

Informatik I

14. Weitere Python-Grundlagen

Jan-Georg Smaus

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

11. Januar 2011

Typen

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Dynamische
Typisierung
Signaturen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Python ist **dynamisch** getypt: erst zur Laufzeit wird überprüft, ob die Typen der Argumente einer aufgerufenen Funktion oder eines Operators korrekt sind.

Dynamische Typisierung

Beispiel

```
type_error.py
```

```
def func(x):  
    print("spam" / 5)  
    return(x)
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Dynamische
Typisierung
Signaturen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Dynamische Typisierung

Beispiel

type_error.py

```
def func(x):  
    print("spam" / 5)  
    return(x)
```

Python-Interpreter

```
>>> from type_error import *  
>>> func(3)  
Traceback (most recent call last):  
  File "<stdin>", line 1, in <module>  
  File "type_error.py", line 2, in func  
    print("spam" / 5)  
TypeError: unsupported operand type(s) for /:  
  'str' and 'int'
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen
Dynamische
Typisierung
Signaturen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Vergleich zu Scheme

Wie verhält sich in dieser Hinsicht Scheme?

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Dynamische
Typisierung
Signaturen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Vergleich zu Scheme

Wie verhält sich in dieser Hinsicht Scheme?

Scheme ist ebenfalls dynamisch getypt.

- Betrachten wir erst die Situation ohne jegliche **Signaturen** im Programm. Wenn etwa eine Prozedur den Teilausdruck (+ "banana" 1) enthält, so gibt es erst zur Laufzeit einen **Typfehler**.
Beachte: hier wird ein **primitiver Operator** verwendet.
- Zusätzlich erlaubt Scheme Signaturen und erkennt u.U. **Signaturverletzungen**.
- Die Details sind unübersichtlich. Es ist ohne weiteres möglich, dass eine Prozedur, die gemäß ihrer Signatur verwendet wird, einen Typfehler hervorruft, da die Erkennung von Signaturverletzungen in DrRacket unvollkommen ist. Siehe `dynamic_typing.rkt`.

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Dynamische
Typisierung
Signaturen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Keine Signaturen in Python

- In Scheme **kann** man mit der Syntax
(: *<name>* *<signature>*)
die Signatur eines Namens (Prozedur oder einfacher Ausdruck) **deklarieren**.
Dies ist aber noch nicht lange so, siehe [KS07].
- In Python ist dies nicht möglich: Weder für Variablen noch für Funktionen wird der Typ/die **Signatur deklariert**. Anders gesagt: Es gibt keine **Typeklarationen**.
- Es gibt Programmiersprachen, z.B. C, in denen für jede Variable und jede Funktion der Typ / die Signatur deklariert werden **muss**.

Sorte/Typ vs. Signatur

Zwei Programmiersprachen im Gepäck zu haben, kann verwirrend sein ...

- Die Begriffe **Typ** und **Sorte** sind im Wesentlichen austauschbar und von der "Community" abhängig. Bei Scheme sprechen wir von Sorten, bei Python von Typen.

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Dynamische
Typisierung
Signaturen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Sorte/Typ vs. Signatur

Zwei Programmiersprachen im Gepäck zu haben, kann verwirrend sein ...

- Die Begriffe **Typ** und **Sorte** sind im Wesentlichen austauschbar und von der "Community" abhängig. Bei Scheme sprechen wir von Sorten, bei Python von Typen.
- Die Begriffe **Sorte/Typ** und **Signatur** sind nicht ganz scharf gegeneinander abgegrenzt. Der Begriff Signatur kann auf zwei Aspekte abzielen:
 - Die Sorte eines Namens wird **ausdrücklich deklariert**, etwa in (Scheme!)
`(: 1 (liste %a))`
 - Es handelt sich um eine **Funktion**, also etwas, das Eingabe- und Ausgabetypen hat, im Gegensatz zu einem einfachen Ausdruck, der einen Typen wie `string` oder `integer` hat.

Die erste Verwendung scheidet für Python aus, die zweite bietet sich an.

- Wie gesagt: in Python gibt es keine Syntax, um die Signatur einer Funktion zu deklarieren!
- Trotzdem könnte ich Ihnen die Signatur einer Funktion kommunizieren wollen, oder Sie könnten sie in ein Programm als Kommentar schreiben wollen. Hierfür verwenden wir die ad-hoc Syntax

$$\tau_1 \times \dots \times \tau_n \rightarrow \tau$$

Einige Typen

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Zahlentypen

bool

str

Testen

Verzweigungen

Konversion von Zahlentypen

- Wir erinnern uns: Python kennt die Zahlentypen `int`, `float` und `complex`.
- Zu den Typen `int`, `float` und `complex` gibt es gleichnamige Funktionen, die ihr Argument in den entsprechenden Typ umwandeln. Beispiele:

Python-Interpreter

```
>>> float(7)
```

```
7.0
```

```
>>> float(7+2j)
```

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

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

```
TypeError: can't convert complex to float
```

```
>>> int(7.1)
```

```
7
```

Der Typ bool (Wahrheitswerte)

Der Typ `bool` (nicht: “`boolean`”) enthält zwei Konstanten (Literale):

```
True      ; wahr
False     ; falsch
```

Der Typ bool: Operationen

... mit Signatur `bool × bool → bool`

`and` `or`

Werden infix geschrieben. `and` bindet stärker als `or`, ansonsten braucht man Klammern:

Python-Interpreter

```
>>> False and False or True
True
>>> False and (False or True)
False
```

Der Typ bool: Operationen II

... mit Signatur `bool → bool`

`not`

Wird in Präfixsyntax geschrieben:

Python-Interpreter

```
>>> not True
False
>>> not(True)
False
```


Der Typ bool: Operationen III

... mit Signatur `real × real → bool`

`==` `<` `>` `>=` `<=`

Werden infix geschrieben.

- Beachte den Unterschied zwischen `==` und `=`.
- Vergleiche können wie in der Mathematik verkettet werden:

$$0 \leq x \leq 10$$

ist also äquivalent zu

$$(0 \leq x) \text{ and } (x \leq 10).$$

Ausdrücke vom Typ bool

Python-Interpreter

```
>>> y = 1
>>> 5 == 2 * 2 + y and 0 <= y and y < 2
True
```

Wir hatten das gleiche Beispiel in Scheme, siehe den dritten Foliensatz.

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Zahlentypen

bool

str

Testen

Verzweigungen

bool als Zahl

True und False entsprechen den Zahlen 1 und 0 (bool ist ein “Subtyp” von int), und man kann mit ihnen rechnen:

Python-Interpreter

```
>>> int(True)
1
>>> print(True + True)
2
```

Ebenso wie int, float & Co. kann man bool als Funktion verwenden:

- bool(None) ist False.
- bool(0) ist False (ebenso für 0.0 oder 0j).
- Ansonsten gilt bool(x) == True, falls x eine Zahl ist.

Der Typ str

Den Typen String kennen wir schon aus Scheme. I.a. haben die Konstanten dieses Typs die Form

`"c1c2 . . . cn"`

wobei die c_i beliebige Zeichen ("auf der Tastatur") außer " sein dürfen.

Schreibe \ " um " in einer Zeichenkette zu verwenden.

Beispiele:

`"Der Mond ist aufgegangen."`

`"Harry schrie: \"Expelliarmus!\""`

Operationen (mit Signatur `str × str → bool`)

`==` `<` `>`

Es gibt noch viele andere Arten, einen String in Python zu schreiben.

Testen

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

- In Scheme haben wir allergrößten Wert auf das Schreiben von Testfällen gelegt.
- Es gibt keine allgemeingültige Art, Testfälle in Python zu definieren. Wir führen jetzt ein paar Konventionen ein ...

Testfälle in Python

Ein einzelner Test kann mit Hilfe der `assert`-Anweisung realisiert werden. Die allgemeine Form ist

```
assert e,
```

wobei e ein Ausdruck vom Typen `bool` ist. Dem Test

```
(check-expect e1 e2)
```

in Scheme entspricht dann die Anweisung

```
assert e1 == e2
```

in Python, und dem Test

```
(check-within e1 e2 ε)
```

in Scheme entspricht die Anweisung

```
assert e2 - ε <= e1 <= e2 + ε.
```

Testfälle in Python II

Python zählt und protokolliert die fehlgeschlagenen Tests nicht, sondern bricht die Programmausführung nach dem ersten fehlgeschlagenen Test ab.

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Testfälle in Python II

Python zählt und protokolliert die fehlgeschlagenen Tests nicht, sondern bricht die Programmausführung nach dem ersten fehlgeschlagenen Test ab.

Sei `my_function` die zu testende Funktion. Dann sammeln wir alle Tests, die sich auf `my_function` beziehen, in einer neuen parameterlosen Funktion mit dem Namen `test_my_function`. Die gesammelten Tests zu einer Funktion

```
def euro_to_dollar(euro):  
    return euro*1.3
```

könnten beispielsweise wie folgt aussehen:

```
def test_euro_to_dollar():  
    assert euro_to_dollar(0) == 0  
    assert 1.2999 <= euro_to_dollar(1) <= 1.3001
```

Um zu überprüfen, ob Ihre Tests erfolgreich sind, muss man die Tests noch aufrufen, etwa mit:

```
test_euro_to_dollar()
```

Verzweigungen

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Verzweigungen in Python

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Wir hangeln uns weiter an der Scheme-Präsentation entlang (dritter Foliensatz).

Allerdings geht es hier nur darum, eine andere Syntax zu lernen. Daher können wir schnell vorgehen.

Binäre Verzweigungen

Beispiel: Absolutbetrag

Ein Funktion zur Berechnung des Absolutbetrags einer Zahl sieht folgendermaßen aus:

```
absolute.py
```

```
def absolute(x):  
    if x >= 0:  
        return x  
    else:  
        return -x
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Verzicht auf Aufzählungstypen

Für allgemeine Verzweigungen war unser erstes Beispiel folgendes:

Aufgabe: Aggregatzustand von Wasser bestimmen

Eingabe: Wassertemperatur t

Ausgabe: "'solid'", "'liquid'" oder "'gaseous'" je nachdem, ob die Temperatur weniger als 0, zwischen 0 und 100, oder über 100 beträgt.

In Scheme haben wir nun eine **Aufzählungssorte** phase definiert, die die Literale "solid", "liquid" und "gaseous" enthält.

In Python verzichten wir darauf, einen Aufzählungstypen zu definieren! Es gibt keine einfache und allgemein verbreitete Unterstützung für Aufzählungstypen in Python.

D.h. die Ausgabe hat einfach den Typen **str**.

Allgemeine Verzweigungen: elif

water_phase.py

```
def water_phase(t):  
    if t < 0:  
        return "solid"  
    elif 0 <= t <= 100:  
        return "liquid"  
    elif t > 100:  
        return "gaseous"
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Kombination von elif und else

water_phase.py

```
def water_phase(t):  
    if t < 0:  
        return "solid"  
    elif 0 <= t <= 100:  
        return "liquid"  
    else:  
        return "gaseous"
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Typen

Einige Typen

Testen

Verzweigungen

Heute eine ziemlich bunte Mischung:

- Python ist dynamisch getypt
- “Signatur” hat leicht verschiedene Bedeutungen
- Zahlen, Wahrheitswerte, Strings
- Testfälle
- Verzweigungen: `if`, `else`, `elif`.



Herbert Klaeren and Michael Sperber.

Die Macht der Abstraktion.

Teubner Verlag, 2007.