Python 3

Grundlagen der Programmierung

integrata
Cegos Group

inspire
qualify
change

Inhalts-verzeichnis

Einführung

- Python - Eine Skriptsprache
- Ein erstes Programm

Python - Eine Skriptsprache

Merkmale

- Python ist
  - eine Skriptsprache
  - Objekt-orientiert
  - Funktional
  - Dynamisch typisiert
  - Modular

Warum Skriptsprachen?

- Kein aufwändiger Build-Prozess erforderlich
  - Die Skripte sind direkt ausführbar
- Agilität Software-Entwicklung
  - Änderungen des Skript-Codes werden von der Laufzeitumgebung sofort übernommen
- Die Struktur der Programme kann einfach gehalten werden
  - Anweisungen können ohne jeglichen Rahmen "einfach so" geschrieben werden
- Ausführung in einer REPL (Read–eval–print loop)

Ein erstes Programm

hello-world.py

- Das "klassische" erste Programm in Python

```
print("Hello World!")
```

- Es ist tatsächlich so einfach!

Aufsetzen der Umgebung

- Bestandteile
- Python-Installation
- Editoren und Entwicklungsumgebung
- Dokumentation
- Die Python Virtual Machine

Bestandteile

Bestandteile

- Entwickler-Werkzeuge
  - Python Installation
  - Editoren zur komfortablen Erstellung von Programmen
  - Debugger
  - Python Runtime
- Weitere Hilfsmittel
  - Dokumentation
  - Source Code Management

Python-Installation

Installation

- Python ist frei erhältlich
- Distributionen für alle relevanten Betriebssysteme verfügbar
  - Linux
  - Windows
  - Mac
  - …
- In der Distribution ist auch eine Dokumentation enthalten
  - Selbstverständlich auch Online verfügbar!
- Weiterhin die Python-Shell
  - Eine interaktive REPL

Die Python-Shell

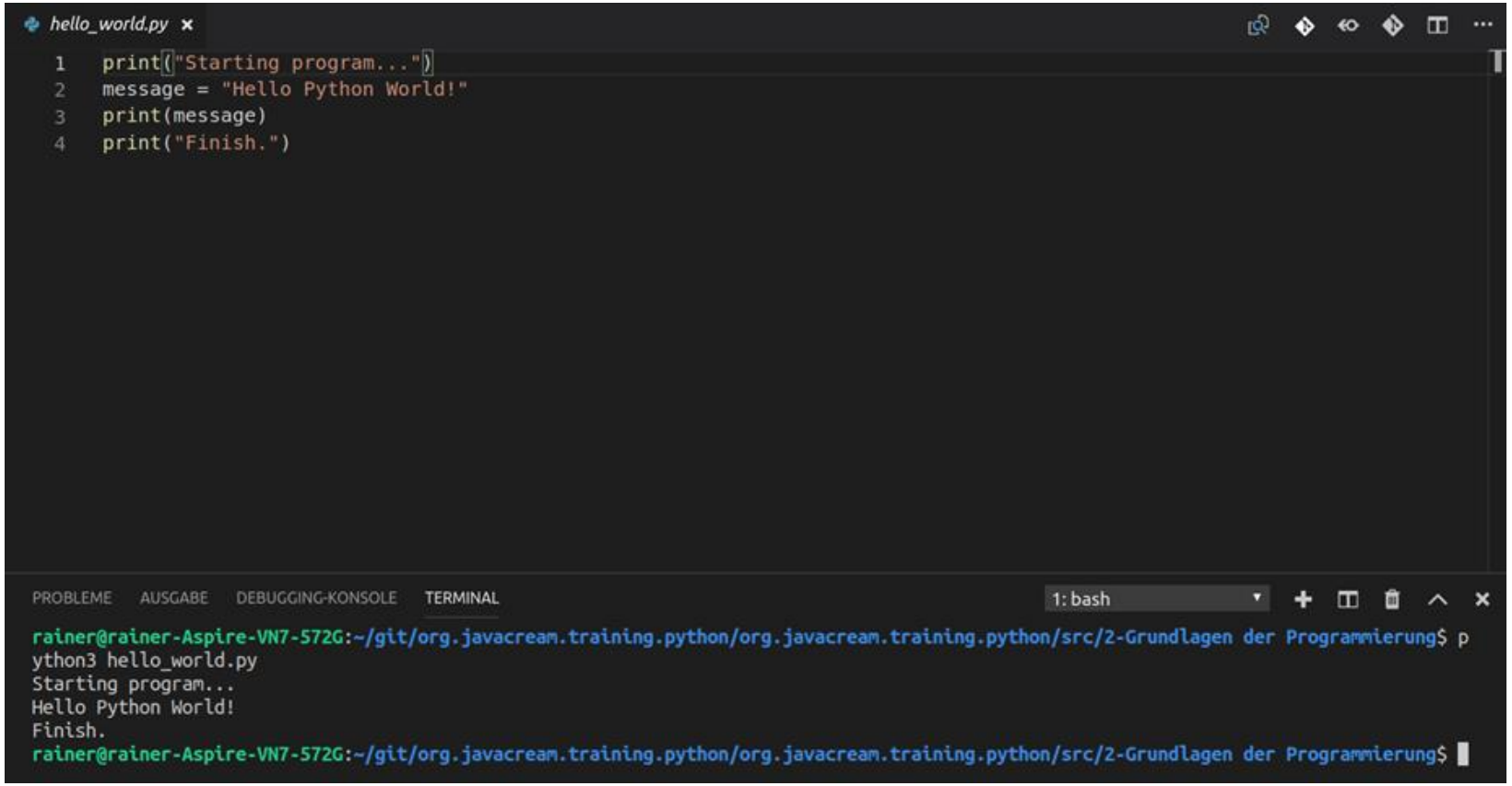
```
Python 3.6.7 (default, Oct 22 2018, 11:32:17)
[GCC 8.2.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> message = "Hello World!"
>>> print(message)
Hello World!
>>>
```

Editoren und Entwicklungsumgebung

Editoren

- Selbst einfache Editoren bieten für Python PlugIns mit elementarer Unterstützung für Syntax-Hervorhebungen etc. an
  - Notepad++
  - UltraEdit
  - …
- Mächtige Editoren bieten eine noch bessere Unterstützung an
  - Beispiele
    - Atom
    - Visual Studio Code
  - Funktionen
    - Syntax-Prüfungen
    - Integration der Python Shell
  - Damit ist die Abgrenzung zu vollständigen Entwicklungsumgebungen fließend

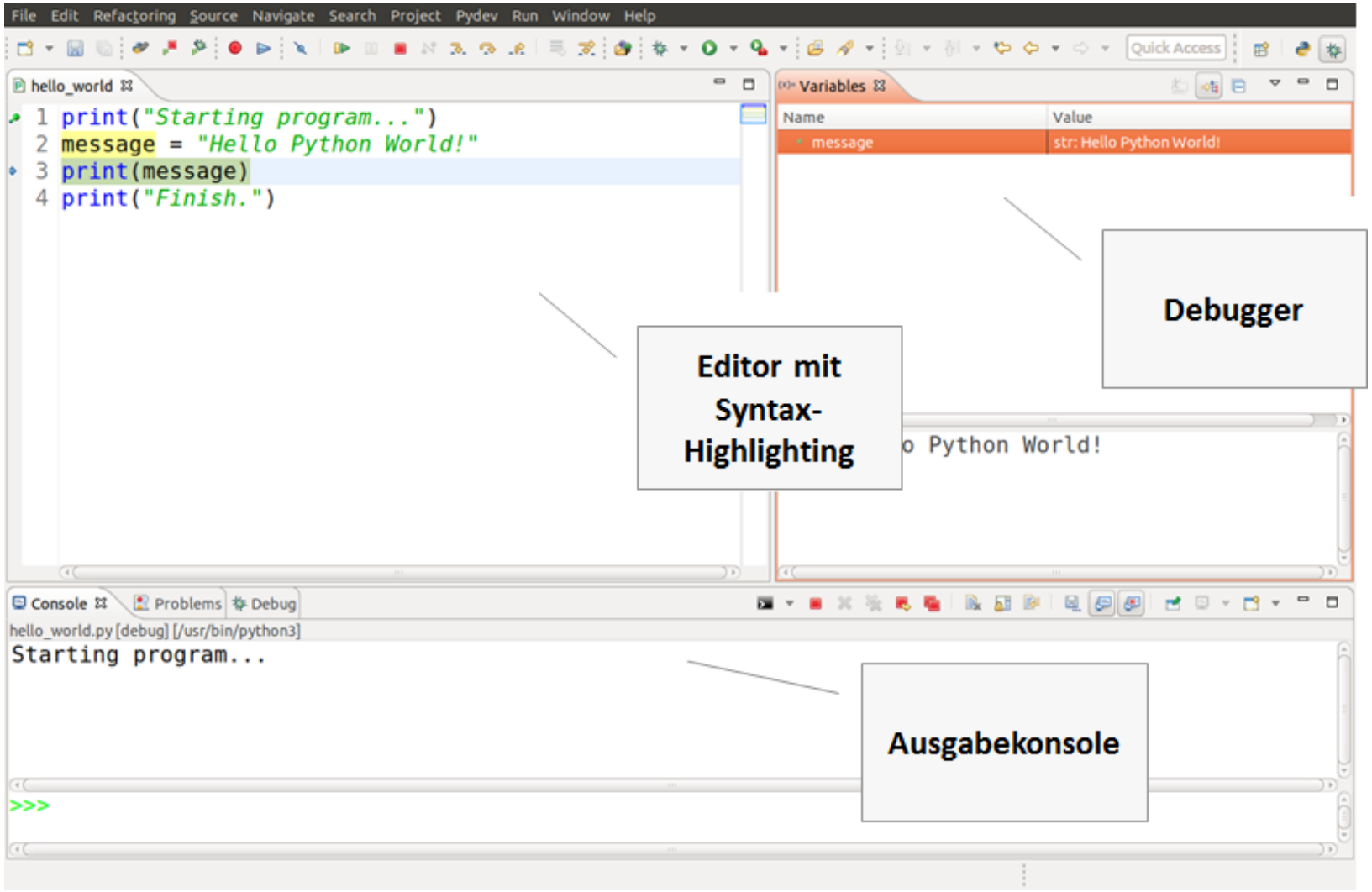
Beispiel: Python-Skript in Visual Studio Code



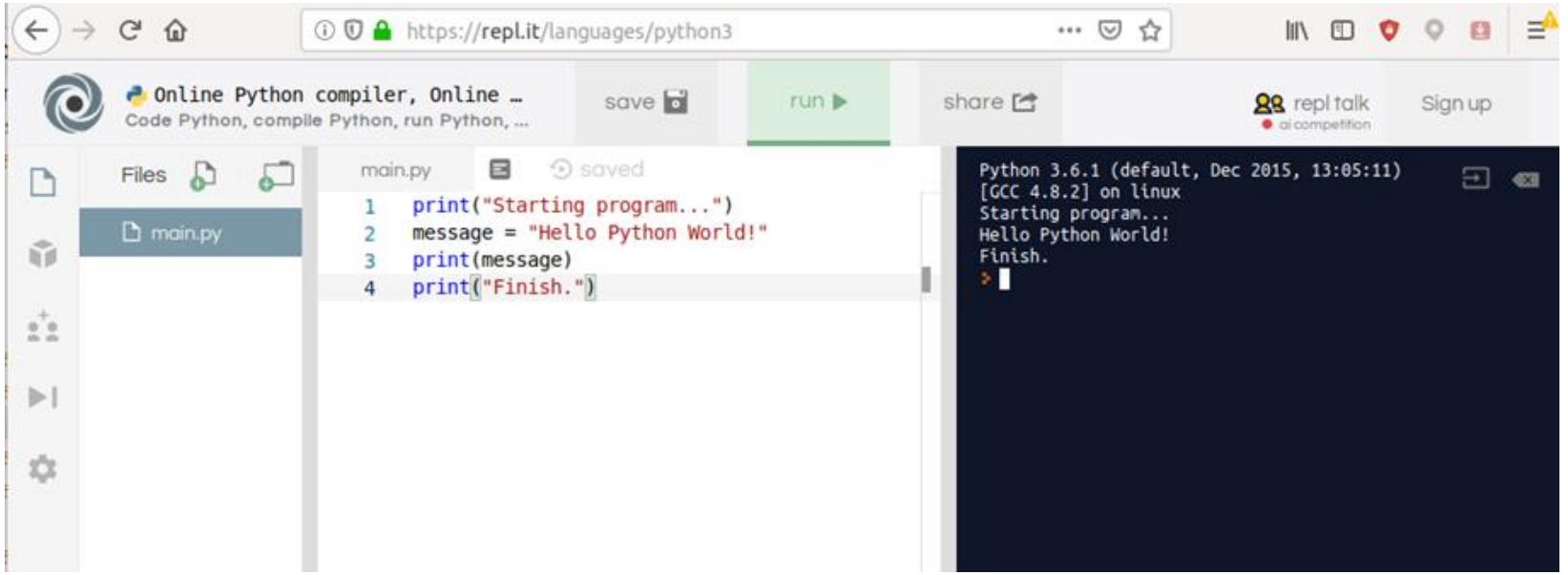
Entwicklungsumgebungen

- Im Gegensatz zu den einfachen Editoren bieten Entwicklungsumgebungen noch mehr Werkzeuge an
  - Code Assist
  - Integrierte Hilfefunktion
  - Integrierte Dokumentation
  - Debugger
  - Integrierte Testwerkzeuge
    - Unit-Testing
    - Prüfen der Code-Qualität und der Einhaltung von Richtlinien
      - "Linter"
  - Code-Formatting
  - Anbindung an Versionsverwaltung

Beispiel: Eclipse und PyDev

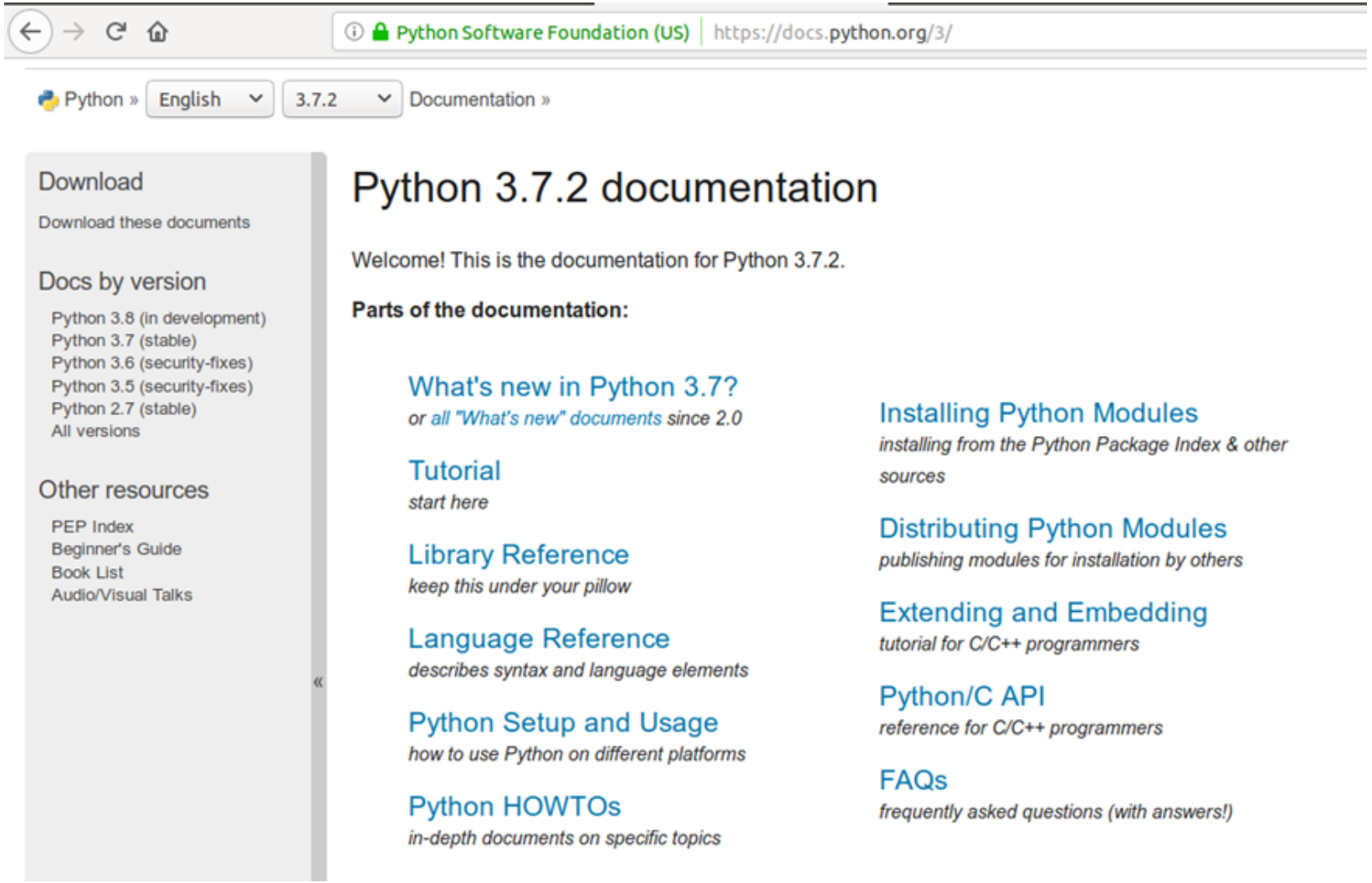


Beispiel: Repl.It - Eine Online-IDE



Dokumentation

Python Online Dokumentation

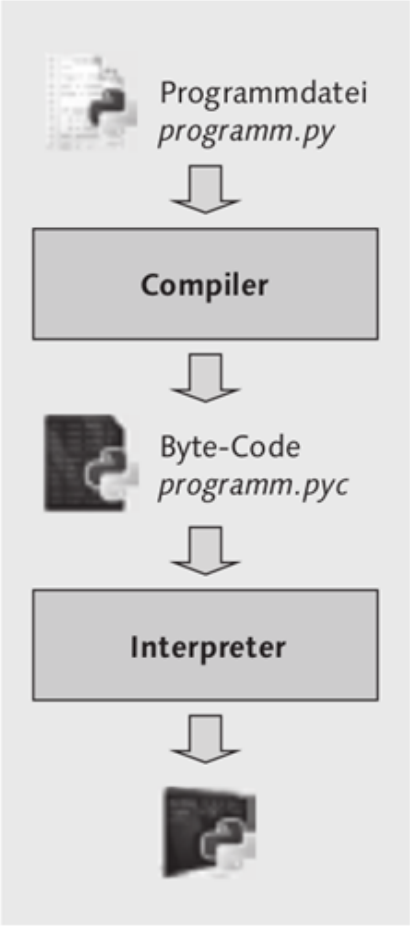


Die Python Virtual Machine

Python-Ausführung im Detail

- Der "Python-Interpreter" führt das Skript nicht direkt aus
- Der Python Compiler erzeugt aus dem Skript eine ausführbare Binärdatei
  - Damit ist Python eigentlich gar keine Skript-Sprache
  - Allerdings erfolgt diese Compilation automatisch und ist damit für die Programm-Entwicklung transparent
- Damit ist der "Interpreter" eine so genannte "Virtual Machine", die "Bytecode" ausführt

Python Compiler und Virtual Machine



Aus

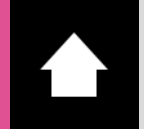
Python 3

Das umfassende Handbuch

von Johannes Ernesti, Peter Kaiser

Grundlagen der Programmierung

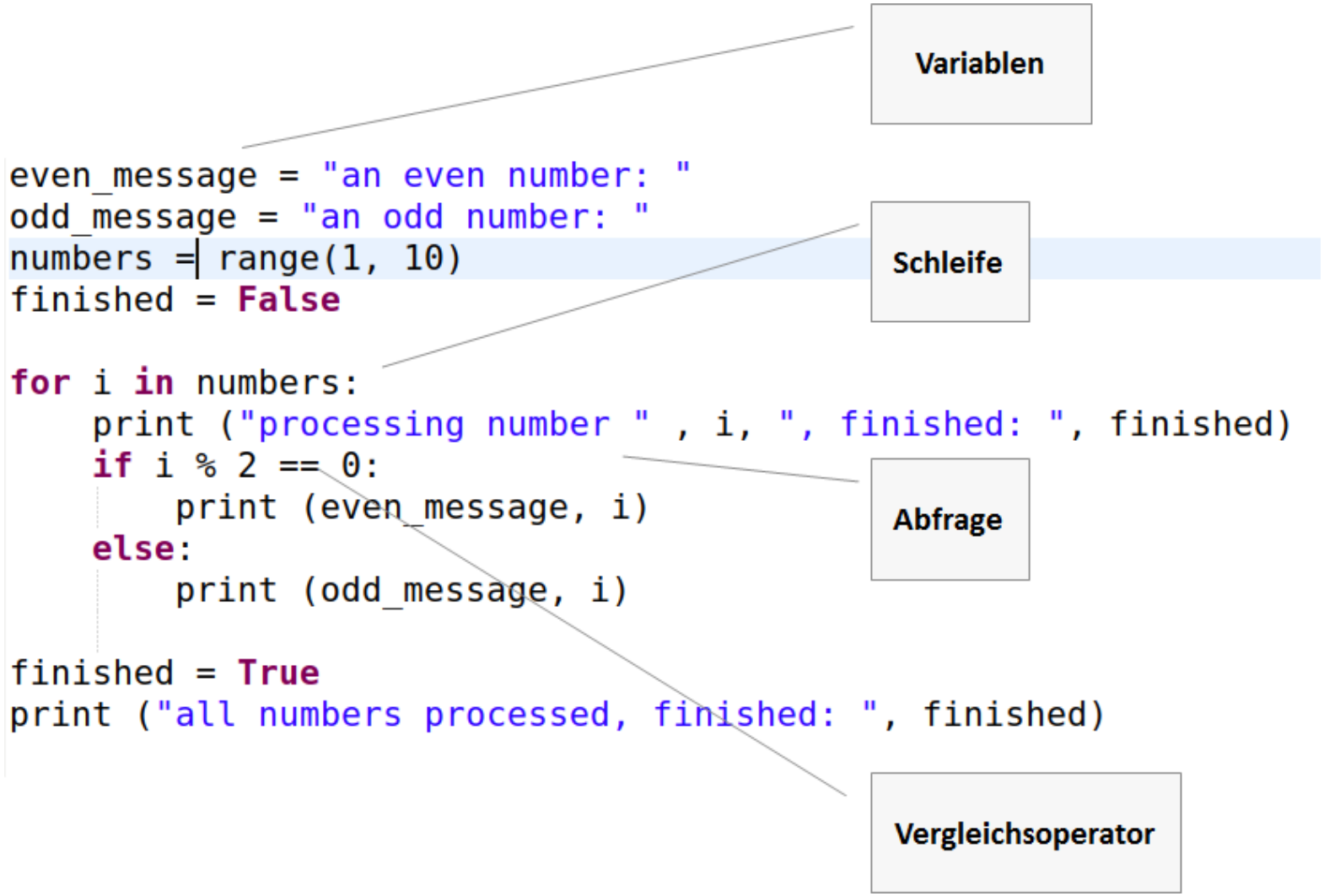
- Übersicht
- Typen und Operationen
- Anweisungen

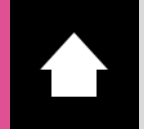


Übersicht

Datentypen, Operatoren und Kontrollstrukturen

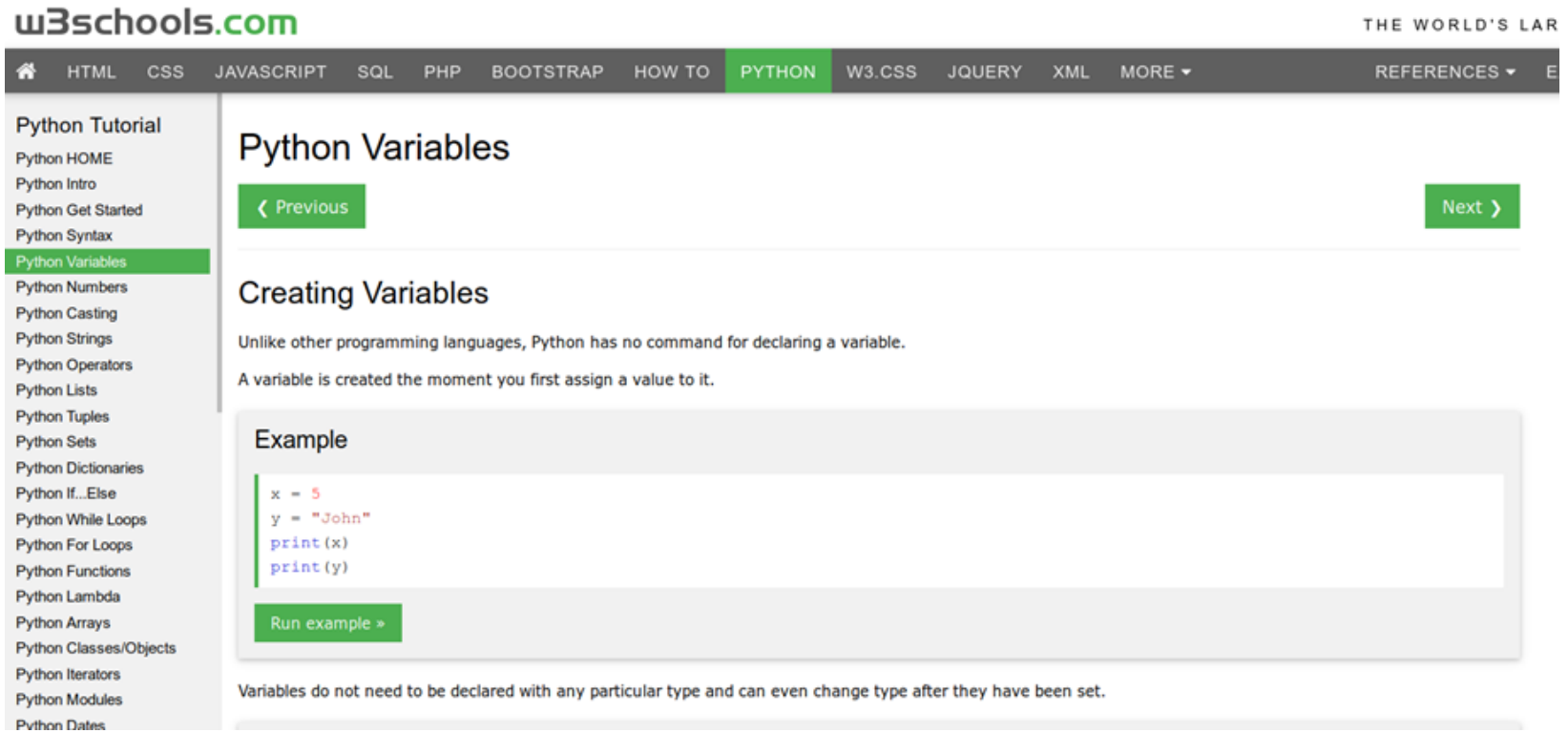
```
even_message = "an even number: "
odd_message = "an odd number: "
numbers = range(1, 10)
finished = False

for i in numbers:
    print ("processing number " , i, ", finished: ", finished)
    if i % 2 == 0:
        print (even_message, i)
    else:
        print (odd_message, i)

finished = True
print ("all numbers processed, finished: ", finished)
```





Typen und Operationen

w3schools.com



Zahlen

- Alles was mit einer Zahl beginnt, ist eine Zahl
- Die Genauigkeit ergibt sich aus dem Literal
  - Fließkommazahl
    - Mit Komma
    - 4.2
  - Integer
    - Ohne Komma
    - 42

Operationen mit Zahlen

- Grundrechenarten
  - +
  - -
  - *
  - /
- Modulo und Potenzieren
  - %
  - **
- Reihenfolge
  - "Punkt vor Strich"
  - Die Reihenfolge kann durch runde Klammern definiert werden

Für Mathematiker

- Direkte Unterstützung für komplexe Zahlen
  - Berechnung: `(5+3j)*3`
  - Ergebnis: `(15+9j)`
- Unterstützung großer Zahlen (größer als der Zahlenbereich der CPU):
  - Berechnung: `123456789098765432l**42`
  - Ergebnis:

```
697636276888660301493223461712489801833992248153869833675446916998
518998715236508749665018950022720336424940603396234540013028631851
838433819747967099124063806679730000275944197718696863024232437467
947893122267950788000074567774455751598444193510615891244620965489
137398419421568350160473692166347339934766541896043989545469093736
863157838763192414856128643370557247861142879386276177100550123949
353889253616804532414873048495240940497066649470683560424885881762
526677512083532514011631645821995219230855148984548828172499816124
353217133879738780808945675825442774736121248645336702371488823259
609808023431112612341980870199271153431097312917943503305449752023
702389981534643434339297548014169946339752325874887591822382037539
551525076453484731817308202484784l
```

Strings

- Markierung durch einfache oder doppelte Anführungsstriche
- Die \ in Zeichenketten werden für spezielle Zeichen verwendet
  - z. B. \n für "Neue Zeile"
- Längere Stringkonstanten lassen sich über Tripelquotes erzeugen

```
""" Dies ist ein
    mehrzeiliger
    String"""
```

Strings

- Werden zwei Zeichenketten addiert, werden sie konkatiniert

```
'Spam' + 'Spam'
     'SpamSpam'
```

- Zeichenketten können "multipliziert" werden (nur mit Zahlen):

```
'Spam'*5
  'SpamSpamSpamSpamSpam'
```

- Zeichenketten können über Indizes und Bereiche angesprochen werden:

```
'SpamSpamSpam'[0]
  'S'
'SpamSpamSpam'[5:]
  'pamSpam'
'SpamSpamSpam'[2:10]
  'amSpamSp'
```

Länge von Strings

- Die Funktion *len* bestimmt die Länge von Strings

```
len("Hallo")
  5
len("SpamSpam")
  8
len("Spam"*5)
  20
```

Listen

- Listen sind geordnete Sammlungen beliebiger Inhalte
- Listen werden durch `[]` markiert
  - `["Spam","Ham",5,3.0,"Hallo"]`
- Die Funktion `len` funktioniert auch mit Listen
- Die Slices und Indices funktionieren genauso wie bei Strings
- Die Funktion `range` liefert eine Liste:

```
range(4)
  [0, 1, 2, 3]
range(3,8)
  [3, 4, 5, 6, 7]
range(3,8,2)
  [3, 5, 7]
```

Dictionaries

- In anderen Sprachen auch Hashes oder Hashtabellen genannt
- Markiert durch `{}`
- Ungeordnete assoziative Listen, "Name/Werte Paare"
- Referenzieren über Schlüssel, nicht Indizes

```
film = {'Director':'Chapman','Actor':'Gilliam',
  'Producer':'Cleese', 'Writer':'Palin'}

film['Actor']

  'Gilliam'
```

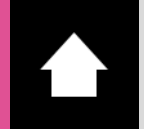
- Referenzieren genau wie bei Listen über `[]`

Tupel

- Tupel sind auch Sequenzen
- Werden mit () markiert
  - `tupel = (1,"Cleese","John")`
- Referenzieren wieder, wie bei Listen, über Indizes in []
  - `tupel[2]`
  - `John`
- Tupel sind unveränderlich
  - d. h. Zuweisungen zu einem Tupel sind illegal
  - `t = (1,2,3)`
  - `t[0] = 1  # verboten`

Zusammengesetzte Typen

- Listen, Tupel und Dictionaries können alle anderen Typen beinhalten
  - damit sind komplexe Datenstrukturen möglich
  - Auch als "Objekt-Graph" bezeichnet



Anweisungen

Variablen und Zuweisungen

- Mit dem = wird einer Variablen ein Wert zugewiesen und diese gleichzeitig definiert, sofern die Variable nicht existiert

```
print a
  NameError: name 'a' is not defined
a="Hallo"
print a
  Hallo
```

Variablen

- Variablen haben keinen festen Typ
  - dieser wird zur Laufzeit bestimmt
- Variablennamen dürfen aus Buchstaben, Zahlen und dem Unterstrich bestehen
  - dürfen jedoch nicht mit einer Zahl beginnen
  - sind CaseSensitive
- Eine Variable kann zu einem Zeitpunkt ein String, später eine Liste sein

```
a="Ich bin eine Zeichenkette"
print a
   Ich bin eine Zeichenkette
a=["Ich", "bin", "eine", "Liste"]
print len(a)
  4
```

- Typfeststellung eines Wertes/Variablen über type()

```
print type("Hallo Welt")
    <class'str'>
```

Tupelzuweisungen

- Mit Hilfe der Tupel können mehrere Variablen gleichzeitig belegt werden

```
(a,b)=(5,"Ni")
```

- Damit ist auch eine einfache Vertauschung von Variablen möglich:

```
(a,b)=(b,a)
```

- Soll mehreren Variablen der selbe Wert zugewiesen werden, kann die Mehrfachzuweisung verwendet werden

```
a=b="Hello"
```

builtins Funktionen

- builtins sind Anweisungen, die jedem Python-Programm direkt zur Verfügung gestellt werden
- Beispiele:
  - `abs()`
    - Absolutwert einer Zahl
  - `char(int)`
    - liefert das Zeichen zu dem angegebenen ASCII-Code
  - `len(value)`
    - Länge eines Wertes
  - `exit()`
    - beendet Python
  - `hex(Zahl)`
    - liefert die Hexadezimale Repräsentation der Zahl
  - `min,max`
    - liefert das Minimum oder Maximum einer Liste
  - `range`
    - liefert eine Liste von Zahlen im gewünschten Wertebereich

Typumwandlungen

- Eingebaute Typen int(), float(), str(), bool() können für Umwandlungen zu einem der eingebauten Typen verwendet werden

```
float(4)
     4.0
int(float(4))
     4
int("42")
     42
str(int("42"))
     '42'
```

Vergleichsoperatoren

- Vergleich mit
  - `==`
    - Gleichheit der Werte/Inhalte
  - `!=`
  - `<`
  - `<=`
  - `>`
  - `>=`
  - `is`
    - Gleichheit Referenzen
- Ergebnis der Operatoren ist `True` oder `False`

Abfragen

- Ablaufsteuerung im `if-else-elif`

```
if a==3:
   print "a ist 3"
elif a==4:
   print "a ist 4"
else:
   print "weder 3 noch 4"
```

- `elif` und `else` sind optional
- Die Einrückung bestimmt den Block
  - Klammern sind nicht nötig

Schleifen

- Zwei Arten von Schleifen:
  - for
  - while
- `for`

```
for i in range(1,10)
    print(i)
```

- `while`

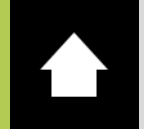
```
counter = 0
while (counter < 3)
  print (counter)
  counter = counter + 1
```

Break und Continue

- `break`
  - beendet die aktuelle Schleife
- `continue`
  - bricht den aktuellen Schleifendurchlauf ab, macht mit dem nächsten weiter

Funktionen

- Übersicht
- Lambdas



Übersicht

Funktionen

- Kleinste "Einheit" von wiederverwendbaren Code
- Definition mit `def`:
- Funktionsaufrufe mit `()`

```
def out():
  print "called out"
out()
```

Deklaration

```
def calculate_price(original , discount, shipping):
    discounted_price = original * (1 - discount/100)
    price = discounted_price + shipping
    return price

def calculate_shipping (provider):
    if provider == "EIM":
        shipping = 5.99
    elif provider == "CGK":
        shipping = 3.99
    else:
        shipping = 9.99
    return shipping

def order():
    provider = "EIM"
    shipping = calculate_shipping(provider)
    original_price = 19.99
    price = calculate_price(original_price, 10, shipping)
    print("total price: ", price)
```

Name der Funktion

Parameter

Rückgabe

Parameter

- Die Parameter der Funktion werden innerhalb der runden Klammern angegeben

```
def f(p):
  print "param: ",p
f("Spam")
Der Wert von A:  Spam
```

- Die Anzahl der übergebenen Parameter muss mit der Parameterliste übereinstimmen

Optionale Parameter

- Bei der Funktionsdefinition können Parameter mit Default-Werten versehen werden. Beim Aufruf müssen für diese dann keine Werte angegeben werden

```
def f(a=5,b=2):
  print  a*b
f()
  10
```

Parameter-Liste

- Funktionsparameter die bei Definition mit einem * versehen werden, werden als beliebig langes Tupel übergeben

```
def f(*a):
  print a
f(1,2,3,4)
  (1, 2, 3, 4)
f("bla","bla")
  ('bla', 'bla')
```

Benannte Parameter

- Parameter die bei Definition mit ** markiert sind, werden im Endeffekt als Dictionary übergeben

```
def f(**a):
  print (a)


f(number=42,name="Hugo")
{'number': 2, 'name': 'Hugo'}
```

Rückgabewerte von Funktionen

- Funktionen können Werte zurückliefern
  - Schlüsselwort `return`
- Dieser Rückgabewert kann wiederum in Zuweisungen oder weiteren Funktionsaufrufen verwendet werden

```
def mult(a,b):
  return a*b
print mult(4,2)
  8
```

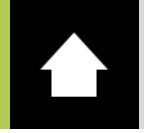
Gültigkeitsbereiche der Variablen

- In Funktionen definierte Variablen sind lokal, d.h. nur innerhalb der Funktion gültig
- Soll auf Variablen außerhalb der Funktion (schreibend) zugegriffen werden,
  so müssen diese als `global` markiert werden
- Eine globale Variable, zu der innerhalb einer Funktion ein neuer Wert zugewiesen wird, ist nicht mehr sichtbar
  - Sie wird damit effektiv zu einer lokalen Variablen
- Python3 führt zusätzlich noch `nonlocal` Variablen ein
  - Benutzung in verschachtelten Funktionen

Parameterübergabe per Referenz

- Komplexere Datentypen (Liste, Tupel, String und Dictionary) werden per Referenz übergeben
- Änderungen an den Parametern wirken sich auf den Aufrufer aus

```
def changeMe(lst):
    lst[0]='Hallo'
l=range(4)
change(l)
print l
  ['Hallo',1,2,3]
```



Lambdas

Funktionen als Objekte

- Funktionen können Variablen zugewiesen werden

```
def f: .....
a=f
a("Hallo!")
```

- Funktionen können somit auch benutzt werden
  - als Parameter
  - als Rückgabewerte

Lambda-Funktionsdefinition

- Das Schlüsselwort `def` kann nicht an beliebigen Stellen stehen
- `lambda` ist ein "Funktions-Literal"

```
fkt=lambda x:x**2
fkt(2)
4
```

- Das Ergebnis der letzten Anweisung ist der implizite Rückgabewert
- Lambda-Ausdrücke können auch innerhalb von Anweisungen stehen

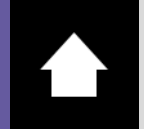
```
map(lambda x:x**x, range(10))
```

Dynamische Definition von Funktionen zur Laufzeit

```
if reverse:
            mycmp = lambda x,y: y - x
else:
            mycmp = lambda x,y: x - y
```

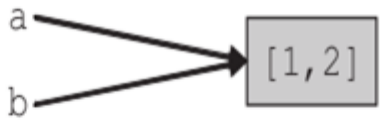
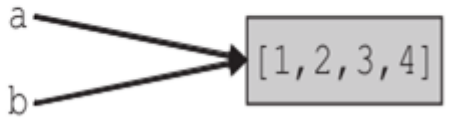
Laufzeitmodell

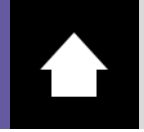
- Übersicht
- Referenzen
- Memory Model



Übersicht

Referenzen und Instanzen

Code	Interner Vorgang
`a = [1,2]`	
`b = a`	
`a += [3,4]`	

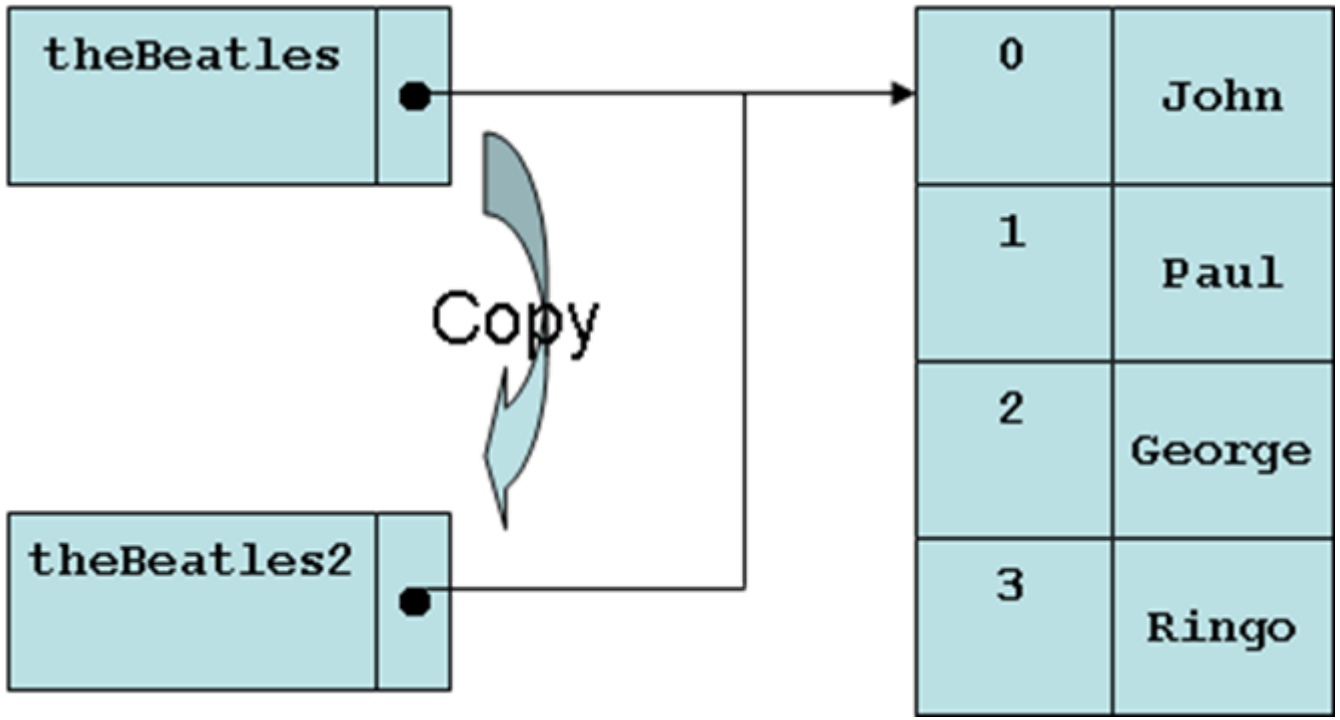


Referenzen

Referenzen

- Eine grafische Darstellung arbeitet am Besten mit einem Pfeilsymbol, den sogenannten Referenzen:
  - Technisch gesehen ist eine Referenz eine interne Speicheradresse
- Auch hier wird bei der Zuweisung bzw. bei einer Parameterübergabe an eine Funktion ein Wert kopiert
  - Es ist hier allerdings der Wert der Referenz!
- Wird somit ein Array einer Funktion als Parameter übergeben, so schlagen Änderungen, die innerhalb der aufgerufenen Funktion durchgeführt werden, sehr wohl auf die Variablen der aufrufenden Funktion durch
  - Ein fundamentaler und sehr wichtiger Unterschied im Vergleich zu den bisher benutzten Variablen!

Referenzen und Zuweisungen

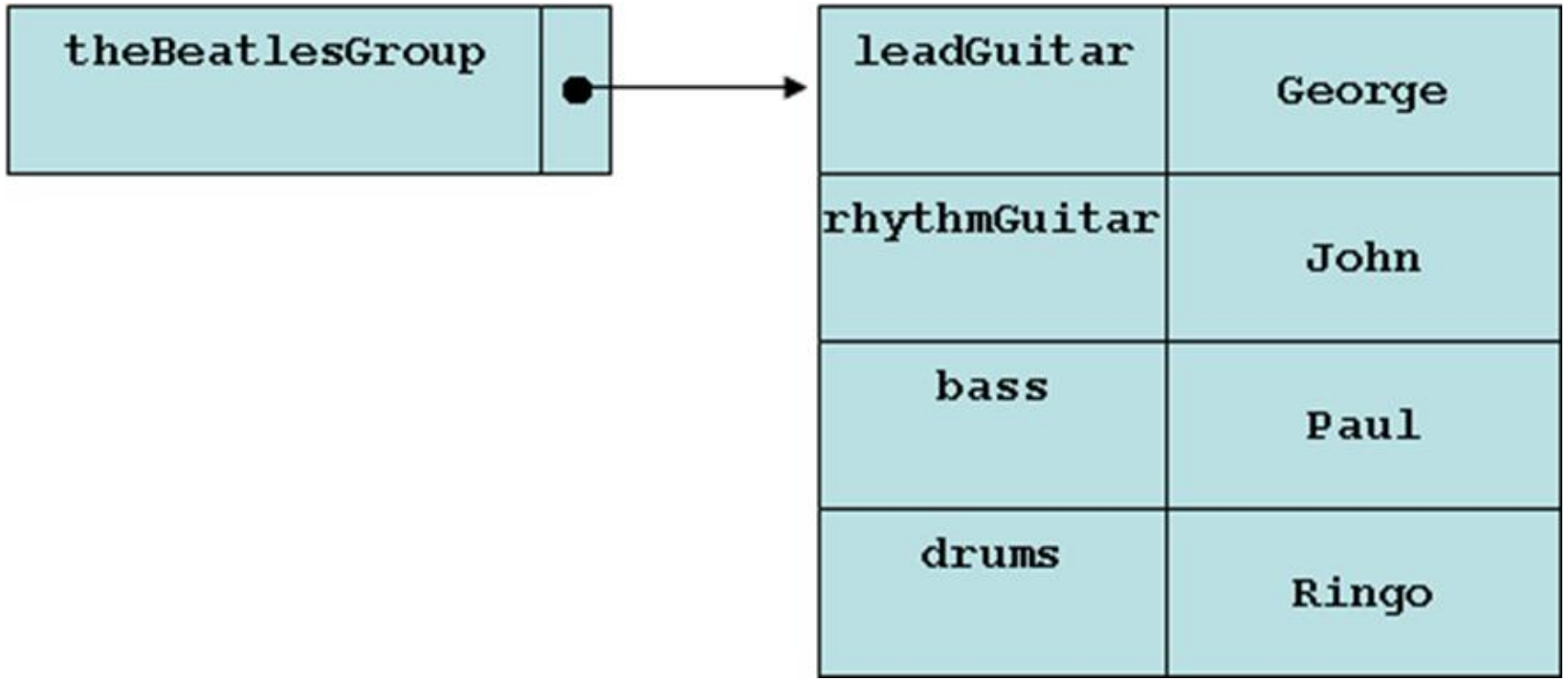


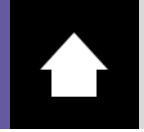
Dictionaries

- Auch Dictionary können durch Referenzen dargestellt werden:

```
theBeatlesGroup = {"leadGuitar": "George",
"rhythmGuitar": "John", "bass": "Paul",
"drums": "Ringo"}
```

Dictionaries im Speicher



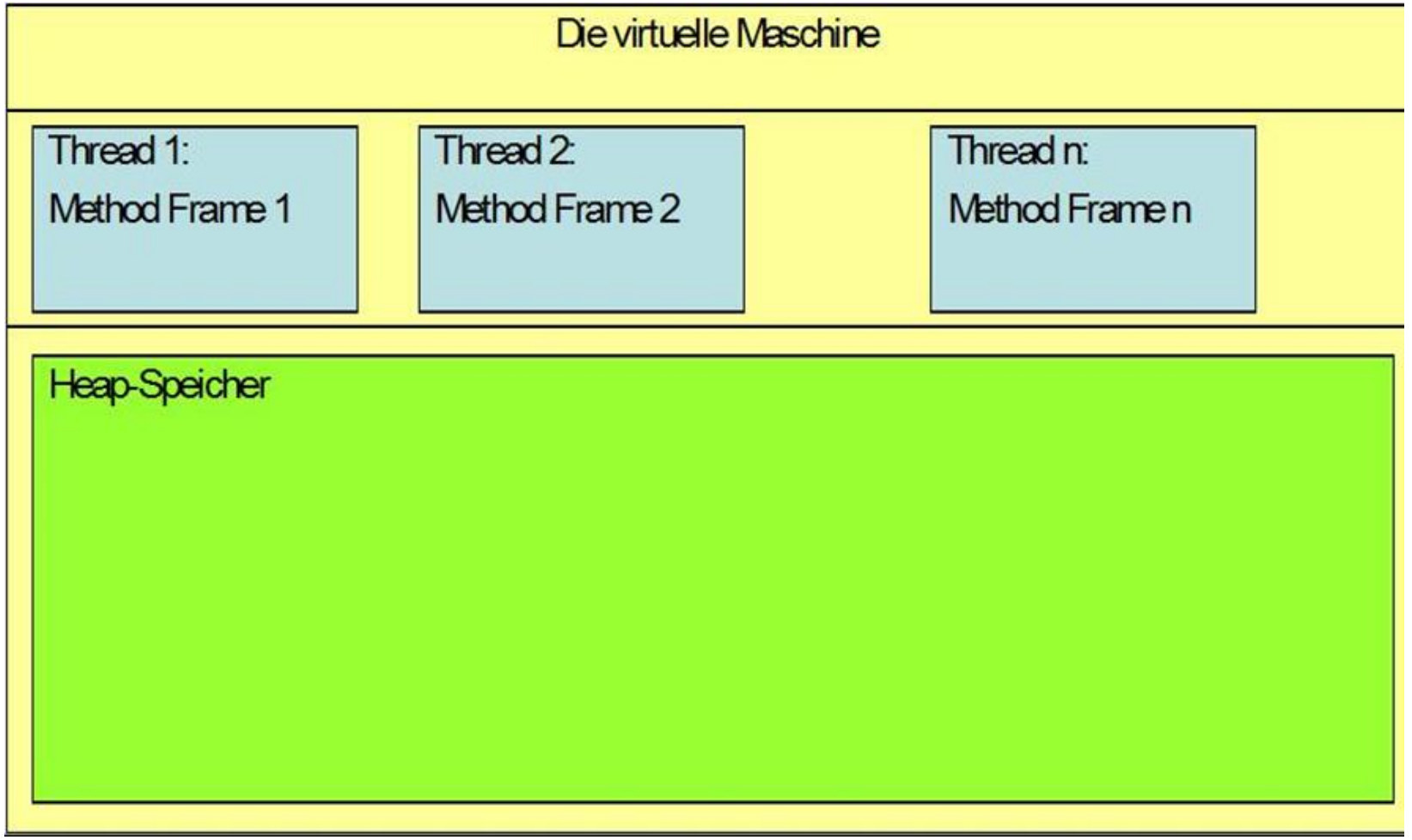


Memory Model

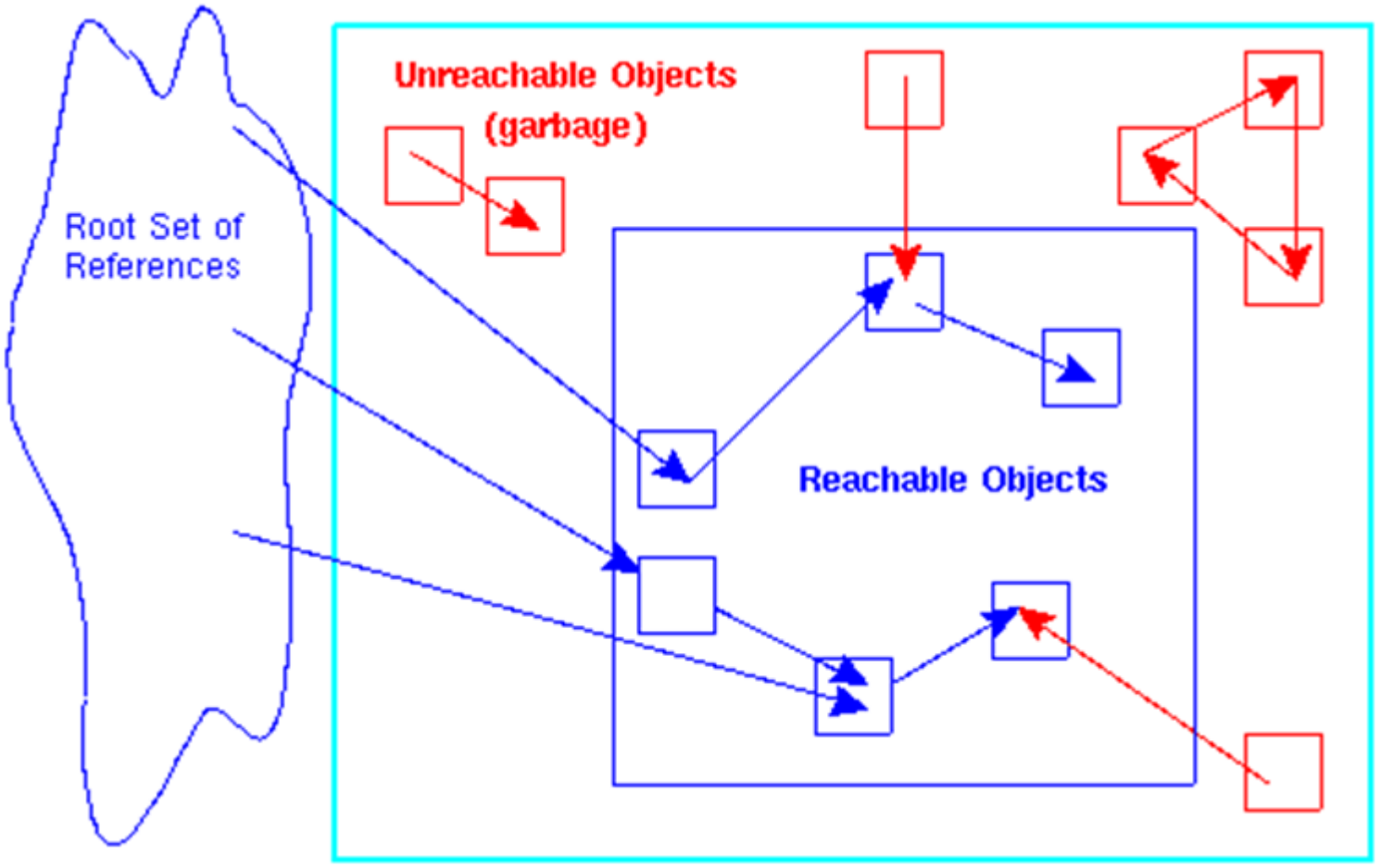
Übersicht

- Die Python Virtual Machine organisiert die Datenhaltung in zwei Bereiche
  - Im Stack werden die Variablen des Programms gehalten
    - Jeder nebenläufige Thread bekommt seinen eigenen Berech
  - Der Heap enthält die Datenstrukturen
- Ein Garbage Collector versucht, den Heap-Bereich automatisch zu bereinigen und zu defragmentieren
  - Python-Programme müssen deshalb unbenutzte Variablen und Referenzen nicht aufräumen

Die Virtuelle Maschine



Prinzipielle Arbeitsweise der Garbage Collection



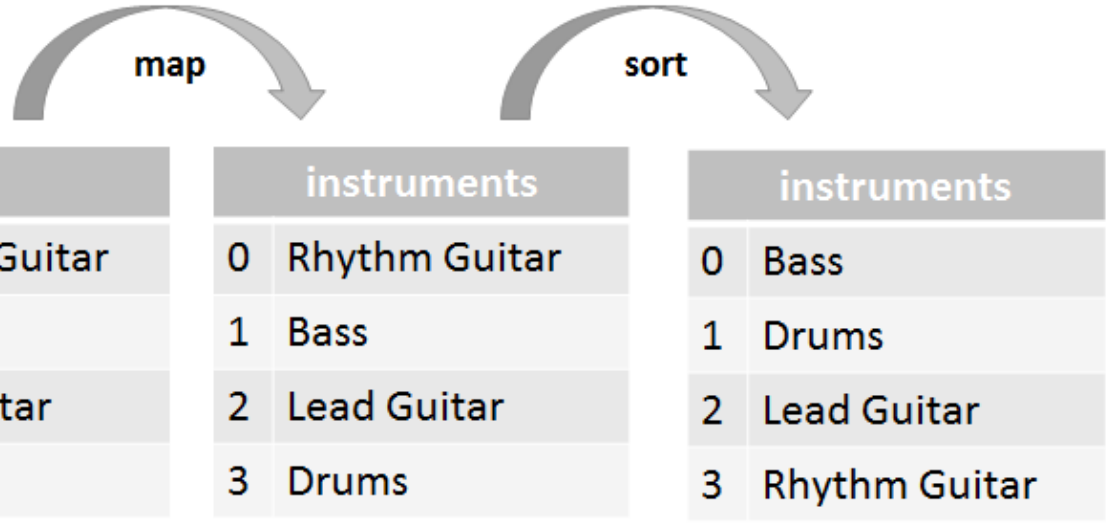
Komplexe Datenverarbeitung

- Übersicht
- Collections
- Streaming

Übersicht

Komplexen Datenverarbeitung

```
beatles = {"John": "Rhythm Guitar", "Paul": "Bass",
           "George": "Lead Guitar", "Ringo": "Drums"}
instruments = list(map(lambda name: beatles.get(name), beatles))
instruments.sort(reverse=False)
print(instruments)
```



Collections

Datencontainer

- Python unterstützt die üblichen Datencontainer moderner Programmiersprachen
  - Sets
    - Eine ungeordnete Menge
    - Enthält keine Duplikate
  - Listen
    - Reihenfolge wird berücksichtigt
    - Zugriff über Index
  - Dictionaries
    - Key-Value-Paare ohne Reihenfolge
    - Zugriff über den Key
- Darüber hinaus werden benutzt
  - Tuples
  - Enumerations
- Diese Datencontainer werden allgemein auch als Collections bezeichnet

Benutzung

- Die Collections sind in Python elementare Datentypen und deshalb in ihrer Benutzung bereits aus vorherigen Abschnitten bekannt

Streaming

Klassische Datenverarbeitung

- Die klassische Datenverarbeitung von Collections besteht aus
  - Schleifen
  - Abfragen
  - Temporären Collections mit Zwischen-Ergebnissen
- Diese Form der Implementierung ist
  - aufwändig mit vielen Code-Zeilen
  - Speicherintensiv
  - schlecht verallgemeinerbar
    - Auch eine Datei oder eine Datenbankabfrage ist prinzipiell eine Collection!
  - schlecht parallelisierbar
    - Eine Zwischen-Collection muss erst erstellt werden, bevor der nächste Arbeitsschritt erfolgen kann
  - skaliert schlecht
    - Eine "unendlich große" Collection kann nicht verarbeitet werden

Was ist "Streaming" bei Collections?

- Beim Streaming wird die Logik den Collections zugeordnet
  - Iteration
  - Filter
  - Sortierung
  - Transformation
- Die spezifische Logik wird durch Callback-Funktionen übergeben
  - Häufig als Lambda-Ausdrücke
- Die einzelnen Schritte können einfach verknüpft werden
  - list.filter(…).sort(…)

Streaming in Python

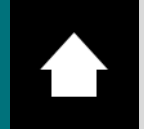
- (Noch) nicht konsequent umgesetzt
- Statt dessen eine Mischung aus builtin-Funktionen und Operationen der elementaren Collections-Typen

Beispiel

```
beatles = {"John": "Rhythm Guitar", "Paul":
  "Bass",
                "George": "Lead Guitar", "Ringo":
  "Drums"}
instruments = list(map(lambda name:
  beatles.get(name), beatles))
instruments.sort(reverse=False)
print(instruments)
```

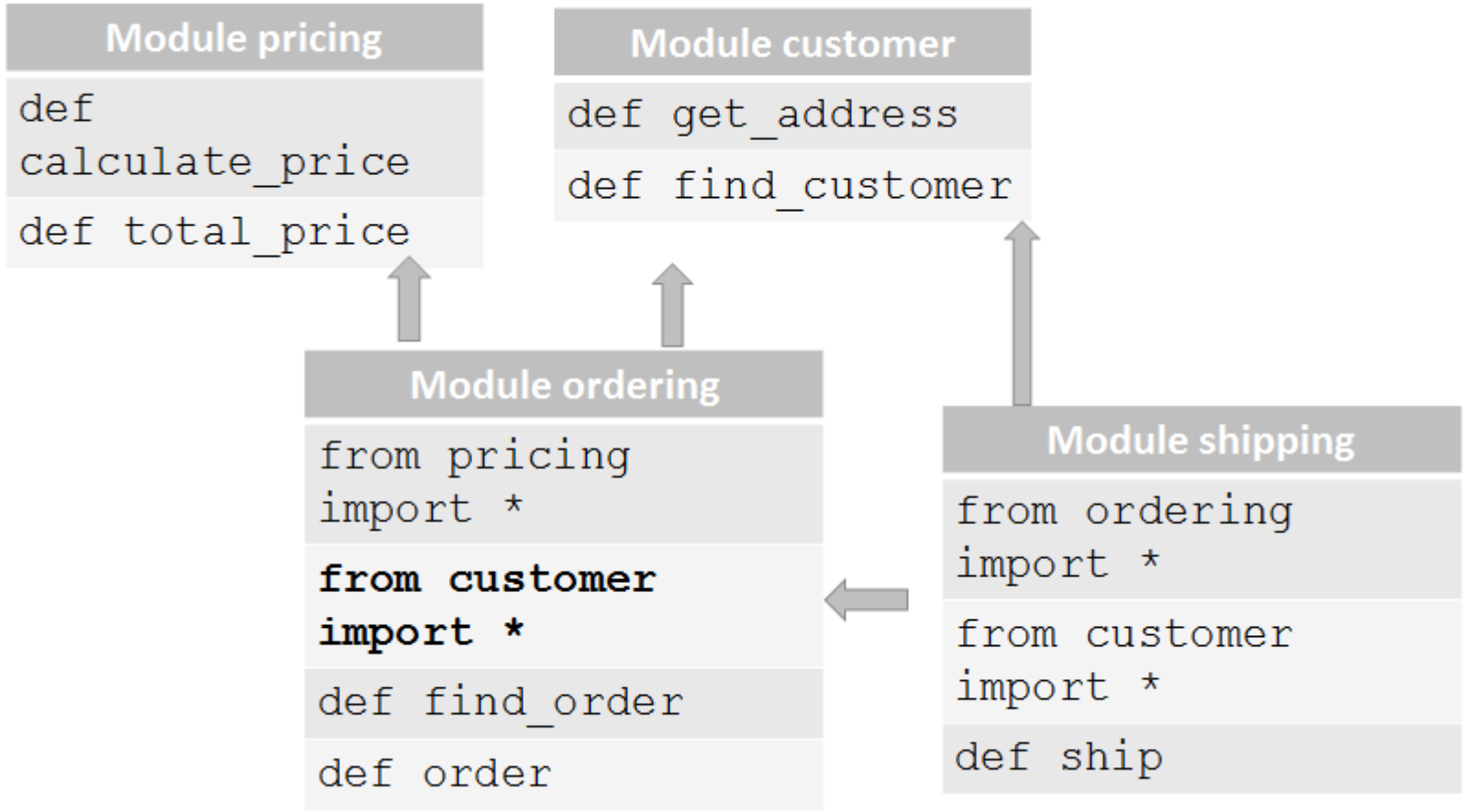
Module

- Übersicht
- Modul-Definition
- Eigene Module



Übersicht

Ein modularisiertes Projekt

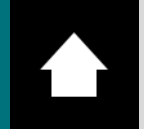


Einsatz von eigenen Modulen

- Gekapselte Einheiten
- Wiederverwendung von Code
- Libraries

Einsatz von externen Modulen

- Konsequenzen
  - Komplexere Projektorganisation
  - Abhängigkeiten zu externen Projekten mit unbekannten Release-Zyklen
  - Bug-Fixes erfordern erhöhten Kommunikationsaufwand
- Lösungen
  - Einsatz eines Build-Werkzeugs mit
    - Modul-Repository
    - Dependency Management
  - PyPI, Python Package Index



Modul-Definition

Module und Namensräume

- Module sind nichts weiter als normale Python-Skripte
- Ablage im `PYTHONPATH`
- Module werden importiert
  - Damit stehen die darin deklarierten Elemente zur Verfügung
  - `from MODUL import element|*`
- Jedes Modul definiert einen Namensraum
  - Damit können potenzielle Namenskonflikte ausgeschlossen werden

Anzeigen von Modul-Informationen

- Anzeigen mit `dir()`
  - Ausgabe eines String-Arrays
- `__dict__` ist ein Dictionary, das alle Variablennamen des Moduls mit ihren Inhalten verknüpft

```
def info(module):
    for i in module.__dict__.keys():
        print (i, module.__dict__[i])
```

Import von Modulen

- Durch `import` wird ein Modul unter seinem Namen im aktuellen Namensraum bekannt gemacht

```
import math
print (math.pow(4,2))
```

- Durch `from import` wird der aktuelle Namensraum erweitert

```
from math import pow
print (pow(4,2))
```

Das Modul __main__

- `__name__`
  - Enthält den Namen des Moduls
  - `__<name>__` benennt in Python eine interne Variable
- `__main__` bezeichnet das als erstes geladene Modul
  - `__main__` ist eine globale Variable
- Beispiel:

```
#!/usr/bin/python

if__name__="__main__":
        print ("first modul, starting application…")
else:
        print ("imported…")
```

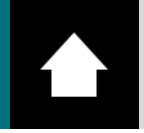
Laden von Modulen

- `import` verlangt als Parameter den Modulnamen, keinen String
- Variablen nicht erlaubt
- Programmatische Auswahl des Moduls so nicht möglich
- Lösung:

```
modulName = "math"
__import__(modulName)
```

Nachladen von Modulen

- Module werden nur einmal geladen
- Die `reload()`-Funktion lädt ein Modul nach
  - Damit werden die darin definierten Elemente aktualisiert
  - Vorsicht:
    - mit `from` importierte Namen werden bei `reload()` nicht aktualisiert



Eigene Module

Ein Eigenes Modul

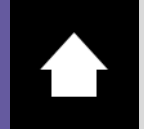
```
prices = {"blueray": 5.99, "cd": 9.99, "dvd":
14.99}
discounts = {"blueray": 0, "cd": 30, "dvd": 10}

def calculate_price(articel):
    price = prices.get(articel)
    discount = discounts.get(articel)
    discounted_price = price * (1 - discount/100)
    return price

def total_price(price, number):
    return price * number
```

Verwendung

```
from pricing import calculate_price
from pricing import total_price
from customer import find_customer

orders = []

def order(articel, number, customer_id):
    price = calculate_price(articel)
    total = total_price(price, number)
    customer_name = find_customer(customer_id)
    order = {"articel": articel, "total": total,
"customer": customer_name}
    orders.append(order)
    return len(orders) - 1

def find_order(id):
    return orders[id]
```

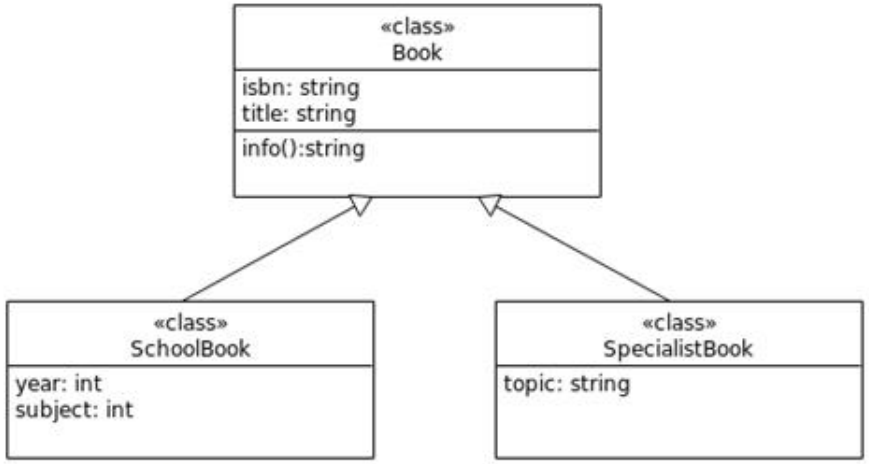
Objektorientierung

- Übersicht
- Umsetzung in Python



Übersicht

Umsetzung eines OO-Modells




```
class Book(object):
    def __init__(self, isbn, title):
        self.isbn = isbn
        self.title = title

    def info(self):
        return "Book: isbn=%s, title=%s" % (self.isbn, self.title)

class SchoolBook(Book):

    def __init__(self, isbn, title, year, subject):
        Book.__init__(self, isbn, title)
        self.year = year
        self.subject = subject

class SpecialistBook(Book):

    def __init__(self, isbn, title, topic):
        Book.__init__(self, isbn, title)
        self.topic = topic
```

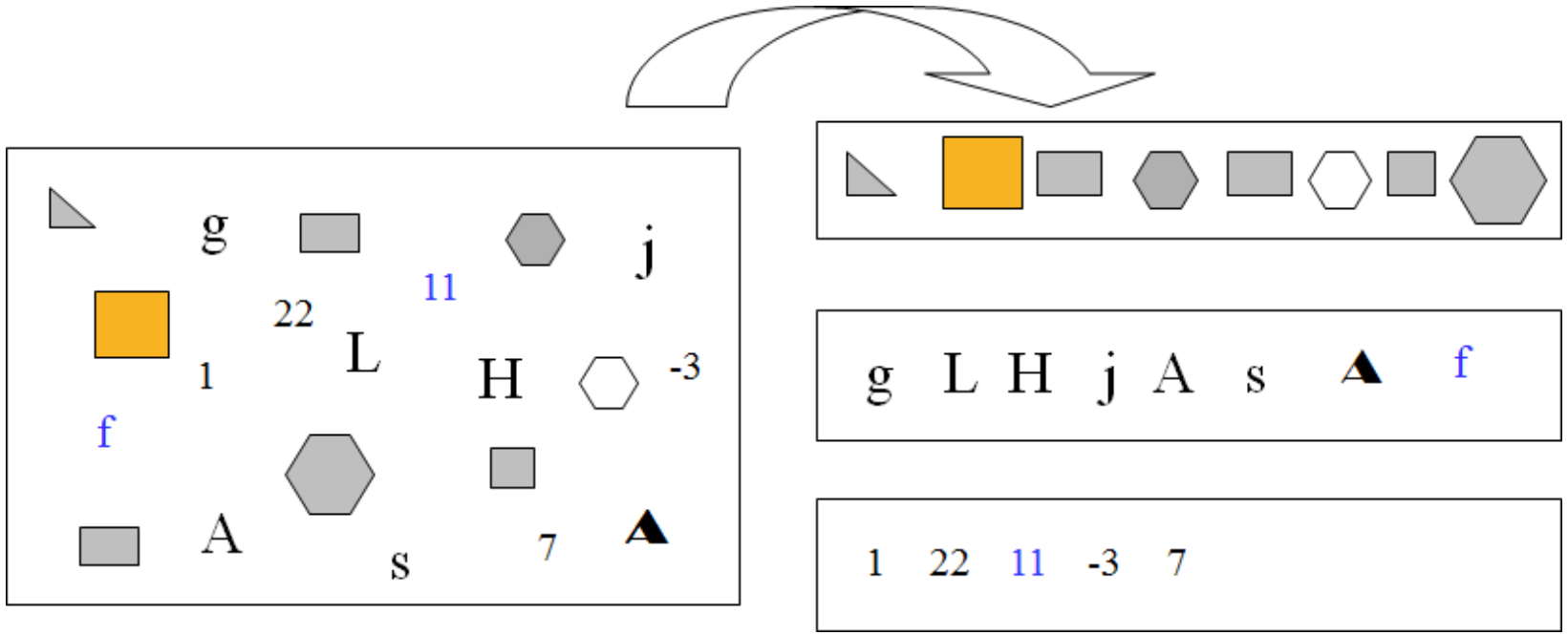
Das Problem

- Komplexes, ungeordnetes System, Zusammenhänge?
  - Was ist wesentlich, was unwesentlich?
  - Existieren Abhängigkeiten?

Der objektorientierte Ansatz

- Vorgehensweise
  - Klassifizieren
  - Abstrahieren
  - Ordnen, Bilden von Hierarchien
- Ein "menschlicher" Lösungsansatz!

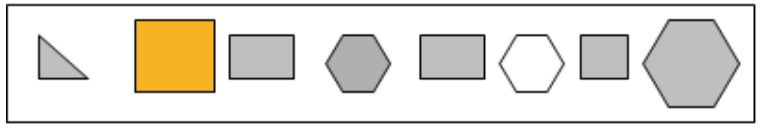
Klassifizieren



Abstrahieren

- Ein Zeichnungsobjekt hat eine Farbe, eine Position und eine Größe als Eigenschaften. Das komplexe Zeichnungsobjekt ist eine Komposition einfacherer Elemente.

Abstrahieren



Zeichnungsobjekte
- Farbe
- Position
- Größe

g L H j A s f

Buchstaben
- Zeichen
- Schriftart
- Farbe
- Position
- Größe

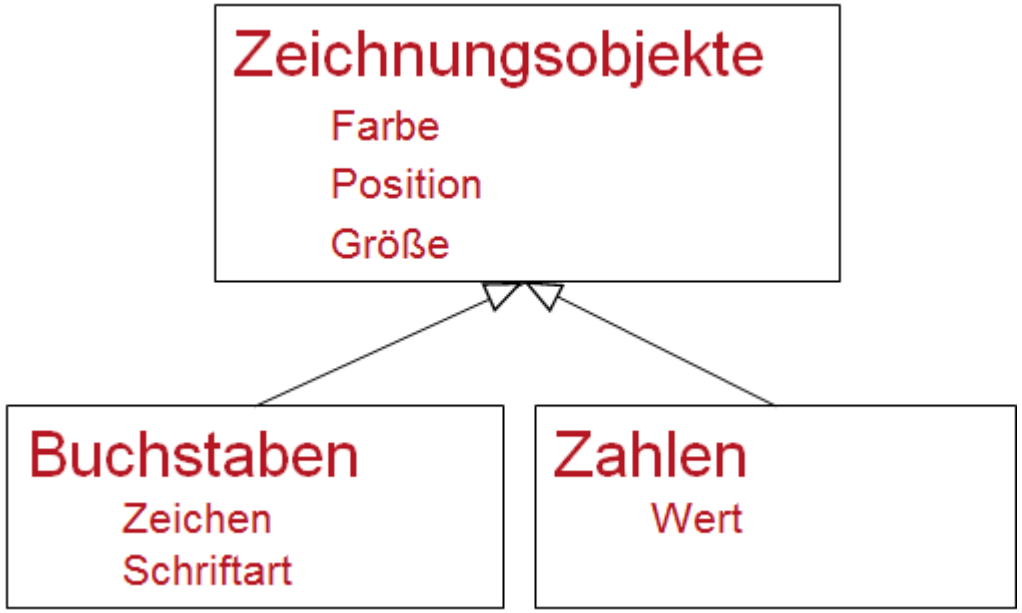
1 22 11 -3 7

Zahlen
- Wert
- Farbe
- Position
- Größe

Ordnen, Bilden von Hierarchien

- Ein Buchstabe ist ein Zeichnungsobjekt, das ein Zeichen in einer Schriftart darstellt
- Eine Zahl ist ein Zeichnungsobjekt, das einen Zahlenwert darstellt
- Buchstaben und Zahlen sind Zeichnungsobjekte und erben automatisch auch alle Eigenschaften eines Zeichnungsobjekts

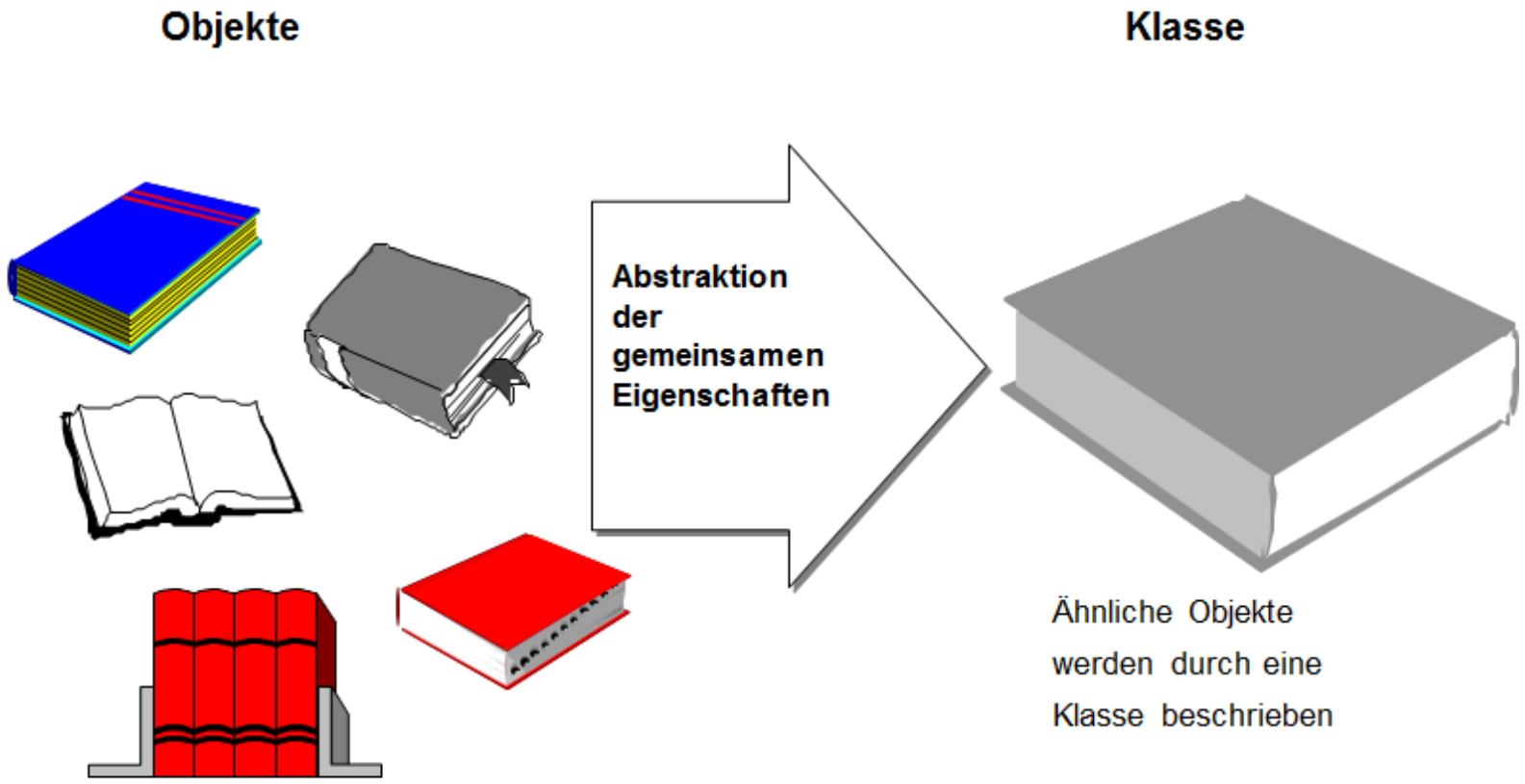
Ordnen, Bilden von Hierarchien



Objekte

- Ein Objekt besitzt
  - Eigenschaften ⇒ Attribute
  - Fähigkeiten ⇒ Methoden
  - Interaktivität ⇒ Botschaften
- Analogie zu traditionellen Programmen
  - Attribute ⇔ Variable
  - Methoden ⇔ Funktionen, Prozeduren
  - Botschaften ⇔ Ablaufsteuerung, Parameter
- Gleichartige Objekte werden zu Klassen abstrahiert
  - Eine Klasse dient als Vorlage, Bauanleitung für (mehrere) Objekte

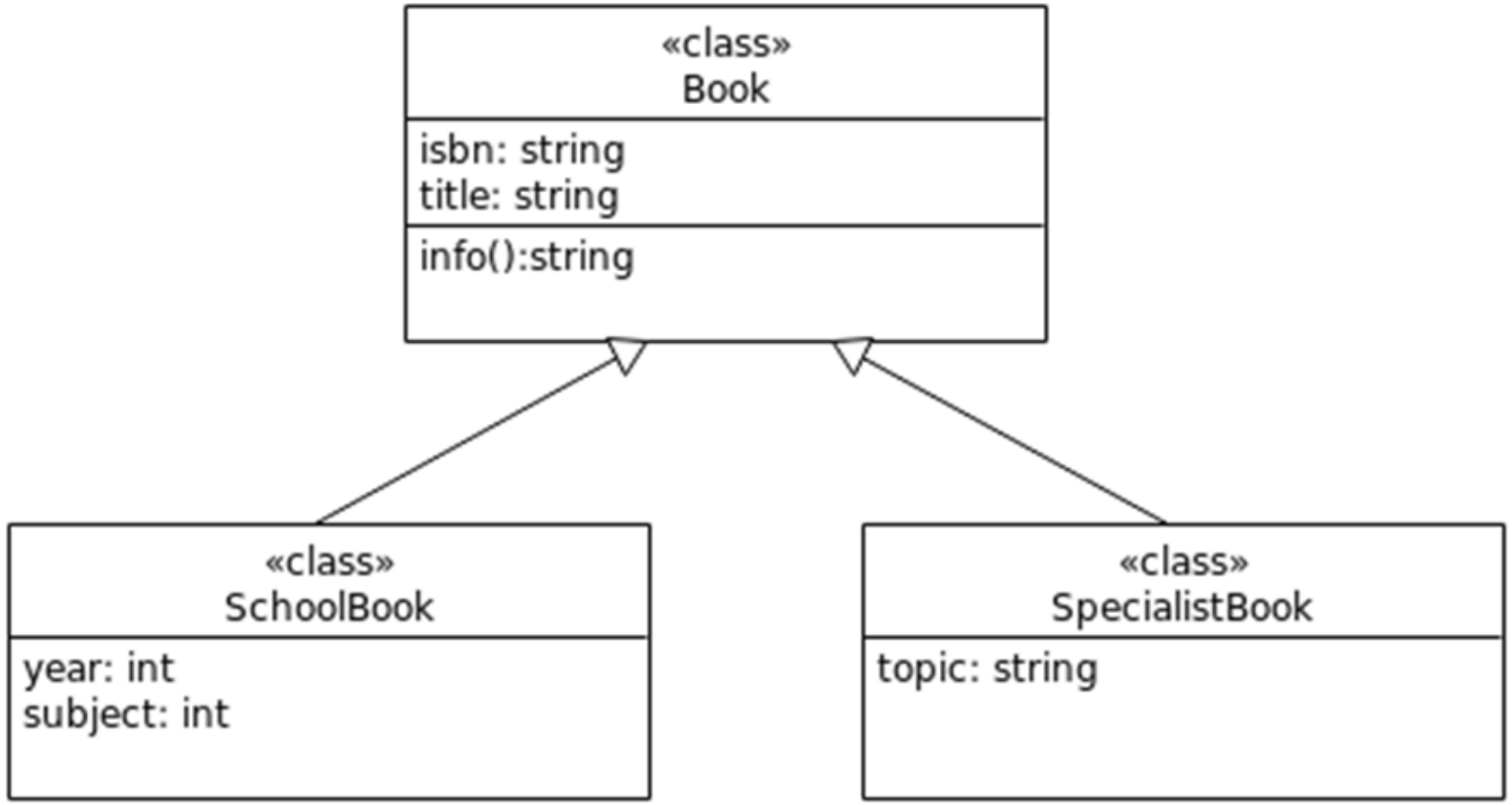
Klassen

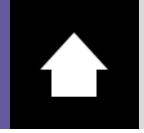

Objekte
Klasse
Abstraktion der gemeinsamen Eigenschaften
Ähnliche Objekte werden durch eine Klasse beschrieben

Klassendiagramm

- Bildhaft lässt sich eine Klasse in Form eines Klassendiagramms darstellen
  - Klassendiagramme sind Bestandteil der sogenannten UML-Notation (Unified Modelling Language)
- Dabei werden die Klassen als Rechtecke gezeichnet, die die Attribute und Methoden enthalten
- Die Hierarchie von Klassen wird über gerichtete Pfeile dargestellt

Beispiel: UML - Klassendiagramm





Umsetzung in Python

Umsetzung in Python

- Mit `class` wird in Python eine neue Klasse definiert
- Eine Klasse bildet effektiv einen neuen Namensraum
- Jede Methode bekommt als ersten Parameter `self`
  - Eine Referenz auf das aktuelle Objekt
- Attribute werden über `self` angesprochen
- `__init__` ist der Konstruktor
- Eine Vererbung wird durch die Übergabe der Superklasse an die Klassendefinition der Subklasse realisiert

```
class SubClass(SuperClass)
```

Beispiel

```
class Book(object):
    def __init__(self, isbn, title):
        self.isbn = isbn
        self.title = title

    def info(self):
        return "Book: isbn=%s, title=%s" % (self.isbn, self.title)

class SchoolBook(Book):

    def __init__(self, isbn, title, year, subject):
        Book.__init__(self, isbn, title)
        self.year = year
        self.subject = subject

class SpecialistBook(Book):

    def __init__(self, isbn, title, topic):
        Book.__init__(self, isbn, title)
        self.topic = topic
```

Spezielle Funktionen

- `__repr__`
  - die Stringrepräsentation erzeugen
- `__getitem__`
  - Array-ZugriffVerwendung von []
- `__setitem__`
  - setter einer Variable bei Zuweisung

Ein Detail: Operatorüberladung

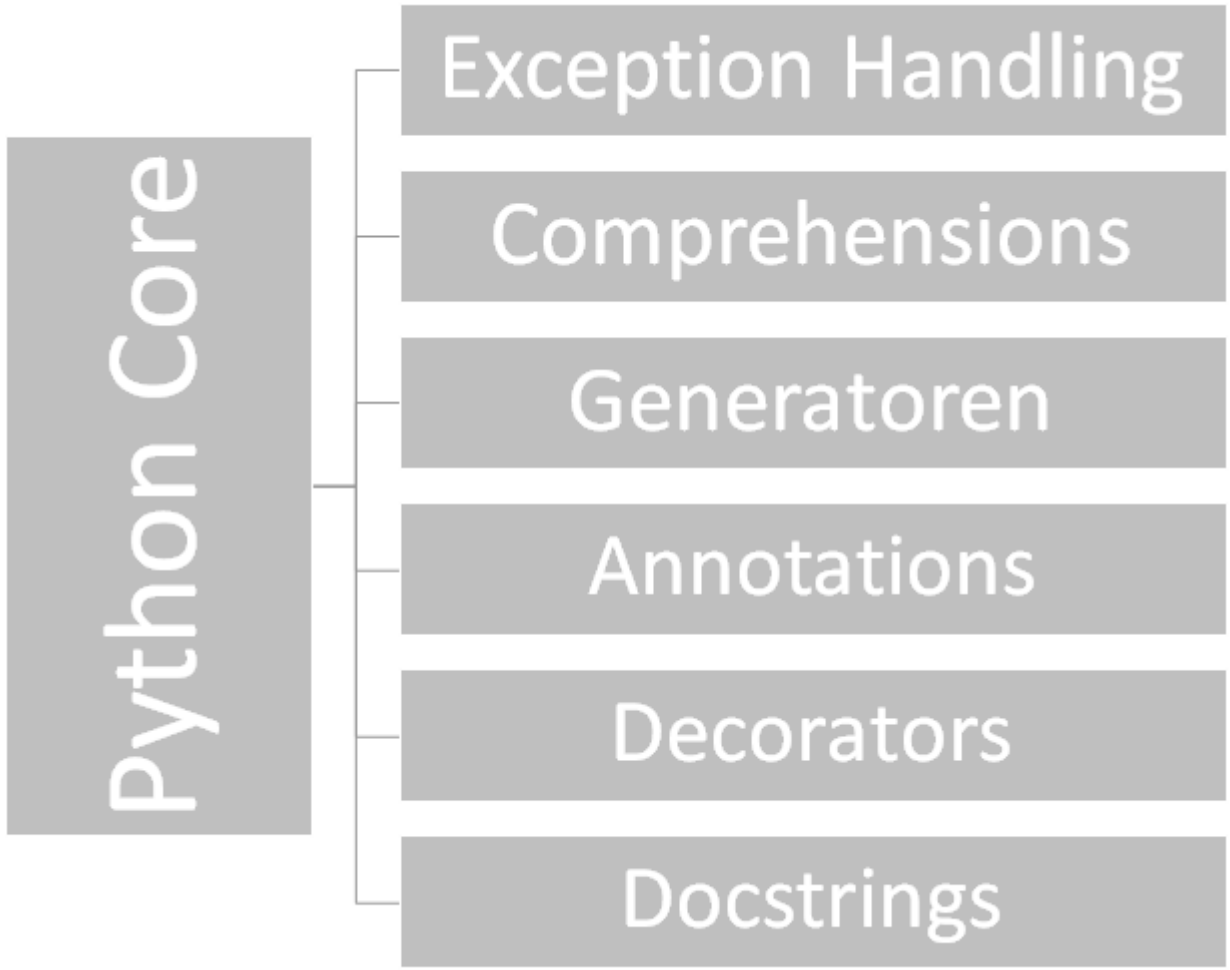
- Eine Implementierung bestimmter Methoden ermöglicht die Verwendung der Operatoren für Objekten
  - `__add__`
    - `+`
  - `__or__`
    - `|`
  - `__`
  - `__mult__`
    - `*`
  - `__lt__,__le__,__eq__,__ne__,__ge__,__gt__`
    - `<,<=,==,!=,>=,>`

Weitere Konzepte

- Übersicht
- Exception Handling
- Comprehensions
- Generatoren
- Annotations
- Docstrings

Übersicht

Detailwissen zur Benutzung zusätzlicher Sprachkonstrukte



Exception Handling

Exceptions

- Fehlerbehandlung über Exceptions

```
try:
    ANWEISUNGEN
except NAME:
        ANWEISUNGEN
except NAME,DATA:
    ANWEISUNGEN
except:
    ANWEISUNGEN
else:
    ANWEISUNGEN
```

Exceptions

- Es wird immer der zuerst passende Anweisungsblock ausgeführt
  - Exceptions sind hierarchisch organisiert (Objekthierarchie)
- Der `else:` Block wird dann ausgeführt, wenn keine Exception erzeugt wurde
- Ein `finally`-Block kann angeben werden, um den darin befindlichen Code immer auszuführen
  - egal ob Exception oder nicht

Erzeugen von Exceptions

- Eigene Exceptions "werfen" über `raise`
- Parameter können Objekte oder Instanzen der Error-Klassen sein
- Optional können noch Zusatzdaten angegeben werden

```
raise ArithmeticError, "Ni"
```

Comprehensions

Was sind Comprehension?

- Eine Alternative zum bereits angesprochenen Streaming-Konzept der Collections
- Allerdings werden hier neue Syntax-Konstruktionen eingeführt

```
result = [x**2 for x in range(1, 10) if x%2 == 0]
```

- List Comprehensions sind in der Python-Community sehr beliebt und werden in vielen Anwendungen benutzt

Generatoren

Generators in Python

- Ein Generator wird erzeugt und einer angegebenen Funktion übergenen
  - Im Wesentlichen das selbe wie eine Callback-Funktion
  - Allerdings auch hier wiederum eine Sprach-Erweiterung
- Dazu benutzt der Generator die `yield`-Anweisung

```
def square_generator(n):
    i = 1
    while i <= n:
    yield i*i
    i += 1
```

- Benutzung des Generators durch `for - in`

```
for i in square_generator(10):
    print(i)
```

Annotations

Was sind Annotations?

- Annotationen sind "Meta-Informationen", die an bestimmten Stellen des Programms eingesetzt werden können
- Damit können effektiv Erweiterungen der Sprache eingeführt werden, ohne jedesmal die Syntax und den Compiler zu verändern
- Annotation müssen aktiv ausgewertet werden
  - Werkzeuge
  - Innerhalb der eigenen Programmlogik

Function-Annotations in Python

- In Python werden Annotationen bisher nur für Funktionen genutzt
  - Parameter
  - Rückgabewert

```
def funktion(p1: Annotation1, p2: Annotation2) ->
Annotation3:
  …
```

- Damit kann beispielsweise eine Typisierung eingeführt werden

```
def strmult(s: str, n: int) -> str:
  return s*n
```

- Die Prüfung des Typs erfolgt dann als Bestandteil des Programms oder besser durch eine Vorprüfung, einen "Linter"

Docstrings

Die Variable __doc__

- Funktionen können am Anfang einen Blockstring """ beinhalten, welcher automatisch in der Variablen `__doc__` gespeichert wird

```
def mult(a,b):
  """multipliziert a und b"""
  return a*b
```

- Auf diesen "Doc-String" wird über den Namen der Funktion zugegriffen

```
mult._doc
```

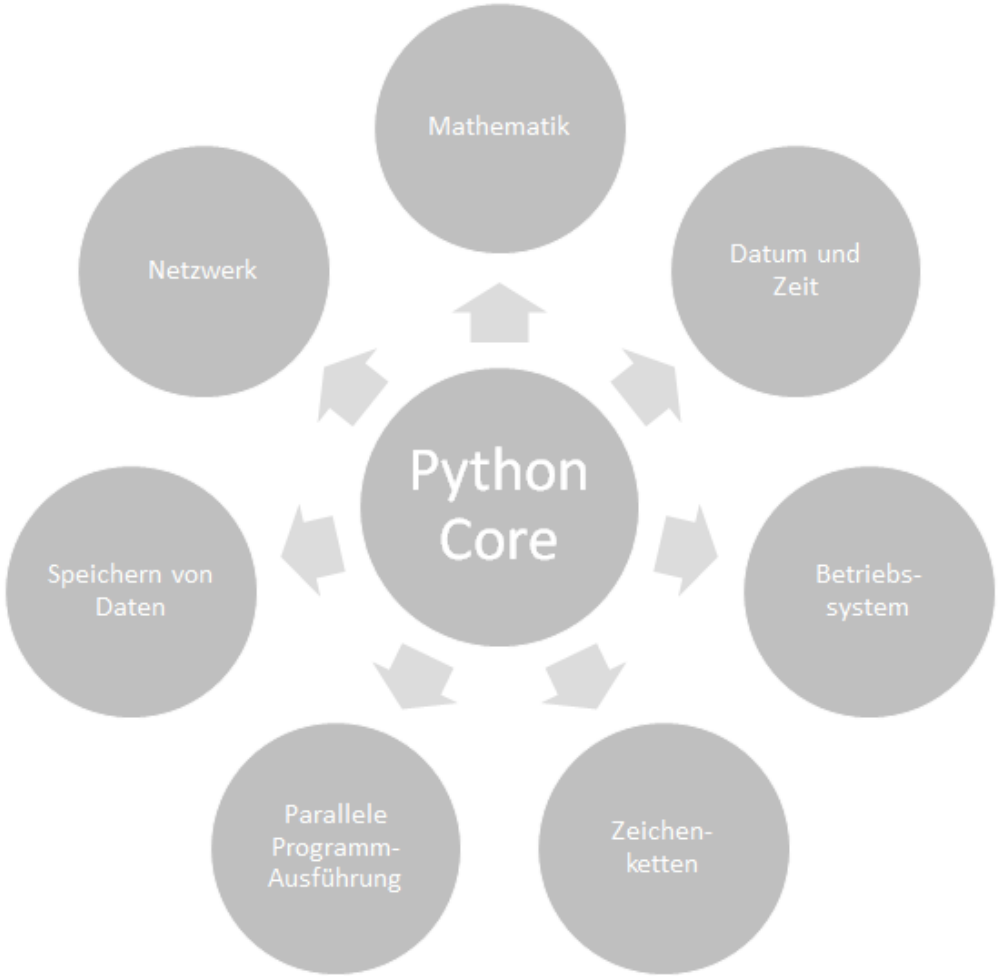
- Damit kann eine technische Dokumentation automatisch erstellt werden
  - z.B. PyDoc

Die Standardbibliothek

- Übersicht
- Mathematik
- Betriebssystem
- Datum und Uhrzeit
- Strings
- Parallele Programmausführung
- Speichern von Daten
- Networking
- GUI mit Tkinter

Übersicht

Verwendung mächtiger Funktionen aus vorhandenen Bibliotheken



Mathematik

Weiterführende Arithmetik mit math

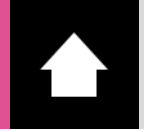
```
import math
    math.sqrt(5)
    2.2360679774997898
```

Das Modul math

- Konstanten
  - Pi, e, …
- Mathematische Berechnungen
  - Runden, Maximal- und Minimalwerte
  - Trigonometrische Berechnungen
  - …

Das Modul random

- `random()`
  - Zufallswert zwischen 0 und 1
- `randrange()`
- Zufallswert aus gegebenem Bereich
- `randint(min,max)`
- Ähnlich *randrange(),* jedoch ist hier die Obergrenze enthalten
- `sample(liste,anzahl)`
  - sucht eine Anzahl von Elementen zufällig aus der gegebenen Liste aus
  - Ergebnis ist eine Liste
- `choice(liste)`
  - sucht sich ein Element zufällig aus der Liste aus



Betriebssystem

Variablen von os

```
import os

os.name     # OS basistyp (NT,mac,posix, riscos)
os.platform# Platform (win32,linux,solaris,…)
os.sep      # \ für win; / fuer unix
os.linesep  # \r\n für win; \n für unix; \r fuer mac
```

Methoden von os

```
import os

os.path.isfile  # prüft, ob Parameter Datei ist
os.path.isdir   # prüft, ob Parameter Verzeichnis
  ist
os.path.getsize# Dateigröße
os.listdir      # Einträge im Verzeichnis
os.chdir        # wechselt das aktuelle
  Verzeichnis
os.getcwd       # liefert das aktuelle Verzeichnis
os.realpath     # löst relative Verzeichnisnamen
  auf
```

Das Modul sys

- `stdin/stdout/stderr`
  - Die Standardein- und -ausgaben
- `argv`:
  - Die Liste der Skript-Argumente
- `path`
  - Liste aller Verzeichnisse des PythonPath
- `platform`
  - Textrepräsentation über das Betriebssystem
- `modules`
  - Dictionary aller geladenen Module

Regular Expressions mit re

- Regular Expressions
- Text mit Metazeichen
  - . Beliebiges Zeichen
  - * Beliebig oftes Wiederholen des Zeichens links (auch gar nicht)
  - + Beliebig oftes Wiederholen des Zeichens links (mind. 1-Mal)
  - ? Einmaliges oder gar kein Vorkommen des Zeichens links
  - {n} n-Maliges Vorkommen des Zeichens links
  - {n,m} Bereichsangabe
  - [] Ein Zeichen aus der Liste: [a-z]
  - () Gruppenbildung
  - \w: Alphanumerisches Zeichen
  - \W: Kein alphanumerisches Zeichen
  - \d: Ziffer \D: keine Ziffer
  - \s: Whitespace / \S: Kein Whitespace
  - \\: Der Backslash

Regular Expressions

- Verwendung von RE über gleichnamiges Modul

```
>>> name="Meyr"
>>> import re
>>> pattern=re.compile("^M[ae][iy]e?r$")
>>> match=pattern.match(name)
>>> if match:
print "Es ist ein Maier"

Es ist ein Maier
>>> name="Meier"
>>> match=pattern.match(name)
>>> if match:
print "Es ist ein Maier"

Es ist ein Maier
```

Datum und Uhrzeit

Das Modul time

- `time()`
  - Zeit in Sekunden seit dem 1.1.1970 0:00
- `clock()`
  - CPU-Zeit für diesen Prozess
- `sleep(n)`
  - Pause von `n` Sekunden
- `gmtime(t)`
  - nimmt Sekunden seit 1.1.1970 als Parameter und generiert daraus ein 9er Tupel mit den Informationen
    - Jahr (4stellig)
    - Monat
    - Tag im Monat
    - Stunde
    - Minute
    - Sekunde
    - Wochentag (Montag ist 0)
    - Tag im Jahr
    - DST (Daylight Saving)

Datumskonvertierung mit time

- `strftime()`
  - gibt die Zeit gemäß dem gegebenen Formatstring formatiert aus:

```
time.strftime("Uhrzeit: %H:%M:%S %d.%m.%Y")
```

- `strptime(String)`
  - Parst einen gegebenen String nach gegebenem Format

Strings

Allgemeines

- Zeichenketten werden durch einfache oder doppelte Hochkommas definiert
- Die Länge des Strings ist beliebig
- Unicode wird unterstützt
  - Seit Python 3 Standard für Strings
- Strings können addiert werden
  - auch die "Multiplikation" mit einer Zahl ist möglich
- Strings können als Liste von Einzelzeichen aufgefasst werden

Stringformatierung

- Format-Anweisung

```
format % werte  (Formate analog printf())
a = 99
print "%d bottles of beer on the wall" % (a)
print "String: %s, Integer: %d" % ("String", 42)
```

- Die Anzahl der Platzhalter und der Parameter muss übereinstimmen

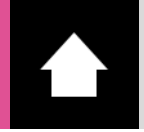
```
print "%d %d %s" % ("Integer erwartet")
  Traceback (most recent call last):
     File "<stdin>", line 1, in ?
  TypeError: int argument required
```

Das Modul string

- `lstrip,rstrip,strip`
  - Whitespaces links, recht oder an beiden Enden des Strings entfernen
- `replace(s,old,new)`
  - im String `s, old` durch `new` ersetzen
- `capword(s)`
  - alle Wörter im String `s` groß schreiben, optionales Trennzeichen
- `expandtabs(s)`
  - Alle Tabulatoren durch Leerzeichen ersetzen, Default 8 Leerzeichen
- `rjust,ljust,center`
  - Einen String auf gegebene Breite links-, rechtsbündig oder zentriert darstellen
- `find`
  - im String suchen
- `rindex,rfind`
  - von rechts suchen

Regular Expressions

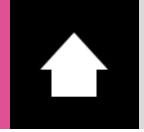
- Reguläre Ausdrücke werden benutzt, um komplexe Zeichenkettenverarbeitung zu realisieren
  - Ein unabhängiges Sprachkonzept, das von allen modernen Sprachen unterstützt wird
- Dazu werden eine Reihe von Pattern-Ausdrücken und Sonderzeichen definiert
- String-Methoden arbeiten teilweise direkt mit regulären Ausdrücken
  - `split`
  - `sub`



Parallele Programmausführung

Parallele Programme

- Der `fork-Befehl` des Moduls `os` erstellt eine genaue Kopie des aktuellen Prozesses
- Das Modul `_thread` ermöglicht den parallelen Ablauf in mehreren Threads
  - `pid=thread.start_new(funktion,(parameterliste,))`
- Thread-Synchonisation über Mutex
  - `mutex=thread.allocate_lock() #neuen Mutex erstellen`
  - `mutex.acquire() #wartet so lange, bis exklusiver Zugriff möglich`
  - `mutex.realease() #anderen Zugriff erlauben`
- Das Modul `threading` bietet einen objektorientierten Ansatz



Speichern von Daten

Dateien

- Dateien werden mit der Klasse `file` geöffnet, bzw. das Dateiobjekt erstellt
  - Beim Öffnen muss der Modus angegeben werden, lesen "r", schreiben "w" oder beides
- Methoden
  - `read`
  - `readline`
  - `readlines`
  - `write`
  - `writelines`
  - `close`

Das Modul glob

- `glob` bietet die Möglichkeit, Dateien aufgrund der Dos/Unix Wildcards zu finden
- `glob("Pattern")`
  - Gibt eine Liste der Dateinamen zurück, auf die dieses Pattern passt
  - Beispiel: `glob.glob("*")`

Modul pickle

- Pickle dient zur einfachen Serialisierung von Datenstrukturen
  - Diese können als Byte-Repräsentation beispielsweise in eine Datei geschrieben oder gelesen werden

Abspeichern von Datenstrukturen

```
import pickle
data = {"a": "b", "c": C()}
# Daten abspeichern……
f = file(r"c:\pickle.txt", "w")
pickle.dump(data,f)
f.close()
```

Einladen von gespeicherten Daten

```
f = file(r"c:\pickle.txt", "r")
newdata = pickle.load(f)
f.close()
print str(newdata)
```

Networking

Modul socket

- Nach dem Import des Moduls socket steht die Networking-Funktionalität von Python zur Verfügung
- Low-Level TCP/IP-Verbindungen
- Höherwertige Protokolle wie http oder Web Services werden durch weitere Module abgebildet
  - Jedoch nicht Bestandteil von Python Core
  - Einbindung beispielsweise über PyPI

GUI mit Tkinter

TK Widgettoolkit

- Modul Tkinter
- Bietet Zugriff auf die wichtigsten Gui-Widget

```
import Tkinter
mainwindow=Tkinter.Tk()
widget=Tkinter.Label(mainwindow, text='King Athur')
widget.pack()
mainwindow.mainloop()
```

Der Packer

- Pack bestimmt die Größe der Widgets
- Nimmt immer den "übrigen" freien Bereich

```
>>> from Tkinter import *
>>> root=Tk()
>>> Button(root,text="B1").pack(side=LEFT, fill=BOTH)
>>> Button(root,text="B2").pack(side=TOP, fill=BOTH)
>>> Button(root,text="B3").pack(side=RIGHT,
  fill=BOTH)
>>> root.mainloop()
```

Der Packer: Die Oberfläche

Callbacks

- Buttons rufen Funktionen auf, wenn sie gedrückt werden
- Geht auch allgemein mit "Events" (z. B. Mausklick, Tastendruck etc.)

```
>>> def say():
  print "polly wanna cracker"

>>> Button(root,text="Say: 'Polly wanna
  Cracker'",command=say).pack(side=LEFT, fill=BOTH)
```

Eingabefelder

- Textfeldeingaben über das Widget *Entry*
- Eingaben bekommt man mit der Methode get

```
>>> root=Tk()
>>> ent=Entry(root)
>>> ent.pack(side=TOP)
>>> btn=Button(root,text="ok")
>>> btn.config(command=lambda event=None:
  sys.stdout.write(ent.get()))
>>> btn.pack(side=BOTTOM)
>>> root.mainloop()
```