

Informatik I

21. Eingebaute Sequenztypen

Jan-Georg Smaus

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

1. Februar 2011

Dieses Kapitel wurde mit wenigen Änderungen aus den Materialien von **Malte Helmert**, **Robert Mattmüller**, **Gabi Röger** und **Felix Steffenhagen** übernommen, die bei diversen Python-Kursen in Freiburg zum Einsatz kamen.

Allgemeines

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Strings

Tupel und Listen

Tupel

Sequenzen

Unterstützte
Operationen

In diesem Kapitel befassen wir uns mit einigen von Python's Sequenztypen:

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

Außerdem lernen wir `for`-Schleifen besser kennen.

Beispiel zu Sequenzen

Python-Interpreter

```
>>> first_name = "John"
>>> last_name = 'Gambolputty'
>>> name = first_name + " " + last_name
>>> print(name)
John Gambolputty
>>> print(name.split())
['John', '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)
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Strings
Tupel und Listen
Tupel
Sequenzen

Unterstützte
Operationen

- Strings sind uns in kleineren Beispielen schon begegnet.
- Strings werden meistens "auf diese Weise" angegeben.
Es gibt noch alternative Schreibweisen.

- **Tupel** und **Listen** sind Container für andere Objekte.
- 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",).

Es ist in Python möglich, mehrere Variablen simultan zuzuweisen:

Python-Interpreter

```
>>> a, b = 2, 3
```

Hierbei werden **Tupel** komponentenweise zugewiesen.
Man nennt dies **Tuple Unpacking**.

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

- 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**.

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für
for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Unterstützte Operationen

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- **Verkettung:** `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- **Wiederholung:** `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamsam"`
- **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"`

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamsam"`
- 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']
```

Python-Interpreter

```
>>> 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]
```


Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamsam"`
- 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'])
```

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"`

- 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 .

Indizierung: Beispiele

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
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung
Wiederholung

Indizierung
Mitgliedschaftstest

Slicing
Iteration

Builtins für
for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Wo sind die Zeichen?

In Python gibt es keinen eigenen Typ 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'
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für
for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Indizierung: Zuweisung an Indizes I

- 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.

Indizierung: Zuweisung an Indizes II

- 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 does not support item  
assignment
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für
for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamsam"`
- 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"`

Mitgliedschaftstest: Der in-Operator

- `item in seq` (`seq` ist ein Tupel oder eine Liste):
Liefert `True`, wenn `seq` das Element `item` enthält.
Laufzeit hängt linear von der Länge der Liste ab.
- `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
```

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

- Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`
- Wiederholung: `2 * "spam" == "spam" * 2 == "spamsam"`
- 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)`

Slicing: Erklärung II

- 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:]`.

Slicing: Zuweisungen an Slices I

- 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 II

- 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"]
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für
for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Slicing und Listen: Die del-Anweisung

- 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']
```

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 II

- 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!
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für

for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Iteration: Mehrere Schleifenvariablen

- 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.

break, continue, else

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 und else: Beispiel

```
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.
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für
for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Listen während der Iteration ändern

- Innerhalb einer Schleife sollte das durchlaufene Objekt nicht seine Größe ändern. Ansonsten kommt es 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]
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für

for-Schleifen

Zusammen-
fassung

Listen während der Iteration ändern II

- 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]
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Allgemeines

Unterstützte
Operationen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Iteration

Builtins für

for-Schleifen

Zusammen-

fassung

Nützliche Funktionen im Zusammenhang mit for-Schleifen

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

- `range`
- `enumerate`

- **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 spart gegenüber einer "echten" Liste Speicherplatz, da gerade **keine** Liste angelegt werden muss.

range: Beispiele

Python-Interpreter

```
>>> range(5)
range(0, 5)
>>> list(range(5))
[0, 1, 2, 3, 4]
>>> for i in range(3, 6):
...     print(i, "** 3 =", i ** 3)
...
3 ** 3 = 27
4 ** 3 = 64
5 ** 3 = 125
```

enumerate

- 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.

- Wir haben Sequenztypen kennengelernt: **Tupel**, **Listen**, und **Strings**.
- Unterschied zwischen Tupel und Listen: Tupel sind unveränderlich, Listen sind veränderlich.
- Mit Sequenzen kann man allerhand Dinge tun: **Verkettung**, **Wiederholung**, **Indizierung**, **Mitgliedschaftstest**, **Slicing**, und **Iteration**.

- Wir haben Sequenztypen kennengelernt: **Tupel**, **Listen**, und **Strings**.
- Unterschied zwischen Tupel und Listen: Tupel sind unveränderlich, Listen sind veränderlich.
- Mit Sequenzen kann man allerhand Dinge tun: **Verkettung**, **Wiederholung**, **Indizierung**, **Mitgliedschaftstest**, **Slicing**, und **Iteration**.
- Python-Listen sind zu unterscheiden von verlinkten Listen: Python-Listen erlauben direkten Zugriff, aber Einfüge- und Entfernooperationen können teuer sein.
- Es wäre möglich, auch für verlinkte Listen die Iteration mittels **in** zu implementieren, aber wir werden es nicht tun.