

Informatik I

12. Gleichheit und Identität, Funktionsaufrufe & Ausnahmebehandlung

Bernhard Nebel

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

22. November 2013

PEP8: Der Stil-Checker

- Wir haben immer mal wieder gesehen, dass es Stil-Vorgaben für Python gibt: PEP8, siehe <http://www.python.org/dev/peps/pep-0008/>
 - Sehr wichtige, wie keine Mischung von Tabs und Leerzeichen
 - Ästhetische, wie die Platzierung von Leerzeichen
 - Vereinheitlichende, wie die Schreibweise von Variablen, Funktionen usw.
- Benutzen Sie einen **Stil-Checker!**
- Online: Z.B. <http://pep8online.com>
- Offline:
 - 1 Installieren Sie den Python-Package-Manager pip:
<http://www.pip-installer.org/en/latest/installing.html>
 - 2 dann das Paket pep8: `pip install pep8`

Gleichheit und Identität

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

**Gleichheit
und Identität**

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Dasselbe oder das Gleiche? (1)

- Wir haben „==“ und „!=“ kennen gelernt, um auf Gleichheit bzw. Ungleichheit zu testen.

Python-Interpreter

```
>>> sum = 2 + 2
```

```
>>> sum == 4
```

```
True
```

```
>>> meal1 = 'spam and egg'
```

```
>>> meal2 = 'spam'
```

```
>>> meal1 == meal2
```

```
False
```

```
>>> meal1 == meal2 + ' and egg'
```

```
True
```

```
>>> {'a': [1, 2], 'b': 0} == dict(b=0, a=list((1, 2)))
```

```
True
```

Dasselbe oder das Gleiche? (2)

- „==“ testen auf Strukturgleichheit.
- „is“ und „is not“ testet auf **Identität!**

Python-Interpreter

```
>>> l1 = [1, 3, 5]
>>> l2 = l1.copy()
>>> l1 is l2
```

Dasselbe oder das Gleiche? (2)

- „==“ testen auf Strukturgleichheit.
- „is“ und „is not“ testet auf **Identität!**

Python-Interpreter

```
>>> l1 = [1, 3, 5]
>>> l2 = l1.copy()
>>> l1 is l2
False
>>> l1 == l2
```

Dasselbe oder das Gleiche? (2)

- „==“ testen auf Strukturgleichheit.
- „is“ und „is not“ testet auf **Identität!**

Python-Interpreter

```
>>> l1 = [1, 3, 5]
>>> l2 = l1.copy()
>>> l1 is l2
False
>>> l1 == l2
True
>>> l1[2] = 11
>>> l1[2] is 11
```


Dasselbe oder das Gleiche? (2)

- „==“ testen auf Strukturgleichheit.
- „is“ und „is not“ testet auf **Identität!**

Python-Interpreter

```
>>> l1 = [1, 3, 5]
>>> l2 = l1.copy()
>>> l1 is l2
False
>>> l1 == l2
True
>>> l1[2] = 11
>>> l1[2] is 11
True
>>> print(l1)
```

Dasselbe oder das Gleiche? (2)

- „==“ testen auf Strukturgleichheit.
- „is“ und „is not“ testet auf **Identität!**

Python-Interpreter

```
>>> l1 = [1, 3, 5]
>>> l2 = l1.copy()
>>> l1 is l2
False
>>> l1 == l2
True
>>> l1[2] = 11
>>> l1[2] is 11
True
>>> print(l1)
[1, 2, [...]]
```

Zyklische Datenstrukturen

- **Zyklische** Datenstrukturen sind solche, in denen ein Teil der Struktur identisch mit sich selbst ist!
- Dies kann zu merkwürdigen Fehlern führen! Benutzen Sie solche Strukturen nur, wenn Sie wirklich müssen.

Python-Interpreter

```
>>> l2 = l1.copy(); print(l2)
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Zyklische Datenstrukturen

- **Zyklische** Datenstrukturen sind solche, in denen ein Teil der Struktur identisch mit sich selbst ist!
- Dies kann zu merkwürdigen Fehlern führen! Benutzen Sie solche Strukturen nur, wenn Sie wirklich müssen.

Python-Interpreter

```
>>> l2 = l1.copy(); print(l2)
[1, 2, [1, 2, [...]]]
>>> l1 == l2
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Zyklische Datenstrukturen

- **Zyklische** Datenstrukturen sind solche, in denen ein Teil der Struktur identisch mit sich selbst ist!
- Dies kann zu merkwürdigen Fehlern führen! Benutzen Sie solche Strukturen nur, wenn Sie wirklich müssen.

Python-Interpreter

```
>>> l2 = l1.copy(); print(l2)
[1, 2, [1, 2, [...]]]
>>> l1 == l2
True
>>> import copy; l3 = copy.deepcopy(l2); print(l3)
[1, 2, [1, 2, [...]]]
>>> l2 == l3
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Zyklische Datenstrukturen

- **Zyklische** Datenstrukturen sind solche, in denen ein Teil der Struktur identisch mit sich selbst ist!
- Dies kann zu merkwürdigen Fehlern führen! Benutzen Sie solche Strukturen nur, wenn Sie wirklich müssen.

Python-Interpreter

```
>>> l2 = l1.copy(); print(l2)
[1, 2, [1, 2, [...]]]
>>> l1 == l2
True
>>> import copy; l3 = copy.deepcopy(l2); print(l3)
[1, 2, [1, 2, [...]]]
>>> l2 == l3
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
RuntimeError: maximum recursion depth exceeded in
comparison
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Identität von unveränderlichen Objekten

- Kann man auch **unveränderliche Objekte** (Zahlen, Strings, Tupel, ...) auf Identität mit anderen Objekten testen?
- Ja, aber Identität ist hier eher zufällig.

Python-Interpreter

```
>>> 'spam is tasty' is 'spam is tasty'  
True  
>>> claim = 'spam is tasty'  
>>> claim is 'spam ' + 'is ' + 'tasty'  
False
```

- Bei solchen Datentypen ist nur „==“ sinnvoll.
- Ausnahme: Verwenden Sie bei bei einem Test auf None immer is – da effizienter und dem Style-Guide PEP8 entsprechend.

Unveränderliche vs. veränderliche Datentypen

- Sollte man nicht immer möglichst unveränderliche Typen (Tupel, frozensets) verwenden, da man dort nicht die Probleme mit **zyklischen Datenstrukturen** und **ungewollten Seiteneffekten** hat?
- Wenn es möglich ist: ja!
- Ist aber sehr viel **ineffizienter**, da bei lokaler Änderung immer die ganze Struktur kopiert werden muss!

Python-Interpreter

```
>>> l = list(range(1000))
>>> l[500] = 0
>>> t = tuple(range(1000))
>>> t = t[:500] + (0,) + t[501:]
```


Funktionsaufrufe

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

**Funktions-
aufrufe**

Ausnahme-
behandlung

- Funktionen wie `min` und `max` akzeptieren eine **variable Anzahl** an Argumenten.
- Funktionen wie der `dict`-Konstruktor oder die `sort`-Methode von Listen akzeptieren sogenannte **benannte Argumente**.
- Beides können wir auch in selbst definierten Funktionen verwenden.
- Bevor wir dazu kommen, wollen wir erst einmal beschreiben, was benannte Argumente sind.

Benannte Argumente (1)

- Betrachten wir folgende Funktion:

```
def power(base, exponent):  
    return base ** exponent
```

- Bisher haben wir solche Funktionen immer so aufgerufen:
power(2, 10) # 1024.
- Tatsächlich geht es aber auch anders:
power(base=2, exponent=10) # 1024.
power(2, exponent=10) # 1024.
power(exponent=10, base=2) # 1024.

Benannte Argumente (2)

- Zusätzlich zu ‚normalen‘ (sog. *positionalen*) Argumenten können beim Funktionsaufruf auch *benannte* Argumente mit der Notation `var=wert` übergeben werden.
- `var` muss dabei der Name eines Parameters der aufgerufenen Funktion sein:

Python-Interpreter

```
>>> def power(base, exponent):  
...     return base ** exponent  
...  
>>> power(x=2, y=10)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
TypeError: power() got an unexpected keyword  
argument 'x'
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Benannte Argumente (3)

- Benannte Argumente müssen am Ende der Argumentliste (also nach positionalen Argumenten) stehen:

Python-Interpreter

```
>>> def power(base, exponent):  
...     return base ** exponent  
...  
>>> power(base=2, 10)  
SyntaxError: non-keyword arg after keyword arg
```

Benannte Argumente (4)

- Ansonsten dürfen benannte Argumente beliebig verwendet werden.
- Insbesondere ist ihre Reihenfolge vollkommen beliebig.
- Konvention:
Während man bei Zuweisungen allgemein Leerzeichen vor und nach das Gleichheitszeichen setzt, tut man dies bei benannten Argumenten nicht — auch um deutlich zu machen, dass hier *keine Zuweisung* im normalen Sinne stattfindet, sondern nur eine ähnliche Syntax benutzt wird.

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Default-Argumente

- Besonders interessant sind benannte Argumente in Zusammenhang mit **Default-Argumenten**:

```
def power(base, exponent=2, debug=False):  
    if debug:  
        print(base, exponent)  
    return base ** exponent
```

- Default-Argumente können beim Aufruf weggelassen werden und bekommen dann einen bestimmten Wert zugewiesen.
- Zusammen mit benannten Argumenten:

```
power(10)                # 100.  
power(10, 3, False)     # 1000.  
power(10, debug=True)   # 10 2; 1000.  
power(debug=True, base=4) # 4 2; 16.
```

Achtung bei veränderlichen Default-Argumenten (1)

- Default-Argumente werden nur einmal ausgewertet (zum Zeitpunkt der Funktionsdefinition), nicht bei jedem Aufruf.
- Mutiert man daher ein Default-Argument, hat das Auswirkungen auf spätere Funktionsaufrufe:

```
mutable_default_arg.py
```

```
def test(spam, egg=[]):  
    egg.append(spam) # entspricht egg += [spam]  
    print(egg)  
  
test("parrot")      # Ausgabe: ['parrot']  
test("fjord")       # Ausgabe: ['parrot', 'fjord']
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Achtung bei veränderlichen Default-Argumenten (2)

- Aus diesem Grund sollte man in der Regel keine veränderlichen Default-Argumente verwenden. Das übliche Idiom ist das Folgende:

```
mutable_default_arg_corrected.py
```

```
def test(spam, egg=None):  
    if egg is None:  
        egg = []  
    egg.append(spam)  
    print(egg)  
  
test("parrot")    # Ausgabe: ['parrot']  
test("fjord")    # Ausgabe: ['fjord']
```

- Manchmal sind veränderliche Default-Argumente allerdings gewollt, etwa zur Implementation von *memoization*.

Variable Argumentlisten

- Das letzte fehlende Puzzlestück sind **variable Argumentlisten**.
Mit diesen kann man Funktionen definieren, die beliebig viele positionale Argumente, beliebig viele benannte Argumente, oder beides unterstützen.
- Die Idee ist ganz einfach: Alle ‚überzähligen‘ positionalen Parameter werden in ein Tupel, alle überzähligen benannten Argumente in ein Dictionary gepackt.
- Notation:
 - `def f(x, xy, *spam):`
f benötigt mindestens zwei Argumente. Weitere positionale Argumente werden im Tupel `spam` übergeben.
 - `def f(x, **egg):`
f benötigt mindestens ein Argument. Weitere benannte Argumente werden im Dictionary `egg` übergeben.
- ‚Gesternte‘ Parameter müssen am Ende der Argumentliste stehen, wobei `*spam` vor `**egg` stehen muss.

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Variable Argumentlisten: Beispiel (1)

```
varargs.py
```

```
def v(spam, *argtuple, **argdict):  
    print(spam, argtuple, argdict)
```

```
v(0)                # 0 () {}  
v(1, 2, 3)          # 1 (2, 3) {}  
v(1, ham=10)         # 1 () {'ham': 10}  
v(ham=1, jam=2, spam=3) # 3 () {'jam': 2, 'ham': 1}  
v(1, 2, ham=3, jam=4) # 1 (2,) {'jam': 4, 'ham': 3}
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

Variable Argumentlisten: Beispiel (2)

```
vararg_examples.py
```

```
def product(*numbers):  
    result = 1  
    for num in numbers:  
        result *= num  
    return result  
  
def make_pairs(**argdict):  
    return list(argdict.items())  
  
print(product(5, 6, 7))  
# Ausgabe: 210  
  
print(make_pairs(spam="nice", egg="ok"))  
# Ausgabe: [('egg', 'ok'), ('spam', 'nice')]
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

- Die Notationen `*argtuple` und `**argdict` können nicht nur in Funktionsdefinitionen verwendet werden, sondern auch in *Funktionsaufrufen*.
- Dabei bedeutet beispielsweise
`f(1, x=2, *argtuple, **argdict)`,
dass als positionale Parameter eine 1 gefolgt von den Elementen aus `argtuple` und als benannte Parameter `x=2` sowie die Paare aus `argdict` übergeben werden.
- Man nennt dies die **erweiterte Aufrufsyntax**.

Erweiterte Aufrufsyntax: Beispiel

- Eine nützliche Anwendung der erweiterten Aufrufsyntax besteht darin, die eigenen Argumente an eine andere Funktion weiterzureichen, ohne deren genaue Aufrufkonvention zu kennen. Beispiel:

```
def my_function(*argtuple, **argdict):  
    print("Arguments for other_function:", end=' ' )  
    print(argtuple, argdict)  
    result = other_function(*argtuple, **argdict)  
    print("other_function returns:", result)  
    return result
```

- In etwas verfeinerter Form wird diese Idee häufig bei sogenannten *Dekoratoren* verwendet, die wir hier aber (noch) nicht diskutieren wollen.

Ausnahmebehandlung

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

**Ausnahme-
behandlung**

Ausnahmen (1)

- In vielen unserer Beispiele sind uns *Tracebacks* wie der folgende begegnet:

Python-Interpreter

```
>>> print({"spam": "egg"}["parrot"])
Traceback (most recent call last):
  File "<stdin>", line 1, in <module>
KeyError: 'parrot'
```

- Bisher konnten wir solchen Fehlern weder abfangen noch selbst entsprechende Fehler melden. Das wollen wir jetzt ändern.

Ausnahmen (2)

- Ebenso wie viele andere moderne Sprachen kennt Python das Konzept der *Ausnahmebehandlung* (*exception handling*).
- Wird eine Funktion mit einer Situation konfrontiert, mit der sie nichts anfangen kann, kann sie eine Ausnahme signalisieren.
- Die Funktion wird dann beendet und es wird solange zur jeweils aufrufenden Funktion zurückgekehrt, bis sich eine Funktion findet, die mit der Ausnahmesituation umgehen kann.
- Zur Ausnahmebehandlung dienen in Python die Anweisungen `raise`, `try`, `except`, `finally` und `else`.

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

- Mit der `raise`-Anweisung kann eine Ausnahme signalisiert werden.
- Dazu verwendet man `raise` zusammen mit der Angabe einer Ausnahme (beispielsweise `IndexError` oder `NameError`). Üblicherweise erzeugt man die Ausnahme in derselben Anweisung, in der man sie auch signalisiert:

```
raise KeyError("Fehlerbeschreibung")
```
- Die Beschreibung kann auch weggelassen werden; die Form `raise KeyError()` ist also auch zulässig.
- Auch die Notation `raise KeyError` ist erlaubt.

try-except-Blöcke

- Funktionen, die Ausnahmen behandeln wollen, verwenden dafür try-except-Blöcke, die wie in folgendem Beispiel aufgebaut sind:

```
try:
    call_critical_code()
except NameError as e:
    print("Sieh mal einer an:", e)
except KeyError:
    print("Oops! Ein KeyError!")
except (IOError, OSError):
    print("Na sowas!")
except:
    print("Ich verschwinde lieber!")
    raise
```

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

except-Spezifikationen (1)

- Das Beispiel zeigt, dass es verschiedene Arten gibt, `except`-Spezifikationen zu schreiben:
 - Die normale Form ist `except XYError as e`.
Ein solcher Block wird ausgeführt, wenn innerhalb des `try`-Blocks eine Ausnahme `XYError` auftritt und weist der Variablen `e` die Ausnahme zu.
 - Interessiert die Ausnahme nicht im Detail, kann die Variable auch weggelassen werden, also die Notation `except XYError` verwendet werden.
 - Bei beiden Formen kann man auch mehrere Ausnahmetypen gemeinsam behandeln, indem man diese in ein Tupel schreibt, also z.B. `except (XYError, YZError) as e`.
 - Schließlich gibt es noch die Form `except` ohne weitere Angaben, die beliebige Ausnahmen behandelt. **Vorsicht:** Es werden dann auch CTRL-C-Ausnahmen abgefangen! Besser ist, den Ausnahmetyp `Exception` in dem Fall zu benutzen.

except-Spezifikationen (2)

- `except`-Blöcke werden der Reihe nach abgearbeitet, bis der erste passende Block gefunden wird (falls überhaupt einer passt).
- Die Reihenfolge ist also wichtig; unspezifische `except`-Blöcke sind nur als letzter Test sinnvoll.
- Stellt sich innerhalb eines `except`-Blocks heraus, dass die Ausnahme nicht vernünftig behandelt werden kann, kann sie mit einer `raise`-Anweisung ohne Argument weitergereicht werden.

Informatik I

Bernhard
Nebel

PEP8: Der
Stil-Checker

Gleichheit
und Identität

Funktions-
aufrufe

Ausnahme-
behandlung

try – except – else

- Ein try-except-Block kann mit einem else-Block abgeschlossen werden, der ausgeführt wird, falls im try-Block keine Ausnahme ausgelöst wurde:

```
try:
    call_critical_code()
except IOError:
    print("IOError!")
else:
    print("Keine Ausnahme")
```

try-finally-Blöcke

- Manchmal kann man Ausnahmen nicht behandeln, möchte aber darauf reagieren – etwa um Netzwerkverbindungen zu schließen oder andere Ressourcen freizugeben.
- Dazu dient der try-finally-Block:

```
try:  
    call_critical_code()  
finally:  
    print("Das letzte Wort habe ich!")
```

- Der finally-Block wird *auf jeden Fall* ausgeführt, wenn der try-Block betreten wird, egal ob Ausnahmen auftreten oder nicht. Auch bei einem return im try-Block wird der finally-Block vor Rückgabe des Resultats ausgeführt.
- Wurde eine Ausnahme signalisiert, wird sie nach Behandlung des finally-Blocks weitergegeben.

- Ausnahmen sind in Python allgegenwärtig. Da Ausnahmebehandlung im Vergleich zu anderen Programmiersprachen einen relativ geringen Overhead erzeugt, wird sie oft in Situationen eingesetzt, in denen man sie durch zusätzliche Tests vermeiden könnte.
- Man spricht vom EAFP-Prinzip:
 ,It's easier to ask forgiveness than permission.'
- Beispielsweise würde man in Python nicht testen, ob eine Datei existiert, bevor man sie zum Lesen öffnet, sondern das Öffnen versuchen und gegebenenfalls die Ausnahme abfangen, die das Fehlen der Datei signalisiert.

- Python enthält eine große Zahl an Ausnahmetypen. Ein Überblick findet sich hier: <http://docs.python.org/3.3/library/exceptions.html>

`//docs.python.org/3.3/library/exceptions.html`

`BaseException`

`+-- SystemExit`

`+-- KeyboardInterrupt`

`+-- GeneratorExit`

`+-- Exception`

`+-- StopIteration`

`+-- ArithmeticError`

`+-- FloatingPointError`

`+-- OverflowError`

`+-- ZeroDivisionError`

`.`

`.`

`.`

Eigene Ausnahmen

Als kleiner Vorgriff auf die Diskussion von **Klassen** hier das Kochrezept zum Definieren eigener Ausnahmen:

```
class MyException(BaseClass):  
    pass
```

- MyException kann dann genauso verwendet werden wie eingebaute Ausnahmen, z.B. IndexError.
- Für BaseClass wird man meist Exception wählen, aber natürlich eignen sich auch andere Ausnahmetypen.
- Nebenbemerkung: pass ist die Python-Anweisung für ‚tue nichts‘.