Informatik I: Einführung in die Programmierung

2. Erste Schritte in Python

Albert-Ludwigs-Universität Freiburg

UNI FREIBURG

Prof. Dr. Peter Thiemann

04. November 2020

Allgemeines

Programmiersprachen

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

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

Programmiersprachen

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

Wir verwenden Python (genauer Python 3), eine

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

Die Programmiersprache Python …

- Anfang der 90er Jahre als Skriptsprache für das verteilte Betriebssystem Amoeba entwickelt;
- gilt als einfach zu erlernen;
- wurde kontinuierlich von Guido van Rossum bei Google (seit 2013 Dropbox; seit 2019 i.R.) weiterentwickelt.
- bezieht sich auf die Komikertruppe *Monty Python*.

Guido van Rossum (Foto: Wikipedia)

Literatur

Hier eine Auswahl von Lehrbüchern zu Python3.

- Allen Downey, *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist*, O'Reilly, 2nd edition, 2015
- als PDF herunterladbar oder als HTML lesbar (Green Tea Press): `https://greenteapress.com/wp/think-python-2e/`
- als deutsche Version: Programmieren lernen mit Python, O'Reilly, 2013.
- Mark Lutz, *Learning Python*, O'Reilly, 2013 (deutsche Ausgabe ist veraltet!)
- Michael Weigend, *Python ge-packte Referenz*, mitp Verlag, 8. Auflage 2020 (als Nachschlagwerk, V3.8)
- Viele Videos und Online-Kurse
- Allgemeiner Hintergrund: Perdita Stevens, *How to Write Good Programs. A Guide for Students*, Cambridge University Press, 2020.

Warum Python?

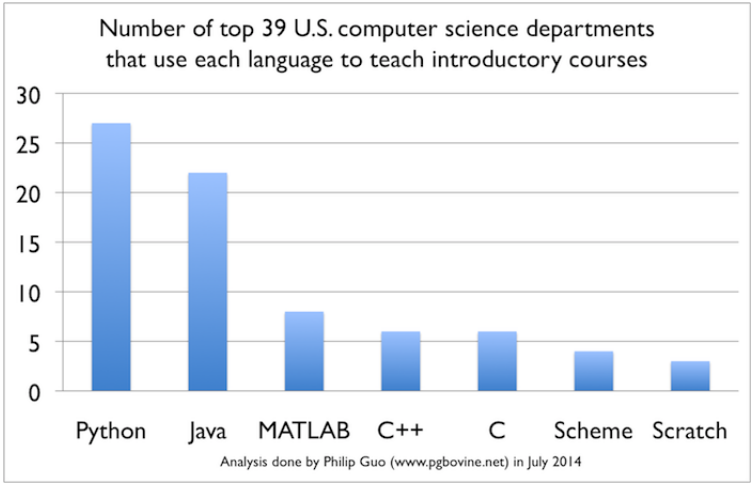
Warum Python benutzen?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

- Softwarequalität
  - Lesbarkeit
  - Software-Reuse-Mechanismen (wie OOP)
- Programmierer-Produktivität
  - Python-Programme sind oft 50% kürzer als vergleichbare Java oder C++-Programme.
  - Kein Edit-Compile-Test-Zyklus, sondern direkte Tests
- Portabilität
- Support-Bibliotheken („Batterien sind enthalten“)
- Komponenten-Integrierbarkeit (Java, .Net, COM, Silverlight, SOAP, CORBA, ...)

Einsteigersprachen in den USA



Python ist #1

http://www.youtube.com/watch?v=f3EbDbm8XqY&t=7m3s

Wer benutzt Python?

- 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/`

Was geht nicht?

- Python ist „langsamer“ als Java und C++
- Wieviel langsamer?
  `https://benchmarksgame-team.pages.debian.net/benchmarksgame/index.html`
- Eignet sich nicht für das Schreiben von Gerätetreibern
- Eignet sich nicht direkt für die Programmierung von (kleinen) Mikrocontrollern (*bare metal programming*)
- “Python … is not considered ideal for mobile app development and game development due to the consumption of more memory and its slow processing speed while compared to other programming languages.”
  `https://squareboat.com/blog/advantages-and-disadvantages-of-python`

Woher nehmen?

Unter `http://python.org/` befinden sich die aktuelle Dokumentation und Links zum Herunterladen (uns interessiert Python 3.X, $X \geq 9$) für

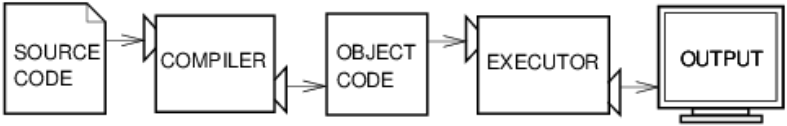
- *Windows*,
- *MacOSX*,
- *Unixes* (Quellpakete),
- für aktuelle *Linux-Distributionen* gibt es Packages für die jeweilige Distribution, meistens bereits installiert!

Läuft u.a. auch auf dem Raspberry Pi!

Python-Interpreter

Interpreter- versus Compiler-Sprachen

Interpreter- versus Compiler-Sprachen



Abbildungen aus Downey 2013

Interaktiver und Skript-Modus

Der Python-Interpreter kann auf folgende Arten gestartet werden:

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

Interaktiver und Skript-Modus

Der Python-Interpreter kann auf folgende Arten gestartet werden:

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

→ Ausdrücke und Anweisungen können interaktiv eintippt werden, der Interpreter wertet diese aus und druckt ggf. das Ergebnis.

Interaktiver und Skript-Modus

Der Python-Interpreter kann auf folgende Arten gestartet werden:

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

→ Ausdrücke und Anweisungen können interaktiv eintippt werden, der Interpreter wertet diese aus und druckt ggf. das Ergebnis.

- im Skript-Modus (unter Angabe einer Skript-/Programm-Datei)

Interaktiver und Skript-Modus

Der Python-Interpreter kann auf folgende Arten gestartet werden:

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

→ Ausdrücke und Anweisungen können interaktiv eintippt werden, der Interpreter wertet diese aus und druckt ggf. das Ergebnis.

- im Skript-Modus (unter Angabe einer Skript-/Programm-Datei)

→ Ein Programm (auch Skript genannt) wird eingelesen und dann ausgeführt.

Interaktives Nutzen der Shell

Erste Schritte: Ausdrücke

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

```
>>>
```

Erste Schritte: Ausdrücke

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: Ausdrücke

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: Ausdrücke

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: Ausdrücke

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: Ausdrücke

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: Ausdrücke

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Nach Starten des Interpreters erscheint das Prompt-Zeichen. Das Eintippen von Ausdrücken wertet diese aus und liefert ein Ergebnis.

Um dem Interpreter eine Ausgabe zu entlocken, gibt es zwei Methoden. Zum einen wertet der Interpreter jeden eingegebenen Ausdruck aus und gibt das Ergebnis aus:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: „Drucken“

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Zum anderen kann die `print`-Funktion den Wert eines Ausdrucks ausgeben:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: „Drucken“

Zum anderen kann die `print`-Funktion den Wert eines Ausdrucks ausgeben:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: „Drucken“

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Zum anderen kann die `print`-Funktion den Wert eines Ausdrucks ausgeben:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: „Drucken“

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Zum anderen kann die `print`-Funktion den Wert eines Ausdrucks ausgeben:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: „Drucken“

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Zum anderen kann die `print`-Funktion den Wert eines Ausdrucks ausgeben:

Python-Interpreter

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

Erste Schritte: „Drucken“

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Zum anderen kann die `print`-Funktion den Wert eines Ausdrucks ausgeben:

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.

Etwas mehr zu `print`

Ein weiteres Detail zu `print`:

Python-Interpreter

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

- `print` kann mehrere Ausdrücke durch Kommas getrennt verarbeiten.
- Die Ergebnisse werden in derselben Zeile durch Leerzeichen getrennt ausgegeben.

Exkurs: Hello-World-Programme

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

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

Exkurs: Hello-World-Programme

UNI FREIBURG

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

UNI FREIBURG

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

Python

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

Java

```
class HelloWorld {
  public static void main(String[] arg) {
    System.out.println("Hello World!");
  }
}
```


Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Exkurs: Hello-World-Programme

UNI FREIBURG

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

Python

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

Java

```
class HelloWorld {
  public static void main(String[] arg) {
    System.out.println("Hello World!");
  }
}
```

Brainfuck

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


Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Rechnen

Zahlen

Python kennt drei verschiedene Datentypen für Zahlen:

- `int` für ganze Zahlen;
- `float` für Gleitkommazahlen
  (eine verrückte Teilmenge der rationalen Zahlen);
- `complex` für komplexe Gleitkommazahlen.

int

UNI FREIBURG

Schreibweise für Konstanten vom Typ `int`:

Python-Interpreter

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

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

int

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Schreibweise für Konstanten vom Typ `int`:

Python-Interpreter

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

Syntax

Die Schreibweise von Konstanten ist ein Aspekt der **Syntax** einer Programmiersprache. Sie beschreibt, welche Zeichen erlaubt sind, welche Worte vordefiniert sind und wie Sätze (Programme) in der Programmiersprache aussehen müssen.

Rechnen mit `int`

Python benutzt für Arithmetik die folgenden Symbole:

- Grundrechenarten: `+`, `-`, `*` `/`
- Ganzzahlige Division: `//`
- Modulo: `%`
- Potenz: `**`

Rechnen mit `int`: Beispiele

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `int`: Beispiele

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator `/` liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator `//` rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

Der Divisionsoperator `/` liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator `//` rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator `/` liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator `//` rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator `/` liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator `//` rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator `/` liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator `//` rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator / liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator // rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator / liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator // rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Integer-Division: Ganzzahlig oder nicht?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Der Divisionsoperator / liefert das Ergebnis als `float`.
Der Operator // rundet auf die nächste ganze Zahl ab.

Python-Interpreter

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

Gleitkommazahlen und komplexe Zahlen

- Syntax von `float`-Konstanten: mit Dezimalpunkt und optionalem Exponent:
  `2.44`, `1.0`, `5.`, `1.5e+100` (bedeutet $1{,}5 \times 10^{100}$)
- Syntax von `complex`-Konstanten: Summe von (optionalem) Realteil und Imaginärteil mit imaginärer Einheit `j`:
  `4+2j`, `2.3+1j`, `2j`, `5.1+0j`

Die arithmetischen Operatoren für `float` und `complex` sind die gleichen wie für die ganzzahligen Typen:

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

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

Python-Interpreter

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

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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)
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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
>>>
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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)
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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
>>>
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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)
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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
>>>
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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)
```

Rechnen mit `float`

UNI FREIBURG

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
```

Wieviel ist 2 – 2.1?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Wieviel ist $2 - 2.1$?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Wieviel ist $2 - 2.1$?

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

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

Wieviel ist $2 - 2.1$?

UNI FREIBURG

Python-Interpreter

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

- Die meisten Dezimalzahlen können **nicht** exakt als Gleitkommazahlen dargestellt werden (!)
- Programmier-Neulinge finden Ausgaben wie die obige oft verwirrend — die Ursache liegt in der Natur der Gleitkommazahlen und ist unabhängig von der Programmiersprache.

Rechnen mit `complex`

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `complex`

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `complex`

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `complex`

UNI FREIBURG

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!]
>>>
```

Rechnen mit `complex`

UNI FREIBURG

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
```

Rechnen mit `complex`

Python-Interpreter

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

Rechnen mit `complex`

UNI FREIBURG

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)
```

Rechnen mit `complex`

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 Typkonversionen

Haben die Operanden unterschiedliche Typen, wie in `100 * (1+2j)` oder `(-1) ** 0.5`, werden die Operanden vom “kleineren” Typ zum “größeren” hin konvertiert. Dabei werden die folgenden Bedingungen 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).

Überläufe und Unterläufe

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

- Ganze Zahlen können beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben einen eingeschränkten Wertebereich (meist gemäß dem IEEE-754 Standard, double precision).
- Durch Interpreter, aber nicht durch Python festgelegt.

Python-Interpreter

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

Überläufe und Unterläufe

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

- Ganze Zahlen können beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben einen eingeschränkten Wertebereich (meist gemäß dem IEEE-754 Standard, double precision).
- Durch Interpreter, aber nicht durch Python festgelegt.

Python-Interpreter

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

Überläufe und Unterläufe

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

- Ganze Zahlen können beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben einen eingeschränkten Wertebereich (meist gemäß dem IEEE-754 Standard, double precision).
- Durch Interpreter, aber nicht durch Python festgelegt.

Python-Interpreter

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

Überläufe und Unterläufe

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

- Ganze Zahlen können beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben einen eingeschränkten Wertebereich (meist gemäß dem IEEE-754 Standard, double precision).
- Durch Interpreter, aber nicht durch Python festgelegt.

Python-Interpreter

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

Überläufe und Unterläufe

UNI FREIBURG

- Ganze Zahlen können beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben einen eingeschränkten Wertebereich (meist gemäß dem IEEE-754 Standard, double precision).
- Durch Interpreter, aber nicht durch Python festgelegt.

Python-Interpreter

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

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

Überläufe und Unterläufe

UNI FREIBURG

Allgemeines
Warum Python?
Python-Interpreter
Shell
Rechnen

- Ganze Zahlen können beliebig groß (und klein) werden.
- Gleitkommazahlen haben einen eingeschränkten Wertebereich (meist gemäß dem IEEE-754 Standard, double precision).
- Durch Interpreter, aber nicht durch Python festgelegt.

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 weiter gerechnet werden!

Zusammenfassung

- Python ist ein objektorientierte, dynamisch getypte, interpretierte und interaktive höhere Programmiersprache.
- Python ist sehr populär und wird in den USA als die häufgste Anfängersprache genannt. Betriebssystemen.
- Für manche Anwendungen ist Python zu langsam und verbraucht zu viel Speicher.
- Es gibt drei numerische Typen in Python: `int`, `float`, und `complex`.
- Es werden die üblichen arithmetischen Operationen unterstützt.