

# Programmieren in Python

## 4. Sequenzen: Strings, Tupel, Listen

Robert Mattmüller

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

Handlungsplanungs-Praktikum  
Wintersemester 2010/2011

### hello.py

```
# So langsam werden die Codebeispiele umfangreicher.
# "Richtige" Programme stelle ich in diesem Stil hier
# dar, nicht als Dialog mit dem Python-Interpreter.
#
# "Richtige" Programme sind komplizierter und muessen
# daher auch mal kommentiert werden. Also sollte
# ich sagen, wie man in Python kommentiert:
#
# Alles, was in einer Zeile auf einen Teppich (#)
# folgt, ist ein Kommentar.

print("Hello, world") # Somit ist dies das beruehmte
                      # "hello world"-Programm.
```

In dieser Lektion befassen wir uns mit einigen von Python's Sequenztypen:

- ▶ Strings: `str`
- ▶ (Unveränderliche) Tupel: `tuple`
- ▶ (Veränderliche) Listen: `list`

Außerdem lernen wir `for`-Schleifen kennen.

### Python-Interpreter

```
>>> first_name = "Johann"
>>> last_name = 'Gambolputty'
>>> name = first_name + " " + last_name
>>> print(name)
Johann Gambolputty
>>> print(name.split())
['Johann', 'Gambolputty']
>>> primes = [2, 3, 5, 7]
>>> print(primes[1], sum(primes))
3 17
>>> squares = (1, 4, 9, 16, 25)
>>> print(squares[1:4])
(4, 9, 16)
```

- ▶ Strings sind uns in kleineren Beispielen schon begegnet.
- ▶ Strings sind in Python grundsätzlich Unicode-Strings und entsprechen damit den Strings von Java.
- ▶ Strings werden meistens "auf diese Weise" angegeben. Später werden wir alternative Schreibweisen betrachten.

Tupel sind uns kurz am Rande begegnet, Listen noch gar nicht.

- ▶ Tupel und Listen sind Container für andere Objekte. Sie sind grob vergleichbar mit Vektoren in C++/Java.
- ▶ Tupel werden in runden, Listen in eckigen Klammern notiert: (2, 1, "Risiko") vs. ["red", "green", "blue"].
- ▶ Tupel und Listen können beliebige Objekte enthalten, natürlich auch andere Tupel und Listen: ([18, 20, 22, "Null"], [("spam", [])])
- ▶ Der Hauptunterschied zwischen Tupeln und Listen:
  - ▶ Listen sind *veränderlich* (mutable).  
Man kann Elemente anhängen, einfügen oder entfernen.
  - ▶ Tupel sind *unveränderlich* (immutable).  
Ein Tupel ändert sich nie, es enthält immer dieselben Objekte in derselben Reihenfolge. (Allerdings können sich die *enthaltenen* Objekte verändern, z.B. bei Tupeln von Listen.)

- ▶ Die Klammern um Tupel sind *optional*, sofern sie nicht gebraucht werden um Mehrdeutigkeiten aufzulösen:

### Python-Interpreter

```
>>> mytuple = 2, 4, 5
>>> print(mytuple)
(2, 4, 5)
>>> mylist = [(1, 2), (3, 4)] # Klammern notwendig
```

- ▶ Achtung Anomalie: Einelementige Tupel schreibt man ("so",).
- ▶ So erklärt sich die früher gesehene simultane Zuweisung:  
Bei `a, b = 2, 3` werden *Tupel* komponentenweise zugewiesen;  
daher der Name *Tuple Unpacking*.

- ▶ Tuple Unpacking funktioniert auch mit Listen und Strings und lässt sich sogar schachteln:

### Python-Interpreter

```
>>> [a, (b, c), (d, e), f] = (42, (6, 9), "do", [1, 2, 3])
>>> print(a, "*", b, "*", c, "*", d, "*", e, "*", f)
42 * 6 * 9 * d * o * [1, 2, 3]
```



- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge in einer bestimmten Reihenfolge und erlauben direkten Zugriff auf die einzelnen Komponenten mittels Indizierung.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Mitgliedschaftstest: `17 in [11,13,17,19]`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Mitgliedschaftstest: `17 in [11,13,17,19]`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

## Python-Interpreter

```
>>> print("Gambol" + "putty")
Gambolputty
>>> mylist = ["spam", "egg"]
>>> print(["spam"] + mylist)
['spam', 'spam', 'egg']
>>> primes = (2, 3, 5, 7)
>>> print(primes + primes)
(2, 3, 5, 7, 2, 3, 5, 7)
>>> print(mylist + primes)
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
TypeError: can only concatenate list (not "tuple") to list
>>> print(mylist + list(primes))
['spam', 'egg', 2, 3, 5, 7]
```

- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Mitgliedschaftstest: `17 in [11,13,17,19]`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

## Python-Interpreter

```
>>> print("*" * 20)
```

```
*****
```

```
>>> print([None, 2, 3] * 3)
```

```
[None, 2, 3, None, 2, 3, None, 2, 3]
```

```
>>> print(2 * ("parrot", ["is", "dead"]))
```

```
('parrot', ['is', 'dead'], 'parrot', ['is', 'dead'])
```

- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

# Indizierung

- ▶ Sequenzen können von vorne und von hinten indiziert werden.
- ▶ Bei Indizierung von vorne hat das vorderste Element Index 0.
- ▶ Zur Indizierung von hinten verwendet man negative Indizes. Dabei hat das hinterste Element den Index  $-1$ .

## Python-Interpreter

```
>>> primes = (2, 3, 5, 7, 11, 13)
>>> print(primes[1], primes[-1])
3 13
>>> animal = "parrot"
>>> animal[-2]
'o'
>>> animal[10]
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
IndexError: string index out of range
```

## Wo sind die Zeichen?

- ▶ In Python gibt es keinen eigenen Datentyp für Zeichen (*chars*). Für Python ist ein Zeichen einfach ein String der Länge 1.

### Python-Interpreter

```
>>> food = "spam"
>>> food
'spam'
>>> food[0]
's'
>>> type(food)
<class 'str'>
>>> type(food[0])
<class 'str'>
>>> food[0][0][0][0][0]
's'
```



- ▶ Listen kann man per Zuweisung an Indizes verändern:

### Python-Interpreter

```
>>> primes = [2, 3, 6, 7, 11]
>>> primes[2] = 5
>>> print(primes)
[2, 3, 5, 7, 11]
>>> primes[-1] = 101
>>> print(primes)
[2, 3, 5, 7, 101]
```

- ▶ Auch hier müssen die entsprechenden Indizes existieren.

- ▶ Tupel und Strings sind unveränderlich:

### Python-Interpreter

```
>>> food = "ham"
```

```
>>> food[0] = "j"
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: 'str' object does not support item assignment
```

```
>>> pair = (10, 3)
```

```
>>> pair[1] = 4
```

```
Traceback (most recent call last):
```

```
  File "<stdin>", line 1, in <module>
```

```
TypeError: 'tuple' object doesn't support item assignment
```

- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Mitgliedschaftstest: `17 in [11,13,17,19]`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

- ▶ `item in seq` (`seq` ist ein Tupel oder eine Liste):  
Liefert `True`, wenn `seq` das Element `item` enthält.  
**[Achtung:]** Lineare Iterierung, Laufzeit  $O(n)$ .
- ▶ `substring in string` (`string` ist ein String):  
Liefert `True`, wenn `string` den Teilstring `substring` enthält.

### Python-Interpreter

```
>>> print(2 in [1, 4, 2])
True
>>> if "spam" in ("ham", "eggs", "sausage"):
...     print("tasty")
...
>>> print("m" in "spam", "ham" in "spam", "pam" in "spam")
True False True
```

- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Mitgliedschaftstest: `17 in [11,13,17,19]`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

- ▶ *Slicing* ist das Ausschneiden von „Scheiben“ aus einer Sequenz:

## Python-Interpreter

```
>>> primes = [2, 3, 5, 7, 11, 13]
>>> print(primes[1:4])
[3, 5, 7]
>>> print(primes[:2])
[2, 3]
>>> print("egg, sausage and bacon"[-5:])
bacon
```

- ▶ `seq[i:j]` liefert den Bereich  $[i, j)$ , also die Elemente an den Positionen  $i, i + 1, \dots, j - 1$ :  
`("do", "re", 5, 7)[1:3] == ("re", 5)`
- ▶ Lässt man  $i$  weg, beginnt der Bereich an Position 0:  
`("do", "re", 5, 7)[:3] == ("do", "re", 5)`
- ▶ Lässt man  $j$  weg, endet der Bereich am Ende der Folge:  
`("do", "re", 5, 7)[1:] == ("re", 5, 7)`
- ▶ Lässt man beide weg, erhält man eine Kopie der gesamten Folge:  
`("do", "re", 5, 7)[::] == ("do", "re", 5, 7)`

- ▶ Beim Slicing gibt es keine Index-Fehler: Bereiche jenseits des Endes der Folge sind einfach leer:

### Python-Interpreter

```
>>> "spam" [2:10]
'am'
>>> "spam" [-6:3]
'spa'
>>> "spam" [7:]
''
```

- ▶ Auch beim Slicing kann man „von hinten zählen“. So erhält man die drei letzten Elemente einer Folge z.B. mit `seq[-3:]`.



- ▶ Beim sogenannten *erweiterten Slicing* kann man zusätzlich noch eine Schrittweite angeben:

### Python-Interpreter

```
>>> zahlen = [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
>>> zahlen[1:7:2]
[1, 3, 5]
>>> zahlen[1:8:2]
[1, 3, 5, 7]
>>> zahlen[7:2:-1]
[7, 6, 5, 4, 3]
>>> zahlen[::-1]
[9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 0]
```

- ▶ Bei Listen kann man auch *Slice-Zuweisungen* durchführen, d.h. einen Teil einer Liste durch eine andere Sequenz ersetzen:

### Python-Interpreter

```
>>> dish = ["ham", "sausage", "eggs", "bacon"]
>>> dish[1:3] = ["spam", "spam"]
>>> print(dish)
["ham", "spam", "spam", "bacon"]
>>> dish[:1] = ["spam"]
>>> print(dish)
["spam", "spam", "spam", "bacon"]
```

## Slicing: Zuweisungen an Slices (2)

- ▶ Die zugewiesene Sequenz muss nicht gleich lang sein wie der zu ersetzende Bereich. Beide dürfen sogar leer sein:

### Python-Interpreter

```
>>> print(dish)
["spam", "spam", "spam", "bacon"]
>>> dish[1:4] = ["baked beans"]
>>> print(dish)
["spam", "baked beans"]
>>> dish[1:1] = ["sausage", "spam", "spam"]
>>> print(dish)
["spam", "sausage", "spam", "spam", "baked beans"]
>>> dish[2:4] = []
>>> print(dish)
["spam", "sausage", "baked beans"]
```

- ▶ Bei Slices mit Schrittweite muss beides gleich lang sein.

- ▶ Statt einem Slice eine leere Sequenz zuzuweisen, kann man auch die del-Anweisung verwenden, die einzelne Elemente oder Slices entfernt:

### Python-Interpreter

```
>>> primes = [2, 3, 5, 7, 11, "spam", 13]
>>> del primes[-2]
>>> primes
[2, 3, 5, 7, 11, 13]
>>> months = ["april", "may", "grune", "sectober", "june"]
>>> del months[2:4]
>>> months
['april', 'may', 'june']
```

- ▶ Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten andere Dinge, und zwar in einer bestimmten Reihenfolge.
- ▶ Typen mit dieser Eigenschaft bezeichnet man als *Sequenztypen*, ihre Instanzen als *Sequenzen*.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- ▶ Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- ▶ Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamspam"`
- ▶ Indizierung: `"Python"[1] == "y"`
- ▶ Slicing: `"Monty Python's Flying Circus"[6:12] == "Python"`
- ▶ Iteration: `for x in "egg"`

- ▶ Zum Durchlaufen von Sequenzen verwendet man `for`-Schleifen:

## Python-Interpreter

```
>>> primes = [2, 3, 5, 7]
>>> product = 1
>>> for number in primes:
...     product = product * number
...
... print(product)
```

210

## Iteration (2)

- ▶ for funktioniert mit allen Sequenztypen:

### Python-Interpreter

```
>>> for character in "spam":
...     print(character * 2)
...
ss
pp
aa
mm
>>> for ingredient in ("spam", "spam", "egg"):
...     if ingredient == "spam":
...         print("tasty!")
...
tasty!
tasty!
```

- ▶ Wenn man eine Sequenz von Sequenzen durchläuft, kann man mehrere Schleifenvariablen gleichzeitig binden:

### Python-Interpreter

```
>>> couples = [("Justus", "Lys"), ("Peter", "Kelly"),
...             ("Bob", "Liz")]
>>> for x, y in couples:
...     print(x, "ist cool;", y, "nervt.")
...
Justus ist cool; Lys nervt.
Peter ist cool; Kelly nervt.
Bob ist cool; Liz nervt.
```

- ▶ Dies ist ein Spezialfall des früher gesehenen Tuple Unpacking.



Im Zusammenhang mit Schleifen sind die folgenden drei Anweisungen interessant:

- ▶ `break` beendet eine Schleife vorzeitig.
- ▶ `continue` beendet die aktuelle Schleifeniteration vorzeitig, d.h. springt zum Schleifenkopf und setzt die Schleifenvariable(n) auf den nächsten Wert.
- ▶ Außerdem können Schleifen (so wie `if`-Abfragen) einen `else`-Zweig aufweisen. Dieser wird nach Beendigung der Schleife ausgeführt, und zwar genau dann, wenn die Schleife *nicht* mit `break` verlassen wurde.

`break`, `continue` und `else` funktionieren genauso bei den bereits gesehenen `while`-Schleifen.

### break-continue-else.py

```
foods_and_amounts = [("sausage", 2), ("eggs", 0),
                     ("spam", 2), ("ham", 1)]

for food, amount in foods_and_amounts:
    if amount == 0:
        continue
    if food == "spam":
        print(amount, "tasty piece(s) of spam.")
        break
else:
    print("No spam!")

# Ausgabe:
# 2 tasty piece(s) of spam.
```

## Listen während der Iteration ändern

- ▶ Innerhalb einer Schleife sollte das durchlaufene Objekt nicht seine Größe ändern. Ansonsten kommt es zwar nicht zu Abstürzen wie evtl. in C++, aber doch zu verwirrenden Ergebnissen:

### Python-Interpreter

```
>>> numbers = [3, 5, 7]
>>> for n in numbers:
...     print(n)
...     if n == 3:
...         del numbers[0]
...
3
7
>>> print(numbers)
[5, 7]
```

## Listen während der Iteration ändern (2)

- ▶ Abhilfe kann man schaffen, indem man eine *Kopie* der Liste durchläuft:

### Python-Interpreter

```
>>> numbers = [3, 5, 7]
>>> for n in numbers[:]:
...     print(n)
...     if n == 3:
...         del numbers[0]
...
3
5
7
>>> print(numbers)
[5, 7]
```

Einige builtins tauchen häufig im Zusammenhang mit `for`-Schleifen auf und sollen hier nicht unerwähnt bleiben:

- ▶ `range`
- ▶ `enumerate`
- ▶ `zip`

- ▶ Bereichsobjekte sind spezielle iterierbare Objekte, die bestimmte Listen/Mengen von ints darstellen, und die vor allem für Schleifendurchläufe gedacht sind.
- ▶ range erzeugt solche Bereichsobjekte:
  - ▶ `range(stop)` ergibt `0, 1, ..., stop-1`
  - ▶ `range(start, stop)` ergibt `start, start+1, ..., stop-1`
  - ▶ `range(start, stop, step)` ergibt  
`start, start + step, start + 2 * step, ..., stop-1`

range spart gegenüber einer „echten“ Liste Speicherplatz, da gerade *keine* Liste angelegt werden muss.

## Python-Interpreter

```
>>> range(5)
range(0, 5)
>>> range(3, 30, 10)
range(3, 30, 10)
>>> list(range(3, 30, 10))
[3, 13, 23]
>>> for i in range(3, 6):
...     print(i, "** 3 =", i ** 3)
...
3 ** 3 = 27
4 ** 3 = 64
5 ** 3 = 125
>>> for i in range(3, 30, 10):
...     print(i)
...
3
13
23
```

- ▶ Manchmal möchte man beim Durchlaufen einer Sequenz wissen, an welcher Position man gerade ist.
- ▶ Dazu dient die Funktion `enumerate`, die eine Sequenz als Argument erhält und eine Folge von Paaren (`index`, `element`) liefert:

### Python-Interpreter

```
>>> for i, char in enumerate("egg"):
...     print("An Position", i, "steht ein", char)
...
An Position 0 steht ein e
An Position 1 steht ein g
An Position 2 steht ein g
```

- ▶ Auch `enumerate` erzeugt keine „richtige“ Liste, sondern ist vornehmlich für `for`-Schleifen gedacht. Genauer gesagt liefert `enumerate` einen *Iterator*. Iteratoren behandeln wir später.



- ▶ Die Funktion `zip` nimmt ein oder mehrere Sequenzen und liefert eine Liste von Tupeln mit korrespondierenden Elementen.
- ▶ Auch `zip` erzeugt keine „richtige“ Liste, sondern einen Iterator; will man daraus eine Liste erzeugen, muss man explizit den Listen-Konstruktor aufrufen.

### Python-Interpreter

```
>>> detectives = ["Justus", "Peter", "Bob"]
>>> girlfriends = ["Lys", "Kelly", "Liz"]
>>> print(list(zip(detectives, girlfriends)))
[('Justus', 'Lys'), ('Peter', 'Kelly'), ('Bob', 'Liz')]
```

- ▶ Besonders nützlich ist `zip`, um mehrere Sequenzen parallel zu durchlaufen:

## Python-Interpreter

```
>>> for x, y, z in zip("ham", "spam", range(5, 10)):  
...     print(x, y, z)  
...  
h s 5  
a p 6  
m a 7
```

- ▶ Sind die Eingabesequenzen unterschiedlich lang, ist das Ergebnis so lang wie die kürzeste Eingabe.