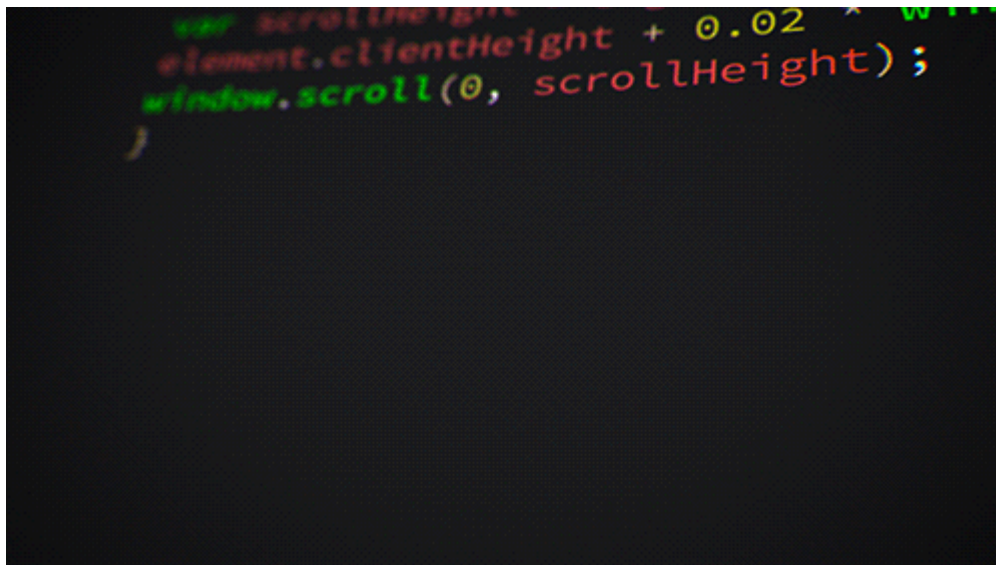


Objektorientierung in Python

Parameter	Kursinformationen
Veranstaltung:	<u>Prozedurale Programmierung / Einführung in die Informatik / Erhebung, Analyse und Visualisierung digitaler Daten</u>
Semester	Wintersemester 2025/26
Hochschule:	Technische Universität Freiberg
Inhalte:	Objektorientierung in Python
Link auf Repository:	https://github.com/TUBAF-lfl-LiaScript/VL_EAVD/blob/master/09_PythonOOP.md
Autoren	Sebastian Zug & André Dietrich & Galina Rudolf & Bernhard Jung



Fragen an die heutige Veranstaltung ...

- Wie lassen sich die Konzepte der OOP in Python ausdrücken?
- Welche spezifischen Einschränkungen gibt es dabei?

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

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

Zeile	Bedeutung
4-18	Definition der Klasse <code>Rectangle</code> (Schablone für Daten, Methoden, Operatoren)
6	Gekapselte Daten der Klasse, diese sind "von Außen" nicht sichtbar
8	Konstruktor mit Evaluation der übergebenen Parameter
12	Methode über den Daten der Klasse
13	Individueller Operator <code>+</code> mit einer spezifischen Bedeutung
21-26	Generierung von Objekten mittels Konstruktoraufruf und Parameterübergabe, Methoden- und Operatoraufrufe

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 (bessere Wiederverwendbarkeit je 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!

... z.B. auch Integer und Floats, die in C++ und vielen anderen Programmiersprachen keine Objekte sind

```
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 0x7e54c5cac170>
__add__ - <method-wrapper '__add__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__and__ - <method-wrapper '__and__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__bool__ - <method-wrapper '__bool__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__ceil__ - <built-in method __ceil__ of int object at 0x7e54c5cac170>
__class__ - <class 'int'>
__delattr__ - <method-wrapper '__delattr__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__dir__ - <built-in method __dir__ of int object at 0x7e54c5cac170>
__divmod__ - <method-wrapper '__divmod__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__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 0x7e54c5cac170>
__float__ - <method-wrapper '__float__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__floor__ - <built-in method __floor__ of int object at 0x7e54c5cac170>
__floordiv__ - <method-wrapper '__floordiv__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__format__ - <built-in method __format__ of int object at
0x7e54c5cac170>
__ge__ - <method-wrapper '__ge__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__getattr__ - <method-wrapper '__getattr__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__getnewargs__ - <built-in method __getnewargs__ of int object at
0x7e54c5cac170>
__gt__ - <method-wrapper '__gt__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__hash__ - <method-wrapper '__hash__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__index__ - <method-wrapper '__index__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__init__ - <method-wrapper '__init__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__init_subclass__ - <built-in method __init_subclass__ of type object
at 0x5ca15f654320>
__int__ - <method-wrapper '__int__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__invert__ - <method-wrapper '__invert__' of int object at
```

```
0x7e54c5cac170>
__le__ - <method-wrapper '__le__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__lshift__ - <method-wrapper '__lshift__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__lt__ - <method-wrapper '__lt__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__mod__ - <method-wrapper '__mod__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__mul__ - <method-wrapper '__mul__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__ne__ - <method-wrapper '__ne__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__neg__ - <method-wrapper '__neg__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__new__ - <built-in method __new__ of type object at 0x5ca15f654320>
__or__ - <method-wrapper '__or__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__pos__ - <method-wrapper '__pos__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__pow__ - <method-wrapper '__pow__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__radd__ - <method-wrapper '__radd__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__rand__ - <method-wrapper '__rand__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__rdivmod__ - <method-wrapper '__rdivmod__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__reduce__ - <built-in method __reduce__ of int object at
0x7e54c5cac170>
__reduce_ex__ - <built-in method __reduce_ex__ of int object at
0x7e54c5cac170>
__repr__ - <method-wrapper '__repr__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__rfloordiv__ - <method-wrapper '__rfloordiv__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__rlshift__ - <method-wrapper '__rlshift__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__rmod__ - <method-wrapper '__rmod__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__rmul__ - <method-wrapper '__rmul__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__ror__ - <method-wrapper '__ror__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__round__ - <built-in method __round__ of int object at 0x7e54c5cac170>
__rpow__ - <method-wrapper '__rpow__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__rrshift__ - <method-wrapper '__rrshift__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__rshift__ - <method-wrapper '__rshift__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__rsub__ - <method-wrapper '__rsub__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__rtruediv__ - <method-wrapper '__rtruediv__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__rxor__ - <method-wrapper '__rxor__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__setattr__ - <method-wrapper '__setattr__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__sizeof__ - <built-in method __sizeof__ of int object at
0x7e54c5cac170>
```

```
__str__ - <method-wrapper '__str__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__sub__ - <method-wrapper '__sub__' of int object at 0x7e54c5cac170>
__subclasshook__ - <built-in method __subclasshook__ of type object at
0x5ca15f654320>
__truediv__ - <method-wrapper '__truediv__' of int object at
0x7e54c5cac170>
__trunc__ - <built-in method __trunc__ of int object at 0x7e54c5cac170>
__xor__ - <method-wrapper '__xor__' of int object at 0x7e54c5cac170>
as_integer_ratio - <built-in method as_integer_ratio of int object at
0x7e54c5cac170>
bit_count - <built-in method bit_count of int object at 0x7e54c5cac170>
bit_length - <built-in method bit_length of int object at
0x7e54c5cac170>
conjugate - <built-in method conjugate of int object at 0x7e54c5cac170>
denominator - 1
from_bytes - <built-in method from_bytes of type object at
0x5ca15f654320>
imag - 0
numerator - 5
real - 5
to_bytes - <built-in method to_bytes of int object at 0x7e54c5cac170>
__abs__ - <method-wrapper '__abs__' of int object at 0x780285628170>
__add__ - <method-wrapper '__add__' of int object at 0x780285628170>
__and__ - <method-wrapper '__and__' of int object at 0x780285628170>
__bool__ - <method-wrapper '__bool__' of int object at 0x780285628170>
__ceil__ - <built-in method __ceil__ of int object at 0x780285628170>
__class__ - <class 'int'>
__delattr__ - <method-wrapper '__delattr__' of int object at
0x780285628170>
__dir__ - <built-in method __dir__ of int object at 0x780285628170>
__divmod__ - <method-wrapper '__divmod__' of int object at
0x780285628170>
__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 0x780285628170>
```

```
__float__ - <method-wrapper '__float__' of int object at
0x780285628170>
__floor__ - <built-in method __floor__ of int object at 0x780285628170>
__floordiv__ - <method-wrapper '__floordiv__' of int object at
0x780285628170>
__format__ - <built-in method __format__ of int object at
0x780285628170>
__ge__ - <method-wrapper '__ge__' of int object at 0x780285628170>
__getattr__ - <method-wrapper '__getattr__' of int object at
0x780285628170>
__getnewargs__ - <built-in method __getnewargs__ of int object at
0x780285628170>
__gt__ - <method-wrapper '__gt__' of int object at 0x780285628170>
__hash__ - <method-wrapper '__hash__' of int object at 0x780285628170>
__index__ - <method-wrapper '__index__' of int object at
0x780285628170>
__init__ - <method-wrapper '__init__' of int object at 0x780285628170>
__init_subclass__ - <built-in method __init_subclass__ of type object
at 0x5732684a7320>
__int__ - <method-wrapper '__int__' of int object at 0x780285628170>
__invert__ - <method-wrapper '__invert__' of int object at
0x780285628170>
__le__ - <method-wrapper '__le__' of int object at 0x780285628170>
__lshift__ - <method-wrapper '__lshift__' of int object at
0x780285628170>
__lt__ - <method-wrapper '__lt__' of int object at 0x780285628170>
__mod__ - <method-wrapper '__mod__' of int object at 0x780285628170>
__mul__ - <method-wrapper '__mul__' of int object at 0x780285628170>
__ne__ - <method-wrapper '__ne__' of int object at 0x780285628170>
__neg__ - <method-wrapper '__neg__' of int object at 0x780285628170>
__new__ - <built-in method __new__ of type object at 0x5732684a7320>
__or__ - <method-wrapper '__or__' of int object at 0x780285628170>
__pos__ - <method-wrapper '__pos__' of int object at 0x780285628170>
__pow__ - <method-wrapper '__pow__' of int object at 0x780285628170>
__radd__ - <method-wrapper '__radd__' of int object at 0x780285628170>
__rand__ - <method-wrapper '__rand__' of int object at 0x780285628170>
__rdivmod__ - <method-wrapper '__rdivmod__' of int object at
0x780285628170>
__reduce__ - <built-in method __reduce__ of int object at
0x780285628170>
__reduce_ex__ - <built-in method __reduce_ex__ of int object at
0x780285628170>
__repr__ - <method-wrapper '__repr__' of int object at 0x780285628170>
```



```
__rfloordiv__ - <method-wrapper '__rfloordiv__' of int object at 0x780285628170>
__rlshift__ - <method-wrapper '__rlshift__' of int object at 0x780285628170>
__rmod__ - <method-wrapper '__rmod__' of int object at 0x780285628170>
__rmul__ - <method-wrapper '__rmul__' of int object at 0x780285628170>
__ror__ - <method-wrapper '__ror__' of int object at 0x780285628170>
__round__ - <built-in method __round__ of int object at 0x780285628170>
__rpow__ - <method-wrapper '__rpow__' of int object at 0x780285628170>
__rrshift__ - <method-wrapper '__rrshift__' of int object at 0x780285628170>
__rshift__ - <method-wrapper '__rshift__' of int object at 0x780285628170>
__rsub__ - <method-wrapper '__rsub__' of int object at 0x780285628170>
__rtruediv__ - <method-wrapper '__rtruediv__' of int object at 0x780285628170>
__rxor__ - <method-wrapper '__rxor__' of int object at 0x780285628170>
__setattr__ - <method-wrapper '__setattr__' of int object at 0x780285628170>
__sizeof__ - <built-in method __sizeof__ of int object at 0x780285628170>
__str__ - <method-wrapper '__str__' of int object at 0x780285628170>
__sub__ - <method-wrapper '__sub__' of int object at 0x780285628170>
__subclasshook__ - <built-in method __subclasshook__ of type object at 0x5732684a7320>
__truediv__ - <method-wrapper '__truediv__' of int object at 0x780285628170>
__trunc__ - <built-in method __trunc__ of int object at 0x780285628170>
__xor__ - <method-wrapper '__xor__' of int object at 0x780285628170>
as_integer_ratio - <built-in method as_integer_ratio of int object at 0x780285628170>
bit_count - <built-in method bit_count of int object at 0x780285628170>
bit_length - <built-in method bit_length of int object at 0x780285628170>
conjugate - <built-in method conjugate of int object at 0x780285628170>
denominator - 1
from_bytes - <built-in method from_bytes of type object at 0x5732684a7320>
imag - 0
numerator - 5
real - 5
to_bytes - <built-in method to_bytes of int object at 0x780285628170>
```

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 d = Dog()
9 print(d.family)
10 d.name = "Russel"
11 print(d.name)
12
13 for name, data in inspect.getmembers(d):
14     if name == '__builtins__':
15         continue
16     print(f'{name} - {repr(data)}')
```

```
Canidae
Russel
__class__ - <class '__main__.Dog'>
__delattr__ - <method-wrapper '__delattr__' of Dog object at
0x70556eafbc10>
__dict__ - {'name': 'Russel'}
__dir__ - <built-in method __dir__ of Dog object at 0x70556eafbc10>
__doc__ - None
__eq__ - <method-wrapper '__eq__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__format__ - <built-in method __format__ of Dog object at
0x70556eafbc10>
__ge__ - <method-wrapper '__ge__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__getattr__ - <method-wrapper '__getattr__' of Dog object at
0x70556eafbc10>
__gt__ - <method-wrapper '__gt__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__hash__ - <method-wrapper '__hash__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__init__ - <method-wrapper '__init__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__init_subclass__ - <built-in method __init_subclass__ of type object
at 0x60b9feac2e60>
__le__ - <method-wrapper '__le__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__lt__ - <method-wrapper '__lt__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__module__ - '__main__'
__ne__ - <method-wrapper '__ne__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__new__ - <built-in method __new__ of type object at 0x60b9dba4d800>
__reduce__ - <built-in method __reduce__ of Dog object at
0x70556eafbc10>
__reduce_ex__ - <built-in method __reduce_ex__ of Dog object at
0x70556eafbc10>
__repr__ - <method-wrapper '__repr__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__setattr__ - <method-wrapper '__setattr__' of Dog object at
0x70556eafbc10>
__sizeof__ - <built-in method __sizeof__ of Dog object at
0x70556eafbc10>
__str__ - <method-wrapper '__str__' of Dog object at 0x70556eafbc10>
__subclasshook__ - <built-in method __subclasshook__ of type object at
0x60b9feac2e60>
__weakref__ - None
age - 5
family - 'Canidae'
name - 'Russel'
Canidae
Russel
__class__ - <class '__main__.Dog'>
```

```
__delattr__ - <method-wrapper '__delattr__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__dict__ - {'name': 'Russel'}
__dir__ - <built-in method __dir__ of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__doc__ - None
__eq__ - <method-wrapper '__eq__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__format__ - <built-in method __format__ of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__ge__ - <method-wrapper '__ge__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__getattr__ - <method-wrapper '__getattr__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__gt__ - <method-wrapper '__gt__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__hash__ - <method-wrapper '__hash__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__init__ - <method-wrapper '__init__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__init_subclass__ - <built-in method __init_subclass__ of type object at 0x5ab52f37ce60>
__le__ - <method-wrapper '__le__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__lt__ - <method-wrapper '__lt__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__module__ - '__main__'
__ne__ - <method-wrapper '__ne__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__new__ - <built-in method __new__ of type object at 0x5ab50802d800>
__reduce__ - <built-in method __reduce__ of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__reduce_ex__ - <built-in method __reduce_ex__ of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__repr__ - <method-wrapper '__repr__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__setattr__ - <method-wrapper '__setattr__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__sizeof__ - <built-in method __sizeof__ of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__str__ - <method-wrapper '__str__' of Dog object at 0x7a59d2657c10>
__subclasshook__ - <built-in method __subclasshook__ of type object at 0x5ab52f37ce60>
__weakref__ - None
age - 5
family - 'Canidae'
name - 'Russel'
```

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



```
1 import inspect
2
3 class Dog:
4     family = "Canidae"
5     name = "Bello"
6     age = 5
7
8 d1 = Dog()
9 print("dog 1:", d1.name, d1.age)
10 print(d1)
11 d2 = Dog()
12 print("dog 2:", d2.name, d2.age)
13 print(d2)
14
15 print(d1 == d2)
```

```
dog 1: Bello 5
<__main__.Dog object at 0x76e2fe23bc10>
dog 2: Bello 5
<__main__.Dog object at 0x76e2fe13bb50>
False
dog 1: Bello 5
<__main__.Dog object at 0x793ce0bbfc10>
dog 2: Bello 5
<__main__.Dog object at 0x793ce0abbb50>
False
```

Antworten:

- d1 und d2 sind Objekte vom Typ "Hund" mit gleichen Attributen (Name, Alter, Familie), aber es handelt sich trotzdem um verschiedene Objekte (deren Daten an verschiedenen Stellen im Speicher liegen)
- Gleichheit von zwei Objekten der Klasse Hund wird offenbar nicht als Gleichheit aller Attribute berechnet.
 - Man könnte Gleichheit von Hunden auch anders definieren (durch Definition einer speziellen Methode `__eq__`)

Zudem fällt auf: Name und Alter sind für individuelle Hunde üblicherweise verschieden, die Familie "Canidae" bezieht sich aber auf alle Hunde. Um dies besser zu modellieren, sollte zwischen Instanzvariablen und Klassenvariablen unterschieden werden ...

OOP Grundelemente in Python

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

OOPclass.py



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

Rex Canidae 5

Instanzmethoden 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
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` Klasse 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 Obj <code>+</code> Obj	Arithmetische Operation
...		
<code>__eq__()</code>	Operator Obj <code>==</code> Obj	Logische Operation
<code>__lt__()</code>	Operator Obj <code><=</code> Obj	
...		

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

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
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?

RedundantCode.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("Staff -", self.firstname, self.lastname)
17
18 humboldt = Student("Alexander", "von Humboldt")
19 cotta = StaffMember("Bernhard", "von Cotta")
20
21 humboldt.printname()
22 cotta.printname()
```

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

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



```
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", "von Humboldt")
16 cotta = StaffMember("Bernhard", "von Cotta")
17
18 humboldt.printname()
19 cotta.printname()
```

```
Alexander von Humboldt
Bernhard von Cotta
Alexander von Humboldt
Bernhard von Cotta
```

Unterklassen erweitern ihre Oberklasse typischerweise um zusätzliche Attribute und Methoden. Methoden der Unterklasse können Methoden der Oberklasse überschreiben (*Method Overriding*). Im folgenden Beispiel wird dies anhand von zwei *dunder Methoden* gezeigt:

- in der `__init__`-Methode (Konstruktor zur Erzeugung von Instanzen) ist der Unterklassen wird jeweils ein weiteres Attribut angelegt. Die Konstruktoren der Unterklassen müssen auch den Konstruktor der Oberklasse aufrufen.
- die `__str__`-Methode liefert eine String-Repräsentation des Objekts, die insbesondere auch von `print` genutzt wird. Die Implementierung in den Unterklassen rufen hier auch die `__str__`-Methode der Oberklasse auf.



```
1 "Unterklassen mit zusätzlichen Attributen"
2
3 class Person:
4     def __init__(self, fname, lname):
5         self.firstname = fname
6         self.lastname = lname
7
8     def __str__(self):
9         return f"{self.firstname} {self.lastname}"
10
11 class Student(Person):
12     def __init__(self, fname, lname, id=10000):
13         super().__init__(fname, lname)
14         self.student_id = id
15
16     def __str__(self):
17         return "Student: " + super().__str__() + f", ID: {self.student_id}"
18
19 class StaffMember(Person):
20     def __init__(self, fname, lname, id=2000):
21         super().__init__(fname, lname)
22         self.staff_id = id
23
24     def __str__(self):
25         return "Staff Member: " + super().__str__() + f", ID: {self.staff_id}"
26
27 humboldt = Student("Alexander", "Humboldt")
28 cotta = StaffMember("Bernhard", "von-Cotta", id=2001)
29
30 print(humboldt)
31 print(cotta)
```

```
Student: Alexander Humboldt, ID: 10000
Staff Member: Bernhard von-Cotta, ID: 2001
Student: Alexander Humboldt, ID: 10000
Staff Member: Bernhard von-Cotta, ID: 2001
```

Instanzvariablen und Klassenvariablen

Die Unterscheidung zwischen Instanzvariablen und Klassenvariablen wurde schon oben bei der Klasse Dog angesprochen.

Instanzvariablen (oder *Member Variables*) sind typischerweise für jedes Objekt unterschiedliche belegt. Beispiele sind etwa der Name von Personen oder Tieren (Alexander, Mary, Fido, ...) oder die Matrikelnummer von Studierenden.

Klassenvariablen beziehen dagegen sich auf die Klasse selbst.

- Der Zugriff auf Klassenvariablen sollte nach dem Schema **Klassenname.Klassenvariable** erfolgen!

Im folgenden Beispiel wird in der Klasse Student eine Klassenvariable *next_available_id* zur automatischen Generierung eindeutiger Matrikelnummern für neue Studierende genutzt.

ClassVariable.py

```
1 class Person:
2     def __init__(self, fname, lname):
3         self.firstname = fname
4         self.lastname = lname
5
6     def __str__(self):
7         return f"{self.firstname} {self.lastname}"
8
9 class Student(Person):
10
11     next_available_id = 10000
12
13     def __init__(self, fname, lname):
14         super().__init__(fname, lname)
15         self.student_id = Student.next_available_id
16         Student.next_available_id += 1
17
18     def __str__(self):
19         return "Student: " + super().__str__() + f", ID: {self.student_id}"
20
21
22 humboldt = Student("Alexander", "Humboldt")
23 hegeler = Student("Mary", "Hegeler")
24
25 print(humboldt)
26 print(hegeler)
27 print("Next available student ID:", Student.next_available_id)
```

```
Student: Alexander Humboldt, ID: 10000
Student: Mary Hegeler, ID: 10001
Next available student ID: 10002
Student: Alexander Humboldt, ID: 10000
Student: Mary Hegeler, ID: 10001
Next available student ID: 10002
```

Python und C++ mit Blick auf OOP Konzepte

- Das Konzept der (Methoden-)Überladung wird in Python nicht nativ unterstützt!
 - in C++ kann es in einer Klasse mehrere Methoden gleichen Namens geben, sofern sich die Typen der Parameter unterscheiden
 - in Python kann es dagegen nur eine Methode mit demselben Namen geben
 - als Konsequenz werden in Python oft Funktionen mit relativ vielen Parametern definiert
 - viele oder oft auch alle Parameter haben Default-Werte, oft `None`
 - zusätzliche Typannotationen der Parameter verbessern die Lesbarkeit
 - der Aufruf der Methoden erfolgt dann flexibel über Schlüsselwort-Argumente (d.h. durch explizite Angabe des Parameternames)

Dog.py



```
1 class Dog:
2     def __init__(self,
3                     name:str | None = None,
4                     age:int | None = None,
5                     breed:str | None = None):
6         self.name = name
7         self.age = age
8         self.breed = breed
9
10    def __str__(self):
11        return f"Dog(Name: {self.name}, Age: {self.age}, Breed: {self.breed})"
12
13    # Creating Dog instances with different combinations of arguments
14    d1 = Dog(name = "Buddy", age=3, breed = "Golden Retriever")
15    d2 = Dog(age = 5, name = "Max")
16    d3 = Dog(name = "Bella", breed = "Beagle")
17    d4 = Dog()
18
19    print(d1, d2, d3, d4, sep="\n")
```

```
Dog(Name: Buddy, Age: 3, Breed: Golden Retriever)
Dog(Name: Max, Age: 5, Breed: None)
Dog(Name: Bella, Age: None, Breed: Beagle)
Dog(Name: None, Age: None, Breed: None)
Dog(Name: Buddy, Age: 3, Breed: Golden Retriever)
Dog(Name: Max, Age: 5, Breed: None)
Dog(Name: Bella, Age: None, Breed: Beagle)
Dog(Name: None, Age: None, Breed: None)
```

- Private ist in Python nicht wirklich private
 - direkter Aufruf privater Methoden über ihren eigentlichen Methodennamen resultiert in einem Fehler
 - private Methoden *können* jedoch mittels "Name Mangling" aufgerufen werden
 - private Methoden *sollte* man trotzdem nicht von außerhalb der Klasse aufrufen (schlechter Stil)

NameMangling.py

```
1 class A:
2     def fun(self):
3         print("This is a public method.",
4             "It may call a private method but this is none of your busi
5
6     def __fun(self):
7         print("This is a private method.")
8
9 obj = A()
10 obj.fun()
11 # obj.__fun()      # <- AttributeError
12 obj._A__fun()     # <- Name Mangling  "_classname__function"
```

```
This is a public method. It may call a private method but this is none
of your business.
This is a private method.
This is a public method. It may call a private method but this is none
of your business.
This is a private method.
```

OOP Beispiele

Nehmen wir an, dass wir eine Liste von Vornamen 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.

NameList.py



```
1 class NameList(list):
2     def __init__(self):
3         super().__init__()
4
5     def append(self, item):
6         if isinstance(item, str) and item.isalpha():
7             super().append(item.lower())
8         else:
9             print(f"Cannot add {item} to name list!",
10                  "Expected a string with alphabetic characters only.")
11
12     def uniques(self):
13         # return set(self) # no duplicates, but unordered
14         return sorted(set(self)) # no duplicates, ordered
15
16 friends = NameList()
17 friends.append("Jannes")
18 friends.append("linda")
19 friends.append("Moritz")
20 friends.append("MORITZ")
21 friends.append("Linda2") # name with digit is not allowed
22 friends.append(42) # wrong data type for name lists
23
24 print(friends)
25 print(friends.uniques())
```

```
Cannot add Linda2 to name list! Expected a string with alphabetic
characters only.
```

```
Cannot add 42 to name list! Expected a string with alphabetic
characters only.
```

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

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

```
Cannot add Linda2 to name list! Expected a string with alphabetic
characters only.
```

```
Cannot add 42 to name list! Expected a string with alphabetic
characters only.
```

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

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

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

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

Zum Vergleich mit dem einführenden C++-Beispiel hier noch eine Python-Implementierung der [Rectangle-Klasse in C++](#). Der `+=`-Operator wird hier mittels der dunder-Methode `__iadd__()` (in-place addition) implementiert.

Rectangle.py

```
1 class Rectangle:
2     def __init__(self, width: float, height: float):
3         self.width = abs(width) # ensure non-negative width
4         self.height = abs(height)
5
6     def area(self):
7         return self.width * self.height
8
9     def __iadd__(self, offset):
10        ratio = (offset.area() + self.area()) / self.area()
11        self.width = ratio * self.width
12        return self
13
14 if __name__ == "__main__":
15     rect_a = Rectangle(3, 4)
16     rect_b = Rectangle(1, 3)
17     print(f"Fläche a : {rect_a.area()}")
18     print(f"Fläche b : {rect_b.area()}")
19     rect_a += rect_b
20     print(f"Summe      : {rect_a.area()}")
```

```
Fläche a : 12
Fläche b : 3
Summe      : 15.0
Fläche a : 12
Fläche b : 3
Summe      : 15.0
```

Dataclasses

Dataclasses, die es seit Python 3.7 gibt, ermöglichen eine einfache und komfortable Definition von Klassen, die hauptsächlich der Datenhaltung dienen, aber deren Verhalten (durch Definition von Methoden) weniger wichtig ist. Sie sind in etwa vergleichbar zu `struct`s in C++.

Für Dataclasses wird viel "Boilerplate-Code" automatisch generiert, z.B. die Methoden `__init__()`, `__eq__()` und `__repr__()`.

Die automatische Code-Generierung erfolgt durch einen Dekorator `@dataclass`.

Felder von Datenklassen werden über Typannotationen sowie optionalen Default-Werten definiert (man verwendet den Begriff *Feld* auch, weil die Felder syntaktisch eher wie Klassenvariablen aussehen, durch den Dekorator aber zu Instanzvariablen gemacht werden; durch den anderen Begriff wird es weniger verwirrend).

dataclass_example.py

```
1 from dataclasses import dataclass
2
3 @dataclass
4 class Dog:
5     name: str | None = None # field 'name' with default value None
6     age: int | None = None
7     breed: str | None = None
8
9 d1 = Dog(name = "Buddy", age=3, breed = "Golden Retriever")
10 d2 = Dog(age = 5, name = "Max")
11 d3 = Dog(name = "Bella", breed = "Beagle")
12 d4 = Dog(breed = "Beagle", name = "Bella")
13 d5 = Dog()
14
15 print(d1, d2, d3, d4, d5, sep="\n")
16 print("Is d3 equal to d4?", d3 == d4) # True, as the field values are
    same
```

```
Dog(name='Buddy', age=3, breed='Golden Retriever')
Dog(name='Max', age=5, breed=None)
Dog(name='Bella', age=None, breed='Beagle')
Dog(name='Bella', age=None, breed='Beagle')
Dog(name=None, age=None, breed=None)
Is d3 equal to d4? True
Dog(name='Buddy', age=3, breed='Golden Retriever')
Dog(name='Max', age=5, breed=None)
Dog(name='Bella', age=None, breed='Beagle')
Dog(name='Bella', age=None, breed='Beagle')
Dog(name=None, age=None, breed=None)
Is d3 equal to d4? True
```

Hinter den Kulissen erzeugt der Dekorator u.a. automatisch einen Konstruktor:

```
"Automatically generated __init__ method by @dataclass:"
def __init__(self,
    name: str | None = None,
```



```
        age: int | None = None,
        breed: str | None = None):
    self.name = name
    self.age = age
    self.breed = breed
```

Interessant an Dataclasses ist zudem, dass Instanzen entweder als veränderliche (Default) oder unveränderliche Objekte definiert werden können.

- Erweitert man den Dekorator um den Parameter `frozen=True`, dann sind die Instanzen unveränderlich
- Ein Vorteil von unveränderlichen Objekten ist, dass sie Elemente von Sets oder Schlüssel von Dictionaries sein können.

frozen_dataclass.py



```
1 from dataclasses import dataclass
2
3 @dataclass(frozen=True) # default: frozen=False
4 class Dog:
5     name: str | None = None # field 'name' with default value None
6     age: int | None = None
7     breed: str | None = None
8
9 d1 = Dog(name = "Buddy", age=3, breed = "Golden Retriever")
10 d2 = Dog(name = "Bella", breed = "Beagle")
11 d3 = Dog(breed = "Beagle", name = "Bella")
12
13 dogs = {d1, d2, d3} # d2 and d3 are considered equal
14 print(dogs)
```

```
{Dog(name='Bella', age=None, breed='Beagle'), Dog(name='Buddy', age=3,
breed='Golden Retriever')}
{Dog(name='Buddy', age=3, breed='Golden Retriever'), Dog(name='Bella',
age=None, breed='Beagle')}
```

Aufgabe Definieren Sie ein Dictionary, in welchem Instanzen der Dataclass Dog als Schlüssel verwendet werden. Experimentieren Sie dabei mit den beiden möglichen Werten den Parameter `frozen` des Dekorators (False bzw. True).

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:
    max_health = 100
    max_experience = 10

    def __init__(self, name, level):
        self.name = name
        self.level = level
        self.health = Player.max_health
        self.experience = Player.max_experience

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

```
class Player:
    max_health = 100
    max_experience = 10

    def __init__(self, name, level):
        self.name = name
        self.level = level
        self.health = Player.max_health
        self.experience = Player.max_experience

    def level_up(self):
        self.level += 1
        self.health = Player.max_health
        self.experience = 1

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

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 Ausgabe `WOOF!` zu erzeugen?

```
class Dog:

    def bark(self):
        [_____]

    def __bark_subtle(self):
        print("woof")

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

Fifi = Dog()
Fifi.bark()
```



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)
```