

# Programmierung mit Python für Einsteiger

## Kapitel 6 - Einführung in die Objektorientierte Programmierung

Autor: Dr. Christian Heckler

# Motivation

- „Programmieren im Kleinen“ vs. „Programmieren im Großen“
- „Divide et impera“ („Teile und herrsche“)

# Wiederholung - Datentypen

- Bisher: Verarbeitung von Daten verschiedenen Typs, z.B.
  - ganze Zahlen, Gleitkommazahlen
  - Wahrheitswerte
  - Zeichenketten
  - Listen, Tupel, Dictionaries
- Ein *Datum* („Wert“) hat also einen *Typ* („Datentyp“)
- Ein Datentyp legt fest:
  - die Menge der möglichen Werte (z.B. Zeichenketten)
  - die möglichen Operationen auf diesen Werten (z.B. `+`, `-`, `append`)
  - die Bedeutung der Operationen
    - die Bedeutung der `+`-Operation ist z.B. bei Zahlen
    - eine andere als bei Zeichenketten

# Datentypen 2

- Jeder Wert hat einen eindeutigen Typ.
- Dieser kann mit der `type()`-Funktion bestimmt werden.
- Variablen können Werte verschiedenen Typs zugewiesen werden:

```
x = 1
type(x)
x = "Hallo Python"
type(x)
```

# Datentypen 3

- Ein Datentyp modelliert also ein Konzept der „realen Welt“.
- Z.B. das Konzept der Zahlen, der Zeichenketten ...
- Sie können verwendet werden, ohne die interne Implementierung zu kennen.
- Es reicht, die möglichen Operationen und deren Bedeutung zu kennen.
- Frage: Kann man eigene, neue Datentypen schreiben, um ein „Konzept der realen Welt“ darzustellen?

# Objektorientierte Programmierung

- Idee: Definition eigener Datentypen zur Modellierung der zu implementierenden Fachlichkeit.
- Die interne Implementierung wird vor dem Anwender verborgen (*Datenkapselung, Information Hiding*)
- Beispiele:

## **Bankanwendung**

Konto, Kontoauszug, Überweisung

## **Web-Shop**

Einkaufswagen, Rechnung, Bestellung

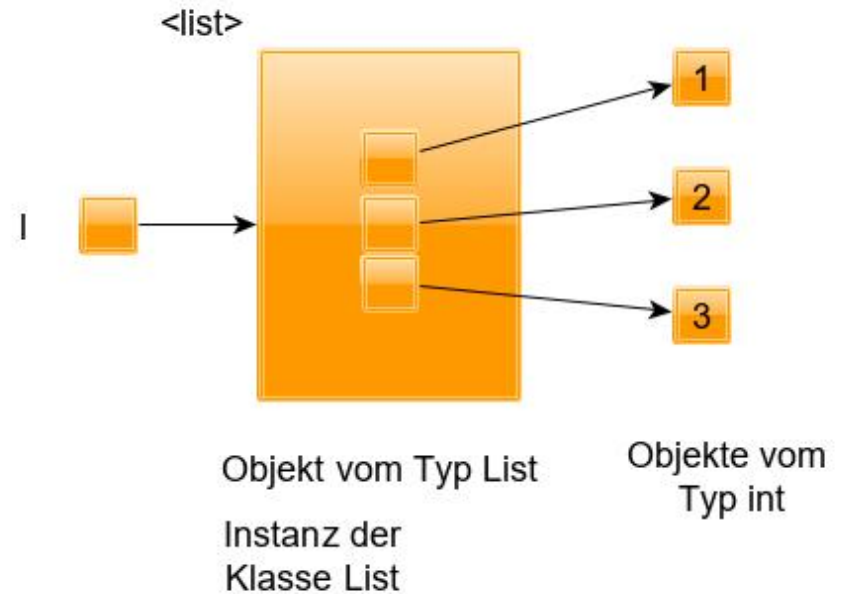
- Ein weiteres wichtiges Konzept von OO ist das Konzept der „Vererbung“, das im nächsten Kapitel vorgestellt wird.

# Nomenklatur

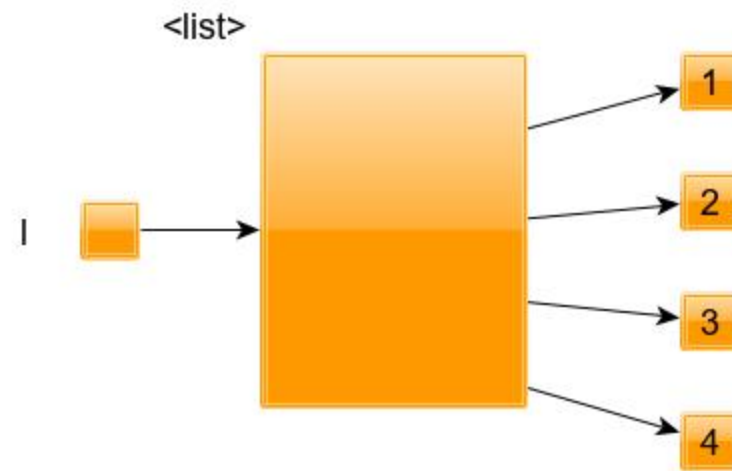
- Ein Datentyp wird *Klasse* genannt.
- Ein konkreter Wert einer Klasse wird *Objekt* genannt oder *Instanz einer Klasse*
  - Die Zeichenkette `"Hallo"` ist ein also Objekt (Instanz) der Klasse String.
  - Die Zahl `3` ist ein Objekt der Klasse int.
- Eine Funktion / Operation, die für ein Objekt definiert ist, wird *Methode* genannt:
  - Bsp: Wenn die Variable `l` einen Wert (Objekt) vom Typ Liste enthält, kann man mit der `append`-Methode für `l` (z.B. `l.append("Python")` einen Wert (Objekt) zu der Liste hinzufügen).

# Illustration an Hand der Klasse `list`

```
l = [1,2,3]  
type(l)
```



```
l.append(4)  
# append ist eine Methode von  
list
```





# Objektidentitäten und Gleichheit

- Jedes Objekt hat
  - eine Identität (siehe Funktion `id`)
  - und einen Zustand
- Objekte können gleich sein, obwohl sie nicht identisch sind:

```
l1 = [1,2,3,4]
l2 = l1
print(id(l1) == id(l2)) # True

l2 = [1,2,3,4]
print(id(l1) == id(l2)) # False
print(l1 == l2) # True
```

# Einschub - Objektorientierung und Python

- In Python entspricht jeder Datentyp einer Klasse im Sinne der OO (s. auch letzte Folie).
- Das ist nicht in allen Programmiersprachen so. In vielen (Compiler-) Programmiersprachen sind Zahlen sogenannte *primitive* Datentypen. Zahlenwerte haben keine Identität und es wird auch keine Referenzen auf einen Zahlenwert gebildet.
- Daher hört man schon mal die Aussage: „In Python ist alles ein Objekt.“

# Einschub - Objektorientierter Entwurf

- Die „Kunst“ besteht nicht in der Programmierung einer Klasse (wie wir gleich sehen werden).
- Beim Entwurf eines größeren Softwaresystems besteht die Schwierigkeit darin,
  - das System in geeignete Klassen zu zerlegen und
  - die Verantwortlichkeiten der Klassen zu definieren.
- Dabei helfen *Entwurfsprinzipien* und sogenannte *Entwurfsmuster*, siehe z.B.
  - [https://de.wikipedia.org/wiki/Prinzipien\\_objektorientierten\\_Designs](https://de.wikipedia.org/wiki/Prinzipien_objektorientierten_Designs)
  - <https://de.wikipedia.org/wiki/Entwurfsmuster>

# Beispiel: Konto-Klasse

Ziel: Programmierung einer Klasse `Konto`, so dass in einem Programm beispielsweise folgendes möglich ist (die Idee einer Konto-Klasse ist [\[EK\]](#) entnommen):

- Erzeugung von Objekten vom Typ `Konto` und Zuweisung an Variablen

```
konto1 = Konto("Maier", 4711, 100.00)
konto2 = Konto("Müller", 4712, 10.00)
```

- Verwaltung einer Liste von Konto-Objekten

```
kontoliste = [konto1, konto2]
```

- Einzahlen eines Betrages auf ein Konto durch Aufruf einer *Methode*

```
konto1.einzahlen(100)
```

# Attribute einer Klasse

- Um die gewünschte Funktionalität zur Verfügung zu stellen, müssen in einem Kontoobjekt beispielsweise die folgenden Daten verwaltet werden:
  - Eine Zeichenkette für den Kontoinhaber.
  - Eine ganze Zahl für die Kontonummer.
  - Eine Gleitkommazahl für den Kontostand.
- Ein Wert, der innerhalb einer Klasse verwaltet wird, nennt man *Attribut*.
- Ein Objekt vom Typ Konto hat also drei Attribute
  - Kontoinhaber
  - Kontonummer
  - Kontostand

# Kontobeispiel

Die zu schreibende Kontoklasse sollte also folgendermaßen aussehen:

## Attribute

- Kontoinhaber
- Kontonummer
- Kontostand

## Methoden

- Erzeugung eines Kontos für einen Kontoinhaber mit einer Kontonummer
- Einzahlen eines Betrages
- Auszahlen eines Betrages
- Anzeige des Kontostandes

Beispielimplementierung:  `konto.py`

# Beispiel Konto

*# Die Idee, die Objektorientierung an Hand einer Kontoklasse einzuführen, stammt aus dem Buch  
# Johannes Ernesti, Peter Kaiser: Python 3, Das umfassende Handbuch, Rheinwerk Computing*

```
class Konto:
```

```
    def __init__(self, inhaber, kontonummer, kontostand = 0):  
        self.inhaber = inhaber  
        self.kontonummer = kontonummer  
        self.kontostand = kontostand
```

```
    def einzahlen(self, betrag):  
        if betrag <= 0.0:  
            raise Exception("Einzahlen eines negativen Betrages nicht  
möglich!")  
        self.kontostand += betrag
```

```
    def zeige(self):  
        return "Inhaber: " + self.inhaber + ", Kontonummer: " +  
str(self.kontonummer) + ", Kontostand: " + str(self.kontostand)
```

```
if __name__ == "__main__":
```

```
    # Erzeugung eines Objektes vom Typ Konto und Zuweisung zu einer Variablen.  
Der Interpreter rufe automatisch die __init__()-Methode auf
```

```
    k = Konto("Fritz", 4611, 100.00)  
    print(k.zeige())
```

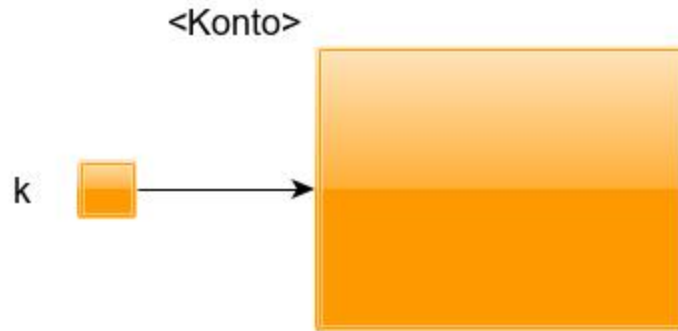
```
    # Aufruf einer Methode für ein Objekt. Python wandelt den Aufruf intern um  
in Konto.einzahlen(k, 100)
```

```
    k.einzahlen(100)  
    print(k.zeige())
```

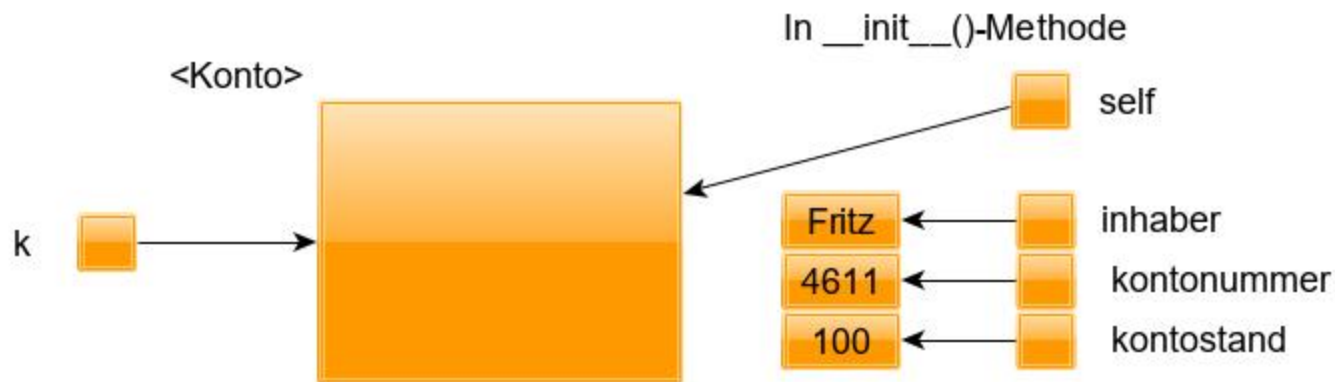


# Illustration - Erzeugung eines Objektes 1

## Schritt 1: Erzeugung eines "leeren" Objektes

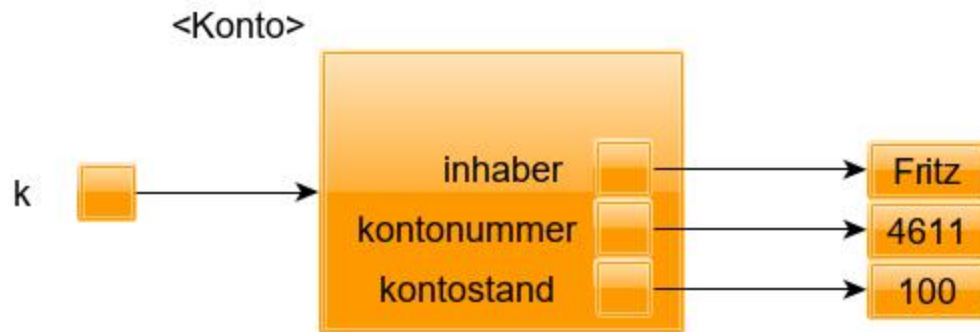


Schritt 2: Aufruf von `k.__init__("Fritz", 4611, 100.00)`  
(entspricht: `Konto.__init__(k, "Fritz", 4611, 100.00)`)



# Illustration - Erzeugung eines Objektes 2

Schritt 3: Die Zuweisungen in der `__init__()` - Methode bewirken das Anlegen der Attribute in dem Objekt.



# Die minimale Klasse

- Wie definiert man eine Klasse?

```
class Konto:  
    pass
```

- Erstellung von Objekten von diesem Typ:

```
mein_konto = Konto()  
dein_konto = Konto()
```

- Mit diesen Objekten kann man noch nicht viel anfangen. Es fehlen noch die Attribute und die Methoden.

# Methoden

- Bsp.: Die Konto-Klasse soll eine Methode `einzahlen` bekommen.

```
class Konto:
    def einzahlen(self, betrag):
        print(„Methode einzahlen von Konto“)
k = Konto()
k.einzahlen(10) # Interpretiert wie Konto.einzahlen(k, 10)
```

- Eine Methode ist also eine Funktion,
  - die innerhalb einer Klassendefinition definiert ist,
  - die über ein Objekt aufgerufen wird,
  - bei der der erste Parameter die Referenz dieses Objektes ist (wird üblicherweise `self` genannt).
  - Beim Aufruf entfällt `self` (wird von Python wie oben umgesetzt)

# Methoden 2

- Aufruf über ein konkretes Objekt ( `k.einzahlen(10)` ).
- In einer Methode ist `self` eine Referenz auf das Objekt.
- In einer Methode wird eine andere Methode über die Referenz `self` aufgerufen, z.B.:

```
class Konto:  
    def f1(self):  
        print("Methode f1 von Konto")  
    def f2(self):  
        print("Methode f2 von Konto")  
        self.f1()
```

# Attribute

- Attribute können dynamisch einem Objekt hinzugefügt werden.
- Wie in Python üblich durch die Zuweisung eines Wertes.
- Dies kann außerhalb der Klassendefinition über ein konkretes Objekt erfolgen:

```
class Konto:  
    pass  
konto = Konto()  
konto.konto_nummer = "Girokonto Schmitz"
```

- **Nachteil:**

Nur das Objekt `konto1` hat nun das Attribut `konto_nummer`. Die Idee der OO ist aber, dass in der Klasse die Funktionalität und damit der Aufbau aller Objekte beschrieben ist und somit alle Objekte die gleichen Attribute haben.

# Attribute zu Objekten hinzufügen

- Eine Methode hat das aufrufende Objekt als Parameter ( `self` ).
- So kann also auch in einer Methode ein Attribut zu einem Objekt zugefügt werden.
- Beispiel: Methode in Konto-Klasse:

```
def set_kontonummer(self, kntnr):  
    self.kontonummer = kntnr
```

- Über `self` kann man dann natürlich auch auf ein Attribut zugreifen

```
def einzahlen(self, betrag):  
    self.kontostand += betrag
```

- Empfehlung: Alle Attribute in einer Methode bei der Objekterzeugung erzeugen. Man sieht dann auf einen Blick, welche Attribute die Klasse besitzt (was ja der Sinn einer Klasse ist).

# Die Methode `__init__()`

- Was passiert beim Erzeugen eines Objekts ( `k1 = Konto()` )?
- Python erzeugt zuerst ein Objekt (ohne Attribute).
- Dann wird die Methode `__init__()` der Klasse für das Objekt aufgerufen, wenn die Methode existiert.
- Daher empfiehlt es sich, dort die Attribute zu erzeugen (und gegebenenfalls mit einem sinnvollen Anfangswert zu belegen).
- `__init__()` ist eine sog. „magische Methode“, weil sie per Namenskonvention automatisch von Python aufgerufen wird.



# Übungen

- Kontoklasse erweitern:
  - Erweitern Sie die Beispielklasse Konto um eine Methode „auszahlen.“
  - s. `uebungen/16_uebung_oo_konto_auszahlen`
- Römische Zahlen:
  - Erstellen Sie eine Klasse RoemischeZahl.
  - Die Klasse hat ein Attribut `roemische_zahl_str`, der im Konstruktor gesetzt wird.
  - Die Klasse hat eine Methode `konvertiere_zu_dezimal`, die den Dezimalwert der römischen Zahl zurückgibt.
  - Erzeugen Sie ein Objekt der Klasse und wenden darauf die Methode `konvertiere_zu_dezimal` an.
  - s. `uebungen/17_uebung_roemische_zahl_klasse`

# Klassenattribute

- „Normale“ Attribute existieren pro Objekt und haben pro Objekt einen anderen Wert, z.B. `konto_stand`.
- Ein *Klassenattribut* existiert pro Klasse einmal. Anders formuliert: Ist für alle Objekte der Klasse gleich.
- Ist damit unabhängig von einem konkreten Objekt.
- Kann über die Klasse oder ein Objekt angesprochen werden.
- Beispiel: Attribut `anzahl`, in dem man die Anzahl der erzeugten Objekte zählt.
- Definition in der Klasse außerhalb von Methode

# Klassenattribute - Beispiel

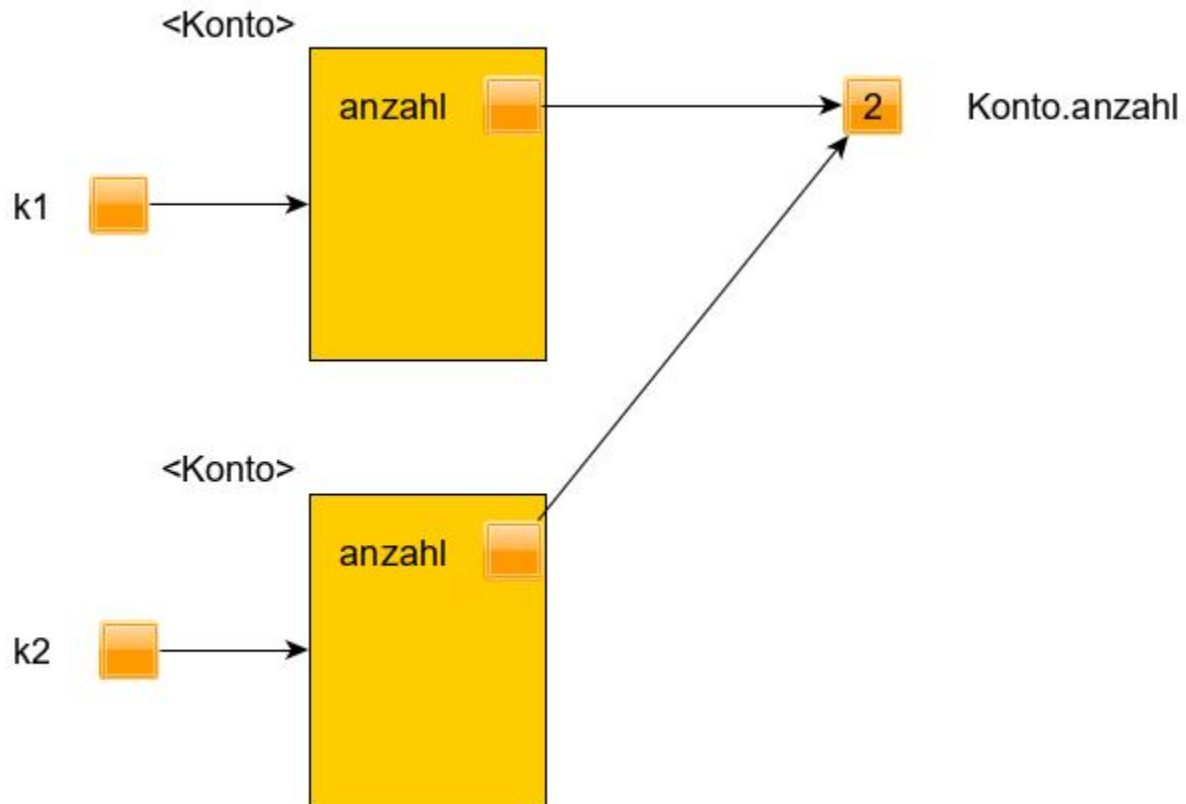
```
class Konto:
    anzahl = 0

    def __init__(self):
        Konto.anzahl += 1

if __name__ == "__main__":
    k1 = Konto()
    print(str(Konto.anzahl))

    k2 = Konto()
    print(str(Konto.anzahl))
```

# Klassenattribute - Veranschaulichung




# Klassenattribute - Beispiel Röm. Zahlen

- Beispiel: Klasse für römische Zahlen
- Das Dictionary, das für die Umrechnung benötigt wird, könnte als Klassenattribut definiert werden.
- Es existiert dann nur einmal und wird nicht für jedes Objekt neu erzeugt!
- Wer mag, mache dies als Übung. ?

# Wdh.: Idee der OO

- Ein Objekt bietet eine Funktionalität an.
- Die interne Implementierung ist dem Anwender egal.
- Bsp: Liste: Die interne Implementierung ist für den Benutzer „weg-gekapselt“.
- Benutzt der Anwender nicht die internen Details des Objekts, kann die Implementierung des Objekts beliebig geändert werden.
- Ein Klasse besteht also aus:
  - einem öffentlichen Teil (öffentliche Schnittstelle) und
  - einem privaten Teil (interne Implementierung)
- Das gilt auch für das Konto-Beispiel, wobei dort die interne Implementierung (in dem Fall) trivial war.

# Zugriffsrechte

- Es sollte also möglich sein, den Zugriff von außen auf die „internen“ Attribute und Methoden zu verhindern.
- Zugriffsrechte:
  - **private**: nur innerhalb von Klassenmethoden zugreifbar
    - Name beginnt mit zwei Unterstrichen
  - **public**: von außen und von innen zugreifbar
    - Name beginnt nicht mit Unterstrichen
  - **protected**: bei Vererbung wichtig (s. später)
    - Name beginnt mit einem Unterstrich
- Beispiel: Kontoklasse: Das Attribut kontostand sollte nicht von außen zugreifbar sein, sondern nur über Methoden verändert werden:  `private.py`

# Beispiel Private

*# Die Idee, die Objektorientierung an Hand einer Kontoklasse einzuführen,  
stammt aus dem Buch  
# Johannes Ernesti, Peter Kaiser: Python 3, Das umfassende Handbuch, Rheinwerk  
Computing*

```
class Konto:
```

```
    def __init__(self):  
        self.__kontostand = 0
```


```
k = Konto()  
print(k.__kontostand)
```



# OO und Wiederverwendung

- Auch die Verwendung von Klassen trägt zur einfacheren Wiederverwendung von (fremdem) Code bei.
- Man muss „nur“ die öffentliche Schnittstelle der Klasse kennen.

# Die Methode `__str__()`

- Darstellung eines Objekts als String
- Wird für ein Objekt `k` die Funktion `str` aufgerufen (`str(k)`) sucht der Interpreter nach einer Methode `__str__()` der Klasse und ruft diese auf (`k.__str__()`)
-  `string.py`

# Beispiel String-Methode

*# Die Idee, die Objektorientierung an Hand einer Kontoklasse einzuführen,  
stammt aus dem Buch  
# Johannes Ernesti, Peter Kaiser: Python 3, Das umfassende Handbuch, Rheinwerk  
Computing*

```
class Konto:
```

```
    def __init__(self, kontoinhaber, kontostand):
```

```
        self.__kontoinhaber = kontoinhaber
```

```
        self.__kontostand = kontostand
```

```
    def __str__(self):
```

```
        return "Kontoinhaber: " + self.__kontoinhaber + ", Kontostand: " +  
str(self.__kontostand)
```


```
k = Konto("Maier", 100.0)
```

```
print(str(k))
```

# Operator Overloading

- „Magische Methoden“: Werden von Python „automatisch“ aufgerufen, z.B. `__init__()`, `__str__()`
- Auch für die Operatoren (z.B. `+`) gibt es magische Methoden.
- Das nennt man Operator-Overloading
- Magische Methoden: s. Seite 235
- `x + y` : Aufruf von `x.__add__(y)`
- Was tun, wenn man folgendes möchte: `5 + k` (`k` referenziert ein Konto-Objekt)?
- `5` ist ein `int` und `int` hat keine `+`-Methode zur Addition mit Konto
- Lsg: In der Klasse Konto eine Methode `__radd__()` definieren.
- `5 + k` führt zu: `k.__radd__(5)`

# Beispiel Operator Overloading

-  `zeitspanne.py`
- Klasse repräsentiert eine Zeitspanne, die in Stunden und Minuten angegeben wird.
- Die interne Repräsentation besteht aus den Minuten
- Bei der Addition werden also die Minuten addiert.
- Addition einer Zahl ( `int` ): Muss in `add` abgefragt werden.
- Weiterer Anwendungsfall von `__radd__()`

# Beispiel Zeitspanne

```
class Zeitspanne:
```

```
    def __init__(self, stunden, minuten):  
        self.__minuten = minuten + 60 * stunden
```

```
    def __str__(self):  
        return str(self.__minuten // 60) + ":" + str(self.__minuten % 60)
```

```
    def __add__(self, other):  
        if type(other) == int:  
            return Zeitspanne(0, self.__minuten + other)  
        if type(other) == Zeitspanne:  
            return Zeitspanne(0, self.__minuten + other.__minuten)
```

```
z1 = Zeitspanne(1,20)
```

```
z2 = Zeitspanne(0,40)
```

```
z3 = z1 + z2
```

```
z4 = z1 + 50
```

```
# z5 = 50 + z1
```

```
print(str(z1) + "+" + str(z2) + " = " + str(z3))
```

```
print(str(z1) + "+" + str(50) + " = " + str(z4))
```

```
#print(str(50) + "+" + str(z1) + " = " + str(z5))
```

# ? Übung Operator Overloading

- Erweitern Sie die Klasse `Zeitspanne`, um die besagte `__radd__()`-Methode
- Zusätzlich können Sie sie noch um die erweiterten Zuweisungen erweitern, d.h. `+=`, `-=` usw.
- siehe Ordner `uebungen/18_Zeitspanne`

# ? Zusatzübung Operator Overloading

- Schreiben Sie eine Klasse `Punkt` zur Repräsentation eines zweidimensionalen Punktes (x- und y- Koordinate) mit einer Additions-Methode zur Addition zweier Punkte.
- siehe Ordner `uebungen/18A_Punkt`



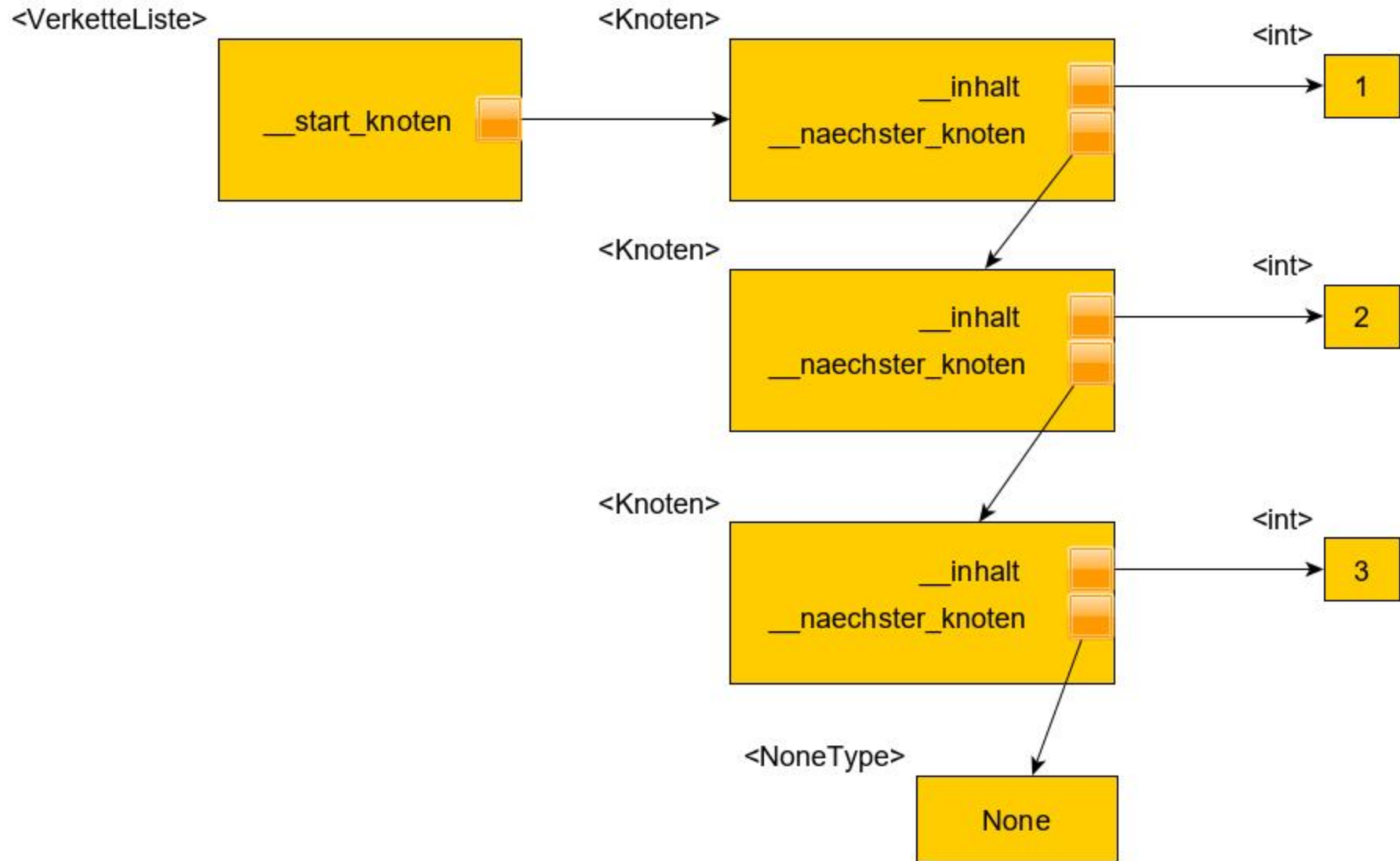
## ❓ Übung 19 - Verkettete Liste

- Implementierung einer eigenen Listenklasse ohne Verwendung von
  - List
  - Tupel
  - Dictionary
- Stichwort: „Verkettete Liste“
- Benötigt wird eine „Hilfsklasse“: `Knoten` mit zwei Attributen
  - `inhalt`: Das Objekt, das in der Liste in diesem Knoten verwaltet wird
  - `naechster_knoten`: Knoten, der das nächste Element der Liste enthält
- Die Klasse Liste hat als Attribut dann (zumindest) den `startknoten` der Liste, also den Knoten, der das erste Element der Liste enthält.

# Übung Verkettete Liste 2

- Zu Beginn ist die Liste leer. Das Attribut `__startknoten` wird also auf `None` gesetzt.
- Einfügen eines neuen Elementes in die Liste:
  - Erzeugung eines neuen Objekts vom Typ `Knoten`.
  - Das Inhaltsattribut des neuen Knotens wird auf das einzufügende Element gesetzt.
  - Der Nachfolgeknoten des neuen Knotens ist `None`
  - Der Nachfolgeknoten des bisher letzten Knotens in der Liste wird auf den neuen Knoten gesetzt
- siehe Ordner `uebungen/19_uebung_verkettete_liste`

# Illustration Verkettete Liste



# Referenzen

- [Kle] Bernd Klein, Einführung in Python 3
- [EK] Johannes Ernesti, Peter Kaiser: Python 3, Das umfassende Handbuch, Rheinwerk Computing