

Vorlesung Ingenieurinformatik

Lukas Arnold Simone Arnold Florian Bagemihl
Matthias Baitsch Marc Fehr Maik Poetzsch
Sebastian Seipel

2025-04-11

Table of contents

Preface	3
I w-python	4
Werkzeugbaustein Python	5
Voraussetzungen	5
Lernziele	6
1 Einleitung: Datenanalyse mit Python	7
2 Willkommen bei Python!	8
2.1 Lernziele dieses Kapitels	8
2.2 Ihr erstes Programm	8
2.3 Variablen – Namen für Werte	9
3 Datentypen	11
3.1 Zahlen	11
3.1.1 Ganzzahlen	11
3.1.2 Gleitkommazahlen	12
3.2 Arithmetische Operatoren	13
3.3 Aufgaben Zahlen	14
3.4 Boolesche Werte	15
3.5 Logische Operatoren	16
3.6 Aufgaben boolesche Werte	18
3.7 Zeichenfolgen	18
3.8 Operationen mit Zeichenfolgen	19
3.9 Aufgaben Zeichenfolgen	20
3.10 Variablen	20
3.10.1 Weitere Zuweisungsoperatoren	22
3.10.2 Benennung von Variablen	23
3.11 Aufgaben Variablen	24
4 Funktionen: Grundlagen	26
4.1 Funktionen und Methoden	27
4.1.1 Funktionen	27

4.1.2	Methoden	28
4.2	Parameter	30
4.3	Aufgaben Funktionen	33
5	Flusskontrolle	34
5.0.1	Abzweigungen	34
5.0.2	Schleifen	36
5.0.3	Ausnahmebehandlung	41
5.1	Aufgaben Flusskontrolle	43
6	Sammeltypen	45
6.1	Listen	45
6.1.1	Slicing: der Zugriffsoperator []	46
6.1.2	Listenmethoden	48
6.1.3	Aufgaben Listen	52
6.2	Tupel	52
6.2.1	Tupel kopieren	53
6.3	Mengen	54
6.3.1	Mengen kopieren	55
6.4	Dictionaries	56
6.4.1	Dictionaries kopieren	56
6.5	Übersicht Sammeltypen	57
6.6	Löschen: das Schlüsselwort del	58
6.7	Funktionen	59
6.8	Operationen: Verwendung von Schleifen	59
6.9	Aufgaben Sammeltypen	59
7	Eigene Funktionen definieren	64
7.1	Syntax	64
7.2	Optionale Parameter	65
7.3	Rückgabewert(e)	67
7.4	Aufgaben Funktionen definieren	67
8	Dateien lesen und schreiben	70
8.1	Dateiobjekte	70
8.1.1	Dateipfad	70
8.1.2	Zugriffsmodus	71
8.1.3	Dateinhalt ausgeben	74
8.2	Dateien einlesen	74
8.3	Aufgabe Dateien einlesen	77
8.4	Daten interpretieren	78
8.5	for-Schleife mit break	79
8.6	Methode dateiobjekt.readline()	80

8.7 Aufgabe Daten interpretieren	83
8.8 Einlesen als Liste	84
8.9 Dateien schreiben	86
8.10 Aufgabe Dateien schreiben	86
9 Module und Pakete importieren	87
9.1 import as	89
9.2 Kleine Modulübersicht	90
II w-python-numpy-grundlagen	91
Preamble	92
Intro	93
Voraussetzungen	93
Verwendete Pakete und Datensätze	93
Pakete	93
Datensätze	93
Bearbeitungszeit	93
Lernziele	93
10 Einführung NumPy	95
10.1 Vorteile & Nachteile	95
10.2 Einbinden des Pakets	96
10.3 Referenzen	96
11 Erstellen von NumPy arrays	97
12 Größe, Struktur und Typ	101
13 Rechnen mit Arrays	105
13.1 Arithmetische Funktionen	105
13.2 Vergleiche	106
13.3 Aggregatfunktionen	108
14 Slicing	110
14.1 Normales Slicing mit Zahlenwerten	110
14.2 Slicing mit logischen Werten (Boolesche Masken)	111
15 Array Manipulation	115
15.1 Ändern der Form	115
15.2 Sortieren von Arrays	117
15.3 Unterlisten mit einzigartigen Werten	117

16 Lesen und Schreiben von Dateien	120
16.1 Lesen von Dateien	120
16.2 Schreiben von Dateien	121
17 Arbeiten mit Bildern	124
18 Lernzielkontrolle	132
Aufgabe 1	132
Aufgabe 2	132
Aufgabe 3	133
Aufgabe 4	133
Aufgabe 5	133
Aufgabe 6	133
Aufgabe 7	133
Aufgabe 8	134
Aufgabe 9	134
Aufgabe 10	134
Aufgabe 1	134
Aufgabe 2	134
Aufgabe 3	135
Aufgabe 4	135
Aufgabe 5	135
Aufgabe 6	136
Aufgabe 7	137
Aufgabe 8	137
Aufgabe 9	139
Aufgabe 10	139
19 Übung	140
19.1 Aufgabe 1 Filmdatenbank	140
19.2 Aufgabe 2 - Kryptographie - Caesar-Chiffre	145
20 Klausurfragen	150
Aufgabe 1	150
III w-python-matplotlib	151
Preamble	152
Intro	153
Voraussetzungen	153
Verwendete Pakete und Datensätze	153
Bearbeitungszeit	153

Lernziele	153
21 Einführung in Matplotlib	154
21.1 Warum Matplotlib?	154
21.2 Alternativen zu Matplotlib	154
21.3 Erstes Beispiel: Einfache Linie plotten	154
21.4 Nächste Schritte	155
22 Diagrammtypen in Matplotlib	156
22.1 1. Liniendiagramme (<code>plt.plot()</code>)	156
22.2 2. Streudiagramme (<code>plt.scatter()</code>)	157
22.3 3. Balkendiagramme (<code>plt.bar()</code>)	158
22.4 4. Histogramme (<code>plt.hist()</code>)	159
22.5 5. Boxplots (<code>plt.boxplot()</code>)	160
22.6 6. Heatmaps (<code>plt.imshow()</code>)	161
22.7 Fazit	162
23 Anpassung und Gestaltung von Plots in Matplotlib	163
23.1 1. Achsentitel und Diagrammtitel	163
23.2 2. Anpassung der Achsen	164
23.3 3. Farben und Linienstile	165
23.3.1 Wichtige Farben (Standardfarben in Matplotlib)	165
23.3.2 Wichtige Linienstile	165
23.4 4. Mehrere Plots mit Subplots	166
23.5 5. Speichern von Plots	168
23.6 Fazit	168
24 Erweiterte Techniken in Matplotlib	169
24.1 1. Logarithmische Skalen	169
24.2 2. Twin-Achsen für verschiedene Skalierungen	170
24.3 3. Annotationen in Diagrammen	171
24.4 Fazit	172
25 Best Practices in Matplotlib: Fehler und Verbesserungen	173
25.1 1. Fehlende Beschriftungen	173
25.1.1 Schlechtes Beispiel	173
25.1.2 Besseres Beispiel	174
25.2 2. Ungünstige Farbwahl	175
25.2.1 Schlechtes Beispiel	175
25.2.2 Besseres Beispiel	176
25.3 3. Keine sinnvolle Achsenskalierung	177
25.3.1 Schlechtes Beispiel	177
25.3.2 Besseres Beispiel	178

25.4	4. Überladung durch zu viele Linien	179
25.4.1	Schlechtes Beispiel	179
25.4.2	Besseres Beispiel	180
25.5	Fazit	181

Preface

This is a Quarto book.

To learn more about Quarto books visit <https://quarto.org/docs/books>.

Part I

w-python

Werkzeugbaustein Python



Bausteine Computergestützter Datenanalyse von Lukas Arnold, Simone Arnold, Florian Bagemihl, Matthias Baitsch, Marc Fehr, Maik Poetzsch und Sebastian Seipel. Werkzeugbaustein Python von Maik Poetzsch ist lizenziert unter [CC BY 4.0](#). Das Werk ist abrufbar auf [GitHub](#). Ausgenommen von der Lizenz sind alle Logos Dritter und anders gekennzeichneten Inhalte. 2025

Zitievorschlag

Arnold, Lukas, Simone Arnold, Matthias Baitsch, Marc Fehr, Maik Poetzsch, und Sebastian Seipel. 2025. „Bausteine Computergestützter Datenanalyse. Werkzeugbaustein Python“. <https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python>.

BibTeX-Vorlage

```
@misc{BCD-w-python-2025,  
    title={Bausteine Computergestützter Datenanalyse. Werkzeugbaustein Python},  
    author={Arnold, Lukas and Arnold, Simone and Baitsch, Matthias and Fehr, Marc and Poetzsch, Maik},  
    year={2025},  
    url={https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python}}
```

Voraussetzungen

Keine Voraussetzungen, hilfreich ist der w-Pseudocode

Querverweis auf:

- w-NumPy
- w-Pandas

Lernziele

In diesem Bausteine werden die Grundzüge der Programmierung mit Python vermittelt. In diesem Baustein lernen Sie ...

- Grundlagen des Programmierens
- Ausgaben in Python, Grundlegende Datentypen, Flusskontrolle
- die Dokumentation zu lesen und zu verwenden
- Module und Pakete laden

1 Einleitung: Datenanalyse mit Python



Figure 1.1: Logo der Programmiersprache Python

Python Logo von Python Software Foundation steht unter der [GPLv3](#). Die Wort-Bild-Marke ist markenrechtlich geschützt: <https://www.python.org/psf/trademarks/>. Das Werk ist abrufbar auf [wikimedia](#). 2008

2 Willkommen bei Python!

Python ist eine moderne Programmiersprache, die sich besonders gut für Einsteigerinnen und Einsteiger eignet. Sie ist leicht verständlich und wird in vielen Bereichen eingesetzt – von der Datenanalyse bis hin zur Webentwicklung.

In diesem Kurs lernen Sie Python Schritt für Schritt anhand praktischer Beispiele.

2.1 Lernziele dieses Kapitels

Am Ende dieses Kapitels können Sie:

- einfache Python-Programme schreiben,
- Text auf dem Bildschirm ausgeben,
- erste Variablen definieren und verwenden.

2.2 Ihr erstes Programm

Die ersten Schritte in einer neuen Programmiersprache sind immer die gleichen. WIR lassen uns die Worte ‘Hello World’ ausgeben. Dazu nutzen wir den print-Befehl `print(...)`:

```
print("Hallo Welt!")
```

Hallo Welt!

Was passiert hier? - `print(...)` ist eine sogenannte **Funktion**, die etwas auf dem Bildschirm ausgibt. - Der Text "Hello World!" wird angezeigt. - Texte (auch „Strings“ genannt) stehen immer in Anführungszeichen.

2.3 Variablen – Namen für Werte

Variablen sind wie beschriftete Schubladen: Sie speichern Informationen unter einem Namen.

```
name = "Frau Müller"  
alter = 32
```

Sie können diese Variablen verwenden, um dynamische Ausgaben zu erzeugen:

```
print(name + " ist " + str(alter) + " Jahre alt.")
```

Frau Müller ist 32 Jahre alt.

Zu beachten ist hier, dass sie versuchen sowohl eine Zahl, als auch Text auszugeben. Daher müssen wir mit der Funktion ‘str()’ die Zahl in Text umwandeln.

Aufgabe: Begrüßung mit Alter

Schreiben Sie ein Programm, das Sie mit Ihrem Namen begrüßt:

Hello Frau Müller!

Tipp: In Python können Sie Texte mit + zusammenfügen. Denken Sie daran, dass Strings in Anführungszeichen stehen müssen.

Lösung

```
mein_name = "Ihr Name hier"  
print("Hallo " + mein_name + "!")
```

Hello Ihr Name hier!

Erweitern Sie Ihr Programm so, dass es eine Begrüßung inklusive Alter ausgibt:

Hello Frau Müller!
Sie sind 32 Jahre alt.

Tipp: Verwenden Sie print(...) mehrmals oder fügen Sie Texte zusammen.

Lösung

```
name = "Frau Müller"  
alter = 32  
  
print("Hallo " + name + "!")  
print("Sie sind " + str(alter) + " Jahre alt.")
```

```
Hallo Frau Müller!  
Sie sind 32 Jahre alt.
```

3 Datentypen

Objekte, die Daten speichern, haben einen Datentyp. Der Datentyp gibt an, wie die gespeicherten Werte von Python interpretiert werden sollen. Beispielsweise kann der Wert "1" in Python ein Zeichen, eine Ganzzahl, einen Wahrheitswert, den Monat Januar, den Wochentag Dienstag oder die Ausprägung einer kategorialen Variablen repräsentieren.

In diesem Abschnitt werden die für die Datenanalyse wichtigsten Datentypen vorgestellt.

3.1 Zahlen

Zu den Zahlen gehören Ganzzahlen, boolsche Werte (Wahrheitswerte), Gleitkommazahlen sowie komplexe Zahlen (die hier nicht näher vorgestellt werden).

3.1.1 Ganzzahlen

Ganzzahlen werden standardmäßig im Dezimalsystem eingegeben und können positiv oder negativ sein.

```
print(12, -8)
```

```
12 -8
```

Darüber hinaus können Ganzzahlen auch in anderen Basen angegeben werden:

- Dualsystem: Ziffern 0 und 1 mit dem Präfix `0b`

```
print(0b1000, "plus", 0b0000, "plus", 0b0010, \
      "plus", 0b0001, "ist", 0b1011)
```

```
8 plus 0 plus 2 plus 1 ist 11
```

- Oktalsystem: Ziffern 0 bis 7 mit dem Präfix `0o`

```
print(0o7000, "plus", 0o0700, "plus", 0o0020, \
      "plus", 0o0000, "ist", 0o7720)
```

3584 plus 448 plus 16 plus 0 ist 4048

- Hexadezimalsystem: Ziffern 0 bis F mit dem Präfix 0x

```
print(0xF000, "plus", 0x0200, "plus", 0x00A0, \
      "plus", 0x0001, "ist", 0xF2A1)
```

61440 plus 512 plus 160 plus 1 ist 62113

3.1.2 Gleitkommazahlen

Gleitkommazahlen werden entweder mit dem Dezimaltrennzeichen . oder in Exponentialschreibweise angegeben. Gleitkommazahlen haben den Typ `float`.

```
print(120.6, 1206e-1, 12060e-2, "\n")
print("Beim Lottogewinn in Exponentialschreibweise zählt das Vorzeichen.")
print(1e-3, "oder", 1e+3)
```

120.6 120.6 120.6

Beim Lottogewinn in Exponentialschreibweise zählt das Vorzeichen.
0.001 oder 1000.0

Da Computer im Binärsystem arbeiten, können Dezimalzahlen nicht exakt gespeichert werden. Beispielsweise ist die Division von 1 durch 10 dezimal gleich 0.1. Binär ist 1_2 durch 1010_2 aber ein periodischer Bruch:

$$\frac{1_2}{1010_2} = 0,000\overline{1100}_2$$

Dezimalzahlen müssen deshalb als Bruch zweier Ganzzahlen approximiert werden (Der Binärbruch, der 0.1 annähert, ist in Dezimalschreibweise $3602879701896397 / 2^{55}$). Dadurch kommt es vor, dass mehrere Gleitkommazahlen durch die selbe Binärapproximation repräsentiert werden. Python gibt zwar die jeweils kürzeste Dezimalzahl aus, da Berechnungen aber binär durchgeführt werden, kann sich bei Berechnungen die nächste Binärapproximation und damit die zugehörige kürzeste Dezimalzahl ändern (weitere Informationen in der [Python Dokumentation](#)).

```

print(0.1) # Die kürzeste Dezimalzahl zur Binärapproximation
print(format(0.1, '.17g')) # Die nächstlängere Dezimalzahl zur selben Binärapproximation
print(0.3 - 0.2) # binär gerechnet, ändert sich die Binärapproximation

```

```

0.1
0.1000000000000001
0.0999999999999998

```

In der praktischen Arbeit mit Python kommen deshalb gelegentlich auf den ersten Blick ungewöhnlich wirkende Ergebnisse vor.

```

print(0.1 + 0.2)
print(0.01 + 0.02)
print(0.001 + 0.002)
print(0.0001 + 0.0002)
print(0.00001 + 0.00002)

```

```

0.3000000000000004
0.03
0.003
0.0003000000000000003
3.000000000000004e-05

```

3.2 Arithmetische Operatoren

Mit arithmetischen Operatoren können die Grundrechenarten verwendet werden. Das Ergebnis ist meist vom Typ `float`, außer, wenn beide Operanden vom Typ `int` sind und das Ergebnis als ganze Zahl darstellbar ist.

Operator	Beschreibung
<code>+, -</code>	Addition / Subtraktion
<code>*, /</code>	Multiplikation / Division
<code>//, %</code>	Ganzzahlige Division / Rest
<code>**</code>	Potenzieren

Werden mehrere Operatoren kombiniert, so muss deren Reihenfolge beachtet bzw. durch die Verwendung von Klammern `(1 + 2) * 3` hergestellt werden. Es gelten die gleichen Regeln

wie beim schriftlichen Rechen. Die vollständige Übersicht der Reihenfolge der Ausführung ist in der [Pythondokumentation](#) aufgeführt. Für die arithmethischen Operatoren gilt folgende, absteigende Reihenfolge.

Operator			
**			
*	/	//	%
+	-		

Bei gleichrangigen Operationen werden diese von links nach rechts ausgeführt.

3.3 Aufgaben Zahlen

Lösen Sie die folgenden Aufgaben mit Python.

1. $4 + 2 * 4 = ?$
2. $2 \text{ hoch } 12 = ?$
3. Was ist der Rest aus 315 geteilt durch 4?
4. $+ 6 / = ?$
5. Welche Dezimalzahl ist 11111101001_2 ?
6. $11111101001_2 / 101_2 = ?$
7. Welcher Kapitalertrag ist größer, wenn 1000 Euro angelegt werden?
 - a) 20 Jahre Anlagedauer mit 3 Prozent jährlicher Rendite
 - b) 30 Jahre Anlagedauer mit 2 Prozent jährlicher Rendite

Die Musterlösung kann Marc machen.

 Tip 1: Musterlösung Zahlen

3.4 Boolesche Werte

Die boolschen Werte `True` und `False` sind das Ergebnis logischer Abfragen, die wir später genauer kennenlernen. Sie nehmen auch die Werte 1 und 0 an und gehören in Python deshalb zu den Zahlen.

```
print("Ist 10 größer als 9?", 10 > 9)
print("Ist 11 kleiner als 10?", 11 < 10)
print("Ist 10 genau 10.0?", 10 == 10.0, "\n")

print("True und False können mit + addiert:", True + False)
print("... und mit * multipliziert werden:", True * False, "\n")
```

```
Ist 10 größer als 9? True
Ist 11 kleiner als 10? False
Ist 10 genau 10.0? True
```

```
True und False können mit + addiert: 1
... und mit * multipliziert werden: 0
```

Die Multiplikation von Wahrheitswerten ist nützlich, um mehrere logische Abfragen zu einem logischen UND zu kombinieren:

```
print("Ist 10 > 9 UND 10 > 8?", (10 > 9) * (10 > 8))
```

```
Ist 10 > 9 UND 10 > 8? 1
```

Die Funktion `bool()` gibt den Wahrheitswert eines Werts zurück.

```
print("Ist 10 > 9 UND > 8?", bool((10 > 9) * (10 > 8)))
```

```
Ist 10 > 9 UND > 8? True
```

Die meisten Werte in Python haben den Wahrheitswert `True`.

```
print(bool(1), bool(2), bool(2.4))
print(bool('a'), bool('b'), bool('ab'))
```

```
True True True  
True True True
```

Neben `False` und `0` haben leere und nicht existierende Werte oder Objekte den Wahrheitswert `False`.

```
print(bool(False), bool(0))  
print(bool("")) # eine leere Zeichenfolge  
print(bool([])) # eine leere Liste  
print(bool(())) # eine leeres Tupel  
print(bool({})) # ein leeres Dictionary  
print(bool(None)) # None deklariert einen nicht existenten Wert
```

```
False False  
False  
False  
False  
False  
False
```

Die Sammeltypen Liste, Tupel und Dictionary lernen wir in den folgenden Kapiteln kennen. Bool'sche Werte können die Ausführung von Programmcode steuern, indem sie wie `an` und `aus` wirken. So kann Programmcode mit einer `if`-Anweisung nur dann ausgeführt werden, wenn ein Sammeltyp auch Werte enthält.

```
meine_Liste = ['Äpfel', 'Butter']  
if meine_Liste:  
    print(f"Wir müssen {meine_Liste} einkaufen.")  
  
meine_Liste = [] # eine leere Liste  
if meine_Liste:  
    print(f"Wir müssen {meine_Liste} einkaufen.")
```

Wir müssen ['Äpfel', 'Butter'] einkaufen.

3.5 Logische Operatoren

Zu den logischen Operatoren gehören die logischen Verknüpfungen `and`, `or` und `not`. Darüber hinaus können auch vergleichende Operatoren wie `>`, `>=` oder `==` verwendet werden. Das Ergebnis dieser Operationen ist vom Typ `bool`. Die Operatoren werden in folgender Reihenfolge ausgeführt. Gleichrangige Operatoren werden von links nach rechts ausgeführt.

Operator	Beschreibung
&	bitweises UND
^	bitweises XOR
	bitweises ODER
<, <=, >, >=, !=, ==	kleiner / kleiner gleich / größer als / größer gleich / ungleich / gleich
not	logisches NICHT
and	logisches UND
or	logisches ODER

⚠ Warning 1: Bitweise Operatoren

Besondere Vorsicht ist mit den **bitweisen Operatoren** geboten. Diese vergleichen Zahlen nicht als Ganzes, sondern stellenweise (im Binärsystem). Zu beachten ist, dass die bitweisen Operatoren Ausführungsriorität vor Vergleichsoperationen haben.

```
print(10 > 5 and 10 > 6)
print(10 > 5 & 10 > 6)
print(5 & 10)
print(10 > False > 6)
print((10 > 5) & (10 > 6))
```

```
True
False
0
False
True
```

💡 Tip

Im Allgemeinen werden die bitweisen Operatoren für die Datenanalyse nicht benötigt. Vermeiden Sie unnötige Fehler: Vermeiden Sie die bitweisen Operatoren `&`, `^` und `|`.

Die Operatoren `&`, `^` und `|` haben jedoch für Mengen (die wir später kennenlernen werden) eine andere Bedeutung. Auch in anderen Modulen kommt den Operatoren syntaktisch eine andere Bedeutung zu, bspw. im Paket Pandas bei der Übergabe mehrerer Slicing-Bedingungen `df = df[(Bedingung1) & (Bedingung2) | (Bedingung3)]`.

3.6 Aufgaben boolsche Werte

Lösen Sie die Aufgaben mit Python.

1. Ist das Verhältnis aus 44 zu 4.5 größer als 10?
2. Ist es wahr, dass 4.5 größer als 4 aber kleiner als 5 ist?
3. Ist 2 hoch 10 gleich 1024?
4. Sind die Zahlen 3, 4 und 5 ganzzahlig durch 2 teilbar ODER ungleich 10?
5. Prüfen Sie, ob eine Person den Vollpreis bezahlen muss, wenn Sie Ihr Alter angibt.
Kinder unter 14 Jahren fahren kostenlos, Jugendliche zwischen 14 und 18 Jahren und Senior:innen ab 65 Jahren erhalten einen Rabatt.

Die Musterlösung kann Marc machen

 Tip 2: Tip

3.7 Zeichenfolgen

Zeichenfolgen (Englisch string) werden in Python in einfache oder doppelte Anführungszeichen gesetzt.

```
print('eine Zeichenfolge')
print("noch eine Zeichenfolge")
```

```
eine Zeichenfolge
noch eine Zeichenfolge
```

Innerhalb einer Zeichenfolge können einfache oder doppelte Anführungszeichen verwendet werden, solange diese nicht den die Zeichenfolge umschließenden Anführungszeichen entsprechen.

```
print('A sophisticated heap beam, which we call a "LASER".')
print("I've turned the moon into what I like to call a 'Death Star'.")
```

```
A sophisticated heap beam, which we call a "LASER".
I've turned the moon into what I like to call a 'Death Star'.
```

Das Steuerzeichen \ (oder Fluchtzeichen, escape character) erlaubt es, bestimmte Sonderzeichen zu verwenden.

```
print("Das Steuerzeichen \\ ermöglicht die gleichen \"Anführungszeichen\" in der Ausgabe von print("Erst ein\tTabstopp, dann eine\nneue Zeile.")
```

Das Steuerzeichen \ ermöglicht die gleichen "Anführungszeichen" in der Ausgabe von print.
Erst ein Tabstopp, dann eine
neue Zeile.

Ein vorangestelltes r bewirkt, dass das Steuerzeichen \ nicht verarbeitet wird (raw string literal). Dies ist beispielsweise bei der Arbeit mit Dateipfaden praktisch.

```
print("Die Daten liegen unter: C:\tolle_daten\nordpol\weihnachtsmann")  
print(r"Die Daten liegen unter: C:\tolle_daten\nordpol\weihnachtsmann")
```

```
Die Daten liegen unter: C:\ tolle_daten  
ordpol\weihnachtsmann  
Die Daten liegen unter: C:\tolle_daten\nordpol\weihnachtsmann
```

3.8 Operationen mit Zeichenfolgen

Einige Operatoren funktionieren auch mit Daten vom Typ string.

```
# string + string  
print('a' + 'b')  
  
# string + Zahl  
print(15 * 'a')  
  
# logische Operatoren  
print('a' < 'b', 'a' >= 'b', 'a' != 'b')  
print('a' or 'b', 'a' and 'b')
```

```
ab  
aaaaaaaaaaaaaa  
True False True  
a b
```

3.9 Aufgaben Zeichenfolgen

Lösen Sie die Aufgaben mit Python.

1. Was passiert, wenn Sie die Zeichenfolge "Python" mit "for beginners" addieren?
2. Erzeugen Sie eine Zeichenfolge, die 10 mal die Zeichenfolge "tick tack".
3. Welche Zeichenfolge ist kleiner, "Aachen" oder "Bern". Warum ist das so, wie werden Zeichenfolgen verglichen?
4. Geben Sie den Dateipfad aus: "~\home\tobi\neue_daten"

Die Musterlösung kann Marc machen.

 Tip 3: Musterlösung Aufgaben Zeichenfolgen

3.10 Variablen

Variablen sind Platzhalter bzw. Referenzen auf Daten. Die Zuweisung wird durch den Zuweisungsoperator = dargestellt. Der Name einer Variablen darf nur aus Buchstaben, Zahlen und Unterstrichen bestehen. Dabei darf das erste Zeichen keine Zahl sein.

```
var_1 = 'ABC'  
var_2 = 26  
var_3 = True  
  
print("Das", var_1, "hat", var_2, "Buchstaben. Das ist", var_3)
```

Das ABC hat 26 Buchstaben. Das ist True

Variablen müssen in Python nicht initialisiert werden. Der Datentyp der Variablen wird durch die Zuweisung eines entsprechenden Werts festgelegt.

```
print("Die Variable var_1 hat den Typ", type(var_1))  
print("Die Variable var_2 hat den Typ", type(var_2))  
print("Die Variable var_3 hat den Typ", type(var_3))
```

```
Die Variable var_1 hat den Typ <class 'str'>  
Die Variable var_2 hat den Typ <class 'int'>  
Die Variable var_3 hat den Typ <class 'bool'>
```

Der Datentyp einer Variable ändert sich, wenn ihr ein neuer Wert eines anderen Datentyps zugewiesen wird.

```
var_1 = 100
print("Die Variable var_1 hat den Typ", type(var_1))
```

Die Variable var_1 hat den Typ <class 'int'>

Ebenso kann sich der Datentyp einer Variable ändern, um das Ergebnis einer Operation aufnehmen zu können. In diesem Beispiel kann das Ergebnis nicht in Form einer Ganzzahl gespeichert werden. Python weist dem Objekt var_1 deshalb den Datentyp ‘float’ zu.

```
var_1 = var_1 / 11
print("Die Variable var_1 hat den Typ", type(var_1))
```

Die Variable var_1 hat den Typ <class 'float'>

Python enthält Funktionen, um den Datentyp einer Variablen zu bestimmen und umzuwandeln. Die Funktion `type()` wurde in den Code-Beispielen bereits benutzt, um den Datentyp (bzw. die Klasse) von Objekten zu bestimmen. Die Umwandlung des Datentyps zeigt der folgende Code-Block.

```
a = 67
print(a, type(a))

b = a + 1.8
print(b, type(b), "\n")

print(f"Beachten Sie das Abschneiden der Nachkommastelle:\nUmwandlung in Ganzzahlen mit int()
print(f"Umwandlung in ASCII-Zeichen mit chr(): {{( a := chr(a) ), ( b := chr(b) )}}\n")
print(f"Umwandlung in eine ASCII-Zahl mit ord(): {{( a := ord(a) ), ( b := ord(b) )}}\n")
print(f"Umwandlung in Fließkommazahlen mit float(): {{( a := float(a) ), ( b := float(b) )}}\n")
print(f"Umwandlung in Zeichen mit str(): {{( a := str(a) ), ( b := str(b) )}}\n")
print(f"Umwandlung in Wahrheitswerte mit bool(): {bool(a), bool(b)}")
```

```

67 <class 'int'>
68.8 <class 'float'>

Beachten Sie das Abschneiden der Nachkommastelle:
Umwandlung in Ganzzahlen mit int(): (67, 68)

Umwandlung in ASCII-Zeichen mit chr(): ('C', 'D')

Umwandlung in eine ASCII-Zahl mit ord(): (67, 68)

Umwandlung in Fließkommazahlen mit float(): (67.0, 68.0)

Umwandlung in Zeichen mit str(): ('67.0', '68.0')

Umwandlung in Wahrheitswerte mit bool(): (True, True)

```

3.10.1 Weitere Zuweisungsoperatoren

In dem obenstehenden Code-Block wurde der sogenannte [Walross-Operator](#) `:=` verwendet. Dieser erlaubt es, Zuweisungen innerhalb eines Ausdrucks (hier innerhalb der Funktion `print()`) vorzunehmen. Python kennt eine ganze Reihe weiterer Zuweisungsoperatoren (weitere Operatoren siehe [Python-Dokumentation](#) oder übersichtlicher [hier](#)).

Operator	entspricht der Zuweisung
<code>a += 2</code>	<code>a = a + 2</code>
<code>a -= 2</code>	<code>a = a - 2</code>
<code>a *= 2</code>	<code>a = a * 2</code>
<code>a /= 2</code>	<code>a = a / 2</code>
<code>a %= 2</code>	<code>a = a % 2</code>
<code>a //= 2</code>	<code>a = a // 2</code>
<code>a **= 2</code>	<code>a = a ** 2</code>

💡 Lesbare Zuweisungen

Die in der Tabelle gezeigten Zuweisungsoperatoren sind für jemanden, der*die Ihren Code liest, gut zu lesen und nachzuvollziehen, da Zuweisungen immer am Beginn einer Zeile, also ganz links, stehen.

Dagegen kann der Walross-Operator an einer beliebigen Stelle in Ihrem Code stehen. Das mag für Sie beim Schreiben ein Vorteil sein, der Lesbarkeit ist das aber abträglich. Wenn Sie den Walross-Operator verwenden, achten Sie deshalb auf die Nachvollziehbarkeit Ihres

Codes.

3.10.2 Benennung von Variablen

Für die Benennung von Variablen gibt es (meist) nur wenige Vorgaben. Trotzdem ist es besser, einen langen, aber ausführlichen Variablennamen zu vergeben, als einen kurzen, der sich schnell schreiben lässt. Denn Programmcode wird deutlich häufiger gelesen als geschrieben. Können Sie sich erinnern? Welcher Wert ist in der Variablen `Var_3` gespeichert, und welche Werte sind in `variable1` und `a` gespeichert? Es reicht schon, wenn Sie sich an den richtigen Datentyp erinnern können.

Falls Sie sich nicht erinnern können, dann ist dieses Beispiel gelungen: Die Namensgebung dieser Variablen ist alles andere als gut. Die Auflösung steht im folgenden Aufklapper.

💡 Auflösung Variablen

```
print(var_3, type(var_3))
print(variable1, type(variable1))
print(a, type(a))
```

```
True <class 'bool'>
15 <class 'int'>
67.0 <class 'str'>
```

Deshalb empfiehlt es sich “sprechende”, das heißt selbsterklärende, Variablennamen zu vergeben. Unter selbsterklärenden Variablennamen versteht sich, dass der Variablenname den Inhalt der Variable beschreibt. Wird bspw. in einer Variable der Studienabschluss gespeichert, so kann diese mit `academic_degree` oder `studienabschluss` bezeichnet werden. Werden Daten aus verschiedenen Jahren verarbeitet, kann das Jahr zu besseren Unterscheidbarkeit in den Variablennamen einfließen, etwa: `academic_degree_2023` oder `studienabschluss2024`. Dies verbessert die Lesbarkeit des Codes und vereinfacht die Benutzung der Variable. Mehr Informationen finden sich in [diesem Wikipedia Abschnitt](#).

⚠️ Schlüsselwörter und Funktionsnamen

In Python reservierte Schlüsselwörter und Funktionsnamen sind ungeeignete Variablennamen. Während Python die Wertzuweisung zu Schlüsselwörtern wie `True` oder `break` mit einem Syntaxfehler quittiert, lassen sich Funktionsnamen neue Werte zuweisen, beispielsweise mit `print = 6`. Wenn Sie die Funktion `print` dann aufrufen, funktioniert diese natürlich nicht mehr. In diesem Fall müssen Sie die Zuweisung aus dem Skript entfernen und Python neu starten.

Folgende Schlüsselwörter gibt es in Python:

```
and      continue  for       lambda   try
as       def        from      nonlocal  while
assert   del        global    not      with
async    elif       if        or       yield
await    else       import   pass     True
break   except    in        raise   class
False   finally   is       return  None
```

3.11 Aufgaben Variablen

1. Schreiben Sie ein Skript, welches eine gegebene Zeit in Sekunden in die Anzahl Tage, Stunden, Minuten und Sekunden aufteilt und diese Aufteilung ausgibt.
Berechnen Sie die Aufteilung für folgende Zeiten:

- a) 79222 s
- b) 90061 s
- c) 300000 s

2. Die Position eines Fahrzeugs zur Zeit t , welches konstant mit der Beschleunigung a beschleunigt, ist gegeben durch:

$$x(t) = x_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot at^2$$

Dabei ist x_0 die Anfangsposition und v_0 die Anfangsgeschwindigkeit. Erstellen Sie Variablen für x_0 , v_0 und a und weisen Sie ihnen Werte zu. Da die Variablen nur Werte, aber keine Einheiten abbilden, überlegen Sie sich die ggf. notwendigen Umrechnungen. Folgende Werte können sie als Beispiel verwenden:

$$x_0 = 10 \text{ km} \quad v_0 = 50 \frac{\text{km}}{\text{h}} \quad a = 0.1 \frac{\text{m}}{\text{s}^2}$$

Erzeugen Sie eine Variable für den Zeitpunkt t , z. B.: $t = 10 \text{ min}$. Berechnen Sie mit obiger Gleichung und mit Hilfe der Variablen die Position $x(t)$. Geben Sie nicht nur den Wert von $x(t)$ in Kilometer aus, sondern betten ihn in einen ganzen Antwortsatz (einschließlich Einheiten) ein.

Die Musterlösung kann Marc machen.

 Tip 4: Musterlösung Aufgaben Variablen

[@Arnold-2023-datentypen-und-grundlagen]

[@Arnold-2023-funktionen-module-dateien]

4 Funktionen: Grundlagen

Funktionen sind Unterprogramme, die Programmanweisungen bündeln, damit Programmteile mehrfach verwendet werden können. Auf diese Weise kann ein Programm schneller geschrieben werden und ist auch leichter lesbar. Python bringt, wie Sie der [Dokumentation](#) entnehmen können, eine überschaubare Anzahl von grundlegenden Funktionen mit. In diesem Kapitel wird die allgemeine Verwendung der in Python enthaltenen Funktionen vermittelt.

Python wird dynamisch weiterentwickelt: regelmäßig erscheinen neue Versionen mit neuen Eigenschaften. In diesem Kapitel wird deshalb mit einer Reihe von Tipps auch vermittelt, wie die Dokumentation von Python zu lesen ist. Dies erfolgt auch in Hinblick auf die Möglichkeit, Python umfangreich durch Module zu erweitern. So haben beispielsweise die Funktionen des Moduls Pandas nicht selten dutzende dokumentierte Parameter.

💡 Tip 5: Dokumentation

Der wichtigste Tipp zuerst: **Benutzen Sie die Dokumentation!** Auch wenn Sie eine Funktion kennen: Vergewissern Sie sich regelmäßig, dass Sie noch auf dem neuesten Stand sind. Auf diese Weise erhalten Sie einen vollständigen Überblick über standardmäßig gesetzte und optional verfügbare Parameter. Außerdem erkennen Sie Änderungen in der Programmausführung und vermeiden so unerwartete Fehler.

● *Added in version 1.5.0:* Support for `defaultdict` was added.
Specify a `defaultdict` as input where the default determines the
`dtype` of the columns which are not explicitly listed.

(a) Neuerung in Python

● *Deprecated since version 2.0.0:* A strict version of this argument
is now the default, passing it has no effect.

(a) Abkündigung in Python

Achten Sie auf die korrekte Version der Dokumentation.



Figure 4.3: Versionsauswahl der Dokumentation

4.1 Funktionen und Methoden

In Python gibt es zwei Arten von Funktionen: Funktionen und Methoden.

4.1.1 Funktionen

Funktionen können Objekte unabhängig von ihrem Datentyp übergeben werden. Funktionen werden über ihren Funktionsnamen gefolgt von runden Klammern () aufgerufen. Ein Beispiel ist die Funktion `print()`:

```
var_str = 'ABC'  
var_int = 26  
var_bool = True  
  
print("Die Variable var_1 hat den Typ", type(var_str))  
print("Die Variable var_2 hat den Typ", type(var_int))  
print("Die Variable var_3 hat den Typ", type(var_bool))
```

```
Die Variable var_1 hat den Typ <class 'str'>  
Die Variable var_2 hat den Typ <class 'int'>  
Die Variable var_3 hat den Typ <class 'bool'>
```

Funktionen müssen immer einen Wert zurückgeben. Wenn Funktionen keinen Wert zurückgeben können oder sollen, wird der Wert `None` zurückgegeben, der nicht existente Werte kennzeichnet.

```
res = print( 15 )  
print(res)
```

```
15  
None
```

Funktionen können verschachtelt und so von innen nach außen nacheinander ausgeführt werden. In diesem Code-Beispiel wird zunächst die Summe zweier Zahlen und anschließend der Wahrheitswert des Ergebnisses gebildet. Dieser wird anschließend mit der Funktion `print` ausgegeben.

```
print(bool(sum([1, 2])))
```

```
True
```

4.1.2 Methoden

Methoden sind eine Besonderheit objektorientierter Programmiersprachen. Im vorherigen Kapitel wurde erläutert, dass in Python Objekte zu einem bestimmten Typ bzw. zu einer Klasse gehören und abhängig von den in ihnen gespeicherten Werte einen passenden Datentyp erhalten. Methoden sind Funktionen, die zu einer bestimmten Klasse gehören und nur für Objekte dieser Klasse verfügbar sind. Methoden können auch für mehrere Klassen definiert sein. Methoden werden getrennt durch einen Punkt . hinter Objekten mit ihrem Namen aufgerufen: `variable.methode` bzw. `(wert).methode`. Beispielsweise sind `.upper()`, `.lower()` und `.title` für Zeichenfolgen definierte Methoden.

```
toller_text = "Python 3.12 ist großartig."  
  
print(toller_text.upper())  
print(toller_text.lower())  
print(toller_text.title(), "\n")  
  
print(("Mit in Klammern gesetzten Werten klappt es auch.").upper())
```

PYTHON 3.12 IST GROSSARTIG.
python 3.12 ist großartig.
Python 3.12 Ist Großartig.

MIT IN KLAMMERN GESETZTEN WERTEN KLAPPT ES AUCH.

Für Objekte mit einem unpassenden Datentyp sind Methoden wie `.lower()` nicht verfügbar.

```
print((1).upper())  
  
'int' object has no attribute 'upper'
```

Methoden können verkettet und so nacheinander ausgeführt werden. In diesem Beispiel wird die Zeichenfolge ‘Katze’ klein geschrieben, dann die Häufigkeit des Buchstabens ‘k’ gezählt.

```
print('Katze'.lower().count('k'))
```

1

Welche Methoden für ein Objekt verfügbar sind, kann mit der Funktion `dir(objekt)` bestimmt werden. Die Ausgabe der Funktion ist aber häufig sehr umfangreich. Um die relevanten Einträge auszuwählen, muss die Ausgabe gefiltert werden. Notwendig ist das aber nicht - Interessierte schauen in Note 1.

Note 1: Methoden eines Objekts bestimmen

Mit der Funktion `dir(Objekt)` können die verfügbaren Methoden eines Objekts ausgegeben werden. Dabei werden jedoch auch die Attribute und die Methoden der Klasse des Objekts ausgegeben, sodass die Ausgabe oft sehr umfangreich ist. Zum Beispiel für die Ganzzahl 1:

```
print(dir(1))
```

```
['__abs__', '__add__', '__and__', '__bool__', '__ceil__', '__class__', '__delattr__', '__di...
```

Um die Ausgabe auf Methoden einzuschränken, kann folgende Funktion in Listenschreibweise verwendet werden:

```
objekt = 1
```

```
attribute = [attr for attr in dir(objekt) if callable(getattr(objekt, attr))]
print(attribute)
```

```
['__abs__', '__add__', '__and__', '__bool__', '__ceil__', '__class__', '__delattr__', '__di...
```

Mit doppelten Unterstrichen umschlossene Methoden sind für die Klasse definierte Methoden. Folgende Funktion entfernt Methoden mit doppelten Unterstrichen aus der Ausgabe:

```
objekt = 1
```

```
attribute = [attr for attr in dir(objekt) if (callable(getattr(objekt, attr)) and not attr...
```

```
['as_integer_ratio', 'bit_length', 'conjugate', 'from_bytes', 'to_bytes']
```

Im Fall einer Ganzzahl können Methoden (zur Abgrenzung von Gleitkommazahlen in umschließenden Klammern) wie folgt aufgerufen werden:

```
(1).as_integer_ratio()
```

```
(1, 1)
```

Die Methoden des Objekts 'toller_text':

```
objekt = toller_text
```

```
attribute = [attr for attr in dir(objekt) if (callable(getattr(objekt, attr)) and not attr...
```

```
['capitalize', 'casefold', 'center', 'count', 'encode', 'endswith', 'expandtabs', 'find', ...]
```

4.2 Parameter

Vielen Funktionen und Methoden können getrennt durch Kommata mehrere Parameter übergeben werden. Die Werte, die als Parameter übergeben werden, werden Argumente genannt ([Python-Dokumentation](#)). **Parameter** steuern die Programmausführung. Die für die Funktion `print()` verfügbaren Parameter stehen in der [Dokumentation der Funktion](#):

```
print(*objects, sep=' ', end='\n', file=None, flush=False)
```

*objects, sep, end und file sind die Parameter der Funktion `print()`.

- Parameter ohne Gleichheitszeichen = müssen beim Funktions- bzw. Methodenaufruf übergeben werden. Parameter mit Gleichheitszeichen = können beim Aufruf übergeben werden, es handelt sich um optionale Parameter.
- Die Werte hinter dem Gleichheitszeichen zeigen die Standardwerte (default value) der Parameter an. Diese werden verwendet, wenn ein Argument nicht explizit beim Aufruf übergeben wird.

💡 Tip 6: Ausnahmen bei Standardwerten

Bei den in der Funktionsdefinition genannten Werten handelt es sich nicht immer um die tatsächlichen Standardwerte. Es empfiehlt sich deshalb, wenn eine Funktion verwendet wird, die Beschreibung der Parameter zu lesen.

Einige Funktionen verwenden das Schlüsselwort `None` zur Kennzeichnung des Standardwerts. Der Wert `None` dient dabei als Platzhalter. Ein Beispiel ist die NumPy-Funktion [numpy.loadtxt\(\)](#).

```
numpy.loadtxt(fname, dtype=<class 'float'>, comments='#', delimiter=None, converters=None,
              skiprows=0, usecols=None, unpack=False, ndmin=0, encoding=None, max_rows=None,
              *, quotechar=None, like=None)
```

- Für den Parameter `delimiter` ist als Standardwert das Schlüsselwort `None` einge tragen. Wie der Funktionsbeschreibung zu entnehmen ist, ist der Standartwert tatsächlich das Leerzeichen: “The default is whitespace.”
- Auch der Parameter `usecols` hat den Standarwert `None`: “The default, None, re sults in all columns being read.”

Ein weiteres Beispiel ist die Funktion [pandas.read_csv\(\)](#). Einige Argumente haben den Standardwert `<no_default>`. (Im Folgenden werden nur ausgewählte Parameter gezeigt).

```
pandas.read_csv(sep=<no_default>, verbose=<no_default>)
```

Aus der Beschreibung können die tatsächlichen Standardwerte abgelesen werden:
sep : str, default ','
verbose : bool, default False

- Argumente können in Python entweder als positionales Argument übergeben werden. Das heißt, Python erwartet Argumente in einer feststehenden Reihenfolge entsprechend der Parameter der Funktionsdefinition. Alternativ können Argumente als Schlüsselwort übergeben werden, die Zuordnung von Eingaben erfolgt über den Namen des Parameters. Standardmäßig können Argumente positional oder per Schlüsselwort übergeben werden. Abweichungen davon werden durch die Symbole * und / gekennzeichnet (siehe folgenden Tipp).

💡 Tip 7: Positionale und Schlüsselwortargumente, *args und **kwargs

Die Symbole * und / zeigen an, welche Parameter positional und welche per Schlüsselwort übergeben werden können bzw. müssen.

Linke Seite	Trennzeichen	Rechte Seite
nur positionale Argumente	/	positionale oder Schlüsselwortargumente
positionale oder Schlüsselwortargumente	*	nur Schlüsselwortargumente

(<https://realpython.com/python-asterisk-and-slash-special-parameters/>)

Ein Beispiel für das Trennzeichen * ist die Funktion `glob` aus dem gleichnamigen Modul. Der Parameter `pathname` kann positional (an erster Stelle) oder als Schlüsselwort übergeben werden. Die übrigen Parameter müssen als Schlüsselwortargumente übergeben werden.

```
glob.glob(pathname, *, root_dir=None, dir_fd=None, recursive=False, include_hidden=False)
```

Beide Steuerzeichen können innerhalb einer Funktionsdefinition vorkommen, allerdings nur in der Reihenfolge / und *. Im umgekehrten Fall wäre es unmöglich, Argumente zu übergeben. Ein Beispiel ist die Funktion `sorted`. Der erste Parameter muss positional übergeben werden, die Parameter `key` und `reverse` müssen als Schlüsselwörter übergeben werden.

```
sorted(iterable, /, *, key=None, reverse=False)¶
```

⚠️ Ausnahmen

Einige Funktionen weichen von der Systematik ab, beispielsweise die Funktionen `min()` und `max()`. Diese sind (u. a.) in der Form definiert:

```
min(iterable, *, key=None)
max(iterable, *, key=None)
```

Beide Funktionen akzeptieren den Parameter `iterable` aber nicht als Schlüsselwort.

Vielen Funktionen können beliebig viele Argumente positional oder als Schlüsselwort übergeben werden. Im Allgemeinen wird dies durch die Schlüsselwörter `*args` (positionale Argumente) und `**kwargs` (key word arguments, Schlüsselwortargumente) angezeigt. Der Unterschied wird durch das eine bzw. die beiden Sternchen markiert, die Schlüsselwörter selbst sind austauschbar (wie bei der Funktion `print(*objects)`). Das Schlüsselwort `*args` entspricht zugleich dem Symbol * in der Funktionsdefinition, d. h. rechts davon dürfen nur Schlüsselwortargumente stehen. Weitere Informationen dazu finden Sie [hier](#).

In der Funktionsdefinition von `print()` ist `*objects` also ein positionaler Parameter (dieser steht immer an erster Stelle), der keinen Standardwert hat und dem beliebig viele Argumente übergeben werden können (n Eingaben stehen an den ersten n-Stellen). Die weiteren Parameter der Funktion `print()` sind optional und müssen als Schlüsselwort übergeben werden.

4.3 Aufgaben Funktionen

1. Richtig oder falsch: Methoden stehen abhängig vom Datentyp eines Werts oder eines Objekts zur Verfügung.
2. Geben Sie die drei Werte 1, 2 und 3 mit `print()` aus. Parametrisieren Sie die Funktion so, dass ihre Ausgabe wie folgt aussieht:

1_x_2_x_3

3. Schlagen Sie in der Dokumentation die Funktion `bool()` nach.
 - Welche Parameter nimmt die Funktion entgegen und welche davon sind optional?
 - Welche Argumente werden positional und welche als Schlüsselübergeben? Ist die Art der Übergabe wählbar oder festgelegt?

💡 Lösungen

Aufgabe 1: richtig

Aufgabe 2

```
print(1, 2, 3, sep = "_x_")
```

Aufgabe 3: Die Funktion `bool()` hat ein optionales Argument `object` mit dem Standardwert `False`. Das Argument muss positional übergeben werden.

5 Flusskontrolle

Die Flusskontrolle ermöglicht es, die Ausführung von Programmteilen zu steuern. Anweisungen können übersprungen oder mehrfach ausgeführt werden.

5.0.1 Abzweigungen

Abzweigungen ermöglichen eine Fallunterscheidung, bei der abhängig von einer oder mehreren Bedingungen verschiedene Teile des Skripts ausgeführt werden.

In Python werden Abzweigungen mit dem Schlüsselwort `if` eingeleitet. Dieses wird von der Abzweigbedingung gefolgt und mit einem Doppelpunkt : abgeschlossen. Falls die Abzweigbedingung wahr ist, wird der eingerückte Anweisungsblock ausgeführt.

```
if Bedingung:  
    Anweisungsblock  
  
# Beispiel: Zahl kleiner als ein Schwellwert  
  
a = 7  
if a < 10:  
    print( 'Die Zahl', a, 'ist kleiner als 10.')
```

Die Zahl 7 ist kleiner als 10.

Es ist auch möglich einen alternativen Anweisungsblock zu definieren, welcher ausgeführt wird, wenn die Bedingung falsch ist. Dieser wird mit dem `else` Schlüsselwort umgesetzt.

```
if Bedingung:  
    # Bedingung ist wahr  
    Anweisungsblock  
else:  
    # Bedingung ist falsch  
    Anweisungsblock
```

```
# Beispiel: Zahl kleiner als ein Schwellwert mit alternativer Ausgabe

a = 13
if a < 10:
    print( 'Die Zahl', a, 'ist kleiner als 10.')
else:
    print( 'Die Zahl', a, 'ist nicht kleiner als 10.')
```

Die Zahl 13 ist nicht kleiner als 10.

Es können auch mehrere Bedingungen übergeben werden.

```
# Beispiel: Zahl im Wertebereich zwischen 10 und 20

a = 1
if a < 20 and a > 10:
    print( 'Die Zahl', a, 'liegt zwischen 10 und 20.' )
else:
    print( 'Die Zahl', a, 'liegt nicht zwischen 10 und 20.' )
```

Die Zahl 1 liegt nicht zwischen 10 und 20.

Schließlich können mehrere alternative Bedingungen geprüft werden. Dies ist zum einen durch das Verschachteln von Abzweigungen möglich.

```
# Beispiel: Zahl im Wertebereich zwischen 10 und 20 mit verschachtelten Abzweigungen

a = 12
if a > 10:
    print( 'Die Zahl', a, 'ist größer als 10.' )

    if a < 20:
        print( 'Die Zahl', a, 'ist kleiner als 20.' )
        print( 'Damit liegt die Zahl zwischen 10 und 20.' )
    else:
        print( 'Die Zahl', a, 'ist größer als 20 und liegt nicht im gesuchten Wertebereich.' )
else:
    print( 'Die Zahl', a, 'ist kleiner als 10 und liegt nicht im gesuchten Wertebereich.' )
```

```
Die Zahl 12 ist größer als 10.  
Die Zahl 12 ist kleiner als 20.  
Damit liegt die Zahl zwischen 10 und 20.
```

Zum anderen ist dies mit dem Schlüsselwort `elif` möglich.

```
# Beispiel: Zahl im Wertebereich zwischen 10 und 20 mit elif  
  
a = 112  
if a < 20 and a > 10:  
    print('Die Zahl', a, 'liegt zwischen 10 und 20.')  
elif a < 10:  
    print('Die Zahl', a, 'ist kleiner als 10 und liegt nicht im gesuchten Wertebereich.')  
elif a > 20 and a <= 100:  
    print('Die Zahl', a, 'ist größer als 20, aber nicht größer als 100.')  
elif a > 20 and a <= 1000:  
    print('Die Zahl', a, 'ist größer als 20, aber nicht größer als 1000.')  
else:  
    print('Die Zahl', a, 'liegt nicht zwischen 10 und 20 und ist größer als 1000.')
```

Die Zahl 112 ist größer als 20, aber nicht größer als 1000.

5.0.2 Schleifen

Schleifen ermöglichen es, Anweisungen zu wiederholen. In Python können `while`- und `for`-Schleifen definiert werden. Beide benötigen:

- einen **Schleifenkopf**, welcher die Ausführung des Anweisungsblocks steuert, und
- einen **Anweisungsblock**, also eine Gruppe von Anweisungen, welche bei jedem Schleifendurchlauf ausgeführt werden.

Die `while`-Schleife kommt mit nur einer Bedingung im Schleifenkopf aus und ist die allgemeinere von beiden. Jede `for`-Schleife kann zu einer `while`-Schleife umgeschrieben werden (indem ein Zähler in den Anweisungsblock integriert wird.) Welcher der beiden Typen verwendet wird, hängt von der jeweiligen Aufgabe ab.

5.0.2.1 while-Schleifen

Eine **while**-Schleife führt den Anweisungsblock immer wieder aus, solange die Ausführbedingung wahr ist. Die Schleife wird mit dem Schlüsselwort **while** eingeleitet, gefolgt von der Ausführbedingung. Dieser Schleifenkopf wird mit einem Doppelpunkt : abgeschlossen. Darunter wird der eingerückte Anweisungsblock definiert.

```
while Bedingung:  
    Anweisungsblock
```

Beim Beginn der Schleife und nach jedem Durchlauf wird die Bedingung geprüft. Ist sie wahr, so wird der Anweisungsblock ausgeführt, wenn nicht, ist die Schleife beendet und die nächste Anweisung außerhalb der Schleife wird ausgeführt.

```
# Beispiel: Erhöhen eines Variablenwertes  
  
# Setze Startwert  
a = 5  
  
# Definiere Schleife, welche solange ausgeführt  
# wird, wie a kleiner als oder gleich 10 ist  
while a <= 10:  
    # Anweisungsblock der Schleife:  
  
    # 1. Ausgabe des aktuellen Werts von a  
    print('aktueller Wert von a', a)  
  
    # 2. Erhöhung von a um Eins  
    a += 1  
  
# Ausgabe des Wertes nach der Schleife  
print('Wert von a nach der Schleife', a)
```

```
aktueller Wert von a 5  
aktueller Wert von a 6  
aktueller Wert von a 7  
aktueller Wert von a 8  
aktueller Wert von a 9  
aktueller Wert von a 10  
Wert von a nach der Schleife 11
```

Warning 2: Endlosschleife

`while`-Schleifen führen zu einer Endlosschleife, wenn die Abbruchbedingung nicht erreicht werden kann. Beispielsweise fehlt in der folgenden Schleife eine Möglichkeit für die Laufvariable `x` den Wert 5 zu erreichen.

```
x = 1

while x < 5:
    print(x)
```

In diesem Fall können Sie die Programmausführung durch Drücken von `Strg+C` beenden.

5.0.2.2 for-Schleifen

Während die `while`-Schleife ausgeführt wird, solange eine Bedingung erfüllt ist, wird die `for`-Schleife über eine Laufvariable gesteuert, die eine Sequenz durchläuft. Die Syntax sieht wie folgt aus:

```
for Laufvariable in Sequenz:
    Anweisungsblock
```

Zur Definition des Schleifenkopf gehörten die beiden Schlüsselworte `for` und `in` und der Kopf wird mit einem Doppelpunkt : abgeschlossen. Auch hier wird der Anweisungsblock eingerückt.

Die Sequenz wird mit einem `range`-Objekt erstellt, das mit der Funktion `range(start = 0, stop, step = 1)` erzeugt wird. `range()` nimmt ganzzahlige Werte als *positionale Argumente* entgegen und erzeugt Ganzzahlen von `start` bis *nicht einschließlich stop* mit der Schrittweite `step`. Dabei ist wichtig, dass Python **exklusiv zählt**, das heißt, Python beginnt standarmäßig bei 0 zu zählen und der als Argument `stop` übergebene Wert wird nicht mitgezählt.

Die Funktion `range()` gibt ein `range`-Objekt zurück, das mit `print()` nicht unmittelbar die erwartete Ausgabe erzeugt.

```
# range(start = 1, stop = 5) - step wird nicht übergeben, es gilt der Standardwert step = 1
print(range(1, 5), type(range(1, 5)))
```

```
range(1, 5) <class 'range'>
```

Dieses Verhalten wird faule Auswertung ([lazy evaluation](#)) genannt: Die Werte des range-Objekts werden erst erzeugt, wenn Sie benötigt werden. Im Folgenden Code wird das range-Objekt mit einer Schleife durchlaufen und für jeden Durchlauf der Wert der Laufvariable `i` ausgegeben.

```
for i in range(1, 5):
    print(i)
```

1
2
3
4

Mit dem Parameter `step` kann die Schrittweite gesteuert werden.

```
for i in range(1, 15, 3):
    print(i)
```

1
4
7
10
13

Nützlich ist die Ausgabe des range-Objekts in eine Liste oder in ein Tupel, Sammeltypen, die im nächsten Kapitel behandelt werden.

```
# Ausgabe der geraden Zahlen 1-10 in eine Liste
print("Liste:", list(range(2, 11, 2)))

# Ausgabe der ungeraden Zahlen 1-10 in ein Tupel
print("Tupel:", tuple(range(1, 11, 2)))
```

Liste: [2, 4, 6, 8, 10]
Tupel: (1, 3, 5, 7, 9)

`start` und `stop` können auch negativ sein, `step` muss immer größer 0 sein.

```
for i in range(-5, -1):
    print(i)
```

```
-5
-4
-3
-2
```

`stop` muss immer größer als `start` sein. Um eine absteigende Zahlenfolge zu erzeugen, wird die Funktion `reversed(sequenz)` verwendet.

```
# Die Ausgabe bleibt leer
print(list(range(5, 0)))

# Mit der Funktion reversed geht es
print(list(reversed(range(0, 5))))
```

```
[]

[4, 3, 2, 1, 0]
```

5.0.2.2.1 Listennotation

Die sogenannte Listennotation ist eine Kurzschreibweise für for-Schleifen. In Listennotation geschriebene Schleifen müssen in einer Zeile stehen und haben die folgende Syntax:

```
quadratzahlen = [wert ** 2 for wert in range(10, 0, -1)]
print(quadratzahlen)
```

```
[100, 81, 64, 49, 36, 25, 16, 9, 4, 1]
```

(@matthes2017python, S. 71)

5.0.2.3 Die Schlüsselwörter `break` und `continue`

Manchmal kann es notwendig sein, den Anweisungsblock einer Schleife vorzeitig zu verlassen. Dafür können die Schlüsselwörter `break` und `continue` benutzt werden. Das Schlüsselwort `break` bewirkt, dass die Schleife sofort verlassen wird. Dagegen führt das Schlüsselwort `continue` dazu, dass der aktuelle Schleifendurchlauf beendet und der nächste Durchlauf begonnen wird.

```

x = 0
while x < 10:

    x += 1

    # keine geraden Zahlen ausgeben
    if x % 2 == 0:
        continue

    # Schleife bei x == 7 beenden
    if x == 7:
        break

    print(x)

```

1
3
5

5.0.3 Ausnahmebehandlung

Die Ausnahmebehandlung erlaubt es, Python alternative Anweisungen zu geben, die beim Auftreten eines Fehlers ausgeführt werden sollen. Dies ist beispielsweise beim Einlesen von Datensätzen nützlich, um sich die Ursache von Fehlermeldungen anzeigen zu lassen - eine Technik, die im [Methodenbaustein Einlesen strukturierter Datensätze](#) vorgestellt wird.

In Python gibt es zwei Arten von Fehlern. Dies sind erstens Syntaxfehler, die Python mit einer Fehlermeldung ähnlich wie der folgenden quittiert. Syntaxfehler werden durch das Schreiben von syntaktisch korrektem Programmcode behoben.

```

print(1)

closing parenthesis ')' does not match opening parenthesis

```

Die zweite Art von Fehlern sind Ausnahmen (exceptions), die auch bei syntaktisch korrektem Programmcode auftreten können. Ausnahmen führen auch zu Fehlermeldungen.

```

# Beispiel 1: Division durch Null
print(1 / 0)

```

```
division by zero
```

```
# Beispiel 2: undefinierte Variable
print(undefinierte_variable)
```

```
name 'undefinierte_variable' is not defined
```

Fehlermeldungen wie diese können in Python mit der [Ausnahmebehandlung](#) abgefangen werden. Diese wird mit dem Schlüsselwort `try` eingeleitet, das mit dem Doppelpunkt `:` abgeschlossen wird. In der nächsten Zeile folgt eingrückt der Anweisungsblock, der auf Ausnahmen getestet werden soll. *Hinweis: Der Anweisungsblock wird tatsächlich ausgeführt, Änderungen an Daten oder Dateien sind also möglich.* Anschließend wird mit dem Schlüsselwort `except`, das von einem Doppelpunkt `:` und in der nächsten Zeile von einem eingerückten Anweisungsblock gefolgt wird, festgelegt, was beim Aufkommen einer Ausnahme passieren soll. Optional kann mit dem Schlüsselwort `else` nach dem gleichen Schema ein weiterer Anweisungsblock definiert werden, der bei einer erfolgreichen Ausführung des Anweisungsblocks unter `try` zusätzlich ausgeführt wird. Der allgemeine Aufbau lautet wie folgt:

```
try:
    Anweisungsblock_1
except:
    Anweisungsblock falls Anweisungsblock_1 eine Ausnahme erzeugt
else:
    optionaler Anweisungsblock falls Anweisungsblock_1 keine Ausnahme erzeugt
```

Mithilfe der Ausnahmebehandlungen können die Elemente angezeigt werden, die zu einer Fehlermeldung führen.

```
a = 1
b = 2

try:
    differenz = a - b
except:
    print(f"Die Differenz aus {a} und {b} konnte nicht gebildet werden.")
else:
    print(f"Die Differenz aus {a} und {b} ist {differenz}.")
```

```
Die Differenz aus 1 und 2 ist -1.
```

```

a = 1
b = 'abc'

try:
    differenz = a - b
except:
    print(f"Die Differenz aus {a} und {b} konnte nicht gebildet werden.")
else:
    print(f"Die Differenz aus {a} und {b} ist {differenz}.")

```

Die Differenz aus 1 und abc konnte nicht gebildet werden.

Auch ist es möglich, die Fehlermeldung abzufangen und auszugeben. Dafür wird die Zeile `except:` wie folgt modifiziert `except Exception as error:`

```

a = 1
b = 'abc'

try:
    differenz = a - b
except Exception as error:
    print(f"Die Differenz aus {a} und {b} konnte nicht gebildet werden.")
    print(error)
else:
    print(f"Die Differenz aus {a} und {b} ist {differenz}.")

```

Die Differenz aus 1 und abc konnte nicht gebildet werden.
unsupported operand type(s) for -: 'int' and 'str'

5.1 Aufgaben Flusskontrolle

1. Schreiben Sie ein Programm, dass von 1 bis 25 und von 38 bis 50 zählt und jeden Wert, der ganzzahlig durch 7 teilbar ist, mit `print()` ausgibt.
2. Roulette: Schreiben Sie ein Programm, dass für eine Zahl prüft, ob diese im Wertebereich des Spieltischs liegt. Falls nein, soll eine Fehlermeldung ausgegeben werden. Falls ja, soll das Programm ausgeben, ob die Zahl
 - gerade oder ungerade ist,
 - rot oder schwarz ist,

- niedrig (1-18) oder hoch (19-36) ist und
- im 1., 2. oder 3. Dutzend liegt.

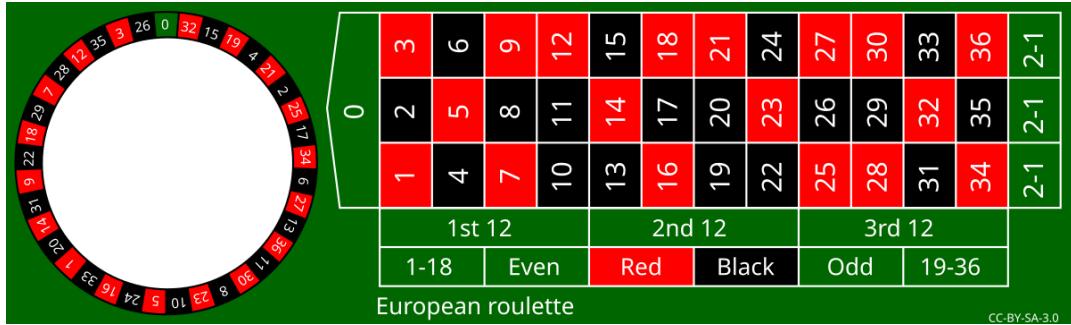


Figure 5.1: Roulette Tableau

European roulette von Betzaar.com ist lizenziert unter [CC 3.0 BY-SA](#) und verfügbar auf [wikimedia.org](#). 2010

Die Musterlösung kann Marc machen.

Musterlösung Aufgaben Flusskontrolle

(@Arnold-2023-schleifen-abzweigungen)

6 Sammeltypen

Sammeltypen werden benutzt, um mehrere Werte in einer Variablen zu speichern und zu verarbeiten. In Python gibt es vier Sammeltypen, die jeweils eine eigene Klasse sind:

- [Listen](#) enthalten eine flexible Anzahl von Elementen beliebigen Typs.
- [Tupel](#) können wie Listen Elemente beliebigen Typs enthalten, sind aber unveränderlich.
- [Mengen](#) sind ungeordnete Sammlungen, die jedes Element nur einmal enthalten können.
- [assoziative Arrays](#) oder Dictionaries sind Zuordnungstabellen, d. h. sie bestehen aus Schlüssel-Wert-Paaren.

In diesem Kapitel werden die vier Sammeltypen zunächst kurz vorgestellt. Anschließend wird die Arbeitsweise insbesondere mit Listen erläutert.

6.1 Listen

Wie alle Typen in Python werden Listen durch Zuweisung erstellt. Bei der Definition einer Liste werden die Elemente durch eckige Klammern [] eingeklammert und mit Kommata , getrennt. Listen können mit dem +-Operator verkettet werden. * verkettet eine Liste n-mal.

```
text_variable = 'abc'

liste1 = [1, 'xy', True, text_variable]
print(liste1)

# Listen können auch Listen enthalten
liste2 = [None, liste1]
print(liste2)

# Listen können mit + und * verkettet werden
print(liste1 + liste2)
print(liste1 * 2)
```

```
[1, 'xy', True, 'abc']
[None, [1, 'xy', True, 'abc']]
[1, 'xy', True, 'abc', None, [1, 'xy', True, 'abc']]
[1, 'xy', True, 'abc', 1, 'xy', True, 'abc']
```

Eine leere Liste kann durch Zuweisung von [] erstellt werden.

```
leere_liste = []
print(leere_liste)
```

```
[]
```

6.1.1 Slicing: der Zugriffsoperator []

Der Zugriff auf einzelne oder mehrere Elemente einer Liste (und andere Sammeltypen) erfolgt über den Zugriffsoperator []. Ein Ausschnitt aus einem Objekt wird Slice genannt, der Operator heißt deshalb auch Slice Operator.

6.1.1.1 Zugriff auf einzelne Elemente

Elemente werden über ihren Index, bei 0 beginnend, angesprochen.

```
print(liste1)
print(liste1[0])
print(liste1[3])
```

```
[1, 'xy', True, 'abc']
1
abc
```

Auf verschachtelte Listen kann mit zwei aufeinanderfolgenden Zugriffsoperatoren zugegriffen werden. Die Liste liste2 enthält an Indexposition 1 eine Liste mit 4 Elementen.

```
print(liste2)
print(liste2[1])
print(liste2[1][0], liste2[1][1], liste2[1][2], liste2[1][3])
```

```
[None, [1, 'xy', True, 'abc']]
[1, 'xy', True, 'abc']
1 xy True abc
```

Mit negativen Indizes können Elemente vom Ende aus angesprochen werden. So entspricht z. B. die -1 dem letzten Element.

```
print(liste1)
print(liste1[-1], liste1[-3])
```

```
[1, 'xy', True, 'abc']
abc xy
```

6.1.1.2 Zugriff auf mehrere Elemente

Indexbereiche können in der Form [start:stop:step] angesprochen werden. **start** ist das erste adressierte Element, **stop** *das erste nicht mehr adressierte Element* und **step** die Schrittwerte.

Zugriffsoperator	Ausschnitt
liste[start:stop]	Elemente von start bis stop - 1
liste[:]	Alle Elemente der Liste
liste[start:]	Elemente von start bis zum Ende der Liste
liste[:stop]	Elemente vom Anfang der Liste bis stop - 1
liste[::3]	Auswahl jedes dritten Elements

Negative Werte für **start**, **stop** oder **step** bewirken eine Rückwärtsauswahl von Elementen.

Zugriffsoperator	Ausschnitt
liste[-1]	das letzte Element der Liste
liste[-2:]	die letzten beiden Elemente der Liste
liste[:-2]	alle bis auf die beiden letzten Elemente
liste[::-1]	alle Elemente in umgekehrter Reihenfolge
liste[1::-1]	die ersten beiden Elemente in umgekehrter Reihenfolge
liste[:-3:-1]	die letzten beiden Elemente in umgekehrter Reihenfolge
liste[-3::-1]	alle außer die letzten beiden Elemente in umgekehrter Reihenfolge

(Beispiele von Greg Hewgill unter der Lizenz [CC BY-SA 4.0](#) verfügbar auf [stackoverflow](#). 2009)

6.1.1.3 Zeichenfolgen

Auch aus Zeichenfolgen können mit dem Slice Operator Ausschnitte ausgewählt werden.

```
print('Ich bin ein string'[::-2])
print('Hallo Welt'[0:6])
print('abc'[:-1])
```

```
Ihbnensrn
Hallo
cba
```

6.1.2 Listenmethoden

Für den Listentyp sind verschiedene Methoden definiert.

6.1.2.1 Elemente bestimmen

- `list.index(x, start, stop)` gibt die Indexposition des ersten Elements `x` aus. Die optionalen Argumente `start` und `stop` erlauben es, den Suchbereich einzuschränken.
- `list.count(x)` gibt die Häufigkeit von `x` in der Liste aus.
- `list.reverse()` kehrt die Reihenfolge der Listenelemente um (die Liste wird dadurch verändert!).
- `list.sort(reverse = False)` sortiert die Liste, mit dem optionalen Argument `reverse = True` absteigend (die Liste wird dadurch verändert!). Die Datentypen innerhalb der Liste müssen sortierbar sein (d. h. alle Elemente sind numerisch oder Zeichen).

```
print(liste1)

liste1.reverse()
print(liste1)

# True wird als 1 gezählt
print("True wird als 1 gezählt:", liste1.index(1), liste1.count(1))
```

```
[1, 'xy', True, 'abc']
['abc', True, 'xy', 1]
True wird als 1 gezählt: 1 2
```

6.1.2.2 Elemente einfügen

- `list.append(x)` hängt ein einzelnes Element an das Ende der Liste an.
- `list.extend(sammeltyp)` hängt alle mit `sammeltyp` übergebenen Elemente an das Ende der Liste an. Der Sammeltyp kann eine Liste, ein Tupel, eine Menge oder ein Dictionary sein.
- `list.insert(i, x)` fügt an der Position `i` Element `x` ein.

```
print(liste1, "\n")
```

```
liste1.append('Hallo')
liste1.extend(['Hallo', 'Welt!'])
liste1.insert(2, '12345')
```

```
print(liste1)
```

```
['abc', True, 'xy', 1]
```

```
['abc', True, '12345', 'xy', 1, 'Hallo', 'Hallo', 'Welt!']
```

6.1.2.3 Elemente entfernen

- `list.remove(x)` entfernt *das erste* Element `x` in der Liste und gibt einen `ValueError` zurück, wenn `x` nicht in der Liste enthalten ist.
- `list.pop(i)` entfernt das Element an der Indexposition `i`. Wird kein Index angegeben, wird das letzte Element entfernt. Die Methode `list.pop(i)` gibt die entfernten Elemente zurück.
- `list.clear()` entfernt alle Elemente einer Liste.

```
liste1.remove('Hallo')
print(liste1)
```

```
liste1.pop(2)
```

```
['abc', True, '12345', 'xy', 1, 'Hallo', 'Welt!']
```

```
'12345'
```

6.1.2.4 Listen und Listenelemente kopieren

In Python enthalten Listen Daten nicht direkt, sondern bestehen aus Zeigern auf die Speicherorte der enthaltenen Elemente. Wird eine Liste durch Zuweisung einer anderen Liste angelegt, dann werden nicht die Elemente der Liste kopiert, sondern beide Listen greifen dann auf den selben Speicherort zu.

```
# Kopieren durch Zuweisung
liste1 = [1, 'xy', True, text_variable]
print("liste1:", liste1, "\n")
liste2 = liste1

## Ändern eines Elements in liste2
liste2[0] = 'ABC'
print("Auch liste1 hat sich durch die Zuweisung in liste2 verändert:", liste1, "\n")
```

```
liste1: [1, 'xy', True, 'abc']
```

```
Auch liste1 hat sich durch die Zuweisung in liste2 verändert: ['ABC', 'xy', True, 'abc']
```

Um eine Liste zu kopieren und ein neues Objekt im Speicher anzulegen, kann die Methode `liste.copy()` verwendet werden. Auch durch die Verwendung des Zugriffsoperators `[:]` wird eine neue Liste im Speicher angelegt.

```
# Verwendung der Methode liste.copy()
liste1 = [1, 'xy', True, text_variable]
liste2 = liste1.copy()

## Ändern eines Elements in liste2
liste2[0] = 'ABC'
print("liste1 bleibt durch die Zuweisung in liste2 unverändert:", liste1, "\n")

# Verwendung des Slice Operators
liste1 = [1, 'xy', True, text_variable]
liste2 = liste1[:]

## Ändern eines Elements in liste2
liste2[0] = 'ABC'
print("liste1 bleibt durch die Zuweisung in liste2 unverändert:", liste1)

liste1 bleibt durch die Zuweisung in liste2 unverändert: [1, 'xy', True, 'abc']
```

```
liste1 bleibt durch die Zuweisung in liste2 unverändert: [1, 'xy', True, 'abc']
```

Die Kopie von Listenelementen ist in dieser Hinsicht unproblematisch.

```
# Verwendung des Slice Operators
liste1 = [1, 'xy', True, text_variable]
liste2 = liste1[0:2]

# Ändern eines Elements in liste2
liste2[0] = 'ABC'
print("liste1 bleibt durch die Zuweisung in liste2 unverändert:", liste1)
```

```
liste1 bleibt durch die Zuweisung in liste2 unverändert: [1, 'xy', True, 'abc']
```

Um zu überprüfen, ob sich zwei Objekte den Speicherbereich teilen, kann die Objekt-ID mit der Funktion `id()` verglichen oder die Operatoren `is` bzw. `is not` verwendet werden, die die Funktion `id()` aufrufen.

```
liste1 = [1, 'xy', True, text_variable]
liste2 = liste1

print("ID liste1:", id(liste1))
print("ID liste2:", id(liste2))
print("ID liste1 gleich ID list2:", liste1 is liste2)
```

```
ID liste1: 4443958848
ID liste2: 4443958848
ID liste1 gleich ID list2: True
```

Identität vs. Wertgleichheit

Der Operator `is` prüft die Identität zweier Objekte und unterscheidet sich dadurch vom logischen Operator `==`, der auf Wertgleichheit prüft. Da `liste1` und `liste2` die gleichen Elemente enthalten, liegen sowohl Identität und Wertgleichheit vor. Der Unterschied von Identität und Wertgleichheit kann anhand eines Werts verdeutlicht werden (Im Code-Beispiel wird eine Syntax-Warnung unterdrückt.).

```
# Wertgleichheit
print(1 == 1.0)
print(liste1 == liste2, "\n")

# Identität
print(1 is 1.0)
print(liste1 is liste2)
```

```
True
True
```

```
False
True
```

6.1.3 Aufgaben Listen

1. Erstellen Sie eine Liste ‘wochentage’, die die sieben Tage der Woche enthält. Verwenden Sie den Slice-Operator, um eine neue Liste ‘wochenende’ mit den Tagen des Wochenendes zu erstellen. Entfernen Sie die Tage des Wochenendes aus der Liste ‘wochentage’.
2. 4-Tage-Woche: Verwenden Sie Listenmethoden, um den Freitag aus der Liste ‘wochentage’ zu entfernen und der Liste ‘wochenende’ vor dem Samstag hinzuzufügen.
3. Bestimmen Sie in der Liste `zahlen = [34, 12, 0, 67, 23]` die Position des Werts 0. Entfernen Sie den Wert aus der Liste und geben Sie die Liste aufsteigend sortiert aus.
4. Geben Sie nun mit Hilfe des Zugriffsoperators `[]` die Indexpositionen 1 und 3 der sortierten Liste ‘zahlen’ aus.

Musterlösung kann Marc machen.

💡 Tip 8: Musterlösung

6.2 Tupel

Tupel sind Listen sehr ähnlich, jedoch sind Tupel unveränderbare Datenobjekte. Das heißt, die Elemente eines angelegten Tupels können weder geändert, noch entfernt werden. Auch können keine neuen Elemente zum Tupel hinzugefügt werden.

Tupel werden mit runden Klammern () erzeugt, die Elemente werden mit einem Komma , getrennt. Ein Tupel mit einem Wert wird mit einem Komma in der Form (wert,) angelegt. Der Zugriff auf die Elemente eines Tupels ist mit dem Slice-Operator [start:stop:step] möglich. Tupel können mit den Operatoren + und * verkettet werden.

```
tupel1 = (2, 7.8, 'Feuer', True, text_variable)
tupel2 = (1, )

print(tupel1)
print(tupel1[2:4])
print(tupel1[::-2])
print(tupel1[-1])
print(tupel1[2:4] + tupel2)
print(3 * tupel2)
```

```
(2, 7.8, 'Feuer', True, 'abc')
('Feuer', True)
(2, 'Feuer', 'abc')
abc
('Feuer', True, 1)
(1, 1, 1)
```

6.2.1 Tupel kopieren

Tupel verhalten sich beim Kopieren gegensätzlich zu Listen. Für Tupel ist die Methode .copy() nicht definiert. Dagegen bewirkt die Kopie mittels dem Zugriffsoperator [:] zwar, dass zwei Tupel auf den selben Speicherplatz zugreifen. Bei der Neuzuweisung eines Tupels legt Python, wie für jedes Objekt, ein neues Objekt im Speicher an.

```
# Kopieren durch Zuweisung
tupel1 = (1, 2, 3)
tupel2 = tupel1

## Neuzuweisung der Werte von tupel1
tupel1 = (4, 5, 6)
print(f"Die in tupel2 gespeicherten Werte sind unverändert:\n{tupel1} {tupel2}\n")

# Kopieren mit Slice Operator
tupel1 = (1, 2, 3)
tupel2 = tupel1[:]
print(tupel2 is tupel1)
```

```
## Neuzuweisung der Werte von tupel1
tupel1 = (4, 5, 6)
print(tupel1, tupel2)
```

Die in tupel2 gespeicherten Werte sind unverändert:
(4, 5, 6) (1, 2, 3)

```
True
(4, 5, 6) (1, 2, 3)
```

6.3 Mengen

In Python können Mengen mit der `set()` Funktion z. B. aus einer Liste oder aus einem Tupel erzeugt oder durch geschweiften Klammern `{}` erstellt werden (eine leere Menge kann nur mit `set()` erzeugt werden, da `{}` ein leeres Dictionary anlegt). Mengen sind ungeordnete Sammlung, dementsprechend haben die Elemente keine Reihenfolge.

```
liste = [1, 1, 5, 3, 3, 4, 2, 'a', 123, 1000, ('tupel', 5)]
print("Das Objekt liste als Menge:\n", set(liste))

menge = {1, 2, 3, 4, 5, 1000, ('tupel', 5), 'a', 123}
print("Die Menge kann auch mit geschweiften Klammern erzeugt werden:", menge)
```

Das Objekt liste als Menge:
{1, 2, 3, 4, 5, 1000, ('tupel', 5), 'a', 123}
Die Menge kann auch mit geschweiften Klammern erzeugt werden: {1, 2, 3, 4, 5, 1000, ('tupel'

Mengen können beispielsweise für Vergleichsoperationen verwendet werden.

```
menge_a = set('Python')
menge_b = set('ist super')

# einzigartige Zeichen in a
print("Menge a:", menge_a)

# Zeichen in a, aber nicht in b
print("Menge a - b:", menge_a - menge_b)

# Zeichen in a oder b
```

```

print("Menge a | b:", menge_a | menge_b)

# Zeichen in a und b
print("Menge a & b:", menge_a & menge_b)

# Zeichen in a oder b, aber nicht in beiden (XOR)
print("Menge a ^ b:", menge_a ^ menge_b)

Menge a: {'t', 'h', 'o', 'y', 'P', 'n'}
Menge a - b: {'h', 'o', 'y', 'P', 'n'}
Menge a | b: {' ', 't', 'p', 'h', 'i', 's', 'o', 'e', 'y', 'P', 'u', 'n', 'r'}
Menge a & b: {'t'}
Menge a ^ b: {' ', 'p', 'h', 'n', 's', 'P', 'o', 'y', 'i', 'u', 'e', 'r'}

```

6.3.1 Mengen kopieren

Mengen verhalten sich wie Tupel mit dem Unterschied, dass die Methode `.copy()` für Mengen definiert ist. Allerdings kann der Zugriffsoperator `[]` nicht auf Mengen angewendet werden.

```

# Kopieren durch Zuweisung
set1 = {1, 2, 3}
set2 = set1
print(set1 is set2)

## Neuzuweisen von set1
set1 = {4, 5, 6}
print(f"Die in set2 gespeicherten Werte sind unverändert:\n{set1} {set2}")

# Kopieren durch Methode .copy()
set1 = {1, 2, 3}
set2 = set1.copy()
print(set1 is set2)

## Neuzuweisen von set1
set1 = {4, 5, 6}
print(f"Die in set2 gespeicherten Werte sind unverändert:\n{set1} {set2}")

True
Die in set2 gespeicherten Werte sind unverändert:
{4, 5, 6} {1, 2, 3}

```

```
False  
Die in set2 gespeicherten Werte sind unverändert:  
{4, 5, 6} {1, 2, 3}
```

6.4 Dictionaries

Dictionaries bestehen aus Schlüssel-Wert-Paaren. Die Schlüssel können Zahlen oder Zeichenketten sein, jeder Schlüssel darf nur einmal vorkommen. Dictionaries werden mit geschweiften Klammern {} definiert. Die Schlüssel und deren zugehörigen Werte werden mit einem Doppelpunkt : getrennt. Der Zugriff auf die Werte erfolgt mit dem Zugriffsoperator [], welcher den oder die Schlüssel beinhaltet. Ein Zugriff über die Indexposition der Schlüssel ist nicht möglich, da Zahlen als Schlüssel interpretiert werden.

```
dictionary1 = {1: 'abc', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}  
print(dictionary1, "\n")  
  
print("Werte des Schlüssels 1:", dictionary1[1])  
print("Werte des Schlüssels 'b':", dictionary1['b'])
```

```
{1: 'abc', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}
```

```
Werte des Schlüssels 1: abc  
Werte des Schlüssels 'b': [1, 2, 3]
```

Auf die Schlüssel eines Dictionaries kann über die Methode `dictionary.keys()`, auf die Werte mittels der Methode `dictionary.values()` zugegriffen werden.

```
print("Schlüssel:", dictionary1.keys(), "\n")  
print("Werte:", dictionary1.values())
```

```
Schlüssel: dict_keys([1, 'b', 'c'])  
  
Werte: dict_values(['abc', [1, 2, 3], ('tupel', 5, 6)])
```

6.4.1 Dictionaries kopieren

Dictionaries verhalten sich beim Kopieren wie Listen, das heißt beim Kopieren durch Zuweisung teilen sich Dictionaries den Speicherbereich.

```

# Kopieren durch Zuweisung
print("dictionary:", dictionary1, "\n")
dictionary2 = dictionary1

## Ändern eines Elements in dictionary2
dictionary2[1] = 'ABC'
print("Auch dictionary1 hat sich durch die Zuweisung in dictionary2 verändert:\n",
      dictionary1, "\n")

# Verwendung der Methode dictionary.copy()
dictionary1 = {1: 'abc', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}
dictionary2 = dictionary1.copy()

## Ändern eines Elements in dictionary2
dictionary2[1] = 'ABC'
print("dictionary1 bleibt durch die Zuweisung in dictionary2 unverändert:\n",
      dictionary1, "\n")

```

dictionary: {1: 'abc', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}

Auch dictionary1 hat sich durch die Zuweisung in dictionary2 verändert:
{1: 'ABC', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}

dictionary1 bleibt durch die Zuweisung in dictionary2 unverändert:
{1: 'abc', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}

6.5 Übersicht Sammeltypen

Merkmal	Listen	Tupel	Mengen	Dictionary
Beschreibung	flexible Anzahl von Elementen beliebig unendlich Typen beliebig Typs	Elemente ungeordnete Gruppe aus Sammlung, jedes Ele-ment veränderlich	Zuordnungstabelle Schlüssel-Wert-Paaren	nur einmal enthalten

Merkmal	Listen	Tupel	Mengen	Dictionary
Speicherbereich bei Zuweisung geteilt	ja	ja (aber un- verän- der- lich)	ja (aber Zugriff- sopera- tor nicht anwend- bar)	ja
Methode .copy() definiert	ja	nein	ja	ja
Slice-Operator anwendbar	ja	ja	nein	ja (nach Schlüssel)

6.6 Löschen: das Schlüsselwort del

Um Sammeltypen, Elemente oder Slices zu löschen kann das Schlüsselwort `del` verwendet werden.

```
# Löschen einer Liste
del liste1

# Löschen eines Indexbereichs aus einer Liste
print("Liste vor dem Löschen:", liste2)
del liste2[1:3]
print("Liste nach dem Löschen:", liste2)

# Löschen eines Schlüsselworts aus einem Dictionary
print("Dictionary vor dem Löschen", dictionary1)
del dictionary1[1]
print("Dictionary nach dem Löschen", dictionary1)

Liste vor dem Löschen: [1, 'xy', True, 'abc']
Liste nach dem Löschen: [1, 'abc']
Dictionary vor dem Löschen {1: 'abc', 'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}
Dictionary nach dem Löschen {'b': [1, 2, 3], 'c': ('tupel', 5, 6)}
```

6.7 Funktionen

Die Sammeltypen können ineinander umgewandelt werden.

```
dictionary = {1: 'Kater', 2: 'Fähre', 3: 'Ricke'}
print( liste := list(dictionary) )
print( menge := set(liste) )
print( tupel := tuple(menge) )
```

```
[1, 2, 3]
{1, 2, 3}
(1, 2, 3)
```

Einige praktische Funktionen lassen sich auch auf Sammeltypen anwenden:

- `len()` gibt die Anzahl der Elemente in einem Sammeltyp zurück.
- `min()`, `max()`, `sum()` gibt das Minimum, Maximum bzw. die Summe eines Sammeltyps zurück (bei Dictionaries wird die Anzahl der Schlüssel gezählt).

6.8 Operationen: Verwendung von Schleifen

Um arithmetische und logische Operatoren auf die in einem Sammeltyp gespeicherten Elemente anzuwenden, wird eine for-Schleife verwendet. Im folgenden Beispiel wird eine Liste ‘zahlen’ durchlaufen, die darin gespeicherten Zahlen quadriert und das jeweilige Ergebnis an die Liste ‘quadratzahlen’ angehängt. Auch wird geprüft, ob die quadrierten Zahlen ganzzahlig durch 3 teilbar sind und das Prüfergebnis in einer Liste ‘modulo_3’ gespeichert.

6.9 Aufgaben Sammeltypen

1. Modifizieren Sie den Programmcode in Listing 6.1 so, dass nur die Quadratzahlen gespeichert werden, die ganzzahlig durch 3 teilbar sind.
2. Umrechnung von Geschwindigkeiten Erstellen Sie ein Skript, welches eine Umrechnungstabelle für Geschwindigkeiten erzeugt. Folgende Randbedingungen sollen beachtet werden:
 - Die Umrechnung soll von km/h in m/s erfolgen.
 - Der Start- und Endwert soll in km/h frei wählbar sein, wobei beide ganzzahlig sein sollen.

Listing 6.1

```
zahlen = list(range(1, 11))

quadratzahlen = [] # die Liste muss vor der Schleife angelegt werden
modulo_3 = [] # leere Liste vor der Schleife anlegen

for zahl in zahlen:
    quadratzahl = zahl ** 2
    quadratzahlen.append(quadratzahl)
    modulo_3.append(quadratzahl % 3 == 0)

print(quadratzahlen)
print(modulo_3)
```

```
[1, 4, 9, 16, 25, 36, 49, 64, 81, 100]
[False, False, True, False, False, True, False, False, True, False]
```

- Die Anzahl der Umrechnungspunkte soll definiert werden können und die Zwischenstritte (in km/h) immer als ganze Zahlen ausgegeben werden.

Tipp: In Ihrem Skript können Sie die Funktion `input()` verwenden, um Werte per Eingabe zu erfassen.

3. Sortieren: Gegeben ist die Liste `meine_liste = list(range(9, 0, -1))`. Diese soll mittels for-Schleifen sortiert werden.

 Tip 9: Musterlösung Aufgaben Sammeltypen

1. Ganzzahlig durch 3 teilbare Quadratzahlen

```
zahlen = list(range(1, 11))

quadratzahlen = [] # die Liste muss vor der Schleife angelegt werden
modulo_3 = [] # leere Liste vor der Schleife anlegen

for zahl in zahlen:
    quadratzahl = zahl ** 2
    if quadratzahl % 3 == 0:
        quadratzahlen.append(quadratzahl)

print(quadratzahlen)
```

[9, 36, 81]

2. Umrechnung von Geschwindigkeiten

```

# Freie Eingabe
## start = int(input("Startwert in Kilometer pro Stunde eingeben."))
## ende = int(input("Endwert in Kilometer pro Stunde eingeben."))
## ausgabeschritte = int(input("Anzahl auszugebener Schritte ein geben."))

# Fixe Werte für die Lösung
start = 5
ende = 107
ausgabeschritte = 8

# Liste für km erstellen
schrittweite = (ende - start) / (ausgabeschritte - 1)
liste_km = []
for i in range(ausgabeschritte):
    liste_km.append(round(start + i * schrittweite))

# Umrechnung
# meter = 1000 * kilometer
# Sekunde = Stunde * 60 * 60
liste_m = []
for wert in liste_km:
    liste_m.append(round((wert * 1000) / (60 * 60), 2))

# Ausgabe
print(f"Schrittweite: {schrittweite:.2f}")
print("Kilometer pro Stunde")
print(liste_km)
print("Meter pro Sekunde")
print(liste_m)

```

Schrittweite: 14.57
 Kilometer pro Stunde
 [5, 20, 34, 49, 63, 78, 92, 107]
 Meter pro Sekunde
 [1.39, 5.56, 9.44, 13.61, 17.5, 21.67, 25.56, 29.72]

3. Sortieren: Bubble Sort Algorithmus

```

# statische Liste, Textausgabe
meine_liste = list(range(9, 0, -1))

if len(meine_liste) > 1:

    print("Liste zu Beginn\t\t : ", meine_liste)

    # äußere Schleife
    Schritt = 0
    for i in range(len(meine_liste) - 1):

        # innere Schleife
        for j in range(len(meine_liste) - 1):
            if meine_liste[j] > meine_liste[j + 1]:
                meine_liste[j], meine_liste[j + 1] = meine_liste[j + 1], meine_liste[j]

        Schritt += 1
        print("Liste nach Schritt ", Schritt, ":", meine_liste)

    print("\nListe sortiert:", *meine_liste) # * unterdrückt die Kommas zwischen den Listen

else:
    print("Die Liste muss mindestens zwei Elemente enthalten!")

```

```

Liste zu Beginn      : [9, 8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1]
Liste nach Schritt  1 : [8, 7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 9]
Liste nach Schritt  2 : [7, 6, 5, 4, 3, 2, 1, 8, 9]
Liste nach Schritt  3 : [6, 5, 4, 3, 2, 1, 7, 8, 9]
Liste nach Schritt  4 : [5, 4, 3, 2, 1, 6, 7, 8, 9]
Liste nach Schritt  5 : [4, 3, 2, 1, 5, 6, 7, 8, 9]
Liste nach Schritt  6 : [3, 2, 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
Liste nach Schritt  7 : [2, 1, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]
Liste nach Schritt  8 : [1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9]

```

```
Liste sortiert: 1 2 3 4 5 6 7 8 9
```

(@Arnold-2023-schleifen-abzweigungen)

7 Eigene Funktionen definieren

Das Definieren eigener Funktionen eröffnet vielfältige Möglichkeiten in Python:

- Komplexe Programme können mit einer einzigen Zeile Code aufgerufen und ausgeführt werden.
- Funktionen können praktisch beliebig oft aufgerufen werden und sind durch den Einsatz von Parametern und Methoden der Flusskontrolle gleichzeitig in der Lage, flexibel auf wechselnde Bedingungen zu reagieren.
- Funktionen machen Programmcode kürzer und lesbarer. Außerdem gibt es nur eine Stelle, welche bei Änderungen angepasst werden muss.

7.1 Syntax

Das Schlüsselwort `def` leitet die Funktionsdefinition ein. Es wird gefolgt vom Funktionsnamen und den Funktionsparametern, welche in runden Klammern () eingeschlossen sind. Der Funktionskopf wird mit einem Doppelpunkt : beendet. Der Anweisungsblock der Funktion ist eingerückt. Jede Funktion liefert einen Rückgabewert, welche durch das Schlüsselwort `return` an die aufrufende Stelle zurückgegeben wird. `return` beendet die Ausführung der Schleife, auch wenn es nicht am Ende des Anweisungsblocks steht.

```
def Funktionsname(Parameter1, Parameter2):
    Anweisungsblock
    return Rückgabewert
```

Damit die Funktion ausgeführt wird, muss der definierte Funktionsname aufgerufen werden. In der Funktion ist nach dem Schlüsselwort `return` eine weitere Anweisung enthalten, die nicht mehr ausgeführt wird.

```
# Beispiel 1: Summe der Quadrate

# Definition einer Funktion zur Berechnung der Summe der Quadrate von zwei Argumenten
def sum_quadrat(a, b):
    print('Argument a:', a)
```

```

print('Argument a:', a)
print(18 * '=')
summe = a**2 + b**2
return summe
print("Anweisungen nach dem Schlüsselwort return werden nicht mehr ausgeführt.")

print(sum_quadrat(6, 7))

```

```

Argument a: 6
Argument b: 7
=====
85

```

Der Rückgabewert kann in einer Variablen gespeichert werden.

```

ergebnis = sum_quadrat(6, 7)
print(ergebnis)

```

```

Argument a: 6
Argument b: 7
=====
85

```

7.2 Optionale Parameter

Mit Hilfe von optionalen Parametern kann die Programmausführung gesteuert werden. Optionale Parameter müssen nach verpflichtend zu übergebenen Parametern definiert werden. In diesem Beispiel wird die print-Ausgabe der Funktion mit dem Parameter `ausgabe` gesteuert.

```

# Beispiel 2: optionale Argumente

# Definition einer Funktion zur Berechnung der Summe der Quadrate von zwei Argumenten
def sum_quadrat(a, b, ausgabe = False):
    if ausgabe:
        print('Wert Argument a:', a)
        print('Wert Argument b:', b)
        print(18 * '=')
    summe = a**2 + b**2
    return summe

```

```
print(sum_quadrat(42, 7), "\n")
print(sum_quadrat(42, 7, ausgabe = True))
```

1813

```
Wert Argument a: 42
Wert Argument b: 7
=====
1813
```

Gibt es mehrere optionale Parameter, so erfolgt die Zuweisung von Argumenten positional oder über das Schlüsselwort.

```
# Beispiel 3: mehrere optionale Argumente

# Definition einer Funktion zur Berechnung der Summe der Quadrate von zwei Argumenten
def sum_potenzen(a, b, p = 2, ausgabe = False):
    if ausgabe:
        print('Argument a:', a)
        print('Argument b:', b)
        print('Argument p:', p)
        print(18 * '=')
    summe = a**p + b**p
    return summe

# positionale Übergabe
print(sum_potenzen(42, 7, 3, True), "\n")

# Übergabe per Schlüsselwort
print(sum_potenzen(42, 7, ausgabe = True, p = 4))
```

```
Argument a: 42
Argument b: 7
Argument p: 3
=====
74431
```

```
Argument a: 42
Argument b: 7
Argument p: 4
=====
3114097
```

7.3 Rückgabewert(e)

Funktionen können in Python nur einen einzigen Rückgabewert haben. Trotzdem können mehrere Rückgabewerte mit einem Komma getrennt werden. Python gibt diese als Tupel zurück.

```
# Beispiel 4: mehrere Rückgabewerte

# Definition einer Funktion zur Berechnung der Summe der Quadrate von zwei Argumenten
def sum_potenzen(a, b, p = 2, ausgabe = False):
    if ausgabe:
        print('Argument a:', a)
        print('Argument b:', b)
        print('Argument p:', p)
        print(18 * '=')
    summe = a**p + b**p
    return a, summe

ergebnis = sum_potenzen(2, 7, ausgabe = False, p = 4)
print(ergebnis, type(ergebnis))
```

```
(2, 7, 2417) <class 'tuple'>
```

Mit dem Slice Operator kann ein bestimmter Rückgabewert ausgewählt werden.

```
print(ergebnis[2])

summe_potenzen = sum_potenzen(2, 7, ausgabe = False, p = 4)[2]
print(summe_potenzen, type(summe_potenzen))
```

```
2417
2417 <class 'int'>
```

7.4 Aufgaben Funktionen definieren

1. Palindrom

Schreiben Sie eine Funktion `is_palindrome()`, die prüft, ob es sich bei einer übergebenen Zeichenkette um ein Palindrom handelt.

Hinweis: Ein Palindrom ist eine Zeichenkette, die von vorne und von hinten gelesen gleich bleibt, wie beispielsweise ‘Anna’, ‘Otto’, ‘Lagerregal’. Palindrome müssen nicht aus Buchstaben bestehen, sie können sich auch aus Zahlen oder Buchstaben und Zahlen zusammensetzen wie beispielsweise ‘345g543’.

2. Fibonacci-Zahlenreihe

Entwickeln Sie eine Funktion `fibonacci(n)`, die die ersten n Zahlen der Fibonacci-Reihe generiert und als Liste zurückgibt. Die Fibonacci-Reihe beginnt mit 0 und 1, jede weitere Zahl ist die Summe der beiden vorhergehenden Zahlen.

3. Verschlüsselung

Bei Geocachen werden oft verschlüsselte Botschaften als Rätsel verwendet. Oft wird folgende Logik zur Verschlüsselung angewendet:

- A -> Z
- B -> Y
- C -> X
- ...

Schreiben Sie eine Funktion `verschluesseln(str)`, die einen String als Eingabewert bekommt und einen verschlüsselten String zurückgibt. Wie können Sie einen verschlüsselten String am einfachsten wieder entschlüsseln?

4. Temperaturkonverter

Entwickeln Sie eine Funktion `temperatur_umrechnen(wert, von_einheit, nach_einheit)`, die eine Temperatur von einer Einheit in eine andere umwandelt. Die Funktion soll folgende Parameter verwenden:

- `wert`: Der Temperaturwert, der umgewandelt werden soll.
- `von_einheit / nach_einheit`: Die Einheit des Ausgangs- bzw. des Zielwerts als string. Mögliche Werte sind ‘C’ für Celsius, ‘F’ für Fahrenheit und ‘K’ für Kelvin.

Es gelten die folgenden Umrechnungsformeln zwischen den Einheiten:

- Celsius nach Fahrenheit: $F = C * 9/5 + 32$
- Fahrenheit nach Celsius: $C = (F - 32) * 5/9$
- Celsius nach Kelvin: $K = C + 273.15$
- Kelvin nach Celsius: $C = K - 273.15$
- Fahrenheit nach Kelvin: $K = (F - 32) * 5/9 + 273.15$

- Kelvin nach Fahrenheit: $F = (K - 273.15) * 9/5 + 32$

Die Musterlösung kann Marc machen

 Musterlösung Aufgaben Funktionen definieren

(@Arnold-2023-funktionen-module-dateien)

8 Dateien lesen und schreiben

Maya und Hans haben je sechs Mal einen Würfel geworfen und ihre Wurfergebnisse in einer .txt-Datei protokolliert. Wir wollen mit die Dateien mit Python auswerten, um zu bestimmen, wer von beiden in Summe die höchste Augenzahl erreicht hat.

Daten	Dateiname
Würfelergebnisse Maya	dice-maya.txt
Würfelergebnisse Hans	dice-hans.txt

8.1 Dateiobjekte

Um mit Python auf eine Datei zuzugreifen, muss diese fürs Lesen oder Schreiben geöffnet werden. Dazu wird in Python die Funktion `open` verwendet. Diese nimmt zwei Argumente, den Pfad der Datei und den Zugriffsmodus, an und liefert ein **Dateiobjekt** zurück. Aus dem Dateiobjekt werden dann die Inhalte der Datei ausgelesen.

8.1.1 Dateipfad

Der lokale Dateipfad wird ausgehend vom aktuellen Arbeitsverzeichnis angegeben.

```
pfad_maya = "01-daten/dice-maya.txt"
pfad_hans = "01-daten/dice-hans.txt"
```

 Tip 10: Arbeitsverzeichnis in Python ermitteln und wechseln

Der Pfad des aktuellen Arbeitsverzeichnisses kann mit dem Modul `os` mittels `os.getcwd()` ermittelt werden (hier ohne Ausgabe). Mit `os.chdir('neuer_pfad')` kann das Arbeitsverzeichnis ggf. gewechselt werden. Die korrekte Formatierung des Pfads erkennen Sie an der Ausgabe von `os.getcwd()`.

```
import os  
print(os.getcwd())
```

Das Importieren von Modulen wird in einem späteren Kapitel behandelt.

8.1.2 Zugriffsmodus

Als Zugriffsmodus stehen unter anderem folgende Optionen zur Verfügung:

Modus	Beschreibung
r	lesender Zugriff
w	Schreibzugriff, Datei wird überschrieben
x	Erzeugt die Datei, Fehlermeldung, wenn die Datei bereits existiert
a	Schreibzugriff, Inhalte werden angehängt
b	Binärmodus (z. B. für Grafiken)
t	Textmodus, default

Die Zugriffsmodi können auch kombiniert werden. Weitere Informationen dazu finden Sie in der [Dokumentation](#). Sofern nicht im Binärmodus auf Dateien zugegriffen wird, liefert die Funktion `open()` den Dateinhalt als string zurück.

Im Lesemodus wird ein Datenobjekt erzeugt.

```
daten_maya = open(pfad_maya, mode = 'r')  
print(daten_maya)
```

```
<_io.TextIOWrapper name='01-daten/dice-maya.txt' mode='r' encoding='UTF-8'>
```

Wenn das Datenobjekt `daten_maya` der Funktion `print()` übergeben wird, gibt Python die Klasse des Objekts zurück, in diesem Fall also `_io.TextIOWrapper`. Diese Klasse stammt aus dem Modul `io` und ist für das Lesen und Schreiben von Textdateien zuständig. Ebenfalls werden als Attribute des Dateiobjekts der Dateipfad, der Zugriffsmodus und die Enkodierung der Datei ausgegeben (siehe Note 2). Sollte die Enkodierung nicht automatisch als UTF-8 erkannt werden, kann diese mit dem Argument `encoding = 'UTF-8'` übergeben werden.

```
daten_maya = open(pfad_maya, mode = 'r', encoding = 'UTF-8')  
print(daten_maya)
```

```
<_io.TextIOWrapper name='01-daten/dice-maya.txt' mode='r' encoding='UTF-8'>
```

Note 2: Attribute eines Objekts bestimmen

Mit der Funktion `dir(objekt)` können die verfügbaren Attribute eines Objekts ausgegeben werden. Dabei werden jedoch auch die vererbten Attribute und Methoden der Klasse des Objekts ausgegeben, sodass die Ausgabe oft sehr umfangreich ist. Zum Beispiel für die Ganzzahl 1:

```
print(dir(1))
```

```
['__abs__', '__add__', '__and__', '__bool__', '__ceil__', '__class__', '__delattr__', '__di...
```

Um die Ausgabe auf Attribute einzuschränken, kann folgende Funktion verwendet werden:

```
objekt = 1
```

```
attribute = [attr for attr in dir(objekt) if not callable(getattr(objekt, attr))]
print(attribute)
```

```
['__doc__', 'denominator', 'imag', 'numerator', 'real']
```

Mit doppelten Unterstrichen umschlossene Attribute sind für Python reserviert und nicht für den:die Nutzer:in gedacht. Folgende Funktion entfernt Attribute mit doppelten Unterstrichen aus der Ausgabe:

```
objekt = 1
```

```
attribute = [attr for attr in dir(objekt) if not (callable(getattr(objekt, attr)) or attr.s...
```

```
['denominator', 'imag', 'numerator', 'real']
```

Im Fall einer Ganzzahl können Attribute (zur Abgrenzung von Gleitkommazahlen in umschließenden Klammern) wie folgt aufgerufen werden:

```
(1).numerator
```

```
1
```

Wenn wir uns die Attribute des Dateiobjekts ‘daten_maya’ ansehen, fallen Attribute mit einem einzelnen führenden Unterstrich auf.

```

objekt = daten_maya

attribute = [attr for attr in dir(objekt) if not (callable(getattr(Objekt, attr)) or attr.startswith('_'))
print(attribute)

['_CHUNK_SIZE', '_finalizing', 'buffer', 'closed', 'encoding', 'errors', 'line_buffering'],

```

Hierbei handelt es sich um Attribute, die nicht durch den Nutzer:in aufgerufen werden sollen (weitere Informationen dazu finden Sie [hier](#)). Folgender Programmcode gibt alle Attribute ohne führende Unterstriche aus:

```

objekt = daten_maya

attribute = [attr for attr in dir(objekt) if not (callable(getattr(Objekt, attr)) or attr.startswith('_'))
print(attribute)

['buffer', 'closed', 'encoding', 'errors', 'line_buffering', 'mode', 'name', 'newlines', 'w'],

```

Die Attribute der Datei können mit entsprechenden Befehlen abgerufen werden.

```

print(f"Dateipfad: {daten_maya.name}\n"
      f"Dateiname: {os.path.basename(daten_maya.name)}\n"
      f"Datei ist geschlossen: {daten_maya.closed}\n"
      f"Zugriffsmodus: {daten_maya.mode}"
      f"Enkodierung: : {daten_maya.encoding}")

```

```

Dateipfad: 01-daten/dice-maya.txt
Dateiname: dice-maya.txt
Datei ist geschlossen: False
Zugriffsmodus: rEnkodierung: : UTF-8

```

Tip 11: Rückfalloption

In der Datenanalyse werden in der Regel spezialisierte Pakete wie NumPy oder Pandas verwendet. Diese vereinfachen das Einlesen von Dateien gegenüber der Pythonbasis erheblich. Dennoch ist es sinnvoll, sich mit den Methoden der Pythonbasis zum Einlesen von Dateien vertraut zu machen. Denn das Einlesen mit der Funktion `open()` klappt so gut wie immer - es ist eine gute Rückfalloption.

8.1.3 Dateiinhalt ausgeben

Um den Dateiinhalt auszugeben, kann das Datenobjekt mit einer Schleife zeilenweise durchlaufen und ausgegeben werden. (Die Datei dice-maya hat nur eine Zeile.)

```
i = 0
for zeile in daten_maya:
    print(f"Inhalt Zeile {i}, mit {len(zeile)} Zeichen:")
    print(zeile)
    i += 1
```

```
Inhalt Zeile 0, mit 28 Zeichen:
"5", "6", "2", "1", "4", "5"
```

Dies ist jedoch für größere Dateien nicht sonderlich praktikabel. Die Ausgabe einzelner Zeilen mit der Funktion `print()` kann aber nützlich sein, um die genaue Formatierung der Zeichenkette zu prüfen. In diesem Fall hat Maya ihre Daten in Anführungszeichen gesetzt und mit einem Komma voneinander getrennt.

8.2 Dateien einlesen

Um den gesamten Inhalt einer Datei einzulesen, kann die Methode `datenobjekt.read()` verwendet werden. Die Methode hat als optionalen Parameter `.read(size)`. `size` wird als Ganzzahl übergeben und entsprechend viele Zeichen (im Binärmodus entsprechend viele Bytes) werden ggf. bis zum Dateiende ausgelesen. Der Parameter `size` ist nützlich, um die Formatierung des Inhalts einer großen Datei zu prüfen und dabei die Ausgabe auf eine überschaubare Anzahl von Zeichen zu begrenzen.

```
augen_maya = daten_maya.read()

print(f"len(augen_maya): {len(augen_maya)}\n\n"
      f"Inhalt der Datei augen_maya:\n{augen_maya}")
```

```
len(augen_maya): 0

Inhalt der Datei augen_maya:
```

Das hat offensichtlich nicht geklappt, der ausgelesene Dateiinhalt ist leer! Der Grund dafür ist, dass beim Lesen (und beim Schreiben) einer Datei der Dateizeiger die Datei durchläuft. Nachdem die Datei `daten_maya` in Section 8.1.3 zeilenweise ausgegeben wurde, steht der Dateizeiger am Ende der Datei.

⚠ Warning 3: Dateizeiger in Python

Wird eine Datei zeilenweise oder mit der Methode `.read()` ausgelesen, wird der Dateizeiger um die angegebene Zeichenzahl bzw. bis ans Ende der Datei bewegt. Wird beispielsweise ein Datensatz ‘daten’ geöffnet und mit der Methode `daten.read(3)` die ersten drei Zeichen ausgelesen, bewegt sich der Dateizeiger von der Indexposition 0 zur Indexposition 3 (bzw. steht jeweils davor).

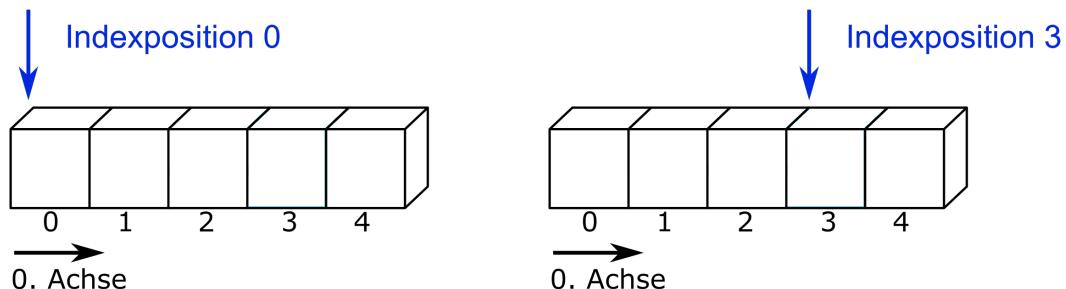


Figure 8.1: Bewegung des Dateizeigers beim Auslesen von drei Zeichen

Die Methode `daten.tell()` gibt zurück, an welcher Position sich der Dateizeiger befindet.

Mit der Methode `daten.seek(offset, whence = 0)` wird der Zeiger an eine bestimmte Position gesetzt. Die Methode akzeptiert das Argument `offset` (Versatz) und das optionale Argument `whence` (woher), dessen Standardwert 0 (Dateianfang) ist. Für Zugriffe im **Binärmodus** (`open(pfad, mode = 'rb')`) kann das Argument `whence` außerdem die Werte 1 (aktuelle Position) oder 2 (Dateiende) annehmen.

- `daten.seek(0, 0)` bezeichnet den Dateianfang
- `daten.seek(0, 1)` bezeichnet die aktuelle Position in der Datei
- `daten.seek(0, 2)` bezeichnet das Dateiende
- `daten.seek(-3, 2)` bezeichnet das dritte Zeichen vor dem Dateiende

Wird der Dateizeiger mit der Methode `datenobjekt.seek(0)` an den Dateianfang gestellt, gelingt das Auslesen der Datei.

```
print(f"Position des Dateizeigers vor dem Zurücksetzen auf 0: {daten_maya.tell()}")  
  
daten_maya.seek(0);  
print(f"Position des Dateizeigers nach dem Zurücksetzen auf 0: {daten_maya.tell()}")
```

```
augen_maya = daten_maya.read()

print(f"Inhalt des Objekts augen_maya:\n{augen_maya}")
```

```
Position des Dateizeigers vor dem Zurücksetzen auf 0: 28
Position des Dateizeigers nach dem Zurücksetzen auf 0: 0
Inhalt des Objekts augen_maya:
"5", "6", "2", "1", "4", "5"
```

Geben Sie aus dem Datenobjekt `daten_maya` mit den Methoden `.seek()` und `.read()` die Zahlen an der zweiten und dritten Stelle, also `6` und `2`, aus.

 Tip 12: Musterlösung Dateizeiger bewegen

```
daten_maya.seek(6, 0);
print(daten_maya.read(1))

daten_maya.seek(daten_maya.tell() + 4, 0);
print(daten_maya.read(1))
```

```
6
2
```

Um Mayas Würfelergebnisse zu addieren, müssen die Zahlen extrahiert und in Ganzzahlen umgewandelt werden, da im Textmodus stets eine Zeichenfolge zurückgegeben wird.

```
print(type(augen_maya))
```

```
<class 'str'>
```

Dazu werden mit der Methode `str.strip()` das führende und abschließende Anführungszeichen entfernt sowie anschließend mit der Methode `str.split(' ', '')` die Zeichenfolge über das Trennzeichen in eine Liste aufgeteilt. Anschließend werden die Listenelemente in Ganzzahlen umgewandelt und summiert. (Methoden der string-Bearbeitung werden im nächsten Abschnitt ausführlich behandelt.)

```
print(f"augen_maya:\n{augen_maya}")

augen_maya = augen_maya.strip(' ')
print(f"\naugen_maya.strip(' '):\n{augen_maya}")
```

```

augen_maya = augen_maya.split('', '')
print(f"\naugen_maya.split('\'', \'\'):\\n{augen_maya}")

augen_maya_int = []
for i in augen_maya:
    augen_maya_int.append(int(i))

print(f"\naugen_maya_int:\\n{augen_maya_int}\\n\\nSumme Augen: {sum(augen_maya_int)}")

augen_maya:
"5", "6", "2", "1", "4", "5"

augen_maya.strip('\''):
5", "6", "2", "1", "4", "5

augen_maya.split('', ''):
['5', '6', '2', '1', '4', '5']

augen_maya_int:
[5, 6, 2, 1, 4, 5]

Summe Augen: 23

```

8.2.0.1 Datei schließen

Nach dem Zugriff auf die Datei, muss diese wieder geschlossen werden, um diese für andere Programme freizugeben.

```
daten_maya.close()
```

⚠ Warning 4: Schreiboperationen mit Python

Das Schließen einer Datei ist besonders für Schreiboperationen auf Datenobjekten wichtig. Andernfalls kann es passieren, dass Inhalte mit `datenobjekt.write()` nicht vollständig auf den Datenträger geschrieben werden. Siehe dazu die [Dokumentation](#).

8.3 Aufgabe Dateien einlesen

Welche Augenzahl hat Hans erreicht?

💡 Tip 13: Musterlösung Augenzahlvergleich

```
# Erst Einlesen der Datei:  
daten_hans = open(pfad_hans, mode = 'r', encoding = 'UTF-8')  
augen_hans = daten_hans.read()  
print(augen_hans)  
# Hier muss man erkennen, dass Hans seinen Namen an den Anfang seiner Liste gesetzt hat. Da  
# er eine Liste von Ziffern erwartet, kann er diese nicht direkt verarbeiten.  
  
augen_hans = augen_hans.strip('"Hans", ')  
augen_hans = augen_hans.strip('")')  
augen_hans = augen_hans.split(", ")  
print(augen_hans)  
# print-Ausgabe zeigt, dass die Liste nun korrekt bereinigt wurde. Sie besteht nur noch aus  
# den Würfeln.  
  
# Neue (leere) Liste für die Würfe von Hans anlegen:  
augen_hans_int = []  
for i in augen_hans:  
    augen_hans_int.append(int(i))  
  
print(f"Summe Augenzahl von Hans: {sum(augen_hans_int)}")  
  
"Hans", "3", "5", "1", "3", "2", "5"  
['3', '5', '1', '3', '2', '5']  
Summe Augenzahl von Hans: 19
```

Musterlösung von Marc Sönnecken.

8.4 Daten interpretieren

Datensätze liegen typischerweise wenigstens in zweidimensionaler Form vor, d. h. die Daten sind in Zeilen und Spalten organisiert. Außerdem weisen Datensätze in der Regel auch unterschiedliche Datentypen auf. Die Funktion `open(datei)` gibt ein Dateiobjekt zurück, das mit Methoden wie zum Beispiel `dateiobjekt.read()` als Zeichenfolge eingelesen wird. Um die Daten sinnvoll weiterverarbeiten zu können, ist es deshalb notwendig, die Zeichenfolge korrekt zu interpretieren und Daten von Trennzeichen zu unterscheiden.

Für die Bearbeitung von Zeichenfolgen bietet Python eine Reihe von [String-Methoden](#). Einige davon werden in diesem Kapitel exemplarisch verwendet. String-Methoden werden in der Regel mit einem führenden ‘str’ in der Form `str.methode()` genannt.

Beispielsweise soll eine Datei mit den Einwohnerzahlen der europäischen Länder eingelesen werden.

Daten	Dateiname
Einwohner Europas	einwohner_europa_2019.csv

Um einen Überblick über den Aufbau der Datei zu erhalten, werden die ersten drei Zeilen der Datei ausgegeben. Dafür kann die Datei zeilenweise mit einer for-Schleife durchlaufen werden, die mit dem Schlüsselwort `break` abgebrochen wird, wenn die Laufvariable den Wert 3 erreicht hat. Eine andere Möglichkeit ist die Methode `dateiobjekt.readline()`, die eine einzelne Zeile ausliest. Hier wird die Häufigkeit der Schleifenausführung über die Laufvariable mit `for i in range(3):` gesteuert.

8.5 for-Schleife mit break

```
dateipfad = "01-daten/einwohner_europa_2019.csv"
dateiobjekt_einwohner = open(dateipfad, 'r')

# erste 3 Zeilen anschauen
i = 0
for zeile in dateiobjekt_einwohner:

    print(zeile)
    i += 1
    if i == 3:
        break

# Datei schließen
dateiobjekt_einwohner.close()
```

GEO,Value

Belgien,11467923

Bulgarien,7000039

8.6 Methode dateiobjekt.readline()

Mit der Methode `dateiobjekt.readline()` kann eine einzelne Zeile eingelesen werden.

```
dateipfad = "01-daten/einwohner_europa_2019.csv"
dateiobjekt_einwohner = open(dateipfad, 'r')

for i in range(3):
    print(dateiobjekt_einwohner.readline())

# Datei schließen
dateiobjekt_einwohner.close()
```

GEO,Value

Belgien,11467923

Bulgarien,7000039

Die Datei hat also zwei Spalten. In der ersten Spalte sind die Ländernamen eingetragen, in der zweiten Spalte die Werte. Als Trennzeichen wird das Komma verwendet. In der ersten Zeile sind die Spaltenbeschriftungen eingetragen.

Im vorherigen Abschnitt haben wir die Methode `dateiobjekt.read()` kennengelernt, mit der eine Datei vollständig als string eingelesen wird. Zunächst wird die Datei mit der Methode `dateiobjekt.read()` in das Objekt `einwohner` eingelesen und wieder geschlossen.

```
dateipfad = "01-daten/einwohner_europa_2019.csv"
dateiobjekt_einwohner = open(dateipfad, 'r')

einwohner = dateiobjekt_einwohner.read()
print(einwohner)

# Datei schließen
dateiobjekt_einwohner.close();
```

GEO,Value

Belgien,11467923

Bulgarien,7000039

Tschechien,10528984

Daenemark,5799763

```
Deutschland einschliesslich ehemalige DDR,82940663
Estland,1324820
Irland,4904240
Griechenland,10722287
Spanien,46934632
Frankreich,67028048
Kroatien,4076246
Italien,61068437
Zypern,875898
Lettland,1919968
Litauen,2794184
Luxemburg,612179
Uganda,-1
Ungarn,9772756
Malta,493559
Niederlande,17423013
Oesterreich,8842000
Polen,37972812
Portugal,10276617
Rumaenien,19405156
Slowenien,2080908
Slowakei,5450421
Finnland,5512119
Schweden,10243000
Vereinigtes Koenigreich,66647112
```

Anschließend können die eingelesenen Daten mit der Methode `str.split('\n')` zeilweise aufgeteilt werden. Mit '`\n`' wird als Argument der Zeilenumbruch übergeben. Die Methode liefert eine Liste zurück.

```
liste_einwohner_zeilenweise = einwohner.split("\n")
print(liste_einwohner_zeilenweise[0:3])
```

```
['GEO,Value', 'Belgien,11467923', 'Bulgarien,7000039']
```

Die Liste enthält an der Indexposition die Spaltenbeschriftungen. Diese können mit der Methode `liste.pop(index)` aus der Liste entfernt und zugleich in einem neuen Objekt gespeichert werden.

```
spaltennamen = liste_einwohner_zeilenweise.pop(0)
spaltennamen = spaltennamen.split(',')
print(f"Überschrift Spalte 0: {spaltennamen[0]}\tÜberschrift Spalte 1: {spaltennamen[1]}")
```

Überschrift Spalte 0: GEO Überschrift Spalte 1: Value

Anschließend kann die Liste mit der Methode `str.split(',')` nach Ländern und Werten aufgeteilt werden. Der Vorgang bricht allerdings mit einer Fehlermeldung ab. Die Fehlermeldung wird im folgenden Code-Block per Ausnahmebehandlung abgefangen. Neben der Fehlermeldung werden der verursachende Listeneintrag und dessen Indexposition ausgegeben.

```
# Leere Listen vor der Schleife anlegen
geo = []
einwohnerzahl = []

try:
    for zeile in liste_einwohner_zeilenweise:
        eintrag = zeile.split(',')
        geo.append(eintrag[0])
        einwohnerzahl.append(eintrag[1])

    print(spaltennamen[0])
    print(geo, "\n")

    print(spaltennamen[1])
    print(einwohnerzahl)

except Exception as error:
    # print Fehlermeldung
    print(f"Fehlermeldung: {error}")

    # print Eintrag und Index
    print(f"Eintrag: {eintrag}\t Zeilenindex: {liste_einwohner_zeilenweise.index(zeile)}")
```

Fehlermeldung: list index out of range
Eintrag: [''] Zeilenindex: 29

Die Fehlermeldung ist so zu deuten, dass eine der Listenoperationen mit dem Slice Operator einen ungültigen Index anspricht. Leicht angepasst, liefert der Code-Block auch die Ursache der Fehlermeldung.

Wird die leere Zeile aus der Liste entfernt, klappt das Aufteilen der Ländernamen und der Werte.

```
# leere Zeile entfernen
liste_einwohner_zeilenweise.remove('')

# Leere Listen vor der Schleife anlegen
geo = []
einwohnerzahl = []

try:
    for zeile in liste_einwohner_zeilenweise:
        eintrag = zeile.split(',')
        geo.append(eintrag[0])
        einwohnerzahl.append(eintrag[1])

    print(spaltennamen[0])
    print(geo, "\n")

    print(spaltennamen[1])
    print(einwohnerzahl)

except IndexError as error:
    print(error)
```

GEO

['Belgien', 'Bulgarien', 'Tschechien', 'Daenemark', 'Deutschland einschliesslich ehemalige DR']

Value

```
['11467923', '7000039', '10528984', '5799763', '82940663', '1324820', '4904240', '10722287',
```

8.7 Aufgabe Daten interpretieren

1. Bestimmen Sie das Minimum und das Maximum der Einwohnerzahl und die dazugehörigen Länder.
 2. Bereinigen Sie ggf. fehlerhafte Werte.
 3. Wie viele Einwohner leben in Europa insgesamt?
 - Welchen Datentyp hat die Liste einwohnerzahl?
 - Welchen Datentyp haben die Einträge der Liste einwohnerzahl?

Die Musterlösung kann Marc machen

 Musterlösung vollständiges Einlesen

8.8 Einlesen als Liste

Ein Dateiobjekt kann auch direkt als Liste eingelesen werden. Die Methode `dateiobjekt.readlines()` gibt eine Liste zurück, in der jede Zeile einen Eintrag darstellt. Ebenso kann die Listenfunktion `list()` auf Dateiobjekte angewendet werden. Beide Vorgehensweisen liefern die gleiche Liste zurück, in der der Zeilenumbruch `\n` mit ausgelesen wird.

```
dateipfad = "01-daten/einwohner_europa_2019.csv"
dateiobjekt_einwohner = open(dateipfad, 'r')

# Methode readlines
einwohner = dateiobjekt_einwohner.readlines()
print(einwohner)

## Dateizeiger zurücksetzen
dateiobjekt_einwohner.seek(0);

# Funktion list
einwohner = list(dateiobjekt_einwohner)
print(einwohner)

# Datei schließen
dateiobjekt_einwohner.close();
```

```
['GEO,Value\n', 'Belgien,11467923\n', 'Bulgarien,7000039\n', 'Tschechien,10528984\n', 'Daene...  
['GEO,Value\n', 'Belgien,11467923\n', 'Bulgarien,7000039\n', 'Tschechien,10528984\n', 'Daene...
```

Um den Zeilenumbruch zu entfernen, könnte mit dem Slice Operator das letzte Zeichen jedes Listeneintrags entfernt werden.

Eine andere Möglichkeit ist die Methode `str.replace(old, new, count=-1)`, mit der Zeichen ersetzt oder gelöscht werden können. Die Parameter `old` und `new` geben die zu ersetzende bzw. die einzusetzende Zeichenfolge an und *müssen positional* übergeben werden. Über den Parameter `count` kann eingestellt werden, wie oft die Zeichenfolge `old` ersetzt werden soll. Standardmäßig wird jedes Vorkommen ersetzt.

```
print('Hund'.replace('Hu', 'Mu'))  
  
zeichenfolge = 'Ein  kurzer Text ohne  doppelte Leerzeichen.'  
  
print(zeichenfolge.replace(' ', ''))
```

Mund
Ein kurzer Text ohne doppelte Leerzeichen.

Die Methode `str.replace()` kann auch zum Löschen verwendet werden. Wird für den Parameter `new` eine leere Zeichenfolge übergeben, wird die in `old` übergebene Zeichenfolge gelöscht.

```
print(zeichenfolge.replace(' ', '').replace('doppelte', ''))
```

EinkurzerTextohneLeerzeichen.

Mit der Methode `str.replace()` kann die eingelesene Liste um den Zeilenumbruch bereinigt werden.

```
dateipfad = "01-daten/einwohner_europa_2019.csv"  
dateiobjekt_einwohner = open(dateipfad, 'r')  
  
# Methode readlines  
einwohner = dateiobjekt_einwohner.readlines()  
einwohner_neu = []  
  
for element in einwohner:  
    einwohner_neu.append(element.replace('\n', ''))  
  
einwohner = einwohner_neu  
print(einwohner)  
  
# Datei schließen  
dateiobjekt_einwohner.close();
```

['GEO,Value', 'Belgien,11467923', 'Bulgarien,7000039', 'Tschechien,10528984', 'Daenemark,5799

8.9 Dateien schreiben

Um Dateien zu schreiben, müssen diese mit der `write`-Methode eines Dateiobjekts verwendet werden. Dieser Methode wird als Argument die zu schreibende Zeichenfolge übergeben.

```
dateipfad = "01-daten/neue_datei.txt"

# Öffne Datei zum Schreiben öffnen
datei = open(dateipfad, mode = 'w')

# Inhalt in die Datei schreiben
datei.write("Prokrastination an Hochschulen\n\n".upper())
datei.write("KAPITEL 1: Aller Anfang ist schwer\nPlatzhalter: Den Rest schreibe ich später.")

# Datei schließen

datei.close()
```

Die Datei kann nun ausgelesen werden.

```
dateiinhalt = open(dateipfad, mode = 'r')
text = dateiinhalt.read()
print(text)

dateiinhalt.close()
```

PROKRASTINATION AN HOCHSCHULEN

KAPITEL 1: Aller Anfang ist schwer
Platzhalter: Den Rest schreibe ich später.

8.10 Aufgabe Dateien schreiben

1. Erzeugen Sie eine neue Datei mit der Endung `.txt`, die den Namen ihrer Heimatstadt hat. Schreiben Sie in diese Datei 10 Zeilen mit Informationen zur Stadt.

(@Arnold-2023-funktionen-module-dateien)

9 Module und Pakete importieren

Der Funktionsumfang von Python kann erheblich durch das Importieren von Modulen und Paketen erweitert werden. Module und Pakete sind Bibliotheken, die Funktionsdefinitionen enthalten.

! Important 1: Module und Pakete

Module Module sind Dateien, die Funktionsdefinitionen enthalten.

Module werden durch das Schlüsselwort `import` und ihren Namen importiert, bspw.
`import glob`

Pakete Pakete sind Sammlungen von Modulen

In Paketen enthaltene Module werden durch das Schlüsselwort `import` mit der Schreibweise `paket.modul` importiert, bspw. `import matplotlib.pyplot`

Module und Pakete werden mit dem Schlüsselwort `import` in Python geladen. Beispielsweise kann das für die Erzeugung (pseudo-)zufälliger Zahlen zuständige Modul `random` mit dem Befehl `import random` eingebunden werden. Anschließend stehen die Funktionen des Moduls unter dem Modulnamen in der Schreibweise `modul.funktion()` zur Verfügung.

```
import random

print(random.randint(1, 10)) # Zufällige Ganzzahl zwischen 1 und 10
```

10

Das Paket Matplotlib bringt viele Funktionen zur grafischen Darstellung von Daten mit. Das Modul `matplotlib.pyplot` stellt eine Schnittstelle zu den enthaltenen Funktionen dar.

```
import matplotlib.pyplot

zufallsdaten = [] # leere Liste anlegen
for i in range(10):
    zufallszahl = random.randint(1, 10)
    zufallsdaten.append(zufallszahl)

matplotlib.pyplot.plot(zufallsdaten)
```

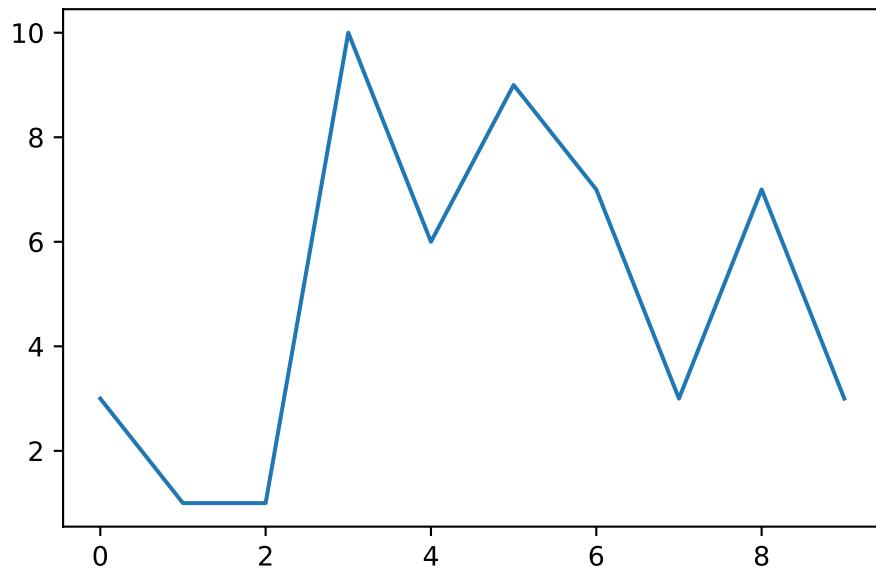


Figure 9.1: Grafik mit dem Modul pyplot aus dem Paket matplotlib

⚠ Warning 5: Namensraum direkt einbinden

In Python ist es auch möglich, Funktionen direkt in den Namensraum von Python zu importieren, sodass diese ohne die Schreibweise `modul.funktion()` aufgerufen werden können. Dies ist mit dem Schlüsselwort `from` möglich.

```
from random import randint
print(f"Die Funktion randint steht nun direkt zur Verfügung: {randint(1, 100)}")
```

Die Funktion randint steht nun direkt zur Verfügung: 65

Durch `from modulname import *` ist es sogar möglich, alle Funktionen aus einem Modul in den Namensraum von Python zu importieren. Im Allgemeinen sollte das direkte Importieren von Funktionen oder eines ganzen Moduls in den Namensraum von Python jedoch unterlassen werden. Einerseits wird damit eine Namensraumkollision riskiert, beispielsweise gibt es die Funktion `sum()` in der Pythonbasis, in NumPy und in Pandas. Andererseits wird der Programmcode dadurch weniger nachvollziehbar, da nicht mehr überall ersichtlich ist, aus welchem Modul eine verwendete Funktion stammt.

9.1 import as

Um lange Modulnamen zu vereinfachen, kann beim Importieren das Schlüsselwort `as` verwendet werden, um dem Modul einen neuen Namen zuzuweisen.

```
import matplotlib.pyplot as plt  
plt.plot(zufallsdaten)
```

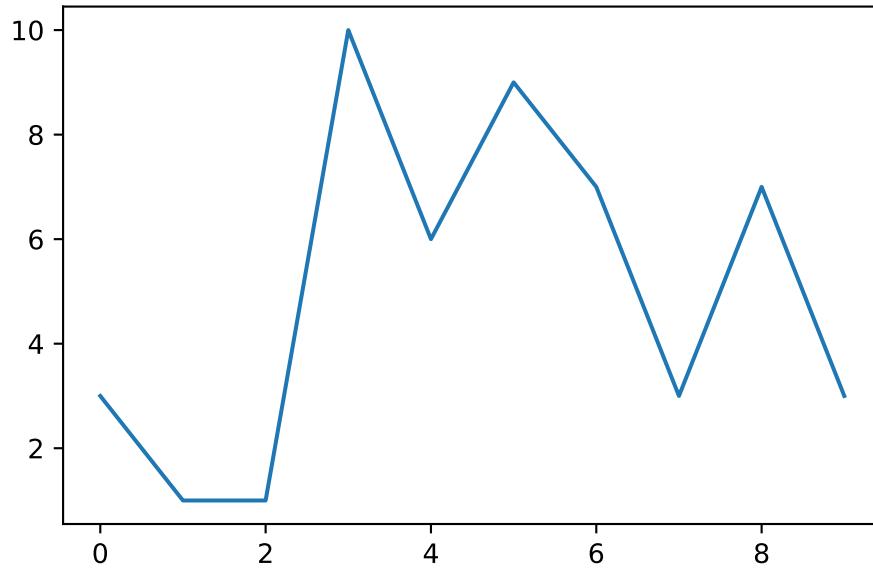


Figure 9.2: Grafik mit dem Modul pyplot aus dem Paket matplotlib

Für häufig verwendete Module haben sich bestimmte Kürzel etabliert. In den Bausteinen werden häufig die folgenden Pakete und Kürzel genutzt:

Modul	Kürzel	Befehl
NumPy	np	import numpy as np
Pandas	pd	import pandas as pd
matplotlib.pyplot	plt	import matplotlib.pyplot as plt

9.2 Kleine Modulübersicht

Da es nicht möglich ist, auf alle diese Module einzugehen, werden im folgenden nur einige wenige Module aufgelistet, welche für die Zielgruppe dieses Skripts interessant sein könnten.
Hinweis: Die Eigennamen einiger Module weisen eine Groß- und Kleinschreibung auf, bspw. das Modul NumPy. Beim Importieren der Module werden die Modulnamen jedoch klein geschrieben. In der folgenden Liste wird auf die Groß- und Kleinschreibung daher verzichtet.

- **math:** mathematische Funktionen und Konstanten
- **scipy:** wissenschaftliche Funktionen
- **sys:** Interaktion mit dem Python-Interpreter
- **os:** Interaktion mit dem Betriebssystem
- **glob:** Durchsuchen von Dateisystempfaden
- **multiprocessing / threading:** Parallelprogrammierung mit Prozessen / Threads
- **matplotlib:** Visualisierung von Daten und Erstellen von Abbildungen
- **numpy:** numerische Operationen und Funktionen
- **pandas:** Daten einlesen und auswerten
- **time:** Zeitfunktionen

(@Arnold-2023-funktionen-module-dateien)

Part II

w-python-numpy-grundlagen

Preamble



Bausteine Computergestützter Datenanalyse. „Numpy Grundlagen“ von Lukas Arnold, Simone Arnold, Florian Bagemihl, Matthias Baitsch, Marc Fehr, Maik Poetzsch und Sebastian Seipel ist lizenziert unter CC BY 4.0. Das Werk ist abrufbar unter <https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python-numpy-grundlagen>. Ausgenommen von der Lizenz sind alle Logos und anders gekennzeichneten Inhalte. 2024

Zitiervorschlag

Arnold, Lukas, Simone Arnold, Matthias Baitsch, Marc Fehr, Maik Poetzsch, und Sebastian Seipel. 2024. „Bausteine Computergestützter Datenanalyse. Werkzeugbaustein NumPy“. <https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python-numpy-grundlagen>.

BibTeX-Vorlage

```
@misc{BCD-Styleguide-2024,  
    title={Bausteine Computergestützter Datenanalyse. Werkzeugbaustein NumPy},  
    author={Arnold, Lukas and Arnold, Simone and Baitsch, Matthias and Fehr, Marc and Poetzsch, Maik},  
    year={2024},  
    url={https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python-numpy-grundlagen}}
```

Intro

Voraussetzungen

- Grundlagen Python
- Einbinden von zusätzlichen Paketen
- Plotten mit Matplotlib

Verwendete Pakete und Datensätze

Pakete

- NumPy
- Matplotlib

Datensätze

- TC01.csv
- Bild: Mona Lisa
- Bild: Campus

Bearbeitungszeit

Geschätzte Bearbeitungszeit: 2h

Lernziele

- Einleitung: was ist NumPy, Vor- und Nachteile
- Nutzen des NumPy-Moduls
- Erstellen von NumPy-Arrays
- Slicing

- Lesen und schreiben von Dateien
- Arbeiten mit Bildern

10 Einführung NumPy

NumPy ist eine leistungsstarke Bibliothek für Python, die für numerisches Rechnen und Datenanalyse verwendet wird. Daher auch der Name NumPy, ein Akronym für “Numerisches Python” (englisch: “Numeric Python” oder “Numerical Python”). NumPy selbst ist hauptsächlich in der Programmiersprache C geschrieben, weshalb NumPy generell sehr schnell ist.

NumPy bietet ein effizientes Arbeiten mit kleinen und großen Vektoren und Matrizen, die so ansonsten nur umständlich in nativem Python implementiert werden würden. Dabei bietet NumPy auch die Möglichkeit, einfach mit Vektoren und Matrizen zu rechnen, und das auch für sehr große Datenmengen.

Diese Einführung wird Ihnen dabei helfen, die Grundlagen von NumPy zu verstehen und zu nutzen.

10.1 Vorteile & Nachteile

Fast immer sind Operationen mit Numpy Datenstrukturen schneller. Im Gegensatz zu nativen Python Listen kann man dort aber nur einen Datentyp pro Liste speichern.

i Warum ist numpy oftmals schneller?

NumPy implementiert eine effizientere Speicherung von Listen im Speicher. Nativ speichert Python Listeninhalte aufgeteilt, wo gerade Platz ist.

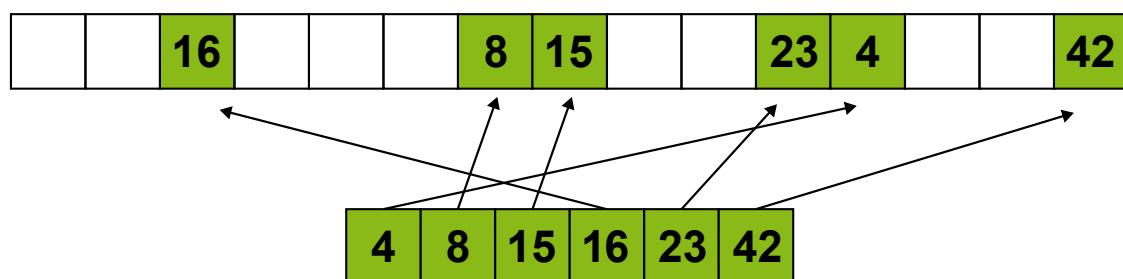


Figure 10.1: Speicherung von Daten in nativem Python

Dagegen werden NumPy Arrays und Matrizen zusammenhängend gespeichert, was einen effizienteren Datenaufruf ermöglicht.

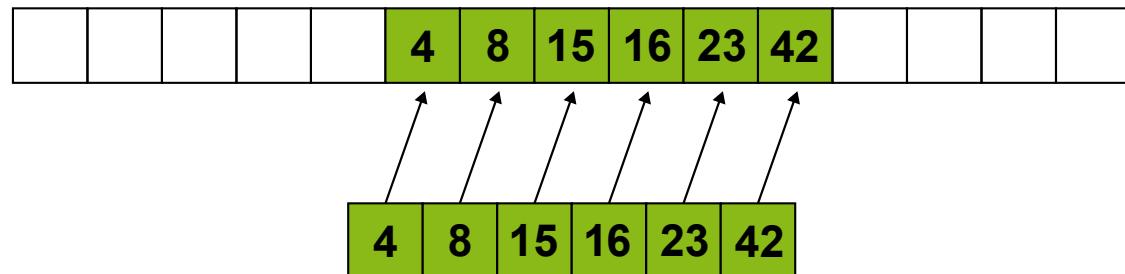


Figure 10.2: Speicherung von Daten bei Numpy

Dies bedeutet aber auch, dass es eine Erweiterung der Liste deutlich schneller ist als eine Erweiterung von Arrays oder Matrizen. Bei Listen kann jeder freie Platz genutzt werden, während Arrays und Matrizen an einen neuen Ort im Speicher kopiert werden müssen.

10.2 Einbinden des Pakets

NumPy wird über folgende Zeile eingebunden. Dabei hat sich global der Standard entwickelt, als Alias `np` zu verwenden.

```
import numpy as np
```

10.3 Referenzen

Sämtliche hier vorgestellten Funktionen lassen sich in der (englischen) NumPy-Dokumentation nachschlagen: [Dokumentation](#)

11 Erstellen von NumPy arrays

Typischerweise werden in Python Vektoren durch Listen und Matrizen durch geschachtelte Listen ausgedrückt. Beispielsweise würde man den Vektor

$$(1, 2, 3, 4, 5, 6) \quad \text{und die Matrix} \quad \begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ 4 & 5 & 6 \end{pmatrix}$$

nativ in Python so erstellen:

```
liste = [1, 2, 3, 4, 5, 6]

matrix = [[1, 2, 3], [4, 5, 6]]

print(liste)
print(matrix)
```

```
[1, 2, 3, 4, 5, 6]
[[1, 2, 3], [4, 5, 6]]
```

Möchte man jetzt NumPy Arrays verwenden benutzt man den Befehl `np.array()`.

```
liste = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])

matrix = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])

print(liste)
print(matrix)
```

```
[1 2 3 4 5 6]
[[1 2 3]
 [4 5 6]]
```

Betrachtet man die Ausgaben der `print()` Befehle fallen zwei Sachen auf. Zum einen fallen die Kommae weg und zum anderen wird die Matrix passend ausgegeben.

Es gibt auch die Möglichkeit, höherdimensionale Arrays zu erstellen. Dabei wird eine neue Ebene der Verschachtelung benutzt. Im folgenden Beispiel wird eine drei-dimensionale Matrix erstellt.

```
matrix_3d = np.array([[ [1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11, 12]]])
```

Es gilt als “good practice” Arrays immer zu initialisieren. Dafür bietet NumPy drei Funktionen um vorinitialisierte Arrays zu erzeugen. Alternativ können Arrays auch mit festgesetzten Werten initialisiert werden. Dafür kann entweder die Funktion `np.zeros()` verwendet werden die alle Werte auf 0 setzt, oder aber `np.ones()` welche alle Werte mit 1 initialisiert. Der Funktion wird die Form im Format [Reihen, Spalten] übergeben. Möchte man alle Einträge auf einen spezifischen Wert setzen, kann man den Befehl `np.full()` benutzen.

```
np.zeros([2,3])
```

```
array([[0., 0., 0.],  
       [0., 0., 0.]])
```

```
np.ones([2,3])
```

```
array([[1., 1., 1.],  
       [1., 1., 1.]])
```

```
np.full([2,3],7)
```

```
array([[7, 7, 7],  
       [7, 7, 7]])
```

💡 Wie könnte man auch Arrays die mit einer Zahl x gefüllt sind erstellen?

Der Trick besteht hierbei ein Array mit `np.ones()` zu initialisieren und dieses Array dann mit der Zahl x zu multiplizieren. Im folgenden Beispiel ist `x = 5`

```
np.ones([2,3]) * 5
```

```
array([[5., 5., 5.],  
       [5., 5., 5.]])
```

Möchte man zum Beispiel für eine Achse in einem Plot einen Vektor mit gleichmäßig verteilten Werten erstellen, bieten sich in NumPy zwei Möglichkeiten. Mit den Befehlen `np.linspace(Start,Stop,#Anzahl Werte)` und `np.arange(Start,Stop,Abstand zwischen Werten)` können solche Arrays erstellt werden.

```
np.linspace(0,1,11)
```

```
array([0. , 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6, 0.7, 0.8, 0.9, 1. ])
```

```
np.arange(0,10,2)
```

```
array([0, 2, 4, 6, 8])
```

💡 Zwischenübung: Array Erstellung

Erstellen Sie jeweils ein NumPy-Array, mit dem folgenden Inhalt:

1. mit den Werten 1, 7, 42, 99
2. zehn mal die Zahl 5
3. mit den Zahlen von 35 **bis einschließlich** 50
4. mit allen geraden Zahlen von 20 **bis einschließlich** 40
5. eine Matrix mit 5 Spalten und 4 Reihen mit dem Wert 4 an jeder Stelle
6. mit 10 Werten die gleichmäßig zwischen 22 und einschließlich 40 verteilt sind

Lösung

```
# 1.  
print(np.array([1, 7, 42, 99]))
```

```
[ 1  7 42 99]
```

```
# 2.  
print(np.full(10,5))
```

```
[5 5 5 5 5 5 5 5 5 5]
```

```
# 3.  
print(np.arange(35, 51))
```

```
[35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50]
```

```
# 4.  
print(np.arange(20, 41, 2))
```

```
[20 22 24 26 28 30 32 34 36 38 40]
```

```
# 5.  
print(np.full([4,5],4))
```

```
[[4 4 4 4]  
 [4 4 4 4]  
 [4 4 4 4]  
 [4 4 4 4]]
```

```
# 6.  
print(np.linspace(22, 40, 10))
```

```
[22. 24. 26. 28. 30. 32. 34. 36. 38. 40.]
```

12 Größe, Struktur und Typ

Wenn man sich nicht mehr sicher ist, welche Struktur oder Form ein Array hat oder diese Größen zum Beispiel für Schleifen nutzen möchte, bietet NumPy folgende Funktionen für das Auslesen dieser Größen an.

```
matrix = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
```

`np.shape()` gibt die Längen der einzelnen Dimension in Form einer Liste zurück.

```
np.shape(matrix)
```

```
(2, 3)
```

Die native Python Funktion `len()` gibt dagegen nur die Länge der ersten Dimension, also die Anzahl der Elemente in den äußeren Klammern wieder. Im obigen Beispiel würde `len()` also die beiden Listen `[1, 2, 3]` und `[4, 5, 6]` sehen.

```
len(matrix)
```

```
2
```

Die Funktion `np.ndim()` gibt im Gegensatz zu `np.shape()` nur die Anzahl der Dimensionen zurück.

```
np.ndim(matrix)
```

```
2
```

💡 Die Ausgabe von `np.ndim()` kann mit `np.shape()` und einer nativen Python Funktion erreicht werden. Wie?

`np.ndim()` gibt die Länge der Liste von `np.shape()` aus

```
len(np.shape(matrix))
```

2

Möchte man die Anzahl aller Elemente in einem Array ausgeben kann man die Funktion `np.size()` benutzen.

```
np.size(matrix)
```

6

NumPy Arrays können verschiedene Datentypen beinhalten. Im folgenden haben wir drei verschiedene Arrays mit einem jeweils anderen Datentyp.

```
typ_a = np.array([1, 2, 3, 4, 5])
typ_b = np.array([0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5])
typ_c = np.array(["Montag", "Dienstag", "Mittwoch"])
```

Mit der Methode `np.dtype` können wir den Datentyp von Arrays ausgeben lassen. Meist wird dabei der Typ plus eine Zahl ausgegeben, welche die zum Speichern benötigte Bytezahl angibt. Das Array `typ_a` beinhaltet den Datentyp `int64`, also ganze Zahlen.

```
print(typ_a.dtype)
```

`int64`

Das Array `typ_b` beinhaltet den Datentyp `float64`, wobei `float` für Gleitkommazahlen steht.

```
print(typ_b.dtype)
```

`float64`

Das Array `typ_c` beinhaltet den Datentyp `U8`, wobei das U für Unicode steht. Hier wird als Unicodetext gespeichert.

```
print(typ_c.dtype)
```

<U8

Im folgenden finden Sie eine Tabelle mit den typischen Datentypen, die sie häufig antreffen.

Table 12.1: Typische Datentypen in NumPy

Datentyp	Numpy Name	Beispiele
Wahrheitswert	bool	[True, False, True]
Ganze Zahl	int	[-2, 5, -6, 7, 3]
positive Ganze Zahlen	uint	[1, 2, 3, 4, 5]
Kommazahlen	float	[1.3, 7.4, 3.5, 5.5]
komplexe zahlen	complex	[-1 + 9j, 2-77j, 72 + 11j]
Textzeichen	U	["montag", "dienstag"]

💡 Zwischenübung: Arrayinformationen auslesen

Gegeben sei folgende Matrix:

```
matrix = np.array([[ [ 0,  1,  2,  3],
                    [ 4,  5,  6,  7],
                    [ 8,  9, 10, 11]],

                   [[12, 13, 14, 15],
                    [16, 17, 18, 19],
                    [20, 21, 22, 23]],

                   [[24, 25, 26, 27],
                    [28, 29, 30, 31],
                    [32, 33, 34, 35]]])
```

Bestimmen Sie durch anschauen die Anzahl an Dimensionen und die Länge jeder Dimension. Von welchem Typ ist der Inhalt dieser Matrix?

Überprüfen Sie daraufhin Ihre Ergebnisse in dem Sie die passenden NumPy-Funktionen anwenden.

Lösung

```
matrix = np.array([[[ 0,  1,  2,  3],
                   [ 4,  5,  6,  7],
                   [ 8,  9, 10, 11]],

                  [[12, 13, 14, 15],
                   [16, 17, 18, 19],
                   [20, 21, 22, 23]],

                  [[24, 25, 26, 27],
                   [28, 29, 30, 31],
                   [32, 33, 34, 35]]])

anzahl_dimensionen = np.ndim(matrix)

print("Anzahl unterschiedlicher Dimensionen: ", anzahl_dimensionen)

laenge_dimensionen = np.shape(matrix)

print("Länge der einzelnen Dimensionen: ", laenge_dimensionen)

print(matrix.dtype)

Anzahl unterschiedlicher Dimensionen: 3
Länge der einzelnen Dimensionen: (3, 3, 4)
int64
```

13 Rechnen mit Arrays

13.1 Arithmetische Funktionen

Ein großer Vorteil an NumPy ist das Rechnen mit Arrays. Ohne NumPy müsste man entweder eine Schleife oder aber List comprehension benutzen, um mit sämtlichen Werten in der Liste zu rechnen. In NumPy fällt diese Unannehmlichkeit weg.

```
a = np.array([1, 2, 3, 4, 5])  
b = np.array([9, 8, 7, 6, 5])
```

Normale mathematische Operationen, wie die Addition, lassen sich auf zwei Arten ausdrücken. Entweder über die `np.add()` Funktion oder aber simpel über das `+` Zeichen.

```
np.add(a,b)  
  
array([10, 10, 10, 10, 10])  
  
a + b  
  
array([10, 10, 10, 10, 10])
```

Ohne NumPy würde die Operation folgendermaßen aussehen:

```
ergebnis = np.ones(5)  
for i in range(len(a)):  
    ergebnis[i] = a[i] + b[i]  
  
print(ergebnis)
```

```
[10. 10. 10. 10. 10.]
```

Für die anderen Rechenarten existieren auch Funktionen: `np.subtract()`, `np.multiply()` und `np.divide()`.

Auch für die anderen höheren Rechenoperationen gibt es ebenfalls Funktionen:

- `np.exp(a)`
- `np.sqrt(a)`
- `np.power(a, 3)`
- `np.sin(a)`
- `np.cos(a)`
- `np.tan(a)`
- `np.log(a)`
- `a.dot(b)`

⚠️ Arbeiten mit Winkelfunktionen

Wie auch am Taschenrechner birgt das Arbeiten mit den Winkelfunktionen (`sin`, `cos`, ...) die Fehlerquelle, dass man nicht mit Radian-Werten, sondern mit Grad-Werten arbeitet. Die Winkelfunktionen in numpy erwarten jedoch Radian-Werte.
Für eine einfache Umrechnung bietet NumPy die Funktionen `np.grad2rad()` und `np.rad2grad()`.

13.2 Vergleiche

NumPy-Arrays lassen sich auch miteinander vergleichen. Betrachten wir die folgenden zwei Arrays:

```
a = np.array([1, 2, 3, 4, 5])  
  
b = np.array([9, 2, 7, 4, 5])
```

Möchten wir feststellen, ob diese zwei Arrays identisch sind, können wir den `==`-Komparator benutzen. Dieser vergleicht die Arrays elementweise.

```
a == b  
  
array([False, True, False, True, True])
```

Es ist außerdem möglich Arrays mit den `>`- und `<`-Operatoren zu vergleichen:

```
a < b
```

```
array([ True, False,  True, False, False])
```

Möchte man Arrays mit Gleitkommazahlen vergleichen, ist es oftmals nötig, eine gewisse Toleranz zu benutzen, da bei Rechenoperationen minimale Rundungsfehler entstehen können.

```
a = np.array(0.1 + 0.2)
b = np.array(0.3)
a == b
```

```
np.False_
```

Für diesen Fall gibt es eine Vergleichsfunktion `np.isclose(a,b,atol)`, wobei `atol` für die absolute Toleranz steht. Im folgenden Beispiel wird eine absolute Toleranz von 0,001 verwendet.

```
a = np.array(0.1 + 0.2)
b = np.array(0.3)
print(np.isclose(a, b, atol=0.001))
```

```
True
```

i Warum ist $0.1 + 0.2$ nicht gleich 0.3 ?

Zahlen werden intern als Binärzahlen dargestellt. So wie $1/3$ nicht mit einer endlichen Anzahl an Ziffern korrekt dargestellt werden kann müssen Zahlen ggf. gerundet werden, um im Binärsystem dargestellt zu werden.

```
a = 0.1
b = 0.2
print(a + b)
```

```
0.30000000000000004
```

13.3 Aggregatfunktionen

Für verschiedene Auswertungen benötigen wir Funktionen, wie etwa die Summen oder die Mittelwert-Funktion. Starten wir mit einem Beispiel Array a:

```
a = np.array([1, 2, 3, 4, 8])
```

Die Summe wird über die Funktion `np.sum()` berechnet.

```
np.sum(a)
```

```
np.int64(18)
```

Natürlich lassen sich auch der Minimalwert und der Maximalwert eines Arrays ermitteln. Die beiden Funktionen lauten `np.min()` und `np.max()`.

```
np.min(a)
```

```
np.int64(1)
```

Möchte man nicht das Maximum selbst, sondern die Position des Maximums bestimmen, wird statt `np.max` die Funktion `np.argmax` verwendet.

Für statistische Auswertungen werden häufig die Funktion für den Mittelwert `np.mean()`, die Funktion für den Median `np.median()` und die Funktion für die Standardabweichung `np.std()` verwendet.

```
np.mean(a)
```

```
np.float64(3.6)
```

```
np.median(a)
```

```
np.float64(3.0)
```

```
np.std(a)
```

```
np.float64(2.4166091947189146)
```

Zwischenübung: Rechnen mit Arrays

Gegeben sind zwei eindimensionale Arrays a und b:

a = np.array([10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100]) und b = np.array([5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95])

1. Erstellen Sie ein neues Array, das die Sinuswerte der addierten Arrays a und b enthält.
2. Berechnen Sie die Summe, den Mittelwert und die Standardabweichung der Elemente in a.
3. Finden Sie den größten und den kleinsten Wert in a und b.

Lösung

```
a = np.array([10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90, 100])
b = np.array([5, 15, 25, 35, 45, 55, 65, 75, 85, 95])

# 1.
sin_ab = np.sin(a + b)

# 2.
sum_a = np.sum(a)
mean_a = np.mean(a)
std_a = np.std(a)

# 3.
max_a = np.max(a)
min_a = np.min(a)
max_b = np.max(b)
min_b = np.min(b)
```

14 Slicing

14.1 Normales Slicing mit Zahlenwerten

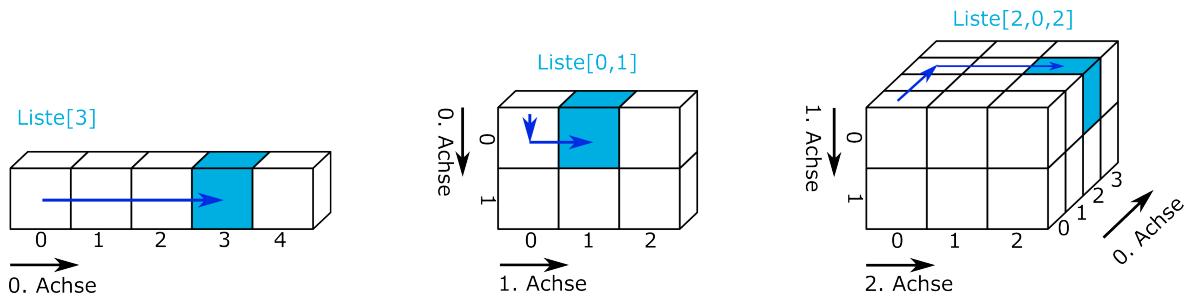


Figure 14.1: Ansprechen der einzelnen Achsen für den ein-, zwei- und dreidimensionalen Fall inkl. jeweiligem Beispiel

Möchte man jetzt Daten innerhalb eines Arrays auswählen so geschieht das in der Form:

1. [a] wobei ein einzelner Wert an Position a ausgegeben wird
2. [a:b] wobei alle Werte von Position a bis Position b-1 ausgegeben werden
3. [a:b:c] wobei die Werte von Position a bis Position b-1 mit einer Schrittweite von c ausgegeben werden

```
liste = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])
```

```
# Auswählen des ersten Elements  
liste[0]
```

```
np.int64(1)
```

```
# Auswählen des letzten Elements  
liste[-1]
```

```
np.int64(6)
```

```
# Auswählen einer Reihe von Elementen
liste[1:4]

array([2, 3, 4])
```

Für zwei-dimensionale Arrays wählt man getrennt durch ein Komma mit einer zweiten Zahl die zweite Dimension aus.

```
matrix = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])

# Auswählen einer Elements
matrix[1,1]

np.int64(5)
```

Für drei-dimensionale Arrays wählt man getrennt durch ein Komma mit einer weiteren Zahl die dritte Dimension aus. Dabei wird dieses jedoch an die erste Stelle gesetzt.

```
matrix_3d = np.array([[[1, 2, 3], [4, 5, 6]], [[7, 8, 9], [10, 11, 12]]])
print(matrix_3d)

[[[ 1  2  3]
  [ 4  5  6]]

 [[ 7  8  9]
  [10 11 12]]]

# Auswählen eines Elements
matrix_3d[1,0,2]

np.int64(9)
```

14.2 Slicing mit logischen Werten (Boolesche Masken)

Beim logischen Slicing wird eine boolesche Maske verwendet, um bestimmte Elemente eines Arrays auszuwählen. Die Maske ist ein Array gleicher Länge wie das Original, das aus `True` oder `False` Werten besteht.

```
# Erstellen wir ein Beispiel Array  
a = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])  
  
# Erstellen der Maske  
maske = a > 3  
  
print(maske)
```

```
[False False False  True  True  True]
```

Wir erhalten also ein Array mit boolschen Werten. Verwenden wir diese Maske nun zum slicen, erhalten wir alle Werte an den Stellen, an denen die Maske den Wert `True` besitzt.

```
# Anwenden der Maske  
print(a[maske])
```

```
[4 5 6]
```

⚠ Warning

Das Verwenden von booleschen Arrays ist nur im numpy-Modul möglich. Es ist nicht Möglich dieses Vorgehen auf native Python Listen anzuwenden. Hier muss durch die Liste iteriert werden.

```
a = [1, 2, 3, 4, 5, 6]  
ergebniss = [x for x in a if x > 3]  
print(ergebniss)
```

```
[4, 5, 6]
```

💡 Zwischenübung: Array-Slicing

Wählen Sie die farblich markierten Bereiche aus dem Array “matrix” mit den eben gelernten Möglichkeiten des Array-Slicing aus.

0	2	11	18	47	33	48	9	31	8	41
1	55	1	8	3	91	56	17	54	23	12
2	19	99	56	72	6	13	34	16	77	56
3	37	75	67	5	46	98	57	19	14	7
4	4	57	32	78	56	12	43	61	3	88
5	96	16	92	18	50	90	35	15	36	97
6	75	4	38	53	1	79	56	73	45	56
7	15	76	11	93	87	8	2	58	86	94
8	51	14	60	57	74	42	59	71	88	52
9	49	6	43	39	17	18	95	6	44	75
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9

```

matrix = np.array([
    [2, 11, 18, 47, 33, 48, 9, 31, 8, 41],
    [55, 1, 8, 3, 91, 56, 17, 54, 23, 12],
    [19, 99, 56, 72, 6, 13, 34, 16, 77, 56],
    [37, 75, 67, 5, 46, 98, 57, 19, 14, 7],
    [4, 57, 32, 78, 56, 12, 43, 61, 3, 88],
    [96, 16, 92, 18, 50, 90, 35, 15, 36, 97],
    [75, 4, 38, 53, 1, 79, 56, 73, 45, 56],
    [15, 76, 11, 93, 87, 8, 2, 58, 86, 94],
    [51, 14, 60, 57, 74, 42, 59, 71, 88, 52],
    [49, 6, 43, 39, 17, 18, 95, 6, 44, 75]
])

```

Lösung

- Rot: matrix[1,3]
- Grün: matrix[4:6,2:6]
- Pink: matrix[:,7]
- Orange: matrix[7,:5]
- Blau: matrix[-1,-1]

15 Array Manipulation

15.1 Ändern der Form

Durch verschiedene Funktionen lassen sich die Form und die Einträge der Arrays verändern.

Eine der wichtigsten Array Operationen ist das Transponieren. Dabei werden Reihen in Spalten und Spalten in Reihe umgewandelt.

```
matrix = np.array([[1, 2, 3], [4, 5, 6]])
print(matrix)
```

```
[[1 2 3]
 [4 5 6]]
```

Transponieren wir dieses Array nun erhalten wir:

```
print(np.transpose(matrix))
```

```
[[1 4]
 [2 5]
 [3 6]]
```

Haben wir ein nun diese Matrix und wollen daraus einen Vektor erstellen so können wir die Funktion `np.flatten()` benutzen:

```
vector = matrix.flatten()
print(vector)
```

```
[1 2 3 4 5 6]
```

Um wieder eine zweidimensionale Datenstruktur zu erhalten, benutzen wir die Funktion `np.reshape(Ziel, Form)`

```
print(np.reshape(matrix, [3, 2]))
```

```
[[1 2]
 [3 4]
 [5 6]]
```

Möchten wir den Inhalt eines bereits bestehenden Arrays erweitern, verkleinern oder ändern bietet NumPy ebenfalls die passenden Funktionen.

Haben wir ein leeres Array oder wollen wir ein schon volles Array erweitern benutzen wir die Funktion `np.append()`. Dabei hängen wir einen Wert an das bereits bestehende Array an.

```
liste = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])

neue_liste = np.append(liste, 7)
print(neue_liste)
```

```
[1 2 3 4 5 6 7]
```

Gegebenenfalls ist es nötig einen Wert nicht am Ende, sondern an einer beliebigen Position im Array einzufügen. Das passende Werkzeug ist hier die Funktion `np.insert(Array, Position, Einschub)`. Im folgenden Beispiel wird an der dritten Stelle die Zahl 7 eingesetzt.

```
liste = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])

neue_liste = np.insert(liste, 3, 7)
print(neue_liste)
```

```
[1 2 3 7 4 5 6]
```

Wenn sich neue Elemente einfügen lassen, können natürlich auch Elemente gelöscht werden. Hierfür wird die Funktion `np.delete(Array, Position)` benutzt, die ein Array und die Position der zu löschenen Funktion übergeben bekommt.

```
liste = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])

neue_liste = np.delete(liste, 3)
print(neue_liste)
```

```
[1 2 3 5 6]
```

Zuletzt wollen wir uns noch die Verbindung zweier Arrays anschauen. Im folgenden Beispiel wird dabei das Array `b` an das Array `a` mithilfe der Funktion `np.concatenate((Array a, Array b))` angehängt.

```
a = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 6])
b = np.array([7, 8, 9, 10])

neue_liste = np.concatenate((a, b))
print(neue_liste)
```

```
[ 1  2  3  4  5  6  7  8  9 10]
```

15.2 Sortieren von Arrays

NumPy bietet auch die Möglichkeit, Arrays zu sortieren. Im folgenden Beispiel starten wir mit einem unsortierten Array. Mit der Funktion `np.sort()` erhalten wir ein sortiertes Array.

```
import numpy as np
unsortiert = np.array([4, 2, 1, 6, 3, 5])

sortiert = np.sort(unsortiert)

print(sortiert)
```

```
[1 2 3 4 5 6]
```

15.3 Unterlisten mit einzigartigen Werten

Arbeitet man mit Daten bei denen zum Beispiel Projekte Personalnummern zugeordnet werden hat man Daten mit einer endlichen Anzahl an Personalnummern, die jedoch mehrfach vorkommen können wenn diese an mehr als einem Projekt gleichzeitig arbeiten.

Möchte man nun eine Liste die jede Nummer nur einmal enthält, kann die Funktion `np.unique` verwendet werden.

```
import numpy as np
liste_mit_dopplungen = np.array([4, 1, 1, 6, 3, 4, 7, 3, 3])

einzigartige_werte = np.unique(liste_mit_dopplungen)

print(einzigartige_werte)
```

[1 3 4 6 7]

Setzt man dann noch die Option `return_counts=True` kann in einer zweiten Variable gespeichert werden, wie oft jeder Wert vorkommt.

```
import numpy as np
liste_mit_dopplungen = np.array([4, 1, 1, 6, 3, 4, 7, 3, 3])

einzigartige_werte, anzahl = np.unique(liste_mit_dopplungen, return_counts=True)

print(anzahl)
```

[2 3 2 1 1]

💡 Zwischenübung: Arraymanipulation

Gegeben ist das folgende zweidimensionale Array `matrix`:

```
matrix = np.array([
    [4, 7, 2, 8],
    [1, 5, 3, 6],
    [9, 2, 4, 7]
])
```

1. Ändern Sie die Form des Arrays `matrix` in ein eindimensionales Array.
2. Sortieren Sie das eindimensionale Array in aufsteigender Reihenfolge.
3. Ändern Sie die Form des sortierten Arrays in ein zweidimensionales Array mit 2 Zeilen und 6 Spalten.
4. Bestimmen Sie die eindeutigen Elemente im ursprünglichen Array `matrix` und geben Sie diese aus.

Lösung

```
matrix = np.array([
    [4, 7, 2, 8],
    [1, 5, 3, 6],
    [9, 2, 4, 7]
])

# 1. Ändern der Form in ein eindimensionales Array
flat_array = matrix.flatten()

# 2. Sortieren des eindimensionalen Arrays in aufsteigender Reihenfolge
sorted_array = np.sort(flat_array)

# 3. Ändern der Form des sortierten Arrays in ein 2x6-Array
reshaped_array = sorted_array.reshape(2, 6)

# 4. Bestimmen der eindeutigen Elemente im ursprünglichen Array
unique_elements_original = np.unique(matrix)
```

16 Lesen und Schreiben von Dateien

Das Modul numpy stellt Funktionen zum Lesen und Schreiben von strukturierten Textdateien bereit.

16.1 Lesen von Dateien

Zum Lesen von strukturierten Textdateien, z.B. im CSV-Format (comma separated values), kann die `np.loadtxt()`-Funktion verwendet werden. Diese bekommt als Argumente den einzulesenden Dateinamen und weitere Optionen zur Definition der Struktur der Daten. Der Rückgabewert ist ein (mehrdimensionales) Array.

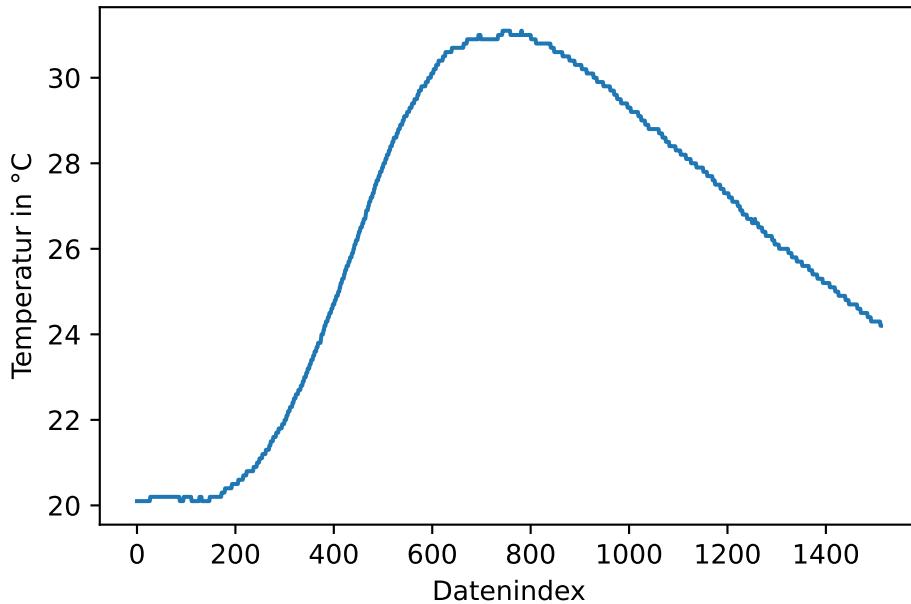
Im folgenden Beispiel wird die Datei `TC01.csv` eingelesen und deren Inhalt graphisch dargestellt. Die erste Zeile der Datei wird dabei ignoriert, da sie als Kommentar – eingeleitet durch das `#`-Zeichen – interpretiert wird.

```
dateiname = '01-daten/TC01.csv'  
daten = np.loadtxt(dateiname)
```

```
print("Daten:", daten)  
print("Form:", daten.shape)
```

```
Daten: [20.1 20.1 20.1 ... 24.3 24.2 24.2]  
Form: (1513,)
```

```
plt.plot(daten)  
plt.xlabel('Datenindex')  
plt.ylabel('Temperatur in °C');
```



Standardmäßig erwartet die `np.loadtxt()`-Funktion Komma separierte Werte. Werden die Daten durch ein anderes Trennzeichen getrennt, kann mit der Option `delimiter = ""` ein anderes Trennzeichen ausgewählt werden. Beispielsweise würde der Funktionsaufruf bei einem Semikolon folgendermaßen aussehen: `np.loadtxt(data.txt, delimiter = ";")`

Beginnt die Datei mit den Daten mit Zeilen bezüglich zusätzlichen Informationen wie Einheiten oder Experimentdaten, können diese mit der Option `skiprows= #Reihenübersprünge` werden.

16.2 Schreiben von Dateien

Zum Schreiben von Arrays in Dateien, kann die in numpy verfügbare Funktion `np.savetxt()` verwendet werden. Dieser müssen mindestens die zu schreibenden Arrays als auch ein Dateiname übergeben werden. Darüber hinaus sind zahlreiche Formatierungs- bzw. Strukturierungsoptionen möglich.

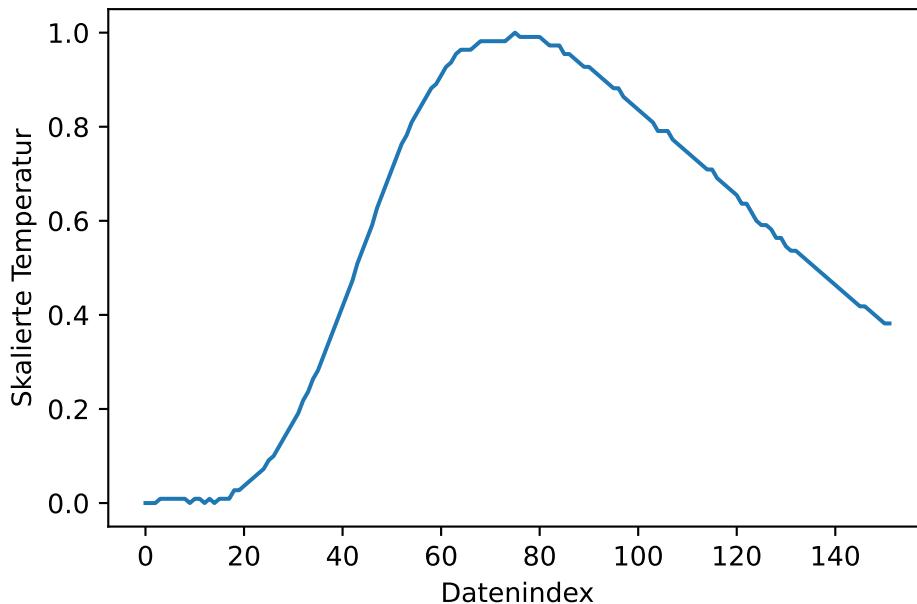
Folgendes Beispiel skaliert die oben eingelesenen Daten und schreibt jeden zehnten Wert in eine Datei. Dabei wird auch ein Kommentar (`header`-Argument) am Anfang der Datei erzeugt. Das AusabefORMAT der Zahlen kann mit dem `fmt`-Argument angegeben werden. Das Format ähnelt der Darstellungsweise, welche bei den formatierten Zeichenketten vorgestellt wurde.

```
wertebereich = np.max(daten) - np.min(daten)
daten_skaliert = ( daten - np.min(daten) ) / wertebereich
daten_skaliert = daten_skaliert[::-10]
```

```

plt.plot(daten_skaliert)
plt.xlabel('Datenindex')
plt.ylabel('Skalierte Temperatur');

```



Beim Schreiben der Datei wird ein mehrzeiliger Kommentar mithilfe des Zeilenumbruchzeichens \n definiert. Die Ausgabe der Gleitkommazahlen wird mit %5.2f formatiert, was 5 Stellen insgesamt und zwei Nachkommastellen entspricht.

```

# Zuweisung ist auf mehrere Zeilen aufgeteilt, aufgrund der
# schmalen Darstellung im Skript
kommentar = f'Daten aus {dateiname} skaliert auf den Bereich ' + \
            '0 bis 1 \noriginale Min / Max:' + \
            f'{np.min(daten)}/{np.max(daten)}'
neu_dateiname = '01-daten/TC01_skaliert.csv'

np.savetxt(neu_dateiname, daten_skaliert,
           header=kommentar, fmt='%.2f')

```

Zum Veranschaulichen werden die ersten Zeilen der neuen Datei ausgegeben.

```

# Einlesen der ersten Zeilen der neu erstellten Datei
datei = open(neu_dateiname, 'r')
for i in range(10):

```

```
    print( datei.readline() , end=' ')
datei.close()

# Daten aus 01-daten/TC01.csv skaliert auf den Bereich 0 bis 1
# originales Min / Max:20.1/31.1
0.00
0.00
0.00
0.01
0.01
0.01
0.01
0.01
```

17 Arbeiten mit Bildern

Bilder werden digital als Matrizen gespeichert. Dabei werden pro Pixel drei Farbwerte (rot, grün, blau) gespeichert. Aus diesen drei Farbwerten (Wert 0-255) werden dann alle gewünschten Farben zusammengestellt.

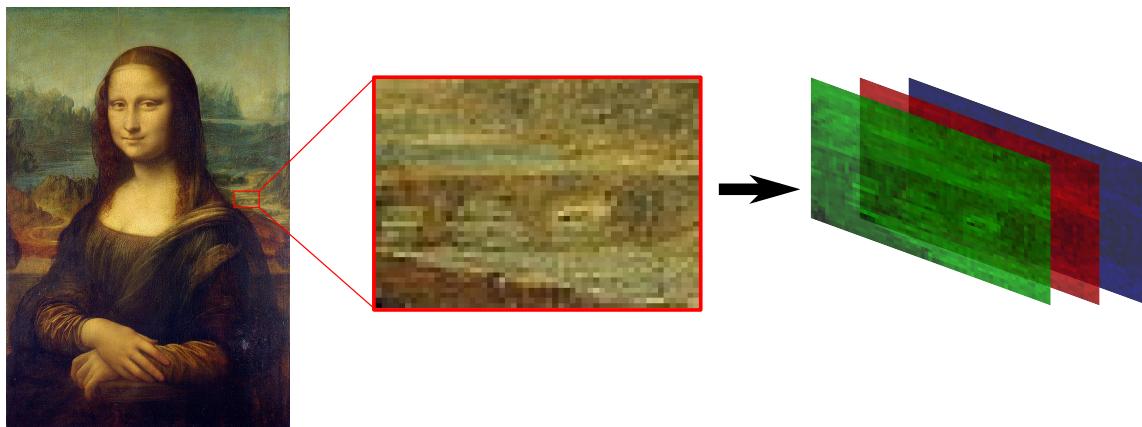


Figure 17.1: Ein hochauflöste Bild besteht aus sehr vielen Pixeln. Jedes Pixel enthält 3 Farbwerte, einen für die Farbe Grün, einen für Blau und einen für Rot.

Aufgrund der digitalen Darstellung von Bildern lassen sich diese mit den Werkzeugen von NumPy leicht bearbeiten. Wir verwenden für folgendes Beispiel als Bild die Monas Lisa. Das Bild ist unter folgendem [Link](#) zu finden.

Importieren wir dieses Bild nun mit der Funktion `imread()` aus dem matplotlib-package, sehen wir das es um ein dreidimensionales numpy Array handelt.

```
import matplotlib.pyplot as plt

data = plt.imread("00-bilder/mona_lisa.jpg")
print("Form:", data.shape)
```

Form: (1024, 677, 3)

Schauen wir uns einmal mit der `print()`-Funktion einen Ausschnitt dieser Daten an.

```
print(data)
```

```
[[[ 68  62  38]
 [ 88  82  56]
 [ 92  87  55]
 ...
 [ 54  97  44]
 [ 68 110  60]
 [ 69 111  63]]
```

```
[[ 65  59  33]
 [ 68  63  34]
 [ 83  78  46]
 ...
 [ 66 103  51]
 [ 66 103  52]
 [ 66 102  56]]
```

```
[[ 97  90  62]
 [ 87  80  51]
 [ 78  72  38]
 ...
 [ 79 106  53]
 [ 62  89  38]
 [ 62  88  41]]
```

```
...
```

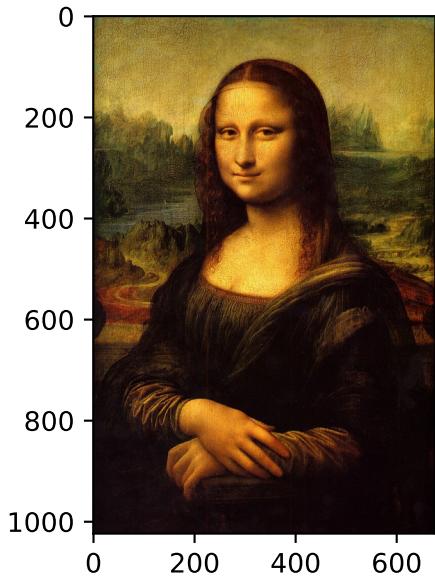
```
[[ 25  14  18]
 [ 21  10  14]
 [ 20   9  13]
 ...
 [ 11   5   9]
 [ 11   5   9]
 [ 10   4   8]]
```

```
[[ 23  12  16]
 [ 23  12  16]
 [ 21  10  14]
 ...
 [ 11   5   9]
 [ 11   5   9]
```

```
[ 10   4   8]]  
  
[[ 22  11  15]  
 [ 26  15  19]  
 [ 24  13  17]  
 ...  
 [ 11   5   9]  
 [ 10   4   8]  
 [  9   3   7]]]
```

Mit der Funktion `plt.imshow` kann das Bild in Echtfarben dargestellt werden. Dies funktioniert, da die Funktion die einzelnen Ebenen, hier der letzte Index, des Datensatzes als Farbinformationen (rot, grün, blau) interpretiert. Wäre noch eine vierte Ebene dabei, würde sie als individueller Transparenzwert verwendet worden.

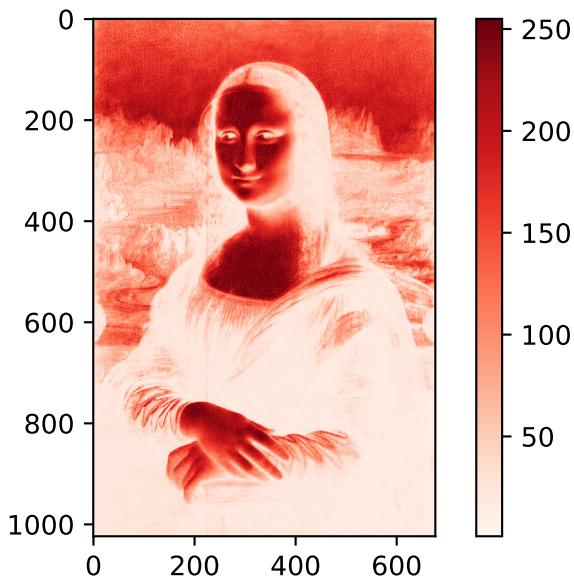
```
plt.imshow(data)
```



Natürlich können auch die einzelnen Farbebenen individuell betrachtet werden. Dazu wird der letzte Index festgehalten. Hier betrachten wir nur den roten Anteil des Bildes. Stellen wir ein einfaches Array dar, werden die Daten in schwarz-weiß ausgegeben. Mit Hilfe der Option `cmap='Reds'` können wir die Farbskala anpassen.

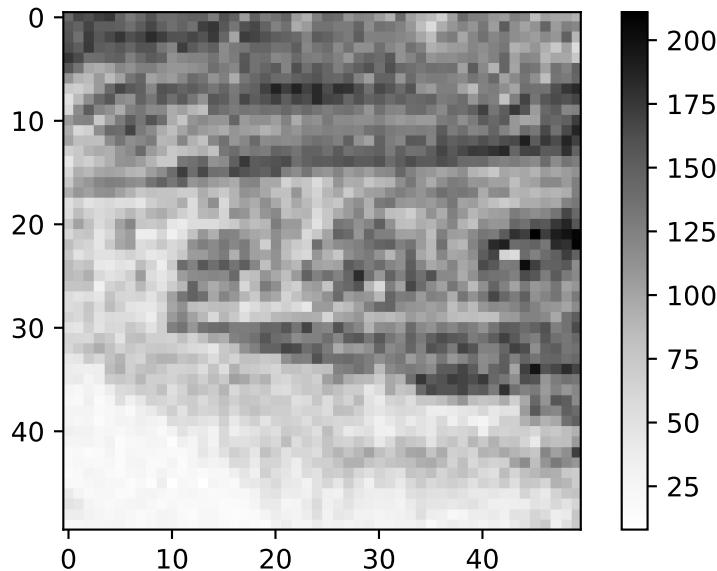
```
# Als Farbskale wird die Rotskala  
# verwendet 'Reds'
```

```
plt.imshow( data[:, :, 0], cmap='Reds' )
plt.colorbar()
plt.show()
```



Da die Bilddaten als Arrays gespeichert sind, sind viele der möglichen Optionen, z.B. zur Teilauswahl oder Operationen, verfügbar. Das untere Beispiel zeigt einen Ausschnitt im Rotkanal des Bildes.

```
bereich = np.array(data[450:500, 550:600, 0], dtype=float)
plt.imshow( bereich, cmap="Greys" )
plt.colorbar()
```



Betrachten wir nun eine komplexere Operation an Bilddaten, den [Laplace-Operator](#). Er kann genutzt werden um Ränder von Objekten zu identifizieren. Dazu wird für jeden Bildpunkt $B_{i,j}$ – außer an den Rändern – folgender Wert $\phi_{i,j}$ berechnet:

$$\phi_{i,j} = |B_{i-1,j} + B_{i,j-1} - 4 \cdot B_{i,j} + B_{i+1,j} + B_{i,j+1}|$$

Folgende Funktion implementiert diese Operation. Darüber hinaus werden alle Werte von ϕ unterhalb eines Schwellwerts auf Null und oberhalb auf 255 gesetzt.

```
def img_lap(data, schwellwert=25):

    # Erstellung einer Kopie der Daten, nun jedoch als
    # Array mit Gleitkommazahlen
    bereich = np.array(data, dtype=float)

    # Aufteilung der obigen Gleichung in zwei Teile
    lapx = bereich[2:, :] - 2*bereich[1:-1, :] + bereich[:-2, :]
    lapy = bereich[:, 2:] - 2*bereich[:, 1:-1] + bereich[:, :-2]

    # Zusammenführung der Teile und Bildung des Betrags
    lap = np.abs(lapx[:,1:-1] + lapy[1:-1, :])

    # Schwellwertanalyse
    lap[lap > schwellwert] = 255
    lap[lap < schwellwert] = 0
```

```
return lap
```

Betrachten wir ein Bild vom Haspel Campus in Wuppertal ein: [Bild](#). Die Anwendung des Laplace-Operators auf den oberen Bildausschnitt ergibt folgende Ausgabe:

```
data = plt.imread('01-daten/campus_haspel.jpeg')
bereich = np.array(data[1320:1620, 400:700, 1], dtype=float)

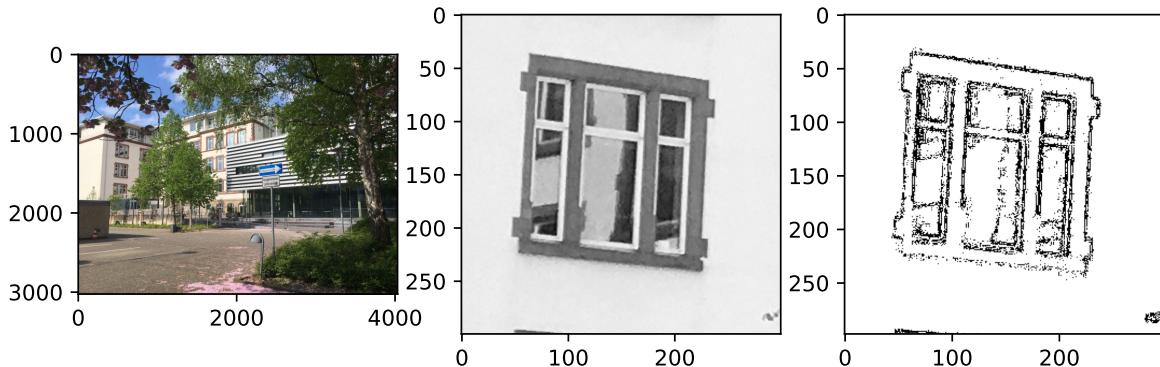
lap = img_lap(bereich)

plt.figure(figsize=(9, 3))

ax = plt.subplot(1, 3, 1)
ax.imshow(data, cmap="Greys_r")

ax = plt.subplot(1, 3, 2)
ax.imshow(bereich, cmap="Greys_r");

ax = plt.subplot(1, 3, 3)
ax.imshow(lap, cmap="Greys");
```



Wir können damit ganz klar die Formen des Fensters erkennen.

Wollen wir zum Beispiel eine Farbkomponente bearbeiten und dann das Bild wieder zusammensetzen, benötigen wir die Funktion `np.dstack((rot, grün, blau)).astype('uint8')`, wobei `rot`, `grün` und `blau` die jeweiligen 2D-Arrays sind. Versuchen wir nun die grüne Farbe aus dem Baum links zu entfernen.

Wichtig ist, dass die Daten nach dem Zusammensetzen im Format `uint8` vorliegen, deswegen die Methode `.astype('uint8')`.

```

data = plt.imread('01-daten/campus_haspel.jpeg')

# Speichern der einzelnen Farben in Arrays
rot = np.array(data[:, :, 0], dtype=float)
gruen = np.array(data[:, :, 1], dtype=float)
blau = np.array(data[:, :, 2], dtype=float)

# Setzen wir den Bereich des linken Baumes im Array auf 0
gruen_neu = gruen.copy()
gruen_neu[800:2000, 700:1700] = 0

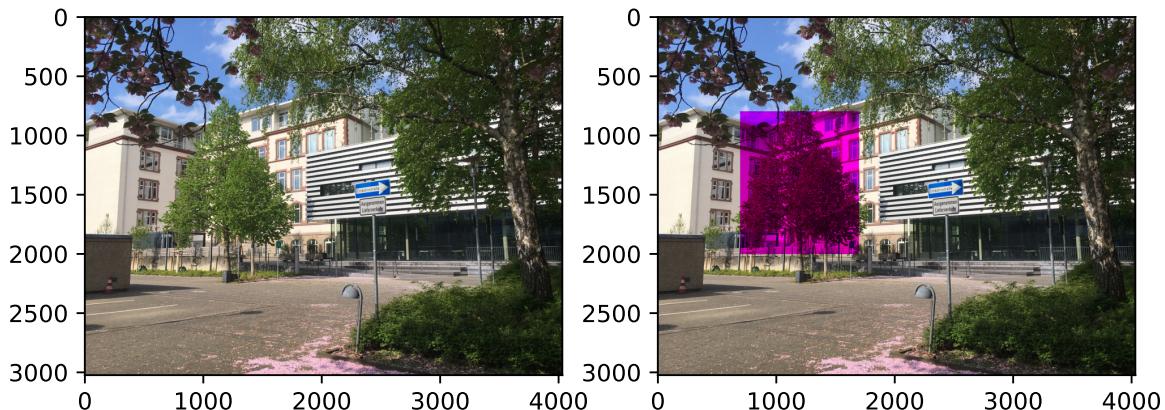
zusammengesetzt = np.dstack((rot, gruen_neu, blau)).astype('uint8')

plt.figure(figsize=(8, 5))

ax = plt.subplot(1, 2, 1)
ax.imshow(data, cmap="Greys_r")

ax = plt.subplot(1, 2, 2)
ax.imshow(zusammengesetzt)

```



💡 Zwischenübung: Bilder bearbeiten

Lesen Sie folgendes Bild vom Haspel Campus in Wuppertal ein: [Bild](#)
 Extrahieren Sie den blauen Anteil und lassen Sie sich die Zeile in der Mitte des Bildes ausgeben, so wie einen beliebigen Bildausschnitt.

Lösung

```
import numpy as np
import matplotlib.pyplot as plt

data = plt.imread('01-daten/campus_haspel.jpeg')

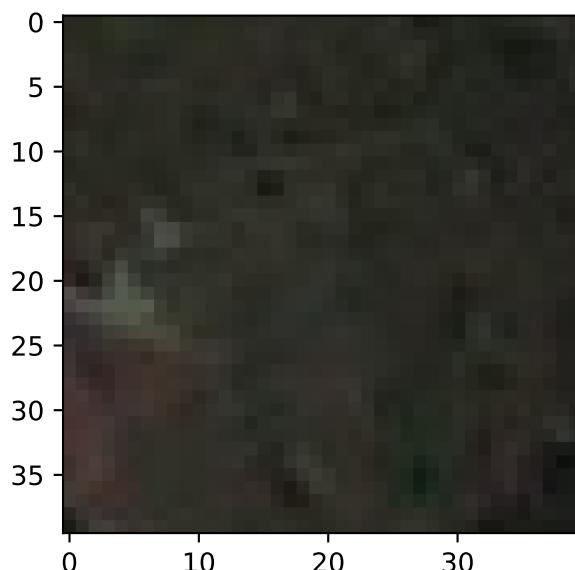
form = data.shape
print("Form:", data.shape)

blau = data[:, :, 2]
plt.imshow(blau, cmap='Blues')

zeile = data[int(form[0]/2), :, 2]
print(zeile)

ausschnitt = data[10:50, 10:50, :]
plt.imshow(ausschnitt)
```

Form: (3024, 4032, 3)
[221 220 220 ... 28 28 28]



18 Lernzielkontrolle

Herzlich willkommen zur Lernzielkontrolle!

Diese Selbstlernkontrolle dient dazu, Ihr Verständnis der bisher behandelten Themen zu überprüfen und Ihnen die Möglichkeit zu geben, Ihren Lernfortschritt eigenständig zu bewerten. Sie ist so konzipiert, dass Sie Ihre Stärken und Schwächen erkennen und gezielt an den Bereichen arbeiten können, die noch verbessert werden müssen.

Es stehen hier zwei Möglichkeiten zur Verfügung ihr Wissen zu prüfen. Sie können das Quiz benutzen, welches Sie automatisch durch die verschiedenen Themen führt. Alternativ finden Sie darunter normale Frage wie Sie bisher im Skript verwendet wurden.

Bitte nehmen Sie sich ausreichend Zeit für die Bearbeitung der Fragen und gehen Sie diese in Ruhe durch. Seien Sie ehrlich zu sich selbst und versuchen Sie, die Aufgaben ohne Hilfsmittel zu lösen, um ein realistisches Bild Ihres aktuellen Wissensstands zu erhalten. Sollten Sie bei einer Frage Schwierigkeiten haben, ist dies ein Hinweis darauf, dass Sie in diesem Bereich noch weiter üben sollten.

Viel Erfolg bei der Bearbeitung und beim weiteren Lernen!

Aufgabe 1

Wie wird das NumPy-Paket typischerweise eingebunden?

Aufgabe 2

Erstellen Sie mit Hilfe von NumPy die folgenden Arrays:

1. Erstellen sie aus der Liste [1, 2, 3] ein numPy Array
2. Ein eindimensionales Array, das die Zahlen von 0 bis 9 enthält.
3. Ein zweidimensionales Array der Form $3 \times 3 \times 3$, das nur aus Einsen besteht.
4. Ein eindimensionales Array, das die Zahlen von 10 bis 50 (einschließlich) in Schritten von 5 enthält.

Aufgabe 3

Was ist der Unterschied zwischenden den Funktionen `np.ndim`, `np.shape` und `np.size`

Aufgabe 4

Welchen Datentyp besitzt folgendes Array? Mit welcher Funktion kann ich den Datentypen eines Arrays auslesen?

```
vector = np.array([ 4.8,  8.2, 15.6, 16.6, 23.2, 42.8 ])
```

Aufgabe 5

Führen Sie mit den folgenden zwei Arrays diese mathematischen Operationen durch:

a = [5, 1, 3, 6, 4] und b = [6, 5, 2, 6, 9]

1. Addieren Sie beide Arrays
2. Berechnen Sie das elementweise Produkt von a und b
3. Addieren Sie zu jedem Eintrag von a 3 dazu

Aufgabe 6

a = [9, 2, 3, 1, 3]

1. Bestimmen Sie Mittelwert und Standardabweichung für das Array a
2. Bestimmen Sie Minimum und Maximum der Liste

Aufgabe 7

```
matrix = np.array([
    [ 1,  2,  3,  4,  5],
    [ 6,  7,  8,  9, 10],
    [11, 12, 13, 14, 15],
    [16, 17, 18, 19, 20],
    [21, 22, 23, 24, 25]
])
```

1. Extrahieren Sie die erste Zeile.
2. Extrahieren Sie die letzte Spalte.
3. Extrahieren Sie die Untermatrix, die aus den Zeilen 2 bis 4 und den Spalten 1 bis 3 besteht.

Aufgabe 8

```
array = np.arange(1, 21)
```

1. Ändern Sie die Form des Arrays in eine zweidimensionale Matrix der Form 4×5 .
2. Ändern Sie die Form des Arrays in eine zweidimensionale Matrix der Form 5×4 .
3. Ändern Sie die Form des Arrays in eine dreidimensionale Matrix der Form $2 \times 2 \times 5$.
4. Flachen Sie das dreidimensionale Array aus Aufgabe 3 wieder zu einem eindimensionalen Array ab.
5. Transponieren Sie die $4 \times 54 \times 5$ -Matrix aus Aufgabe 1.

Aufgabe 9

Mit welchen zwei Funktionen können Daten aus einer Datei gelesen und in einer Datei gespeichert werden?

Aufgabe 10

Sie möchten aus einem Bild die Bilddaten einer Farbkomponente isolieren. Was müssen Sie dafür tun?

Lösung

Aufgabe 1

```
import numpy as np
```

Aufgabe 2

```
# 1.  
np.array([1, 2, 3])  
  
# 2.  
print(np.arange(10))  
  
# 3.  
print(np.ones((3, 3)))  
  
# 4.  
print(np.arange(10, 51, 5))
```

```
[0 1 2 3 4 5 6 7 8 9]  
[[1. 1. 1.]  
 [1. 1. 1.]  
 [1. 1. 1.]]  
[10 15 20 25 30 35 40 45 50]
```

Aufgabe 3

`np.ndim`: Gibt die Anzahl der Dimensionen zurück `np.shape`: Gibt die Längen der einzelnen Dimensionen wieder `np.size`: Gibt die Anzahl aller Elemente aus

Aufgabe 4

Da es sich hier um Gleitkommazahlen handelt, ist der Datentyp `float.64`.

```
vector = np.array([ 4.8,  8.2, 15.6, 16.6, 23.2, 42.8 ])  
print(vector.dtype)
```

```
float64
```

Aufgabe 5

```

a = np.array([5, 1, 3, 6, 4])
b = np.array([6, 5, 2, 6, 9])

# 1.
ergebnis = a + b
print("Die Summe beider Vektoren ergibt: ", ergebnis)

# 2.
ergebnis = a * b
print("Das Produkt beider Vektoren ergibt: ", ergebnis)

# 3.
ergebnis = a + 3
print("Die Summe von a und 3 ergibt: ", ergebnis)

```

Die Summe beider Vektoren ergibt: [11 6 5 12 13]
 Das Produkt beider Vektoren ergibt: [30 5 6 36 36]
 Die Summe von a und 3 ergibt: [8 4 6 9 7]

Aufgabe 6

```

a = np.array([9, 2, 3, 1, 3])

# 1.
mittelwert = np.mean(a)
print("Der Mittelwert ist: ", mittelwert)

standardabweichung = np.std(a)
print("Die Standardabweichung von a beträgt: ", standardabweichung)

# 2.
minimum = np.min(a)
print("Das Minimum beträgt: ", minimum)

maximum = np.max(a)
print("Das Maximum beträgt: ", maximum)

```

Der Mittelwert ist: 3.6
 Die Standardabweichung von a beträgt: 2.8000000000000003
 Das Minimum beträgt: 1
 Das Maximum beträgt: 9

Aufgabe 7

```
matrix = np.array([
    [ 1,  2,  3,  4,  5],
    [ 6,  7,  8,  9, 10],
    [11, 12, 13, 14, 15],
    [16, 17, 18, 19, 20],
    [21, 22, 23, 24, 25]
])

# 1. Erste Zeile
print(matrix[0,:])

# 2.
print(matrix[:, -1])

# 3.
print(matrix[1:4, 0:3])
```

```
[1 2 3 4 5]
[ 5 10 15 20 25]
[[ 6  7  8]
 [11 12 13]
 [16 17 18]]
```

Aufgabe 8

```

array = np.arange(1, 21)

# 1. Ändern der Form in eine 4x5-Matrix
matrix_4x5 = array.reshape(4, 5)

# 2. Ändern der Form in eine 5x4-Matrix
matrix_5x4 = array.reshape(5, 4)

# 3. Ändern der Form in eine 2x2x5-Matrix
matrix_2x2x5 = array.reshape(2, 2, 5)

# 4. Abflachen der 2x2x5-Matrix zu einem eindimensionalen Array
flattened_array = matrix_2x2x5.flatten()

# 5. Transponieren der 4x5-Matrix
transposed_matrix = matrix_4x5.T

# Ausgabe der Ergebnisse (optional)
print("Originales Array:", array)
print("4x5-Matrix:\n", matrix_4x5)
print("5x4-Matrix:\n", matrix_5x4)
print("2x2x5-Matrix:\n", matrix_2x2x5)
print("Abgeflachtes Array:", flattened_array)
print("Transponierte 4x5-Matrix:\n", transposed_matrix)

```

Originales Array: [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20]

4x5-Matrix:

```

[[ 1  2  3  4  5]
 [ 6  7  8  9 10]
 [11 12 13 14 15]
 [16 17 18 19 20]]

```

5x4-Matrix:

```

[[ 1  2  3  4]
 [ 5  6  7  8]
 [ 9 10 11 12]
 [13 14 15 16]
 [17 18 19 20]]

```

2x2x5-Matrix:

```

[[[ 1  2  3  4  5]
 [ 6  7  8  9 10]]
```

```
[[11 12 13 14 15]
 [16 17 18 19 20]]
```

Abgeflachtes Array: [1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20]

Transponierte 4x5-Matrix:

```
[[ 1 6 11 16]
 [ 2 7 12 17]
 [ 3 8 13 18]
 [ 4 9 14 19]
 [ 5 10 15 20]]
```

Aufgabe 9

Die passenden Funktionen sind `np.loadtxt()` und `np.savetxt()`.

Aufgabe 10

Typischerweise sind Bilddaten große Matrizen wobei die Farben in drei unterschiedlichen Matrizen gespeichert werden. Dabei ist die Farbreihenfolge oft “Rot”, “Grün” und “Blau”. Dementsprechen müssen wir wenn wie Daten in der Matrix `data` gespeichert sind mit Slicing eine Dimension auswählen: `data[:, :, 0]`, wobei die Zahl 0-2 für die jeweilige Farbe steht.

19 Übung

19.1 Aufgabe 1 Filmdatenbank

In der ersten Aufgabe wollen wir fiktive Daten für Filmbewertungen untersuchen. Das Datenset ist dabei vereinfacht und beinhaltet folgende Spalten:

1. Film ID
2. Benutzer ID
3. Bewertung

Hier ist das Datenset:

```
import numpy as np

bewertungen = np.array([
    [1, 101, 4.5],
    [1, 102, 3.0],
    [2, 101, 2.5],
    [2, 103, 4.0],
    [3, 101, 5.0],
    [3, 104, 3.5],
    [3, 105, 4.0]
])
```

💡 a) Bestimmen Sie die jemals niedrigste und höchste Bewertung, die je gegeben wurde

Lösung

```
niedrigste_bewertung = np.min(bewertungen[:,2])  
  
print("Die niedrigste jemals gegebene Bewertung ist:", niedrigste_bewertung)  
  
hoechste_bewertung = np.max(bewertungen[:,2])  
  
print("Die höchste jemals gegebene Bewertung ist:", hoechste_bewertung)  
  
Die niedrigste jemals gegebene Bewertung ist: 2.5  
Die höchste jemals gegebene Bewertung ist: 5.0
```

💡 b) Nennen Sie alle Bewertungen für Film 1

Lösung

```
bewertungen_film_1 = bewertungen[np.where(bewertungen[:,0]==1)]  
  
print("Bewertungen für Film 1:\n", bewertungen_film_1)  
  
Bewertungen für Film 1:  
[[ 1. 101. 4.5]  
 [ 1. 102. 3. ]]
```

💡 c) Nennen Sie alle Bewertungen von Person 101

Lösung

```
bewertungen_101 = bewertungen[np.where(bewertungen[:,1]==101)]  
  
print("Bewertungen von Person 101:\n", bewertungen_101)
```

Bewertungen von Person 101:

```
[[ 1. 101. 4.5]  
 [ 2. 101. 2.5]  
 [ 3. 101. 5. ]]
```

💡 d) Berechnen Sie die mittlere Bewertung für jeden Film und geben Sie diese nacheinander aus

Lösung

```
for ID in [1, 2, 3]:  
  
    mittelwert = np.mean(bewertungen[np.where(bewertungen[:,0]==ID),2])  
  
    print("Die Mittlere Bewertung für Film", ID, "beträgt:", mittelwert)
```

Die Mittlere Bewertung für Film 1 beträgt: 3.75

Die Mittlere Bewertung für Film 2 beträgt: 3.25

Die Mittlere Bewertung für Film 3 beträgt: 4.1666666666666667

💡 e) Finden Sie den Film mit der höchsten Bewertung

Lösung

```
index_hoechste_bewertung = np.argmax(bewertungen[:,2])  
  
print(bewertungen[index_hoechste_bewertung,:])  
  
[ 3. 101. 5.]
```

💡 f) Finden Sie die Person mit den meisten Bewertungen

Lösung

```
einzigartige_person, anzahl = np.unique(bewertungen[:, 1], return_counts=True)  
meist_aktiver_person = einzigartige_person[np.argmax(anzahl)]  
print("Personen mit den meisten Bewertungen:", meist_aktiver_person)
```

Personen mit den meisten Bewertungen: 101.0

💡 g) Nennen Sie alle Filme mit einer Wertung von 4 oder besser.

Lösung

```
index_bewertung_besser_vier = bewertungen[:, 2] >= 4  
print("Filme mit einer Wertung von 4 oder besser:")  
print(bewertungen[index_bewertung_besser_vier, :])
```

Filme mit einer Wertung von 4 oder besser:

```
[[ 1.  101.    4.5]  
 [ 2.  103.    4. ]  
 [ 3.  101.    5. ]  
 [ 3.  105.    4. ]]
```

💡 h) Film Nr. 4 ist erschienen. Der Film wurde von Person 102 mit einer Note von 3.5 bewertet. Fügen Sie diesen zur Datenbank hinzu.

Lösung

```
neue_bewertung = np.array([4, 102, 3.5])  
  
bewertungen = np.append(bewertungen, [neue_bewertung], axis=0)  
  
print(bewertungen)  
  
[[ 1. 101. 4.5]  
 [ 1. 102. 3. ]  
 [ 2. 101. 2.5]  
 [ 2. 103. 4. ]  
 [ 3. 101. 5. ]  
 [ 3. 104. 3.5]  
 [ 3. 105. 4. ]  
 [ 4. 102. 3.5]]
```

💡 i) Person 102 hat sich Film Nr. 1 nochmal angesehen und hat das Ende jetzt doch verstanden. Dementsprechend soll die Bewertung jetzt auf 5.0 geändert werden.

Lösung

```
bewertungen[(bewertungen[:, 0] == 1) &  
             (bewertungen[:, 1] == 102), 2] = 5.0  
  
print("Aktualisieren der Bewertung:\n", bewertungen)
```

Aktualisieren der Bewertung:

```
[[ 1. 101. 4.5]  
 [ 1. 102. 5. ]  
 [ 2. 101. 2.5]  
 [ 2. 103. 4. ]  
 [ 3. 101. 5. ]  
 [ 3. 104. 3.5]  
 [ 3. 105. 4. ]  
 [ 4. 102. 3.5]]
```

19.2 Aufgabe 2 - Kryptographie - Caesar-Chiffre

In dieser Aufgabe wollen wir Text sowohl ver- als auch entschlüsseln.

Jedes Zeichen hat über die sogenannte ASCII-Tabelle einen Zahlenwert zugeordnet.

Table 19.1: Ascii-Tabelle

Buchstabe	ASCII Code	Buchstabe	ASCII Code
a	97	n	110
b	98	o	111
c	99	p	112
d	100	q	113
e	101	r	114
f	102	s	115
g	103	t	116
h	104	u	117
i	105	v	118
j	106	w	119
k	107	x	120
l	108	y	121
m	109	z	122

Der Einfachheit halber ist im Folgenden schon der Code zur Umwandlung von Buchstaben in Zahlenwerten und wieder zurück aufgeführt. Außerdem beschränken wir uns auf Texte mit kleinen Buchstaben.

Ihre Aufgabe ist nun die Zahlenwerte zu verändern.

Zunächste wollen wir eine einfache Caesar-Chiffre anwenden. Dabei werden alle Buchstaben um eine gewisse Anzahl verschoben. Ist Beispielsweise der der Verschlüsselungswert “1” wird aus einem A ein B, einem M, ein N. Ist der Wert “4” wird aus einem A ein E und aus einem M ein Q. Die Verschiebung findet zyklisch statt, das heißt bei einer Verschiebung von 1 wird aus einem Z ein A.

```
import numpy as np

# Funktion, die einen Buchstaben in ihren ASCII-Wert umwandelt
def buchstabe_zu_ascii(c):
    return np.array([ord(c)])

# Funktion, die einen ASCII-Wert in den passenden Buchstaben umwandelt
```

```
def ascii_zu_buchstabe(a):
    return chr(a)
```

- 💡 1. Überlegen Sie sich zunächst wie man diese zyklische Verschiebung mathematisch ausdrücken könnte (Hinweis: Modulo Rechnung)

Lösung

$$\text{ASCII}_{\text{verschoben}} = (\text{ASCII} - 97 + \text{Versatz}) \bmod 26 + 97$$

- 💡 2. Schreiben Sie Code der mit einer Schleife alle Zeichen umwandelt.

Zunächst sollen alle Zeichen in Ascii Code umgewandelt werden. Dann wird die Formel auf die Zahlenwerte angewendet und schlussendlich in einer dritten schleife wieder alle Werte in Buchstaben übersetzt.

Lösung

```
import numpy as np

# Funktion, die einen Buchstaben in ihren ASCII-Wert umwandelt
def buchstabe_zu_ascii(c):
    return ord(c)

# Funktion, die einen ASCII-Wert in den passenden Buchstaben umwandelt
def ascii_zu_buchstabe(a):
    return chr(a)

klartext = "abradabra"
versatz = 3

umgewandelter_text = []
verschluesselte_zahl = []
verschluesselter_text= []

for buchstabe in klartext:
    umgewandelter_text.append(buchstabe_zu_ascii(buchstabe))
print(umgewandelter_text)

for zahl in umgewandelter_text:
    verschluesselt = (zahl - 97 + versatz) % 26 + 97
    verschluesselte_zahl.append(verschluesselt)
print(verschluesselte_zahl)

for zahl in verschluesselte_zahl:
    verschluesselter_text.append(ascii_zu_buchstabe(zahl))
print(verschluesselter_text)

[97, 98, 114, 97, 107, 97, 100, 97, 98, 114, 97]
[100, 101, 117, 100, 110, 100, 103, 100, 101, 117, 100]
['d', 'e', 'u', 'd', 'n', 'd', 'g', 'd', 'e', 'u', 'd']
```

- 💡 3. Ersetzen Sie die Schleife, indem Sie die Rechenoperation mit einem NumPy-Array durchführen

Lösung

```
import numpy as np

# Funktion, die einen Buchstaben in ihren ASCII-Wert umwandelt
def buchstabe_zu_ascii(c):
    return ord(c)

# Funktion, die einen ASCII-Wert in den passenden Buchstaben umwandelt
def ascii_zu_buchstabe(a):
    return chr(a)

klartext = "abracadabra"
versatz = 3

umgewandelter_text = []
verschluesselte_zahl = []
verschluesselter_text= []

for buchstabe in klartext:
    umgewandelter_text.append(buchstabe_zu_ascii(buchstabe))
print(umgewandelter_text)

umgewandelter_text = np.array(umgewandelter_text)
verschluesselte_zahl = (umgewandelter_text - 97 + versatz) % 26 + 97
print(verschluesselte_zahl)

for zahl in verschluesselte_zahl:
    verschluesselter_text.append(ascii_zu_buchstabe(zahl))
print(verschluesselter_text)

[97, 98, 114, 97, 107, 97, 100, 97, 98, 114, 97]
[100 101 117 100 110 100 103 100 101 117 100]
['d', 'e', 'u', 'd', 'n', 'd', 'g', 'd', 'e', 'u', 'd']
```

- 💡 4. Schreiben sie den Code so um, dass der verschlüsselte Text entschlüsselt wird.

Lösung

```
import numpy as np

# Funktion, die einen Buchstaben in ihren ASCII-Wert umwandelt
def buchstabe_zu_ascii(c):
    return ord(c)

# Funktion, die einen ASCII-Wert in den passenden Buchstaben umwandelt
def ascii_zu_buchstabe(a):
    return chr(a)

versatz = 3

umgewandelter_text = []
verschluesselte_zahl = []
entschluesselter_text= []

for buchstabe in verschluesselter_text:
    umgewandelter_text.append(buchstabe_zu_ascii(buchstabe))
print(umgewandelter_text)

umgewandelter_text = np.array(umgewandelter_text)
verschluesselte_zahl = (umgewandelter_text - 97 - versatz) % 26 + 97
print(verschluesselte_zahl)

for zahl in verschluesselte_zahl:
    entschluesselter_text.append(ascii_zu_buchstabe(zahl))
print(entschluesselter_text)

[100, 101, 117, 100, 110, 100, 103, 100, 101, 117, 100]
[ 97  98 114  97 107  97 100  97  98 114  97]
['a', 'b', 'r', 'a', 'k', 'a', 'd', 'a', 'b', 'r', 'a']
```

20 Klausurfragen

Aufgabe 1

Ein rechteckiger Träger aus Beton wird entlang seiner Länge mit einer gleichmäßig verteilten Last belastet. Die Spannungsverteilung entlang der Länge des Trägers soll analysiert werden. Der Träger hat eine Länge von 10 Metern und eine Breite von 0.3 Metern. Die Höhe des Trägers beträgt 0.5 Meter. Die gleichmäßig verteilte Last beträgt 5000 N/m.

1. Erstellen Sie ein NumPy-Array x mit 100 gleichmäßig verteilten Punkten entlang der Länge des Trägers von 0 bis 10 Metern.
2. Berechnen Sie die Biegemomente $M(x)$ entlang der Länge des Trägers unter Verwendung der Formel:

$$\left[M(x) = \frac{w \cdot x \cdot (L - x)}{2} \right]$$

wobei w die verteilte Last (in N/m), x die Position entlang des Trägers (in m) und L die Länge des Trägers (in m) ist.

3. Berechnen Sie die maximale Biegespannung σ_{\max} an jedem Punkt entlang des Trägers unter Verwendung der Formel:

$$\left[\sigma_{\max}(x) = \frac{M(x) \cdot c}{I} \right]$$

wobei c der Abstand von der neutralen Faser zur äußersten Faser des Trägers ist (in m) und I das Flächenträgheitsmoment ist. Das Flächenträgheitsmoment eines rechteckigen Querschnitts ist:

$$\left[I = \frac{b \cdot h^3}{12} \right]$$

wobei b die Breite (in m) und h die Höhe des Trägers (in m) ist.

4. Bestimmen Sie die maximale Biegespannung
5. Plotten Sie die Spannungsverteilung $\sigma_{\max}(x)$ entlang der Länge des Trägers.

Part III

w-python-matplotlib

Preamble



Bausteine Computergestützter Datenanalyse. „Werkzeugbaustein Plotting in Python“ von Lukas Arnold, Simone Arnold, Florian Bagemihl, Matthias Baitsch, Marc Fehr, Maik Poetzsch und Sebastian Seipel ist lizenziert unter CC BY 4.0. Das Werk ist abrufbar unter <https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python-plotting>. Ausgenommen von der Lizenz sind alle Logos und anders gekennzeichneten Inhalte. 2024

Zitiervorschlag

Arnold, Lukas, Simone Arnold, Matthias Baitsch, Marc Fehr, Maik Poetzsch, und Sebastian Seipel. 2024. „Bausteine Computergestützter Datenanalyse. Werkzeugbaustein Plotting in Python“. <https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python-plotting>.

BibTeX-Vorlage

```
@misc{BCD-Styleguide-2024,  
    title={Bausteine Computergestützter Datenanalyse. Werkzeugbaustein Plotting in Python},  
    author={Arnold, Lukas and Arnold, Simone and Baitsch, Matthias and Fehr, Marc and Poetzsch, Maik},  
    year={2024},  
    url={https://github.com/bausteine-der-datenanalyse/w-python-plotting}}
```

Intro

Voraussetzungen

- Grundlagen Python
- Einbinden von zusätzlichen Paketen

Verwendete Pakete und Datensätze

- matplotlib

Bearbeitungszeit

Geschätzte Bearbeitungszeit: 1h

Lernziele

- Einleitung: wie visualisiere ich Daten in Python
- Anpassen von Plots
- Do's & Dont's für wissenschaftliche Plots

21 Einführung in Matplotlib

Matplotlib ist eine der bekanntesten Bibliotheken zur Datenvisualisierung in Python. Sie ermöglicht das Erstellen statischer, animierter und interaktiver Diagramme mit hoher Flexibilität.

21.1 Warum Matplotlib?

- **Breite Unterstützung:** Funktioniert mit NumPy, Pandas und SciPy.
- **Hohe Anpassbarkeit:** Vollständige Kontrolle über Diagramme.
- **Integration in Jupyter Notebooks:** Ideal für interaktive Datenanalyse.
- **Kompatibilität:** Unterstützt verschiedene Ausgabeformate (PNG, SVG, PDF etc.).

21.2 Alternativen zu Matplotlib

Während Matplotlib leistungsstark ist, gibt es Alternativen, die für bestimmte Zwecke besser geeignet sein können:
- **Seaborn:** Basiert auf Matplotlib, erleichtert statistische Visualisierung.
- **Plotly:** Erzeugt interaktive Plots, gut für Dashboards.
- **Bokeh:** Ideal für Web-Anwendungen mit interaktiven Visualisierungen.

21.3 Erstes Beispiel: Einfache Linie plotten

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

# Beispiel-Daten
t = np.linspace(0, 10, 100)
y = np.sin(t)

# Erstellen des Plots
plt.plot(t, y, label='sin(t)')
plt.xlabel('Zeit (s)')
```

```
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Einfaches Linien-Diagramm')
plt.legend()
plt.show()
```

Dieses einfache Beispiel zeigt, wie man mit Matplotlib eine **Sinuskurve** visualisieren kann.

21.4 Nächste Schritte

Im nächsten Kapitel werden wir uns mit den verschiedenen Diagrammtypen beschäftigen, die Matplotlib bietet.

22 Diagrammtypen in Matplotlib

Matplotlib bietet eine Vielzahl von Diagrammtypen, die für unterschiedliche Zwecke geeignet sind. In diesem Kapitel werden die wichtigsten Diagrammtypen vorgestellt und ihre Anwendungsfälle erklärt.

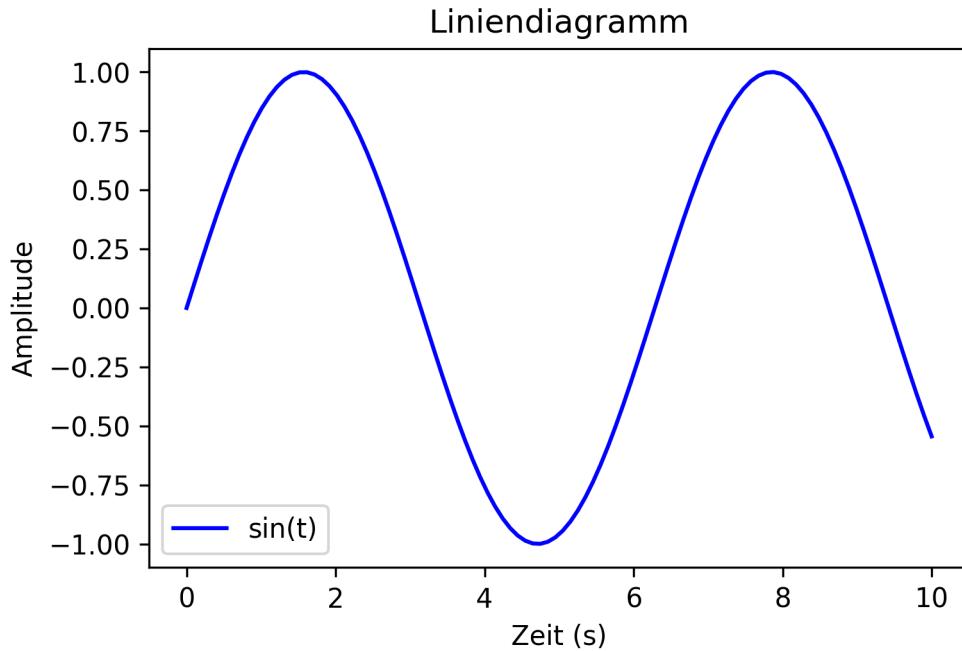
22.1 1. Liniendiagramme (`plt.plot()`)

Liniendiagramme eignen sich hervorragend zur Darstellung von Trends über Zeit.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

t = np.linspace(0, 10, 100)
y = np.sin(t)

plt.plot(t, y, label='sin(t)', color='b')
plt.xlabel('Zeit (s)')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Liniendiagramm')
plt.legend()
plt.show()
```

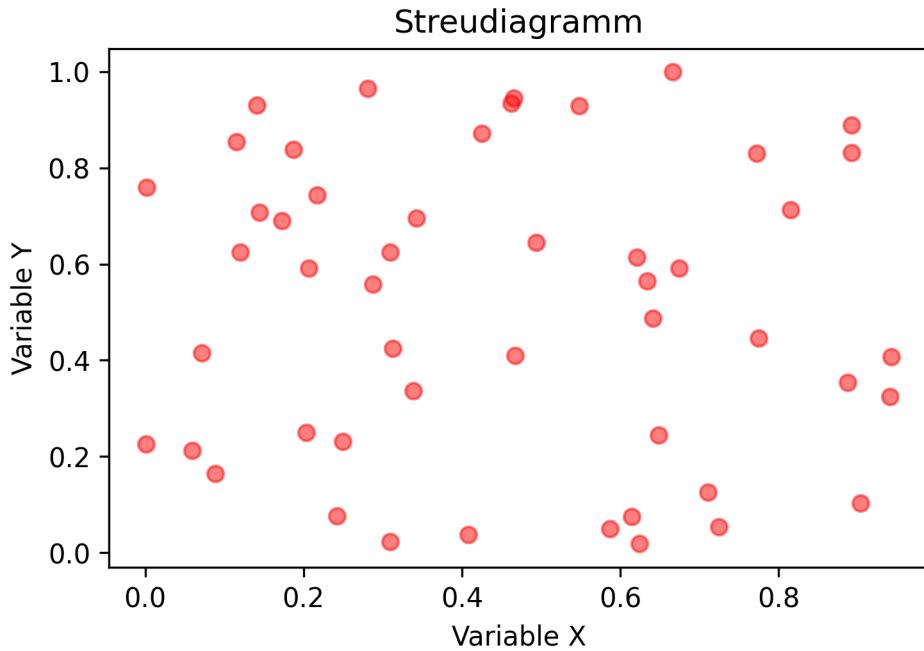


22.2 2. Streudiagramme (`plt.scatter()`)

Streudiagramme werden verwendet, um Zusammenhänge zwischen zwei Variablen darzustellen.

```
x = np.random.rand(50)
y = np.random.rand(50)

plt.scatter(x, y, color='r', alpha=0.5)
plt.xlabel('Variable X')
plt.ylabel('Variable Y')
plt.title('Streudiagramm')
plt.show()
```

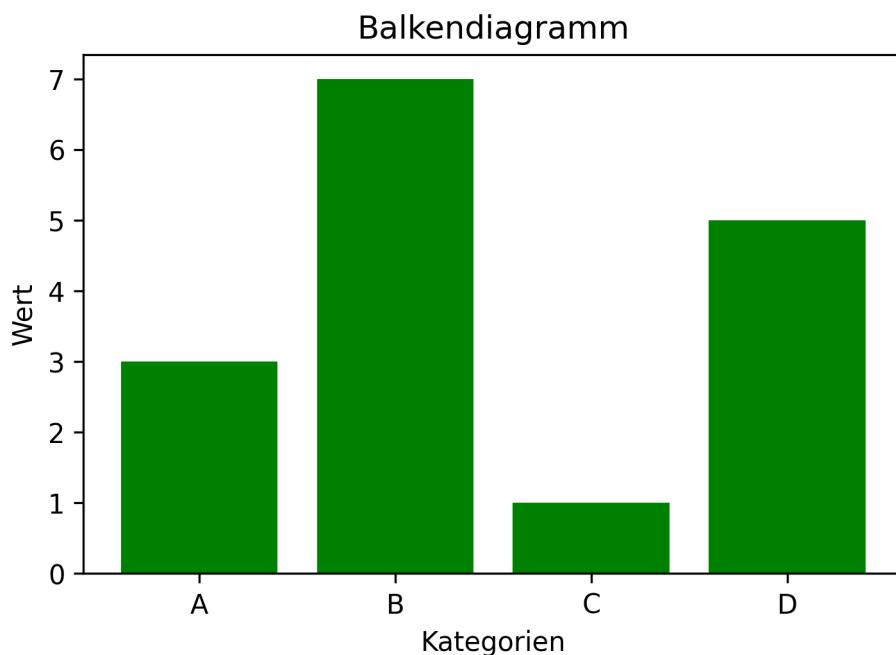


22.3 3. Balkendiagramme (plt.bar())

Balkendiagramme eignen sich zur Darstellung kategorialer Daten.

```
kategorien = ['A', 'B', 'C', 'D']
werte = [3, 7, 1, 5]

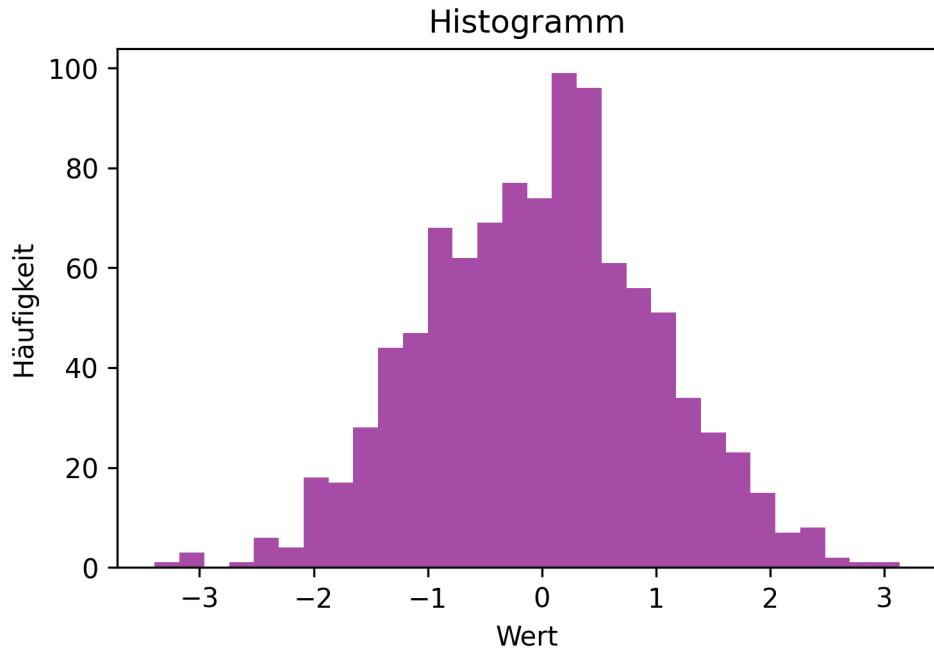
plt.bar(kategorien, werte, color='g')
plt.xlabel('Kategorien')
plt.ylabel('Wert')
plt.title('Balkendiagramm')
plt.show()
```



22.4 4. Histogramme (plt.hist())

Histogramme zeigen die Verteilung numerischer Daten.

```
daten = np.random.randn(1000)
plt.hist(daten, bins=30, color='purple', alpha=0.7)
plt.xlabel('Wert')
plt.ylabel('Häufigkeit')
plt.title('Histogramm')
plt.show()
```

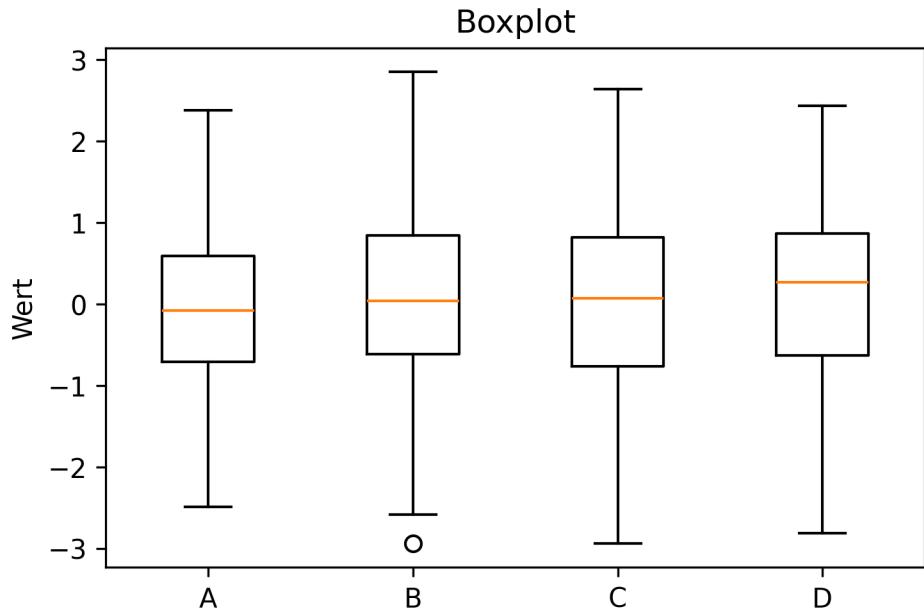


22.5 5. Boxplots (plt.boxplot())

Boxplots helfen, Ausreißer und die Verteilung von Daten zu visualisieren.

```
daten = [np.random.randn(100) for _ in range(4)]
plt.boxplot(daten, labels=['A', 'B', 'C', 'D'])
plt.ylabel('Wert')
plt.title('Boxplot')
plt.show()
```

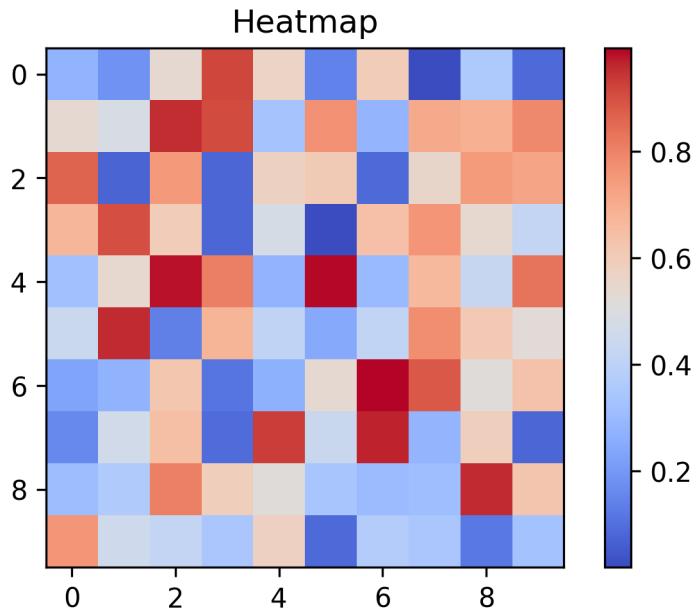
```
/tmp/ipykernel_4865/2728911591.py:2: MatplotlibDeprecationWarning: The 'labels' parameter of
 plt.boxplot(daten, labels=['A', 'B', 'C', 'D'])
```



22.6 6. Heatmaps (plt.imshow())

Heatmaps eignen sich zur Darstellung von 2D-Daten.

```
daten = np.random.rand(10, 10)
plt.imshow(daten, cmap='coolwarm', interpolation='nearest')
plt.colorbar()
plt.title('Heatmap')
plt.show()
```



22.7 Fazit

Die Wahl des richtigen Diagrammtyps hängt von der Art der Daten und der gewünschten Darstellung ab. Im nächsten Kapitel werden wir uns mit der Anpassung und Gestaltung von Plots beschäftigen.

23 Anpassung und Gestaltung von Plots in Matplotlib

Ein gut gestaltetes Diagramm verbessert die Lesbarkeit und Verständlichkeit der dargestellten Daten. In diesem Kapitel werden wir verschiedene Möglichkeiten zur Anpassung und Gestaltung von Plots in Matplotlib erkunden.

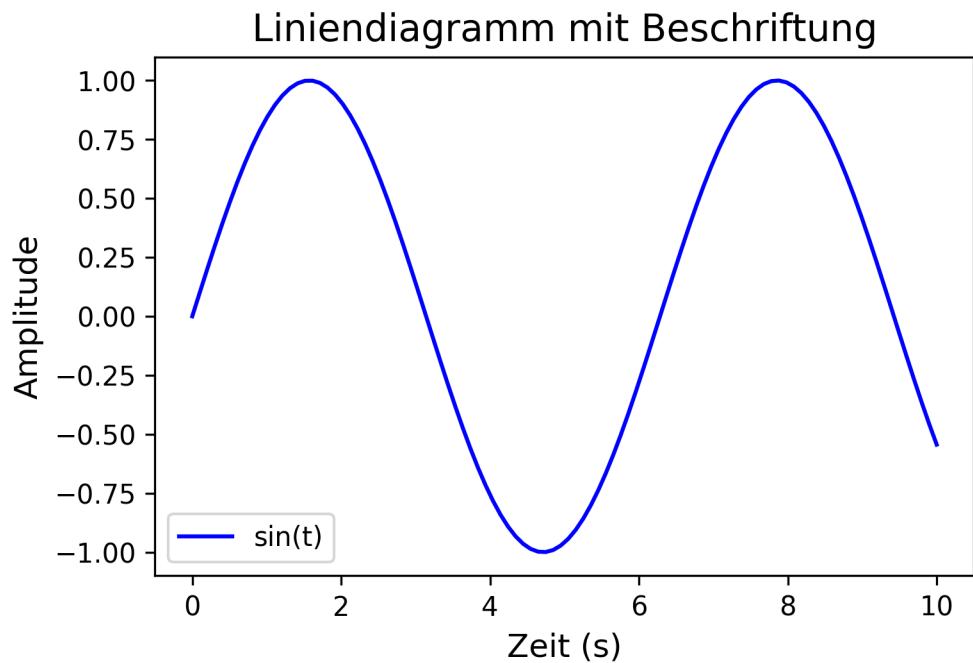
23.1 1. Achsentitel und Diagrammtitel

Klare Achsen- und Diagrammtitel sind essenziell für die Verständlichkeit eines Plots.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

t = np.linspace(0, 10, 100)
y = np.sin(t)

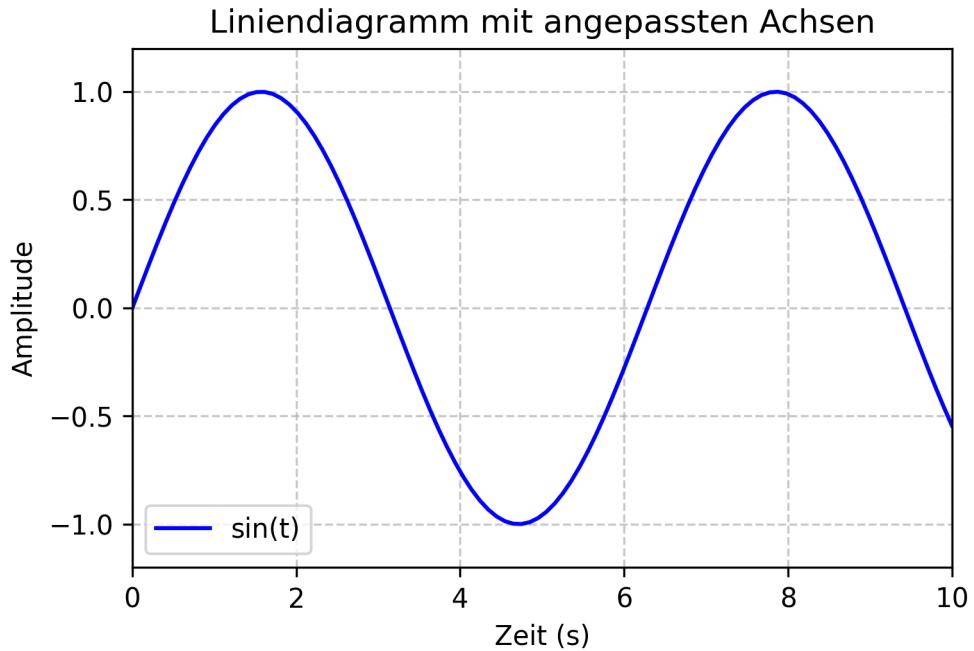
plt.plot(t, y, label='sin(t)', color='b')
plt.xlabel('Zeit (s)', fontsize=12)
plt.ylabel('Amplitude', fontsize=12)
plt.title('Liniendiagramm mit Beschriftung', fontsize=14)
plt.legend()
plt.show()
```



23.2 2. Anpassung der Achsen

Die Skalierung der Achsen sollte sinnvoll gewählt werden, um die Daten bestmöglich darzustellen.

```
plt.plot(t, y, label='sin(t)', color='b')
plt.xlabel('Zeit (s)')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.xlim(0, 10)
plt.ylim(-1.2, 1.2)
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
plt.title('Liniendiagramm mit angepassten Achsen')
plt.legend()
plt.show()
```



23.3 3. Farben und Linienstile

Farben und Linienstile helfen dabei, wichtige Informationen im Plot hervorzuheben.

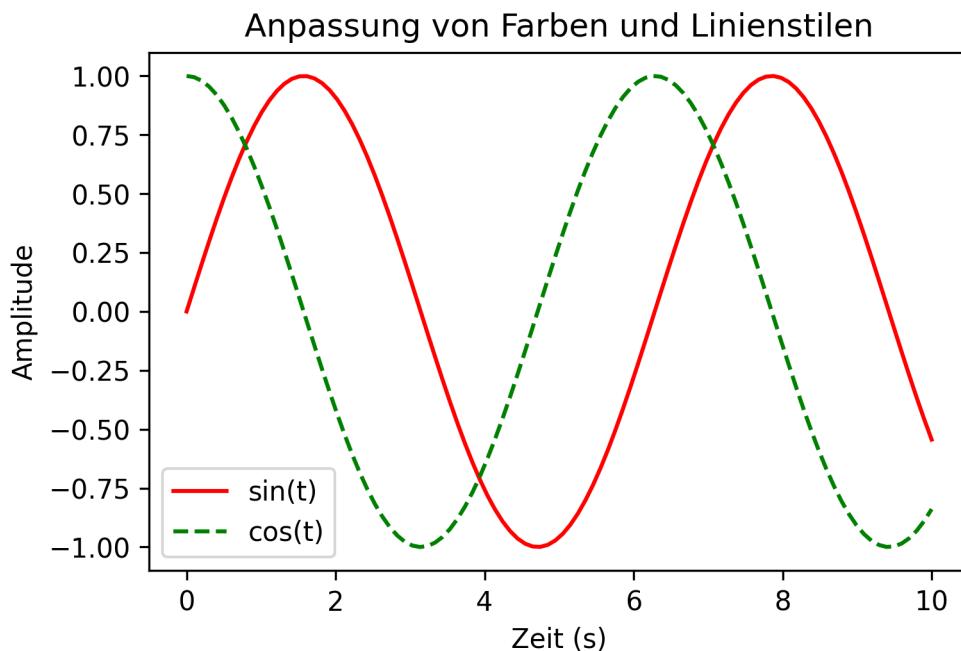
23.3.1 Wichtige Farben (Standardfarben in Matplotlib)

Farbe	Kürzel	Beschreibung
Blau	'b'	blue
Grün	'g'	green
Rot	'r'	red
Cyan	'c'	cyan
Magenta	'm'	magenta
Gelb	'y'	yellow
Schwarz	'k'	black
Weiß	'w'	white

23.3.2 Wichtige Linienstile

Linienstil	Kürzel	Beschreibung
Durchgezogen	'-'	Standardlinie
Gestrichelt	'--'	lange Striche
Gepunktet	'.'	nur Punkte
Strich-Punkt	'-.'	abwechselnd Strich-Punkt

```
plt.plot(t, np.sin(t), linestyle='-', color='r', label='sin(t)')
plt.plot(t, np.cos(t), linestyle='--', color='g', label='cos(t)')
plt.xlabel('Zeit (s)')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Anpassung von Farben und Linienstilen')
plt.legend()
plt.show()
```

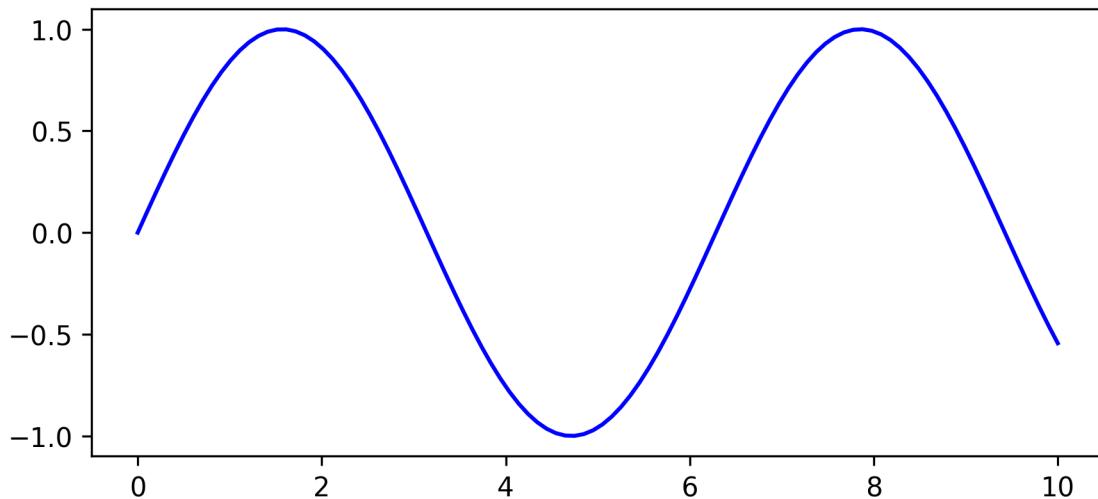


23.4 4. Mehrere Plots mit Subplots

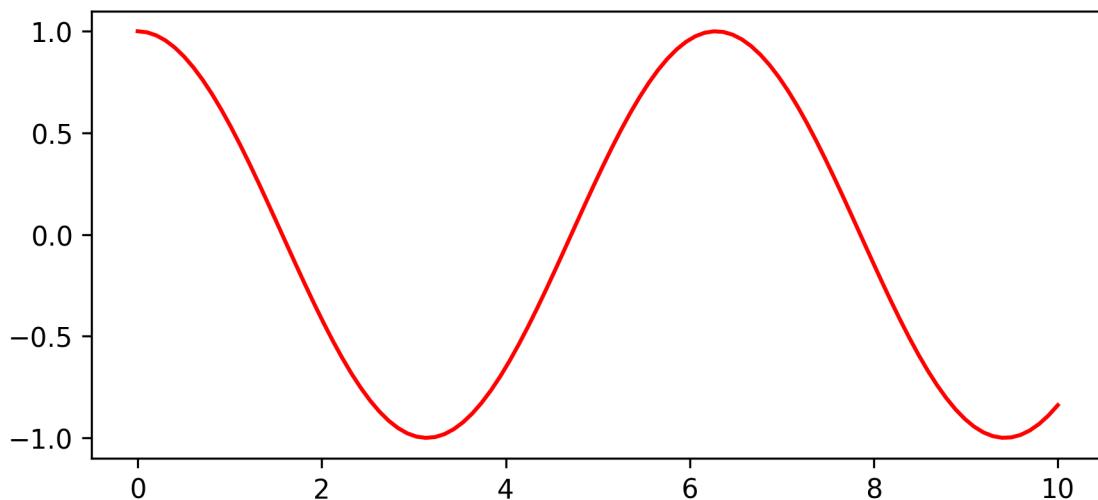
Manchmal ist es sinnvoll, mehrere Diagramme in einer Abbildung darzustellen.

```
fig, axs = plt.subplots(2, 1, figsize=(6, 6))
axs[0].plot(t, np.sin(t), color='b')
axs[0].set_title('Sinusfunktion')
axs[1].plot(t, np.cos(t), color='r')
axs[1].set_title('Kosinusfunktion')
plt.tight_layout()
plt.show()
```

Sinusfunktion



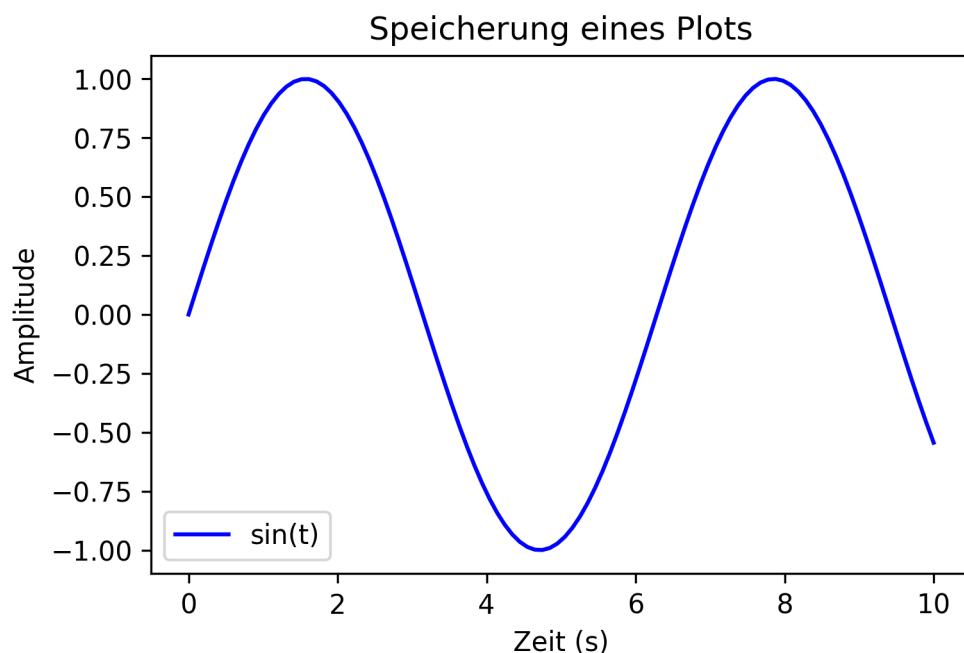
Kosinusfunktion



23.5 5. Speichern von Plots

Man kann Diagramme in verschiedenen Formaten speichern.

```
plt.plot(t, y, label='sin(t)', color='b')
plt.xlabel('Zeit (s)')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Speicherung eines Plots')
plt.legend()
plt.savefig('mein_plot.png', dpi=300)
plt.show()
```



23.6 Fazit

Durch geschickte Anpassungen lassen sich wissenschaftliche Plots deutlich verbessern. Im nächsten Kapitel werden wir uns mit erweiterten Techniken wie logarithmischen Skalen und Annotationen beschäftigen.

24 Erweiterte Techniken in Matplotlib

In diesem Kapitel betrachten wir einige fortgeschrittene Funktionen von Matplotlib, die für die wissenschaftliche Datenvisualisierung besonders nützlich sind.

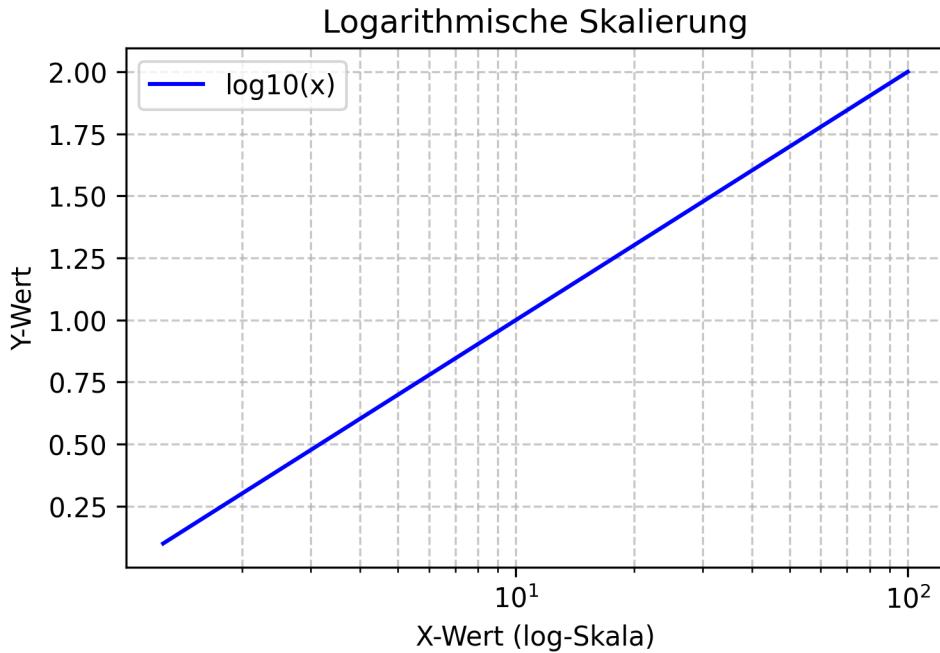
24.1 1. Logarithmische Skalen

Logarithmische Skalen werden oft verwendet, wenn Werte große Größenordnungen umfassen.

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

x = np.logspace(0.1, 2, 100)
y = np.log10(x)

plt.plot(x, y, label='log10(x)', color='b')
plt.xscale('log')
plt.xlabel('X-Wert (log-Skala)')
plt.ylabel('Y-Wert')
plt.title('Logarithmische Skalierung')
plt.legend()
plt.grid(True, which='both', linestyle='--', alpha=0.7)
plt.show()
```



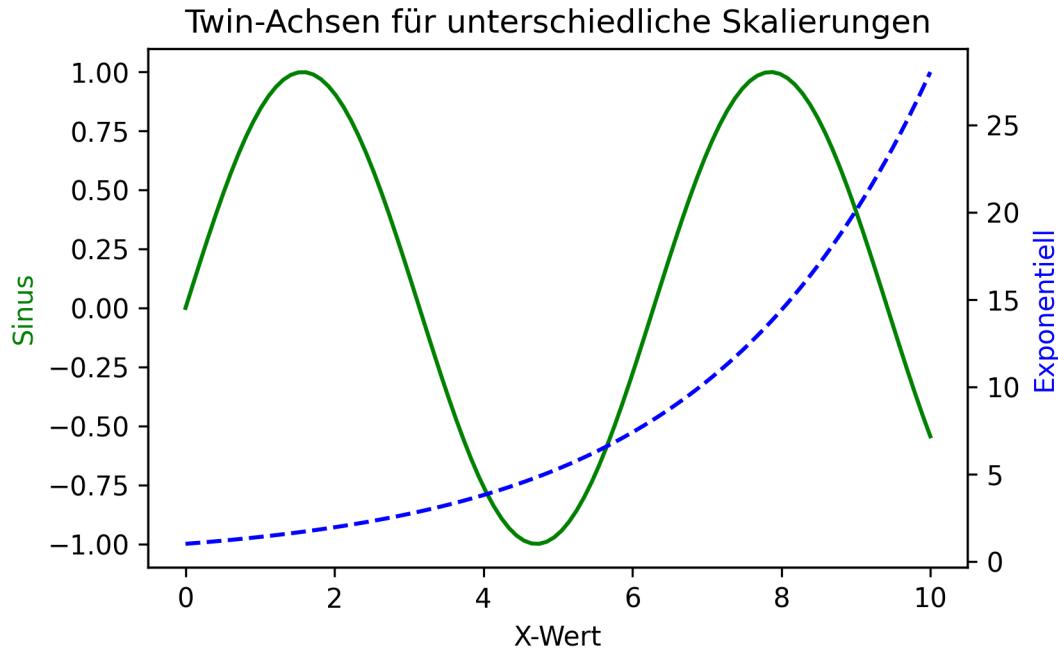
24.2 2. Twin-Achsen für verschiedene Skalierungen

Manchmal möchte man zwei verschiedene y-Achsen in einem Plot darstellen.

```
x = np.linspace(0, 10, 100)
y1 = np.sin(x)
y2 = np.exp(x / 3)

fig, ax1 = plt.subplots()
ax2 = ax1.twinx()
ax1.plot(x, y1, 'g-', label='sin(x)')
ax2.plot(x, y2, 'b--', label='exp(x/3)')

ax1.set_xlabel('X-Wert')
ax1.set_ylabel('Sinus', color='g')
ax2.set_ylabel('Exponentiell', color='b')
ax1.set_title('Twin-Achsen für unterschiedliche Skalierungen')
plt.show()
```

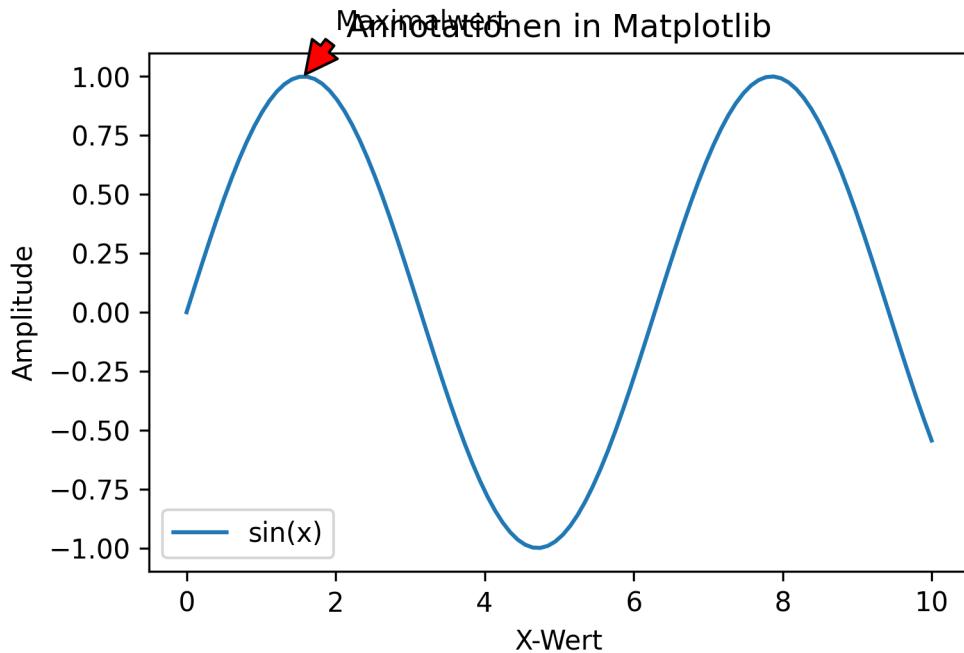


24.3 3. Annotationen in Diagrammen

Wichtige Punkte oder Werte in einem Diagramm können mit Annotationen hervorgehoben werden.

```
x = np.linspace(0, 10, 100)
y = np.sin(x)

plt.plot(x, y, label='sin(x)')
plt.xlabel('X-Wert')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Annotationen in Matplotlib')
plt.annotate('Maximalwert', xy=(np.pi/2, 1), xytext=(2, 1.2),
            arrowprops=dict(facecolor='red', shrink=0.05))
plt.legend()
plt.show()
```



24.4 Fazit

Diese erweiterten Funktionen helfen dabei, wissenschaftliche Plots noch informativer zu gestalten. Im nächsten Kapitel werden wir Best Practices und typische Fehler in der wissenschaftlichen Visualisierung betrachten.

25 Best Practices in Matplotlib: Fehler und Verbesserungen

In diesem Kapitel zeigen wir für häufige Problemstellungen jeweils ein schlechtes und ein verbessertes Beispiel.

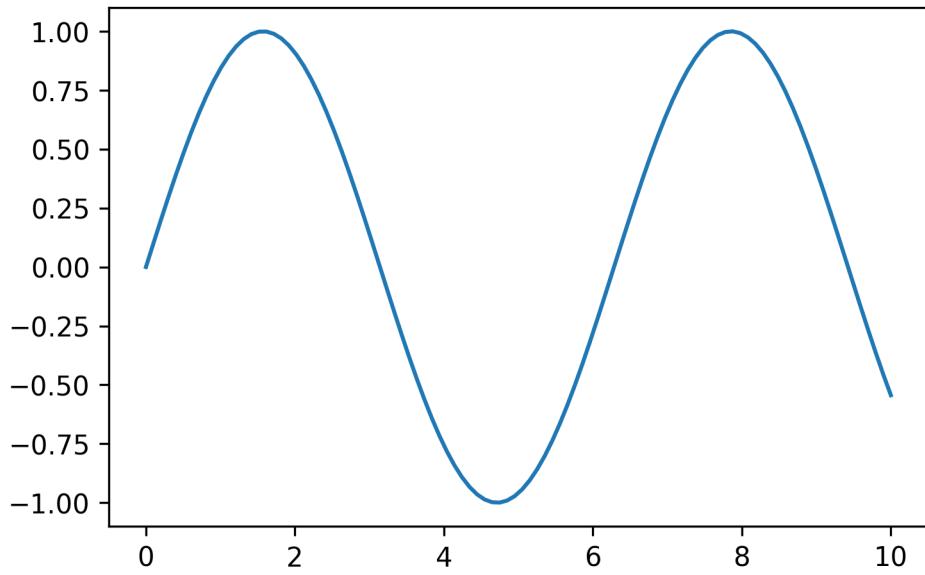
25.1 1. Fehlende Beschriftungen

25.1.1 Schlechtes Beispiel

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

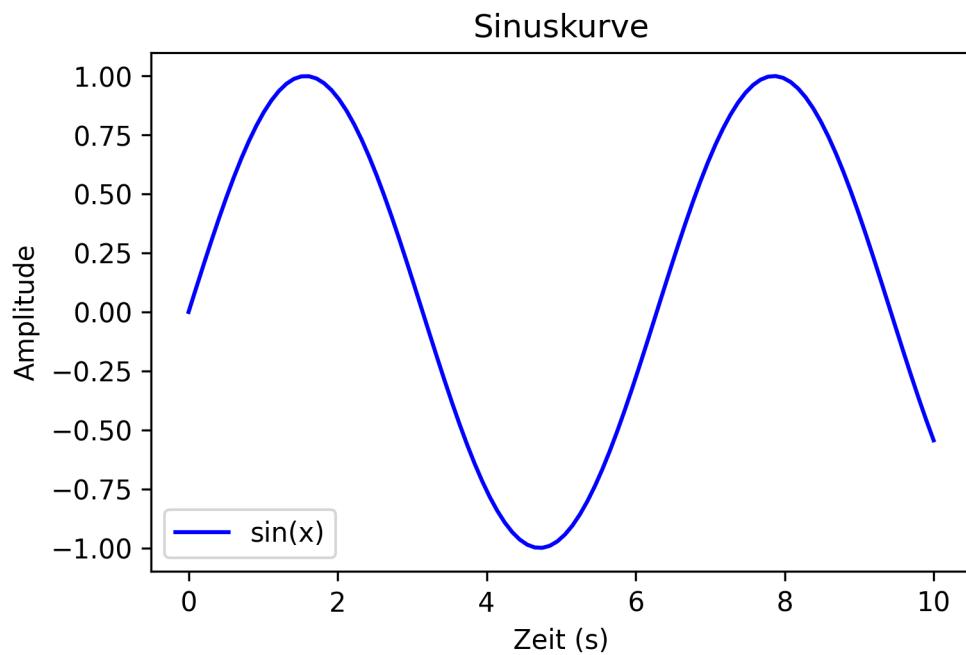
x = np.linspace(0, 10, 100)
y = np.sin(x)

plt.plot(x, y)
plt.show()
```



25.1.2 Besseres Beispiel

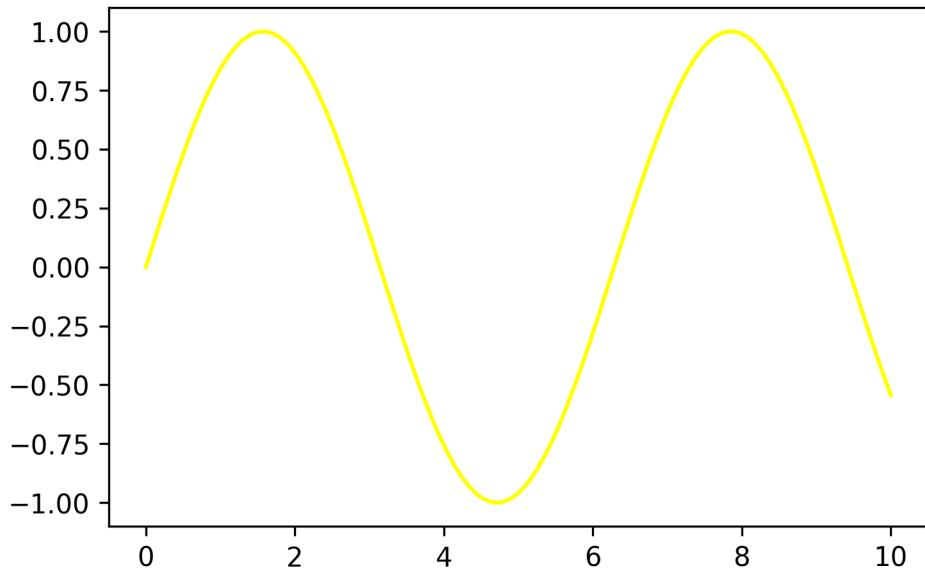
```
plt.plot(x, y, label='sin(x)', color='b')
plt.xlabel('Zeit (s)')
plt.ylabel('Amplitude')
plt.title('Sinuskurve')
plt.legend()
plt.show()
```



25.2 2. Ungünstige Farbwahl

25.2.1 Schlechtes Beispiel

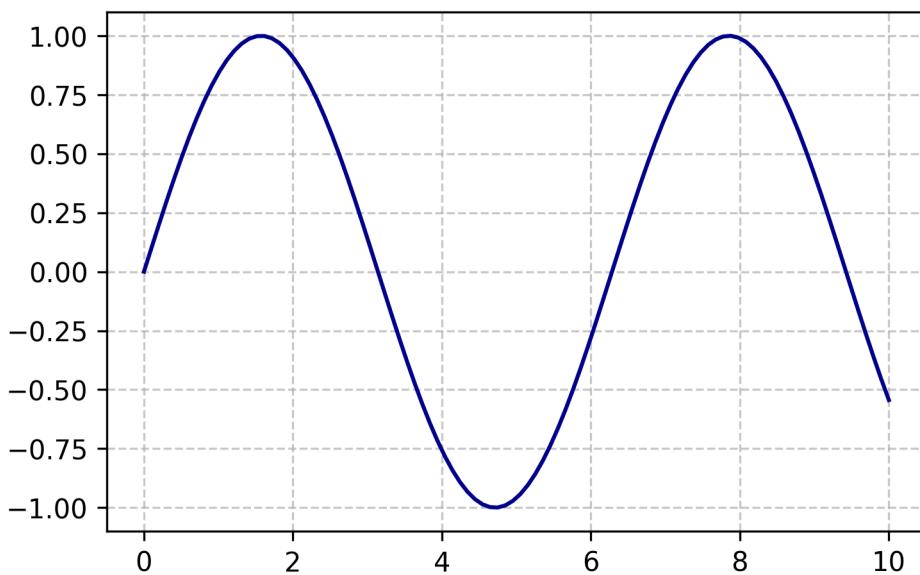
```
plt.plot(x, y, color='yellow')
plt.show()
```



25.2.2 Besseres Beispiel

```
plt.plot(x, y, color='darkblue')
plt.grid(True, linestyle='--', alpha=0.7)
plt.title('Gute Kontraste für bessere Lesbarkeit')
plt.show()
```

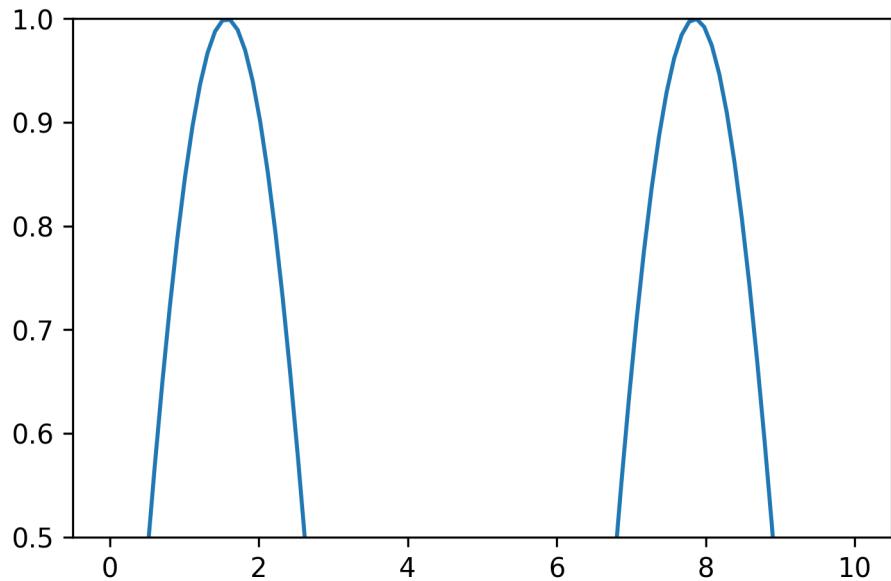
Gute Kontraste für bessere Lesbarkeit



25.3 3. Keine sinnvolle Achsen Skalierung

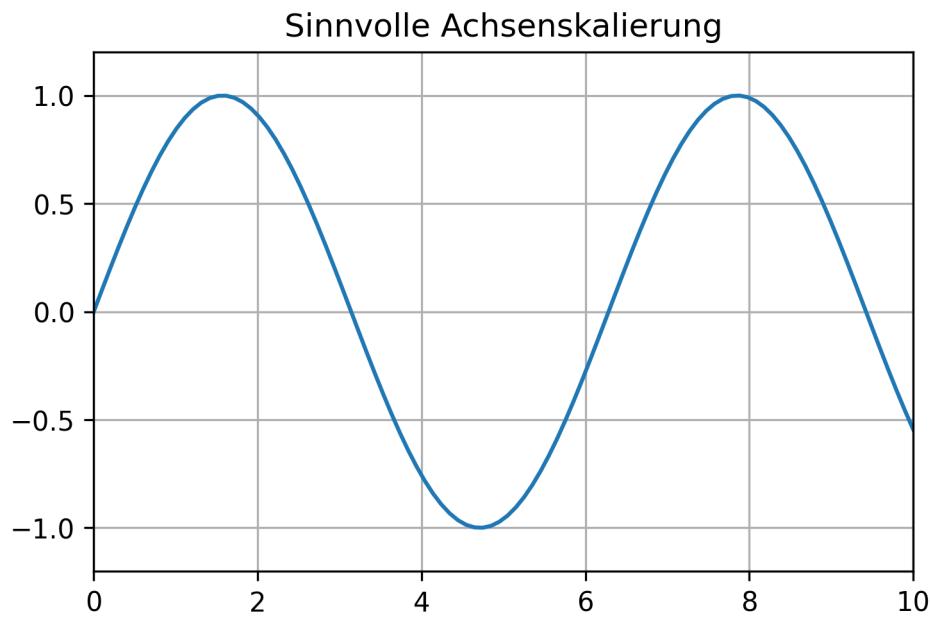
25.3.1 Schlechtes Beispiel

```
plt.plot(x, y)
plt.ylim(0.5, 1)
plt.show()
```



25.3.2 Besseres Beispiel

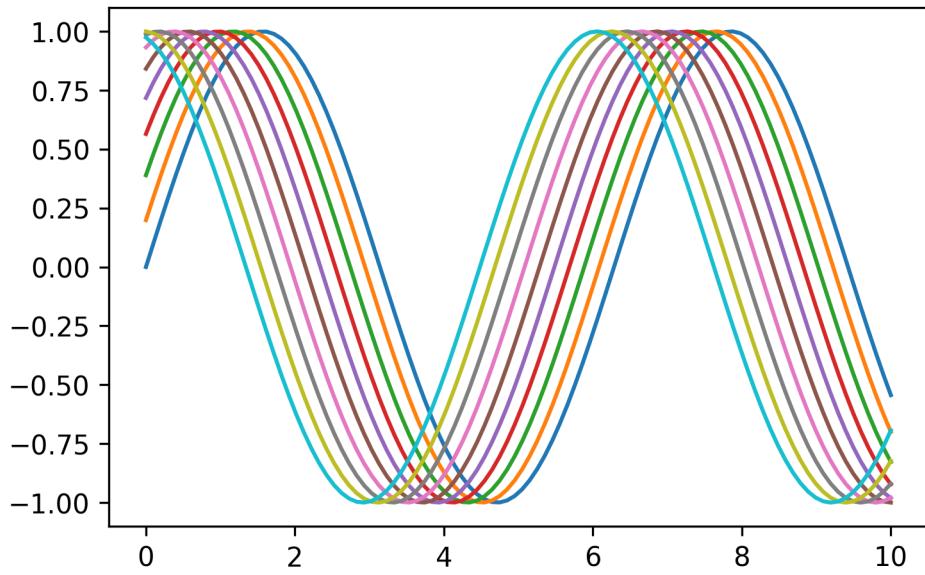
```
plt.plot(x, y)
plt.ylim(-1.2, 1.2)
plt.xlim(0, 10)
plt.grid(True)
plt.title('Sinnvolle Achsenkalierung')
plt.show()
```



25.4 4. Überladung durch zu viele Linien

25.4.1 Schlechtes Beispiel

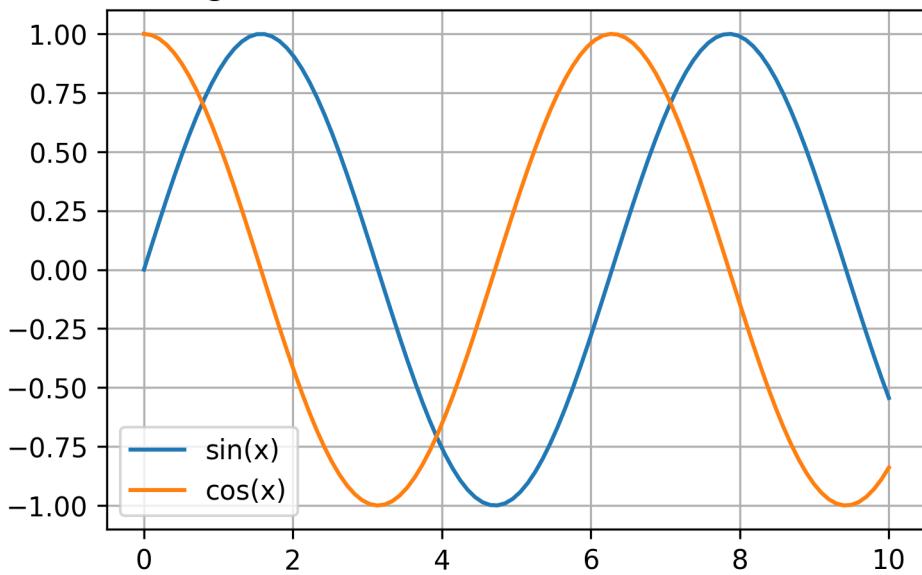
```
for i in range(10):
    plt.plot(x, np.sin(x + i * 0.2))
plt.show()
```



25.4.2 Besseres Beispiel

```
plt.plot(x, np.sin(x), label='sin(x)')
plt.plot(x, np.cos(x), label='cos(x)')
plt.legend()
plt.title('Weniger ist mehr: Reduzierte Informationsdichte')
plt.grid(True)
plt.show()
```

Weniger ist mehr: Reduzierte Informationsdichte



25.5 Fazit

Gute Plots zeichnen sich durch klare Beschriftungen, gute Lesbarkeit und eine sinnvolle Informationsdichte aus.