Teil VIII

Exceptions

Exceptions: Fehler abfangen

- Fehler treten beispielsweise auf, wenn ein Benutzer interagiert:

```
x = raw_input("Bitte␣eine␣Zahl␣eingeben:␣")
print float(x)
```

Exceptions: Fehler abfangen

- Fehler treten beispielsweise auf, wenn ein Benutzer interagiert:

```
x = raw_input("Bitte␣eine␣Zahl␣eingeben:␣")
print float(x)
```

- Wenn die Konvertierung nach `float` nicht möglich ist, wird eine `ValueError` exception geworfen

```
Bitte eine Zahl eingeben: xyz
...
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
ValueError: could not convert string to float: xyz
```

- Um mit diesem fehlerhaften Verhalten umzugehen, kann die exception abgefangen und bearbeitet werden

Syntax für Exceptions

- `try`: leitet einen Block ein, der normal ausgeführt wird.
- Darauf folgen (mehrere) `except`-Anweisungen, die im ensprechenden Fehlerfall ausgeführt werden.
- Dann optional ein `else`, dass nur ausgeführt wird, wenn kein Fehler auftritt;
- Zuletzt optional `finally`, das immer ausgeführt wird.

```
try:
    # beliebiger Code
except ValueError as e:
    # behandle ValueError
except Exception as e:
    # behandle alle übrigen Fehler
else:
    # ausführen, falls kein Fehler auftrat
finally:
    # Wird immer ausgeführt
```

Beispiel

Wieder das Beispiel mit User-Eingabe

```
eingabe = False
while not eingabe:
    x = raw_input("Bitte eine Zahl eingeben: ")
    try:
        print float(x)
        eingabe = True
    except ValueError as e:
        print "Das war keine Zahl!"
        # evtl. noch irgendwas mit e machen
```

Beispiel

Wieder das Beispiel mit User-Eingabe

```
eingabe = False
while not eingabe:
    x = raw_input("Bitte␣eine␣Zahl␣eingeben:␣")
    try:
        print float(x)
        eingabe = True
    except ValueError as e:
        print "Das␣war␣keine␣Zahl!"
        # evtl. noch irgendwas mit e machen
```

- Eigene Exceptions werfen (Hierfür können Standardfehler verwendet werden, oder eigene Fehlertypen erzeugt werden):

```
raise RuntimeError("Ooops!␣Irgendwas␣ging␣schief!")
raise IOError("Datei␣existiert␣nicht...")
```

Eingebaute Exceptions

```
BaseException                 # Wurzel aller exc.
  GeneratorExit
  KeyboardInterrupt           # z.B. Ctrl+C
  SystemExit                  # Program Exit (sys.exit())
  Exception                   # Basis für nicht-exit exc.
    StopIteration
    StandardError             # Nur Python 2.x
      ArithmeticError
        FloatingPointError
        ZeroDevisionError
      AssertionError
      AttributeError
      EnvironmentError
        IOError               # z.B. bei open("datei.txt")
        OSError
      EOFError
      ImportError             # z.B. Modul nicht gefunden
```

```
LookupError
  IndexError            # z.B. bei Tupeln/Listen
  KeyError              # z.B. bei Dictionaries
MemoryError
NameError               # Name nicht gefunden
UnboundedLocalError
ReferenceError
RuntimeError
NotImplementedError
SyntaxError
  IndentationError
    TabError
SystemError
TypeError               # Typ-Fehler (2 + "3")
ValueError              # Wert-Fehler (float("drei"))
  UnicodeError
    UnicodeDecodeError
    UnicodeEncodeError
    UnicodeTranslateError
```

Built-In Exception werfen

```
def readfloat1():
  while True:
    try:
      a = raw_input("Zahl zwischen 0.0 und 1.0: ")
      a = float(a)
      if(a<0.0 or a>1.0):
        raise ValueError("Zahl nicht in [0.0; 1.0]")
    except ValueError as e:
      print "Fehler: %s" % e
    else:
      return a
```

- Bei `a = float(a)` wird automatisch Fehler geworfen, der Rest des try-Blocks wird nicht mehr ausgeführt
- Falls `a` konvertierbar ist, wird der Wertebereich überprüft und ggf neue Exception geworfen

Verschachtelte Try-Blöcke

```
def readfloat2():
  while True:
    try:
      a = raw_input("Zahl␣zwischen␣0.0␣und␣1.0:␣")
      try:
        a = float(a)
      except ValueError as e:
        raise ValueError("Das␣ist␣keine␣Zahl:␣%s" % a)
      if(a<0.0 or a>1.0):
        raise ValueError("Zahl␣nicht␣in␣[0.0;␣1.0]")
    except ValueError as e:
      print "Fehler:␣%s" % e
    else:
      return a
```

- Exceptions können abgefangen und gleich wieder geworfen werden.

Eigene Exceptions

- Hierfür sind Klassen nötig (vgl. Kap. 6)
- Kleiner Ausblick:

```
class MeinFehler(Exception): pass

raise MeinFehler("schlimmer␣Fehler")
```

Eigene Exceptions

- Hierfür sind Klassen nötig (vgl. Kap. 6)
- Kleiner Ausblick:

```
class MeinFehler(Exception): pass

raise MeinFehler("schlimmer␣Fehler")
```

- Man kann natürlich auch kompliziertere Dinge tun:

```
class KomplizierterFehler(Exception):
  def __init__(self, nummer, nachricht):
    self.args = (nummer, nachricht)
    self.nummer = nummer
    self.nachricht = nachricht
  def machIrgendwas():
    ...
```

Exceptions: Übung

Hands-On: Fangen Sie Fehler bei der Generierung von Zufallszahlen ab!

- Schreiben Sie eine Funktion `generate()`, die eine Zufallszahl im Interval $[0, 1)$ generiert und zurückgibt.
  Benutzen Sie hierzu die Funktion `random()` des Moduls `random`.
  Unmittelbar nach der Generierung der Zufallszahl soll diese am Bildschirm ausgegeben werden.
- Ist die generierte Zufallszahl größer als 0.9, soll (vor Rückgabe der Zahl) eine Exception `ValueError` mit dem Text "Zahl $>$ 0.9 " geworfen werden.
- Rufen Sie Ihre Funktion `generate()` solange auf, bis Sie einen `ValueError` erhalten. Geben Sie die entsprechende Exception am Bildschirm aus und beenden Sie die Zufallszahlengenerierung.

Exceptions: Übung

```
from random import random

def generate():
  r = random()
  print r
  if r > 0.9:
    raise ValueError("Zahl␣>␣0.9")
  return r

while(True):
  try:
    r = generate()
  except ValueError as e:
    print e
    break
```

Teil IX

2D-Grafiken mit TKInter

Visualisierung

Richard Wesley Hamming:
”The purpose of computing is insight, not numbers.“

Wiederholung: Rekursion

- Bei einer Rekursion wird eine Funktion durch sich selbst definiert.
- Beim Aufruf der Funktion wird die Funktion selbst wieder aufgerufen.
- Abbruchkriterium verhindert endlose Rekursion.

Wiederholung: Rekursion

- Bei einer Rekursion wird eine Funktion durch sich selbst definiert.
- Beim Aufruf der Funktion wird die Funktion selbst wieder aufgerufen.
- Abbruchkriterium verhindert endlose Rekursion.

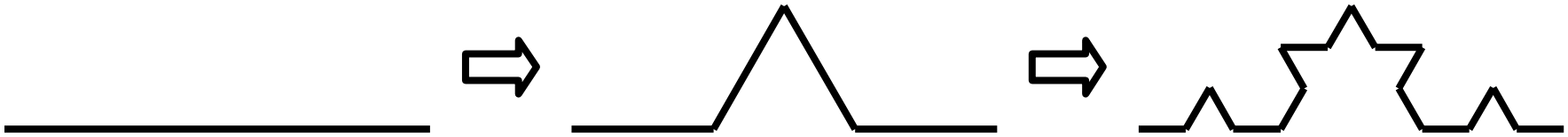
Fibonacci-Folge (1202)

- Fibonacci beschrieb damit das Wachstum von Kaninchenpopulationen:
- $f_n = f_{n-1} + f_{n-2}$
- $f_0 = 0$
- $f_1 = 1$

```
def fib(n):
  if n<=1:
    return n
  else:
    return fib(n-1)+fib(n-2)
```

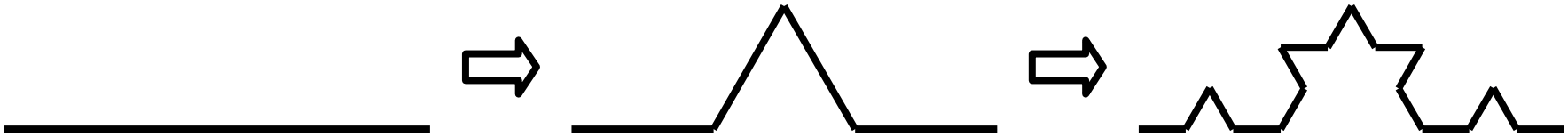
Koch-Kurve (1904)

- Eines der ersten entdeckten Fraktalen Objekte
- Überall stetig, nirgends differenzierbar
- Beginn mit einer Strecke
- Mittleres Drittel wird entfernt
- Stattdessen zwei gleich lange Strecken, die ein Dreieck bilden



Koch-Kurve (1904)

- Eines der ersten entdeckten Fraktalen Objekte
- Überall stetig, nirgends differenzierbar
- Beginn mit einer Strecke
- Mittleres Drittel wird entfernt
- Stattdessen zwei gleich lange Strecken, die ein Dreieck bilden



- Kann ebenfalls mit Rekursion erzeugt werden
- Wir benötigen eine Funktion, die die Kurve malt.
- Um die Kurve zu malen, müssen wir sie erst in alle vier Teilstrecken zerteilen
- Für jede Teilstrecke, müssen deren vier Teilstrecken gemalt werden.
- ...

Visualisierung der Koch-Funktion mit turtle

```
import turtle

def kochkurve(laenge, ebene):
    if(ebene>0):
        kochkurve(laenge/3.0, ebene-1)
        turtle.left(60)
        kochkurve(laenge/3.0, ebene-1)
        turtle.right(120)
        kochkurve(laenge/3.0, ebene-1)
        turtle.left(60)
        kochkurve(laenge/3.0, ebene-1)
    else:
        turtle.forward(laenge)
```

Initialisierung

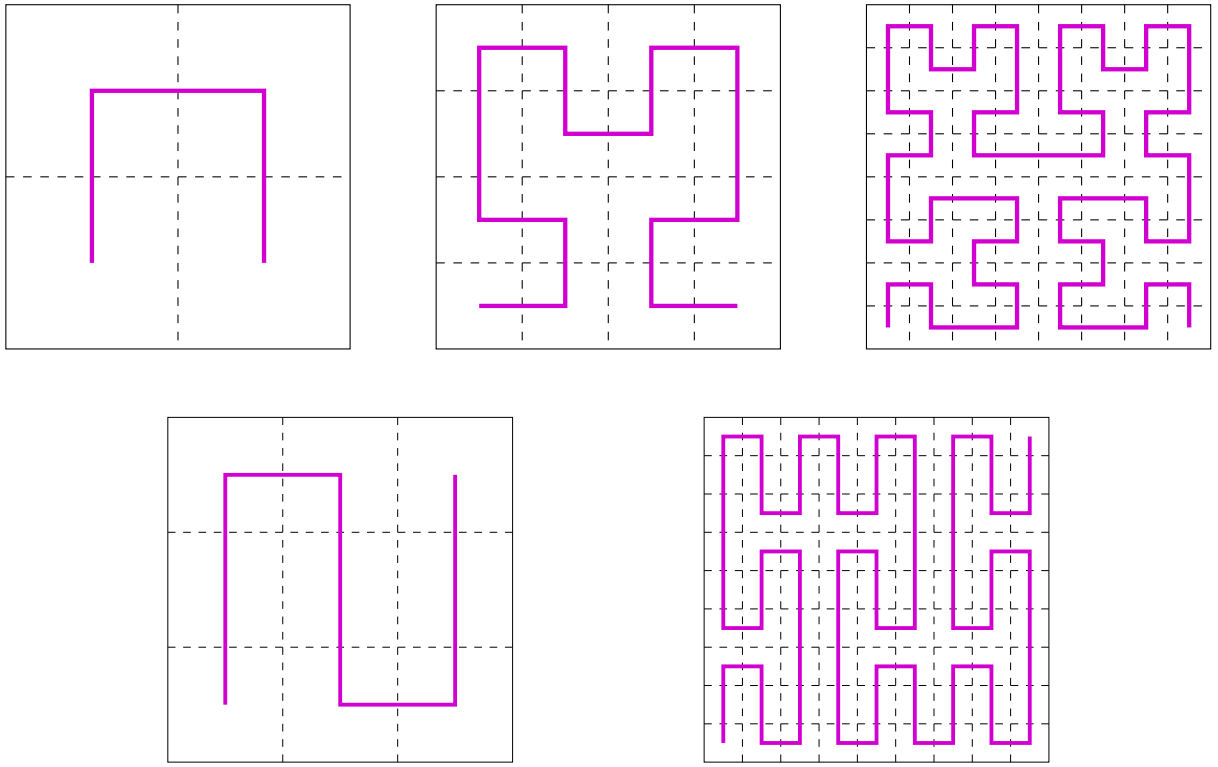
```
def init():
    turtle.reset()
    turtle.setworldcoordinates(-0.1,-0.9, 1.1, 0.3)
    turtle.speed(0)
    turtle.hideturtle()
```

Ausführung

```
if __name__ == '__main__':
  n=int(raw_input("Anzahl␣Rekursionen:"))
  init()
  kochkurve(1.0, n)
  turtle.right(120)
  kochkurve(1.0, n)
  turtle.right(120)
  kochkurve(1.0, n)
  turtle.exitonclick()
```

Randnotiz: Raumfüllende Kurven

- Analoge Erzeugung über Rekursion
- Zusätzlich: Grammatik nötig (vgl. re)
- Konkrete Nutzung: Parallelisierung, Cache-Nutzung
- Beispiele: Hilbert-Kurve, Peano-Kurve



Koordinatenbasierte GUIs

GUIs für Python

- GUI: Graphical User Interface
- Inzwischen verschiedene GUIs verfügbar
  - TKinter: Python Schnittstelle für Tcl/TK (im Standard enthalten)
  - EasyGUI: baut auf TKinter auf, einfach aber beschränkt
  - PyGTK: basiert auf GTK+ (Linux)
  - wxPython: benutzt OS-Grafikbibliotheken
  - PythonCard: baut auf wxPython auf, einfach aber beschränkt
  - PyQt: basiert auf Qt (z.B. KDE)
  - PythonWin: nur für Windows
  - ...

Tcl/TK

- Tool Command Language / ToolKit
- Relativ einfach
- Ausreichend für mittelgroße Anwendungen

Tcl/TK

- Tool Command Language / ToolKit
- Relativ einfach
- Ausreichend für mittelgroße Anwendungen

widgets

- Gängiges Wort für jegliche GUI-Komponente
- `frame` Container für alles mögliche, z.B. ein Fenster
- `canvas` Leinwand/Zeichenfläche
- `button`
- `checkbox`
- `radiobutton`
- `label` z.B. Text
- `menu`
- `scrollbar`
- `...`

Module Tkinter

Hello world

```
import Tkinter as tk
root = tk.Tk()
root.title("Hello-Fenster")
label = tk.Label(root, text="Hallo␣Welt",
           font="times␣32␣bold")
label.pack()
button = tk.Button(root)
button["text"] = "Hallo-Knopf"
button["background"] = "blue"
button.pack()
root.mainloop()
```

- `tk.Tk()` erzeugt das Hauptfenster.
- `root.title(...)` legt den Titel fest.
- `widget.pack()` macht das widget sichtbar.
- `root.mainloop()` wartet auf Ereignisse.

Prinzipielle Vorgehensweise

- Festlegen, wie die GUI aussehen soll
- Zugrundeliegende Funktionalität implementieren
- GUI-Elemente mit Funktionalität verbinden

Prinzipielle Vorgehensweise

- Festlegen, wie die GUI aussehen soll
- Zugrundeliegende Funktionalität implementieren
- GUI-Elemente mit Funktionalität verbinden

Hello world als Klasse

```
import Tkinter as tk
class MyVis:
    def __init__(self, root):
        self.label = tk.Label(root, text="Hallo␣Welt",
                              font="times␣32␣bold")
        self.label.pack()
        self.button1 = tk.Button(root)
        self.button1["text"]= "Hallo-Knopf"
        self.button1["background"] = "blue"
        self.button1.pack()

root = tk.Tk()
myvis = MyVis(root)
root.mainloop()
```

Änderung der Anordnung

```
import Tkinter as tk
class MyVis2:
    def __init__(self, root):
        self.button1 = tk.Button(root,
              text="Hallo-Knopf", background="blue")
        self.button1.pack(side = tk.LEFT)
        self.button2 = tk.Button(root)
        self.button2.configure(text="Exit",
              background="red")
        self.button2.pack(side = tk.LEFT)

root = tk.Tk()
myvis = MyVis2(root)
root.mainloop()
```

- Button-Optionen können bei der Konstruktion angegeben werden.
- Button-Optionen können mit configure geändert werden.
- side-Option für pack bestimmt Ausrichtung

Aktionen aufrufen - Binding

- Bestimmte Ereignisse erzeugen ein „event“.
- Z.B. Tastendruck, Mausklick, Mausbewegung, ...
- Ereignisse können an widgets (Buttons,...) gebunden werden.
- Der Knopf wartet dann auf das jeweilige Ereignis.
- Tritt es auf, wird die assoziierte Funktion aufgerufen.

```
class MyVis2:
    def __init__(self, root):
        ...
        self.root = root
        self.button1.bind("<Button-1>", self.action1)
        self.button2.bind("<Button-1>", self.action2)
    def action1(self, event):
        print "Hallo Welt!"
        self.button1["background"] = "red"
    def action2(self, event):
        self.root.destroy()
```

Aktionen aufrufen - command

- Bisher: Knopf reagiert nicht auf kompletten Klick
- Event "<Button-1>" ist gleich "<ButtonPress-1>"
- Loslassen entspricht "<ButtonRelease-1>"
- Mit `command` werden mehrere Events an ein widget gebunden

```
class MyVis3:
    def __init__(self, root):
        self.button1 = tk.Button(root,
              text="Hallo-Knopf", background="blue",
              command=self.action1)
        self.button2 = tk.Button(root,
              command=self.action2)
        ...
    def action1(self):
       ...
    def action2(self):
       ...
```

Parameter an Aktionen übergeben

- Bisher z.B.: `command=self.action1`
- `command` ist die Funktion (deren Name)
- Mit Parameter: `command=self.action1(x)`?
- Hier ist `command` der Rückgabewert der Funktion (`None`)
- Lösung: Funktion ohne Parameter angeben, die eine Funktion mit Parametern aufruft ($\Rightarrow$ lambda-Funktion)

```
command=lambda: self.action1("Hallo␣Welt")
```

- Wert der Variablen zum Zeitpunkt des Events wird verwendet!

```
command=lambda: self.action1(var1, var2)
```

- Variablenwerte zum Zeitpunkt der Erstellung:

```
command=lambda x=var1, y=var2: self.action1(x, y)
```

- Funktionsheader: `def action1(self, x, y):`

Jim Knopf

Hands-On: Implementieren Sie einen Michael-Ende-Jim-Knopf-Gedächtnis-Knopf!
Gegeben ist das folgende Python-Programm:

```
import Tkinter as tk
root = tk.Tk()
jim  = JimKnopf(root)
root.mainloop()
```

Implementieren Sie die Klasse `JimKnopf`:

- Das root-Fenster soll einen Knopf mit der Aufschrift “Jim” erhalten.
- Wird der Knopf erstmalig gedrückt, soll die Aufschrift auf “Knopf” geändert werden.
- Weiteres Drücken des Knopfes soll keine Auswirkungen haben.

Jim Knopf

```
class JimKnopf:
  def __init__(self,root):
    self.button = tk.Button(root,text="Jim", \
      command=self.change)
    self.button.pack()

  def change(self):
    self.button["text"] = "Knopf"
```

widget Hierarchie

```
class MyApp:
  def __init__(self, root):
    self.frame = tk.Frame(root)
    self.frame.pack()
    self.frameBottom = tk.Frame(root)
    self.frameBottom.pack( side = tk.BOTTOM )

    self.redButton = tk.Button(self.frame, \
      text="Rot", fg="red")
    self.redButton.pack( side = tk.LEFT)
    self.greenButton = tk.Button(self.frame, \
      text="Braun", fg="brown")
    self.greenButton.pack( side = tk.LEFT )
    self.blueButton = tk.Button(self.frame, \
      text="Blau", fg="blue")
    self.blueButton.pack( side = tk.LEFT )
    self.blackButton = tk.Button(self.frameBottom, \
      text="Schwarz", fg="black")
    self.blackButton.pack( side = tk.BOTTOM)
```

widget-Hierarchie

- Bisher wurden alle widgets direkt als Kinder von root erzeugt.
- widgets können selbst Kinder haben.
- Beliebige Verschachtelungen möglich
- Für alle widgets kann ein Padding (”Auffüllen“) angegeben werden.

widget-Hierarchie

- Bisher wurden alle widgets direkt als Kinder von root erzeugt.
- widgets können selbst Kinder haben.
- Beliebige Verschachtelungen möglich
- Für alle widgets kann ein Padding (”Auffüllen“) angegeben werden.

Geometrie-Manager: pack

- Anordnung im Wesentlichen über `side=... (LEFT, TOP,...)`
- `fill` gibt an, wie sich die Objekte ausdehnen sollen
  - `tk.NONE` gar nicht (minimale Ausdehnung)
  - `tk.X, tk.Y` nur in X/Y-Richtung
  - `tk.BOTH` in beide Richtungen
- `expand` Das widget versucht, möglichst viel Fläche zu belegen
- `anchor` Damit kann das widget sich in einem bestimmten Teil der Fläche platzieren (`tk.N, tk.NW, tk.NE, ..., tk.CENTER`)

widget-Hierarchie

- Bisher wurden alle widgets direkt als Kinder von root erzeugt.
- widgets können selbst Kinder haben.
- Beliebige Verschachtelungen möglich
- Für alle widgets kann ein Padding (”Auffüllen“) angegeben werden.

Geometrie-Manager: pack

- Anordnung im Wesentlichen über `side=... (LEFT, TOP,...)`
- `fill` gibt an, wie sich die Objekte ausdehnen sollen
  - `tk.NONE` gar nicht (minimale Ausdehnung)
  - `tk.X, tk.Y` nur in X/Y-Richtung
  - `tk.BOTH` in beide Richtungen
- `expand` Das widget versucht, möglichst viel Fläche zu belegen
- `anchor` Damit kann das widget sich in einem bestimmten Teil der Fläche platzieren (`tk.N, tk.NW, tk.NE, ..., tk.CENTER`)

Geometrie-Manager: grid

- Anordnung der widgets in einem Gitter
- Z.B. `widget.grid(row=2, column=7)`

Zeichnen mit Tkinter

Das `canvas` Widget

- Kann wie jedes widget in ein Frame gesetzt werden
- Kann auch ohne Frame erzeugt werden:

```
cv = tk.Canvas(width=800, height=600)
cv.pack()
```

- Kann zum Zeichnen verwendet werden:

```
cv.create_line(50,50,650, 300)
cv.create_polygon(250, 50, 500, 500, 50, 500)
cv.create_text(400, 100, text="Hallo␣Welt")
```

- Weitere Methoden:
  - `create_oval`
  - `create_bitmap`
  - `...`

Animation mit Tkinter

```
#! /usr/bin/python
from Tkinter import *
import time, math

cv = Canvas(width=800, height=600)
cv.pack()
oval = cv.create_oval(300, 50, 400, 150)
cv.itemconfig(oval, fill='blue')
i = 0.0
while True:
  cv.move(oval, 10*math.cos(i), 10*math.sin(i))
  cv.update()
  time.sleep(0.02)
  i += 0.05
```