

# Python Syntax

## Vorkurs Bauingenieurwesen - Informatik

### Rechnen

Zeichen	Beschreibung	Beispiel	Ergebnis
+	Plus	4 + 5	9
-	Minus	12 - 7	5
*	Mal	3 * 6	18
/	Geteilt (exakt)	5 / 2	2.5
//	Geteilt (abgerundet)	5 // 2	2
%	Rest	5 % 2	1
**	Hoch	10 ** 3	1000

### Variablen

Eine Variable ist ein Name für ein Speicherort.

```
# lege einen neuen Speicherort mit name "friedhelm" an,  
# speichere dort vorerst die Zahl 3.  
friedhelm = 3
```

```
# überschreibe was an Speicherort "friedhelm" steht  
# mit dem Ergebnis der Rechnung (also der Zahl 26)  
friedhelm = 4 * 5 + 6
```

```
# speichere in "friedhelm" das was  
# vorher dort gespeichert war plus 4 (also 30)  
friedhelm = friedhelm + 4
```

### Typen

Eine "Klasse- von Werten, die eine Variable annehmen kann, nennt man einen Typ. Wenn ein Typ von anderen Typen abhängt, schreibt man diese anderen Typen in eckigen Klammern hinter den Name des *generischen* Typen.

Will man den Typ einer Variablen `x` herausfinden, muss man `type(x)` schreiben. Beispielsweise wird `type(3.1415)` zu `float` ausgewertet.

- `int` enthält alle ganzen Zahlen, etwa 3 oder -91378137613981837263871367
- `float` sind *Fließkommazahlen*, also Annäherungen für reelle Zahlen, etwa 3.0 oder 6.02214076e23
- `bool` enthält nur die zwei Werte `True` und `False`
- `str` sind Zeichenketten, wie `"Hallo Freunde!"` oder `"123"`
- `list` sind Auflistungen mit Reihenfolge: `[1, 2, 3]` ist `list[int]`, `["Hi", "Ola"]` ist `list[str]` und `[[1], [2, 3]]` ist `list[list[int]]`
- `set` sind Auflistungen ohne definierbare Reihenfolge, wie `{1, 2, 3}` (vom exakten Typ `set[int]`) oder `{"Hallo", "Hi"}` (vom Typ `set[str]`)

- `dict` ist wie eine Liste, nur dass man mit beliebigen Typen statt nur `int` indizieren kann, etwa ist `{"1": 1, "2": 2, "?": 6}` vom Typ `dict[str, int]`, während der Typ `dict[str, list[int]]` den Wert `{"Tim": [0,-3], "Eva": [9], "Ulf": [1, 2, 3, 4]}` enthält
- `tuple` sind Auflistungen fester Länge von Werten möglicherweise unterschiedlicher Typen: der Wert `(1, 2)` hat den exakten Typ `(int, int)`, `(1.0, 1, "1", "eins")` hat den exakten Typ `(float, int, str, str)` und `([":"], "0.o")`, `{1, 2, 3, 8, 200, 201, 1341, 1343}` hat Typ `(list[str], set[int])`
- `NoneType` enthält exakt einen Wert: `None`

## Entscheiden

Es gibt nur zwei Werte vom Typ `bool`: `True` und `False`. Diese sind aber höchst relevant um zu entscheiden ob das Programm eine bestimmte Sache machen soll, oder wie oft etwas passiert (siehe Kapitel Kontrollfluss).

Zeichen	Beschreibung	Beispiel	Ergebnis
<code>==</code>	gleicher Wert	<code>"hallo" == "hallo"</code>	<code>True</code>
<code>!=</code>	ungleicher Wert	<code>"hello" != "Hallo"</code>	<code>True</code>
<code>&lt;</code>	kleiner als	<code>4 &lt; 5</code>	<code>True</code>
<code>&gt;</code>	größer als	<code>4 &gt; 5</code>	<code>False</code>
<code>&lt;=</code>	kleiner oder gleich	<code>7 &lt;= 7</code>	<code>True</code>
<code>&gt;=</code>	größer oder gleich	<code>4 &gt;= 5</code>	<code>False</code>
<code>not</code>	Gegenteil	<code>not True</code>	<code>False</code>
<code>and</code>	Und	<code>True and False</code>	<code>False</code>
<code>or</code>	Oder	<code>True or False</code>	<code>True</code>
<code>in</code>	ist enthalten	<code>9 in [4, 12, 9, 8]</code>	<code>True</code>

## Kontrollfluss

### Bedingte Ausführung

Grundsätzlich wird ein Programm immer Zeile für Zeile ausgeführt. Will man eine Zeile nur in bestimmten Fällen ausführen, nutzt man die `if`-Bedingung.

Nur, wenn der Ausdruck nach `if` und vor `:` zum Wert `True` ausgewertet wird, werden die weiter eingerückten Anweisungen darunter ausgeführt.

```
if 3 > 4:
    print("Hilfe, die Mathematik ist kaputt!")
    print("ruft die Feuerwehr!")
print("Diesen Text sehen wir immer.")
```

Ausgabe:  
Diesen Text sehen wir immer.

Wenn die Bedingung Wahr ist mache das eine, wenn nicht das andere:

```
if 3 > 4:
    print("Hilfe, die Mathematik ist kaputt!")
    print("ruft die Feuerwehr!")
else:
    print("Puuh, die Mathematik ist noch heil.")
print("Diesen Text sehen wir immer.")
```

Ausgabe:  
Puuh, die Mathematik ist noch heil.  
Diesen Text sehen wir immer.

Unterscheide mehrere Einzelfälle:

```

if 3 == 4:
    print("Ganze Zahlen sind kaputt!")
elif 3.0 > 4.0:
    print("Ganze Zahlen sind heil.")
    print("Kommazahlen sind kaputt!")
elif "hallo" == "tschüss":
    print("Ganze Zahlen sind heil.")
    print("Kommazahlen sind heil.")
    print("Zeichenketten sind kaputt!")
else:
    print("Entwarnung")
print("Diesen Text sehen wir immer.")

```

Ausgabe:

Entwarnung

Diesen Text sehen wir immer.

## Wiederholen von Anweisungen (Schleifen)

Will man *fast* die selben Anweisungen mehrfach ausführen, nutzt man Schleifen. Die **while**-Schleife funktioniert dabei zu Beginn wie eine **if**-Bedingung: Nur wenn der Logikausdruck zwischen **while** und **:** zum Wert **True** ausgewertet wird, springt das Programm in den weiter eingerückten Bereich und führt diese Zeilen aus.

Im Gegensatz zur **if**-Bedingung wird dieser Prozess nach Ausführung des eingerückten Bereiches wiederholt, bis der Logikausdruck das erste Mal **False** ist.

Version 1:

```

x = 2
while x < 6:
    print(x)
    x = x + 1
print("fertig!")

```

Version 2:

```

for x in range(2, 6):
    print(x)
print("fertig!")

```

Ausgabe:

```

2
3
4
5
fertig!

```

## For-Schleifen

Eine **for**-Schleife kann Element für Element ein beliebiges *iterierbares* Objekt durchgehen. Beispiele für iterierbare Objekte sind Ausdrücke der Typen **str**, **range**, **list**, **set** oder **dict**. Die erste Zeile einer **for**-Schleife hat die Form **for x in xs:**, wobei **x** ein beliebiger gültiger Variablenname sein kann und **xs** ein beliebiger Ausdruck, der iterierbar ist.

Die weiter eingerückten Zeilen nach dieser ersten Zeile werden so oft ausgeführt, wie **xs** Einträge besitzt und für jede Ausführung hat die Variable **x** den Wert eines anderen Eintrages.

```

xs = [1, 2, 3, 4, 5]
print("xs = [1, 2, 3, 4, 5]")
for x in xs:
    print("x =", x)
print() #eine Zeile Platz

ys = range(4)
print("ys = range(4)")
for y in ys:
    print("y =", y)
print() #eine Zeile Platz

zs = "Hi"
print("zs = \"Hi\"")
for z in zs:
    print("z =", z)

```

Ausgabe:

```

xs = [1, 2, 3, 4, 5]
x = 1
x = 2
x = 3
x = 4
x = 5

ys = range(4)
y = 0
y = 1
y = 2
y = 3

zs = "Hi"
z = H
z = i

```

## Überspringen einer Schleifeniteration

Möchte man eine Schleifeniteration vorzeitig beenden und sofort die nächste Iteration starten, nutzt man `continue`. Trifft Python während der Codeausführung auf eine Zeile mit `continue`, springt das Programm hinter die letzte Zeile der nächstäußeren Schleife, testet also im nächsten Schritt ob die `while`-Schleife noch ein Mal wiederholt werden soll, bzw. ob es einen weiteren Wert gibt, für den man die `for`-Schleife ausführen kann.

Version 0:	Version 1:	Version 2:	Ausgabe:
<pre>x = 1 while x &lt;= 6:     x = x + 1     if x != 3:         print(x) print("fertig!")</pre>	<pre>x = 1 while x &lt;= 6:     x = x + 1     if x == 3:         continue     print(x) print("fertig!")</pre>	<pre>for x in range(2, 6):     if x == 3:         continue     print(x) print("fertig!")</pre>	2 4 5 fertig!

## Abbruch einer Schleifenausführung

Möchte man eine Schleife vorzeitig abbrechen, nutzt man `break`. Trifft Python während des Ausführens eines Programms auf eine Zeile die `break` enthält, wird die nächstäußere Schleife abgebrochen und in der ersten Zeile nach dieser Schleife weitergemacht.

Version 0:	Version 1:	Version 2:	Ausgabe:
<pre>x = 2 cool = True while cool:     print(x)     x = x + 1     if x == 6:         cool = False print("fertig!")</pre>	<pre>x = 2 while True:     print(x)     x = x + 1     if x == 6:         break print("fertig!")</pre>	<pre>for x in range(2, 10):     if x == 6:         break     print(x) print("fertig!")</pre>	2 3 4 5 fertig!

## Funktionen

Die meisten Funktionen beim Programmieren sind von Außen identisch zu mathematischen Funktionen. Es wird ein (oder mehrere) Argument(e) von der Definitionsmenge auf die Bildmenge abgebildet. Definitionsmenge und Bildmenge sind in einem Programm bestimmte Typen. Als Beispiel wird die selbe Funktion  $f$  in der Mathematik geschrieben als

$$f: \mathbb{Z} \rightarrow \mathbb{Z}, \quad x \mapsto 2 \cdot x + 5$$

und in Python als

```
def f(x: int) -> int:
    return 2 * x + 5
```

Die Menge der ganzen Zahlen  $\mathbb{Z}$  entspricht in Python dem Typ `int`. Eine äquivalente Definition von  $f$  in Python wäre

```
def f(x: int) -> int:
    a = 2 * x # der name a existiert nur, solange f berechnet wird
    b = a + 5 # der name b existiert nur, solange f berechnet wird
    return b # der wert von b wird zurückgegeben
```

Die Variablen `a` und `b` existieren nur, bis der Computer an der Zeile `return b` ankommt. Erreicht der Computer eine Zeile die mit `return` beginnt, gilt die Funktion als fertig berechnet und der Ausdruck rechts davon (in diesem Fall `b`) wird ausgewertet und als Funktionswert zurückgegeben. Das Schlüsselwort `def` zeigt dem Computer an, dass an dieser Stelle eine neue Funktion beginnt.

So wie Python den Ausdruck  $3 * 2 + 4$  zu dem Wert 10 auswertet, kann auch die Funktion `f` angewendet werden. Der Ausdruck `f(7) - 1` etwa wird zu 18 berechnet.

In einer Funktion selbst kann eine beliebige Abfolge von Anweisungen ausgeführt werden:

```
def fakultaet(n: int) -> int:
    ergebnis = 1 # diese Variable existiert nur, solange fakultaet berechnet wird.
    while n > 0:
        ergebnis *= n
        n -= 1
    return ergebnis # beende Funktion und gebe ergebnis zurück
n = 7 # diese Zeile wird nie ausgeführt
```

Die Funktion `fakultaet` berechnet die Fakultät einer Zahl. In Matheschreibweise ist die Fakultät (geschrieben mit einem Ausrufezeichen) definiert als

$$n! = n \cdot (n - 1) \cdot \dots \cdot 3 \cdot 2 \cdot 1$$

## Listen

Möchte man eine ganze Gruppe von Werten zusammen speichern, etwa alle Namen von Leuten in einer Klasse oder alle Primzahlen kleiner als 100 nutzt man eine Liste. Eine Liste kann beliebig viele Einträge speichern. Jeder Eintrag hat dabei eine feste Position, der erste Eintrag hat Position 0. Der folgende Code produziert die Ausgabe `b` in der Konsole.

```
x = ["a", "b", "c", "d", "e", "f", "g"]
print(x[1])
```

Die eckigen Klammern haben dabei zwei verschiedene Rollen. Zuerst zeigen sie an, wo eine neue Liste anfängt und aufhört. Diese neue Liste kriegt den Name `x`. Wenn man hinter eine bestehende Liste (hier `x`) eckige Klammern schreibt, greift man auf Einträge der Liste zu. Im Beispiel wird der Eintrag an Index 1 gelesen, also `"b"`. Weitere Varianten sind

- `x[1:3]` erzeugt eine neue Liste die die Werte von `x` an `x`' Indices 1 und 2 hat, also `["b", "c"]`.
- `x[:3]` erzeugt eine neue Liste, die gleich beginnt wie `x`, aber schon nach den ersten 3 Einträgen aufhört, also `["a", "b", "c"]`.
- `x[1:]` erzeuge eine neue Liste, die gleich endet wie `x`, aber den ersten Eintrag von `x` nicht enthält, also `["b", "c", "d", "e", "f", "g"]`.
- `x[::2]` erzeuge eine Liste, die jeden zweiten Eintrag von `x` enthält, beginnend am Anfang, also `["a", "c", "e", "g"]`.
- `x[i:j:k]` erzeuge eine Liste, die jeden `k`-ten Eintrag von `x` enthält, beginnend bei Eintrag mit Index `i` und endend so, dass Eintrag `j` genau nicht mehr enthalten ist. (Beispiel: `x[1:5:2]` ist `["b", "d"]`).
- `x[-1]` gibt den letzten Eintrag von `x` zurück, also `"g"`.
- `x[-2]` gibt den vorletzten Eintrag von `x` zurück, also `"f"`.

Möchte man eine neue Liste erzeugen, gibt es verschiedene Möglichkeiten

- explizit hinschreiben: `[1, 2, 3, 4]`.
- kleinere Listen aneinanderhängen: `[0, 2] + [1, 1, 1]` ergibt `[0, 2, 1, 1, 1]`.
- Eine kleinere Liste wiederholen: `5 * [0, 1]` ergibt `[0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1, 0, 1]`.
- Etwas anderes (iterierbares, siehe `for`-Schleifen) in eine Liste umwandeln: `list("abcde")` ergibt `["a", "b", "c", "d", "e"]`.

Weitere wichtige Operationen mit einer Liste `x` sind

- Ein neuen Eintrag hinten dran hängen: `x.append(6)`
- Den letzten Eintrag entfernen: `x.pop()`
- Den Eintrag an Index 3 entfernen: `x.pop(3)`
- Den Eintrag an Index 3 überschreiben: `x[3] = "Lelele"`
- Alle Einträge löschen: `x.clear()`

## Bibliotheken

Manche Standardfunktionalität von Python ist direkt verfügbar: Man kann mit `print` Sachen in der Konsole anzeigen, mit `input` Zeichenketten aus der Konsole lesen und so weiter. Manche Teile der *Standardbibliothek* sind allerdings hinter extra Namen verborgen und können nicht direkt genutzt werden. Wer beispielsweise die Wurzel einer Fließkommazahl berechnen will, kann dies mit Python's `math` Bibliothek tun:

```
import math #sage Python, es soll Mathefunktionen laden

x = 16.0
y = math.sqrt(x) #benutze eine Mathefunktion aus der Mathebibliothek
print(y)
```

Die erzeugte Ausgabe dieses Beispielprogramms ist 4.0.

Die `math` Bibliothek ist dabei selbst nur eine Pythondatei mit dem Namen `math.py` gespeichert irgendwo in den Tiefen der lokalen Pythoninstallation. Ihr Inhalt könnte etwa so aussehen:

```
def sqrt(x: float) -> float:
    #TODO: what happens for other values of x?
    return 4.0
```

Möchte man nur einzelne Sachen aus einer Bibliothek importieren, kann man

```
from <Bibliothek> import <Name1>, <Name2>, <Name3>, ...
```

schreiben:

```
from math import sqrt #sage Python es soll sqrt aus math laden
```

```
x = 16.0
y = sqrt(x) #benutze sqrt (jetzt ohne "math." davor)
print(y)
```

Möchte man der Bibliothek einen kürzeren Namen geben, tut man das mit

```
import <Bibliothek> as <Neuer Name>
```

, damit wird unser Beispiel etwa zu:

```
import math as m
```

```
x = 16.0
y = m.sqrt(x) #benutze "m.sqrt" statt "math.sqrt"
print(y)
```

Standardmäßig werden `import` Statements an den Anfang einer Datei geschrieben. Das ist deshalb relevant, weil Python jedes Mal, wenn es an einem `import` vorbei kommt, die gesamte zu importierende Datei ausführt.

Als Beispiel betrachten wir die beiden Dateien `bib.py` und `main.py`. Wenn man `main.py` ausführt, erhält man die Ausgabe rechts.

Inhalt von bib.py:

```
print("in bib.py")

def fun(x: int) -> int:
    print("x =", x, "in fun")
    return 2 * x

#Teste fun:
print(fun(3))
```

Inhalt von main.py:

```
import bib

print("in main.py")
x = 5
print(bib.fun(x))
```

Ausgabe:

```
in bib.py
x = 3 in fun
6
Wir sind in main.py
x = 5 in fun
10
```

Möchte man die Ausgaben in bib.py nur haben, wenn man die Datei direkt ausführt und nicht nur als Bibliothek einbindet, muss man diese entsprechend mit `if __name__ == "__main__":` qualifizieren:

Inhalt von bib.py:

```
def fun(x: int) -> int:
    return 2 * x

#Teste fun:
if __name__ == "__main__":
    print("in bib.py")
    print(fun(3))
```

Inhalt von main.py:

```
import bib

if __name__ == "__main__":
    print("in main.py")
    x = 5
    print(bib.fun(x))
```

Ausgabe:

```
in main.py
10
```