünschte zeichnet:

```
public class Rings extends JFrame
{  public Rings () { super("Olympic Rings"); setSize(300, 150); }
   public void paint (Graphics g) { /* draw olympic rings ... */ }
   public static void main (String[] args)
   {  JFrame f = new Rings(); ... }
}
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87c

Ziele:

Einsatz von OO-Techniken zur Wiederverwendung

in der Vorlesung:

Einen Eindruck von Umfang und Komplexität der geerbten Methoden vermitteln. Die Klasse `Rings` erbt umfangreiche Techniken zur Implementierung von Fenstern, z. B.

- Anschluss an den Window-Manager,
- Fensterrahmen erstellen,
- zu Symbol verkleinern,
- Zeichenfläche bereitstellen,
- verdecken und neu zeichnen,
- Größe ändern,
- auf Maus reagieren,
- Komponenten anordnen,

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 9.2, 9.4

Übungsaufgaben:

- Schlagen Sie die Klasse `JFrame` in der Java-Dokumentation nach.
- Schlagen Sie die elementaren Zeichenoperationen in der Klasse `Graphics` nach.

Verständnisfragen:

Einige Eigenschaften auf den Ebenen der `JFrame`-Hierarchie

Klasse	Datenelemente	Ereignisse	Methoden
Component	Location, Size, Bounds, Visible	Key, Mouse, Focus, Component	paint
Container	Layout	Container	add, getComponents, paint
Window	Locale	Window	setVisible, pack, toBack, toFront
Frame	Title, MenuBar, Resizable, IconImage		
JFrame	ContentPane, RootPane, DefaultCloseOperation		

Namenskonventionen:

zum Datenelement *XXX*
gibt es die Methoden
`get`*`XXX`* und ggf. **`set`*`XXX`***

Ereignisse sind Objekte
der Klassen ***`YYY`*`Event`**

Vergleich: Swing und AWT

	Swing	AWT
zu finden im Java-Paket	**`javax.swing.*`** optionale, aber standardisierte Java Extension seit Java 1.2 bzw. 1.1	**`java.awt.*`** Teil der Java Standard Edition seit Java 1.0
Zeichnen der GUI-Komponenten	in Java implementiert (leichtgewichtige Komp.), nur Fenster vom Betriebssystem verwaltet	durch das Betriebssystem, in *Peer*-Objekten gekapselt (schwergewichtige Komp.)
(visuelle) Rückmeldungen für Benutzeraktionen	in Java implementiert, außer Manipulation ganzer Fenster	durch das Betriebssystem realisiert
Reaktion auf Benutzeraktionen im Programm	in Java implementiert durch sog. *Listener*-Objekte	in Java implementiert durch sog. *Listener*-Objekte
angebotene GUI-Komponenten	einfach bis sehr komplex: z.B. Schaltflächen, Tabellen, Baumstrukturen zum Aufklappen	einfach bis mittel: Schnittmenge über verschiedene Betriebssysteme, z.B. Listen, aber keine Tabellen

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87d

Ziele:

Wichtige Daten und Methoden in der Swing-Bibliothek

in der Vorlesung:

Begründungen für die Anordnung der Eigenschaften in der Hierarchie

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 9.2, 9.4

nachlesen:

http://java.sun.com/j2se/1.4.2/docs/api

Verständnisfragen:

- Suchen Sie entsprechend Daten und Methoden der Klasse `JTextComponent` und ihrer Unterklassen.
- Verfahren Sie analog für die klasse `AbstractButton`.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87e

Ziele:

Grundlegende Unterschiede zwischen Swing und AWT kennenlernen

in der Vorlesung:

Historische Entwicklung der beiden Bibliotheksteile und Einbettung in die Umgebung eines Java-Programms.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 9.2, 9.4

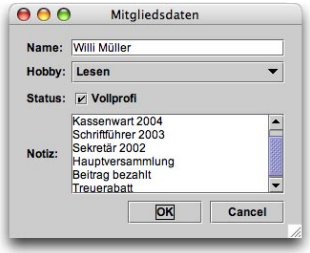
Verständnisfragen:

- Welche Argumente kennen Sie, die für oder gegen den Einsatz von Swing bzw. AWT in einem Java-Programm sprechen?
- Wie müsste man vorgehen, um diese Argumente auf ihre Stichhaltigkeit zu überprüfen?

Look&Feel-Module in Swing

Es gibt mehrere Sätze von Java-Klassen, die die Swing-Komponenten unteschiedlich grafisch darstellen. Ein vollständiger Satz von Klassen für alle Komponenten bildet ein Look&Feel-Modul:

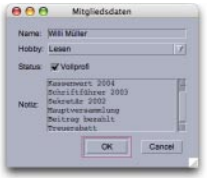
- Look&Feel eines Programms ist beim Start des Programms frei wählbar oder sogar während der Laufzeit unimttelbar umschaltbar.
- Das generische Java-Look&Feel-Modul *Metal* ist auf jedem System verfügbar.
- Hinzu kommen unterschiedlich genaue Imitationen verschiedener Betriebssysteme.
- **Realisierung:** Look&Feel-Modul enthält eine konkrete Unterklasse für jede abstrakte Look&Feel-Klasse in Swing.



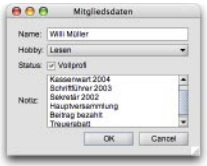
Metal

Aqua (MacOS X)

Motif



JGoodies Plastic XP



2. Zeichenflächen benutzen, Programmschema


```
import javax.swing.JFrame; import java.awt.*;
        // Hauptklasse als Unterklasse von JFrame:
public class GraphicWarning extends JFrame
{  GraphicWarning (String title)                    // Konstruktor
   {  super (title);                    // Aufruf des Konstruktors von JFrame









   }

   public void paint (Graphics g)    // überschreibt paint in einer Oberklasse
   {  super.paint(g);                 // Hintergrund der Fensterfläche zeichnen


   }

   public static void main (String[] args)
   {  JFrame f = new GraphicWarning ("Draw Warning"); // Objekt erzeugen
   }
}
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 87f

Ziele:

Möglichkeiten und Grenzen von austauschbaren Look&Feel-Modulen kennenlernen

in der Vorlesung:

- Einsatz der objekt-orientierten Programmierung zur Realisierung von Look&Feel-Modulen
- Konsequenzen für die Entwicklung grafischer Oberflächen mit Swing

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 9.2, 9.4

Verständnisfragen:

- Welche Unterschiede im Aussehen und Verhalten eines Swing-Programms gibt es im Vergleich zu Nicht-Java-Programmen für ihr Lieblingsbetriebssystem?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 88

Ziele:

Schema für ein vollständiges Programm kennenlernen

in der Vorlesung:

Struktur und Aufgaben erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2, Example 10.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Wie verändern Sie das Programm, so dass zwei gleiche Fenster erzeugt werden?

Programmschema: Eigenschaften und Ereignisbehandlung


```
import javax.swing.JFrame; import java.awt.*;
        // Hauptklasse als Unterklasse von JFrame:
public class GraphicWarning extends JFrame
{  GraphicWarning (String title)                          // Konstruktor
   {  super (title);                    // Aufruf des Konstruktors von JFrame
      Container content = getContentPane();          // innere Fensterfläche
      content.setBackground (Color.cyan);           // Farbe dafür festlegen
      setSize (35*letter, 6*line);                     // Größe festlegen
      setDefaultCloseOperation (EXIT_ON_CLOSE);
      // Verhalten des Fensters: Beim Drücken des Schließknopfes Programm beenden.
      setVisible (true);                  // führt zu erstem Aufruf von paint
   }
   private static final int line = 15, letter = 5;   // zur Positionierung
   public void paint (Graphics g)    // überschreibt paint in einer Oberklasse
   {  super.paint(g);                 // Hintergrund der Fensterfläche zeichnen


   }

   public static void main (String[] args)
   {  JFrame f = new GraphicWarning ("Draw Warning"); // Objekt erzeugen
   }
}
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 88a

Ziele:

Schema für ein vollständiges Programm kennenlernen

in der Vorlesung:

Erzeugung der Zeichenfläche und Festlegung von Eigenschaften des Fensters erläutern.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2, Example 10.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Wie fügt sich die innere Fensterfläche (*content pane*) in die Gesamtstruktur des Fensters ein?

Programmschema: `paint`-Methode ausfüllen


```
import javax.swing.JFrame; import java.awt.*;
        // Hauptklasse als Unterklasse von JFrame:
public class GraphicWarning extends JFrame
{  GraphicWarning (String title)                          // Konstruktor
   {  super (title);                    // Aufruf des Konstruktors von JFrame
      Container content = getContentPane();          // innere Fensterfläche
      content.setBackground (Color.cyan);           // Farbe dafür festlegen
      setSize (35*letter, 6*line);                     // Größe festlegen
      setDefaultCloseOperation (EXIT_ON_CLOSE);
      // Verhalten des Fensters: Beim Drücken des Schließknopfes Programm beenden.
      setVisible (true);                  // führt zu erstem Aufruf von paint
   }
   private static final int line = 15, letter = 5;   // zur Positionierung
   public void paint (Graphics g)    // überschreibt paint in einer Oberklasse
   {  super.paint(g);           // Rest der Fensterfläche zeichnen (Hintergrund)
      g.drawRect (2*letter, 2*line, 30*letter, 3*line);// auf der Fläche g
      g.drawString ("W A R N I N G", 9*letter, 4*line); // zeichnen und
   }                                                          // schreiben

   public static void main (String[] args)
   {  JFrame f = new GraphicWarning ("Draw Warning"); // Objekt erzeugen
   }
}
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 88b

Ziele:

Schema für ein vollständiges Programm kennenlernen

in der Vorlesung:

Zeichnen auf der Zeichenfläche erläutern.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2, Example 10.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Wozu dient der Aufruf der Methode `paint` aus der Oberklasse?
- An welcher Stelle der überschreibenden `paint`-Methode sollte er stehen?

Ablauf des Zeichen-Programms

1. **`main`** aufrufen:
   - 1.1. **`GraphicWarning`**-Objekt erzeugen, Konstruktor aufrufen:
     - 1.1.1 **`JFrame`**-Konstruktor aufrufen
     - 1.1.2 **`Container`**-Objekt für innere Fensterfläche abfragen**`,`**
     - 1.1.3 Eigenschaften setzen, z. B. Farben,
     - 1.1.4 ggf. weitere Initialisierungen des Fensters
     - 1.1.5 Größe festlegen, **`setSize(…, …)`**,
     - 1.1.6 Verhalten des Schließknopfes festlegen, **`setDefaultCloseOperation`**,
     - 1.1.7 Fenster sichtbar machen, **`setVisible(true)`**

       parallele Ausführung von (2) initiieren
   - 1.2 Objekt an **`f`** zuweisen
   - 1.3 ggf. weitere Anweisungen zur Programmausführung

   in Methoden der Oberklassen:
2. **`Graphics`** Objekt erzeugen
   - 2.1 damit erstmals **`paint`** aufrufen (immer wieder, wenn nötig):

     weiter in **`paint`** von **`GraphicWarning`**
     - 2.1.1 Methode aus Oberklasse den Hintergrund der Fensterfläche zeichnen lassen
     - 2.1.2 auf der Zeichenfläche des Parameters **`g`** schreiben und zeichnen
3. Schließknopf Drücken

   in Methoden der Oberklassen:
   - 3.1 Programm beenden, **`System.exit(0)`**

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 89

Ziele:

Programmablauf verstehen

in der Vorlesung:

- Objekt zeigen
- Ablauf erläutern
- Stellen zur Erweiterung des Schemas

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2, Example 10.1

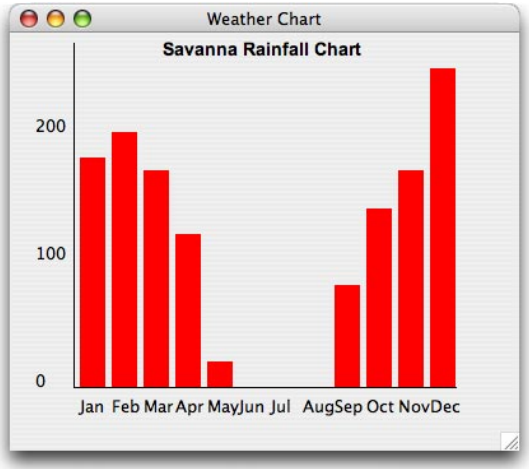
Übungsaufgaben:

Kopieren Sie das Programm aus der Programmsammlung, führen Sie es aus und variieren es.

Verständnisfragen:

- Zu welchen Gelegenheiten wird `paint` aufgerufen?
- Wie kann eine Bibliotheksmethode Aufrufe von `paint`-Methoden enthalten, die noch gar nicht geschrieben sind?

Beispiel: Balkendiagramm zeichnen



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 90

Ziele:

Aufgabe verstehen

in der Vorlesung:

Erläuterung

- der Aufgabe,
- der Lösung (an der nächsten Folie),
- Programm ausführen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2, Example 10.2

nachlesen:

Folie 90a

Beispiel: Balkendiagramm zeichnen

```
public void paint (Graphics g)
{  super.paint(g);                                  // Hintergrund zeichnen
   int x = 50, y = 300;                             // Schnittpunkt der Achsen
   int width = 20, gap = 5;                         // Balken und Zwischenraum

   g.drawLine (x, y, x+12*(width+gap), y);          // x-Achse
   g.drawLine (x, y, x, 30);                        // y-Achse

   for (int m = 0; m < 12; m++)                     // Monate an der x-Achse
      g.drawString(months[m], m*(width+gap)+gap+x, y+20);

   for (int i = 0; i < y; i+=100)                   // Werte an der y-Achse
      g.drawString(String.valueOf(i), 20, y-i);

   g.setFont(new Font("SansSerif", Font.BOLD, 14)); // Überschrift
   g.drawString("Savanna Rainfall Chart", 120, 40);

   g.setColor(Color.red);                           // die Balken
   for (int month = 0; month < 12; month++)
   {  int a = (int) rainTable[month]*10;
      g.fillRect(month*(width+gap)+gap+x, y-a, width, a);
   }
}
private double[] rainTable = new double[12];
private static String months [] = {"Jan", "Feb", "Mar",…, "Oct", "Nov", "Dec"};
```


3. Swing-Komponenten erzeugen und platzieren

Ein einfaches Beispiel für Text und Schaltknöpfe:

Aufgaben zur Herstellung:

Aussehen:

- JLabel- und JButton-Objekte generieren
- Anordnung der Komponenten festlegen

Ereignisse:

- ein *Listener*-Objekt mit den Buttons verbinden
- *call-back*-Methode für Buttons implementieren

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 90a

Ziele:

Umfangreicheres Beispiel zum Zeichnen

in der Vorlesung:

- Operationen erläutern
- Koordinaten der Zeichenfläche

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.2, Example 10.2

Übungsaufgaben:

Kopieren Sie das Programm aus der Programmsammlung, führen Sie es aus und variieren es.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 91

Ziele:

Aufgaben zum Umgang mit Swing-Komponenten kennenlernen

in der Vorlesung:

Aufgaben am Beispiel erläutern:

- Gestalt des Containers ändern => Anordnung der Komponenten,
- Knöpfe betätigen => Reaktion auf Ereignisse
- Programm ausführen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3

Komponenten platzieren

Jedes Fenster (**JFrame**-Objekt) besitzt ein **Container**-Objekt, das den Inhalt des Fenster aufnimmt, die sogenannte *content pane*.
Die Klasse **Container** sorgt für die Platzierung der Komponenten, die ein **Container**-Objekt enthält.

Dazu wird für den **Container** ein **LayoutManager** installiert; z. B. mit folgender Anweisung im Konstruktor der Unterklasse von **JFrame**:

```
Container content = getContentPane();
content.setLayout (new FlowLayout (FlowLayout.CENTER));
```

Ein **LayoutManager** bestimmt die Anordnung der Komponenten nach einer speziellen Strategie; z. B. **FlowLayout** ordnet zeilenweise an.

Komponenten werden generiert und mit der Methode **add** dem **Container** zugefügt, z. B.

```
content.add (new JLabel ("W A R N I N G")); …

JButton waitButton = new JButton ("Wait");
content.add (waitButton); …
```

Die Reihenfolge der **add**-Aufrufe ist bei manchen **LayoutManager**n relevant.

Wird die Gestalt des **Container**s verändert, so ordnet der **LayoutManager** die Komponenten ggf. neu an.

Programmschema zum Platzieren von Komponenten

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

class FlowTest extends JFrame                    // Definition der Fenster-Klasse
{  FlowTest ()                                                    // Konstruktor
   {  super ("Flow Layout (Centered)"); // Aufruf des Konstruktors von JFrame
      Container content = getContentPane();          // innere Fensterfläche
      content.setBackground (Color.cyan);          // Eigenschaften festlegen

      content.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER));
         // LayoutManager-Objekt erzeugen und der Fensterfläche zuordnen

      content.add(new JButton("Diese")); …       // Komponenten zufügen

      setSize(350,100);
      setDefaultCloseOperation (EXIT_ON_CLOSE);
      // Verhalten des Fensters: Beim Drücken des Schließknopfes Programm beenden.
      setVisible(true);
   }
}

public class LayoutTry
{  public static void main(String[] args)
   {  JFrame f = new FlowTest();            // Ein FlowTest-Objekt erzeugen
   }
}
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 92

Ziele:

Prinzip der `LayoutManager` verstehen

in der Vorlesung:

- Notwendigkeit von `LayoutManagern` verstehen: Pixel-Koordinaten sind inflexibel und unhandlich
- `LayoutManager` bestimmen
- Komponenten zufügen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 93

Ziele:

Einfaches Programmschema mit `LayoutManager`

in der Vorlesung:

Erläuterung von Struktur und Funktion; wie im Beispiel `GraphicWarning`.

nachlesen:

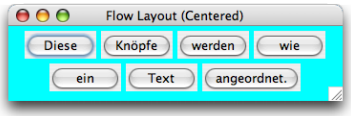
Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3

Verständnisfragen:

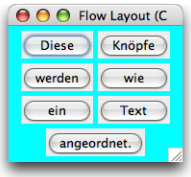
Man könnte auch beide Klassen zu einer zusammenfassen. Welche Vorteile haben die eine und die andere Struktur?

LayoutManager FlowLayout

```
class FlowTest extends JFrame
{  FlowTest ()
   {  super("Flow Layout (Centered)");
      Container c = getContentPane(); c.setBackground(Color.cyan);

      c.setLayout(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER));

      c.add(new JButton("Diese")); c.add(new JButton("Knöpfe"));
      c.add(new JButton("werden")); c.add(new JButton("wie"));
      c.add(new JButton("ein")); c.add(new JButton("Text"));
      c.add(new JButton("angeordnet."));

      setSize(350,100); setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);
      setVisible(true);
   }
}
```



nach Ändern der Gestalt:



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 93a

Ziele:

`FlowLayout` kennenlernen

in der Vorlesung:

Beispiel erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3

Übungsaufgaben:

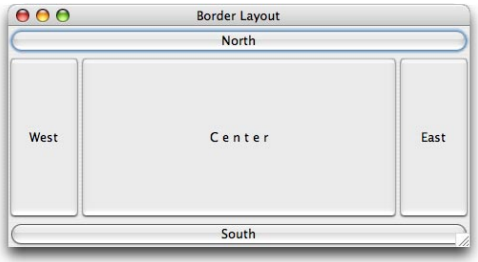
Implementieren Sie die Klasse zusammen mit dem Schema von Folie 93 und erproben Sie sie.

Verständnisfragen:

LayoutManager BorderLayout

```
class BorderTest extends JFrame
{  BorderTest ()
   {  super("Border Layout");
      Container c = getContentPane(); c.setBackground(Color.cyan);

      c.setLayout(new BorderLayout());

      c.add(new JButton("North"), BorderLayout.NORTH);
      c.add(new JButton("East"), BorderLayout.EAST);
      c.add(new JButton("South"), BorderLayout.SOUTH);
      c.add(new JButton("West"), BorderLayout.WEST);
      c.add(new JButton("C e n t e r"), BorderLayout.CENTER);

      setSize(250,100); setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);
      setVisible(true);
   }
}
```

nach Ändern der Gestalt:



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 93b

Ziele:

`BorderLayout` kennenlernen

in der Vorlesung:

Beispiel erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3

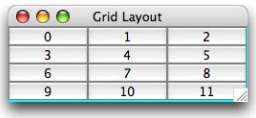
Übungsaufgaben:

Implementieren Sie die Klasse zusammen mit dem Schema von Folie 93 und erproben Sie sie.

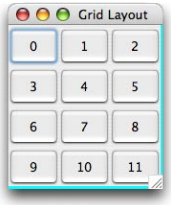
Verständnisfragen:

LayoutManager GridLayout

```
class GridTest extends JFrame
{  GridTest ()
   {  super("Grid Layout");
      Container c = getContentPane(); c.setBackground(Color.cyan);

      c.setLayout(new GridLayout(4, 3));

      for (int i = 0; i < 12; i++)
         c.add(new JButton(String.valueOf(i)));

      setSize(250,100); setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);
      setVisible(true);
   }
}
```



nach Ändern der Gestalt:



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 93c

Ziele:

`GridLayout` kennenlernen

in der Vorlesung:

- Beispiel erläutern
- weitere `LayoutManager` für Oberflächen mit komplexen Anordnungsregeln (*constraints*)
- `LayoutManager` für spezielle Arten von Oberflächen, z.B. Eingabeformulare

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3

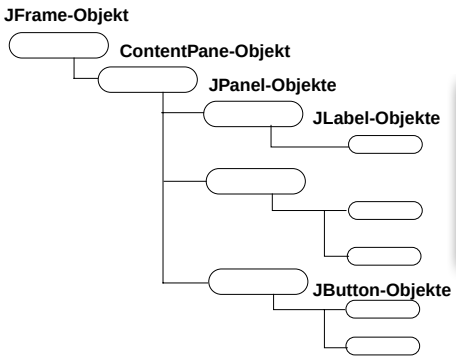
Übungsaufgaben:

Implementieren Sie die Klasse zusammen mit dem Schema von Folie 93 und erproben Sie sie.

Verständnisfragen:

4. Hierarchisch strukturierte Fensterinhalte

- **Zusammengehörige Komponenten** in einem Objekt einer **`Container`**-Unterklasse unterbringen (**`JPanel`**, *content pane* eines **`JFrame`**s oder selbstdefinierte Unterklasse).
- Anordnung der im **`Container`** gruppierten Objekte wird dann gemeinsam bestimmt, indem man dem **`Container`** einen geeigneten **`LayoutManager`** zuordnet.
- Mit **`Container`**-Objekten werden beliebig tiefe **Baumstrukturen** von Swing-Komponenten erzeugt. In der visuellen Darstellung sind sie **ineinander geschachtelt**.



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 94

Ziele:

Strukturierte Fensterinhalte entwerfen

in der Vorlesung:

- Struktur des Beispiels erläutern und begründen
- Objekt-Bäume: Relation "hat-ein"; Klassen-Bäume: Relation "ist-ein"
- Herstellung des Fensters ab Folie 95

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.4

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Was würde geschehen, wenn man statt der beiden oberen `JPanel`-Objekte nur eines verwenden würde?
- Und wenn man die beiden unteren `JPanel`-Objekte zusammenfassen würde?

Programm zu hierarchisch strukturiertem Fenster

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

class LabelContainer extends JPanel            // Klasse zur Herstellung von
{  LabelContainer (String[] words)             // Fließtext aus String-Array
   {  super(new FlowLayout(FlowLayout.CENTER));  // Konstr. der Oberklasse
      for (int i = 0; i < words.length; i++)     // legt LayoutManager fest
         add (new JLabel (words[i]));
   }
}

class LayoutComp extends JFrame   // Fensterkonstr. erzeugt Komponentenbaum
{  LayoutComp (String title)
   {  super(title);
      String[] message = {"Possible", "virus", "detected.", "Reboot",
                          "and", "run", "virus", "remover", "software"};
      JPanel warningText = new LabelContainer (message);

      ... Erzeugung des Komponentenbaumes einfügen ...

      setSize (180, 200); setDefaultCloseOperation(EXIT_ON_CLOSE);
      setVisible(true);
   }

   public static void main (String[] args)
   {  JFrame f = new LayoutComp("Virus Warning"); }
}
```


Komponentenbaum erzeugen

```
      // Text der Warnung im Array message zusammengefasst auf LabelContainer:
   JPanel warningText = new LabelContainer (message);

                          // Überschrift als JPanel mit einem zentrierten JLabel:
   JPanel header = new JPanel (new FlowLayout(FlowLayout.CENTER));
   header.setBackground(Color.yellow);
   header.add (new JLabel ("W a r n i n g"));

                                   // Knöpfe im JPanel mit GridLayout:
   JPanel twoButtons = new JPanel (new GridLayout(1, 2));
   twoButtons.add (new JButton ("Wait"));
   twoButtons.add (new JButton ("Reboot"));

                        // in der Fensterfläche mit BorderLayout zusammenfassen:
   Container content = getContentPane();
   content.setBackground(Color.cyan);
   content.setLayout(new BorderLayout());
   content.add(header, BorderLayout.NORTH);
   content.add(warningText, BorderLayout.CENTER);
   content.add(twoButtons, BorderLayout.SOUTH);
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 95

Ziele:

Programmierung hierarchischer Fensterstrukturen

in der Vorlesung:

- Komponenten auf Container-Objekten unterbringen
- Wiederverwendung von Bibliotheksklassen: Vererbung und Erzeugung von Objekten der Bibliotheksklassen selbst
- `LayoutManager` zuordnen
- Eigenschaften des Wurzelobjektes

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.4

Übungsaufgaben:

Implementieren Sie das Programm und erproben Sie es.

Verständnisfragen:

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 95a

Ziele:

Programmierung hierarchischer Fensterstrukturen

in der Vorlesung:

- Erläuterung zusammen mit Folie 94, Folie 95
- `LayoutManager` bei der Erzeugung von `Container`-Objekten festlegen
- Unterscheidung zwischen Wurzelobjekt (`JFrame`-Objekt) und innerer Fensterfläche (`Container`-Objekt)

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.4

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Bei welchen Anweisungen bewirkt ein Vertauschen eine Veränderung der Fensterdarstellung?

5. Ereignisse an graphischen Benutzungsoberflächen

Interaktion zwischen Bediener und Programmausführung über **Ereignisse (*events*)**:

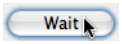
- **Bedien-Operationen lösen Ereignisse aus**, z. B. Knopf drücken, Menüpunkt auswählen, Mauszeiger auf ein graphisches Element bewegen.
- **Programmausführung reagiert auf solche Ereignisse** durch Aufruf bestimmter Methoden

Aufgaben:

- **Folgen von Ereignissen** und Reaktionen darauf **planen und entwerfen**
  Modellierung z. B. mit endlichen Automaten oder StateCharts
- **Reaktionen auf Ereignisse** systematisch implementieren
  Swing: Listener-Konzept; Entwurfsmuster „Observer“ (aus AWT übernommen)

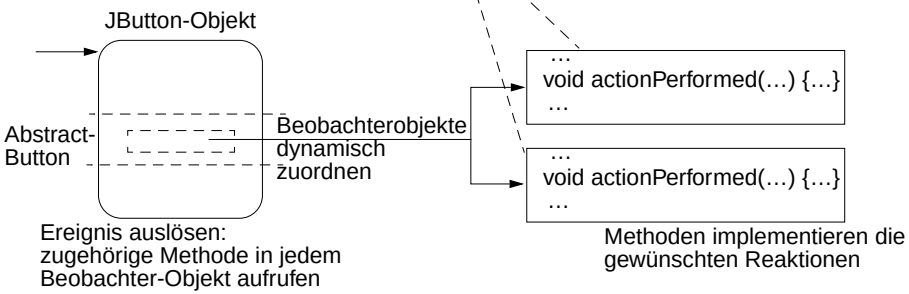
„Observer“-Prinzip in der Ereignisbehandlung

An Swing-Komponenten werden Ereignisse ausgelöst, z. B. ein ActionEvent an einem JButton-Objekt:



“click”

Beobachter (LIstener) für bestimmte Ereignistypen: Objekte von Klassen, die das zugehörige Interface implementieren



Ereignis auslösen: zugehörige Methode in jedem Beobachter-Objekt aufrufen

Methoden implementieren die gewünschten Reaktionen

Entwurfsmuster „Observer“: Unabhängigkeit zwischen den Beobachtern und dem Gegenstand wegen Interface und dynamischem Zufügen von Beobachtern.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 96

Ziele:

Einstieg in die Programmierung mit Ereignissen

in der Vorlesung:

Erläuterung der Begriffe und Aufgaben

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 97

Ziele:

Entwurfsmuster Observer zur Ereignisbehandlung kennenlernen

in der Vorlesung:

Erläuterung von Gegenstand und Beobachter auf der Ebene

- der Klassen
- der Objekte
- der Reaktion auf Ereignisse.
- Synonyme: Observer (Entwurfsmuster), Listener (Swing / AWT-Bibliothek), Beobachter (Deutsch)

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.2

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Welche anderen Möglichkeiten der objekt-orientierten Programmierung fallen ihnen ein, um die Behandlung von Ereignissen durch Swing-Komponenten flexibel zu halten?
- Begründen Sie weshalb größere Unabhängigkeit durch das Entwurfsmuster erzielt wird.

Ereignisbehandlung für eine Schaltfläche

Im **`java.awt.event`** Package gibt es zum Ereignistyp **`ActionEvent`** ein Interface **`ActionListener`**:

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

Um auf das Anklicken der Schaltfläche zu reagieren, wird im Programm eine Klasse deklariert, die das **Interface implementiert**. Die **Methode** aus dem Interface wird mit der gewünschten Reaktion **überschrieben**:

```
class ProgramTerminator implements ActionListener
{  public void actionPerformed (ActionEvent e)
   { System.exit (0); }
}
```

Von dieser Klasse wird ein Objekt erzeugt und als Beobachter dem Schaltflächen-Objekt zugefügt:

```
JButton quitButton = new JButton("Quit");
quitButton.addActionListener (new ProgramTerminator());
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 97a

Ziele:

Programmiertechnik zum Konzept eines einfachen `Listeners`

in der Vorlesung:

- Rolle des Interfaces
- Zuordnung des `Listener`-Objektes

erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.2

Verständnisfragen:

Wie realisiert man eine `Listener`-Klasse, die Änderungen an einer anderen Swing-Komponente auslöst, z.B. Klick auf einen Knopf ändert den Text oder die Farbe einer Beschriftung.

Programmiertechnik für `Listener`

Im **`java.awt.event`** Package gibt es zu jedem Ereignistyp **`XXXEvent`** ein Interface **`XXXListener`**:

```
public interface WindowListener extends EventListener
{ void windowActivated (WindowEvent); void windowClosed (WindowEvent);
  void windowClosing (WindowEvent); … void windowOpened (WindowEvent);
}
```

Eine abstrakte Klasse **`XXXAdapter`** mit leeren Methodenimplementierungen:

```
public abstract class WindowAdapter implements WindowListener
{  public void windowActivated (WindowEvent) { } …
   public void windowOpened (WindowEvent) { }
}
```

Anwendungen, die nicht auf alle Sorten von Methodenaufrufen des Interface reagieren, deklarieren eine Unterklasse und **überschreiben die benötigten Methoden des Adapters**, meist als innere Klasse, um den Zustand eines Objektes zu verändern:

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

Zufügen eines Listener-Objektes zu einer Swing-Komponente:

```
f.addWindowListener (new WindowCloser());
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 98

Ziele:

Programmiertechnik zum Konzept der Listener

in der Vorlesung:

- Rolle von Interface und `Adapter`-Klasse
- Zuordnung des `Listener`-Objektes
- Beispiel für einen interaktiven `Listener`

erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.2

Übungsaufgaben:

Überschreiben Sie weitere Methoden des Interface mit einfachen Reaktionen und erproben Sie sie.

Verständnisfragen:

Für welche Arten von `Listener`-Objekten werden keine `Adapter`-Klassen benötigt?

Innere Klassen

Innere Klassen können z. B. als Hilfsklassen zur Implementierung der umgebenden Klasse verwendet werden:

```
class List { ... static class Node { ...} ...}
```

Die **List**-Objekte und **Node**-Objekte sind dann **unabhängig voneinander**.

Es wird nur die Gültigkeit des Namens **Node** auf die Klasse **List** eingeschränkt.

In **inneren Klassen, die nicht `static`** sind, können Methoden der inneren Klasse auf Objektvariable der äusseren Klasse zugreifen. Ein Objekt der inneren Klasse ist dann immer in ein Objekt der äusseren Klasse eingebettet; z. B. die inneren **Listener** Klassen, oder auch:

```
interface Einnehmer { void bezahle (int n); }

class Kasse                    // Jedes Kassierer-Objekt eines Kassen-Objekts
{  private int geldSack = 0;                // zahlt in denselben Geldsack

   class Kassierer implements Einnehmer
   {  public void bezahle (int n)
      {  geldSack += n; }
   }

   Einnehmer neuerEinnehmer ()
   {  return new Kassierer (); }
}
```


Anonyme Klasse

Meist wird zu der Klasse, mit der Implementierung der Reaktion auf einen Ereignistyp **nur ein einziges Objekt** benötigt:

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

Zufügen eines **Listener**-Objektes zu einer Swing-Komponente:

```
f.addWindowListener (new WindowCloser());
```

Das läßt sich kompakter formulieren mit einer **anonymen Klasse**:
Die Klassendeklaration wird mit der **new**-Operation (für das eine Objekt) kombiniert:

```
f.addWindowListener
   (  new WindowAdapter ()
      {  public void windowClosing (WindowEvent e)
         { System.exit (0); }
      }
   );
```

In der **new**-Operation wird der **Name der Oberklasse** der deklarierten anonymen Klasse (hier: **`WindowAdapter`**) **oder** der **Name des Interface**, das sie implementiert, angegeben!

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 98a

Ziele:

Zwei Arten innerer Klassen kennenlernen

in der Vorlesung:

- Die Klasse Node wird als Beispiel für eine Hilfsklasse gezeigt.
- Für das Beispiel "Kasse und Kassierer" wird an einem Programmstück gezeigt, wie ein Kassenobjekt Umgebung für Kassierer-Objekte ist.
- Erinnerung an die inneren Enumeration-Klassen aus GP1.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 8.2

Übungsaufgaben:

Schreiben Sie ein Programmstück, das 2 Kassen-Objekte erzeugt und zu jedem mehrerer Kassierer-Objekte. Geben Sie Aufrufe von "bezahle" für die Kassierer an. Zeigen Sie an Objektdiagrammen die Verbindung der Objekte und die Wirkung der Aufrufe.

Verständnisfragen:

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 99

Ziele:

Java-Konstrukt "anonyme Klasse" verstehen

in der Vorlesung:

Erläuterung am Beispiel des `WindowListeners`

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 8.2, 11.2

Übungsaufgaben:

Variieren Sie das Beispiel, so dass

- mehrere `WindowListener`-Objekte ein Fenster-Objekt beobachten und dass
- ein `WindowListener`-Objekt mehrere Fenster-Objekte beobachtet

Verständnisfragen:

Reaktionen auf Buttons

Swing-Komponenten **JButton**, **JTextField**, **JMenuItem**, **JComboBox**,… lösen **ActionEvents** aus.
Sie werden von **ActionListener**-Objekten beobachtet, mit einer einzigen Methode:

```
public void actionPerformed (ActionEvent e) {...}
```

Beispiel der Virus-Warnung (Abweichung vom Stil im Buch Java Gently!):

```
import javax.swing.*; import java.awt.*; import java.awt.event.*;
class LayoutComp extends JFrame
{  private JButton waitButton, rebootButton; int state = 0;
   LayoutComp (String title)
   {  …
      waitButton.addActionListener     // Listener für den waitButton
         (  new ActionListener ()    // anonyme Klasse direkt vom Interface
            {  public void actionPerformed(ActionEvent e)
               { state = 1; setBackground(Color.red); } });
      rebootButton.addActionListener // Listener für den rebootButton
         (  new ActionListener ()
            {  public void actionPerformed(ActionEvent e)
               { state = 2; setVisible(false); System.exit(0); } });
} }
```

Die Aufrufe von **setBackground** und **setVisible** beziehen sich auf das umgebende **LayoutComp**-Objekt — nicht auf das unmittelbar umgebende **ActionListener**-Objekt.

Eingabe von Texten

Komponente JTextField: einzeiliger, edierbarer Text

Ereignisse: **ActionEvent** (wie bei **JButton**) ausgelöst bei der Eingabe von <**Return**>

einige Methoden (aus der Oberklasse JTextComponent):

`String getText ()`	Textinhalt liefern
`void setText (String v)`	Textinhalt setzen
`void setEditable (boolean e)`	Edierbarkeit festlegen
`boolean isEditable ()`	Edierbarkeit abfragen
`void setCaretPosition (int pos)`	Textcursor positionieren

Typischer **ActionListener:**

```
addActionListener
   (  new ActionListener ()
      {  public void actionPerformed (ActionEvent e)
         { String str = ((JTextField) e.getSource()).getText(); …
         } });
```

Eingabe von Zahlen: Text in eine Zahl konvertieren, Ausnahme abfangen:

```
int age;
try { age = Integer.parseInt (str); }
catch (NumberFormatException e) { … } …
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 100

Ziele:

Button-Reaktionen im Zusammenhang des Beispiels

in der Vorlesung:

- Erläuterung der Beobachter-Klassen und -Objekte im Zusammenhang.
- Hinweis auf anonyme Klasse zu Interface;
- Einbettung der Klassen und ihrer Objekte;
- Abweichung vom Stil der zentralen Ereignisbehandlung für alle Komponenten eines Fensters.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.2

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 101

Ziele:

`JTextField` als Eingabeelement

in der Vorlesung:

Erläuterungen der Ereignisbehandlung und der Methoden

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.1

Übungsaufgaben:

Stellen Sie die Eingabe der Programme aus dem ersten Teil der Vorlesung auf die sinnvolle Benutzung von Swing-Komponenten um.

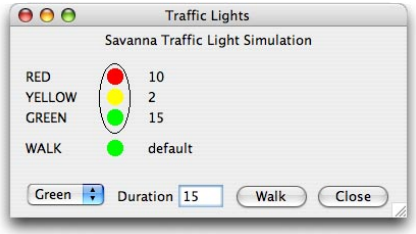
Verständnisfragen:

6. Beispiel: Ampel-Simulation

Aufgabe: Graphische Benutzungsoberfläche für eine Ampel-Simulation entwerfen

Eigenschaften:

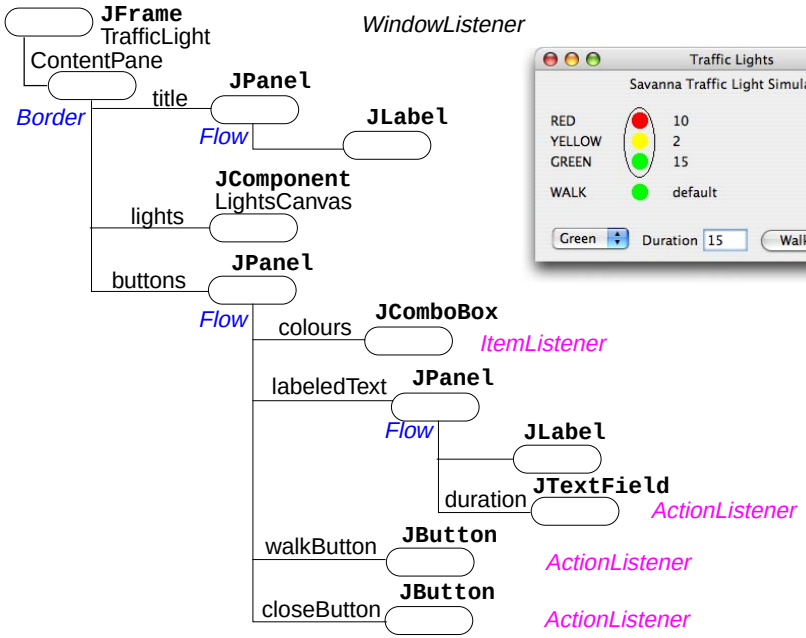
- Ampel visualisieren
  mit Knopf und Licht für Fußgänger
  (später auch animieren)
- Phasenlängen der Lichter
  einzeln einstellbar
- Einstellungen werden angezeigt



Entwicklungsschritte:

- Komponenten strukturieren
- zeichnen der Ampel (**`paint`** in eigener Unterklasse von **`JComponent`**)
- Komponenten generieren und anordnen
- Ereignisbehandlung entwerfen und implementieren

Objektbaum zur Ampel-Simulation



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 102

Ziele:

Aufgabenstellung für ein Anwendungsbeispiel

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu.
Beispiel ausführen.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 10.3 (Example 10.5), 11.4 (Example 11.2)

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 103

Ziele:

Struktur der Oberfläche entwerfen

in der Vorlesung:

- Elemente der Oberfläche erläutern
- Strukturentscheidungen begründen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4 (Example 11.2)

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Warum wird das `JPanel` `labeledText` eingeführt?

Programm zur Ampel-Simulation

Im Konstruktor der zentralen Klasse wird der **Objektbaum** hergestellt:

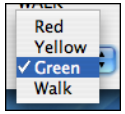
```
class TrafficLight extends JFrame
{                    // basiert auf: The Traffic Light program by J M Bishop Oct 1997

                                        // Objektvariable, auf die Listener zugreifen:
  private String[] message =          // Phasendauer für jede Lampe als Text:
     { "default", "default", "default", "default" };
  private int light = 0;                          // die ausgewählte Lampe
  private LightsCanvas lights;                 // Enthält die gezeichnete Ampel

  public TrafficLight (String wt)          // Konstruktor der zentralen Klasse
  {  super (wt);                             // Aufbau des Objektbaumes:
     Container cont = getContentPane();           // innere Fensterfläche
     cont.setLayout (new BorderLayout ());  // Layout des Wurzelobjektes

                                                  // Zentrierter Titel:
     JPanel title = new JPanel (new FlowLayout (FlowLayout.CENTER));
     title.add (new JLabel("Savanna Traffic Light Simulation"));
     cont.add (title, BorderLayout.NORTH);

                    // Die Ampel wird in einer getrennt definierten Klasse gezeichnet:
     lights = new LightsCanvas (message);
     cont.add (lights, BorderLayout.CENTER);
```


Auswahl-Komponente

Auswahl-Komponenten (**JComboBox**) lösen **ItemEvent**s aus, wenn ein Element ausgewählt wird. Mit der Methode **itemStateChanged** kann ein **ItemListener** darauf reagieren:

```
  String[] lightNames = { "Red", "Yellow", "Green", "Walk" };
  JComboBox colours = new JComboBox (lightNames);
```


```
  colours.addItemListener
     (  new ItemListener ()
        {  public void itemStateChanged (ItemEvent e)
           {  if (e.getStateChange() == ItemEvent.SELECTED)
              {  String s = e.getItem().toString();

                 if (s.equals("Red"))           light = 0;
                 else if (s.equals("Yellow"))   light = 1;
                 else if (s.equals("Green"))    light = 2;
                 else if (s.equals("Walk"))     light = 3;
              }
           }
        }
     );
```



Über den **ItemEvent**-Parameter kann man auf das gewählte Element zugreifen.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 104

Ziele:

Objektbaum konstruieren

in der Vorlesung:

- Objektvariable des Gegenstandsobjektes werden durch Objektmethoden der `Listener` verändert.
- Für gezeichnete Teile ist eine direkte Unterklasse von `JComponent` nötig.
- Hinweis auf Unterschiede zum Programm im Buch Java Gently

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4 (Example 11.2)

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 105

Ziele:

Anwendung der `JComboBox`-Komponente lernen

in der Vorlesung:

- Auf das Namensschema für `Events` hinweisen
- Informationsfluss über den `Event`-Parameter
- Zugriff auf die Objektvariable `light` erläutern
- Auf Abweichungen vom Buch Java Gently hinweisen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.2 (Table 11.1)

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Zeichnen Sie Gegenstands- und Beobachterobjekt und -klassen und erläutern Sie daran die Zuweisung an die Objektvariable `light`.

Eingabe der Phasenlänge

Eingabe mit einem **JTextField**. Reaktion auf ein **ActionEvent**:

```
JPanel labeledText = new JPanel (new FlowLayout (FlowLayout.LEFT));
                                        //fasst TextField und Beschriftung zusammen
labeledText.add(new JLabel("Duration"));

                                  // Eingabeelement für die Phasendauer einer Lampe:
JTextField duration = new TextField (3);
duration.setEditable (true);

duration.addActionListener
   (  new ActionListener ()
      {  public void actionPerformed (ActionEvent e)
         {                                  // Zugriff auf den eingegebenen Text:
         // message[light] = ((JTextField) e.getSource()).getText();
                                                        // oder einfacher:
            message[light] = e.getActionCommand ();
            lights.repaint();  // Die Zeichenmethode der gezeichneten Ampel
                               // wird erneut ausgeführt,
                               // damit der geänderte Text sichtbar wird.
         } });

labeledText.add (duration);
```

Button-Zeile

Einfügen der **Button-Zeile** in den Objektbaum:

```
JButton walkButton = new JButton ("Walk");
                                        // noch keine Reaktion zugeordnet

JButton closeButton = new JButton ("Close");
closeButton.addActionListener
   (  new ActionListener ()                        // Programm beenden:
      {  public void actionPerformed(ActionEvent e)
         { setVisible (false); System.exit (0); }
      }
   );
                                       // Zusammensetzen der Button-Zeile:
JPanel buttons = new JPanel(new FlowLayout (FlowLayout.CENTER));
buttons.add (colours);
buttons.add (labeledText);
buttons.add (walkButton);
buttons.add (closeButton);

   cont.add (buttons, BorderLayout.SOUTH);
} // TrafficLight Konstruktor

   public static void main (String[] args) { JFrame f = … }
} // TrafficLight Klasse
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 106

Ziele:

Textein- und -ausgabe im Zusammenhang

in der Vorlesung:

- Informationsfluss vom Eingabeelement über den `Event`-Parameter zum `LightCanvas`-Objekt zeigen
- Auf Abweichungen vom Buch Java Lernen (Java Gently) hinweisen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4 (Example 11.2)

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 107

Ziele:

Die zentrale Klasse vervollständigen

in der Vorlesung:

- Erläuterungen dazu
- Kriterien für die Verwendung von lokalen Variablen, Objektvariablen für Komponenten

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4 (Example 11.2)

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Ampel zeichnen und beschriften

Eine Unterklasse der allgemeinen Oberklasse **`JComponent`** für Swing-Komponenten stellt die **Zeichenfläche** bereit. Die Methode **`paint`** wird zum Zeichnen und Beschriften überschrieben:

```
class LightsCanvas extends JComponent
{  private String[] msg;
   LightsCanvas (String[] m)              // Die Array-Elemente enthalten die
   { msg = m; }                          // Phasendauern der Lampen als Text. Sie
                                         // können durch Eingaben verändert werden.
   public void paint (Graphics g)
   {  super.paint(g);                    // Hintergrund der Komponente zeichnen
      g.drawOval (87, 10, 30, 68);       // darauf: Ampel zeichnen und beschriften
      g.setColor (Color.red);    g.fillOval (95, 15, 15, 15);
      g.setColor (Color.yellow); g.fillOval (95, 35, 15, 15);
      g.setColor (Color.green);  g.fillOval (95, 55, 15, 15);
      g.fillOval (95, 85, 15, 15);            // walk Lampe ist auch grün

      g.setColor(Color.black);
      g.drawString ("RED", 15 ,28); g.drawString ("YELLOW", 15, 48);
      g.drawString ("GREEN", 15, 68); g.drawString ("WALK", 15, 98);
                                         // eingegebene Phasendauern der Lampen:
      g.drawString (msg[0], 135 ,28); g.drawString (msg[1], 135, 48);
      g.drawString (msg[2], 135, 68); g.drawString (msg[3], 135, 98);
}  }
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 108

Ziele:

Auf einer `JComponent`-Komponente zeichnen

in der Vorlesung:

Erläuterungen zum Zeichnen und zur Änderung der Beschriftung

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4 (Example 11.2)

Übungsaufgaben:

Implementieren Sie das Programm und experimentieren Sie damit.

Verständnisfragen:

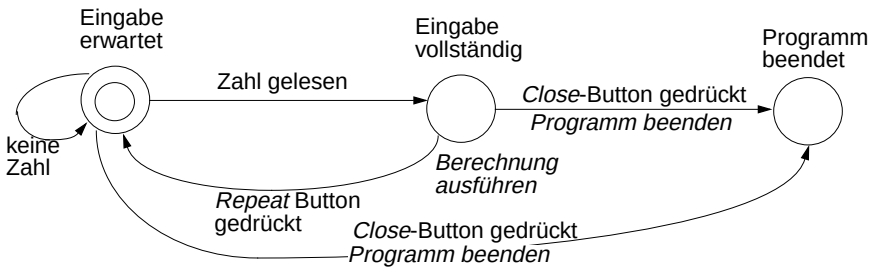
Welche weitere Methode sollte eine `JComponent`-Klasse überschreiben, damit sie sinnvoll mit einem `LayoutManager` zusammenarbeitet?

7. Entwurf von Ereignisfolgen

Die zulässigen **Folgen von Bedienereignissen und Reaktionen** darauf müssen für komplexere Benutzungsoberflächen geplant und entworfen werden.

Modellierung durch **endliche Automaten** (auch durch *StateCharts*)

- **Zustände** unterscheiden Bediensituationen (z. B. „Eingabe erwartet“, „Eingabe vollständig“)
- **Übergänge** werden durch Ereignisse ausgelöst.
- **Aktionen** können mit Übergängen verknüpft werden; Reaktion auf ein Ereignis
  z. B. bei Eingabe einer Phasenlänge Ampel neu zeichnen, und
- **Aktionen** können mit dem Erreichen eines Zustandes verknüpft werden,
  z. B. wenn die Eingabe vollständig ist, Berechnung beginnen.



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 109

Ziele:

Notwendigkeit zur Modellierung erkennen

in der Vorlesung:

Erläuterungen zu endlichen Automaten an dem Beispiel

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4

nachlesen:

Vorlesung Modellierung

Übungsaufgaben:

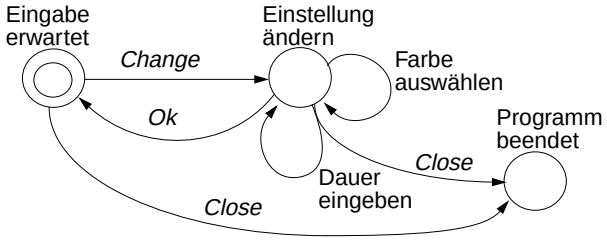
Verständnisfragen:

- Geben Sie zu dem Beispiel zulässige und unzulässige Ereignisfolgen an.

Unzulässige Übergänge

In manchen Zuständen sind **einige Ereignisse nicht als Übergang definiert**.
Sie sind in dem Zustand **unzulässig**, z. B. „Farbe auswählen“ im Zustand „Eingabe erwartet“.

Beispiel: Ampel-Simulation erweitert um zwei Buttons **Change** und **0k**:

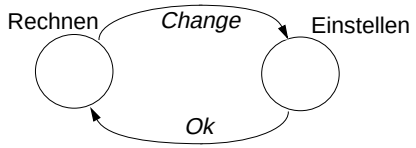


Robuste Programme dürfen auch an unzulässigen Ereignisfolgen nicht scheitern.
Verschiedene Möglichkeiten für **nicht definierte Übergänge**:

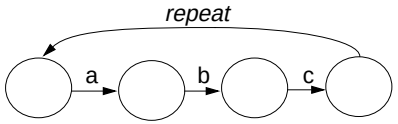
- Sie bleiben **ohne Wirkung**
- Sie bleiben ohne Wirkung und es wird eine **Erklärung** gegeben (Warnungsfenster).
- **Komponenten** werden so **deaktiviert**, dass unzulässige Ereignisse nicht ausgelöst werden können.

Muster für Ereignisfolgen

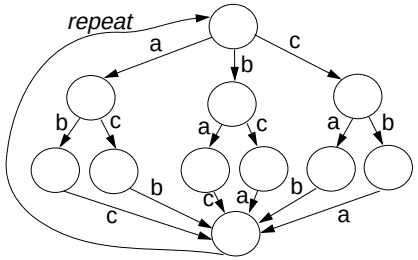
- Verschiedene **Bedienungsarten** (mode):
  Vorsicht: Nicht unnötig viele Zustände entwerfen. “Don’t mode me in!”



- Festgelegte **sequentielle Reihenfolge**:
  Vorsicht: Nicht unnötig streng vorschreiben. Bediener nicht gängeln.



- **Beliebige Reihenfolge** von Ereignissen:
  Modellierung mit endlichem Automaten ist umständlich (Kombinationen der Ereignisse); einfacher mit *StateCharts*.



- **Voreinstellungen** (*defaults*) können Zustände sparen und Reihenfolgen flexibler machen.
  Vorsicht: Nur sinnvolle Voreinstellungen.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 110

Ziele:

Sinnvolle Ereignisfolgen planen

in der Vorlesung:

Erläuterung am Beispiel

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Geben Sie die unzulässigen Paare (*Zustand*, *Ereignis*) an.
- In welchen Zuständen oder bei welchen Übergängen muss man welche Komponenten deaktivieren?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 111

Ziele:

Einige Regeln zum Entwurf von Ereignisfolgen

in der Vorlesung:

Erläuterungen und Beispiele dazu

nachlesen:

Vorlesungen: "Modellierung / (Endliche Automaten)", "Modellierung von Benutzungsschnittstellen" und "Implementation von Benutzungsschnittstellen"

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Implementierung des Ereignis-Automaten

Zustände ganzzahlig **codieren**; **Objektvariable** speichert den **augenblicklichen Zustand**:

```
private int currentState = initialState;
private static final int initialState = 0, settingState = 1, …;
```

Einfache **Aktionen der Übergänge** bleiben in den Reaktionsmethoden der **`Listener`**; Methodenaufruf für den Übergang in einen neuen Zustand zufügen:

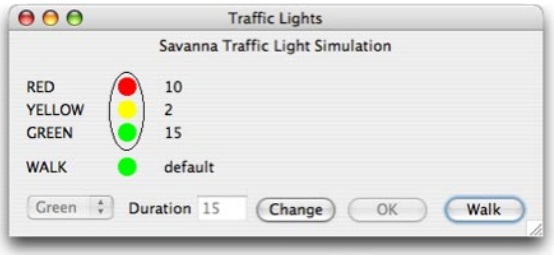
```
okButton.addActionListener
   (  new ActionListener ()
      {  public void actionPerformed(ActionEvent e)
         {  message[light] = duration.getText();
            toState (initialState); } });
```

Aktionen der Zustände in **Übergangsmethode** platzieren, z. B. Komponenten (de)aktivieren:

```
private void toState (int nextState)
{  currentState = nextState;
   switch (nextState)
   {  case initialState:
         lights.repaint();
         okButton.setEnabled(false); changeButton.setEnabled (true);
         colours.setEnabled (false); duration.setEnabled (false);
         break;
      case settingState:
         okButton.setEnabled(true); changeButton.setEnabled (false); …
         break; } }
```


Ampel-Simulation mit kontrollierten Zustandsübergängen

Zwei Knöpfe wurden zugefügt:
Der **Change-Button** aktiviert die Eingabe, der **Ok-Button** schliesst sie ab.



Die Komponenten zur Farbauswahl, Texteingabe und der Ok-Knopf sind im gezeigten Zustand deaktiviert.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 112

Ziele:

Systematische Implementierungstechnik

in der Vorlesung:

- Am Beispiel der Ampel-Simulation erläutern.
- Platzierung der Aktionen begründen.
- `switch`-Anweisung erklären
- Aktivierung und Deaktivierung von Komponenten zeigen (Folie 112a).

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 11.4

Übungsaufgaben:

Implementieren und erproben Sie das Programm.

Verständnisfragen:

- Begründen Sie, wann Aktionen den Übergängen bzw. den Zuständen zugeordnet werden.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 112a

Ziele:

Illustration von Folie 112

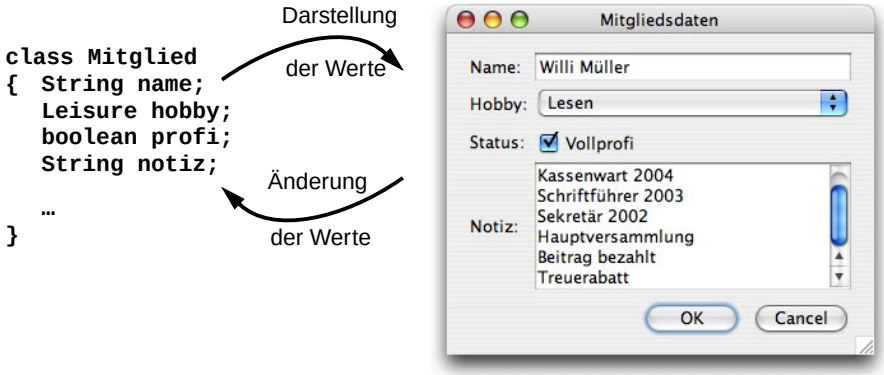
in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

Verständnisfragen:

- In wie weit können Software-Werkzeuge (GUI-Builder) beim Programmieren von Benutzungsoberflächen helfen?

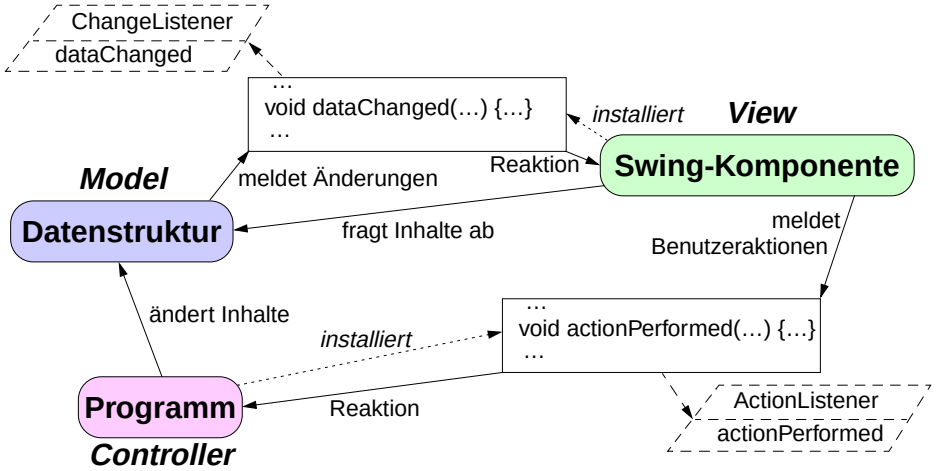
8. Model/View-Paradigma für Komponenten



Wechselwirkung:

- Komponenten der Benutzungsoberfläche (*view*) stellen Inhalte von Datenstrukturen (*model*) des Programms dar
- **Ziel:** Übereinstimmung zwischen Daten und ihrer Darstellung am Bildschirm **automatisch** sicherstellen

Zusammenarbeit von Model, View und Programm



- Anwendung des “Observer”-Prinzips (wie bei der Ereignisbehandlung): eine (oder mehrere) Komponenten beobachten die Datenstruktur
- Datenstruktur ruft bei jeder Änderung zugehörige Methode in jedem Beobachter-Objekt auf

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 113

Ziele:

Beziehung zwischen Benutzungsoberfläche und Datenstrukturen des Programms kennenlernen

in der Vorlesung:

- Korrespondenz zwischen GUI-Komponenten und Objektvariablen
- Wertänderungen durch den Benutzer und durch das Programm

Verständnisfragen:

- Ist der Typ einer GUI-Komponente aus dem Typ der zugehörigen Objektvariable in der Datenstruktur direkt ersichtlich? Nennen Sie Beispiele für sinnvolle Alternativen für das gezeigte Beispiel.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 114

Ziele:

Überblick über den Verbund der drei kooperierenden Bestandteile bekommen

in der Vorlesung:

- Rolle und Aufgaben der drei Bestandteile erklären
- Zusammenhang mit dem MVC-Paradigma (Model-View-Controller)
- erneute Anwendung des Observer-Prinzips untersuchen

Verständnisfragen:

- Welche Rolle spielt die Swing-Komponente in den beiden Anwendungen des Observer-Prinzips?

Schematischer Aufbau von Model und View

```
class Model
{  // Datenstruktur mit Zugriffsmethoden
   private String data;
   String getData ()
   {  return data; }
   void String setData (String s)
   {  data = s;
      fireChangeEvent();
   }
   // Verwaltung der Listener
   ChangeListener[] listener;
   int count = 0;
   void addChangeListener
          (ChangeListener cl)
   {  listener[count++] = cl; }
   void fireChangeEvent ()
   {  for (int i=0; i<count; i++)
         listener[i].dataChanged();
   }
}
```

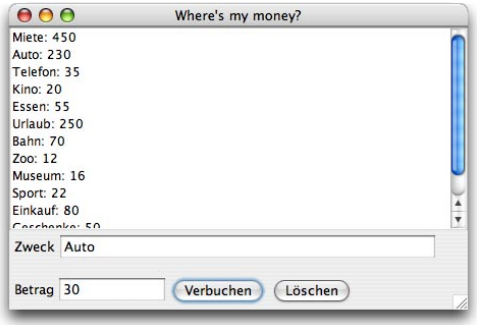
```
class View extends JComponent
{  private Model model;
   View (Model m)
   {  model = m;
      model.addChangeListener(
            new RedrawListener());
   }
   …
   class RedrawListener
         implements ChangeListener
   {  public void dataChanged()
      {  String s =
                  model.getData();
         …
         repaint();
      }
   }
}
interface ChangeListener
{  public void dataChanged(); }
```


Beispiel: Haushaltsbuch

Aufgabe: Programm zur Überwachung von Ausgaben im Haushalt entwerfen

Eigenschaften:

- speichert Geldbetrag (Summe der Ausgaben) für jede Kategorie
- Eingabe von Einzelbuchungen (+/–) und Löschen ganzer Kategorien
- Liste aller Kategorien mit Beträgen wird angezeigt



Entwicklungsschritte:

- Datenstruktur entwerfen
- Datenstruktur zum Datenmodell (*Model*) für eine Liste (**`JList`**) erweitern
- Komponenten strukturieren
- Komponenten generieren und anordnen
- Ereignisbehandlung entwerfen und implementieren

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 115

Ziele:

Einblick in die Realisierung von *Model*- bzw. *View*-Klassen gewinnen

in der Vorlesung:

- Verwaltung von `Listener`-Objekten in der *Model*-Klasse
- Registrierung eines `Listener`-Objekts in der *View*-Klasse
- resultierende Objektstruktur
- Interface `ChangeListener` als Bindeglied

Verständnisfragen:

- Für welche Swing-Komponenten wäre die gezeigte *Model*-Klasse geeignet?
- Was wären die zentralen Objektvariablen in *Model*-Klassen für die anderen Swing-Komponenten auf Folie 87?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 116

Ziele:

Gewünschte Funktionalität des Haushaltsbuch-Programms kennenlernen

in der Vorlesung:

- Benutzung und zentrale Konzepte des Programms (aus Anwendersicht) erläutern.
- Entwicklung in mehreren, überschaubaren Schritten planen.

Datenstruktur für Haushaltsbuch

Speicherung der Kategorien und Beträge in zwei parallel belegten Arrays;
zentrale Operation "*Buchung vornehmen*" und Abfragemethoden:

```
class ChequeBook
{  private String[] purposes = new String[20];   // Namen der Kategorien
   private int[] amounts = new int[20];             // Geldbeträge dazu
   private int entries = 0;                         // Anzahl Einträge
   void addTransaction (String p, int a)
   {  if (p.length() == 0 || a == 0) return;     // keine sinnvolle Buchung
      for (int i = 0; i < entries; i++)
      {  if (purposes[i].equals(p))           // Kategorie bereits vorhanden
            {  amounts[i] += a; return; }          // Geldbetrag anpassen
      }
      int index = entries; entries += 1;         // neue Kategorie anfügen
      purposes[index] = p; amounts[index] = a;
   }
   int getEntries ()                    // Abfragemethoden: Anzahl Einträge
   { return entries; }
   int getAmount (int index)                  // Geldbetrag eines Eintrags
   { return amounts[index]; }
   String getPurpose (int index)           // Kategoriename eines Eintrags
   { return purposes[index]; }
}
```


Model für `JList`-Komponenten

Das Interface **`ListModel`** im Package **`javax.swing`** beschreibt die Anforderungen an das Datenmodell für eine graphisch dargestellte Liste (**`JList`**-Objekt):

```
public interface ListModel
{  // Verwaltung von Swing-Komponenten, die das Model beobachten:
   void addListDataListener (ListDataListener ldl);
   void removeListDataListener (ListDataListener ldl);
   int getSize ();              // Abfrage der Daten durch das JList-Objekt
   Object getElementAt (int index);            // Abfrage eines Eintrags
}
```

Die abstrakte Klasse **`AbstractListModel`** implementiert das An- und Abmelden von **`ListDataListener`**-Objekten und ergänzt Methoden, um diese zu benachrichtigen:

```
public abstract class AbstractListModel implements ListModel
{  public void addListDataListener (ListDataListener ldl) { … }
   public void removeListDataListener (ListDataListener ldl) { … }
   protected void fireContentsChanged (Object src, int from, int to)
   { … }            // ruft Methode contentsChanged() in allen Listenern auf
   protected void fireIntervalAdded (…) { … }
   protected void fireIntervalRemoved (…) { … }
}
```

Die **`fire`*`XXX`***-Methoden korrespondieren mit den Methoden im Interface **`ListDataListener`**: **`contentsChanged(ListDataEvent e)`**, **`intervalAdded(…)`**, **`intervalRemoved(…)`**.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 117

Ziele:

Entwicklung einer geeigneten Datenstruktur

in der Vorlesung:

- Bedeutung der Objektvariablen erklären
- Realisierung der Änderungsoperation erläutern

Übungsaufgaben:

Erweitern Sie die Klasse um eine Operation zum Löschen einer Kategorie.

Verständnisfragen:

- Welche Invarianten gelten für diese Datenstruktur?
- Beschreiben Sie alternative Implementierungen der Datenstruktur.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 117a

Ziele:

Zusammenhang zwischen Interface und abstrakter Oberklasse für ein `JList`-*Model* verstehen.

in der Vorlesung:

- Verwaltungs- und Abfrageoperationen im Interface
- Implementierung der Verwaltungsoperationen in der abstrakten Klasse
- Zusammenhang zwischen den `fire`*XXX*-Methoden und den Methoden in den `ListDataListener`-Objekten

Verständnisfragen:

- Warum gibt es mehrere (drei) verschiedene Arten von Benachrichtigungen in einem `JList`-*Model*?

Model für Haushaltsbuch

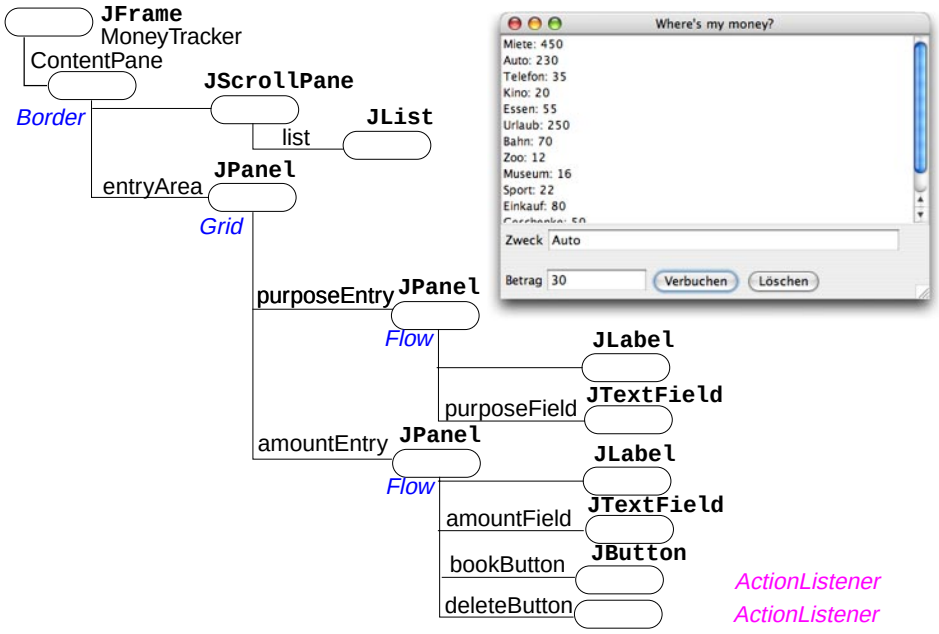
Erweitern die Datenstruktur zum Datenmodell für eine Liste:

- Abfragemethoden für `JList`-Objekt hinzufügen.
- Benachrichtigung der Listener in den Operationen ergänzen, die die Datenstruktur verändern.

```
class ChequeBook extends AbstractListModel              // neue Oberklasse
{  private …;                                  // Objektvariablen bleiben unverändert
   public int getSize ()
   { return entries; }
   public Object getElementAt (int index)
   { return purposes[index] + ": " + String.valueOf(amounts[index]); }
   void addTransaction (String p, int a)
   {  if (p.length() == 0 || a == 0) return;      // keine sinnvolle Buchung
      for (int i = 0; i < entries; i++)
      {  if (purposes[i].equals(p))               // Kategorie bereits vorhanden
         {  amounts[i] += a;                        // Geldbetrag anpassen
            fireContentsChanged(this, i, i);       // Beobachter informieren
            return;
         }
      }
      int index = entries; entries += 1;           // neue Kategorie anfügen
      purposes[index] = p; amounts[index] = a;
      fireIntervalAdded(this, index, index);       // Beobachter informieren
   } … }                                  // restliche Abfragemethoden bleiben unverändert
```

```
Auto: 230
Telefon: 35
Kino: 20
Essen: 55
```


Objektbaum zum Haushaltsbuch



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 117b

Ziele:

Unterschiede zwischen der reinen Datenstruktur und einer *Model*-Klasse erkennen.

in der Vorlesung:

- Beiträge der abstrakten Oberklasse zusammenfassen.
- Zusammenhang zwischen neuen Abfragemethoden und resultierender Darstellung erläutern.
- Regeln zum Einfügen von Benachrichtigungsoperationen.

nachlesen:

erste Version der Datenstruktur auf Folie 117

Übungsaufgaben:

Fügen Sie die notwendigen Benachrichtigungsoperationen in die zusätzliche Operation zum Löschen einer Kategorie ein.

Verständnisfragen:

- Warum ist der Zeitpunkt zu dem die Benachrichtigung der `Listener`-Objekte erfolgt kritisch?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 118

Ziele:

Struktur der Oberfläche entwerfen

in der Vorlesung:

- Elemente der Oberfläche erläutern.
- Strukturentscheidungen begründen.

Programm zum Haushaltsbuch

```
class MoneyTracker extends JFrame
{  private ChequeBook listData; private JList list;
   private JTextField purposeField, amountField;

   MoneyTracker (String title, ChequeBook data)
   {  super(title); listData = data;
      list = new JList(listData);        // Liste erzeugen und mit Model verbinden
      list.setSelectionMode(ListSelectionModel.SINGLE_SELECTION);

      JPanel purposeEntry = new JPanel(new FlowLayout(…));
      purposeEntry.add(new JLabel("Zweck"));
      purposeField = new JTextField(30);
      purposeEntry.add(purposeField);
      JPanel amountEntry = new JPanel(…); …          // Komponenten einfügen
      JPanel entryArea = new JPanel(new GridLayout(2, 1));
      entryArea.add(purposeEntry); entryArea.add(amountEntry);
      Container content = getContentPane();
      content.setLayout(new BorderLayout());
      content.add(new JScrollPane(list), BorderLayout.CENTER);
      content.add(entryArea, BorderLayout.SOUTH);
      … setVisible(true);                 // Eigenschaften des Fensters einstellen
   }

   public static void main (String[] args)
   {  ChequeBook myMoney = new ChequeBook();
      JFrame f = new MoneyTrackerB("Where's my money?", myMoney);
   } }
```


Implementierung der Ereignisbehandlung

Methoden aufrufen, die **Änderungen am Datenmodell** vornehmen:

```
class MoneyTracker extends JFrame
{  private ChequeBook listData; private JList list;
   private JTextField purposeField, amountField;

   MoneyTracker (String title, ChequeBook data)
   {  super(title); listData = data;
      list = new JList(listData);        // Liste erzeugen und mit Model verbinden
      …
      JPanel amountEntry = new JPanel(…); …          // Komponenten einfügen
      JButton bookButton = new JButton("Verbuchen");
      amountEntry.add(bookButton); …
      bookButton.addActionListener(new ActionListener()
      {  public void actionPerformed (ActionEvent e)     // Reaktion auf Klick
         {  String purpose = purposeField.getText();      // Werte auslesen
            String amount = amountField.getText();
            int money;
            try
            { money = Integer.parseInt(amount); } // Geldbetrag in Zahl wandeln
            catch (NumberFormatException nfe)
            { money = 0; }                          // keine Zahl: 0 annehmen
            listData.addTransaction(purpose, money);      // Modell verändern
         }
      });
      … setVisible(true);                          // Rest des Fensters aufbauen
   } … }
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 119

Ziele:

Objektbaum konstruieren

in der Vorlesung:

- Regeln für die Wahl von lokaler Variable oder Objektvariable für GUI-Komponenten anwenden.
- Beziehung zwischen Fenster-Objekt und *Model* untersuchen.

nachlesen:

Plan für den Objektbaum auf Folie 118

Verständnisfragen:

- Wie könnte das Programm so erweitert werden, dass mehrere Haushaltsbuch-Fenster angezeigt werden? Welche zwei Varianten sind denkbar?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 120

Ziele:

Schema für den Aufruf von *Model*-Operationen in `Listener`-Objekten

in der Vorlesung:

- Anonyme innere Klasse zur Ereignisbehandlung
- Konvertierung der Benutzereingaben
- Beziehung zwischen `Listener`-Objekt, Fenster-Objekt und *Model* untersuchen.

nachlesen:

Aufbau des Objektbaums auf Folie 119

Übungsaufgaben:

- Vervollständigen und erproben Sie das Programm.
- Ergänzen Sie die fehlende Ereignisbehandlung für den "Löschen"-Knopf.

Verständnisfragen:

- Welche anderen Reaktionen auf Fehleingaben des Benutzers wären denkbar bzw. sinnvoll?

Anpassung der Darstellung durch Renderer-Objekte

```
class MoneyTracker extends JFrame
{  …
   MoneyTracker (String title, ChequeBook data, ListCellRenderer render)
   {  super(title); listData = data;
      list = new JList(listData);        // Liste erzeugen und mit Model verbinden
      list.setSelectionMode(ListSelectionModel.SINGLE_SELECTION);
      list.setCellRenderer(render); …    // eigenes Renderer-Objekt anschliessen
   }

   public static void main (String[] args)
   {  ChequeBook myMoney = new ChequeBook();
      JFrame f = new MoneyTracker("Where's my money?", myMoney,
                                  new BalanceRenderer(myMoney)); }
}
class BalanceRenderer implements ListCellRenderer
{  private ChequeBook entries;
   BalanceRenderer (ChequeBook data) { entries = data; }
   public Component getListCellRendererComponent (JList list, Object value,
                    int index, boolean isSelected, boolean cellHasFocus)
   {  JLabel lab = new JLabel("** " + value.toString());
      if (isSelected) { … } else { … }
      int amount = entries.getAmount(index);
      if (amount < 0) lab.setForeground(Color.green);
      else if (amount > 500) lab.setForeground(Color.red);
      … lab.setOpaque(true); return lab;
   } }
```

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 121

Ziele:

Flexibilität durch Auslagerung von Methoden in separate Hilfsobjekte

in der Vorlesung:

- anpassbare Darstellung von Listeneinträgen durch Austauschbare `Renderer`-Objekte
- resultierende Objektstruktur
- Bedeutung des Interface `ListCellRenderer` und der Operation `getListCellRendererComponent()`

nachlesen:

bisherige Version des Haushaltsbuch-Programms auf Folie 119

Übungsaufgaben:

Erweitern Sie das Programm so, dass zwei Fenster auf dasselbe *Model*-Objekt, jedoch mit unterschiedlicher Darstellung der Liste geöffnet werden.

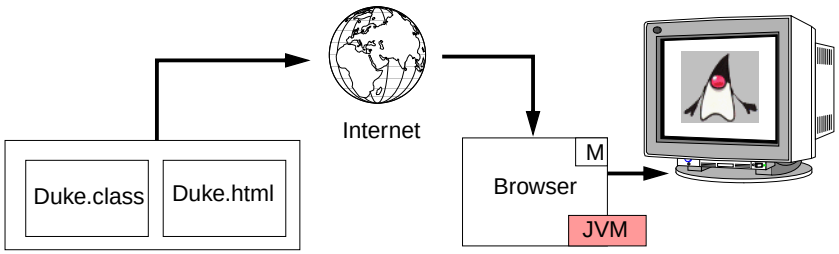
Verständnisfragen:

- Wie viele `JLabel`-Objekte erzeugt das `Renderer`-Objekt in der gezeigten Form?
- Wie und wie weit kann man die Anzahl erzeugter Objekte verringern? Ist das bedenkenlos möglich?

9. Applets

Applet (small application):

- kleines Anwendungsprogramm in Java für eine spezielle Aufgabe,
- an eine WWW-Seite (world wide web) gekoppelt;
- das Applet wird mit der WWW-Seite über das Internet übertragen;
- der Internet Browser (Werkzeug zum Navigieren und Anzeigen von Informationen) arbeitet mit einer Java Virtual Machine (JVM) zusammen; sie führt eintreffende Applets aus.



Programm (Java-Applet) wird übertragen, läuft beim Empfänger, bewirkt dort Effekte.

Applets benutzen JVM und Java-Bibliotheken des Empfängers.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 124

Ziele:

Prinzip der Applets im Internet

in der Vorlesung:

- Begriffe erläutern
- Applet vorführen Catch the Duke
- Applet vorführen Traffic Lights

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Welche Vorteile hat es, ein Programm beim Empfänger statt beim Sender auszuführen?
- Welche Nachteile?

Programmierung von Applets

Applets werden wie Programme mit Swing-Benutzungsoberfläche geschrieben, aber:

- Die Hauptklasse ist Unterklasse von **`JApplet`** statt von **`JFrame`**.
- Es gibt die Methode **`main`** nicht.
- **`System.exit`** darf nicht aufgerufen werden.
- Die Methode **`public void init ()`** tritt an die Stelle des Konstruktors.
- Ein- und Ausgabe mit Swing-Komponenten statt mit Dateien.

Programmschema: Fenster mit Zeichenfläche (GP-88):

```
class WarningApplet extends JApplet
{ ...
   public void paint (Graphics g)
   { ... auf g schreiben und zeichnen ...}
}
```

Programmschema: Bedienung mit Swing-Komponenten (GP-103):

```
class TrafficLight extends JApplet
{  public void init ()
   { ... Objektbaum mit Swing-Komponenten aufbauen ... }
   ...
}
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 125

Ziele:

Programmstruktur von Applets kennenlernen

in der Vorlesung:

Begründung der Strukturen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Warum ist Datei-E/A für Applets nicht sinnvoll?

Applet-Methoden

Die Klasse **`JApplet`** liegt in der Hierarchie der graphischen Komponenten:

```
java.awt.Component
   java.awt.Container
      java.awt.Panel
         java.awt.Applet
            javax.swing.JApplet
```

`JApplet` definiert Methoden ohne Effekt zum Überschreiben in Unterklassen:

	wird aufgerufen, wenn das Applet ...
`void init ()`	geladen wird
`void start ()`	seine Ausführung (wieder-)beginnen soll
`void stop ()`	seine Ausführung unterbrechen soll
`void destroy ()`	das Applet beendet wird

Methoden zum Aufruf in Unterklassen von **`JApplet`**, z. B.

`void showStatus (String)`	Text in der Statuszeile des Browsers anzeigen
`String getParameter (String)`	Wert aus HTML-Seite lesen

Weitere Methoden aus Oberklassen, z. B

`void paint (Graphics g)`	auf **`g`** schreiben und zeichnen (aus **`Container`**)

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 126

Ziele:

Wichtige Methoden für die Applet-Programmierung kennenlernen

in der Vorlesung:

- `JApplet` in die Hierarchie einordnen
- Methoden erläutern

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

In welcher Verwandtschaftsbeziehung steht `JApplet` zu `Window`, `Frame`, `JFrame` und zu `Applet`?

Applets zu HTML-Seiten

HTML (Hypertext Markup Language):

- Sprache zur Beschreibung formatierter, strukturierter Texte und deren Gestaltung
- Standardsprache zur Beschreibung von Internet-Seiten
- Einfache Sprachstruktur: Marken **<hr>** und Klammern **
** … **
**, **
** … **
** mit bestimmter Bedeutung, z. B.

```
Wir unterscheiden
<ul>
   <li>diesen Fall,</li>
   <li>jenen Fall</li>
</ul>
und viele andere Fälle.
<hr>
```

Wir unterscheiden
- diesen Fall,
- jenen Fall

und viele andere Fälle.

Ein Applet wird auf einer HTML-Seite aufgerufen, z. B.

```
<title>Catch the Duke!</title>
<hr>
<applet code="CatchM.class" width="300" height="300">
</applet>
```

Beim Anzeigen der HTML-Seite im Browser oder Appletviewer wird das Applet auf einer Fläche der angegebenen Größe ausgeführt.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 127

Ziele:

HTML-Seite für Applets verstehen

in der Vorlesung:

- HTML-Sprache kurz erläutern
- HTML-Text zeigen
- Unterschied zu WYSIWIG-Textsystemen (What-you-see-is-what-you-get)

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.1

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Finden Sie mindestens 5 verschieden HTML-Klammern und geben Sie deren Bedeutung an.

Java-Programm in Applet umsetzen

Ein Java-Programm kann man in folgenden Schritten in ein Applet transformieren:

1. Alle Datei-E/A in Benutzung von Swing-Komponenten umsetzen, z. B. **`System.out.println(…)`** in **`g.drawString(…)`** in der Methode **`paint`**.
2. Programm nicht anhalten, **`System.exit`**-Aufrufe und **`close`**-Button bzw. Aufrufe von **`setDefaultCloseOperation`** entfernen.
3. Layoutmanager ggf. explizit wählen, Vorgabe ist **`BorderLayout`** (wie bei **`JFrame`**).
4. **`javax.swing.JApplet`** importieren,
   Hauptklasse als Unterklasse von **`JApplet`** definieren
5. Konstruktor durch **`init`**-Methode ersetzen; darin wird der Objektbaum der Komponenten aufgebaut.
6. **`main`**-Methode entfernen;
   die Hauptklasse des Java-Programms entfällt einfach, wenn sie nur die **`main`**-Methode enthält und darin nur das **`JFrame`**-Objekt erzeugt und platziert wird.
7. HTML-Datei herstellen mit **`<applet>`**-Element zur Einbindung der **`.class`**-Datei.
8. Testen des Applets; erst mit dem **`appletviewer`** dann mit dem Browser.

siehe Beispiel Ampel-Simulation GP-104 bis 108.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 128

Ziele:

Einfache Umsetzungsregeln lernen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu am Beispiel

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.1

Übungsaufgaben:

Wandeln Sie das Java-Programm zur Ampel-Simulation in ein Applet um. Welche der Schritte sind nötig?

Verständnisfragen:

Wie muss die Hauptklasse eines Java-Programms beschaffen sein, damit sie für das Applet einfach entfallen kann?

Parameter zum Start des Applet

Dem Applet können zum Aufruf von der HTML-Seite Daten mitgegeben werden.

Notation: Paare von Zeichenreihen für Parametername und Parameterwert

```
<param name="Parametername" value="Parameterwert">
```

eingesetzt im Applet-Aufruf:

```
<applet code="CoffeeShop.class" width="600" height="200">
<param name="Columbian" value="12">
<param name="Java" value="15">
<param name="Kenyan" value="9">
</applet>
```

Im Applet auf die Parameterwerte zugreifen:

```
preis = Integer.parseInt (getParameter ("Java"));
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 129

Ziele:

Technik der Applet-Parameter kennenlernen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.2

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Unter welchen Umständen sind solche Parameter sinnvoller als Programmkonstante?

Sicherheit und Applets

Beim Internet-Surfen kann man nicht verhindern, dass fremde Applets auf dem eigenen Rechner ausgeführt werden. Deshalb sind ihre **Rechte i. a. stark eingeschränkt**:

Operation	Java Programm	Applet im `appletviewer`	lokales Applet im Browser	fremdes Applet im Browser
lokale Datei zugreifen	X	X		
lokale Datei löschen	X			
anderes Programm starten	X	X		
Benutzernamen ermitteln	X	X	X	
zum Sender des Applet verbinden	X	X	X	X
zu anderem Rechner verbinden	X	X	X	
Java-Bibliothek laden	X	X	X	
`System.exit` aufrufen	X	X		
Pop-up Fenster erzeugen	X	X	X	X

Diese Einstellungen der Rechte können im Browser geändert werden.

Man kann auch **signierten Applets** bestimmter Autoren weitergehende Rechte geben.

Außerdem wird der **Bytecode** jeder Klasse auf Konsistenz **geprüft**, wenn er in die JVM geladen wird.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 130

Ziele:

Rechte der Applets im Vergleich

in der Vorlesung:

- Erläuterungen und Begründungen dazu
- Java Web Start als Alternative für"automatische" Programminstallation

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.2

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

Warum ist es einem Applet nicht erlaubt, lokale Dateien zu lesen?

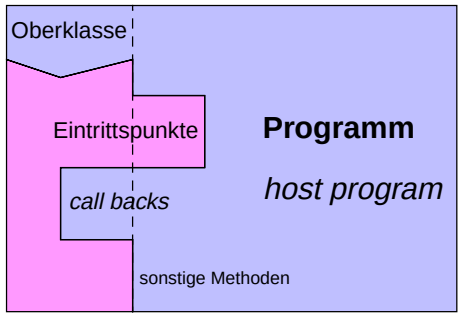
Applets als Beispiel für Erweiterungsmodule (*plug-ins*)

Erweiterungsmodule (*plug-ins*) sind keine selbständigen Programme, sondern werden in ein anderes Programm (*host program*) eingebettet, um dessen Funktionalität zu erweitern.

Zusammenarbeit zwischen Erweiterungsmodul und Programm basiert (in der Regel) auf:

- fest vorgegebener (abstrakter) Oberklasse für das Erweiterungsmodul
- Methoden, die das Modul unbedingt anbieten muss (Eintrittspunkte)
- Methoden, die das Programm speziell für solche Module bereitstellt (*call backs*, *services*)
- sonstigen Methoden des Programms, die auch zur Verwendung in Erweiterungsmodulen geeignet sind

Erweiterungs-modul *plug-in*



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 130a

Ziele:

Schnittstelle zwischen Erweiterungmodul und Programm kennenlernen

in der Vorlesung:

- Erläuterung der unterschiedlichen Bestandteile der Schnittstelle
- Applets als Erweiterungsmodule des Web-Browsers
- Erweiterungsmodule für die Java-Bildverarbeitung ImageJ

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 12.2

Übungsaufgaben:

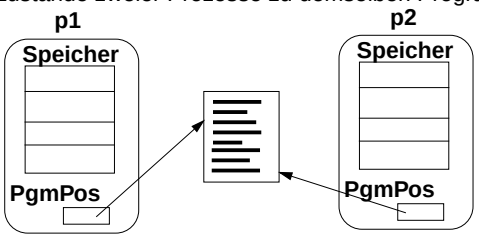
Verständnisfragen:

Woraus besteht die Schnittstelle, wenn man ein gewöhnliches Java-Programm als Erweiterungsmodul der Java-Laufzeitumgebung (bzw. des Betriebssystems) auffasst?

10. Parallele Prozesse Grundbegriffe (1)

Prozess:
Ausführung eines sequentiellen Programmstückes in dem zugeordneten Speicher (Adressraum).
Zustand des Prozesses: Speicherinhalt und Programmposition

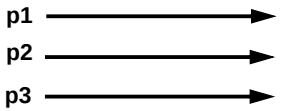
Zustände zweier Prozesse zu demselben Programm



sequentieller Prozess: Die Operationen werden eine nach der anderen ausgeführt.

Parallele Prozesse: mehrere Prozesse, die **gleichzeitig auf mehreren Prozessoren** ausgeführt werden;

- keine Annahme über relative Geschwindigkeit
- **unabhängige** Prozesse oder
- **kommunizierende** Prozesse:
  p1 liefert Daten für p2 oder
  p1 wartet bis eine Bedingung erfüllt ist



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 131

Ziele:

Grundbegriffe Paralleler Prozesse verstehen

in der Vorlesung:

- Ampel-Beispiel zeigen,
- Begriffe erklären: Prozess, Adressraum, sequentiell, parallel

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.1

Verständnisfragen:

Geben Sie Beispiele für

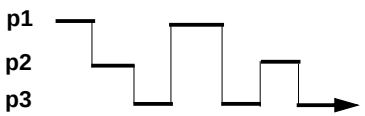
- sequentielle Abläufe,
- parallele Prozesse

aus dem Alltag und in Rechnern.

Grundbegriffe (2)

verzahnte Prozesse: mehrere Prozesse, die stückweise **abwechselnd auf einem Prozessor** ausgeführt werden

Prozessumschaltung durch den Scheduler des Betriebssystems, der JVM oder durch die Prozesse selbst.



Ziele:

- Prozessor auslasten, blockierte Prozesse nicht bearbeiten
- Gleichzeitigkeit simulieren

nebenläufige Prozesse:
Prozesse, die parallel oder verzahnt ausgeführt werden können

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 131a

Ziele:

Grundbegriffe Paralleler Prozesse verstehen

in der Vorlesung:

- Verzahnung als Vortäuschung von Gleichzeitigkeit
- Umschaltung von Prozessen auf verschiedenen Ebenen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.1

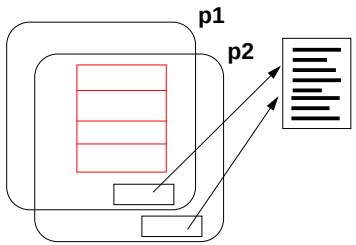
Verständnisfragen:

Geben Sie Situationen an in denen die verzahnte Ausführung Vorteile oder Nachteile gegenüber der sequentiellen Ausführung mehrerer Prozesse bietet.

Grundbegriffe (3)

Threads (“Fäden“ oder auch “Ausführungsstränge” der Programmausführung):
Prozesse, die parallel oder verzahnt in **gemeinsamem Speicher** ablaufen.

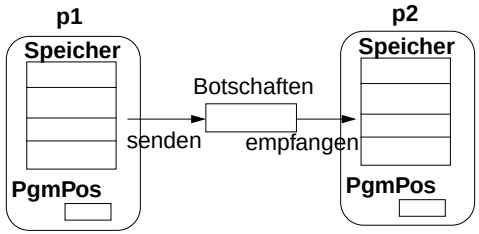
Die **Prozessumschaltung** ist besonders einfach und **schnell,**
daher auch **leichtgewichtige Prozesse**



Zugriff auf Variable im gemeinsamen Speicher

Im Gegensatz zu
Prozessen im verteilten Speicher auf verschiedenen Rechnern,

kommunizieren über Botschaften, statt über Variable im Speicher



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 131b

Ziele:

Grundbegriffe Paralleler Prozesse verstehen

in der Vorlesung:

- Abwägung zwischen Bequemlichkeit für Programmierer und technischen Problemen bei der Realisierung des Parallelrechners
- Vergleich: Zugriff auf gemeinsamen Speicher und Lesen / Schreiben von Daten über Botschaften

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.1

Verständnisfragen:

Wie können die Zeitnachteile bei der Kommunikation über Botschaften gemildert werden?

Anwendungen Paralleler Prozesse

- **Benutzungsoberflächen**:
  Die Ereignisse werden von einem speziellen Systemprozess weitergegeben.
  Aufwändige Berechnungen sollten nebenläufig programmiert werden, damit die Bedienung der Oberfläche nicht blockiert wird.
- **Simulation** realer Abläufe:
  z. B. Produktion in einer Fabrik
- **Animation**:
  Veranschaulichung von Abläufen, Algorithmen; Spiele
- **Steuerung** von Geräten:
  Prozesse im Rechner überwachen und steuern externe Geräte, z. B. Montage-Roboter
- **Leistungssteigerung** durch Parallelrechner:
  mehrere Prozesse bearbeiten gemeinsam die gleiche Aufgabe,
  z. B. paralleles Sortieren großer Datenmengen.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 132

Ziele:

Vielfalt der Parallelverarbeitung erkennen

in der Vorlesung:

Es werden Beispiele zu den Anwendungsarten erläutert und einige Prozesse in Java-Programmen bzw. Applets vorgeführt.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.1

Verständnisfragen:

- Geben Sie weitere Beispiele von parallelen Prozessen in Anwendungen.

Java Threads erzeugen (1)

Prozesse, die nebenläufig, gemeinsam im Speicher des Programms bzw. Applets ablaufen.

Es gibt 2 Techniken Threads zu erzeugen. Erste Technik:

Eine Benutzerklasse implementiert das Interface **`Runnable`**:

```
class Aufgabe implements Runnable
{ ...
   public void run ()          vom Interface geforderte Methode run
   {...}                       das als Prozess auszuführende Programmstück
   Aufgabe (...) {...}                                      Konstruktor
}
```

Der Prozess wird als Objekt der vordefinierten Klasse Thread erzeugt:

```
Thread auftrag = new Thread (new Aufgabe (...));
```

Erst folgender Aufruf startet dann den Prozess:

```
auftrag.start();
```
Der neue Prozess beginnt, neben dem hier aktiven zu laufen.

Diese Technik (das Interface **`Runnable`** implementieren) sollte man anwenden, wenn der **abgespaltene Prozess nicht weiter beeinflußt** werden muss;
also einen Auftrag erledigt (Methode **`run`**) und dann terminiert.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 133

Ziele:

Deklaration von Prozessklassen verstehen.

in der Vorlesung:

3 Programmierschritte:

- Klasse mit der Methode `run` deklarieren
- Prozessobjekte erzeugen
- Ausführung der Prozessobjekte starten

Falls in der Benutzerklasse weitere Objektmethoden benötigt würden, wären sie schlecht zugänglich. Dann sollte man die andere Variante verwenden.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2

Verständnisfragen:

- Die Klasse `Thread` hat Klassen- und Objektmethoden. Welche können in der `run`-Methode auf welche Weise aufgerufen werden?

Java Threads erzeugen (2)

Zweite Technik:

Die Benutzerklasse wird als Unterklasse der vordefinierten Klasse **`Thread`** definiert:

```
class DigiClock extends Thread
{ ...
   public void run ()          überschreibt die Thread-Methode run
   {...}                       das als Prozess auszuführende Programmstück
   DigiClock (...) {...}                                    Konstruktor
}
```

Der Prozess wird als Objekt der Benutzerklasse erzeugt (es ist auch ein **`Thread`**-Objekt):

```
Thread clock = new DigiClock (...);
```

Erst folgender Aufruf startet dann den Prozess:

```
clock.start();
```
der neue Prozess beginnt neben dem hier aktiven zu laufen

Diese Technik (Unterklasse von Thread) sollte man anwenden, wenn
der abgespaltene Prozess weiter beeinflußt werden soll;
also weitere Methoden der Benutzerklasse definiert und von aussen aufgerufen werden,
z. B. zum vorübergehenden Anhalten oder endgültigem Terminieren.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 134

Ziele:

Deklaration von Prozessklassen verstehen.

in der Vorlesung:

3 Programmierschritte:

- Klasse mit der Methode `run` deklarieren
- Prozessobjekte erzeugen
- Ausführung der Prozessobjekte starten

Gegenüberstellung zur Variante mit Interface `Runnable`.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2

Verständnisfragen:

- Die Klasse `Thread` hat Klassen- und Objektmethoden. Welche können in der `run`-Methode auf welche Weise aufgerufen werden?
- Was ist der Unterschied zwischen dem Aufruf `clock.start()` und dem Aufruf `clock.run()`?

11. Unabhängige parallele Prozesse

Beispiel: Digitale Uhr als Prozess im Applet (1)

Der Prozess soll in jeder Sekunde Datum und Uhrzeit als Text aktualisiert anzeigen.

```
class DigiClock extends Thread
{  public void run ()
   {  while (running)                          iterieren bis von außen terminiert wird
      {  line.setText(timeFormat.format(new Date()));     Datum schreiben
         try { sleep (1000); } catch (InterruptedException e) {}   Pause
      }
   }
                                  Methode, die den Prozeß von außen terminiert:
   public void stopIt () { running = false; }
   private boolean running = true;                          Zustandsvariable
   public DigiClock (JLabel t) {line = t;}   Label zum Beschreiben übergeben
   private JLabel line;
   private DateFormat timeFormat = DateFormat.getTimeInstance(
                                   DateFormat.MEDIUM, Locale.GERMANY);
}
```

Prozess **als Unterklasse** von **`Thread`**, weil er

- durch Aufruf von **`stopIt`** terminiert und
- durch weitere **`Thread`**-Methoden unterbrochen werden soll.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 135

Ziele:

Erstes vollständiges Prozessbeispiel

in der Vorlesung:

Erläuterungen zur

- Ausführung bis zur Terminierung von außen,
- `stopIt`-Methode,
- Begründung der Variante "Unterklasse von Thread".

Applet vorführen Digital Clock Applet

Beispiel: Digitale Uhr als Prozess im Applet (2)

Der Prozess wird in der **`init`**-Methode der **`JApplet`**-Unterklasse erzeugt:

```
public class DigiApp extends JApplet
{  public void init ()
   {  JLabel clockText = new JLabel ("--:--:--");
      getContentPane().add(clockText);

      clock = new DigiClock(clockText);          Prozess erzeugen
      clock.start();                             Prozess starten
   }

   public void start ()   { clock.resume(); }    Prozess fortsetzen
   public void stop ()    { clock.suspend(); }   Prozess anhalten
   public void destroy () { clock.stopIt(); }    Prozess terminieren

   private DigiClock clock;
}
```

Prozesse, die in einem Applet gestartet werden,

- sollen angehalten werden (**`suspend`**, **`resume`**), solange das Applet nicht sichtbar ist (**`stop`**, **`start`**),
- müssen terminiert werden (**`stopIt`**), wenn das Applet entladen wird (**`destroy`**).

Andernfalls belasten Sie den Rechner, obwohl sie nicht mehr sichtbar sind.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 136

Ziele:

Prozess aus Applet starten

in der Vorlesung:

Erläuterungen zum Starten, Anhalten, Fortsetzen und Terminieren von Prozessen aus Applets.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2

Übungsaufgaben:

Ändern Sie die Klassen dieses Beispiels, so daß `DigiClock` nicht Unterklasse von `Thread` ist sondern `Runnable` implementiert.

Verständnisfragen:

- Begründen Sie, weshalb die gezeigte Lösung besser ist als eine in der `DigiClock` `Runnable` implementiert.

Wichtige Methoden der Klasse `Thread`

`public void run ();`
wird überschrieben mit der Methode, die die auszuführenden Anweisungen enthält

`public void start ();`
startet die Ausführung des Prozesses

`public void join () throws InterruptedException;`
der aufrufende Prozess wartet bis der angegebene Prozess terminiert ist:

```
try { auftrag.join(); } catch (InterruptedException e) {}
```

`public static void sleep (long millisec) throws InterruptedException;`
der aufrufende Prozess wartet mindestens die in Millisekunden angegebene Zeit:

```
try { Thread.sleep (1000); } catch (InterruptedException e) {}
```

`public void suspend ();`
`public void resume ();`
hält den angegebenen Prozess an bzw. setzt ihn fort:

```
clock.suspend(); clock.resume();
```

unterbricht den Prozess u. U. in einem kritischen Abschnitt, nur für **`start`**/**`stop`** im Applet

`public final void stop () throws SecurityException;`
nicht benutzen! Terminiert den Prozess u. U. in einem inkonsistenten Zustand

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 137

Ziele:

Übersicht zu `Thread`-Methoden

in der Vorlesung:

- Erläuterungen zu den Methoden
- Veranschaulichung durch graphische Darstellung der Abläufe der beteiligten Prozesse
- Verweise auf Beispiele
- `sleep` ist keine Objektmethode!
- Ausblick auf die Probleme mit `stop`, sowie `suspend` und `resume` außerhalb von Applets

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2

Übungsaufgaben:

Veranschaulichen Sie die Wirkung der Methoden durch graphische Darstellung der Abläufe der beteiligten Prozesse.

Verständnisfragen:

- An welchen Methodenaufrufen sind zwei, an welchen ist nur ein Prozess beteiligt?

Beispiel: Ampelsimulation (1)

Aufgabe:

- Auf einer Zeichenfläche mehrere Ampeln darstellen.
- Der Prozess jeder Ampel durchläuft die Ampelphasen und zeichnet die Lichter entsprechend.
- Vereinfachungen:
  1 Ampel; keine Einstellung der Phasendauer; keine Grünanforderung für Fußgänger.

Lösung:

- Ampel-Objekte aus einer Unterklasse (**`SetOfLights`**) von **`Thread`** erzeugen (Methode 2).
- Ampel-Objekte zeichnen auf gemeinsamer Zeichenfläche (**`JComponent`**-Objekt).
- **`run`**-Methode wechselt die Ampelphasen und
  ruft eine Methode zum Zeichnen der Lichter auf (**`drawLights`**).
- Eine weitere Methode (**`draw`**) zeichnet die unveränderlichen Teile des Ampel-Bildes.
- Die **`paint`**-Methode der Zeichenfläche ruft beide Zeichenmethoden der Ampel-Objekte auf (Delegation der Zeichenaufgabe).

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 138

Ziele:

Techniken für unabhängige Prozesse an nicht-trivialer Aufgabe zeigen

in der Vorlesung:

- Aufgabe erläutern
- Vereinfachung und Erweiterbarkeit begründen
- mit dem statischen Ampel-Programm Änderungen erläutern
- 2 Zeichenmethoden begründen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2, Ex.13.2

Übungsaufgaben:

Vergleichen Sie diese Version des Programms mit der des statischen Ampel-Applets.

Prozessklasse der Ampelsimulation

```
class SetOfLights extends Thread
{  /* Jedes Objekt dieser Klasse zeichnet eine Ampel an vorgegebener
      Position x auf ein gemeinsames JComponent-Objekt area. */

   private JComponent area;                    // gemeinsame Zeichenfläche
   private int x;                              // x-Koordinate dieser Ampel
   private int light = 0;                      // aktuelle Ampelphase

   public SetOfLights (JComponent area, int x)
   { this.area = area; this.x = x;}

   public void run ()
   {  while (running)                          // drei Ampelphasen wiederholen
      {  for (light = 0; light < 3; light++)
         {  Graphics g = area.getGraphics();   // Kontext für Zeichenfläche
            drawLights (g);                    // neuen Zustand zeichnen
            g.dispose();                       // Systemressourcen freigeben
            try { sleep(500); }                // nach fester Dauer Zustand wechseln
            catch (InterruptedException e) { }
   }  }  }

   public void stopIt () { running = false; } // Prozess von außen anhalten
   private boolean running = true;

   public void draw (Graphics g) {…}           // unveränderliche Bildteile zeichnen
   public void drawLights (Graphics g) {…}     // veränderliche Bildteile zeichnen
}
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 139

Ziele:

Muster für Prozesse, die auf gemeinsamer Zeichenfläche zeichnen

in der Vorlesung:

- `JComponent`-Objekt übergeben statt Unterklasse von `JComponent`!
- Objektvariable begründen
- Methoden `run` und `stopIt` erläutern
- Der Prozess zeichnet nur die veränderlichen Bildteile.

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2, Ex.13.2

Übungsaufgaben:

Vergleichen Sie diese Klasse mit der Klasse `LightsCanvas` der statischen Applet-Version

Verständnisfragen:

- Wie implementieren Sie einstellbare Phasendauern?
- Wie erweitern Sie die `run`-Methode um die Grünanforderung für Fußgänger?

Zeichenmethoden der Ampelsimulation

```
class SetOfLights extends Thread
{  ...
   public void draw (Graphics g)
   {            // unveränderliche Teile des Bildes relativ zu x zeichnen und schreiben:
      g.drawOval(x-8, 10, 30, 68);                    // der Ampelumriss
   }

   public void drawLights (Graphics g)
   {                                  // veränderliche Teile des Bildes zeichnen:

      if (light == 0) g.setColor(Color.red);              // die 4 Lichter
      else g.setColor(Color.lightGray);
      g.fillOval(x, 15, 15, 15);

      if (light == 1) g.setColor(Color.yellow);
      else g.setColor(Color.lightGray);
      g.fillOval(x, 35, 15, 15);

      if (light == 2) g.setColor(Color.green);
      else g.setColor(Color.lightGray);
      g.fillOval(x, 55, 15, 15);

      g.setColor(Color.green); g.fillOval(x, 85, 15, 15);
   }
}
```


Applet-Klasse der Ampelsimulation

```
public class TrafficLight extends JApplet
{  private JComponent area;                    // gemeinsame Zeichenfläche
   private int lightsPosition = 105;      // x-Koordinate der nächsten Ampel
   private SetOfLights lights;                  // zunächst nur eine Ampel

   public void init ()
   {  setLayout(new BorderLayout ());
      area =                 // das JComponent-Objekt zum Zeichnen der Ampeln
       new JComponent()                  // anonyme Unterklasse mit 1 Objekt:
        { public void paint (Graphics g) // Zeichnen an Ampel-Objekt deligieren
          { lights.draw(g);                          // zeichne statischen Teil
            lights.drawLights(g);               // zeichne veränderlichen Teil
         }};
      add (area, BorderLayout.CENTER);

      lights = new SetOfLights(area, lightsPosition);  // 1 Ampel-Objekt
      area.repaint();                              // erstes Zeichnen anstoßen
      lights.start();                                    // Prozess starten
   }
                          // Prozesse des Applets anhalten, fortsetzen, beenden:
   public void stop ()    { lights.suspend(); }
   public void start ()   { lights.resume(); }
   public void destroy () { lights.stopIt(); }
}
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 140

Ziele:

Trennung zwischen statischen und veränderlichen Bildteilen zeigen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2, Ex. 13.2

Verständnisfragen:

Wie implementieren Sie die Grünanforderung für Fußgänger?

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 141

Ziele:

Ein Schema für die Hauptklasse bei zeichnenden Prozessen

in der Vorlesung:

Erläuterungen zur

- Erzeugung der gemeinsamen Zeichenfläche
- Aufteilung des Zeichnens von statischen und veränderlichen Bildteilen
- Verwendung von Swing-Komponenten in Programmen mit mehreren Threads

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.2, Ex. 13.2

Übungsaufgaben:

Vergleichen Sie diese Klasse mit der entsprechenden Klasse der statischen Applet-Version

Verständnisfragen:

- Wie wird das Zeichnen der verschiedenen Bildteile ausgelöst?
- Wie erweitern Sie die Implementierung auf mehrere Ampeln?
- Begründen Sie die Implementierung der Methoden `start`, `stop` und `destroy`.
- Warum kann hier eine anonyme Klasse benutzt werden?

12. Monitore, Synchronisation: Gegenseitiger Ausschluss

Wenn mehrere Prozesse die **Werte gemeinsamer Variablen verändern**, kann eine ungünstige Verzahnung (oder echte Parallelausführung) zu inkonsistenten Daten führen.

Z. B. zwei Prozesse benutzen lokale Variable **`tmp`** und eine gemeinsame Variable **`konto`**:

```
p    tmp = konto;                          konto = tmp+10;

q                  tmp = konto; konto = tmp+10;
```

Kritische Abschnitte: zusammengesetzte Operationen, die gemeinsame Variablen lesen und/oder verändern.

Prozesse müssen kritische Abschnitte unter **gegenseitigem Ausschluss (***mutual exclusion***)** ausführen:
D. h. **zu jedem Zeitpunkt darf höchstens ein Prozess** solch einen kritischen Abschnitt für bestimmte Variablen ausführen. Andere Prozesse, die für die gleichen Variablen mit der Ausführung eines kritischen Abschnitts beginnen wollen, müssen warten.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 142

Ziele:

Grundbegriff "Gegenseitiger Ausschluss" verstehen

in der Vorlesung:

- Begründung, weshalb Inkonsistenzen durch verzahnte Ausführung entstehen können.
- Inkonsistenzen auch ohne explizite Verwendung von temporären Variablen
- Inkonsistenzen bei elemntaren Operationen auf `long`- oder `double`-Werten

Verständnisfragen:

- Geben Sie weitere Beispiele für kritische Abschnitte.
- Warum könnte auch das Ausgeben der Werte zweier Variable ein kritischer Abschnitt sein?

Gegenseitiger Ausschluss durch Monitore

Monitor:

Ein Modul, der Daten und Operationen darauf kapselt.
Die **kritischen Abschnitte** auf den Daten werden als **Monitor-Operationen** formuliert.
Prozesse rufen Monitor-Operationen auf, um auf die Daten zuzugreifen.
Die Monitor-Operationen werden unter gegenseitigem Ausschluss ausgeführt.

Monitore in Java:

Methoden einer Klasse, die kritische Abschnitte auf Objektvariablen implementieren, können als **`synchronized`** gekennzeichnet werden:

```
class Bank
{  public synchronized void abbuchen (...)   {...}
   public synchronized void überweisen (...) {...}
   ...
   private int[] konten;
}
```

Jedes Objekt der Klasse wirkt dann als **Monitor** für seine Objektvariablen:
Aufrufe von `synchronized` Methoden von mehreren Prozessen für dasselbe Objekt werden unter **gegenseitigem Ausschluss** ausgeführt.
Zu jedem Zeitpunkt kann höchstens 1 Prozess mit **`synchronized`** Methoden auf Objektvariable zugreifen.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 143

Ziele:

Das Konzept "Monitor" verstehen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

- Monitor als Zusammenfassung kritischer Abschnitte
- Monitor-Klassen in Java mit `synchronized` Methoden
- gegenseitiger Ausschluss immer für jedes Objekt individuell
- gegenseitiger Ausschluss nur für Aufrufe von `synchronized` Methoden untereinander
- gegenseitiger Ausschluss betrifft alle `synchronized` Methoden gemeinsam

nachlesen:

Verhalten von Threads beim Aufruf von `synchronized`-Methoden für ein gemeinsames Objekt mit diesem Applet erproben.

Verständnisfragen:

Geben Sie Beispiele für Monitor-Methoden, die *nicht* unter gegenseitigem Ausschluss zu laufen brauchen.

Beispiel: gegenseitiger Ausschluss durch Monitor

```
class Bank
{  public synchronized void abbuchen (String name)  // kritischer Abschnitt
   {  int vorher = konto;
      System.out.println (name + " Konto vor : " + vorher);
                          // kritische Verwendung der Objektvariablen konto:
      konto = vorher - 10;
      System.out.println (name + " Konto nach: " + konto);
   }
   private int konto = 100;
}

class Kunde extends Thread
{  Kunde (String n, Bank b) { name = n; meineBank = b; }
   public void run ()
   {  for (int i = 1; i <= 2; i++) meineBank.abbuchen(name); }
   private Bank meineBank; private String name;
}

class BankProgramm
{  public static void main (String[] args)
   {  Bank b = new Bank();          // Objekt als Monitor für seine Objektvariable
      new Kunde("ich", b).start(); new Kunde("du ", b).start();
}  }
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 144

Ziele:

Ein erstes vollständiges Beispiel für einen Monitor.

in der Vorlesung:

- beteiligte Objekte zeigen
- verschiedene Abläufe zeigen
- Abläufe zeigen, für den Fall, daß die Methode *nicht* `synchronized` definiert wird

Übungsaufgaben:

Implementieren Sie das Programm. Entfernen Sie das `synchronized`, und fügen Sie vor der Zuweisung an die Variable `konto` einen `sleep`-Aufruf ein.

13. Bedingungssynchronisation im Monitor

Bedingungssynchronisation:
Ein Prozess wartet, bis eine Bedingung erfüllt ist — verursacht durch einen anderen Prozess; z. B. erst dann in einen Puffer schreiben, wenn er nicht mehr voll ist.

Bedingungssynchronisation im Monitor:
Ein Prozess, der in einer kritischen Monitor-Operation auf eine Bedingung wartet, muss den Monitor freigeben, damit andere Prozesse den Zustand des Monitors ändern können.

Bedingungssynchronisation in Java:
Vordefinierte Methoden der Klasse **`Object`** zur Bedingungssynchronisation:
(Sie müssen aus **`synchronized`** Methoden heraus aufgerufen werden.)

- **`wait()`** **blockiert den aufrufenden Prozess und gibt den Monitor frei**
  – das Objekt, dessen **`synchronized`** Methode er gerade ausführt.
- **`notifyAll()`** **weckt alle in diesem Monitor blockierten Prozesse**;
  sie können weiterlaufen, sobald der Monitor frei ist.
- **`notify()`** weckt einen (beliebigen) blockierten Prozess;
  ist für unser Monitorschema nicht brauchbar

Nachdem ein blockierter Prozess geweckt wurde, muß er die **Bedingung**, auf die er wartet, **erneut prüfen** — sie könnte schon durch schnellere Prozesse wieder invalidiert sein:

```
while (avail < n) try { wait(); } catch (InterruptedException e) {}
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 145

Ziele:

Das Prinzip "Bedingungssynchronisation" verstehen

in der Vorlesung:

- Erläuterungen an Beispielen für Wartebedingungen
- Erläuterung der Methoden `wait()` und `notifyAll()`

nachlesen:

Verhalten von Threads beim Aufruf von `wait()` und `notifyAll()` mit diesem Applet erproben.

Beispiel: Monitor zur Vergabe von Ressourcen

Aufgabe: Eine Begrenzte Anzahl gleichartiger Ressourcen wird von einem Monitor verwaltet. Prozesse fordern einige Ressourcen an und geben sie später zurück.

```
class Monitor
{  private int avail;                        // Anzahl verfügbarer Ressourcen
   Monitor (int a) { avail = a; }

   synchronized void getElem (int n, int who)      // n Elemente abgeben
   {  System.out.println("Client"+who+" needs "+n+",available "+avail);

      while (avail < n)                    // Bedingung in Warteschleife prüfen
      { try { wait(); } catch (InterruptedException e) {}
      }                                 // try … catch nötig wegen wait()
      avail -= n;
      System.out.println("Client"+who+" got "+n+", available "+avail);
   }

   synchronized void putElem (int n, int who) // n Elemente zurücknehmen
   {  avail += n;
      System.out.println("Client"+who+" put "+n+",available "+avail);
      notifyAll();          // alle Wartenden können die Bedingung erneut prüfen
   }
}
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 146

Ziele:

Ein vollständiges Monitor-Beispiel verstehen

in der Vorlesung:

- Das Vergabe-Schema (`put`, `get`) erläutern
- Zusammenspiel von `wait()` und `notifyAll()` erläutern
- Zeigen, weshalb die Schleife um den `wait()`-Aufruf nötig ist

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.3

Übungsaufgaben:

Leser / Schreiber-Problem implementieren

Verständnisfragen:

- Warum steht der Aufruf `wait()` in einer Schleife?
- Warum wird `notifyAll()` statt `notify()` verwendet?

Beispiel: Prozesse und Hauptprogramm zu GP-146

```
import java.util.Random;

class Client extends Thread
{  private Monitor mon; private Random rand;
   private int ident, rounds, max;
   Client (Monitor m, int id, int rd, int avail)
   {  ident = id; rounds = rd; mon = m; max = avail;
      rand = new Random();              // Neuer Zufallszahlengenerator
   }

   public void run ()
   {  while (rounds > 0)
      {  int m = rand.nextInt(max) + 1;
         mon.getElem (m, ident);              // m Elemente anfordern
         try { sleep (rand.nextInt(1000) + 1);}
            catch (InterruptedException e) {}
         mon.putElem (m, ident);             // m Elemente zurückgeben
         rounds -= 1;
      }
   }
}
```

```
class TestMonitor
{  public static void main (String[] args)
   {  int avail = 20;
      Monitor mon = new Monitor (avail);
      for (int i = 0; i < 5; i++)
         new Client(mon,i,4,avail).start();
}  }
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 147

Ziele:

Fortsetzung von Folie 146

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

Schema: Gleichartige Ressourcen vergeben

Ein **Monitor** verwaltet eine endliche Menge von $k \geq 1$ **gleichartigen Ressourcen**.

Prozesse fordern jeweils unterschiedlich viele (n) Ressourcen an, $1 \leq n \leq k$ und geben sie nach Gebrauch wieder zurück.

Die **Wartebedingung** für das Anfordern ist "Sind n Ressourcen verfügbar?"

Zu jedem Zeitpunkt zwischen Aufrufen der Monitor-Methoden gilt:
"Die Summe der freien und der vergebenen Ressourcen ist k."

Die Monitor-Klasse auf GP-146 implementiert dieses Schema.

Beispiele:

- Walkman-Vergabe an Besuchergruppen im Museum (siehe [Java lernen, 13.5])
- Taxi-Unternehmen; $n = 1$

auch **abstrakte Ressourcen**, z. B.

- das Recht, eine Brücke begrenzter Kapazität (Anzahl Fahrzeuge oder Gewicht) zu befahren,

auch **gleichartige Ressourcen mit Identität**:
Der Monitor muß dann die Identitäten der Ressourcen in einer Datenstruktur verwalten.

- Nummern der vom Taxi-Unternehmen vergebenen Taxis
- Adressen der Speicherblöcke, die eine Speicherverwaltung vergibt

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 148

Ziele:

Schema zur Vergabe gleichartiger Ressourcen verstehen

in der Vorlesung:

- Aufgabe erläutern
- Monitor von Folie 146 als Schema erläutern
- Varianten besprechen

nachlesen:

Judy Bishop: Java lernen, 2.Aufl., Abschnitt 13.3, 13.5

nachlesen:

- Vorlesung "Konzepte und Methoden der System-Software"
- G. R. Andrews: Concurrent Programming, Addison-Wesley, 1991

Übungsaufgaben:

Verständnisfragen:

- Geben Sie zu den Beispielen die jeweilige Ausprägung des Schemas an: Bedeutung der Ressourcen, sind sie konkret oder abstrakt, ist ihre Identität relevant; Bedeutung der Operationen, wer führt sie aus, wieviele Ressourcen werden in einer Operation angefordert?
- Suchen Sie weitere Beispiele.

Schema: Beschränkter Puffer

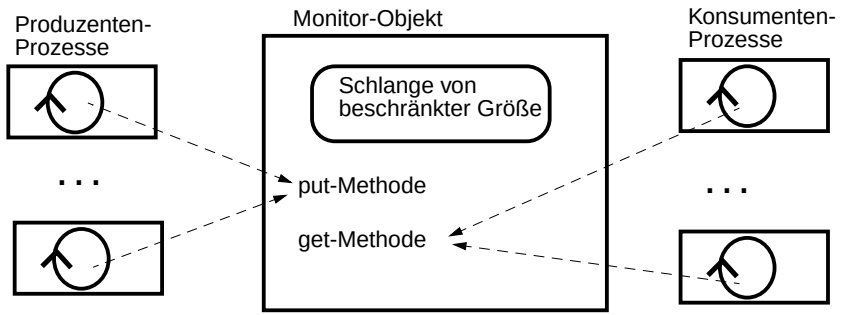
Ein Monitor speichert Elemente in einem **Puffer von beschränkter Größe**.

Produzenten-Prozesse liefern einzelne Elemente,
Konsumenten-Prozesse entnehmen einzelne Elemente.

Der Monitor stellt sicher, dass die Elemente in der gleichen **Reihenfolge** geliefert und entnommen werden. (Datenstruktur: Schlange)

Die **Wartebedingungen** lauten:

- in den Puffer **schreiben, nur wenn** er **nicht voll** ist,
- aus dem Puffer **entnehmen, nur wenn** er **nicht leer** ist.



Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 149

Ziele:

Synchronisationsschema verstehen

in der Vorlesung:

- Schema erläutern
- mehrere, symmetrische Wartebedingungen
- Hinweis auf Schlangen-Implementierung

Verständnisfragen:

- Wo wird welche Wartebedingung verändert?

Monitor-Klasse für “Beschränkter Puffer”

```
class Buffer
{  private Queue buf;      // Schlange der Länge n zur Aufnahme der Elemente
   public Buffer (int n) {buf = new Queue(n); }

   public synchronized void put (Object elem)
   {                  // ein Produzenten-Prozess versucht, ein Element zu liefern
      while (buf.isFull())              // warten bis der Puffer nicht voll ist
         try {wait();} catch (InterruptedException e) {}
      buf.enqueue(elem); // Wartebedingung der get-Methode hat sich verändert
      notifyAll();        // jeder blockierte Prozess prüft seine Wartebedingung
   }
   public synchronized Object get ()
   {             // ein Konsumenten-Prozess versucht, ein Element zu entnehmen
      while (buf.isEmpty())             // warten bis der Puffer nicht leer ist
         try {wait();} catch (InterruptedException e) {}
      Object elem = buf.first();
      buf.dequeue();      // Wartebedingung der put-Methode hat sich verändert
      notifyAll();        // jeder blockierte Prozess prüft seine Wartebedingung
      return elem;
   }
}
```


Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 150

Ziele:

Systematischer Umgang mit Wartebingungen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu

- Veränderung der Wartebedingungen
- `notifyAll` begründen
- Zustandsübergänge bei `notifyAll` in der `get`-Operation am Beispiel erläutern

Verständnisfragen:

- Welche Zustände bezüglich der Erfüllung der Wartebedingungen sind möglich?
- Was bedeutet das für mehrere wartende Prozesse?
- Geben Sie detailliert an, wie mehrere wartende Prozesse auf den Aufruf `notifyAll()` reagieren.

14. Verklemmungen

Ein **einzelner Prozess ist verklemmt** (in einer *Deadlock*-Situation), wenn er auf eine **Bedingung wartet, die nicht mehr wahr werden kann**.

Mehrere Prozesse sind untereinander verklemmt (in einer *Deadlock*-Situation), wenn sie **zyklisch aufeinander warten**;
d. h. die Wartebedingung eines Prozesses kann nur von einem anderen, ebenfalls wartenden Prozess erfüllt werden.

Verklemmung bei Ressourcenvergabe kann eintreten,
wenn folgende Bedingungen gelten**:**

1. Jeder Prozess **fordert mehrmals nacheinander Ressourcen an**.
2. Jeder Prozess benötigt bestimmte Ressourcen **exklusiv** für sich allein.
3. Die **Relation** “Prozess *p* benötigt eine Ressource, die Prozess *q* hat” ist **zyklisch**.

Beispiel: Dining Philosophers (GP-152)

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 151

Ziele:

Den Zustand "Verklemmung" verstehen

in der Vorlesung:

Erläuterungen dazu am Beispiel der Dining Philosophers, Folie 152

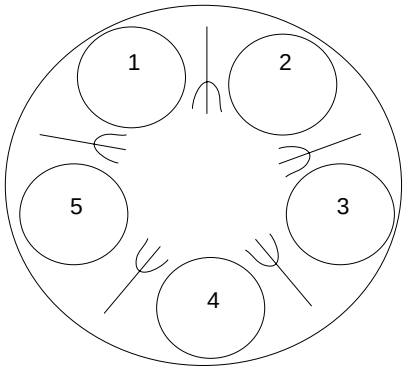
Verständnisfragen:

- Begründen Sie, daß für Verklemmungen bei Ressourcevergabe jede der drei Bedingungen notwendig ist.
- Argumentieren Sie umgekehrt: Mein Prozesssystem wird nicht verklemmen, weil ...

Synchronisationsaufgabe: Dining Philosophers

Abstraktion von Prozesssystemen, in denen die Prozesse **mehrere Ressourcen exklusiv** benötigen. (Erstmals formuliert von E. Dijkstra 1968.)

5 Philosophen sitzen an einem gedeckten Tisch. Jeder beschäftigt sich abwechselnd mit denken und essen. Wenn ein Philosoph Hunger verspürt, versucht er die beiden Gabeln neben seinem Teller zu bekommen, um damit zu essen. Nachdem er gesättigt ist, legt er die Gabeln ab und verfällt wieder in tiefgründig philosophisches Nachdenken.



Abstraktes Programm für die Philosophen:

wiederhole
  denken
  nimm rechte Gabel
  nimm linke Gabel
  essen
  gib rechte Gabel
  gib linke Gabel

Es gibt einen Verklemmungszustand:

Für alle Prozesse *i* aus {1,…,5} gilt:
Prozess *i* hat seine rechte Gabel und wartet auf seine linke Gabel.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 152

Ziele:

Typische Verklemmungssituation verstehen

in der Vorlesung:

- Beispiel erläutern
- Präzise Charakterisierung der Verklemmungssituation
- Die drei Bedingungen von Folie 151 zeigen
- Beispiel als Ressourcevergabeschema verallgemeinern
- Eine Animation der Philosophen

Verständnisfragen:

- Erläutern Sie an der Aufgabe die drei Bedingungen von Folie 151.

Dining Philosophers, Lösung (1)

Lösungsprinzip: Ressourcen (Gabeln) **zugleich anfordern** — nicht nacheinander.

Ein **Monitor** verwaltet die Gabeln als **Ressourcen mit Identität**.
Monitor-Operation: Dem Prozess *i* die linke und rechte Gabel geben.
Wartebedingung dafür: Die beiden Gabeln für den *i*-ten Prozess sind frei.

```
class ResourcePairs
{                    // nur Paare aus "benachbarten" Ressourcen werden vergeben
   private boolean[] avail = {true, true, true, true, true};

   synchronized void getPair (int i)
   {  while (!(avail[i % 5] & avail[(i+1) % 5]))
         try {wait();} catch (InterruptedException e) {}

      avail[i % 5] = false; avail[(i+1) % 5] = false;
   }

   synchronized void putPair (int i)
   {  avail[i % 5] = true; avail[(i+1) % 5] = true;
      notifyAll();
   }
}
```

Der Verklemmungszustand "Jeder Prozess hat **eine** Gabel." kann nicht eintreten.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 153

Ziele:

Verklemmung systematisch vermeiden

in der Vorlesung:

- Bedingung (1) von Folie 151 wird invalidiert
- Der auf Folie 152 charakterisierte Zustand kann nicht eintreten
- Monitor systematisch entwickeln

Verständnisfragen:

Warum kann der auf Folie 152 charakterisierte Zustand nicht eintreten?

Dining Philosophers, Lösung (2)

Lösungsprinzip: Die Aussage die den Verklemmungszustand charakterisiert negieren.

Für alle Prozesse i aus {1,…,5} gilt: Prozess i hat seine rechte Gabel und wartet.

Negation liefert Lösungsidee:

Es gibt einen Prozess i aus {1,…,5}: Prozess i hat seine rechte Gabel nicht oder er wartet nicht.

Lösung: Einer der Prozesse, z. B. 1, nimmt erst die linke dann die rechte Gabel.

Der Verklemmungszustand “Jeder Prozess hat **eine** Gabel.” kann nicht eintreten.

Die Bedingung (3) von GP-151 “zyklisches Warten” wird invalidiert.

Ein **Monitor** verwaltet die Gabeln als **Ressourcen mit Identität**.
Monitor-Operation: Dem Prozess *i* die *i*-te Gabel (**einzeln**!) geben.
Wartebedingung dafür: Die *i*-te Gabel ist frei.

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 154

Ziele:

Lösungsalternative kennenlernen

in der Vorlesung:

- Lösungsalternative herleiten
- kritischer Vergleich mit Lösung (1)

Verständnisfragen:

- Begründen Sie anhand der Rolle des Monitors, weshalb die Lösung (1) sicherer ist.

Zusammenfassung von GP II

allgemeine Begriffe und Konzepte — **Java Programmierung**

Graphische Bedienungsoberflächen

Komponenten-Bibliothek	Swing (AWT)
hierarchische Objektstrukturen	**`LayoutManager`**
Eingabekomponenten	**`JButton`**, **`JTextField`**, …
Observer-Muster	Model/View-Paradigma
Reaktion auf Ereignisse, Folgen	Applets

Parallele Prozesse

Grundbegriffe	Java-Threads, Prozess-Objekte
parallel, verzahnt, nebenläufig	Interface **`Runnable`**, Oberklasse **`Thread`**
	`Thread`-Methoden, Threads in Applets
Monitore	Monitor-Objekte in Java
gegenseitiger Ausschluss	**`synchronized`** Methoden
Bedingungssynchronisation im Monitor	Methoden **`wait`**, **`notifyAll`**

Schema: Vergabe gleichartiger Ressourcen
Schema: Beschränkter Puffer
Schema: Ressourcenvergabe

Verklemmung

Vorlesung Grundlagen der Programmierung 2 SS 2005 / Folie 155

Ziele:

Die Themen aus GP II im Überblick sehen

in der Vorlesung:

- Auf die Begriffe, Konzepte, Techniken hinweisen
- Trennen zwischen allgemeinen Konzepten und Java-spezifischen Techniken
- Auf entsprechende Zusammenfassungen von GP I verweisen.

Übungsaufgaben:

Wiederholen Sie die angesprochenen Themen.

Verständnisfragen:

Sammeln Sie die Verständnisfragen zu den Themen und beantworten Sie sie.