Python

N. Kaelin, S. Walker

8. April 2019

Inhaltsverzeichnis

Lektion 1: Variablen und Datentypen

1 Datentypen

- Variablen bezeichnen keinen bestimmten Typ.
- Dynamische Typdeklaration
  - **Automatische Zuweisung** des Datentyps bei Deklaration
  - Datentyp ist während dem Programmablauf **veränderbar**
  - Wert- und Typänderung erlaubt!

Tabelle 1: Datentypen

Datentyp	**Beschreibung**	**False-Wert**
`NoneType`	Indikator für nichts, keinen Wert	`None`
Numerische Datentypen		
`int`	Ganze Zahlen	`0`
`float`	Gleitkommazahlen	`0.0`
`bool`	Boolesche Werte	`False`
`complex`	Komplexe Zahlen	`0 + 0j`
Sequenzielle Datentypen		
`str`	Zeichenketten oder Strings	`”`
`list`	Listen (veränderlich)	`[]`
`tuple`	Tupel (unveränderlich)	`()`
`bytes`	Sequenz von Bytes (unveränderlich)	`b”`
`bytearray`	Sequenz von Bytes (veränderlich)	`bytearray(b”)`
Assoziative Datentypen		
`dict`	Dictionary (Schlüssel-Wert-Paare)	`{}`
Mengen		
`set`	Menge mit einmalig vorkommenden Objekten	`set()`
`frozenset`	Wie set jedoch unveränderlich	`frozenset()`

- Python erkennt den Datentyp automatisch
- Python ordnet jeder Variablen den Datentyp zu
- Datentypen prüfen:

```
type(object)
isinstance(object, ct)
```

- Python achtet auf Typverletzungen
- Python kennt keine implizite Typumwandlung

1.1 Numerische Datentypen Kap. 4

- `bool`
- `int`
- `float`
- `complex`

1.1.1 Arithmetische Operationen

Tabelle 2: Arithmetische Operationen

Operator	Beschreibung
`x + y`	Summe von `x` und `y`
`x - y`	Differenz von `x` und `y`
`x * y`	Produkt von `x` und `y`
`x / y`	Quotient von `x` und `y`
`x // y`	Ganzzahliger Quotient[1] von `x` und `y`
`x % y`	Rest der Division[1] von `x` durch `y`
`+x`	Positives Vorzeichen
`-x`	Negatives Vorzeichen
`abs(x)`	Betrag von `x`
`x**y`	Potenzieren, x^y

[1]Nicht definiert für den Datentyp `complex`

Achtung: `x++` und `x--` gibt es **nicht**, aber `x += 1, x -= 1, x *= 2, ...`

1.1.2 Vergleichende Operatoren

Tabelle 3: Vergleichende Operatoren

Operator	Beschreibung
==	wahr, wenn `x` und `y` gleich sind
!=	wahr, wenn `x` und `y` verschieden sind
<	wahr, wenn `x` kleiner als `y` ist[2]
<=	wahr, wenn `x` kleiner oder gleich `y` ist[2]
>	wahr, wenn `x` grösser als `y` ist[2]
>=	wahr, wenn `x` grösser oder gleich `y` ist[2]

[2]Nicht definiert für den Datentyp `complex`

1.1.3 Bitweise Operatoren für den Datentypen `int`

Tabelle 4: Bitweise Operatoren

Operator	Beschreibung
`x & y`	bitweises UND von `x` und `y`
`x | y`	bitweises ODER von `x` und `y`
`x ^y`	bitweises EXOR von `x` und `y`
`~x`	bitweises Komplement von `x`
`x « n`	Bit-Verschiebung um `n` Stellen nach links
`x » n`	Bit-Verschiebung um `n` Stellen nach rechts

1.1.4 Methoden nur dür den Datentyp `complex`

Tabelle 5: Methoden für complex

Methode	Beschreibung
`x.real`	Realteil von `x` als Gleitkommazahl
`x.imag`	Imaginärteil von `x` als Gleitkommazahl
`x.conjugate()`	Liefert die zu `x` konjugiert komplexe Zahl

1.2 Sequentielle Datentypen Kap. 5

- `str`
- `list`
- `tuple`
- `bytes`
- `bytearray`

Tabelle 6: Methoden für sequenzielle Datentypen

Operator	Beschreibung
`x in s`	Prüft, ob `x` in `s` enthalten ist.
`x not in s`	Prüft, ob `x` nicht in `s` enthalten ist.
`s + t`	Verkettung der beiden Sequenzen `s` und `t`.
`s * n`	Verkettung von `n` Kopien der Sequenz `s`.
`s[i]`	Liefert das `i`-te Element von `s`.
`s[i:j]`	Liefert den Ausschnitt aus `s` von `i` bis `j`.
`s[i:j:k]`	Liefert jedes `k`-te Element im Ausschnitt von `s` zwischen `i` und `j`.
`len(s)`	Liefert die Anzahl Elemente in der Sequenz `s`.
`max(s)`	Liefert das grösste Element in `s` (sofern eine Ordnung definiert ist).
`min(s)`	Liefert das kleinste Element in `s` (sofern eine Ordnung definiert ist).
`s.index(x)`	Liefert den Index des ersten Vorkommens von `x` in `s`.
`s.count(x)`	Zählt, wie oft `x` in `s` vorkommt.

1.3 Assoziative Datentypen Kap. 6

- dict

Tabelle 7: Methoden für Assoziative Datentypen

Operator	Beschreibung
`len(d)`	Liefert die Anzahl Schlüssel-Wert-Paare in `d`
`d[k]`	Zugriff auf den Wert mit dem Schlüssel `k`
`k in d`	Liefert `True`, wenn der Schlüssel `k` in `d` ist.
`k not in d`	Liefert `True`, wenn der Schlüssel `k` nicht in `d` ist.
`d.clear()`	Löscht alle Elemente aus dem Dictionary.
`d.copy()`	Erstellt eine Kopie des Dictionaries.
`d.get([k,[x]])`	Gibt den Wert des Schlüssels `k` zurück, ansonsten den Wert [x].
`d.items()`	Gibt eine Liste der Schlüssel-Wert-Paare als Tuple zurück.
`d.keys()`	Gibt eine Liste aller Schlüsselwerte zurück.
`d.update(d2)`	Fügt ein Dictionary `d2` zu `d` hinzu.
`d.pop(k)`	Entfernt das Element mit Schlüssel `k`.
`d.popitem()`	Entfernt das zuletzt eingefügte Schlüssel-Wert-Paar.
`d.setdefault(k,[x])`	Setzt den Wert [x] für den Schlüssel `k`.

1.4 Mengen Kap. 7

- set
- frozenset

Ein set enthält eine ungeordnete Sammlung von einmaligen und unveränderlichen Elementen. In anderen Worten: Ein Element kann in einem set-Objekt nicht mehrmals vorkommen, was bei Listen und Tupel jedoch möglich ist.

Tabelle 8: Methoden für Mengen

Operator	**Beschreibung**
`s.add(el)`	Fügt ein neues unveränderliches Element (el) ein
`s.clear()`	Löscht alle Elemente einer Menge.
`s.copy()`	Erstellt eine Kopie der Menge.
`s.difference(y)`	Die Menge s wird von y subtrahiert und in einer neuen Menge gespeichert.
`s.difference_update(y)`	Gleich wie s.difference(y) nur wird hier das Ergebnis direkt in s gespeichert.
`s.discard(el)`	Das Element el wird aus der Menge s entfernt.
`s.remove(el)`	Gleich wie s.discard(el) nur gibt es hier einen Fehler falls el nicht in s.
`s.intersection(y)`	Liefert die Schnittmenge s und y.
`s.isdisjoint(y)`	Liefert True falls Schnittmenge von s und y leer ist.
`s.pop()`	Liefert ein beliebiges Element welches zugleich aus der Menge entfernt wird

Lektion 2: Verzweigungen, Schleifen und Funktionen

2 Verzweigungen Kap. 9

2.1 `if`

listings/v2_if1.py

```
if Bedingung:
    Anweisung1 # Anweisungen 1 & 2 nur ausfuehren, wenn die Bedingung wahr ist
    Anweisung2
```

Achtung: Alle Anweisungen im gleichen Codeblock müssen gleich eingerückt sein, z.B. mit vier Leerzeichen, sonst wird ein Fehler ausgegeben.<

2.1.1 `if`-Anweisung mit `else`-Zweig

listings/v2_if2.py

```
if Bedingung:
    Anweisung1 # Anweisung 1 & 2, falls Bedingung wahr
    Anweisung2
else:
    Anweisung3 # Anweisung 3 & 4, falls Bedingung unwahr
    Anweisung4
```

Für jeden Datentyp gibt es einen Wert, der als **unwahr** gilt. Siehe Tabelle 1 auf der Seite 4.

2.1.2 `elif`-Zweige

listings/v2_if3.py

```
if Bedingung1:
    Anweisung1
elif Bedingung2:
    Anweisung2
elif Bedingung3:
    Anweisung3
else:
    Anweisung4
```

`elif` = `else if`

Achtung: Python kennt keine `switch-case`-Anweisung.

---

3 Schleifen Kap. 10

3.1 `while`

listings/v2_while1.py

```
while Bedingung:
    Anweisung1 # Anweisung1 wird wiederholt, solange die Bedingung wahr ist
```

Achtung: Python kennt keine `do-while`-Schleife.

3.1.1 continue

listings/v2_while2.py

```
while Bedingung:
    Anweisung1
    if Ausnahme:
        continue # beendet den aktuellen
            Durchlauf und springt nach oben.
    Anweisung2
```

3.1.2 break

listings/v2_while3.py

```
while Bedingung:
    Anweisung1
    if Fehler:
        break # bricht die Schleife vorzeitig ab
```

3.1.3 else-Teil

listings/v2_while4.py

```
while Bedingung:
    Anweisung1
    if Fehler:
        break
else:
    Anweisung2
```

`else`-Teil: wenn die Schleife **nicht** durch `break` abgebrochen wurde

3.2 for

listings/v2_for1.py

```
for Variable in Sequenz:
    Anweisung1
```

- dient zur Iteration einer Sequenz
- Sequenz muss ein iterierbares Objekt sein:
  `list`, `tuple`, `dict`, `str`, `bytes`, `bytearray`, `set`, `frozenset`
- Die `for`-Schleife kennt auch `continue` und `break` somit gibt es auch einen `else` teil analog zur `while`-schleife.

4 Funktionen Kap. 14

Python besitzt eine grosse Standard-Bibliothek, z.B.:

listings/v2_func1.py

```
import time # time.time(), time.sleep()
import math # math.pi, math,cos(), math.log10()
import zipfile # ZIP-Dateien manipulieren
import socket # UDP-/TCP-Kommunikation
```

`https://docs.python.org/3/library/`

und eingebaute Datentypen:
`https://docs.python.org/3/library/stdtypes.html`

und eingebaute Funktionen:
`https://docs.python.org/3/library/functions.html`

4.1 Funktionsdefinition

einfache Funktionsdefinition:

listings/v2_func2.py

```
def Funktionsname(Parameterliste):
    Anweisungen
```

Beispiel:

listings/v2_func3.py

```
def begruessung(vorname, nachname):
    print('Hallo', vorname, nachname)
```

- Der Funktionsname kann frei gewählt werden
- Parameternamen durch Kommas trennen
- Codeblock gleichmässig einrücken
- Der Rückgabewert der Funktion ist `None`, falls nichts angegeben wird.
- `return`-Anweisung beendet den Funktionsaufruf
- es sind mehrere `return`-Anweisungen sind erlaubt, wie in C/C++

listings/v2_func5.py

```
def summe(a, b):
    return a + b # return beendet die Funktion mit Rueckgabewert a+b
```

4.2 Aufruf

listings/v2_func6.py

```
resultat1 = summe(2, 3)
resultat2 = summe(a=10, b=2)    # Schluesselwortparameter
resultat3 = summe(b=2, a=10)    # Reihenfolge ist egal
resultat4 = summe(20, b=4)      # zuerst die namelosen
```

4.3 Weiteres

4.3.1 Standardwert für Parameter

listings/v2_func7.py

```
def rosen(farbe='rot'):
    print('Rosen␣sind␣' + farbe + '.')

rosen()       # Ausgabe: 'Rosen sind rot.'
rosen('gelb') # Ausgabe: 'Rosen sind gelb.'
```

4.3.2 Mehrere Rückgabewerte

listings/v2_func8.py

```
def summe_und_differenz(a, b):
    return (a + b, a - b)       # Tupel

summe, differenz = summe_und_differenz(5, 3)    # Tupel entpacken
```

4.3.3 Variable Anzahl von Argumenten

listings/v2_func9.py

```
def mittelwert(a, *args):   # a ist zwingend
    print('a␣=', 1)
    print('args␣=', args)   # die restlichen Argumente sind im Tupel args
    a += sum(args)
    return a/len(args) + 1

mittelwert(2, 3, 7)
```

4.3.4 Argumente entpacken

listings/v2_func10.py

```
def distanz(x, y, z):
    print('x␣=', x)
    print('y␣=', y)
    print('z␣=', z)
    return (x**2 + y**2 + z**2)**0.5

position = (2, 3, 6)
distanz(*position)  # Tupel entpacken
```

4.3.5 Beliebige Schlüsselwort-Parameter

listings/v2_func11.py

```
def einfache_funktion(x, **kwargs):
    print('x␣=', x)
    print('kwargs␣=', kwargs)   # die restlichen Argumente sind im Dictionary kwargs

einfache_funktion(x='Hallo', farbe='rot', durchmesser=10)
```

4.3.6 Schlüsselwortparameter entpacken

listings/v2_func12.py

```
punkt = {'x':1, 'y':2, 'z':2}
distanz(**punkt)    # Dictionary entpacken
```

4.3.7 Globale Variablen

listings/v2_func13.py

```
modul = 'Python'    # globale Variable

def anmeldung():
    print(modul)    # Variable existiert bereits ausserhalb der Funktion

anmeldung() # Ausgabe: Python

def wechseln():
    modul = 'C++'   # erstellt eine neue lokale Variable
    print('lokal:', modul)

wechseln()  # Ausgabe: lokal: C++
print('global:', modul) # Ausgabe: global: Python

def wirklich_wechseln():
    global modul    #referenzieren auf die globale Variable
    modul = 'C++'
    print('lokal:', modul)

wirklich_wechseln()  # Ausgabe: lokal: C++
print('global:', modul)   # Ausgabe: global: C++
```

4.3.8 Docstring - Funktion dokumentieren

PEP 257 - Docstring Conventions `https://www.python.org/dev/peps/pep-0257`

listings/v2_func14.py

```
def meine_funktion(a, b):
    '''Gibt die Argumente a und b in umgekehrter Reihenfolge als Tupel zurueck.'''
    return(b, a)
```

```
meine_funktion.__doc__  # Ausgabe: 'Gibt die Arguemnte ...'
help(meine_funktion)
```

4.3.9 Call-by-object-reference

mit veränderlichen Objekten:

listings/v2_func15.py

```
x = [1, 2, 3]
y = [7, 8, 9]

def foo(a, b):
    a.append(4)          # Objekt veraendern
    b = [10, 11, 12]     # lokale Variable b referenziert neues Objekt

foo(x, y)
print('x␣=', x)
print('y␣=', y)
```

mit unveränderlichen Objekten:

listings/v2_func16.py

```
x = (1, 2, 3)
y = (7, 8, 9)

def foo(a, b):
    # a.append(4)        # Objekt veraendern ist nicht erlaubt
    b = (10, 11, 12)     #lokale Variable b referenziert neues Objekt

foo(x, y)
print('x␣=', x)
print('y␣=', y)
```

Lektion 3: Exceptions, Dateien und Strings

5 Exceptions Kap. 20

- Fehler (https://docs.python.org/3/tutorial/errors.html) können auftreten, z.B.:

listings/v3_exception1.py

```
int('bla')  => ValueError
5/0         => ZeroDivisionError
a[1000]     => IndexError
10 + 'Fr.'  => TypeError
```

und führen zu einem Abbruch des Programms

- Fehler können abgefangen werden:

listings/v3_exception2.py

```
try:
    x = int(input('Zahl eingeben: '))
except:
    print('Falsche Eingabe!')
```

5.1 Unspezifische Exceptions abfangen

Nicht empfohlen, da auch Exceptions geschluckt werden, die weitergegeben werden sollten, z.B. KeyboardInterrupt.

listings/v3_exception3.py

```
eingabe = '10 Fr.'
try:
    x = int(eingabe)
except:
    print('Oops! Irgendein Fehler ist aufgetreten.')
```

5.2 Master Beispiel

listings/v3_exception9.py

```
eingabe = 5
try:
   if type(eingabe) is list:
       raise SyntaxError
   x = int(eingabe)
   y = 1/x
   if x > 100:
       raise ValueError('Wert ist zu Gross!') #es wird ein Fehler generiert
   f = open('dat.txt')
except (ValueError, IOError) as e: # Mehrere Exception gleich behandeln
    # die Variable e enthaelt die Fehlermeldung
    print('Err: ' + str(e))
except ZeroDivisionError:
    print('Eingabe darf nicht 0 sein!')
else: # Wird ausgefuert wenn kein Fehler auftrat
    print('Alles Okey')
    f.close()
finally: # Wird immer ausgefuehrt auch wenn das Programm unterbrochen wird
    print('Auf wiedersehen')
print('Prog. laeuft noch')
```

Eingabe	File	Ausgaben
5	existiert	Alles Okey Auf wiedersehen Prog. laeuft noch
0	existiert	Eingabe darf nicht 0 sein! Auf wiedersehen Prog. laeuft noch
200	existiert	Error: Wert ist zu Gross! Auf wiedersehen Prog. laeuft noch
'10.-'	existiert	Err: invalid literal for int() with base 10: '10.-' Auf wiedersehen Prog. laeuft noch
[5, 1]	existiert	Auf wiedersehen Lange Fehlermeldung
5	exist. nicht	Err: [Errno 2] No such file or directory: 'dat.txt' Auf wiedersehen Prog. laeuft noch

'Auf wiedersehen' wird immer ausgegeben, 'Prog. laeuft noch' wird dann ausgegeben wenn kein Fehler auftrat oder dieser abgefangen wurde.

6 Dateien Kap. 11

6.1 Datei öffnen

- Datei mit der `open()`-Funktion öffnen:

listings/v3_datei1.py

```
f = open('dokument.txt')        # lesen
f = open('dokument.txt', 'r')   # lesen
f = open('dokument.txt', 'w')   # schreiben
f = open('dokument.txt', 'a')   # anhaengen
f = open('dokument.txt', 'rb')  # binaer
f = open('dokument.txt', 'wb')  # binaer
```

- Weitere Parameter findet man in der Hilfe (`https://docs.python.org/3/library/functions.html#open`):

listings/v3_datei2.py

```
open(file, mode='r', buffering=, encoding=None,
     errors=None, newline=None, closefd=True,
     opener=None)
```

6.2 Dateien lesen und schreiben

listings/v3_datei0.py

```
fr = open('dokument.txt', 'r')  # Datei zum lesen oeffnen
fw = open('dokument.txt', 'w')  # Datei zum schreiben oeffnen

inhalt = fr.read()              # gesamte Datei lesen
inhalt = fr.read(n)             # n Zeichen lesen
zeilen = fr.readlines()         # Liste aller Zeilen

fw.write('hello')               # String schreiben
fw.writelines(['1', '2'])       # Liste von Strings

fr.close()                      # Dateien schliessen
fw.close()
```

6.2.1 `with`-Anweisung

Dateien sollten besser mit einer `with`-Anweisung geöffnet werden, dadurch wird sie am ende des Blocks automatisch geschlossen.
Beispiel:

listings/v3_datei7.py

```
with open('mailaenderli.txt') as f:
    text = f.read()
print(text)
```

6.2.2 glob

listings/v3_datei10.py

```
import glob
# Gibt eine liste mit allen Dateinamen welche mit '.py' enden
print(glob.glob('*.py'))
```

6.2.3 os.path

listings/v3_datei11.py

```
import os
full_path = os.path.abspath('mailaenderli.txt')
print(full_path) # Ausgabe: kompletter Pfad der datei

# Gibt 'true' zurueck wenn full_path eine Datei ist
os.path.isfile(full_path)

# Gibt 'true' zurueck wenn full_path eine Ordner ist
os.path.isdir(full_path)

# Groesse der Datei/Ordner
os.path.getsize(full_path)

# Teilt den Pfad in einen Tupel (Pfad, Dateiname)
os.path.split(full_path)

# Teilt den Pfad in einen Tupel (Pfad, Dateiname, Endung)
os.path.splitext(full_path)

# Macht einen gueltigen Pfad (System abhaengig)
os.path.join('ordner', 'datei.txt')
```

7 Strings

7.1 Stringformatierung Kap. 12

Stringformatierung benötigt man um Daten hübsch auszugeben oder systematisch abzuspeichern.

listings/v3_strings1.py

```
Menge    Name     Wert
====================
  3       R1     1.50k
  7       R2     0.10k
  2       R3    22.00k
  5       R4    47.00k
```

listings/v3_strings2.py

```
Menge,Name,Wert
3,R1,1500
7,R2,100
2,R3,22000
5,R4,47000
```

7.1.1 im C-Stil (à la printf)

listings/v3_strings3.py

```
spannung = 12.56
strom = 0.5
N = 10
print('N␣=␣%d,␣U␣=␣%f,␣I␣=␣%.3f' % (N, spannung, strom))
# Ausgabe: N = 10, U = 12.560000, I = 0.500
print('U␣=␣%g' % spannung)  # generelles Format
# Ausgabe: U = 12.56
print('X␣=␣0x%04X,␣Y␣=␣0x%04X' % (7, 15))   # hex
# Ausgabe: X = 0x0007, Y = 0x000F
```

7.1.2 mit format()

listings/v3_strings23.py

```
spannung = 12.56
strom = 0.5
'U␣=␣{},␣I␣=␣{}'.format(spannung , strom)
# Ausgabe: 'U = 12.56, I = 0.5'

# Mit Index
# -------------------------------------
'U␣=␣{0},␣I␣=␣{1}'.format(spannung , strom)
# Ausgabe: 'U = 12.56, I = 0.5'

# Mit Index und Format:
# -------------------------------------
'U␣=␣{0:.2f},␣U␣=␣{0:.f}'.format(spannung)
# Ausgabe: 'U = 12.56, U = 12.560000'

# Links-/rechtsbuendig oder zentriert:
# -------------------------------------
'{:>8.2f}'.format(sapnnung)
# Ausgabe: ' 12.56'
'{:<8.2f}'.format(spannung)
# Ausgabe: '12.56 '
'{:^8.2f}'.format(spannung)
# Ausgabe: ' 12.56 '

# Mit Schluesselwortparameter:
# -------------------------------------
'U␣=␣{u},␣I␣=␣{i}'.format(u=spannung , i=strom)
# Ausgabe: 'U = 12.56, I = 0.5'

# Mit Dictionary
# -------------------------------------
messung = {'spannung': 24, 'strom': 2.5}
'U␣=␣{spannung},␣I␣=␣{strom}'.format(**messung)
# Ausgabe: 'U = 24, I = 2.5'
```

7.1.3 mit Stringliterale

listings/v3_strings10.py

```
lokale_variable = 13
f'Wert␣=␣{lokale_variable:.3f}'
# Ausgabe: 'Wert = 13.000'
```

7.1.4 mit string-Methoden

listings/v3_strings11.py

```
s = 'Python'
s.center(20, '=')
# Ausgabe: '=======Python======'
s.ljust(20, '-')
# Ausgabe: 'Python--------------'
s.rjust(20, '*')
# Ausgabe: '**************Python'
'1234'.zfill(20)
# Ausgabe: '00000000000000001234'
```

7.2 Alles über Strings Kap. 19

listings/v3_strings24.py

```
# Unicode-Nummer => Zeichen
chr(65)
# Ausgabe: ('A')

# Zeichen => Unicode-Nummer
ord('A')
# Ausgabe: (65)

# String => bytes

bin_data = 'A'.encode(utf -8)
print(bin_data)
# Ausgabe: b'A'
bin_data.decode('utf␣-8')
# Ausgabe: 'A'
```

7.2.1 Strings aufspalten

- `split()`

listings/v3_strings15.py

```
'Python␣ist␣eine␣␣␣␣␣␣Schlange.'.split()
# Ausgabe: ['Python', 'ist', 'eine', 'Schlange.']

csv = '1;2000;30.3;44;505'
csv.split(';')
# Ausgabe: ['1', '2000', '30.3', '44', '505']

csv.split(';', maxsplit=2)  # max. zwei Trennungen von links her
# Ausgabe: ['1', '2000', '30.3;44;505']

csv.rsplit(';', maxsplit=2)  # max. zwei Trennungen von rechts her
# Ausgabe: ['1;2000;30.3', '44', '505']

'1;2;;;;3;4'.split(';')
# Ausgabe: ['1', '2', '', '', '', '3', '4']
```

- `splitlines()`

listings/v3_strings16.py

```
csv = '''Dies ist
ein mehrzeiliger
Text.'''
csv.splitlines()
# Ausgabe: ['Dies ist', 'ein mehrzeiliger', 'Text.']
```

7.2.2 Strings kombinieren

listings/v3_strings17.py

```
''.join(['a', 'b', 'c'])
# Ausgabe: 'abc'

','.join(['a', 'b', 'c'])
# Ausgabe: 'a,b,c'
```

7.2.3 Suchen von Teilstrings

listings/v3_strings18.py

```
spruch = '''Wir sollten heute das tun,
von dem wir uns morgen wuenschen
es gestern getan zu haben.'''

'morgen' in spruch
# Ausgabe: True

spruch.find('heute')
# Ausgabe: 12

spruch.count('en')
#Ausgabe: 4
```

7.2.4 Ersetzen von Teilstrings

listings/v3_strings19.py

```
spruch.replace('sollten', 'muessten')
# Ausgabe: 'Wir muessten heute das tun,\nvon dem wir uns morgen wuenschen\nes gestern getan zu haben
    .'
```

7.2.5 Strings bereinigen

listings/v3_strings20.py

```
s = '␣␣␣Dieser␣String␣sollte␣saubere␣Enden␣haben.␣␣␣\n'
print(s)
# Ausgabe:    Dieser String sollte saubere Enden haben.

s.strip()
# Ausgabe: 'Dieser String sollte saubere Enden haben.'

'Ein␣Satz␣ohne␣Satzzeichen␣am␣Schluss?'.rstrip('.!?')
# Ausgabe: 'Ein Satz ohne Satzzeichen am Schluss'
```

7.2.6 Klein- und Grossbuchstaben

listings/v3_strings21.py

```
'Passwort'.lower()
# Ausgabe: 'passwort'

'Passwort'.upper()
# Ausgabe: 'PASSWORT'
```

7.2.7 Strings testen

listings/v3_strings22.py

```
'255'.isdigit()
# Ausgabe: True

'hallo'.isalpha()
# Ausgabe: True

'Gleis7'.isalnum()
# Ausgabe: True

'klein'.islower()
# Ausgabe: True

'GROSS'.isupper()
# Ausgabe: True

'Haus'.istitle()
# Ausgabe: True
```

Lektion 4: Listen-Abstraktion, Generatoren und Ähnliches

8 Listen-Abstraktion/List-Comprehension

- Einfache Methode, um Listen zu erzeugen
  - aus Strings, Dictionaries, Mengen, Bytes, ...
  - bestehende Listen abändern
  - bestehende Listen filtern
- Alles auf einer Zeile
  - übersichtlicher Code

8.1 Neue Liste aus einer bestehenden Liste ableiten

8.1.1 Beispiel 1

konventionell:

listings/v4_list1.py

```
quadratzahlen = []
for n in range(11):
    quadratzahlen.append(n*n)

print(quadratzahlen)
```

mit Listen-Abstraktion:

listings/v4_list2.py

```
quadratzahlen = [n*n for n in range(11)]

print(quadratzahlen)
```

8.1.2 Beispiel 2

konventionell:

listings/v4_list3.py

```
kilometer = [30, 50, 60, 80, 100, 120]
meilen = []
for km in kilometer:
    meilen.append(km*0.621371)

print(meilen)
```

mit Listen-Abstraktion:

listings/v4_list4.py

```
kilometer = [30, 50, 60, 80, 100, 120]
meilen = [km*0.621371 for n in kilometer]

print(meilen)
```

8.2 Bestehende Liste filtern

Beispiel: Nur Früchte behalten, deren Name mit A, B oder C beginnen.

listings/v4_list5.py

```
fruechte = ['Apfel', 'Erdbeer', 'Clementine', 'Kokosnuss', 'Birne', 'Himbeere']

# konventionell:
fruechte_abc = []
for frucht in fruechte:
    if frucht[0] in 'ABC':
        fruechte_abc.append(frucht)

print(fruechte_abc)

# mit Listen-Abstraktion:
fruechte_abc = [frucht for frucht in fruechte if frucht[0] in 'ABC']

print(fruechte_abc)
```

8.3 Liste von Zahlen => formatierter String

konventionell:

listings/v4_list6.py

```
temp = []
for km, mi in zip(kilometer, meilen):
    temp.append('{:.0f}km={:.0f}mi'.format(km, mi))
s = ', '.join(temp)

print(s)
# Ausgabe: 30km=19mi, 50km=31mi, 60km=37mi, 80km=50mi, 100km=62mi, 120km=75mi
```

mit Listen-Abstraktion:

listings/v4_list7.py

```
s = ', '.join(['{:.0f}km={:.0f}mi'.format(km, mi) for km, mi in zip(kilometer, meilen)])

print(s)
# Ausgabe: 30km=19mi, 50km=31mi, 60km=37mi, 80km=50mi, 100km=62mi, 120km=75mi
```

8.4 Liste der Schachbrettfelder

konventionell:

listings/v4_list8.py

```
felder = []
for b in buchstaben:
    for z in zahlen:
        felder.append(b + str(z))

print(felder)
# Ausgabe: ['a1', 'a2', 'a3', 'a4', 'a5', 'a6', 'a7', 'a8', 'b1', 'b2', 'b3', 'b4', 'b5', 'b6', 'b7
    ', 'b8', 'c1', 'c2', 'c3', 'c4', 'c5', 'c6', 'c7', 'c8', 'd1', 'd2', 'd3', 'd4', 'd5', 'd6', 'd7
    ', 'd8', 'e1', 'e2', 'e3', 'e4', 'e5', 'e6', 'e7', 'e8', 'f1', 'f2', 'f3', 'f4', 'f5', 'f6', 'f7
    ', 'f8', 'g1', 'g2', 'g3', 'g4', 'g5', 'g6', 'g7', 'g8', 'h1', 'h2', 'h3', 'h4', 'h5', 'h6', 'h7
    ', 'h8']
```

mit Listen-Abstraktion:

listings/v4_list9.py

```
felder = [b + str(z) for b in buchstaben for z in zahlen]

print(felder)
# Ausgabe: ['a1', 'a2', 'a3', 'a4', 'a5', 'a6', 'a7', 'a8', 'b1', 'b2', 'b3', 'b4', 'b5', 'b6', 'b7
    ', 'b8', 'c1', 'c2', 'c3', 'c4', 'c5', 'c6', 'c7', 'c8', 'd1', 'd2', 'd3', 'd4', 'd5', 'd6', 'd7
    ', 'd8', 'e1', 'e2', 'e3', 'e4', 'e5', 'e6', 'e7', 'e8', 'f1', 'f2', 'f3', 'f4', 'f5', 'f6', 'f7
    ', 'f8', 'g1', 'g2', 'g3', 'g4', 'g5', 'g6', 'g7', 'g8', 'h1', 'h2', 'h3', 'h4', 'h5', 'h6', 'h7
    ', 'h8']
```

8.5 Mengen-Abstraktion/Set Comprehension

8.5.1 Produkte zweier Zahlen

konventionell:

listings/v4_list10.py

```
menge = set()
for x in range(6):
    for y in range(6):
        menge.add(x*y)

print(menge)
# Ausgabe: set([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 20, 25])
```

mit Mengen-Abstraktion:

listings/v4_list11.py

```
menge = {x*y for x in range(6) for y in range(6)}

print(menge)
# Ausgabe: set([0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 20, 25])
```

9 Iteratoren und Generatoren

- Iterator
  - greift nacheinander auf die Elemente einer Menge von Objekten zu
  - fundamentaler Bestandteil von Python, z.B. in `for`-Schleifen
- Generator
  - ist eine besondere Art, um einen Iterator zu implementieren
  - wird mittels einer speziellen Funktion erzeugt

9.1 Iteratoren

Iteratoren werden benutzt, um über einen Container zu iterieren.
Die for-SChleife erzeugt aus dem Listen-Objekt einen Iterator:

listings/v4_iter1.py

```
liste = [1, 2, 3]
for element in liste:
    print(element)
# Ausgabe:   1
#            2
#            3
```

Das Container-Objekt muss die `__iter__()`-Funktion implementieren:

listings/v4_iter2.py

```
print('__iter__():', hasattr(liste, '__iter__'))
# Ausgabe: ('__iter__():', True)
```

Iterator aus Liste erzeugen:

listings/v4_iter3.py

```
iterator = iter(liste)
print(type(iterator))
# Ausgabe: <type 'listiterator'>
```

Ein Iterator muss auch die `__next__()`-Funktion implementieren:

listings/v4_iter4.py

```
print('__iter__():', hasattr(iterator, '__iter__'))
print('__next__():', hasattr(iterator, '__next__'))
# Ausgabe:  ('__iter__():', True)
#           ('__next__():', False)
```

Das nächste Element kann mit `next()` extrahiert werden:

listings/v4_iter5.py

```
next(iterator)
# Ausgabe: 1
next(iterator)
# Ausgabe: 2
next(iterator)
# Ausgabe: 3
```

... bis kein Element drin ist => `StopIteration`-Exception

listings/v4_iter6.py

```
next(iterator)
```

```
# Ausgabe:
# ---------------------------------------------------------------------------
# StopIteration                             Traceback (most recent call last)
# <ipython-input-8-4ce711c44abc> in <module>()
# ----> 1 next(iterator)
#
# StopIteration:
```

9.2 Generatoren

Ein Generator ist auch ein Iterator.
Ein Generator wird erstellt, indem man eine Funktion aufruft, die eine oder mehrere `yield`-Answeisungen hat:

listings/v4_iter7.py

```
def fibonacci_zahlen():
    a = 0
    b = 1
    while True:
        yield b
        a, b = b, a + b

print(type(fibonacci_zahlen))
# Ausgabe: <type 'function'>
f = fibonacci_zahlen()
print(type(f))
# Ausgabe: <type 'generator'>
```

Bei der `yield`-Anweisung wird die Funktion (wie mit return) verlassen, aber Python merkt sich

- den Zustand der lokalen Variable
- und wo der Generator verlassen wurde.

listings/v4_iter8.py

```
next(f)
# Ausgabe: 1
for n in range(10):
    print(next(f))
# Ausgabe:
# 1
# 2
# 3
# 5
# 8
# 13
# 21
# 34
# 55
# 89
```

9.2.1 Generator-Expression

Ein Generator kann auch mit einem Ausdruck definiert werden:

listings/v4_iter9.py

```
gen = (i*i for i in range(1, 10))  # wie List Comprehension, aber mit runden Klammern
print(type(gen))
# Ausgabe: <type 'generator'>
```

9.2.2 `send()`-Methode, Generator als Coroutine

Die `send()`-Methode verhält sich im Prinzip wie die `next()`-Methode, aber sendet gleichzeitig noch einen Wert an den Generator:

listings/v4_iter10.py

```
def counter():
```

```
    n = 0
    while True:
        wert = yield n  # next() liefert None zurueck, send(x) liefert x zurueck
        if wert is not None:
            n = wert
        else:
            n += 1

c = counter()
next(c)
# Ausgabe: 0
c.send(50)
# Ausgabe: 50
next(c)
# Ausgabe: 51
```

10 Listen und Tupel im Detail

- Tupel
  - Packing
  - Unpacking
- Listen
  - Elemente hinzufügen
  - Sortieren

10.1 Tupel

Leeres Tupel:

listings/v4_tupel1.py

```
t = ()
print(type(t))
# Ausgabe: <type 'tuple'>
```

Tupel mit einem Element:

listings/v4_tupel2.py

```
t = (5,)
print(type(t))
# Ausgabe: <type 'tuple'>
```

Mehrfachzuweisung:

listings/v4_tupel3.py

```
x, y, z = 1, 2, 3
print(x)    # Ausgabe: 1
print(y)    # Ausgabe: 2
print(z)    # Ausgabe: 3
```

Packing:

listings/v4_tupel4.py

```
t = 'Peter', 'Mueller'
t
# Ausgabe: ('Peter', 'Mueller')
```

Unpacking:

listings/v4_tupel5.py

```
vorname, nachname = t
print(vorname)  # Ausgabe: Peter
print(nachname) # Ausgabe: Mueller
```

Packing mit Rest:

listings/v4_tupel6.py

```
vorname, nachname, *adresse = ('Peter', 'Mueller', 'Oberseestrasse␣10', 8640, 'Rapperswil')
print(vorname)  # Ausgabe: Peter
```

```
print(nachname) # Ausgabe: Mueller
print(adresse)  # Ausgabe: Oberseestrasse 10, 8640, Rapperswil
```

10.2 Listen

10.2.1 Element hinzufügen

listings/v4_tupel7.py

```
liste = ['a', 'b', 'c']
liste.append('X')  # rechts
liste
# Ausgabe: ['a', 'b', 'c', 'X']
liste.insert(2, 'Y')  # mit Index
liste
# Ausgabe: ['a', 'b', 'Y', 'c', 'X']
```

10.2.2 Mehrere Elemente hinzufügen

listings/v4_tupel8.py

```
liste = ['a', 'b', 'c']
liste = liste + [1, 2]  # zu vermeiden, sehr langsam
liste
# Ausgabe: ['a', 'b', 'c', 1, 2]
liste += [3, 4]  # viel schneller
liste
# Ausgabe: ['a', 'b', 'c', 1, 2, 1, 2, 3, 4]
liste.extend([5, 6])  # noch schneller
liste
# Ausgabe: ['a', 'b', 'c', 1, 2, 1, 2, 3, 4, 3, 4, 5, 6]
```

Mehrere Elemente zwischendrin einfügen:

listings/v4_tupel9.py

```
liste[3:3] = ['#', '$']
liste
# Ausgabe: ['a', 'b', 'c', '#', '$', 1, 2, 1, 2, 3, 4, 3, 4, 5, 6]
```

10.2.3 Elemente ersetzen

listings/v4_tupel10.py

```
liste = ['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f']
```

Einzelnes Element:

listings/v4_tupel11.py

```
liste[1] = 'B'
liste
# Ausgabe: ['a', 'B', 'c', '#', '$', 1, 2, 1, 2, 3, 4, 3, 4, 5, 6]
```

Einen ganzen Bereich:

listings/v4_tupel12.py

```
liste[3:] = ['D', 'E']
liste
# Ausgabe: ['a', 'B', 'c', 'D', 'E']
```

10.2.4 Element entfernen

listings/v4_tupel13.py

```
liste = ['a', 'b', 'c', 'd', 'e', 'f']

element = liste.pop()  # letztes Element rechts
print(element)  # Ausgabe: f
liste           # Ausgabe: ['a', 'b', 'c', 'd', 'e']

element = liste.pop(0)  # mit Index
print(element)  # Ausgabe: a
liste           # Ausgabe: ['b', 'c', 'd', 'e']

liste.remove('c')  # mit einem bestimmten Wert
liste           # Ausgabe: ['b', 'd', 'e']
```

10.3 Sortieren

`sorted()` liefert eine neue sortierte Liste zurück:

listings/v4_tupel14.py

```
liste = [2, 5, 3, 4, 1]
sortiert = sorted(liste)
print('Liste:', liste)          # Ausgabe: ('Liste:', [2, 5, 3, 4, 1])
print('sortiert:', sortiert)    # Ausgabe: ('sortiert:', [1, 2, 3, 4, 5])

t = (5,4,3)
sortiert = sorted(t)
sortiert                        # Ausgabe: [3, 4, 5]

s = 'python'
sortiert = sorted(s)
sortiert                        # Ausgabe: ['h', 'n', 'o', 'p', 't', 'y']
```

`sort()` modifiziert die Liste selbst (In-Place-Sortierung):

listings/v4_tupel15.py

```
liste.sort()
liste           # Ausgabe: [1, 2, 3, 4, 5]
```

10.3.1 Umgekehrte Reihenfolge

listings/v4_tupel16.py

```
liste = [2, 5, 3, 4, 1]
sortiert = sorted(liste, reverse=True)
print('Liste:', liste)          # Ausgabe: ('Liste:', [2, 5, 3, 4, 1])
print('sortiert:', sortiert)    # Ausgabe: ('sortiert:', [5, 4, 3, 2, 1])

liste.sort(reverse=True)
liste                           # Ausgabe: [5, 4, 3, 2, 1]
```

10.3.2 Mit spezieller Funktion

listings/v4_tupel17.py

```
liste = ['laenger', 'lang', 'am laengsten']
sorted(liste, key=len)
# Ausgabe: ['lang', 'laenger', 'am laengsten']

# nur [1]-tes Element (stabile Sortierung)
liste = [('a', 3), ('a', 2), ('c', 1), ('b', 1)]
from operator import itemgetter
sorted(liste, key=itemgetter(1))
# Ausgabe: [('c', 1), ('b', 1), ('a', 2), ('a', 3)]
sorted(liste, key=lambda x: x[1])
# Ausgabe: [('c', 1), ('b', 1), ('a', 2), ('a', 3)]
```

```
sorted(liste)  # zuerst nach dem ersten Unterelement sortieren, dann nach dem zweiten, ...
# Ausgabe: [('a', 2), ('a', 3), ('b', 1), ('c', 1)]
```

10.3.3 `collections.deque`

Falls ein Stack oder FIFO-Buffer mit folgenden Eigenschaften benötigt wird:

- Thread-sicher
- Speicher-optimiert
- schnell

`https://docs.python.org/3/library/collections.html#collections.deque`

listings/v4_tupel18.py

```
from collections import deque
liste = deque([1, 2, 3])
print(liste)                # Ausgabe: deque([1, 2, 3])
liste.rotate(1)
print(liste)                # Ausgabe: deque([3, 1, 2])
endlich_lang = deque(maxlen=5)
for n in range(10):
    endlich_lang.append(n)
    print(list(endlich_lang))
# Ausgabe:
# [0]
# [0, 1]
# [0, 1, 2]
# [0, 1, 2, 3]
# [0, 1, 2, 3, 4]
# [1, 2, 3, 4, 5]
# [2, 3, 4, 5, 6]
# [3, 4, 5, 6, 7]
# [4, 5, 6, 7, 8]
# [5, 6, 7, 8, 9]
```

11 lambda, map, filter und reduce

- lambda
  - anonyme Funktionen bauen
- map, filter und reduce
  - Hilfsmittel für die funktionale Programmierung
  - auch mit List Comprehension möglich

11.1 lambda

Mit `lambda` können anonyme Funktionen definiert werden.

listings/v4_tupel19.py

```
summe = lambda x,y: x + y
print(type(summe))          # Ausgabe: <type 'function'>
summe(2, 3)                 # Ausgabe: 5
```

11.2 map

sequenz = map(funktion, sequenz)
Wendet die Funktion auf alle Elemente der Sequenz an und gibt die Resultate als Sequenz zurück.

listings/v4_tupel20.py

```
list(map(lambda x: x*x, [1, 2, 3]))
# Ausgabe: [1, 4, 9]
```

Funktion mit zwei Parametern benötigt zwei Listen:

listings/v4_tupel21.py

```
list(map(lambda x,y: x + y, [1, 2, 3], [10, 20, 30]))
# Ausgabe: [11, 22, 33]
```

11.3 filter

sequenz = filter(funktion, sequenz)
Wendet die Funktion auf alle Elemente der Sequenz an und gibt nur diejenige Elemente zurück, für die die Funktion `True` liefert.

listings/v4_tupel22.py

```
list(filter(lambda x: True if x >= 0 else False, [5, -8, 3, -1]))
# Ausgabe: [5, 3]
```

11.4 reduce

resultat = reduce(funktion, sequenz)
Wendet die Funktion (mit zwei Parametern) fortlaufen auf die Sequenz an und liefert einen einzelnen Wert zurück.

listings/v4_tupel23.py

```
from functools import reduce

# (((10 + 20)/2 + 30)/2 + 40)/2
reduce(lambda x, y: (x + y)/2, [10, 20, 30, 40])    # Ausgabe: 31
```

Lektion 5: Reguläre Ausdrücke

- Regular Expressions (RE, regex, regex pattern)
- Bilden eine kleine Programmiersprache innerhalb von Python
- Sind verfügbar im `re`-Modul (`https://docs.python.org/3/library/re.html`) - `import re`
- Definieren Muster, auf die nur gewisse Strings passen, z.B.:
  - Entspricht die angegebene E-Mail-Adresse dem Muster?
  - Welche Wörter im Text beginnen mit "ver-" und enden mit "-en"?
- Die meisten Buchstaben und Zeichen passen auf sich selbst:
  - `test` passt genau auf sich selbst
- Folgende Metazeichen haben eine spezielle Bedeutung:
  . ^ $ * + ? { } [ ] \ | ()
  . passt auf alle Zeichen, ausser Newline-Zeichen

12 Zeichen-Klassen

- Die Metazeichen [und] definieren eine Zeichen-Klasse

  abc passt auf alle Zeichen a, b oder c

  a-z passt auf einen Kleinbuchstaben

  a-zA-Z passt auf einen Klein- oder Grossbuchstaben
- Andere Metazeichen sind in Zeichen-Klasse nicht aktiv:

  akm$ passt auf die Zeichen a, k, m oder $, wobei $ sonst ein Metazeichen ist.
- Das ^-Zeichen definiert die komplementäre Menge:

  ^**abc** passt auf alle Zeichen, ausser a, b und c
- Vordefinierte Zeichen-Klassen:

\d	Dezimalziffer	[0-9]
\D	keine Dezimalziffer	[^0-9]
\s	Leer- oder Steuerzeichen	[\t\n\r\f\v]
\S	kein Leer- oder Steuerzeichen	[^\t\n\r\f\v]
\w	Unicode-Wortzeichen (auch Umlaute)	[a-zA-Z0-9_]
\W	kein Wortzeichen	[^a-zA-Z0-9_]

- Verwendung in Zeichen-Klassen:

[A-Fa-f\d]	passt auf eine Hexadezimalziffer
[\s, .]	passt auf ein Leerzeichen, Komma oder Punkt

13 Wiederholungen (Quantoren)

- 0 oder mehrmals
  - * ca*t passt auf ct, cat, caat, ...

    a[0-9]*b passt auf ab, a538b, a0b, ...
- 1 oder mehrmals
  - \+ ca+t passt nicht auf ct, aber cat, caat, ...
- 0 oder 1-mal
  - ? 10k?m passt auf 10m oder 10km
- m bis n-mal
  - {m,n} ab2,3c passt auf abbc oder abbbc

    {3} → genau 3-mal

    {3,} → mindestens 3-mal

- Gierigkeit deaktivieren
  - ? macht die obigen Wiederholungen nicht-gierig, z.B. <.+?>

14 Übereinstimmungen

- Funktionen, die Übereinstimmungen liefern:

`re.match()`	Prüft, ob die RA am Stringanfang passt.
	Gibt entweder `None` oder eine `match`-Objekt zurück.
`re.search()`	Sucht erstes Auftreten vom RA im String.
	Gibt entweder `None` oder ein `match`-Objekt zurück.
`re.findall()`	Findet alle Teilstrings, die mit dem RA passen.
	Gibt eine Liste mit allen Teilstrings zurück.
`re.finditer()`	Findet alle Teilstrings, die mit dem RA passen.
	Gibt einen Iterator zurück, der `match`-Objekte liefert.

14.1 `match`-Objekt

- Memberfunktionen eines `match`-Objekts:

`group()`	Gibt den Teilstring zurück, der mit dem RA passt.
`start()`	Gibt die Startposition des Teilstrings zurück.
`end()`	Gibt die Endpostion des Teilstrings zurück.
`span()`	Gibt ein Tupel mit (`start, end`) zurück

14.2 Übereinstimmungen finden

`re`-Modul importieren:

listings/v5_ra1.py

```
import re
```

`re.match(pattern, string, flags=0)`

listings/v5_ra2.py

```
m = re.match(r'[a-z]+', 'hallo welt!')
print(m)
# Ausgabe: <re.Match object; span=(0, 5), match='hallo'>

if m is not None:
    print('group:', m.group())
    print('start:', m.start())
    print('end:', m.end())
    print('span:', m.span())
else:
    print('keine Uebereinstimmung')
# Ausgabe:
# group: hallo
# start: 0
# end: 5
# span: (0, 5)
```

`re.search(pattern, string, flags=0)`

listings/v5_ra3.py

```
m = re.search(r'[a-z]+', '123 hallo welt!')
print(m)
```

```
# Ausgabe: <re.Match object; span=(4, 9), match='hallo'>

if m is not None:
    print('group:', m.group())
    print('start:', m.start())
    print('end:', m.end())
    print('span:', m.span())
else:
    print('keine Uebereinstimmung')
# Ausgabe:
# group: hallo
# start: 4
# end: 9
# span: (4, 9)
```

`re.findall(pattern, string, flags=0)`

listings/v5_ra4.py

```
liste = re.findall(r'[a-z]+', 'hallo welt!')
print(liste)
# Ausgabe: ['hallo', 'welt']
```

`re.finditer(pattern, string, flags=0)`

listings/v5_ra5.py

```
for m in re.finditer(r'[a-z]+', 'hallo welt!'):
    print('---')
    print('group:', m.group())
    print('start:', m.start())
    print('end:', m.end())
    print('span:', m.span())
# Ausgabe:
# ---
# group: hallo
# start: 0
# end: 5
# span: (0, 5)
# ---
# group: welt
# start: 6
# end: 10
# span: (6, 10)
```

15 Modifizierungen

- Funktionen, die Modifizierungen durchführen:

  `re.split()` Trennt den String dort, wo der RA passt.
  Gibt eine Liste mit den Teilstrings zurück.

  `re.sub()` Ersetzt jeden Teilstring, der mit dem RA passt.
  Gibt den neuen String zurück.

  `re.subn()` Gleich wie bei `re.sub()`,
  gibt aber einen Tupel (Neuer String, Anzahl) zurück.

`re`-Modul importieren:

listings/v5_ra1.py

```
import re
```

`re.split(pattern, string, maxsplit=0, flags=0)`
Der String wird überall dort getrennt, wo ein Teilstring auf den RA passt, z.B.: zwischen den Wörtern.

listings/v5_ra6.py

```
liste = re.split(r'\W+', 'Nun,␣dies␣ist␣ein␣(einfaches)␣Beispiel.')
print(liste)
# Ausgabe: ['Nun', 'dies', 'ist', 'ein', 'einfaches', 'Beispiel', '']
```

`re.sub(pattern, repl, string, count=0, flags=0)`
Jeder Teilstring, der auf den RA passt, wird mit dem repl-String ersetzt:

listings/v5_ra7.py

```
s = re.sub(r'\d+', '<Zahl>', '3␣Stuecke␣kosten␣250␣Franken.')
print(s)
# Ausgabe: <Zahl> Stuecke kosten <Zahl> Franken.
```

Mit `count` kann die Anzahl Ersetzungen limitiert werden:

listings/v5_ra8.py

```
s = re.sub(r'\d+', '<Zahl>', '3␣Stuecke␣kosten␣250␣Franken.', count=1)
print(s)
# Ausgabe: <Zahl> Stuecke kosten 250 Franken.
```

Eine Funktion bei `repl` angeben. Das Argument ist ein `match`-Objekt, der Rückgabewert muss ein String sein.

listings/v5_ra9.py

```
def func(m):
    return '(' + m.group() + ')'

s = re.sub(r'\d+', func, '3␣Stuecke␣kosten␣250␣Franken.')
print(s)
# Ausgabe: (3) Stuecke kosten (250) Franken.
```

`re.subn(pattern, repl, string, count=0, flags=0)`
Gleich wie bei `re.sub()`, aber es wird ein Tupel mit dem neuen String und die Anzahl der Ersetzungen zurückgegeben:

listings/v5_ra10.py

```
resultat = re.subn(r'\d+', '<Zahl>', '3␣Stuecke␣kosten␣250␣Franken.')
print(resultat)
# Ausgabe: ('<Zahl> Stuecke kosten <Zahl> Franken.', 2)
```

16 Gruppierung

- Teile eines Ausdrucks können gruppiert werden
- Normale Gruppierung mit ()

  (ab)+c passt auf abc, ababc, ...

  (ab)\1 mit Rückwärtsreferenz, passt auf abab
- Benannte Gruppierung mi (?P<...>)

  (?P<zahl>\d+) passt auf 13

  (?P<zahl>\d+)-(?P=zahl) mit Referenz, passt auf 13-13
- Passive Gruppierung (non-capturing group) mit (?:...)

  (?:ab) passt auf ab, Gruppe wird nicht hinterlegt

`re`-Modul importieren

listings/v5_ra1.py

```
import re
```

`match-Objekt`
Mittels der `groups()`-Memberfunktion eines `match`-Objektes erhält man ein Tupel mit den Übereinstimmungen der einzelnen Gruppen.
Folgende Funktionen liefern ein `match`-Objekt: `re.match()`, `re.search()`, und `re.finditer()`.

listings/v5_ra11.py

```
m = re.search(r'(\d+)␣([a-z]+)', '123␣hallo␣welt!')
if m is not None:
    print('groups():', m.groups())
    print('group(0):', m.group(0))
    print('group(1):', m.group(1))
    print('group(2):', m.group(2))
else:
    print('keine␣Uebereinstimmung')
# Ausgabe:
# groups(): ('123', 'hallo')
# group(0): 123 hallo
# group(1): 123
# group(2): hallo
```

Mit benannten Gruppen:

listings/v5_ra12.py

```
m = re.search(r'(?P<zahl>\d+)␣(?P<wort>\w+)', '123␣hallo␣welt!')
print(m.group('zahl')) # Ausgabe: 123
print(m.group('wort')) # Ausgabe: hallo
m.groupdict()  # als Dictionary
# Ausgabe: {'zahl': '123', 'wort': 'hallo'}
```

`re.findall()`
Falls Gruppen im RA angegeben werden, dann werden nur die Übereinstimmungen der Gruppen als Liste von Tupeln zurückgegeben.

listings/v5_ra13.py

```
liste = re.findall(r'(\w+)=(\w+)', 'Jahrgang=1930,␣Name=Hans␣und␣Ort=Rappi')
print(liste) # Ausgabe: [('Jahrgang', '1930'), ('Name', 'Hans'), ('Ort', 'Rappi')]
liste = re.findall(r'Ort=(\w+)', 'Jahrgang=1930,␣Name=Hans␣und␣Ort=Rappi')
print(liste) # Ausgabe: ['Rappi']
liste = re.findall(r'(dum)\1', 'dumdum')  # mit Rueckwaertsreferenz der Gruppe
print(liste) # Ausgabe: ['dum']
```

verschachtelte Gruppen, öffnende Klammern definieren die Reihenfolge

listings/v5_ra14.py

```
liste = re.findall(r'((dum)\2)', 'dumdum')  # (dum) ist jetzt die zweite Gruppe
print(liste) # Ausgabe: [('dumdum', 'dum')]
```

`re.split()`
Falls Gruppen im RA angegeben werden, dann werden auch die Übereinstimmungen der Gruppen in der Liste zurückgegeben.

listings/v5_ra15.py

```
liste = re.split(r'(\W+)', 'Nun,␣dies␣ist␣ein␣(simples)␣Beispiel.')
print(liste) # Ausgabe: ['Nun', ', ', 'dies', ' ', 'ist', ' ', 'ein', ' (', 'simples', ') ', '
    Beispiel', '.', '']
```

`re.sub()`

listings/v5_ra16.py

```
s = re.sub(r'(\d+)/(\d+)/(\d+)', r'\2.\1.\3', '03/20/2019')  # mit Gruppen-Referenzen
print(s) # Ausgabe: 20.03.2019
```

16.1 Weitere Metazeichen

- Spezielle Prüfzeichen (belegen keinen Platz):

|	x|y passt entweder auf x oder y
^	steht für den Anfang des Strings
	oder für den Anfang jeder Zeile (bei flag=re.MULTILINE)
$	steht für das Ende des Strings
	oder für das Ende jeder Zeile (bei flag=re.MULTILINE)
\A	steht für den Anfang des Strings
\Z	steht für das Ende des Strings
\b	steht für eine Wortgrenze
\B	steht für das Gegenteil von \b

`re`-Modul importieren

listings/v5_ra1.py

```
import re
```

`Entweder...oder...`

listings/v5_ra17.py

```
for m in re.finditer(r'\d+(V|A)', '230V␣und␣10A␣bei␣230hm'):
    print(m.group())
# Ausgabe:
# 230V
# 10A
```

`Anfang des Strings`

listings/v5_ra18.py

```
re.findall(r'^\w+', 'Hallo␣Welt') # Ausgabe: ['Hallo']
re.findall(r'^\w+', 'Erste␣Zeile\nZweite␣Zeile', flags=re.MULTILINE) # Ausgabe: ['Erste', 'Zweite']
re.findall(r'\A\d', '123456') # Ausgabe: ['1']
```

`Ende des Strings`

listings/v5_ra19.py

```
re.findall(r'\w+$', 'Hallo␣Welt') # Ausgabe: ['Welt']
re.findall(r'\w+$', 'Punkt␣A\nPunkt␣B', flags=re.MULTILINE) # Ausgabe: ['A', 'B']
re.findall(r'\d\Z', '123456') # Ausgabe: ['6']
```

`Wortgrenze`

listings/v5_ra20.py

```
re.sub(r'\bschoen\b', 'herrlich', 'Das␣Wetter␣ist␣schoen␣oder␣unschoen.')
# Ausgabe: 'Das Wetter ist herrlich oder unschoen.'
```

16.2 Look-around Assertions

- positive, vorausschauende Annahme

  (?=Ausdruck) Ausdruck muss hier folgen
- negative, vorausschauende Annahme

  (?!Ausdruck) Ausdruck darf hier nicht folgen
- positive, nach hinten schauende Annahme

  (?<=Ausdruck) Ausdruck muss hier vorangehen

- negative, nach hinten schauende Annahme

  (?<=!Ausdruck) Ausdruck darf hier nicht vorausgehen

`Positive, vorausschauende Annahme`
Nach dem Wort muss ".doc"folgen:

listings/v5_ra21.py

```
re.findall(r'\w+(?=.doc)', 'bericht.doc␣dokument.doc')
# Ausgabe: ['bericht', 'dokument']
```

`Negative, vorausschauende Annahme`
Nach den Buchstaben dürfen nicht Ziffern folgen:

listings/v5_ra22.py

```
re.findall(r'[A-Za-z]+(?!\d+)\b', 'abc123␣cde')
# Ausgabe: ['cde']
```

`Positive, nach hinten schauende Annahme`
Vor den Ziffern muss ein #-Zeichen vorausgehen:

listings/v5_ra23.py

```
re.findall(r'(?<=#)\d+', '#10,␣#25,␣66')
# Ausgabe: ['10', '25']
```

`Negative, nach hinten schauende Annahme`
Vor den Ziffern darf kein #-Zeichen vorausgehen:

listings/v5_ra24.py

```
re.findall(r'\b(?<!#)\d+', '#10,␣#25,␣66')
# Ausgabe: ['66']
```

Lektion 6: Klassen

17 Klassen

- Die Klassendefinition beginnt mit dem Schlüsselwort `class`

listings/v6_klassen1.py

```
class MeineKlasse:
    pass
```

- Eine Klasse mit Variablen und Methoden:

listings/v6_klassen2.py

```
class MeineKlasse:
    i = 0

    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def gruss(self):
        print('Hallo', self.name)
```

17.1 Einfache Klasse definieren

listings/v6_klassen3.py

```
class MeineKlasse:
    '''Diese Klasse hat nicht viel drin.'''
    pass

MeineKlasse.__doc__
# Ausgabe: 'Diese Klasse hat nicht viel drin.'
help(MeineKlasse)
# Ausgabe:
# Help on class MeineKlasse in module __main__:
#
# class MeineKlasse(builtins.object)
#  |  Diese Klasse hat nicht viel drin.
#  |
#  |  Data descriptors defined here:
#  |
#  |  __dict__
#  |      dictionary for instance variables (if defined)
#  |
#  |  __weakref__
#  |      list of weak references to the object (if defined)
```

17.2 Klasse instanzieren

listings/v6_klassen4.py

```
objekt = MeineKlasse()
```

17.3 Klassen- und Instanz-Variablen

listings/v6_klassen5.py

```
class MeineKlasse:
    speed_of_light = 299792458  # Klassen-Variable

    def __init__(self):
        self.name = 'unbekannt'  # Instanz-Variable
```

Die Daten einer **Klassen-Variable** sind für alle Klassen-Objekte gleich.

listings/v6_klassen6.py

```
x = MeineKlasse()
y = MeineKlasse()
print('x:', x.speed_of_light) # Ausgabe: x: 299792458
print('y:', y.speed_of_light) # Ausgabe: y: 299792458
```

Die Daten einer **Instanz-Variable** sind für jedes Klassen-Objekt individuell.

listings/v6_klassen7.py

```
x.name = 'Hans'
y.name = 'Peter'
print(x.name) # Ausgabe: Hans
print(y.name) #Ausgabe: Peter
```

Achtung: bei gleichem Name haben die Instanz-Variablen Vorrang.

listings/v6_klassen8.py

```
x.speed_of_light = 10  # hier wird eine neue Instanz-Variable erzeugt
print('x:', x.speed_of_light) # Ausgabe: x: 10
print('y:', y.speed_of_light) # Ausgabe: y: 299792458
print('MeineKlasse:', MeineKlasse.speed_of_light) # Ausgabe: MeineKlasse: 299792458
```

17.4 Methoden

listings/v6_klassen9.py

```
class MeineKlasse:
    '''Beschreibung der Klasse.'''
    speed_of_light = 299792458

    def __init__(self, name):
        '''Diese Methode initialisiert die Variablen.'''
        self.name = name
        print(self.name, 'wurde␣erstellt.')

    def __del__(self):
        '''Diese Methode raeumt alles auf bevor es zerstoert wird.'''
        print(self.name, 'wurde␣zerstoert.')

    def hallo(self):
        '''Sagt Hallo.'''
        print('Hallo', self.name)

help(MeineKlasse)
# Ausgabe:
# Help on class MeineKlasse in module __main__:
#
# class MeineKlasse(builtins.object)
#  |  MeineKlasse(name)
#  |
#  |  Beschreibung der Klasse.
#  |
#  |  Methods defined here:
#  |
#  |  __del__(self)
#  |      Diese Methode raeumt alles auf bevor es zerstoert wird.
#  |
#  |  __init__(self, name)
#  |      Diese Methode initialisiert die Variablen.
#  |
#  |  hallo(self)
#  |      Sagt Hallo.
#  |
#  |  ----------------------------------------------------------------------
#  |  Data descriptors defined here:
#  |
```

```
#  |  __dict__
#  |      dictionary for instance variables (if defined)
#  |
#  |  __weakref__
#  |      list of weak references to the object (if defined)
#  |
#  |  ----------------------------------------------------------------------
#  |  Data and other attributes defined here:
#  |
#  |  speed_of_light = 299792458
```

Unterschiede zwischen Methoden und einer gewöhnlichen Funktion:

- eine Methode wird innerhalb eines **`class`**-Blocks definiert.
- der erste Parameter (**`self`**) einer Methode ist immer eine Referenz auf die Instanz, von der sie aufgerufen wird.

Hinweise:

- Eine Variable, die mit "`self.`" innerhalb einer Methode erstellt wird, ist automatisch eine Instanz-Variable.
- Eine Variable, z.B. `speed_of_light`, die ausserhalb einer Methode erstellt wird, ist automatisch eine Klassen-Variable.

17.4.1 `__init__()`-Methode

Sie dient zur Initialisierung der Instanz. Sie wird unmittelbar nach dem Konstruktor aufgerufen.

listings/v6_klassen10.py

```
s = MeineKlasse('Wall-E')  # name='Wall-E'
# Ausgabe: Wall-E wurde erstellt.
```

Dringend empfohlen: alle Instanz-Variablen in der `__init__()`-Methode initialisieren.

17.4.2 `__del__()`-Methode

Sie wird aufgerufen, bevor die Instanz zerstört wird.

listings/v6_klassen11.py

```
del s  # loescht nur die Referenz s auf das Objekt.
# Ausgabe: Wall-E wurde zerstoert.
```

Hinweis: Das Objekt selber wird vom Garbage Collector entfernt, sobald keine Referenzen mehr darauf zeigen.

17.4.3 Methoden aufrufen

Der **`self`**-Parameter wird beim Aufruf nicht angegeben.

listings/v6_klassen12.py

```
s = MeineKlasse('Wall-E')  # name='Wall-E'
s.hallo()
# Ausgabe:
# Wall-E wurde erstellt.
# Hallo Wall-E
```

Python bindet alle Methoden automatisch an die Instanz.

listings/v6_klassen13.py

```
print(s.hallo) # Ausgabe: <bound method MeineKlasse.hallo of <__main__.MeineKlasse object at 0
    x0000010B581D24A8>>
```

Grundsätzlich entspricht dies dem folgenden Aufruf:

listings/v6_klassen14.py

```
MeineKlasse.hallo(self=s) # Ausgabe: Hallo Wall-E
```

17.4.4 Statische Methoden

Sie sind nicht an eine Instanz gebunden, d.h. sie benötigen keinen `self`-Parameter.
Variante 1:

listings/v6_klassen15.py

```
def quadrieren(x):
    return x*x

class MeineKlasse:
    quadrieren = staticmethod(quadrieren)
```

Variante 2 mit Dekorateur:

listings/v6_klassen16.py

```
class MeineKlasse:
    @staticmethod
    def quadrieren(x):
        return x*x

MeineKlasse.quadrieren(3) # Ausgabe: 9
```

17.4.5 Klassen-Methoden

Sie sind an eine Klasse gebunden. Variante 1:

listings/v6_klassen17.py

```
class MeineKlasse:
    speed_of_light = 299792458

    @classmethod
    def c0(cls):
        print('Speed␣of␣light␣=', cls.speed_of_light)

MeineKlasse.c0() # Ausgabe: Speed of light = 299792458
```

17.5 Datenabstraktion

- Datenabstraktion = Datenkapselung + Geheimnisprinzip
- Datenkapselung (Zugriff kontrollieren)
  - Setter- und Getter-Methoden
    `set_variable(value), get_variable()`
- Geheimnisprinzip (interne Information verstecken)
  - `public`
  - `protected`
  - `private`

Der Zugang zu den Instanz-Attributen (Variablen und Methoden) sind in drei Stufen definiert: **`public`**, **`protected`** und **`private`**.
Hinweis: Das ist alles nur eine Konvention. In Python gibt es keinen Datenschutz.

listings/v6_klassen18.py

```
class MeineKlasse:

    def __init__(self):
        self.pub = 'Ich␣bin␣oeffentlich.'
        self._prot = 'Ich␣bin␣protected.'
        self.__priv = 'Ich␣bin␣privat.'

    def pub_funktion(self):
        print(self.pub)

    def _prot_funktion(self):
        print(self._prot)
```

```
    def __priv_funktion(self):
        print(self.__priv)

objekt = MeineKlasse()
```

17.5.1 Public

Attribute ohne führende Unterstriche im Namen sind als **`public`** zu betrachten. Man kann und darf auch von ausserhalb der Klasse darauf zugreifen.

listings/v6_klassen19.py

```
objekt.pub = 'Hier␣macht␣jeder␣was␣er␣will.'
objekt.pub_funktion() # Ausgabe: Hier macht jeder was er will.
```

17.5.2 Protected

Attribute mit einem führenden Unterstrich im Namen sind als **`protected`** zu betrachten, d.h. man könnte theoretisch von aussen darauf zugreifen, man sollte aber nicht, es ist unerwünscht. Sie werden v.a. bei Vererbungen wichtig.

listings/v6_klassen20.py

```
print(objekt._prot)  # Ausgabe: Ich bin protected.
objekt._prot_funktion() # Ausgabe: Ich bin protected.
```

17.5.3 Private

Attribute mit zwei führenden Unterstrichen im Namen sind **`private`**. Sie sind von aussen nicht sichtbar.

listings/v6_klassen21.py

```
objekt.__priv # Ausgabe:
# ---------------------------------------------------------------------------
# AttributeError                            Traceback (most recent call last)
# <ipython-input-5-9bcc05561362> in <module>
# ----> 1 objekt.__priv
#
# AttributeError: 'MeineKlasse' object has no attribute '__priv'

objekt.__priv_funktion() # Ausgabe:
# ---------------------------------------------------------------------------
# AttributeError                            Traceback (most recent call last)
# <ipython-input-16-6e6c693108e6> in <module>
# ----> 1 objekt.__priv_funktion()
#
# AttributeError: 'MeineKlasse' object has no attribute '__priv_funktion'
```

Im Prinzip gibt es einen Umweg um dies zu umgehen. **Achtung:** höchst illegal!

listings/v6_klassen22.py

```
objekt.__dict__ # Ausgabe:
# {'pub': 'Hier macht jeder was er will.',
#  '_prot': 'Ich bin protected.',
#  '_MeineKlasse__priv': 'Ich bin privat.'}

dir(objekt) # Ausgabe:
# ['_MeineKlasse__priv', '_MeineKlasse__priv_funktion', '__class__',
#  '__delattr__', '__dict__', '__dir__', '__doc__', '__eq__', '__format__',
#  '__ge__', '__getattribute__', '__gt__', '__hash__', '__init__',
#  '__init_subclass__', '__le__', '__lt__', '__module__', '__ne__',
#  '__new__', '__reduce__', '__reduce_ex__', '__repr__', '__setattr__',
#  '__sizeof__', '__str__', '__subclasshook__', '__weakref__', '_prot',
#  '_prot_funktion', 'pub', 'pub_funktion']

objekt._MeineKlasse__priv # Ausgabe: 'Ich bin privat.'
objekt._MeineKlasse__priv_funktion() # Ausgabe: Ich bin privat.
```

17.5.4 Setter- und Getter-Methoden

Setter- und Getter-Methoden für private Instanz-Variablen auf phytonsche Art und Weise implementieren.
Konventionell: Set- und Get-Methoden explizit benutzen.

listings/v6_klassen23.py

```
class Bank:
    def __init__(self):
        self.__guthaben = 0

    def get_guthaben(self):
        print('Das␣Guthaben␣wurde␣abgefragt.')
        return self.__guthaben

    def set_guthaben(self, n):
        self.__guthaben = n
        print('Das␣Guthaben␣wurde␣auf␣{}␣geaendert.'.format(self.__guthaben))

k = Bank()
k.set_guthaben(1000000) # Ausgabe: Das Guthaben wurde auf 1000000 geaendert.
print(k.get_guthaben()) # Ausgabe: Das Guthaben wurde abgefragt.
# Ausgabe: 1000000
```

Property: Von aussen wie auf eine öffentliche Variable zugreifen, Set- und Get-Methoden werden implizit aufgerufen.
`https://docs.python.org/3/library/functions.html#property`

listings/v6_klassen24.py

```
class Bank:
    def __init__(self):
        self.__guthaben = 0

    def __get_guthaben(self):
        print('Das␣Guthaben␣wurde␣abgefragt.')
        return self.__guthaben

    def __set_guthaben(self, n):
        self.__guthaben = n
        print('Das␣Guthaben␣wurde␣auf␣{}␣geaendert.'.format(self.__guthaben))

    guthaben = property(__get_guthaben, __set_guthaben)

k = Bank()
k.guthaben = 1000000 # Ausgabe: Das Guthaben wurde auf 1000000 geaendert.
print(k.guthaben) # Ausgabe: Das Guthaben wurde abgefragt.
# Ausgabe: 1000000
```

Property mit Dekorateuren: Auf pythonische Art und Weise.
`https://docs.python.org/3/glossary.html#term-decorator`

listings/v6_klassen25.py

```
class Bank:
    def __init__(self):
        self.__guthaben = 0

    @property
    def guthaben(self):
        print('Das␣Guthaben␣wurde␣abgefragt.')
        return self.__guthaben

    @guthaben.setter
    def guthaben(self, n):
        self.__guthaben = n
        print('Das␣Guthaben␣wurde␣auf␣{}␣geaendert.'.format(self.__guthaben))

k = Bank()
k.guthaben = 1000000 # Ausgabe: Das Guthaben wurde auf 1000000 geaendert.
```

```
print(k.guthaben) # Ausgabe: Das Guthaben wurde abgefragt.
# Ausgabe: 1000000
```

17.6 Magische Methoden

- Besondere Fähigkeiten für Klassen (`https://docs.python.org/3/reference/datamodel.html#special-method-names`)
- Grundfunktionen
  - `__init__()`, `__del__()`, `__str__()`, ...
- Operatoren überladen
  - binäre Operatoren: + - / * % ...
  - numerische Operatoren: `__int__()`, `__float__()`, `__abs__()`, ...
  - ...
- Containertypen emulieren
  - `__len__()`, `__iter__()`, `__contains__()`, ...
- ...

Sie sind spezielle Methoden, um Klassen besondere Fähigkeiten zu geben. Es werden hier nur einige Beispiele gezeigt.

17.6.1 Grundmethoden

`https://docs.python.org/3/reference/datamodel.html#basic-customization`
Zwei davon haben wir schon kennengelernt:

- `__init__()`
- `__del__()`

Der Rückgabewert von `__str__()` gibt an, was `str(obj)` zurückgeben soll, z.B.:

listings/v6_klassen26.py

```
class Konto:
    def __init__(self, guthaben, iban):
        self.guthaben = guthaben
        self.iban = iban

    def __str__(self):
        return 'IBAN:␣{}\nGuthaben:␣{}'.format(self.iban, self.guthaben)

k = Konto(50, 'CH42␣4738␣2934␣9267␣0878␣5')
print(k) # Ausgabe:
# IBAN: CH42 4738 2934 9267 0878 5
# Guthaben: 50
```

17.6.2 Numerische Datentypen emulieren

`https://docs.python.org/3/reference/datamodel.html#emulating-numeric-types`
Der Rückgabewert von `__float__()` gibt an, was `float(obj)` zurückgeben soll.
Mit der `__add__()`-Methode wird der + Operator überladen.
Mit der `__sub__()`-Methode wird der - Operator überladen.

listings/v6_klassen27.py

```
class Konto:
    def __init__(self, guthaben, iban):
        self.guthaben = guthaben
        self.iban = iban

    def __float__(self):
        return float(self.guthaben)

    def __add__(self, other):
        return self.guthaben + other.guthaben

    def __sub__(self, other):
        return self.guthaben - other.guthaben
```

```
k1 = Konto(50, 'CH42 4738 2934 9267 0878 5')
k2 = Konto(23, 'CH27 1036 5802 2994 9234 3')
print('float(k1) =', float(k1)) # Ausgabe: float(k1) = 50.0
print('float(k2) =', float(k2)) # Ausgabe: float(k2) = 23.0
print('k1 + k2 =', k1 + k2) # Ausgabe: k1 + k2 = 73
print('k1 - k2 =', k1 - k2) # Ausgabe: k1 - k2 = 27
```

17.7 Klassen testen

- Klassen werden in separate Pythondateien gespeichert
- Testcode in die gleiche Datei integrieren
- Testcode in eine `if`-Anweisung platzieren:

listings/v6_klassen28.py

```
if __name__ == '__main__':
    Testcode
```

listings/v6_my_module.py

```
# -*- coding: utf-8 -*-
print('Dies ist {}:\n__name__ = {}'.format(__file__, __name__))

class MeineKlasse:
    def __init__(self, name):
        self.name = name

    def gruss(self):
        print('Hallo', self.name)

# ------------------------------------------------------------------------
if __name__ == '__main__':
    k = MeineKlasse('Python')
    k.gruss()

# Konsolen-Ausgabe:
# Dies ist C:/Users/Noah/Documents/GitHub/Python_Zusammenfassung/listings/v6_my_module.py:
# __name__ = __main__
# Hallo Python
```

listings/scripts/my_other_module.py

```
# -*- coding: utf-8 -*-
print('Dies ist {}:\n__name__ = {}'.format(__file__, __name__))

class Bank:
    def __init__(self):
        self.__guthaben = 0

    @property
    def guthaben(self):
        print('Das Guthaben wurde abgefragt.')
        return self.__guthaben

    @guthaben.setter
    def guthaben(self, n):
        self.__guthaben = n
        print('Das Guthaben wurde auf {} geaendert.'.format(self.__guthaben))

# --- Klasse testen -----------------------------------------------------
if __name__ == '__main__':
    b = Bank()
    b.guthaben = 1000
    print(b.guthaben)

# Konsolen-Ausgabe:
```

```
# Dies ist C:/Users/Noah/Documents/GitHub/Python_Zusammenfassung/listings/scripts/my_other_module.py
    :
# __name__ = __main__
# Das Guthaben wurde auf 1000 geaendert.
# Das Guthaben wurde abgefragt.
# 1000
```

17.8 Eigenes Modul importieren

- Klasse aus einer separaten Pythondatei importieren
  - aus dem gleichen Verzeichnis
  - aus einem anderen Verzeichnis

`https://docs.python.org/3/tutorial/modules.html`

17.8.1 Aus dem gleichen Verzeichnis

listings/v6_klassen29.py

```
from my_module import MeineKlasse
# Ausgabe: Dies ist C:\Users\Noah\switchdrive\Python\vorlesung\w06\code\my_module.py:
# __name__ = my_module
m = MeineKlasse('Python User')
m.gruss() # Ausgabe: Hallo Python User
```

17.8.2 Aus einem andere Verzeichnis

listings/v6_klassen30.py

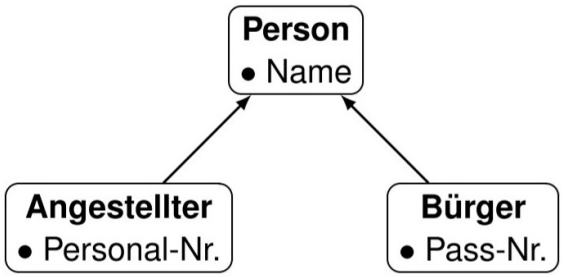
```
import sys
sys.path.append('scripts')
print('\n'.join(sys.path))  # Liste der Suchorte
# Ausgabe: *alle in Frage kommenden Verzeichnisse*

from my_other_module import Bank # Ausgabe:
# Dies ist scripts\my_other_module.py:
# __name__ = my_other_module
b = Bank()
b.guthaben = 500.0 # Ausgabe: Das Guthaben wurde auf 500.0 geaendert.
```

Lektion 7: Vererbungen und Mehrfachvererbungen

18 Vererbung

- eine neue Klasse aus einer bestehenden Klasse ableiten:
- **Person** ist eine:
  Oberklasse, Basisklasse, Elternklasse oder Superklasse
- **Angestellter** und **Bürger** sind eine:
  Unterklasse, abgeleitete Klasse, Kindklasse oder Subklasse



- Superklasse/Basisklasse:

listings/v7_vererbung1.py

```
class Person:
    pass
```

- Für die Vererbung: Superklasse in runden Klammern angeben
- Subklasse/abgeleitete Klasse:

listings/v7_vererbung2.py

```
class Angestellter(Person):
    pass
```

- Variablen und Methoden (`public` und `pretected`) werden direkt übernommen:

listings/v7_vererbung3.py

```
class Person:
    var = 123

    def func(self):
        print('Person')

class Angestellter(Person):
    pass


a = Angestellter()
print(a.var) # Ausgabe: 123
a.func() # Ausgabe: Person
```

- Methoden werden überschrieben, falls sie gleich heissen:

listings/v7_vererbung4.py

```
class Person:
    def func(self):
        print('Person')

class Angestellter(Person):
    def func(self):
        print('Angestellter')


a = Angestellter()
a.func() # Ausgabe: Angestellter
```

- Zugriff auf die Superklasse mit `super()`

listings/v7_vererbung5.py

```
class Person:
```

```
    def func(self):
        print('Person')

class Angestellter(Person):
    def func(self):
        super().func()
        print('Angestellter')


a = Angestellter()
a.func() # Ausgabe:
# Person
# Angestellter
```

18.1 Beispiel

listings/v7_vererbung6.py

```
class Person:
    def __init__(self, name):
        self.name = name
        print('__init__()␣von␣Person')
```

Die Person-Klasse instanzieren:

listings/v7_vererbung7.py

```
p = Person('Laura') # Ausgabe: __init__() von Person
print(p.name) # Ausgabe: Laura
```

Angestellte-Klasse erbt von der Person-Klasse:

listings/v7_vererbung8.py

```
class Angestellter(Person):
    def __init__(self, name, personalnummer):
        # Initialisierungsmethode der Superklasse aufrufen
        super().__init__(name)
        # oder Person.__init__(self, name)
        self.personalnummer = personalnummer
        print('__init__()␣von␣Angestellter')
```

Die Angestellter-Klasse instanzieren:

listings/v7_vererbung9.py

```
a = Angestellter('Max', 123456) # Ausgabe:
# __init__() von Person
# __init__() von Angestellter

print(a.name) # Ausgabe: Max
print(a.personalnummer) # Ausgabe: 123456
```

18.2 `public`, `protected` und `private`

Die Konvention ist wie folgt:

`public`: für für öffentliche Variablen und Methoden

`protected`: (1 führender Unterstrich) für nicht-öffentliche Variablen und Methoden

`private`: (2 führende Unterstriche) für nicht-öffentliche Variablen und Methoden, um Namenskonflikte in Subklassen zu vermeiden

`https://www.python.org/dev/peps/pep-0008/#method-names-and-instance-variables`

listings/v7_vererbung10.py

```
class SuperKlasse:
    def __init__(self):
        self.pub = 'public Variable'
        self._prot = 'protected Variable'
        self.__priv = 'private Variable'

    def pub_func(self):
        print('public Methode')

    def _prot_func(self):
        print('protected Methode')

    def __priv_func(self):
        print('private Methode')

class SubKlasse(SuperKlasse):
    def __init__(self):
        self.pub_func()
        self._prot_func()
        self.__priv_func()  # nicht erreichbar, kann in der Subklasse wiederbenutzt werden


sub = SubKlasse() # Ausgabe:
# public Methode
# protected Methode

# ---------------------------------------------------------------------------
# AttributeError                            Traceback (most recent call last)
# <ipython-input-12-479270c9858a> in <module>
# ----> 1 sub = SubKlasse()

# <ipython-input-11-1794f0b16121> in __init__(self)
#       3         self.pub_func()
#       4         self._prot_func()
# ----> 5         self.__priv_func()  # nicht erreichbar, kann in der Subklasse wiederbenutzt werden

# AttributeError: 'SubKlasse' object has no attribute '_SubKlasse__priv_func'
```

19 Mehrfachvererbung

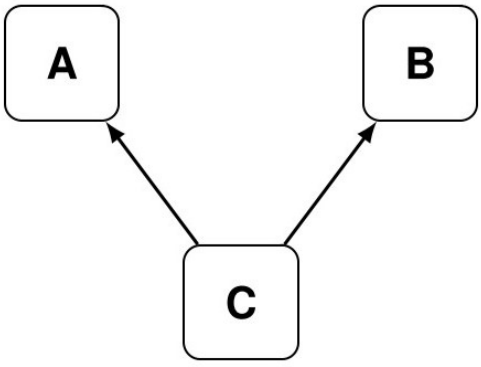
- Eine Subklasse kann von mehreren Superklassen erben:

listings/v7_vererbung11.py

```
class A:
    pass

class B:
    pass

class C(A, B):
    pass
```



Am besten die `_init_`-Methode der Klassen kooperativ machen, d.h.

- immer `super()` benutzen
- Schlüsselwort-Argumente benutzen
- unbenutzte Schlüsselwort-Argumente weitergeben (`**kwargs`)

listings/v7_vererbung12.py

```
class Fahrzeug:
    def __init__(self, antrieb, **kwargs):
        print('Fahrzeug.__init__(),', 'kwargs =', kwargs)
```

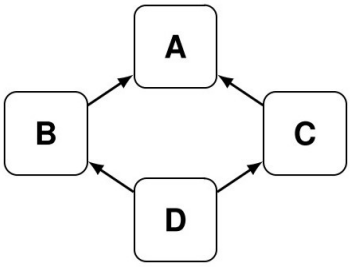
```
        super().__init__(**kwargs)
        self.antrieb = antrieb

class Computer:
    def __init__(self, display, **kwargs):
        print('Computer.__init__(),', 'kwargs␣=', kwargs)
        super().__init__(**kwargs)
        self.display = display

class Tesla(Fahrzeug, Computer):
    def __init__(self, display, dual_motor, **kwargs):
        print('Tesla.__init__()')
        super().__init__(
            antrieb='elektrisch',
            display=display,
            **kwargs
        )
        self.dual_motor = dual_motor


t = Tesla(display='17␣Zoll', dual_motor=True) # Ausgabe:
# Tesla.__init__()
# Fahrzeug.__init__(), kwargs = {'display': '17 Zoll'}
# Computer.__init__(), kwargs = {}
t.__dict__ # Ausgabe: {'display': '17 Zoll', 'antrieb': 'elektrisch', 'dual_motor': True}
```

- `super()` ruft automatisch die Methode der nächsten Klasse auf
- Method Resolution Order (MRO) → C4 Superclass Linearization (`https://en.wikipedia.org/wiki/C3_linearizatio`)
- Diamond-Problem ist kein Problem mit `super()`



19.0.1 MRO

Mehrfachvererbung in Diamant-Anordung:

listings/v7_vererbung13.py

```
class A:
    def __init__(self):
        print("A.__init__")
        super().__init__()

class B(A):
    def __init__(self):
        print("B.__init__")
        super().__init__()

class C(A):
    def __init__(self):
        print("C.__init__")
        super().__init__()

class D(B, C):
    def __init__(self):
        print("D.__init__")
        super().__init__()
```

`super()` ruft die Methoden der Reihe nach auf:

listings/v7_vererbung14.py

```
d = D() # Ausgabe:
# D.__init__
# B.__init__
```

```
# C.__init__
# A.__init__
```

Die Reihenfolge wird vom MRO-Algorithmus festgelegt:

listings/v7_vererbung15.py

```
D.mro() # Ausgabe: [__main__.D, __main__.B, __main__.C, __main__.A, object]
```