

Informatik I: Einführung in die Programmierung

2. Erste Schritte in Python

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg



**UNI
FREIBURG**

Bernhard Nebel

17. & 20. Oktober 2017



Allgemeines

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Ada, Basic, C, C++, C#, Cobol, Curry, F#, Fortran, Go, Gödel, HAL, Haskell, Java, Lisp, Lua, Mercury, Miranda, ML, OCaml, Pascal, Perl, Python, Prolog, Ruby, Scheme, Shakespeare, Smalltalk, Visual Basic, u.v.m.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Ada, Basic, C, C++, C#, Cobol, Curry, F#, Fortran, Go, Gödel, HAL, Haskell, Java, Lisp, Lua, Mercury, Miranda, ML, OCaml, Pascal, Perl, Python, Prolog, Ruby, Scheme, Shakespeare, Smalltalk, Visual Basic, u.v.m.

Wir lernen hier **Python** (genauer Python 3), eine

- objektorientierte,
- dynamisch getypte,
- interpretierte und interaktive
- höhere Programmiersprache.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

- wurde Anfang der 90er Jahre von Guido van Rossum als Skriptsprache für das verteilte Betriebssystem Amoeba entwickelt;



Foto: Wikipedia

- gilt als einfach zu erlernen, da sie über eine klare und übersichtliche Syntax verfügt;
- wird kontinuierlich von Guido van Rossum bei Google weiter entwickelt.
- bezieht sich auf die Komikertruppe *Monty Python*.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Es gibt eine Menge von Lehrbüchern zu Python3. Wir werden im wesentlichen einsetzen

- Allen Downey, *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist*, O'Reilly, 2013
- als PDF herunterladbar oder als HTML lesbar (Green Tea Press): <http://greenteapress.com/thinkpython/thinkpython.html>
- als deutsche Version: Programmieren lernen mit Python, O'Reilly, 2013.
- Marc Lutz, *Learning Python*, O'Reilly, 2013 (deutsche Ausgabe ist veraltet!)
- Marc Lutz, *Python kurz & gut*, O'Reilly, 2014 (als Nachschlagwerk)
- Weitere Bücher im Semesterapparat.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Warum Python?

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Softwarequalität
 - Lesbarkeit
 - Software-Reuse-Mechanismen (wie OOP)
- Programmierer-Produktivität
 - Die Länge von Python-Programmen ist typischerweise weniger als 50% verglichen mit äquivalentem Java oder C++-Programmen.
 - Kein Edit-Compile-Test-Zyklus, sondern direkte Tests
- Portabilität
- Support-Bibliotheken („Batterien sind enthalten“)
- Komponenten-Integrierbarkeit (Java, .Net, COM, Silverlight, SOAP, CORBA, ...)

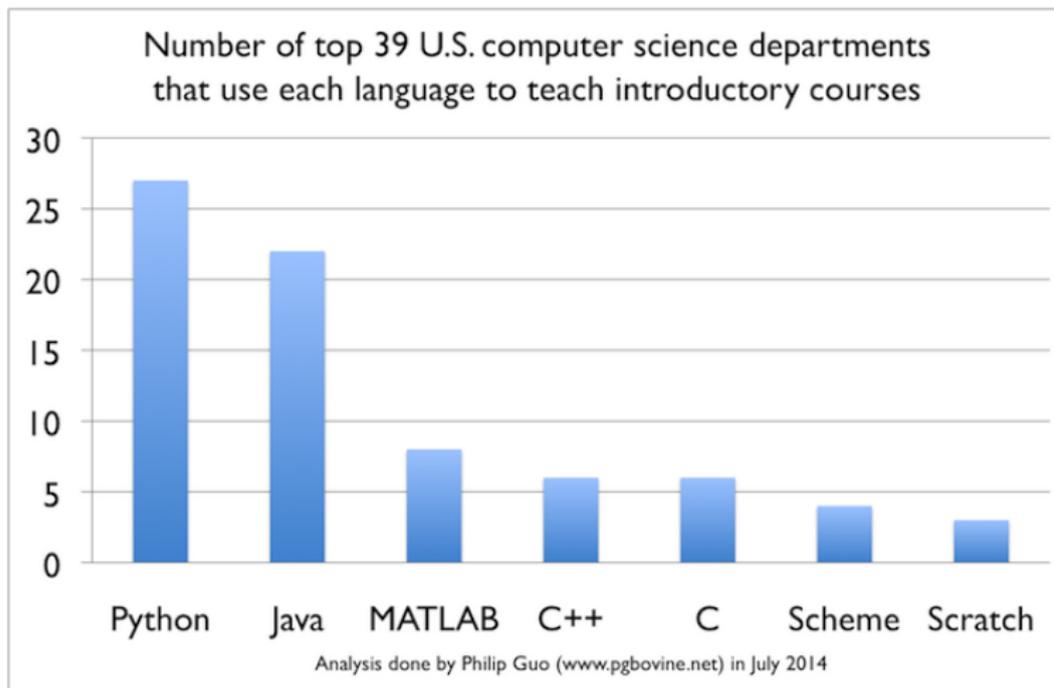
Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Google: Web search, App engine, YouTube
- Dropbox
- CCP Games: EVE Online
- 2kgames: Civilization IV (SDK)
- Industrial Light & Magic: Workflow-Automatisierung
- ESRI: Für Nutzerprogrammierung des GIS
- Intel, Cisco, HP, Seagate: Hardwaretesting
- NASA, JPL, Alamos: Scientific Computing
- ...<http://www.python.org/about/success/>

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

- Python ist „langsamer“ als Java und C++
- Wieviel langsamer?
<http://benchmarksgame.alioth.debian.org/>
- Eignet sich nicht für das Schreiben von Gerätetreibern
- Eignet sich nicht direkt für die Programmierung von (kleinen) Mikrocontrollern (*bare metal programming*)
 - Mittlerweile gibt es allerdings **MicroPython** für ARM-Prozessoren.



Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Interpreter- versus Compiler-Sprachen



Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Interpreter- versus Compiler-Sprachen



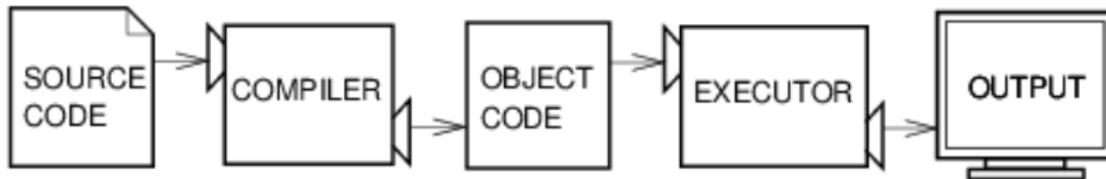
Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Abbildungen aus Downey 2013



Unter <http://python.org/> findet man aktuelle Dokumentation und Links zum Herunterladen (uns interessiert Python 3.X) für

- *Windows*,
- *MacOSX*,
- *Unixes* (Quellpakete),
- für aktuelle *Linux-Distributionen* gibt es Packages für die jeweilige Distribution, meistens bereits installiert!

Läuft u.a. auch auf dem **Raspberry Pi!**

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Man kann den Python-Interpreter auf folgende Arten starten:

- im **interaktiven Modus** (ohne Angabe von Programm-Parametern)

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Man kann den Python-Interpreter auf folgende Arten starten:

- im **interaktiven Modus** (ohne Angabe von Programm-Parametern)
- Man kann interaktiv **Ausdrücke** und **Anweisungen** eintippen, der Interpreter wertet diese aus und druckt ggfs. das Ergebnis.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Man kann den Python-Interpreter auf folgende Arten starten:

- im **interaktiven Modus** (ohne Angabe von Programm-Parametern)
- Man kann interaktiv **Ausdrücke** und **Anweisungen** eintippen, der Interpreter wertet diese aus und druckt ggfs. das Ergebnis.
- im **Skript-Modus** (unter Angabe einer **Skript-/Programm-Datei**)

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Man kann den Python-Interpreter auf folgende Arten starten:

- im **interaktiven Modus** (ohne Angabe von Programm-Parametern)
 - Man kann interaktiv **Ausdrücke** und **Anweisungen** eintippen, der Interpreter wertet diese aus und druckt ggfs. das Ergebnis.
- im **Skript-Modus** (unter Angabe einer **Skript-/Programm-Datei**)
 - Ein **Programm** (auch **Skript** genannt) wird eingelesen und dann ausgeführt.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Interaktives Nutzen der Shell

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
42
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
```

```
42
```

```
>>> "Hello world"
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
42
>>> "Hello world"
'Hello world'
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
42
>>> "Hello world"
'Hello world'
>>> "spam " * 4
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Nach Starten des Interpreters erhält man das **Prompt-Zeichen**, kann **Ausdrücke** eintippen und erhält ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen kann man einfach einen Ausdruck eingeben, woraufhin der Interpreter dann den Ausdruck auswertet und das Ergebnis ausgibt:

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
42
>>> "Hello world"
'Hello world'
>>> "spam " * 4
'spam spam spam spam '
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Zum anderen kann man die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Zum anderen kann man die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Zum anderen kann man die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>> print("Hello world")
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Zum anderen kann man die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>> print("Hello world")
Hello world
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Zum anderen kann man die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>> print("Hello world")
Hello world
>>> print("spam " * 4)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Zum anderen kann man die `print`-Funktion verwenden, um einen Ausdruck auszugeben:

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>> print("Hello world")
Hello world
>>> print("spam " * 4)
spam spam spam spam
```

`print` ist der übliche Weg, Ausgaben zu erzeugen und funktioniert daher auch in „richtigen“ Programmen.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Exkurs: Hello-World-Programme



Hello-World-Programme dienen dazu, eine erste Idee vom Stil einer Programmiersprache zu bekommen.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Exkurs: Hello-World-Programme



Hello-World-Programme dienen dazu, eine erste Idee vom Stil einer Programmiersprache zu bekommen.

Python

```
print("Hello World!")
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Exkurs: Hello-World-Programme



Hello-World-Programme dienen dazu, eine erste Idee vom Stil einer Programmiersprache zu bekommen.

Python

```
print("Hello World!")
```

Pascal

```
program Hello_World;  
begin  
  writeln('Hello World!');  
end.
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Exkurs: Hello-World-Programme



Hello-World-Programme dienen dazu, eine erste Idee vom Stil einer Programmiersprache zu bekommen.

Python

```
print("Hello World!")
```

Pascal

```
program Hello_World;  
begin  
  writeln('Hello World!');  
end.
```

Brainfuck

```
+++++++ [ >+++++>+++++++>++++>+<<<<- ]  
>+.>+.+++++. .+>+.>+.<<+++++++.  
>+.+>+.----- .----- .>+>.
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

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

Python-Interpreter

```
>>> print(7 * 6)
42
>>> print("Hello world")
Hello world
>>> print("oben\nunten")
oben
unten
>>> print(None)
None
```

Python-Interpreter

```
>>> 7 * 6
42
>>> "Hello world"
'Hello world'
>>> "oben\nunten"
'oben\nunten'

>>> None
>>>
```

Mehr dazu später ...

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Wir werden die Möglichkeiten von `print` später noch ausführlicher behandeln. Ein Detail soll aber schon jetzt erwähnt werden:

Python-Interpreter

```
>>> print("2 + 2 =", 2 + 2, "(vier)")  
2 + 2 = 4 (vier)
```

- Man kann `print` mehrere Ausdrücke übergeben, indem man sie mit Kommas trennt.
- Die Ausdrücke werden dann in derselben Zeile ausgegeben, und zwar durch Leerzeichen getrennt.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Wenn Sie etwas zu einem Befehl oder einer Funktion in Python wissen möchten, dann nutzen Sie die **help**-Funktion:

Python-Interpreter

```
>>> help
```

```
Type help() for interactive help, or help(object) for  
help about object.
```

```
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Wenn Sie etwas zu einem Befehl oder einer Funktion in Python wissen möchten, dann nutzen Sie die `help`-Funktion:

Python-Interpreter

```
>>> help
```

```
Type help() for interactive help, or help(object) for help about object.
```

```
>>> help(print)
```

```
Help on built-in function print in module builtins:
```

```
print(...)  
    print(value, ..., sep=' ', ...
```

Allgemeines

Warum Python?

Python-Interpreter

Shell

Rechnen



Rechnen

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python kennt drei verschiedene Datentypen (bzw. Klassen) für Zahlen:

- `int` für ganze Zahlen beliebiger Größe (!)
- `float` für Gleitkommazahlen (entspricht in etwa den rationalen Zahlen)
- `complex` für komplexe Gleitkommazahlen.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

int



- `int`-Konstanten schreibt man, wie man es erwartet:

Python-Interpreter

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

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

- `int`-Konstanten schreibt man, wie man es erwartet:

Python-Interpreter

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

- Hexadezimal-, Oktal- und Binärzahlen werden durch Präfixe `0x`, `0o` bzw. `0b` notiert:

Python-Interpreter

```
>>> 0x10
16
>>> 0o10
8
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python benutzt für Arithmetik die folgenden Symbole:

- Grundrechenarten: +, -, *, /,
- Ganzzahlige Division: //
- Modulo: %
- Potenz: **
- Bitweise Boolesche Operatoren: &, |, ^, ~ (brauchen wir erst einmal nicht)

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

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

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>> 14 * (12 + 10)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>> 14 * (12 + 10)
308
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>> 14 * (12 + 10)
308
>>> 13 % 8
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>> 14 * (12 + 10)
308
>>> 13 % 8
5
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>> 14 * (12 + 10)
308
>>> 13 % 8
5
>>> 11 ** 11
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> 14 * 12 + 10
178
>>> 14 * (12 + 10)
308
>>> 13 % 8
5
>>> 11 ** 11
285311670611
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



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

Python-Interpreter

```
>>> 20 / 3
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



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

Python-Interpreter

```
>>> 20 / 3
6.666666666666667
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



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

Python-Interpreter

```
>>> 20 / 3
6.666666666666667
>>> -20 / 3
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



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

Python-Interpreter

```
>>> 20 / 3
6.666666666666667
>>> -20 / 3
-6.666666666666667
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



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

Python-Interpreter

```
>>> 20 / 3
6.666666666666667
>>> -20 / 3
-6.666666666666667
>>> 20 // 3
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



Der Divisionsoperator `/` liefert das genaue Ergebnis (als `float`). 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
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



Der Divisionsoperator `/` liefert das genaue Ergebnis (als `float`). 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
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?



Der Divisionsoperator `/` liefert das genaue Ergebnis (als `float`). 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
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- `float`-Konstanten schreibt man mit Dezimalpunkt und optionalem Exponent:

2.44, 1.0, 5., 1.5e+100 (bedeutet $1,5 \times 10^{100}$)

- `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.

Wir haben also:

- Grundrechenarten: `+`, `-`, `*`, `/`, `//`
- Potenz: `**`
- Rest bei Division für ganzzahliges Ergebnis: `%`

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
5.6088
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
5.6088
>>> print(17 / 2.0)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
5.6088
>>> print(17 / 2.0)
8.5
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
5.6088
>>> print(17 / 2.0)
8.5
>>> print(23.1 % 2.7)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(1.23 * 4.56)
5.6088
>>> print(17 / 2.0)
8.5
>>> print(23.1 % 2.7)
1.5
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Wieviel ist $2 - 2.1$?



Python-Interpreter

```
>>> 2 - 2.1
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Wieviel ist $2 - 2.1$?



Python-Interpreter

```
>>> 2 - 2.1  
-0.10000000000000009
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Wieviel ist $2 - 2.1$?



Python-Interpreter

```
>>> 2 - 2.1  
-0.10000000000000009
```

- Die meisten Dezimalzahlen können als Gleitkommazahlen nicht exakt dargestellt werden (!)

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Wieviel ist $2 - 2.1$?



Python-Interpreter

```
>>> 2 - 2.1  
-0.10000000000000009
```

- Die meisten Dezimalzahlen können als Gleitkommazahlen nicht exakt dargestellt werden (!)
- Python-Neulinge finden Ausgaben wie die obige oft verwirrend — dies ist weder eine Schwäche von Python noch die Rückkehr des Pentium-Bugs, sondern völlig normal.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Wieviel ist $2 - 2.1$?



Python-Interpreter

```
>>> 2 - 2.1  
-0.10000000000000009
```

- Die meisten Dezimalzahlen können als Gleitkommazahlen nicht exakt dargestellt werden (!)
- Python-Neulinge finden Ausgaben wie die obige oft verwirrend — dies ist weder eine Schwäche von Python noch die Rückkehr des Pentium-Bugs, sondern völlig normal.
- Das Ergebnis in C oder Java wäre dasselbe, aber es wird besser vor dem Programmierer versteckt.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(2+3j + 4-1j)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(2+3j + 4-1j)
(6+2j)
>>>
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

```
>>> print(2+3j + 4-1j)
(6+2j)
>>> 1+2j * 100
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

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

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

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

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Python-Interpreter

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

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



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)
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

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)
```



Ausdrücke mit gemischten 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 wird der andere zu `complex` konvertiert (falls er das nicht schon ist).
- Ist einer der Operanden ein `float` (und keiner ein `complex`), so wird der andere zu `float` konvertiert (falls er das nicht schon ist).

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen können in Python ganze Zahlen beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben aber eine beschränkte Darstellung (IEEE 754 Standard) von meist 64 Bit.

Python-Interpreter

```
>>> 1e-999
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen können in Python ganze Zahlen beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben aber eine beschränkte Darstellung (IEEE 754 Standard) von meist 64 Bit.

Python-Interpreter

```
>>> 1e-999  
0.0
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen können in Python ganze Zahlen beliebig groß (und klein) werden.
- Gleikommazahlen haben aber eine beschränkte Darstellung (IEEE 754 Standard) von meist 64 Bit.

Python-Interpreter

```
>>> 1e-999  
0.0  
>>> 1e+999
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen können in Python ganze Zahlen beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben aber eine beschränkte Darstellung (IEEE 754 Standard) von meist 64 Bit.

Python-Interpreter

```
>>> 1e-999  
0.0  
>>> 1e+999  
inf
```

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen



- Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen können in Python ganze Zahlen beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben aber eine beschränkte Darstellung (IEEE 754 Standard) von meist 64 Bit.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Python-Interpreter

```
>>> 1e-999
0.0
>>> 1e+999
inf
>>> 1e+999 - 1e+999
```



- Im Gegensatz zu anderen Programmiersprachen können in Python ganze Zahlen beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben aber eine beschränkte Darstellung (IEEE 754 Standard) von meist 64 Bit.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen

Python-Interpreter

```
>>> 1e-999
0.0
>>> 1e+999
inf
>>> 1e+999 - 1e+999
nan
```

`inf` steht für *infinity* und `nan` für *not a number*. Mit beiden kann man weiter rechnen.



- Python ist ein **objektorientierte, dynamisch getypte, interpretierte** und **interaktive höhere** Programmiersprache.
- Python wird immer **populärer** und wird in den USA als die **häufigste** Anfängersprache genannt.
- Python läuft auf **praktisch allen** Maschinen und Betriebssystemen.
- Es gibt drei **numerische Typen** in Python: `int`, `float`, und `complex`.
- Es werden alle bekannten **arithmetischen Operationen** unterstützt.

Allgemeines

Warum
Python?

Python-
Interpreter

Shell

Rechnen