



AND NOW FOR SOMETHING COMPLETELY DIFFERENT



Informatik I

12. Erste Schritte in Python

Jan-Georg Smaus

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

16. Dezember 2010

Motivation

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Warum eine
zweite Program-
miersprache?

Geschichte

Warum Python?

Materialien

Arbeitsweise

Ausdrücke

- Die Vorlesung bisher baute auf den Materialien von Prof. Dr. **Peter Thiemann** und seinen Mitarbeitern auf.
- Im Folgenden verwendet die Vorlesung Materialien von **Malte Helmert**, **Robert Mattmüller**, **Gabi Röger** und **Felix Steffenhagen**, die bei diversen Python-Kursen in Freiburg zum Einsatz kamen.

Warum eine zweite Programmiersprache?

Eine Polemik

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Warum eine
zweite Program-
miersprache?

Geschichte

Warum Python?

Materialien

Arbeitsweise

Ausdrücke

Zitate aus *Die Macht der Abstraktion* [KS07]:

- “Zur Illustration und zum Training der Programmierung dient **Scheme**, eine kleine und leicht erlernbare Programmiersprache, die es erlaubt, die Konzepte der Programmierung zu präsentieren, ohne Zeit mit der Konstruktvielfalt anderer Programmiersprachen zu verlieren.”
- “Scheme-Köner sind in der Lage, andere Programmiersprachen in kürzester Zeit zu erlernen.”
- “Alle wichtigen Programmiertechniken lassen sich in Scheme demonstrieren.”

Zitate, gefunden auf der Webseite von Prof. Thiemann:

- “You can never understand one language until you understand at least two.” (Ronald Searle, geboren 1920)
- “Eine zweite Sprache zu können, ist wie eine zweite Seele zu haben.” (Karl der Große, 747/748(?)-814)

- Früher oder später muss man in jedem Fall mehrere Programmiersprachen lernen, man sollte sich also frühzeitig an Unterschiede in der Syntax gewöhnen.
- Jede Programmiersprache hat ihre Vor- und Nachteile.
- Programmiersprachen gehören verschiedenen **Paradigmen** an ...

- Man unterscheidet **imperative**, **funktionale**, **logische**, **objektorientierte**, **prozedurale**, **Skript-**, und weitere Programmiersprachen.

- Man unterscheidet **imperative**, **funktionale**, **logische**, **objektorientierte**, **prozedurale**, **Skript-**, und weitere Programmiersprachen.
- Es geht hier um grundsätzlich verschiedene Arten zu programmieren. Grob vergleichbar mit dem Unterschied zwischen **Alphabetschriften**, **Silbenschriften** und **logografischen** Schriften.

- Man unterscheidet **imperative**, **funktionale**, **logische**, **objektorientierte**, **prozedurale**, **Skript-**, und weitere Programmiersprachen.
- Es geht hier um grundsätzlich verschiedene Arten zu programmieren. Grob vergleichbar mit dem Unterschied zwischen **Alphabetschriften**, **Silbenschriften** und **logografischen** Schriften.
- Die Einteilung ist keineswegs eindeutig, selbst wenn man dies anstreben würde.
- Im Gegenteil versuchen aber typischerweise die Autoren einer Sprache in einem bestimmten Paradigma, auch Features anderer Paradigmen anzubieten.

- Scheme ist, cum grano salis, eine **funktionale** Programmiersprache.

- Scheme ist, cum grano salis, eine **funktionale** Programmiersprache.
- In den bisherigen Folien tauchte 22 mal das Wort “Funktion” und 113 mal das Wort “Prozedur” auf, aber nicht ein einziges Mal die Worte “Befehl” oder “Zuweisung”.

- Scheme ist, cum grano salis, eine **funktionale** Programmiersprache.
- In den bisherigen Folien tauchte 22 mal das Wort “Funktion” und 113 mal das Wort “Prozedur” auf, aber nicht ein einziges Mal die Worte “Befehl” oder “Zuweisung”.
- Das Funktionale ist das, was an Scheme so “komisch” ist (abgesehen von den vielen Klammern und der Präfixsyntax).

- Scheme ist, cum grano salis, eine **funktionale** Programmiersprache.
- In den bisherigen Folien tauchte 22 mal das Wort “Funktion” und 113 mal das Wort “Prozedur” auf, aber nicht ein einziges Mal die Worte “Befehl” oder “Zuweisung”.
- Das Funktionale ist das, was an Scheme so “komisch” ist (abgesehen von den vielen Klammern und der Präfixsyntax).
- Das letzte Kapitel *Prozeduren als Daten* zeigt am deutlichsten, worum es bei der funktionalen Programmierung geht.

- Scheme ist, cum grano salis, eine **funktionale** Programmiersprache.
- In den bisherigen Folien tauchte 22 mal das Wort “Funktion” und 113 mal das Wort “Prozedur” auf, aber nicht ein einziges Mal die Worte “Befehl” oder “Zuweisung”.
- Das Funktionale ist das, was an Scheme so “komisch” ist (abgesehen von den vielen Klammern und der Präfixsyntax).
- Das letzte Kapitel *Prozeduren als Daten* zeigt am deutlichsten, worum es bei der funktionalen Programmierung geht.
- Ich möchte das funktionale Paradigma deutlich herausarbeiten und habe deshalb insbesondere die Kapitel 9 und 12 aus dem Buch [KS07] weggelassen.

- Python ist eine objektorientierte Skriptsprache.

- Python ist eine objektorientierte Skriptsprache.
- Ich verkaufe sie Ihnen als **imperative** Programmiersprache.
- Ich werde hier nicht die Besonderheiten von Python hervorheben, sondern sie im Gegenteil herunterspielen (wie bei Scheme auch, siehe z.B. die Ausführungen zu Sorten).

- Python ist eine objektorientierte Skriptsprache.
- Ich verkaufe sie Ihnen als **imperative** Programmiersprache.
- Ich werde hier nicht die Besonderheiten von Python hervorheben, sondern sie im Gegenteil herunterspielen (wie bei Scheme auch, siehe z.B. die Ausführungen zu Sorten).
- Ich möchte das **imperative** Paradigma deutlich herausarbeiten.

- Python ist eine objektorientierte Skriptsprache.
- Ich verkaufe sie Ihnen als **imperative** Programmiersprache.
- Ich werde hier nicht die Besonderheiten von Python hervorheben, sondern sie im Gegenteil herunterspielen (wie bei Scheme auch, siehe z.B. die Ausführungen zu Sorten).
- Ich möchte das **imperative** Paradigma deutlich herausarbeiten.
- Allerdings nicht heute! Zunächst wollen wir einige grundlegende Konstrukte aus Scheme einfach nach Python übersetzen.

- Ursprünglich entwickelt von **Guido van Rossum** im Rahmen eines Forschungsprojekts am “Centrum voor Wiskunde en Informatica” in Amsterdam.
- Entwickelt seit **1989**, erste öffentliche Version **1991**.
- Meilensteine: Versionen 1.0.0 (**1994**), 1.5 (**1998**), 2.0 (**2000**), 3.0 (**2008**)
- Mittlerweile wird Python als **Open-Source-Projekt** von der Allgemeinheit weiterentwickelt, wobei ein innerer Kern die meiste Arbeit übernimmt. Guido van Rossum hat als “BDFL” (**benevolent dictator for life**, gütiger Diktator auf Lebenszeit) das letzte Wort.

Python ist **nicht** nach einem Reptil benannt, sondern nach **Monty Python**, einer (hoffentlich!) bekannten englischen Komikertruppe aus den 1970ern.

Daher auch viele Namen von Tools rund um Python:

- IDLE
- Eric
- Bicycle Repair Man
- Grail

Wo andere Programmiersprachen die Variablen **foo** und **bar** verwenden, wählt man in Python gerne **spam** und **egg**.

Warum Python?

Python hat (z.B. gegenüber der C-Familie) einen hohen Abstraktionsgrad (“weiter weg von der Maschine”), z.B. automatische Speicherverwaltung und unbeschränkte Ganzzahlarithmetik.

Programme sind

- kürzer,
- lesbarer,
- portabler,
- langsamer.

Scheme hat ebenfalls einen hohen Abstraktionsgrad.

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Warum eine
zweite Program-
miersprache?

Geschichte

Warum Python?

Materialien

Arbeitsweise

Ausdrücke

Python vs. Scheme

Fundamental unterschiedliche Syntax

Scheme

```
(define
  factorial
  (lambda (n)
    (if (<= n 1)
        1
        (* n (factorial (- n 1))))))
```

Python

```
def factorial(n):
    if n <= 1:
        return 1
    else:
        return n * factorial(n-1)
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Warum eine
zweite Program-
miersprache?

Geschichte

Warum Python?

Materialien

Arbeitsweise

Ausdrücke

Viele Gemeinsamkeiten im “Kern”:

→ **Python for Lisp Programmers**,

<http://www.norvig.com/python-lisp.html>

Für die Online-Dokumentation ist der Einstiegspunkt <http://docs.python.org/py3k/>.

Besonders wichtig/interessant:

- am Anfang das **Tutorial**
(<http://docs.python.org/py3k/tutorial/index.html>)
- im Programmieralltag die **Library Reference**
(<http://docs.python.org/py3k/library/index.html>)

Links zu **Büchern** finden Sie auf unserer Webseite.

- M. Lutz. Learning Python [Lut09]. (Für Einsteiger)
- A. Martelli. Python in a Nutshell [Mar06].
(Für Fortgeschrittene. Noch Python 2.)
- A. Martelli, A. Martelli Ravenscroft und D. Ascher. Python Cookbook [MRA05]. (Codebeispiele. Noch Python 2.)
- M. Pilgrim. Dive Into Python 3 [Pil09]. (Für Fortgeschrittene.) <http://diveintopython3.org/>
- A. Downey, J. Elkner und C. Meyers. How to Think Like a Computer Scientist: Learning With Python [DEM02].
(Für Programmieranfänger. Noch Python 2.)
<http://www.greenteapress.com/thinkpython/thinkCSPy/>
- Peter Kaiser und Johannes Ernesti. Python 3: Das umfassende Handbuch [KE09]. (Deutsch. Für Programmieranfänger.)
Alte Version (Python 2):
<http://openbook.galileocomputing.de/python/>

- Auf den BP-Rechnern ist Python selbstverständlich installiert. Zur Installation auf Ihrem eigenen Rechner gibt es Informationen auf unserer Webseite.

- Auf den BP-Rechnern ist Python selbstverständlich installiert. Zur Installation auf Ihrem eigenen Rechner gibt es Informationen auf unserer Webseite.
- Wie bei Scheme auch gibt es zwei Arten der Interaktion:
 - Schreibe ein Programm (oberes Fenster in DrRacket).
 - Benutze den **interaktiven Interpreter** (in DrRacket **REPL** genannt).

Nur ist die Welt jetzt nicht mehr ganz so komfortabel. Wir müssen ein paar grundlegende Konzepte aus den Betriebssystemen verstehen.

- *Datei*: eine Zeichenkette (wobei es spezielle Zeichen für **Zeilenumbruch** und **Dateiende** gibt) versehen mit einem **Namen** und einigen weiteren Informationen (Datum der letzten Änderung, Leserechte etc.). Insbesondere die Scheme-Programme (`....rkt`) sind Dateien. Die Daten auf der Festplatte eines Computers sind in Dateien organisiert.

- *Datei*: eine Zeichenkette (wobei es spezielle Zeichen für **Zeilenumbruch** und **Dateiende** gibt) versehen mit einem **Namen** und einigen weiteren Informationen (Datum der letzten Änderung, Leserechte etc.). Insbesondere die Scheme-Programme (`....rkt`) sind Dateien. Die Daten auf der Festplatte eines Computers sind in Dateien organisiert.
- **Editor**: ein allgemeines Programm zum Erstellen und Bearbeiten von Dateien. Beispiele: **vi** oder **emacs**. Die meisten Computerlaien kennen dieses Konzept wahrscheinlich nicht, weil sie nur **Spezialprogramme** (z.B. Word) zum Erstellen von Dateien verwenden. Das obere Fenster in DrRacket ist ein Editor für Scheme-Programme mit moderaten Spezialfunktionen.

- **Shell:** Ein Programm, das auf Betriebssystemebene Befehle entgegen nimmt, d.h., von dem aus man andere Programme aufruft. Auch dieses Konzept kennen die meisten Computerlaien wahrscheinlich nicht, da in heutigen fensterbasierten Betriebssystemen Programme typischerweise über Menus aufgerufen werden.

Bei weiteren Fragen wenden Sie sich bitte an Herrn Wimmer!

- Python-Programme schreiben Sie mit einem beliebigen Editor.
- Das Programm `python3` wird aus der Shell aufgerufen und kann sowohl verwendet werden, um Python-Programme auszuführen, als auch als interaktiver Interpreter benutzt werden.

Details: siehe Übungen!

In der Shell:

Shell

```
# python3
```

```
Python 3.1.2 (r312:79147, Apr 15 2010, 12:35:07)
```

```
[GCC 4.4.3] on linux2
```

```
Type "help", "copyright", "credits" or "license"  
for more information.
```

Motivation

Warum eine
zweite Program-
miersprache?

Geschichte

Warum Python?

Materialien

Arbeitsweise

Ausdrücke

Ausdrücke

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Ausdrücke

Ausdrücke
Auswertung /
Ausgabe
Zahlen

Zeichen mit fester Bedeutung

- **Konstanten (Literele)**, z.B. für Zahlen oder Strings:
42 -17 3.1415926535 "Gambolputty"
- **Vordefinierte Namen (primitive Operatoren)**, z.B. für arithmetische Operationen:
+ - * /

Zeichen mit frei wählbarer Bedeutung

Namen (Bezeichner, Identifier, Variablen)

x y egg spam

Aus diesen bilden wir **Ausdrücke**.

- Ein Literal ist ein Ausdruck.
- Eine Variable ist ein Ausdruck.
- Die **(Funktions-)Anwendung, Applikation** eines vordefinierten Namens auf Ausdrücke (**Operanden**) ist ein Ausdruck:

$17 + 4$ $x * (17 + 4)$

Unterschied zu Scheme?

- Ausdrücke haben einen **Wert**, sie können **ausgewertet** werden.
- Jeder Ausdruck beschreibt einen **Berechnungsprozess** zur Ermittlung seines Wertes (Auswertung). Start der Auswertung durch Eingabe im Interpreter.

Auswertung: Beispiele

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Ausdrücke

Ausdrücke

Auswertung /
Ausgabe

Zahlen

Eingabe eines **nackten** Ausdrucks im Interpreter:

Python-Interpreter

```
>>> 42
```

```
42
```

```
>>> 2 * (17 + 4)
```

```
42
```

Auswertung: Beispiele II

Man kann auch die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(42)
```

```
42
```

```
>>> print(2 * (17 + 4))
```

```
42
```

`print` ist der übliche Weg, Ausgaben zu erzeugen und funktioniert daher auch in **richtigen** Programmen, d.h. außerhalb des Interpreters.

Nackte Ausdrücke vs. print

Es besteht ein kleiner aber feiner Unterschied zwischen **nackten** Ausdrücken und Ergebnissen der `print`-Funktion:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>> print(2.8 / 7)
0.4
>>> print("oben\nunten")
oben
unten
```

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
42
>>> 2.8 / 7
0.39999999999999997
>>> "oben\nunten"
'oben\nunten'
```


Python kennt drei verschiedene Typen (Sorten) für Zahlen:

- `int` für ganze Zahlen beliebiger Größe.
- `float` für Fließkommazahlen.
- `complex` für komplexe (Fließkomma-) Zahlen.

int-Konstanten schreibt man, wie man es erwartet:

Python-Interpreter

```
>>> 10
10
>>> -20
-20
```

Python benutzt für Arithmetik die üblichen Symbole:

- Grundrechenarten: +, -, *, /, //
- Modulo: %
- Potenz: **

Rechnen mit `int`: Beispiele

Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
```

```
178
```

```
>>> 13 % 8
```

```
5
```

```
>>> -2 % 8
```

```
6
```

```
>>> 11 ** 11
```

```
285311670611
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Ausdrücke

Ausdrücke
Auswertung /
Ausgabe

Zahlen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

Der Divisionsoperator `/` liefert das genaue Ergebnis. Das Ergebnis der ganzzahligen Division erhält man mit `//`. Dabei wird immer abgerundet.

Python-Interpreter

```
>>> 20 / 3
6.666666666666667
>>> -20 / 3
-6.666666666666667
>>> 20 // 3
6
>>> -20 // 3
-7
```

- float-Konstanten schreibt man folgendermaßen:
2.44, 1.0, 5., 1e+100
- complex-Konstanten schreibt man als Summe von (optionalem) Realteil und Imaginärteil mit imaginärer Einheit j :
4+2j, 2.3+1j, 2j, 5.1+0j

float und complex unterstützen dieselben arithmetischen Operatoren wie die ganzzahligen Typen (außer Modulo bei komplexen Zahlen).

Wir haben also:

- Grundrechenarten: +, -, *, /, //
- Potenz: **

Rechnen mit float

Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
5.6088
>>> print(17 / 2.0)
8.5
>>> print(23.1 % 2.7)
1.5
>>> print(1.5 ** 100)
4.06561177535e+17
>>> print(10 ** 0.5)
3.16227766017
>>> print(4.23 ** 3.11)
88.6989630228
```

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Ausdrücke

Ausdrücke
Auswertung /
Ausgabe

Zahlen

Rechnen mit complex

Informatik I

Jan-Georg
Smaus

Motivation

Ausdrücke

Ausdrücke
Auswertung /
Ausgabe
Zahlen

Python-Interpreter




```
>>> print(2+3j + 4-1j)
(6+2j)
>>> 1+2j * 100
(1+200j) [Achtung, Punkt vor Strich!]
>>> (1+2j) * 100
(100+200j)
>>> print((-1+0j) ** 0.5)
(6.12303176911e-17+1j)
```

Automatische Konversionen zwischen Zahlen

Ausdrücke mit verschiedenen Typen wie $100 * (1+2j)$ oder $(-1) ** 0.5$ verhalten sich so, wie man es erwarten würde. Die folgenden Bedingungen werden der Reihe nach geprüft, die erste zutreffende Regel gewinnt:

- Ist einer der Operanden ein `complex`, so ist das Ergebnis ein `complex`.
- Ist einer der Operanden ein `float`, so ist das Ergebnis ein `float`.
- Ansonsten ist das Ergebnis ein `int`.

- Es ist gut, mehr als eine Programmiersprache zu lernen.
- Python ist imperativ und relativ einfach.
- Benutzung von Python
- Ausdrücke und Zahlen

-  Allen Downey, Jeffrey Elkner, and Chris Meyers.
How to Think Like a Computer Scientist: Learning With Python.
Green Tea Press, 2002.
-  Peter Kaiser and Johannes Ernesti.
Python 3: Das umfassende Handbuch.
Galileo Computing, 2009.
-  Herbert Klaeren and Michael Sperber.
Die Macht der Abstraktion.
Teubner Verlag, 2007.
-  Mark Lutz.
Learning Python.
O'Reilly Media, 2009.

-  Alex Martelli.
Python in a Nutshell.
O'Reilly Media, 2006.
-  Alex Martelli, Anna Martelli Ravenscroft, and David Ascher.
Python Cookbook.
O'Reilly Media, 2005.
-  Mark Pilgrim.
Dive Into Python 3.
Apress, 2009.