

# Informatik I: Einführung in die Programmierung

## 6. Python-Programme; Sequenzen

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI  
FREIBURG**

Prof. Dr. Peter Thiemann

08. November 2022



# Programme

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Programme = konkretisierte Algorithmen?
- Ja, aber nicht immer!
- Folge von Anweisungen und Ausdrücken, die einen bestimmten Zweck erfüllen sollen.
  - Interaktion mit der Umwelt (Benutzer, Sensoren, Dateien)
  - Unter Umständen nicht terminierend (OS, Sensorknoten, ...)
  - Auf jeden Fall meistens länger als 4 Zeilen!

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



# Programme schreiben

Programme

**Programme  
schreiben**

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Umbrechen, wenn Zeilen zu lang.
- Implizite Fortsetzung mit öffnenden Klammern und Einrückung (siehe PEP8):

## Lange Zeilen

```
foo = long_function_name(var_one, var_two,  
                          var_three, var_four)  
  
def long_function_name(  
    var_one, var_two, var_three,  
    var_four):  
    print(var_one)
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Kommentiere dein Programm!
- Programme werden öfter **gelesen** als geschrieben!
- Auch der Programmierer selbst vergisst. . .
- Nicht das Offensichtliche kommentieren, sondern Hintergrundinformationen:  
**Warum ist das Programm so geschrieben und nicht anders?**
- Möglichst in Englisch kommentieren.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Der Rest einer Zeile nach # ist Kommentar.
- Blockkommentare: Zeilen, die jeweils mit # beginnen und genauso wie die restlichen Zeilen eingerückt sind beziehen sich auf die folgenden Zeilen.

## Block-Kommentare

```
def fib(n : int) -> int:  
  # this is a double recursive function  
  # runtime is exponential in the argument  
  if n == 0:
```

- Fließtext-Kommentare kommentieren einzelne Zeilen.

## Schlechte und gute Kommentare

```
x = x + 1 # Increment x (BAD)  
y = y + 1 # Compensate for border (GOOD)
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- #-Kommentare sind nur für den Leser.
- **docstring**-Kommentare geben dem Programmierer Informationen.
- Ist der erste Ausdruck in einer Funktion  $f$  oder einem Programm (Modul) ein String, so wird dieser der *docstring* der Funktion, der beim Aufruf von `help(f)` ausgegeben wird.
- Konvention: Benutze den mit drei "-Zeichen eingefassten String, der über mehrere Zeilen gehen kann.

```
docstring
```

```
def fib(n):  
    """Computes the n-th Fibonacci number.  
    The argument must be a positive integer.  
    """  
    ...
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration





# Programme entwickeln

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

IDE

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

# IDE = Integrated development environment



Editor aufrufen, Programm in der Shell starten, wieder Editor starten, ...

IDEs sind einsetzbar für:

- Projektverwaltung
- Programm editieren
- Ausführen
- Testen und *Debuggen*
- Dokumentation erzeugen
- ...

Gibt es in den verschiedensten Komplexitäts- und Qualitätsabstufungen.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

IDE

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Programme bearbeiten mit **Texteditor** (nicht Word!), möglichst mit integrierter Syntaxprüfung.
- Oder mit IDE: IDLE oder VisualStudioCode oder ...
- Werden Zeilen zu lang, müssen sie **umgebrochen** werden.
- **Kommentare** sind hilfreich, um das Programm zu verstehen.
- Es gibt Block-, Fließtext und `docstring`-Kommentare

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

IDE

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



# Sequenzen

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

**Sequenzen**

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



## Sequenztypen in Python

- Strings: `str`
- Tupel: `tuple`
- Listen: `list`

## Programmieren mit Sequenzen

- Gemeinsame Operationen
- Iteration (`for`-Schleifen)

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

**Sequenzen**

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

# Beispiel zu Sequenzen



```
>>> 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)
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

**Sequenzen**

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



<code>s1 + s2</code>	Verkettung von <b>Sequenzen</b>
<code>s[0]</code>	Indizierung ab 0 (Zugriff aufs erste Element)
<code>s[1:3]</code>	Teilsequenz (vom 2. bis 4. Element)

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

**Sequenzen**

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Kennen wir schon...

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

**Strings**

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration





- Sowohl ein **Tupel** als auch eine **Liste** ist eine **Sequenz von Objekten**.
- 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", [])])

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



## Hauptunterschied zwischen Listen und Tupeln

- **Listen** sind *veränderlich* (mutable).  
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.)

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Klammern um Tupel können weggelassen werden, sofern dadurch keine Mehrdeutigkeit entsteht:

```
>>> mytuple = 2, 4, 5
>>> print(mytuple)
(2, 4, 5)
>>> mylist = [(1, 2), (3, 4)] # Klammern notwendig
>>> onetuple = (42,)
>>> print(onetuple)
(42,)
```

- **Ausnahme:** Ein-elementige Tupel schreiben sich so (42,).

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Strings

Listen und Tupel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Die Anweisung `a, b = 2, 3` ist eine komponentenweise Zuweisung von *Tupeln* (**Tuple Unpacking** < **Pattern Matching**).

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Strings

Listen und Tupel

**Tuple Unpacking**

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Die Anweisung `a, b = 2, 3` ist eine komponentenweise Zuweisung von *Tupeln* (**Tuple Unpacking** < **Pattern Matching**).
- Gleichwertig zu `a = 2` gefolgt von `b = 3`.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Strings

Listen und Tupel

**Tuple Unpacking**

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



- Die Anweisung `a, b = 2, 3` ist eine komponentenweise Zuweisung von *Tupeln* (**Tuple Unpacking** < **Pattern Matching**).
- Gleichwertig zu `a = 2` gefolgt von `b = 3`.
- Tuple Unpacking funktioniert auch mit Listen und Strings und lässt sich sogar schachteln:

```
>>> [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]
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Strings

Listen und Tuplel

Tuple Unpacking

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration



# Operationen auf Sequenzen

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

**Operationen  
auf  
Sequenzen**

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



- Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten untergeordnete Objekte in einer bestimmten Reihenfolge und erlauben direkten Zugriff auf die einzelnen Komponenten mittels Indizierung.
- Typen mit dieser Eigenschaft heißen **Sequenztypen**, ihre Instanzen **Sequenzen**.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration





- Strings, Tupel und Listen haben etwas gemeinsam: Sie enthalten untergeordnete Objekte in einer bestimmten Reihenfolge und erlauben direkten Zugriff auf die einzelnen Komponenten mittels Indizierung.
- Typen mit dieser Eigenschaft heißen **Sequenztypen**, ihre Instanzen **Sequenzen**.

Sequenztypen unterstützen die folgenden Operationen:

Verkettung: `"Gambol" + "putty" == "Gambolputty"`

Wiederholung: `2 * "spam" == "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"`

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



```
>>> 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]
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

**Verkettung**  
Wiederholung  
Indizierung  
Mitgliedschaftstest  
Slicing

Typkonversion  
Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



```
>>> print("*" * 20)
*****
>>> print([None, 2, 3] * 3)
[None, 2, 3, None, 2, 3, None, 2, 3]
>>> print(2 * ("Artur", ["est", "mort"]))
('Artur', ['est', 'mort'], 'Artur', ['est', 'mort'])
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

**Wiederholung**

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



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

```
>>> 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
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

**Indizierung**

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration

# Test auf Mitgliedschaft: Der in-Operator



■ `item in seq` (seq ist ein Tupel oder eine Liste):  
True, wenn seq das Element item enthält.

■ `substring in string` (string ist ein String):  
True, wenn string den Teilstring substring enthält.

```
>>> 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
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf

Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration

# Slicing

Ausschneiden von ‚Scheiben‘ aus einer Sequenz



```
>>> 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
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung  
Wiederholung  
Indizierung  
Mitgliedschaftstest

**Slicing**

Typkonversion  
Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



- $seq[i:j]$  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)
- Ohne  $i$  beginnt der Bereich an Position 0:  
("do", "re", 5, 7)[:3] == ("do", "re", 5)
- Ohne  $j$  endet der Bereich am Ende der Folge:  
("do", "re", 5, 7)[1:] == ("re", 5, 7)
- Der slice Operator  $[:]$  liefert eine **Kopie** der Folge:  
("do", "re", 5, 7)[: ] == ("do", "re", 5, 7)

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung  
Wiederholung  
Indizierung  
Mitgliedschaftstest  
Slicing

Typkonversion  
Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



- Beim Slicing gibt es keine Indexfehler. Bereiche jenseits des Endes der Folge sind leer.

```
>>> "spam"[2:10]
```

```
' am '
```

```
>>> "spam"[-6:3]
```

```
' spa '
```

```
>>> "spam"[7:]
```

```
''
```

- Auch Slicing kann ‚von hinten zählen‘.  
Z.B. liefert `seq[-3:]` die drei letzten Elemente.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration





`list` und `tuple` konvertieren zwischen den Sequenztypen. `str`: Druckversion.

```
>>> tuple([0, 1, 2])
(0, 1, 2)
>>> list(('spam', 'egg'))
['spam', 'egg']
>>> list('spam')
['s', 'p', 'a', 'm']
>>> tuple('spam')
('s', 'p', 'a', 'm')
>>> str(['a', 'b', 'c'])
"['a', 'b', 'c']"
>>> "".join(['a', 'b', 'c'])
'abc'
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf

Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

**Typkonversion**

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



- `sum(seq)`:  
Berechnet die Summe einer Zahlensequenz.
- `min(seq), min(x, y, ...)`:  
Berechnet das Minimum einer Sequenz (erste Form)  
bzw. der Argumente (zweite Form).
  - Sequenzen werden lexikographisch verglichen.
  - Der Versuch, das Minimum konzeptuell unvergleichbarer Typen (etwa Zahlen und Listen) zu bilden, führt zu einem `TypeError`.
- `max(seq), max(x, y, ...)`:  $\rightsquigarrow$  analog zu `min`

```
>>> max([1, 23, 42, 5])
42
>>> sum([1, 23, 42, 5])
71
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



- `any(seq)`:  
Äquivalent zu `elem1 or elem2 or elem3 or ...`, wobei `elemi` die Elemente von `seq` sind und nur `True` oder `False` zurück geliefert wird.
- `all(seq)`:  $\rightsquigarrow$  analog zu `any`, aber mit `elem1 and elem2 and elem3 and ...`

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



- `len(seq)`:  
Berechnet die Länge einer Sequenz.
- `sorted(seq)`:  
Liefert eine Liste, die dieselben Elemente hat wie `seq`, aber (stabil) sortiert ist.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Verkettung

Wiederholung

Indizierung

Mitgliedschaftstest

Slicing

Typkonversion

Weitere Sequenz-  
Funktionen

Iteration



# Iteration

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

**Iteration**

Nützliche  
Funktionen

# Iteration

Durchlaufen von Sequenzen mit der `for`-Schleife



```
>>> primes = [2, 3, 5, 7]
>>> product = 1
>>> for number in primes:
...     product *= number
...
>>> print(product)
210
```

Visualisierung

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

**Iteration**

Nützliche  
Funktionen

# Iteration (2)

for funktioniert mit allen Sequenztypen



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

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

**Iteration**

Nützliche  
Funktionen



```
1 for var in expr:  
2     block
```

- `for` und `in` sind Schlüsselworte
- Zeile 1: **Schleifenkopf**
- Zeile 2-: **Schleifenrumpf** `block` eine oder mehrere Anweisungen
- **Schleifenvariable**: `var` im Schleifenkopf
- **Schleifeniteration**: ein Durchlauf (Ausführung) des Schleifenrumpfs

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen





Die drei folgenden Anweisungen beeinflussen den Ablauf der Schleife:

- **break** im Schleifenrumpf beendet die Schleife vorzeitig.
- **continue** im Schleifenrumpf beendet die aktuelle Schleifeniteration vorzeitig, d.h. springt zum Schleifenkopf und setzt die Schleifenvariable auf den nächsten Wert.
- Schleifen können einen **else-Zweig** haben. Dieser wird nach Beendigung der Schleife ausgeführt, und zwar genau dann, wenn die Schleife *nicht* mit **break** verlassen wurde.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen

# break, continue und else: Beispiel



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

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

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



Einige Funktionen tauchen häufig im Zusammenhang mit `for`-Schleifen auf:

- `range`
- `zip`
- `reversed`

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



- Konzeptuell erzeugt `range` eine Folge von Indizes für Schleifendurchläufe:
  - `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` erzeugt *keine* Liste, sondern einen sog. **Iterator** (später).

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen

# range: Beispiele



```
>>> 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
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



- Die Funktion `zip` nimmt eine oder mehrere Sequenzen und liefert eine Liste von Tupeln mit korrespondierenden Elementen.
- Auch `zip` erzeugt keine Liste, sondern einen Iterator; `list` erzeugt daraus eine richtige Liste.

```
>>> meat = ["spam", "ham", "beacon"]
>>> sidedish = ["spam", "pasta", "chips"]
>>> print(list(zip(meat,sidedish)))
[('spam', 'spam'), ('ham', 'pasta'), ('beacon', 'chips')]
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



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

```
>>> for xyz in zip("ham", "spam", range(5, 10)):  
...     x, y, z = xyz  
...     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.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



- Die Funktion `reversed` ermöglicht das Durchlaufen einer Sequenz in umgekehrter Richtung.

```
>>> for x in reversed("ham"):  
...     print(x)  
...  
m  
a  
h
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen





## Fakultätsfunktion

Zu einer positiven ganzen Zahl soll die Fakultät berechnet werden.

$$0! = 1 \qquad (n + 1)! = (n + 1) \cdot n! \qquad (1)$$

## Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Entwickle eine Funktion `fact`, die die Fakultät einer positiven ganzen Zahl berechnet. Eingabe ist

- `n : int` (mit `n >= 0`)

Ausgabe ist ein `int`.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



## Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def fact(  
    n : int # assume n >= 0  
    ) -> int  
    # fill in  
    return
```

## Schritt 3: Beispiele

```
assert fact(0) == 1  
assert fact(1) == 1  
assert fact(3) == 6
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



```
def fact(  
    n : int  
    ) -> int:  
    result = 1  
    for i in range(1, n+1):  
        result = result * i  
    return result
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



## Produkt einer Sequenz

Aus einer Sequenz von Zahlen soll das Produkt der Zahlen berechnet werden.

## Schritt 1: Bezeichner und Datentypen

Entwickle eine Funktion `product`, die das Produkt einer Liste von Zahlen berechnet. Eingabe ist

- `xs : list[float]`

Ausgabe ist wieder eine Zahl `float`, das Produkt der Elemente der Eingabe.

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



## Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def product(  
    xs : Sequence[Number]  
    ) -> Number:  
    # fill in  
    return
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



## Schritt 2: Funktionsgerüst

```
def product(  
    xs : Sequence[Number]  
    ) -> Number:  
    # fill in  
    return
```

## Schritt 3: Beispiele

```
assert(product([]) == 1)  
assert(product([42]) == 42)  
assert(product([3,2,1]) == 6)  
assert(product([1,-1,1]) == -1)
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



Ist ein Argument eine Sequenz (Liste, Tupel, String, ...), dann ist es naheliegend, dass diese Sequenz durchlaufen wird.

```
def product(  
    xs : Sequence[Number]  
    ) -> Number:  
    # fill in  
    for x in xs:  
        ... # fill in action for each element  
    return
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen



```
def product(  
    xs : Sequence[Number]  
    ) -> Number:  
    result = 1    # product([])  
    for x in xs:  
        result = result * x  
    return result
```

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen





- **Sequenzen**: Oberbegriff für Strings, Tupel und Listen
- Listen sind veränderlich, Tupel nicht
- Zuweisung an mehrere Variable mit **Tuple unpacking**
- Sequenzoperationen: Verkettung, Wiederholung, Indizierung, Mitgliedschaft, Slicing und Iteration
- Iteration mit der `for`-Schleife
- Checkliste für Programmierung mit Iteration

Programme

Programme  
schreiben

Programme  
entwickeln

Sequenzen

Operationen  
auf  
Sequenzen

Iteration

Nützliche  
Funktionen