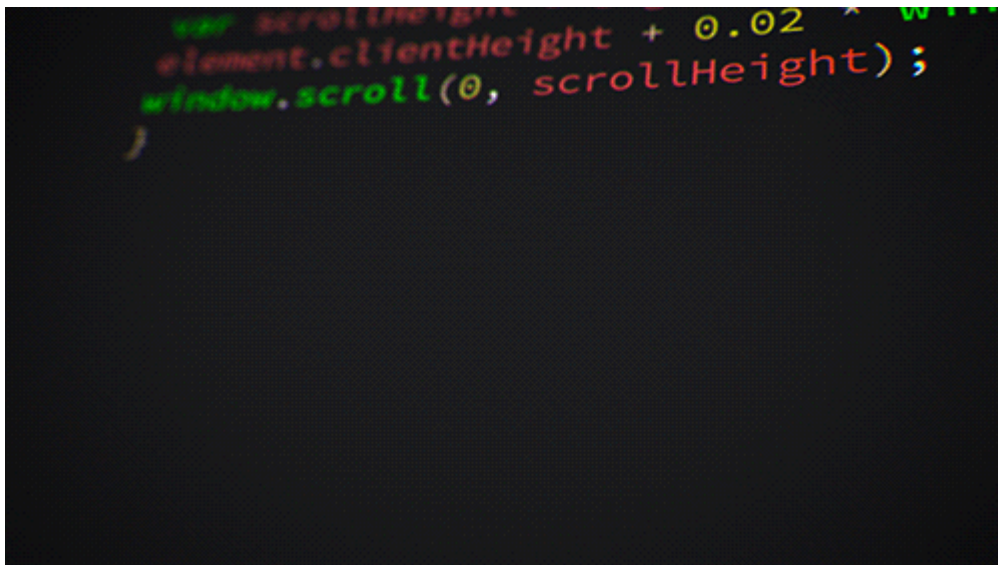


# Objektorientierung / Visualisierung mit Python

Parameter	Kursinformationen
Veranstaltung:	<u>Prozedurale Programmierung / Einführung in die Informatik / Erhebung, Analyse und Visualisierung digitaler Daten</u>
Semester	Wintersemester 2023/24
Hochschule:	Technische Universität Freiberg
Inhalte:	Visualisierung mit Python
Link auf Repository:	<a href="https://github.com/TUBAF-lfl-LiaScript/VL_EAVD/blob/master/11_DatenAnalyse.md">https://github.com/TUBAF-lfl-LiaScript/VL_EAVD/blob/master/11_DatenAnalyse.md</a>
Autoren	Sebastian Zug & André Dietrich & Galina Rudolf



---

## Fragen an die heutige Veranstaltung ...

- Wie lassen sich die Konzepte der OOP in Python ausdrücken?
  - Welche spezifischen Einschränkungen gibt es dabei?
  - Welche Grundkonzepte stehen hinter der Programmierung von Grafiken?
  - Wie geht man bei der Erschließung von unbekanntem Methoden sinnvoll vor?
-

## Organisatorisches

- Wer von Ihnen ist Hörerinnen und Hörer der Vorlesung *Einführung in die Informatik*?
- Bitte bringen Sie sofern möglich Ihre Notebooks zu den Übungen mit. Installieren Sie darauf bereits Python mittels [Anaconda](#).
- In der letzten Übung wird eine Zusammenfassung der behandelten Inhalte angeboten. Dabei wird insbesondere auf die Objektorientierung unter C++ eingegangen.

## Objektorientierung in Python

Klassen werden verwendet, um benutzerdefinierte Datenstrukturen zu erstellen und definieren Funktionen, sogenannte Methoden, die das Verhalten und die Aktionen identifizieren, die ein aus der Klasse erstelltes Objekt mit seinen Daten ausführen kann.

Eine kurze Auffrischung Ihrer Erinnerungen zur objektorientierter Programmierung in C++ ...

## Comparison.cpp

```
1 #include <iostream>
2
3 class Rectangle {
4     private:
5         float width, height;
6     public:
7         Rectangle(int w, int h){
8             if ((w > 0) & (h > 0)) {
9                 this->width = w;
10                this->height = h;
11            }else{
12                this->width = w;
13                this->height = h;
14            }
15        }
16        float area() {return width*height;}
17        Rectangle operator+=(Rectangle offset) {
18            float ratio = (offset.area() + this->area()) / this->area();
19            this->width = ratio * this->width;
20            return *this;
21        }
22 };
23
24 int main () {
25     Rectangle rect_a(3,4);
26     Rectangle rect_b(1,3);
27     std::cout << "Fläche a : " << rect_a.area() << "\n";
28     std::cout << "Fläche b : " << rect_b.area() << "\n";
29     rect_a += rect_b;
30     std::cout << "Summe      : " << rect_a.area();
31
32     return 0;
33 }
```

```
Fläche a : 12
Fläche b : 3
Summe      : 15
```

Zeile	Bedeutung
3-22	Definition der Klasse <code>Rectangle</code> (Schablone für Daten, Methoden, Operatoren)
5	Gekapselte Daten der Klasse, diese sind "von Außen" nicht sichtbar
7	Konstruktor mit Evaluation der übergebenen Parameter
16	Methode über den Daten der Klasse
17	Individueller Operator <code>+</code> mit einer spezifischen Bedeutung
25-28	Generierung von Objekten mittels Konstruktoraufwurf und Parameterübergabe

Objektorientierte Programmierung (OOP) ist ein Paradigma, das über die Ideen der Prozeduralen Programmierung hinaus geht. Es definiert Objekte und deren Verhalten. Dabei baut es auf 3 zentralen Grundprinzipien auf:

1. **Kapselung** Objekte kapseln ihre Daten, Operatoren, Methoden usw. sofern diese nicht als "öffentlich" deklariert sind.

*Was intern passiert bleibt intern!*

2. **Vererbung** Objekte können "Fähigkeiten" an andere, speziellere Objekte weitergeben.

*Von wem hat er das denn wohl?*

3. **Polymorphismus** Objekte werden durch Kapselung und Vererbung austauschbar!

*Was bist denn Du für einer?*

Vorteile der objektorientierten Programmierung

- höhere Wartbarkeit durch Abstraktion
- Wiederverwendbarkeit von Code (je mehr desto kleiner und allgemeiner die Objekte gehalten sind)
- schlanker und übersichtlicher Code durch Vererbung

Warum also nicht immer objektorientiert entwickeln?

OOP verführt ggf. dazu, das eigentliche Problem durch einen aufwändigen Entwurf unnötig zu verkomplizieren. Dabei ist die Entwicklung der Gesamtstruktur eines komplexen Softwareprojektes aus n Objekten eine Kunst und braucht viel Übung! Erst, wenn man entsprechende Regeln kennt und sinnvoll anwendet, zeigen sich die Vorteile des Paradigmas.

## ... und in Python?

In Python ist alles ein Objekt!

```
1 import inspect
2
3 i=5
4
5 for name, data in inspect.getmembers(i):
6     if name == '__builtins__':
7         continue
8     print(f'{name} - {repr(data)}')
```

```
__abs__ - <method-wrapper '__abs__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__add__ - <method-wrapper '__add__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__and__ - <method-wrapper '__and__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__bool__ - <method-wrapper '__bool__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__ceil__ - <built-in method __ceil__ of int object at 0x7f42a8b40170>
__class__ - <class 'int'>
__delattr__ - <method-wrapper '__delattr__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__dir__ - <built-in method __dir__ of int object at 0x7f42a8b40170>
__divmod__ - <method-wrapper '__divmod__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__doc__ - "int([x]) -> integer\nint(x, base=10) -> integer\n\nConvert a
number or string to an integer, or return 0 if no arguments\nare given.
If x is a number, return x.__int__(). For floating point\nnumbers,
this truncates towards zero.\n\nIf x is not a number or if base is
given, then x must be a string,\nbytes, or bytearray instance
representing an integer literal in the\ngiven base. The literal can be
preceded by '+' or '-' and be surrounded\nby whitespace. The base
defaults to 10. Valid bases are 0 and 2-36.\nBase 0 means to interpret
the base from the string as an integer literal.\n>>> int('0b100',
base=0)\n4"
__eq__ - <method-wrapper '__eq__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__float__ - <method-wrapper '__float__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__floor__ - <built-in method __floor__ of int object at 0x7f42a8b40170>
__floordiv__ - <method-wrapper '__floordiv__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__format__ - <built-in method __format__ of int object at
0x7f42a8b40170>
__ge__ - <method-wrapper '__ge__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__getattr__ - <method-wrapper '__getattr__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__getnewargs__ - <built-in method __getnewargs__ of int object at
0x7f42a8b40170>
__gt__ - <method-wrapper '__gt__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__hash__ - <method-wrapper '__hash__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__index__ - <method-wrapper '__index__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__init__ - <method-wrapper '__init__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__init_subclass__ - <built-in method __init_subclass__ of type object
at 0x5603c9fe5320>
__int__ - <method-wrapper '__int__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__invert__ - <method-wrapper '__invert__' of int object at
```

```
0x7f42a8b40170>
__le__ - <method-wrapper '__le__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__lshift__ - <method-wrapper '__lshift__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__lt__ - <method-wrapper '__lt__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__mod__ - <method-wrapper '__mod__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__mul__ - <method-wrapper '__mul__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__ne__ - <method-wrapper '__ne__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__neg__ - <method-wrapper '__neg__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__new__ - <built-in method __new__ of type object at 0x5603c9fe5320>
__or__ - <method-wrapper '__or__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__pos__ - <method-wrapper '__pos__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__pow__ - <method-wrapper '__pow__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__radd__ - <method-wrapper '__radd__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__rand__ - <method-wrapper '__rand__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__rdivmod__ - <method-wrapper '__rdivmod__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__reduce__ - <built-in method __reduce__ of int object at
0x7f42a8b40170>
__reduce_ex__ - <built-in method __reduce_ex__ of int object at
0x7f42a8b40170>
__repr__ - <method-wrapper '__repr__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__rfloordiv__ - <method-wrapper '__rfloordiv__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__rlshift__ - <method-wrapper '__rlshift__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__rmod__ - <method-wrapper '__rmod__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__rmul__ - <method-wrapper '__rmul__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__ror__ - <method-wrapper '__ror__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__round__ - <built-in method __round__ of int object at 0x7f42a8b40170>
__rpow__ - <method-wrapper '__rpow__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__rrshift__ - <method-wrapper '__rrshift__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__rshift__ - <method-wrapper '__rshift__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__rsub__ - <method-wrapper '__rsub__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__rtruediv__ - <method-wrapper '__rtruediv__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__rxor__ - <method-wrapper '__rxor__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__setattr__ - <method-wrapper '__setattr__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__sizeof__ - <built-in method __sizeof__ of int object at
0x7f42a8b40170>
```

```
__str__ - <method-wrapper '__str__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__sub__ - <method-wrapper '__sub__' of int object at 0x7f42a8b40170>
__subclasshook__ - <built-in method __subclasshook__ of type object at
0x5603c9fe5320>
__truediv__ - <method-wrapper '__truediv__' of int object at
0x7f42a8b40170>
__trunc__ - <built-in method __trunc__ of int object at 0x7f42a8b40170>
__xor__ - <method-wrapper '__xor__' of int object at 0x7f42a8b40170>
as_integer_ratio - <built-in method as_integer_ratio of int object at
0x7f42a8b40170>
bit_count - <built-in method bit_count of int object at 0x7f42a8b40170>
bit_length - <built-in method bit_length of int object at
0x7f42a8b40170>
conjugate - <built-in method conjugate of int object at 0x7f42a8b40170>
denominator - 1
from_bytes - <built-in method from_bytes of type object at
0x5603c9fe5320>
imag - 0
numerator - 5
real - 5
to_bytes - <built-in method to_bytes of int object at 0x7f42a8b40170>
```

## Klassen in Python

Alle Klassendefinitionen beginnen mit dem Schlüsselwort `class`, gefolgt vom Namen der Klasse und einem Doppelpunkt. Jeder Code, der unterhalb der Klassendefinition eingerückt ist, wird als Teil des Klassenhauptteils betrachtet.

Analog zu C++ nutzt Python für die Interaktion mit den Klassenelementen eine *dot notation*.



## OOPclass.py

```
1 import inspect
2
3 class Dog:      # Schlüsselwort "class"
4     family = "Canidae"
5     name = "Bello"
6     age = 5
7
8 i = Dog()
9 print(i.species)
10 i.name = "Russel"
11 print(i.name)
12
13 for name, data in inspect.getmembers(i):
14     if name == '__builtins__':
15         continue
16     print(f'{name} - {repr(data)}')
17
```

```
Traceback (most recent call last):
  File "/tmp/tmpsrx9mpat/main.py", line 9, in <module>
    print(i.species)
AttributeError: 'Dog' object has no attribute 'species'
```

Aufgabe: Erläutern Sie die Ausgabe folgenden Codes. Wie müssen wir das Ergebnis interpretieren?

## OOPclass.py

```
1 import inspect
2
3 class Dog:
4     family = "Canidae"
5     name = "Bello"
6     age = 5
7
8 i = Dog()
9 j = Dog()
10
11 print(i == j)
```

False

# OOP Grundelemente in Python

Frage: Für welche Aufgaben ist der Konstruktor in einer Klasse verantwortlich?

## OOPclass.py

```
1 class Dog:
2     family = "Canidae"
3     def __init__(self, name, age):
4         self.name = name
5         self.age = age
6
7 i = Dog("Rex", 5)
8 print(i.name, i.family, i.age)
```

Rex Canidae 5

Instanzmethode sind Funktionen, die innerhalb einer Klasse definiert sind und nur von einer Instanz dieser Klasse aufgerufen werden können. Genau wie bei `__init__()` ist der erste Parameter einer Instanzmethode immer `self`.

## OOPclass.py

```
1 class Dog:
2     family = "Canidae"
3     def __init__(self, name, age):
4         self.name = name
5         self.age = age
6
7     def makeSound(self):      # : nicht vergessen!
8         print(f"{self.name} says Wuff")
9
10 i = Dog("Rex", 5)
11 i.makeSound()
```

Rex says Wuff

Aufgabe: Schreiben Sie eine Methode, so dass eine Instanz von Dog in Abhängigkeit von ihrem Alter schläft. Recherchieren Sie dazu unter `python delay` die notwendigen Methoden der `time` Klasse.

Wie Sie bereits bei der Inspektion der `list`, `int` aber auch der `Dog` Klassen gesehen haben, existiert eine Zahl von vordefinierten Funktionen - die sogenannten *dunder Methods*. Das Wort *dunder* leitet sich von *double underscore* ab.

Methode	Typ	implementiert
<code>__init__()</code>	Konstruktor	
<code>__str__()</code>	Methode	Generiert einen String aus den Objektdaten
...		
<code>__add__()</code>	Operator <code>Obj + Obj</code>	Arithmetische Operation
...		
<code>__eq__()</code>	Operator <code>Obj == Obj</code>	Logische Operation
<code>__lt__()</code>	Operator <code>Obj &lt; Obj</code>	
...		

Eine gute Einführung und detaillierte Erklärung liefert [Link](#)

```

OOPclass.py
1 class Dog:
2     family = "Canidae"
3     def __init__(self, name, age):
4         self.name = name
5         self.age = age
6
7 i = Dog("Rex", 5)
8 print(i)

```

```

<__main__.Dog object at 0x7fc814a7bc10>

```

## Kapselung

Python nutzt zwei führende Unterstriche, um Methoden und Variablen als *private* zu markieren.

## private.py

```
1 class A:
2     def method_public(self):
3         print("This is a public method")
4
5     def __method_private(self):
6         print("This is a private method")
7
8 obj = A()
9 obj.method_public()
```

```
This is a public method
```

Auf private Methoden einer Klasse kann weder außerhalb der Klasse noch von irgendeiner Basisklasse aus zugegriffen werden kann.

Wie können wir die private Methode überhaupt aufrufen?

## Vererbung

Was stört Sie an folgendem Codebeispiel?

## RedundandCode.py

```
1 class Student:
2     def __init__(self, fname, lname):
3         self.firstname = fname
4         self.lastname = lname
5
6     def printname(self):
7         print("Student -", self.firstname, self.lastname)
8
9
10 class StaffMember:
11     def __init__(self, fname, lname):
12         self.firstname = fname
13         self.lastname = lname
14
15     def printname(self):
16         print(self.firstname, self.lastname)
17
18 Humboldt = Student("Alexander", "Humboldt")
19 Cotta = StaffMember("Bernhard", "von-Cotta")
20
21 Humboldt.printname()
22 Cotta.printname()
```

```
Student - Alexander Humboldt
Bernhard von-Cotta
```

Vererbung überträgt das Verhalten einer Basisklasse auf eine abgeleitete Klasse. Dadurch wird redundanter Code gespart.

## Inheritance.py

```
1 class Person:
2     def __init__(self, fname, lname):
3         self.firstname = fname
4         self.lastname = lname
5
6     def printname(self):
7         print(self.firstname, self.lastname)
8
9 class Student(Person):
10     pass
11
12 class StaffMember(Person):
13     pass
14
15 Humboldt = Student("Alexander", "Humboldt")
16 Cotta = StaffMember("Prof. - " "Bernhard", "von-Cotta")
17
18 Humboldt.printname()
19 Cotta.printname()
```

```
Alexander Humboldt
Prof. - Bernhard von-Cotta
```

## Python und C++ mit Blick auf OOP Konzepte

- Das Konzept der Überladung wird in Python nicht nativ unterstützt!

## OOPclass.py

```
1 class Dog:
2     family = "Canidae"
3     def __init__(self, *args):
4         if len(args)>0:
5             if isinstance(args[0], str):
6                 self.name = args[0]
7             else:
8                 print("Der Datentyp passt nicht für die Variable Name!")
9         else:
10            self.name = "-"
11
12 i = Dog()
13 print(i.name, i.family)
14 j = Dog("Fido")
15 print(j.name, j.family)
```

- Canidae  
Fido Canidae

- Private ist nicht wirklich private

### NameMangling.py

```
1 class A:
2     def fun(self):
3         print("This is a public method")
4
5     def __fun(self):
6         print("This is a private method")
7
8 obj = A()
9 obj.fun()
10 obj._A__fun() # <- Name Mangling "_classname__function"
```

```
This is a public method
This is a private method
```

## OOP Beispiel

Nehmen wir an, dass wir eine Liste von Vorname erzeugen wollen. Dabei soll sichergestellt werden, dass diese unabhängig von den Eingaben der Bediener vergleichbar sind. Zudem sollen fehlerhafte Eingaben, die zum Beispiel Zahlen enthalten erkannt und gefiltert werden.

## newListClass.py

```
1 class NameList(list):
2     def __init__(self):
3         super().__init__()
4
5     def append(self, item):
6         if isinstance(item, str):
7             if item.isalpha():
8                 super().append(item.lower())
9             else:
10                print("Wrong data type!")
11
12    def uniques(self):
13        return set(self)
14
15 A = NameList()
16 A.append("Jannes")
17 A.append("linda")
18 A.append("Moritz")
19 A.append("MORITZ")
20 print(A)
21 print(A.uniques())
```

```
['jannes', 'linda', 'moritz', 'moritz']
{'jannes', 'linda', 'moritz'}
```

Dafür schreiben wir eine abgeleitete Listenklasse mit einer eigenen Implementierung von `append()`.

**Aufgabe** Erweitern Sie die Implementierung auf die `extend()` Methode der Listen.

## Datenvisualisierung

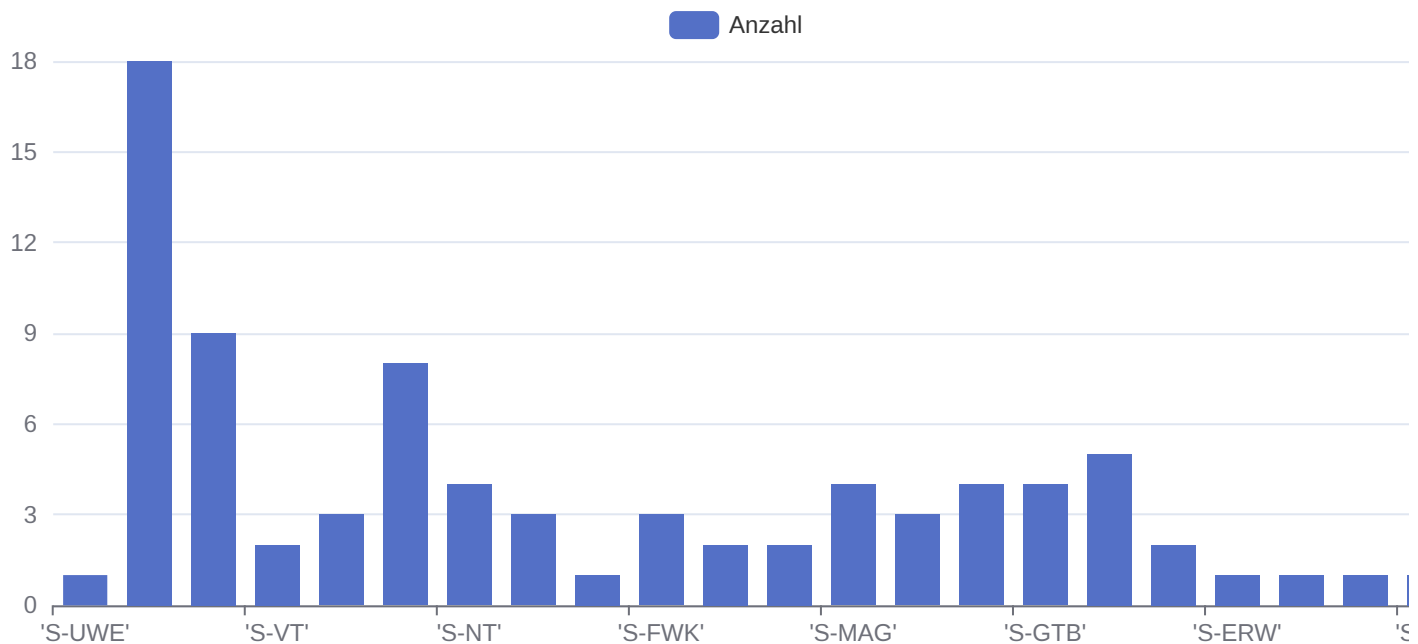
In der vergangenen Woche haben wir Ihre Zugehörigkeit zu verschiedenen Studiengängen eingelesen und analysiert [Link L09](#).

Auf die Frage hin, welche Häufigkeiten dabei auftraten, beantwortete unser Skript mit einem Dictionary:

```
{'S-UWE': 1, 'S-WIW': 18, 'S-GÖ': 9, 'S-VT': 2, 'S-BAF': 3, 'S-WWT': 8, 'S-
',
'S-ET': 3, 'S-MB': 1, 'S-FWK': 3, 'F1-INF': 2, 'S-BWL': 2, 'S-MAG': 4, 'F2
: 3,
'S-ACW': 4, 'S-GTB': 4, 'S-GBG': 5, 'S-GM': 2, 'S-ERW': 1, 'S-INA': 1, 'S-
1,
'S-CH': 1}
```



## Teilnehmende Studierende pro Studiengang



Die textbasierte Ausgabe ist nur gering geeignet, um einen raschen Überblick zu erlangen. Entsprechend suchen wir nach einer grafischen Ausgabemöglichkeit für unsere Python Skripte.

## Python Visualisierungstools

Python stellt eine Vielzahl von Paketen für die Visualisierung von Dateninhalten bereit. Diese zielen auf unterschiedliche Visionen oder Features:

- einfache Verwendbarkeit
- große Bandbreite von Diagrammart und Adaptionmöglichkeiten
- interaktive Diagramme
- Vielzahl von Exportschnittstellen

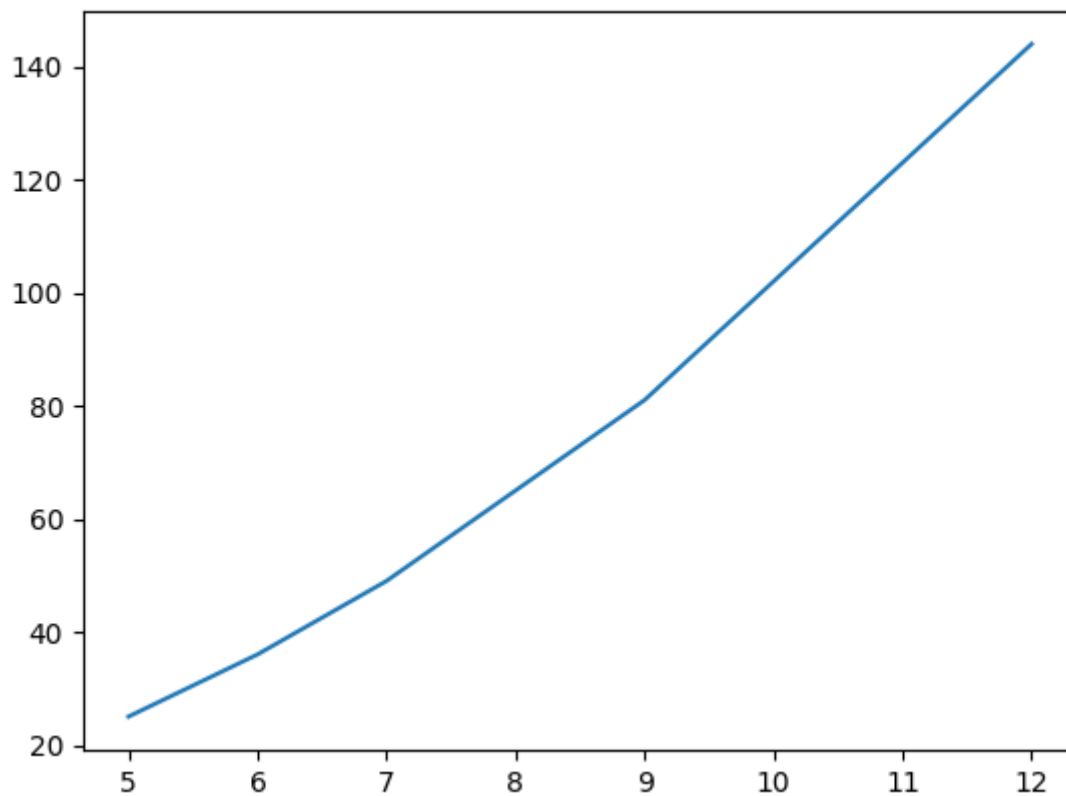
Package	Link	Besonderheiten
plotly	<a href="#">Link</a>	Fokus auf interaktive Diagramme eingebettet in Webseiten
seaborn	<a href="#">Link</a>	Leistungsfähige Darstellung von statistischen Daten
matplotlib	<a href="#">Link</a>	
...		

# Matplotlib Grundlagen

## Beispiel.py

```
1 import matplotlib.pyplot as plt
2
3 a = [5,6,7,9,12]
4 b = [x**2 for x in a] # List Comprehension
5 plt.plot(a, b)
6
7 #plt.show()
8 plt.savefig('foo.png') # notwendig für die Ausgabe in LiaScript
```

foo.png



Anpassung	API	
Linientyp der Datendarstellung	<a href="#">pyplot.plot</a>	<code>plt.plot(a, b, 'ro:')</code>
Achsenlabel hinzufügen	<a href="#">pyplot.xlabel</a>	<code>plt.xlabel('my data', fontsize=14, color='red')</code>
Titel einfügen	<a href="#">pyplot.title</a>	<code>plt.title(r'\$\sigma_i=15\$')</code>
Gitter einfügen	<a href="#">pyplot.grid</a>	<code>plt.grid()</code>
Legende	<a href="#">pyplot.legend</a>	<code>plt.plot(a, b, 'ro:', label="Data")</code>
		<code>plt.legend()</code>
Speichern	<a href="#">pyplot.savefig</a>	<code>plt.savefig('foo.png')</code>

Tutorial von Rizky Maulana Nurhidayat auf [medium](#)

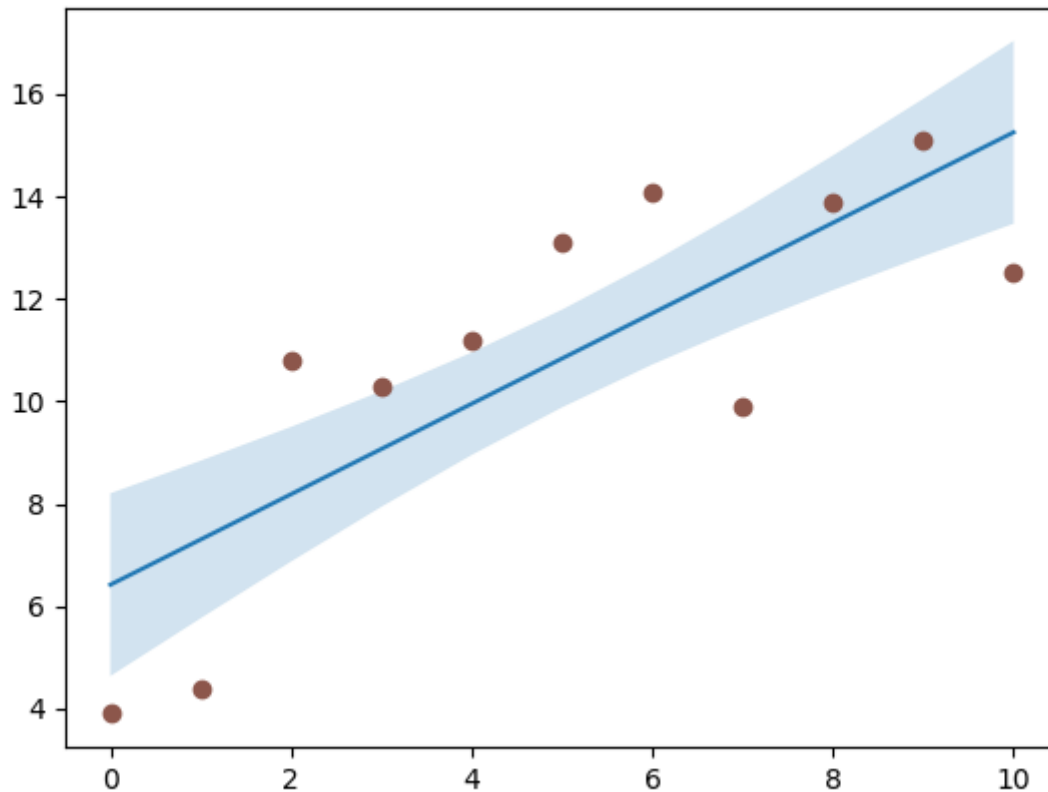
Weiter Tutorials sind zum Beispiel unter

## Matplotlib Beispiele

### MultipleDiagrams.py

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 N = 21
5 x = np.linspace(0, 10, 11)
6 y = [3.9, 4.4, 10.8, 10.3, 11.2, 13.1, 14.1, 9.9, 13.9, 15.1, 12.5]
7
8 # fit a linear curve an estimate its y-values and their error.
9 a, b = np.polyfit(x, y, deg=1)
10 y_est = a * x + b
11 y_err = x.std() * np.sqrt(1/len(x) +
12     (x - x.mean())**2 / np.sum((x - x.mean())**2))
13
14 fig, ax = plt.subplots()
15 ax.plot(x, y_est, '-')
16 ax.fill_between(x, y_est - y_err, y_est + y_err, alpha=0.2)
17 ax.plot(x, y, 'o', color='tab:brown')
18
19 #plt.show()
20 plt.savefig('foo.png') # notwendig für die Ausgabe in LiaScript
```

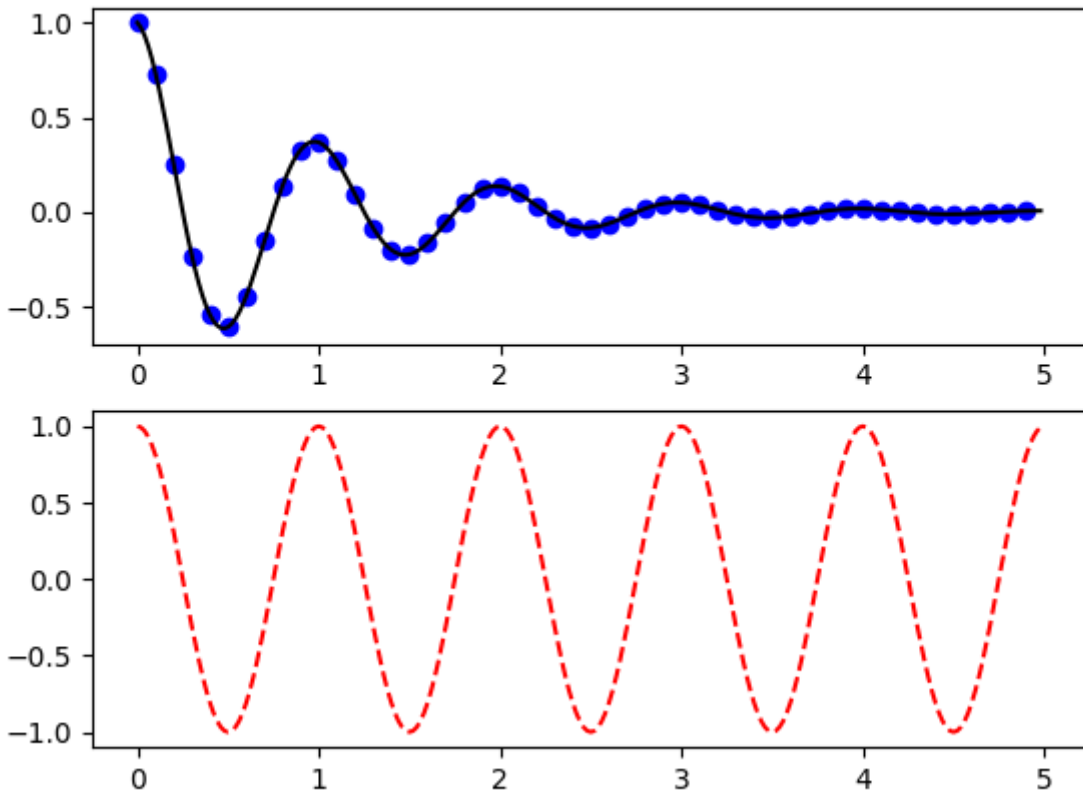
foo.png



### MultipleDiagrams.py

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 def f(t):
5     return np.exp(-t) * np.cos(2*np.pi*t)
6
7 t1 = np.arange(0.0, 5.0, 0.1)
8 t2 = np.arange(0.0, 5.0, 0.02)
9
10 plt.figure()
11 plt.subplot(211)
12 plt.plot(t1, f(t1), 'bo', t2, f(t2), 'k')
13
14 plt.subplot(212)
15 plt.plot(t2, np.cos(2*np.pi*t2), 'r--')
16 #plt.show()
17 plt.savefig('foo.png') # notwendig für die Ausgabe in LiaScript
```

foo.png

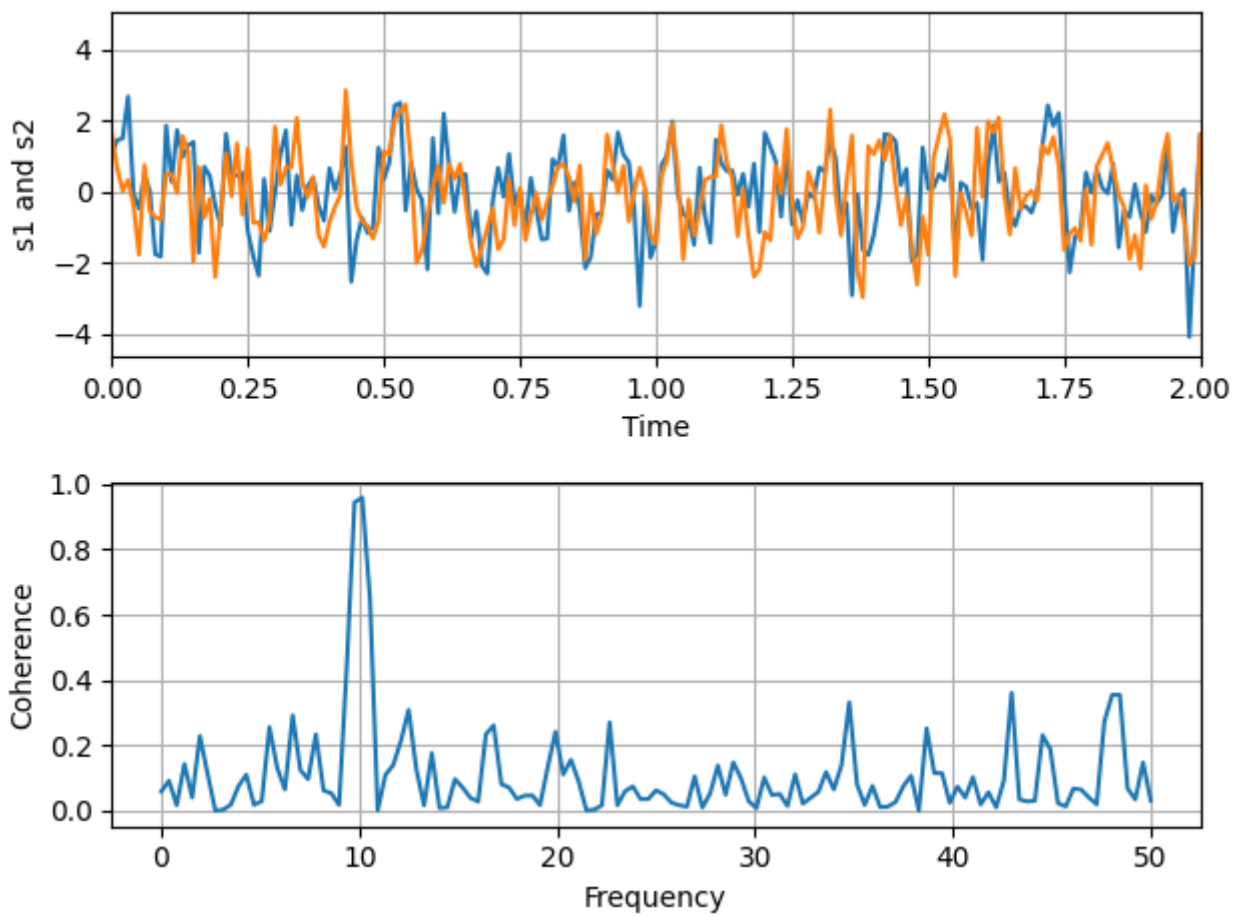


**Beispiel der Woche**

## Beispiel.py

```
1 import numpy as np
2 import matplotlib.pyplot as plt
3
4 # Fixing random state for reproducibility
5 np.random.seed(19680801)
6
7 dt = 0.01
8 t = np.arange(0, 30, dt)
9 nse1 = np.random.randn(len(t))           # white noise 1
10 nse2 = np.random.randn(len(t))         # white noise 2
11
12 # Two signals with a coherent part at 10 Hz and a random part
13 s1 = np.sin(2 * np.pi * 10 * t) + nse1
14 s2 = np.sin(2 * np.pi * 10 * t) + nse2
15
16 fig, axs = plt.subplots(2, 1)
17 axs[0].plot(t, s1, t, s2)
18 axs[0].set_xlim(0, 2)
19 axs[0].set_xlabel('Time')
20 axs[0].set_ylabel('s1 and s2')
21 axs[0].grid(True)
22
23 cxy, f = axs[1].cohere(s1, s2, 256, 1. / dt)
24 axs[1].set_ylabel('Coherence')
25
26 fig.tight_layout()
27
28 #plt.show()
29 plt.savefig('foo.png')
```

foo.png



## Quiz

### Objektorientierung in Python

Für welche der genannten Grundprinzipien der objektorientierten Programmierung treffen folgende Aussagen zu:



Kapselung	Vererbung	Polymorphie	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Welche konkrete Implementierung der Methode aufgerufen wird, hängt davon ab mit welchem konkreten Objekt sie aufgerufen wird.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Objekte schützen ihre Daten und Methoden sofern diese nicht als "öffentlich" deklariert sind.
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Objekte können ihre Daten und Methoden an andere, spezielle Objekte weitergeben.

## Klassen in Python

Mit welchem Schlüsselwort beginnen Klassendefinitionen in Python?

Wodurch muss `[_____]` ersetzt werden, um den Nachnamen von Student `neuer` auszugeben?

```
class Student:
    lastName = "Neuer"
    firstName = "Markus"
    age = 20
```

```
neuer = Student()
print([_____])
```

## OOP Grundelemente in Python

Wie lauten die Ausgaben folgender Programme?

```
class Player:
    health = 100
    exp = 10

    def __init__(self, name, level):
        self.name = name
        self.level = level

p1 = Player("Peter", 2)
p2 = Player("Frank", 6)
print(p2.level, p2.exp)
```

```
class Player:
    health = 100
    exp = 10

    def __init__(self, name, level):
        self.name = name
        self.level = level

    def level_up(self):
        self.level += 1
        self.exp = 0

p1 = Player("Peter", 2)
p2 = Player("Frank", 6)
p2.level_up()
print(p2.level, p2.exp)
```

Welche dieser Methoden ist eine *dunder Method*?

- `__sum__`
- `sum`
- `_sum`
- `_sum_`

## Kapselung

Welche der im folgenden Code aufgeführten Methoden und Variablen sind öffentlich und welche privat?

```
class Dog:
    def bark(self):
        print("woof")

    def __bark_loud(self):
        print("WOOF!")

Fifi = Dog()
Fifi.bark_loud()
```

<code>bark()</code>	<code>__bark_loud()</code>	
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	öffentlich
<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	privat

Was ist die Ausgabe des oben gezeigten Codes?

- woof
- WOOF!
- Das Programm wird mit einem Error abgebrochen

Ist es in Python grundsätzlich möglich auch private Methoden auszuführen?

- Ja
- Nein

Wodurch muss `[_____]` ersetzt werden, um die Methode `__bark_loud()` auszuführen?

```
class Dog:
    def bark(self):
        print("woof")

    def __bark_loud(self):
        print("WOOF!")

Fifi = Dog()
Fifi.[_____]
```

## Vererbung

Wodurch muss `[_____]` ersetzt werden, um eine neue Klasse `Auto` zu erstellen, die das Verhalten der Klasse `Fahrzeug` erbt?

```
class Fahrzeug:
    def __init__(self, ps):
        self.ps = ps

class [_____]:
    pass

a1 = Auto(70)
```

## Datenvisualisierung

### Matplotlib Grundlagen

Wodurch muss `[_____]` ersetzt werden, um einen plot mit dem Jahr auf der X-Achse und der Anzahl der Tassen Tee auf der Y-Achse zu erstellen?

```
import matplotlib.pyplot as plt

year = [2000, 2001, 2002, 2003, 2004]
ttg =[232, 533, 433, 410, 450] # Tassen Tee getrunken
plt.[_____]

plt.show()
```