

Werkzeuge für das wissenschaftliche Arbeiten

Python for Machine Learning and Data Science

Magnus Bender
bender@ifis.uni-luebeck.de
Wintersemester 2023/24

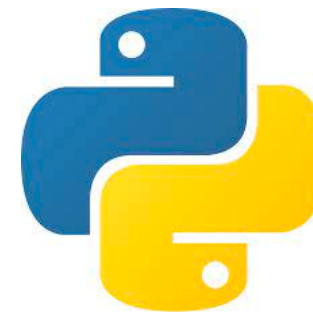
Inhaltsübersicht

1. Programmiersprache Python

a) *Einführung, Erste Schritte*

b) *Grundlagen*

c) *Fortgeschritten*



2. Auszeichnungssprachen

a) *LaTeX, Markdown*

L^AT_EX



3. Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen

a) *Jupyter Notebooks lokal und in der Cloud (Google Colab)*

4. Versionsverwaltung

a) *Git, GitHub*



5. Wissenschaftliches Rechnen

a) *NumPy, SciPy*



6. Datenverarbeitung und -visualisierung

a) **Pandas, matplotlib, NLTK**

7. Machine Learning (scikit-learn)

a) *Grundlegende Ansätze (Datensätze, Auswertung)*

b) *Einfache Verfahren (Clustering, ...)*



8. DeepLearning

a) *TensorFlow, PyTorch, HuggingFace Transformers*



Themen

I. Projektaufgabe 2

1. Lösungsvorschlag



Heute

Themen

- I. Projektaufgabe 2
 1. Lösungsvorschlag

- II. Datenverarbeitung
 1. Python-intern
 2. Pandas
 3. NLTK



Heute

Themen

- I. Projektaufgabe 2
 1. Lösungsvorschlag
- II. Datenverarbeitung
 1. Python-intern
 2. Pandas
 3. NLTK
- III. Datenvisualisierung
 1. Matplotlib



Heute

Projektaufgabe 2

„Objektorientierung in Python“

- Vorstellung möglicher Lösung

(wird nicht ins Moodle hochgeladen!)

Projektaufgabe 2

„Objektorientierung in Python“

- Vorstellung möglicher Lösung
(wird nicht ins Moodle hochgeladen!)



II.

Datenverarbeitung

1. Python-intern

Ablauf

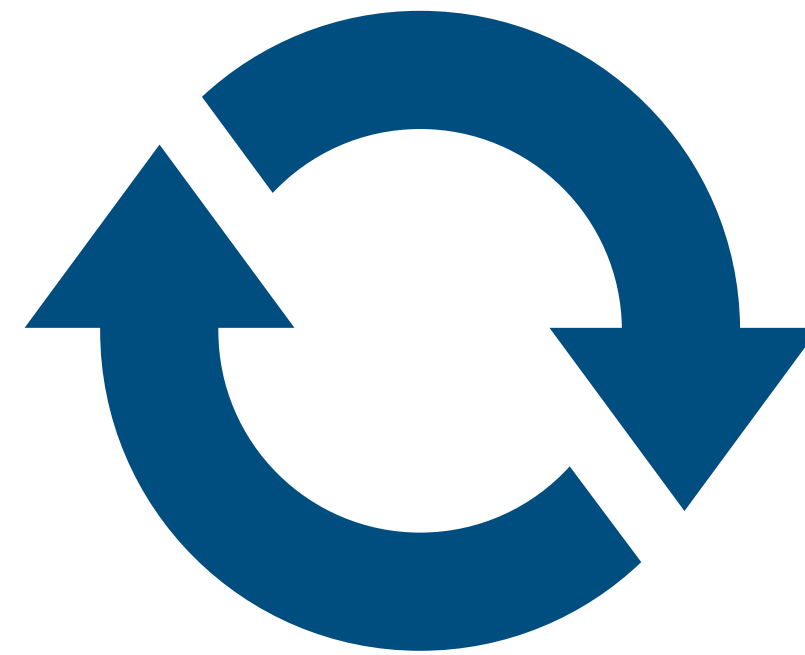


- JSON
- CSV
- Numpy (npz, npy)
- TXT
- ...

Ablauf



- JSON
- CSV
- Numpy (npz, npz)
- TXT
- ...



Datenverarbeitung

Ablauf



- JSON
- CSV
- Numpy (npz, npz)
- TXT
- ...



Ablauf

Datenverarbeitung



- JSON
- CSV
- Numpy (npz, npy)
- TXT
- ...

- JSON
- Pickle
- Shelve
- Numpy (npz, npy)

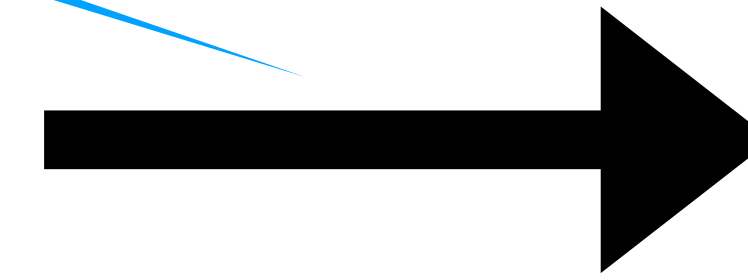


Ablauf

Datenverarbeitung



- JSON
- CSV
- Numpy (npz, npy)
- TXT
- ...



- JSON
- Pickle
- Shelve
- Numpy (npz, npy)

- Tabellen
- Grafiken

Datenvisualisierung

JavaScript Object Notation (JSON)

```
import json
```

```
d = {  
    "a" : 1,  
    "b" : "B",  
    "c" : [1.2, 1.3, 1.4],  
    "e" : None  
}
```

```
json_str = json.dumps(d, indent=2)  
print(json_str)
```

```
d_ = json.loads(json_str)  
print(d_)
```

JavaScript Object Notation (JSON)

```
import json
```

```
d = {  
    "a" : 1,  
    "b" : "B",  
    "c" : [1.2, 1.3, 1.4],  
    "e" : None  
}
```

```
json_str = json.dumps(d, indent=2)  
print(json_str)
```

```
d_ = json.loads(json_str)  
print(d_)
```

```
{  
  "a": 1,  
  "b": "B",  
  "c": [  
    1.2,  
    1.3,  
    1.4  
  ],  
  "e": null  
}
```

JavaScript Object Notation (JSON)

```
import json
```

```
d = {  
    "a" : 1,  
    "b" : "B",  
    "c" : [1.2, 1.3, 1.4],  
    "e" : None  
}
```

```
json_str = json.dumps(d, indent=2)  
print(json_str)
```

```
d_ = json.loads(json_str)  
print(d_)
```

```
{'a': 1, 'b': 'B', 'c': [1.2, 1.3, 1.4], 'e': None}
```

```
{  
  "a": 1,  
  "b": "B",  
  "c": [  
    1.2,  
    1.3,  
    1.4  
  ],  
  "e": null  
}
```


JavaScript Object Notation (JSON)

```
import json
```

```
d = {  
    "a" : 1,  
    "b" : "B",  
    "c" : [1.2, 1.3, 1.4],  
    "e" : None  
}
```

```
json_str = json.dumps(d, indent=2)  
print(json_str)
```

```
d_ = json.loads(json_str)  
print(d_)
```

```
{'a': 1, 'b': 'B', 'c': [1.2, 1.3, 1.4], 'e': None}
```

```
{  
  "a": 1,  
  "b": "B",  
  "c": [  
    1.2,  
    1.3,  
    1.4  
  ],  
  "e": null  
}
```



Unterstützung in (fast) allen
Programmiersprachen

JavaScript Object Notation (JSON)

```
import json
```

```
d = {  
    "a" : 1,  
    "b" : "B",  
    "c" : [1.2, 1.3, 1.4],  
    "e" : None  
}
```

```
json_str = json.dumps(d, indent=2)  
print(json_str)
```

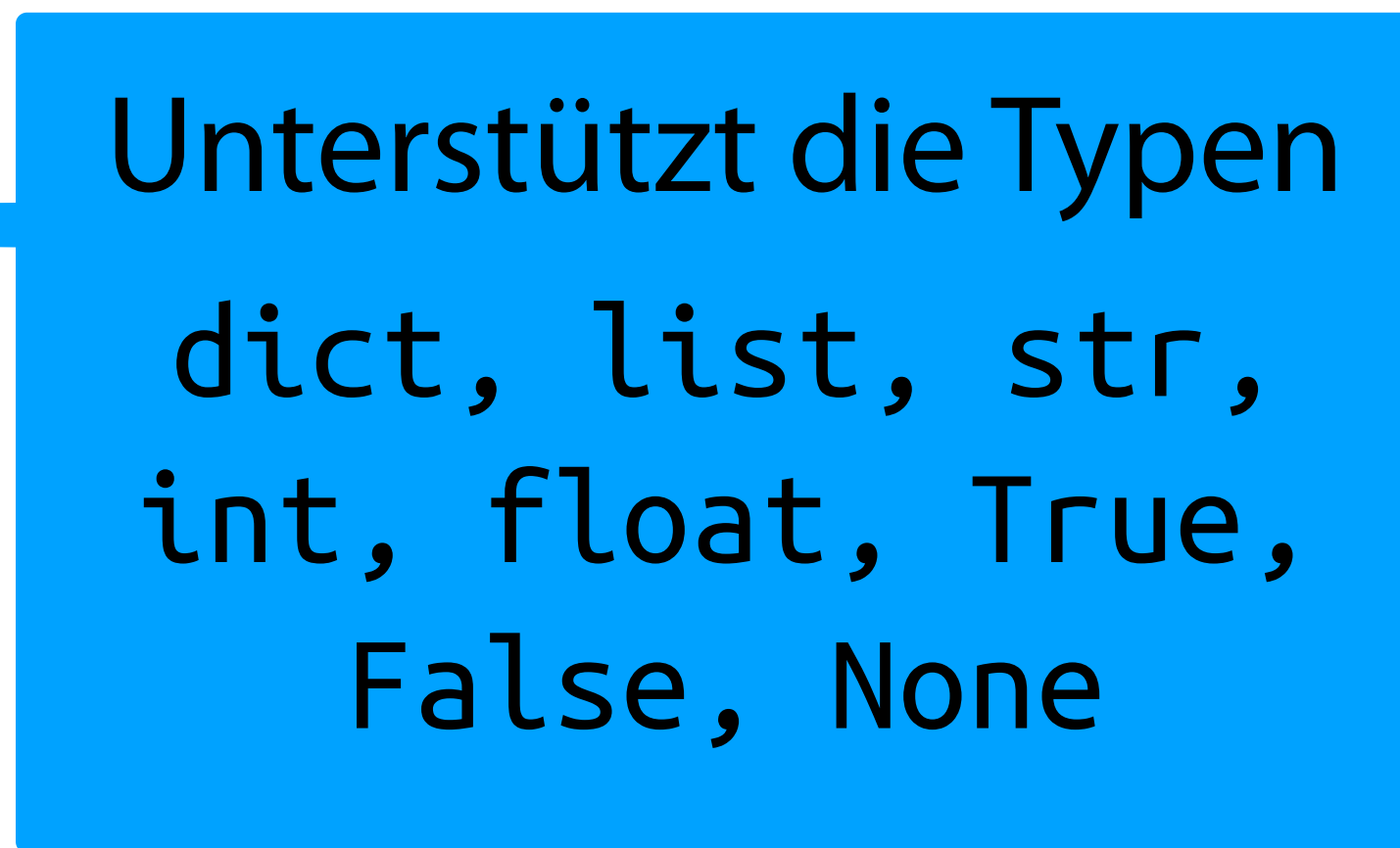
```
d_ = json.loads(json_str)  
print(d_)
```

```
{'a': 1, 'b': 'B', 'c': [1.2, 1.3, 1.4], 'e': None}
```

```
{  
  "a": 1,  
  "b": "B",  
  "c": [  
    1.2,  
    1.3,  
    1.4  
  ],  
  "e": null  
}
```



Unterstützung in (fast) allen Programmiersprachen



Unterstützt die Typen dict, list, str, int, float, True, False, None

Pickle

```
import pickle

class Triple():
    def __init__(self, a, b, c):
        self.a, self.b, self.c = a, b, c
    def __repr__(self):
        return str((self.a, self.b, self.c))

d = [
    Triple(1, 2, 3),
    Triple(4, 5, 6),
    Triple(7, 8, 9),
]

pickle_data = pickle.dumps(d)
d_ = pickle.loads(pickle_data)
print(d, d_)

pickle.dump(d, open("d.pickle", "wb"))
d__ = pickle.load(open("d.pickle", "rb"))
print(d__)
```

Pickle

```
import pickle
```

```
class Triple():  
    def __init__(self, a, b, c):  
        self.a, self.b, self.c = a, b, c  
    def __repr__(self):  
        return str((self.a, self.b, self.c))
```

```
d = [  
    Triple(1, 2, 3),  
    Triple(4, 5, 6),  
    Triple(7, 8, 9),  
]
```

```
pickle_data = pickle.dumps(d)  
d_ = pickle.loads(pickle_data)  
print(d, d_)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]  
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

```
pickle.dump(d, open("d.pickle", "wb"))  
d__ = pickle.load(open("d.pickle", "rb"))  
print(d__)
```

Pickle

```
import pickle
```

```
class Triple():  
    def __init__(self, a, b, c):  
        self.a, self.b, self.c = a, b, c  
    def __repr__(self):  
        return str((self.a, self.b, self.c))
```

```
d = [  
    Triple(1, 2, 3),  
    Triple(4, 5, 6),  
    Triple(7, 8, 9),  
]
```

```
pickle_data = pickle.dumps(d)  
d_ = pickle.loads(pickle_data)  
print(d, d_)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]  
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

```
pickle.dump(d, open("d.pickle", "wb"))  
d__ = pickle.load(open("d.pickle", "rb"))  
print(d__)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

Pickle

```
import pickle
```

```
class Triple():  
    def __init__(self, a, b, c):  
        self.a, self.b, self.c = a, b, c  
    def __repr__(self):  
        return str((self.a, self.b, self.c))
```

```
d = [  
    Triple(1, 2, 3),  
    Triple(4, 5, 6),  
    Triple(7, 8, 9),  
]
```

```
pickle_data = pickle.dumps(d)  
d_ = pickle.loads(pickle_data)  
print(d, d_)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]  
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

```
pickle.dump(d, open("d.pickle", "wb"))  
d__ = pickle.load(open("d.pickle", "rb"))  
print(d__)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

Unterstützt alle Typen,
Implementierung muss
verfügbar und gleich
sein!

Pickle

```
import pickle
```

```
class Triple():  
    def __init__(self, a, b, c):  
        self.a, self.b, self.c = a, b, c  
    def __repr__(self):  
        return str((self.a, self.b, self.c))
```

```
d = [  
    Triple(1, 2, 3),  
    Triple(4, 5, 6),  
    Triple(7, 8, 9),  
]
```

```
pickle_data = pickle.dumps(d)  
d_ = pickle.loads(pickle_data)  
print(d, d_)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]  
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

```
pickle.dump(d, open("d.pickle", "wb"))  
d__ = pickle.load(open("d.pickle", "rb"))  
print(d__)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

Achtung, keine Pickles aus unbekannter Quelle laden!

Unterstützt alle Typen, Implementierung muss verfügbar und gleich sein!

Pickle

```
import pickle
```

```
class Triple():  
    def __init__(self, a, b, c):  
        self.a, self.b, self.c = a, b, c  
    def __repr__(self):  
        return str((self.a, self.b, self.c))
```

```
d = [  
    Triple(1, 2, 3),  
    Triple(4, 5, 6),  
    Triple(7, 8, 9),  
]
```

```
pickle_data = pickle.dumps(d)  
d_ = pickle.loads(pickle_data)  
print(d, d_)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]  
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

```
pickle.dump(d, open("d.pickle", "wb"))  
d__ = pickle.load(open("d.pickle", "rb"))  
print(d__)
```

```
[(1, 2, 3), (4, 5, 6), (7, 8, 9)]
```

Achtung, keine Pickles aus unbekannter Quelle laden!

Unterstützt alle Typen, Implementierung muss verfügbar und gleich sein!

Daten sind ein binärer Datenstrom

Direkt in eine Datei schreiben und daraus lesen (ohne s).

II.

Datenverarbeitung

2. Pandas

Installation



- Python Paket
- <https://pandas.pydata.org/>

Installation



- Python Paket
- <https://pandas.pydata.org/>
- Installation z.B. mit `pip3 install pandas`

Installation



- Python Paket
 - <https://pandas.pydata.org/>
- Installation z.B. mit `pip3 install pandas`
- Import

Installation



- Python Paket
- <https://pandas.pydata.org/>
- Installation z.B. mit pip3 `install pandas`
- Import

```
import pandas  
import pandas as pd
```

Pandas & DataFrame

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

3 45 2

Pandas & DataFrame

- Verwaltung und Manipulation von Tabellen

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog
	3	45	2

Pandas & DataFrame

- Verwaltung und Manipulation von Tabellen
- Verschiedene Datentypen kombiniert

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog
	3	45	2

Pandas & DataFrame

- Verwaltung und Manipulation von Tabellen
- Verschiedene Datentypen kombiniert
- Geschwindigkeit durch C-Code im Hintergrund

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog
	3	45	2

Pandas & DataFrame

- Verwaltung und Manipulation von Tabellen
- Verschiedene Datentypen kombiniert
- Geschwindigkeit durch C-Code im Hintergrund
- Import von CSV, JSON, SQL, Excel, ...

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog
	3	45	2

DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

```
print(df.dtypes)
```

```
print(df.head(1))
```

```
print(df.index)
```

```
print(df.tail(2))
```

```
print(df.columns)
```

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

```
print(df.describe())
```

```
print(df.to_numpy())
```

DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

```
print(df.tail(2))
```

```
print(df.dtypes)
```

```
print(df.index)
```

```
print(df.columns)
```

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

```
print(df.describe())
```

```
print(df.to_numpy())
```

DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.tail(2))
```

```
print(df.dtypes)
```

```
print(df.index)
```

```
print(df.columns)
```

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

```
print(df.describe())
```

```
print(df.to_numpy())
```

DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.tail(2))
```

	ID	Name	Age	Species
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.dtypes)
```

```
print(df.index)
```

```
print(df.columns)
```

ID	Name	Age	Species
----	------	-----	---------

1	Otto	60	Human
---	------	----	-------

2	Erna	65	Human
---	------	----	-------

3	Bello	10	Dog
---	-------	----	-----

3	45	2
---	----	---

```
print(df.describe())
```

```
print(df.to_numpy())
```

DataFrame

```
import pandas as pd

df = pd.DataFrame({
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],
    "Age" : [60, 65, 10],
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.tail(2))
```

	ID	Name	Age	Species
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.dtypes)
```

```
ID          int64
Name        object
Age         int64
Species     category
dtype: object
```

```
print(df.index)
```

```
print(df.columns)
```

ID	Name	Age	Species
----	------	-----	---------

1	Otto	60	Human
---	------	----	-------

2	Erna	65	Human
---	------	----	-------

3	Bello	10	Dog
---	-------	----	-----

	3	45	2
--	---	----	---

```
print(df.describe())
```

```
print(df.to_numpy())
```


DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.tail(2))
```

	ID	Name	Age	Species
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.dtypes)
```

ID	int64
Name	object
Age	int64
Species	category
dtype:	object

```
print(df.index)
```

```
RangeIndex(start=0, stop=3, step=1)
```

```
print(df.columns)
```

ID	Name	Age	Species
----	------	-----	---------

1	Otto	60	Human
---	------	----	-------

2	Erna	65	Human
---	------	----	-------

3	Bello	10	Dog
---	-------	----	-----

3	45	2
---	----	---

```
print(df.describe())
```

```
print(df.to_numpy())
```



DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

ID	Name	Age	Species
----	------	-----	---------

1	Otto	60	Human
---	------	----	-------

2	Erna	65	Human
---	------	----	-------

3	Bello	10	Dog
---	-------	----	-----

3	45	2
---	----	---

```
print(df.describe())
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.dtypes)
```

ID	int64
Name	object
Age	int64
Species	category
dtype:	object

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.to_numpy())
```

```
print(df.tail(2))
```

	ID	Name	Age	Species
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.index)
```

```
RangeIndex(start=0, stop=3, step=1)
```

```
print(df.columns)
```

```
Index(['ID', 'Name', 'Age', 'Species'], dtype='object')
```

3/24



DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.tail(2))
```

	ID	Name	Age	Species
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.dtypes)
```

```
ID          int64  
Name        object  
Age         int64  
Species     category  
dtype: object
```

```
print(df.index)
```

```
RangeIndex(start=0, stop=3, step=1)
```

```
print(df.columns)
```

```
Index(['ID', 'Name', 'Age', 'Species'], dtype='object')
```

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

```
print(df.describe())
```

	ID	Age
count	3.0	3.000000
mean	2.0	45.000000
min	1.0	10.000000
50%	2.0	60.000000
max	3.0	65.000000

```
print(df.to_numpy())
```

DataFrame

```
import pandas as pd
```

```
df = pd.DataFrame({  
    "ID" : pd.Index([1, 2, 3]),  
    "Name" : ["Otto", "Erna", "Bello"],  
    "Age" : [60, 65, 10],  
    "Species" : pd.Categorical(["Human", "Human", "Dog"])  
})
```

```
print(df)
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.head(1))
```

	ID	Name	Age	Species
0	1	Otto	60	Human

```
print(df.tail(2))
```

	ID	Name	Age	Species
1	2	Erna	65	Human
2	3	Bello	10	Dog

```
print(df.dtypes)
```

```
ID          int64  
Name        object  
Age         int64  
Species     category  
dtype: object
```

```
print(df.index)
```

```
RangeIndex(start=0, stop=3, step=1)
```

```
print(df.columns)
```

```
Index(['ID', 'Name', 'Age', 'Species'], dtype='object')
```

ID	Name	Age	Species
1	Otto	60	Human
2	Erna	65	Human
3	Bello	10	Dog

```
print(df.describe())
```

	ID	Age
count	3.0	3.000000
mean	2.0	45.000000
min	1.0	10.000000
50%	2.0	60.000000
max	3.0	65.000000

```
print(df.to_numpy())
```

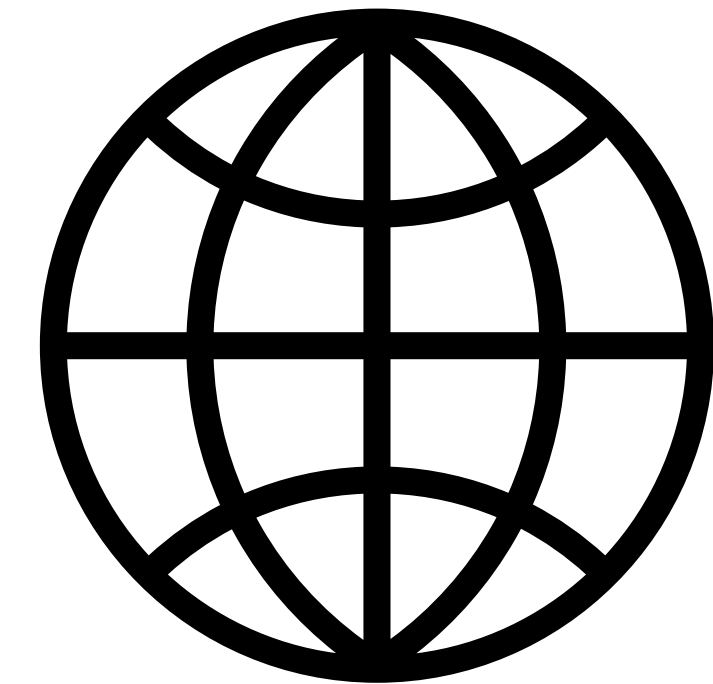
```
[[1 'Otto' 60 'Human']  
 [2 'Erna' 65 'Human']  
 [3 'Bello' 10 'Dog']]
```

Fortsetzung

- Import und Export
- Selektion (Slices, Indexe)
- Operation (Statistik, Funktionen anwenden)
- Zusammenfügen und Umformen
- Visualisierung

Fortsetzung

- Import und Export
- Selektion (Slices, Indexe)
- Operation (Statistik, Funktionen anwenden)
- Zusammenfügen und Umformen
- Visualisierung



→ https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/10min.html

→ https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/index.html

Fortsetzung

Ich kann hier nicht alle Funktionen vorstellen, daher Verweise ich auf weitere Quellen

D.h. natürlich auch, dass Pandas dann nicht in den Aufgaben drankommt.



- Import und Export
- Selektion (Slices, Indexe)
- Operation (Statistik, Funktionen anwenden)
- Zusammenfügen und Umformen
- Visualisierung

→ https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/10min.html

→ https://pandas.pydata.org/docs/user_guide/index.html

II.

Datenverarbeitung

3. Natural Language Toolkit (NLTK)

Sprachverarbeitung

„Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein. Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgenen Repositories daran, dem GitHub-User WerkzeugewissArbeiten Zugriffsrechte für Ihr erstelltes Git-Repository zu gewähren.“

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
 - Häufigkeit der Worte pro Satz
 - Wenig aussagekräftige Worte

Sprachverarbeitung

„Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein. Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgenen Repositories daran, dem GitHub-User WerkzeugewissArbeiten Zugriffsrechte für Ihr erstelltes Git-Repository zu gewähren.“

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
 - Häufigkeit der Worte pro Satz
 - Wenig aussagekräftige Worte

Sprachverarbeitung

*„Geben Sie den Link zu Ihrem **Repository** im Moodle ein. **Dabei** werden Sie auch gefragt, ob das **Repository** öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgenen Repositories daran, dem GitHub-User **WerkzeugeWissArbeiten** Zugriffsrechte für Ihr erstelltes Git-Repository zu gewähren.“*

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
- Häufigkeit der Worte pro Satz
- Wenig aussagekräftige Worte

Problem?

Sprachverarbeitung

„Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein. Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgenen Repositories daran, dem GitHub-User Werkzeugwissenschaften Zugriffsrechte für Ihr erstelltes Git-Repository zu gewähren.“

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
- Häufigkeit der Worte pro Satz
 - Wenig aussagekräftige Worte

Problem?

Sprachverarbeitung

„Geben Sie **den** Link zu Ihrem **Repository** im Moodle ein. **Dabei** werden Sie auch gefragt, ob **das Repository** öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen **Repositories** daran, **dem** GitHub-User WerkzeugewissArbeiten Zugriffsrechte für Ihr erstelltes Git-**Repository** zu gewähren.“

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
- Häufigkeit der Worte pro Satz
- Wenig aussagekräftige Worte

Problem?

Sprachverarbeitung

„Geben Sie **den** Link zu Ihrem **Repository** im Moodle ein. **Dabei** werden Sie auch gefragt, ob **das Repository** öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen **Repositories** daran, **dem** GitHub-User **WerkzeugeWissArbeiten** Zugriffsrechte für Ihr erstelltes **Git-Repository** zu gewähren.“

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
 - Häufigkeit der Worte pro Satz
 - Wenig aussagekräftige Worte

Vorverarbeitung (*Preprocessing*) ist eine sehr wichtige Aufgabe u.a. bei der Sprachverarbeitung (NLP).

Problem?

Sprachverarbeitung

„Geben Sie **den** Link zu Ihrem **Repository** im Moodle ein. Dabei werden Sie auch gefragt, ob **das Repository** öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen **Repositories** daran, **dem** GitHub-User **WerkzeugeWissArbeiten** Zugriffsrechte für Ihr erstelltes **Git-Repository** zu gewähren.“

- Sätze aufsplitten
- Wortvektor(en) erstellen
 - Häufigkeit der Worte pro Satz
 - Wenig aussagekräftige Worte

Ich kann hier nur ein paar Ideen anreißen.

Vorverarbeitung (*Preprocessing*) ist eine sehr wichtige Aufgabe u.a. bei der Sprachverarbeitung (NLP).

Vorverarbeitung mit NLTK I

```
import re
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.tokenize import word_tokenize, sent_tokenize
from nltk.stem.snowball import SnowballStemmer
```

```
text = "... Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen Repositories ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
print(stop_words)
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
print(stemmer_de.stem("öffentlich"))
print(stemmer_de.stem("Öffentlichkeit"))
```

```
print(stemmer_en.stem("repository"))
print(stemmer_en.stem("repositories"))
```


Vorverarbeitung mit NLTK I

```
import re
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.tokenize import word_tokenize, sent_tokenize
from nltk.stem.snowball import SnowballStemmer
```

```
text = "... Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen Repositories ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
print(stop_words)
```

```
{'nun', 'weil', 'nichts', 'sie', 'solche',
'einem', 'warst', 'werden', 'das', ... }
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
print(stemmer_de.stem("öffentlich"))
print(stemmer_de.stem("Öffentlichkeit"))
```

```
print(stemmer_en.stem("repository"))
print(stemmer_en.stem("repositories"))
```

Vorverarbeitung mit NLTK I

```
import re
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.tokenize import word_tokenize, sent_tokenize
from nltk.stem.snowball import SnowballStemmer
```

```
text = "... Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen Repositories ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
print(stop_words)
```

```
{'nun', 'weil', 'nichts', 'sie', 'solche',
'einem', 'warst', 'werden', 'das', ... }
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
print(stemmer_de.stem("öffentlich"))
print(stemmer_de.stem("Öffentlichkeit"))
```

```
öffent
öffent
```

```
print(stemmer_en.stem("repository"))
print(stemmer_en.stem("repositories"))
```

Vorverarbeitung mit NLTK I

```
import re
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.tokenize import word_tokenize, sent_tokenize
from nltk.stem.snowball import SnowballStemmer
```

```
text = "... Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen Repositories ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
print(stop_words)
```

```
{'nun', 'weil', 'nichts', 'sie', 'solche',
'einem', 'warst', 'werden', 'das', ... }
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
print(stemmer_de.stem("öffentlich"))
print(stemmer_de.stem("Öffentlichkeit"))
```

```
öffent
öffent
```

```
print(stemmer_en.stem("repository"))
print(stemmer_en.stem("repositories"))
```

```
repositori
repositori
```

Vorverarbeitung mit NLTK I

```
import re
from nltk.corpus import stopwords
from nltk.tokenize import word_tokenize, sent_tokenize
from nltk.stem.snowball import SnowballStemmer
```

```
text = "... Repository öffentlich oder verborgen ist! Denken Sie bei verborgen Repositories ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
print(stop_words)
```

```
{'nun', 'weil', 'nichts', 'sie', 'solche',
'einem', 'warst', 'werden', 'das', ... }
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
print(stemmer_de.stem("öffentlich"))
print(stemmer_de.stem("Öffentlichkeit"))
```

```
öffent
öffent
```

```
print(stemmer_en.stem("repository"))
print(stemmer_en.stem("repositories"))
```

```
repositori
repositori
```

Stopwords: Worte die eher wenig zur Kernaussage eines Satzes beitragen.

Wort auf dem Wortstamm reduzieren, sodass es als das selbe Wort betrachtet werden kann.

Vorverarbeitung mit NLTK II

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im ..."  
  
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de = SnowballStemmer("german")  
stemmer_en = SnowballStemmer("english")  
  
text = text.replace("-", " ")  
  
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):  
    print(sentence)  
  
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):  
        print(word)
```

Vorverarbeitung mit NLTK II

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
```

```
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")
```

```
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):
```

```
    print(sentence)        Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein.
```

```
for word in word_tokenize(sentence, language='german'):
```

```
    print(word)
```

Vorverarbeitung mit NLTK II

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))
```

```
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
```

```
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")
```

```
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):
```

```
    print(sentence)        Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein.
```

```
for word in word_tokenize(sentence, language='german'):
```

```
    print(word)
```

Geben
Sie
den
Link
zu
Ihrem
Repository
im
Moodle
ein
.

Vorverarbeitung mit NLTK II

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de = SnowballStemmer("german")  
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")
```

```
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):  
    print(sentence)
```

Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein.

```
for word in word_tokenize(sentence, language='german'):  
    print(word)
```

Über Sätze und dann Worte iterieren.

Geben
Sie
den
Link
zu
Ihrem
Repository
im
Moodle
ein
.

Vorverarbeitung mit NLTK III

```
text = " ... Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! ..."
stop_words = set(stopwords.words("german"))
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")

text = text.replace("-", " ")
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):
        print(word)

word = word.lower()
word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word)
print(word)

if word not in stop_words:
    word = stemmer_de.stem(word)
    word = stemmer_en.stem(word)

print(word)
```

Vorverarbeitung mit NLTK III

```
text = " ... Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! ..."  
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de = SnowballStemmer("german")  
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")  
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):  
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):  
        print(word)
```

```
word = word.lower()  
word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word)  
print(word)
```

```
if word not in stop_words:  
    word = stemmer_de.stem(word)  
    word = stemmer_en.stem(word)
```

```
print(word)
```

Dabei
werden
Sie
auch
gefragt
,
ob
das
Repository
öffentlich
oder
verborgen
ist
!

Vorverarbeitung mit NLTK III

```
text = " ... Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! ..."
stop_words = set(stopwords.words("german"))
stemmer_de = SnowballStemmer("german")
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):
        print(word)
```

```
word = word.lower()
word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word)
print(word)
```

```
if word not in stop_words:
    word = stemmer_de.stem(word)
    word = stemmer_en.stem(word)
```

```
print(word)
```

Dabei	dabei
werden	werden
Sie	sie
auch	auch
gefragt	gefragt
,	
ob	ob
das	das
Repository	repository
öffentlich	öffentlich
oder	oder
verborgen	verborgen
ist	ist
!	

Vorverarbeitung mit NLTK III

```
text = " ... Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! ..."  
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de = SnowballStemmer("german")  
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")  
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):  
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):  
        print(word)
```

```
word = word.lower()  
word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word)  
print(word)
```

```
if word not in stop_words:  
    word = stemmer_de.stem(word)  
    word = stemmer_en.stem(word)
```

```
print(word)
```

Dabei	dabei	dabei
werden	werden	
Sie	sie	
auch	auch	
gefragt	gefragt	gefragt
,		
ob	ob	
das	das	
Repository	repository	repositori
öffentlich	öffentlich	offent
oder	oder	
verborgen	verborgen	verborg
ist	ist	
!		

Vorverarbeitung mit NLTK III

```
text = " ... Dabei werden Sie auch gefragt, ob das Repository öffentlich oder verborgen ist! ..."  
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de = SnowballStemmer("german")  
stemmer_en = SnowballStemmer("english")
```

```
text = text.replace("-", " ")  
for sentence in sent_tokenize(text, language='german'):  
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):  
        print(word)
```

```
word = word.lower()  
word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word)  
print(word)
```

```
if word not in stop_words:  
    word = stemmer_de.stem(word)  
    word = stemmer_en.stem(word)
```

```
print(word)
```

Alles klein und nur
Buchstaben

Wortstämme, sowohl
Englisch als auch
Deutsch

Dabei	dabei	dabei
werden	werden	
Sie	sie	
auch	auch	
gefragt	gefragt	gefragt
,		
ob	ob	
das	das	
Repository	repository	repositori
öffentlich	öffentlich	offent
oder	oder	
verborgen	verborgen	verborg
ist	ist	
!		

Vorverarbeitung mit NLTK IV

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein. ..."  
  
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de, stemmer_en = SnowballStemmer("german"), SnowballStemmer("english")  
  
sentences = []  
for sentence in sent_tokenize(text.replace("-", " "), language='german'):  
    words = []  
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):  
        word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word.lower())  
        if word not in stop_words:  
            word = stemmer_en.stem(stemmer_de.stem(word))  
            if len(word) > 0:  
                words.append(word)  
    sentences.append(words)  
  
print(sentences)
```

Vorverarbeitung mit NLTK IV

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein. ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de, stemmer_en = SnowballStemmer("german"), SnowballStemmer("english")
```

```
sentences = []  
for sentence in sent_tokenize(text.replace("-", " "), language='german'):
```

```
    words = []
```

```
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):
```

```
        word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word.lower())
```

```
        if word not in stop_words:
```

```
            word = stemmer_en.stem(stemmer_de.stem(word))
```

```
            if len(word) > 0:
```

```
                words.append(word)
```

```
    sentences.append(words)
```

```
print(sentences)
```

```
[['geb', 'link', 'repositori', 'moodl'],  
 ['dabei', 'gefragt', 'repositori', 'offent', 'verborg'],  
 ['denk', 'verborg', 'repositori', 'daran', 'github', 'user',  
  'werkzeugewissarbeit', 'zugriffsrecht', 'erstellt', 'git',  
  'repositori', 'gewahr']]
```

Vorverarbeitung mit NLTK IV

```
text = "Geben Sie den Link zu Ihrem Repository im Moodle ein. ..."
```

```
stop_words = set(stopwords.words("german"))  
stemmer_de, stemmer_en = SnowballStemmer("german"), SnowballStemmer("english")
```

```
sentences = []  
for sentence in sent_tokenize(text.replace("-", " "), language='german'):
```

```
    words = []
```

```
    for word in word_tokenize(sentence, language='german'):
```

```
        word = re.sub("[^a-zäüöß]", "", word.lower())
```

```
        if word not in stop_words:
```

```
            word = stemmer_en.stem(stemmer_de.stem(word))
```

```
            if len(word) > 0:
```

```
                words.append(word)
```

```
    sentences.append(words)
```

```
print(sentences)
```

Alles zusammen :-)

```
[['geb', 'link', 'repositori', 'moodl'],  
 ['dabei', 'gefragt', 'repositori', 'offent', 'verborg'],  
 ['denk', 'verborg', 'repositori', 'daran', 'github', 'user',  
  'werkzeugewissarbeit', 'zugriffsrecht', 'erstellt', 'git',  
  'repositori', 'gewahr']]
```


Ergebnis

Wort	Satz 0	Satz 1	Satz 2
dabei	0	1	0
darán	0	0	1
denk	0	0	1
erstellt	0	0	1
geb	1	0	0
gefragt	0	1	0
gewahr	0	0	1
git	0	0	1
github	0	0	1
link	1	0	0
moodl	1	0	0
offent	0	1	0
repositori	1	1	2
user	0	0	1
verborg	0	1	1
werkzeugewissarbeit	0	0	1
zugriffsrecht	0	0	1

Ergebnis

- *Bag-of-Words-Modell*
 - Dokument ist ein Bitvektor (oder auch Häufigkeitsvektor) seiner Wörter
 - Text sind jetzt Vektoren

Wort	Satz 0	Satz 1	Satz 2
dabei	0	1	0
daran	0	0	1
denk	0	0	1
erstellt	0	0	1
geb	1	0	0
gefragt	0	1	0
gewahr	0	0	1
git	0	0	1
github	0	0	1
link	1	0	0
moodl	1	0	0
offent	0	1	0
repositori	1	1	2
user	0	0	1
verborg	0	1	1
werkzeugewissarbeit	0	0	1
zugriffsrecht	0	0	1

Ergebnis

- *Bag-of-Words-Modell*
 - Dokument ist ein Bitvektor (oder auch Häufigkeitsvektor) seiner Wörter
 - Text sind jetzt Vektoren

Und die können wir vergleichen etc.

Wort	Satz 0	Satz 1	Satz 2
dabei	0	1	0
daran	0	0	1
denk	0	0	1
erstellt	0	0	1
geb	1	0	0
gefragt	0	1	0
gewahr	0	0	1
git	0	0	1
github	0	0	1
link	1	0	0
moodl	1	0	0
offent	0	1	0
repositori	1	1	2
user	0	0	1
verborg	0	1	1
werkzeugewissarbeit	0	0	1
zugriffsrecht	0	0	1

Ergebnis als NumPy-Array

```
import numpy as np
```

```
sentences = [  
    ['geb', 'link', 'repositori', 'moodl'],  
    ['dabei', 'gefragt', 'repositori', 'offent', 'verborg'],  
    ['denk', 'verborg', 'repositori', 'daran', 'github',  
     'user', 'werkzeugewissarbeit', 'zugriffsrecht', 'erstellt',  
     'git', 'repositori', 'gewahr']  
]
```

```
id2word = list(set([ w for s in sentences for w in s ]))  
word2id = { word : i for i, word in enumerate(id2word) }
```

```
corpus = np.zeros((len(id2word), len(sentences)), dtype=int)  
for s_id, sentence in enumerate(sentences):  
    for word in sentence:  
        corpus[word2id[word], s_id] += 1
```

```
print(word2id)  
print(corpus)
```

Ergebnis als NumPy-Array

```
import numpy as np
```

```
sentences = [  
    ['geb', 'link', 'repositori', 'moodl'],  
    ['dabei', 'gefragt', 'repositori', 'offent', 'verborg'],  
    ['denk', 'verborg', 'repositori', 'daran', 'github',  
     'user', 'werkzeugewissarbeit', 'zugriffsrecht', 'erstellt',  
     'git', 'repositori', 'gewahr']  
]
```

```
id2word = list(set([ w for s in sentences for w in s ]))  
word2id = { word : i for i, word in enumerate(id2word) }
```

```
corpus = np.zeros((len(id2word), len(sentences)), dtype=int)  
for s_id, sentence in enumerate(sentences):  
    for word in sentence:  
        corpus[word2id[word], s_id] += 1
```

```
print(word2id) {'dabei': 0, 'daran': 1, ... 'repositori': 12, 'user': 13,  
print(corpus)  'verborg': 14, 'werkzeugewissarbeit': 15, ...}
```

Ergebnis als NumPy-Array

```
import numpy as np
```

```
sentences = [  
    ['geb', 'link', 'repositori', 'moodl'],  
    ['dabei', 'gefragt', 'repositori', 'offent', 'verborg'],  
    ['denk', 'verborg', 'repositori', 'daran', 'github',  
     'user', 'werkzeugewissarbeit', 'zugriffsrecht', 'erstellt',  
     'git', 'repositori', 'gewahr']  
]
```

```
id2word = list(set([ w for s in sentences for w in s ]))  
word2id = { word : i for i, word in enumerate(id2word) }
```

```
corpus = np.zeros((len(id2word), len(sentences)), dtype=int)  
for s_id, sentence in enumerate(sentences):  
    for word in sentence:  
        corpus[word2id[word], s_id] += 1
```

```
print(word2id) {'dabei': 0, 'daran': 1, ... 'repositori': 12, 'user': 13,  
print(corpus)  'verborg': 14, 'werkzeugewissarbeit': 15, ...}
```

```
[[0 1 0]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [1 0 0]  
 [0 1 0]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [1 0 0]  
 [1 0 0]  
 [0 1 0]  
 [1 1 2]  
 [0 0 1]  
 [0 1 1]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]]
```

Ergebnis als NumPy

```
import numpy as np
```

```
sentences = [  
    ['geb', 'link', 'repositori', 'moodl'],  
    ['dabei', 'gefragt', 'repositori', 'offent', 'verborg'],  
    ['denk', 'verborg', 'repositori', 'daran', 'github',  
     'user', 'werkzeugewissarbeit', 'zugriffsrecht', 'erstellt',  
     'git', 'repositori', 'gewahr']  
]
```

```
id2word = list(set([ w for s in sentences for w in s ]))  
word2id = { word : i for i, word in enumerate(id2word) }
```

```
corpus = np.zeros((len(id2word), len(sentences)), dtype=int)  
for s_id, sentence in enumerate(sentences):  
    for word in sentence:  
        corpus[word2id[word], s_id] += 1
```

```
print(word2id) {'dabei': 0, 'daran': 1, ... 'repositori': 12, 'user': 13,  
print(corpus)  'verborg': 14, 'werkzeugewissarbeit': 15, ...}
```

Auch hierfür würde man i.A.
eine Bibliothek nutzen

```
[[0 1 0]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [1 0 0]  
 [0 1 0]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]  
 [1 0 0]  
 [1 0 0]  
 [0 1 0]  
 [1 1 2]  
 [0 0 1]  
 [0 1 1]  
 [0 0 1]  
 [0 0 1]]
```

NumPy-Array und ein
Wörterbuch um IDs auf Worte
zu übersetzen.

III.

Datenvisualisierung

Matplotlib

Installation



- Python Paket
- <https://matplotlib.org/>

Installation



- Python Paket
- <https://matplotlib.org/>
- Installation z.B. mit pip3 `install matplotlib`

Installation



- Python Paket
 - <https://matplotlib.org/>
- Installation z.B. mit pip3 `install matplotlib`
- Import

Installation



- Python Paket
- <https://matplotlib.org/>
- Installation z.B. mit pip3 `install matplotlib`
- Import

```
import matplotlib as mpl  
import matplotlib.pyplot as plt
```

Der erste Plot

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)

plt.plot(x, x**2)
plt.plot(x, x**3)

plt.show()

print(x)
```

Der erste Plot

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)

plt.plot(x, x**2)
plt.plot(x, x**3)

plt.show()

print(x)
```

```
[ -10.   -9.5   -9.    -8.5   -8.    -7.5   -7.    -6.5   -6.    -5.5   -5.    -4.5
  -4.    -3.5   -3.    -2.5   -2.    -1.5   -1.    -0.5   0.     0.5    1.     1.5
   2.     2.5    3.     3.5    4.     4.5    5.     5.5    6.     6.5    7.     7.5
   8.     8.5    9.     9.5   10. ]
```

Der erste Plot

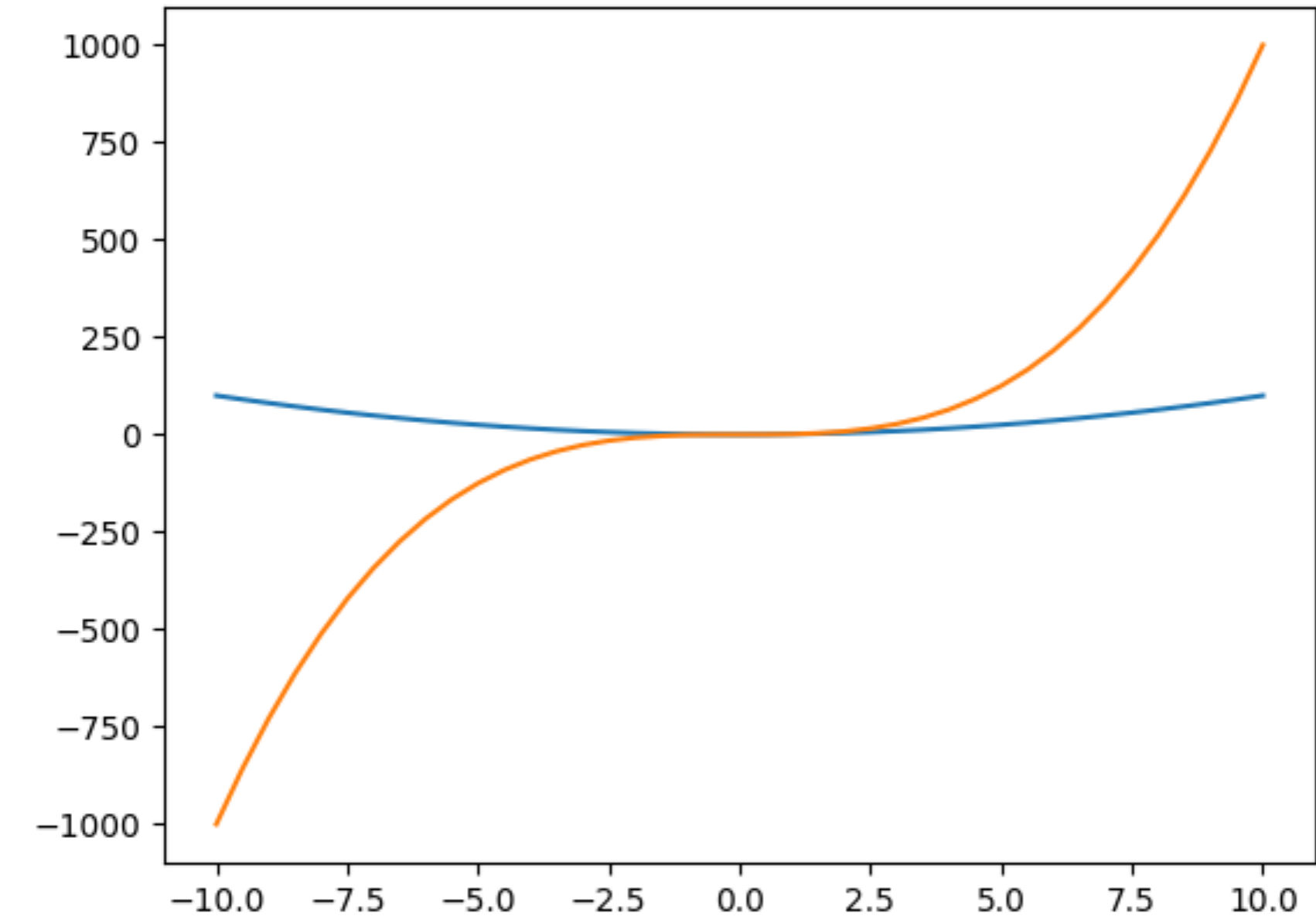
```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)

plt.plot(x, x**2)
plt.plot(x, x**3)

plt.show()

print(x)
```



```
[ -10.   -9.5   -9.    -8.5   -8.    -7.5   -7.    -6.5   -6.    -5.5   -5.    -4.5
  -4.    -3.5   -3.    -2.5   -2.    -1.5   -1.    -0.5   0.     0.5    1.     1.5
   2.     2.5    3.     3.5    4.     4.5    5.     5.5    6.     6.5    7.     7.5
   8.     8.5    9.     9.5   10. ]
```

Der erste Plot

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)

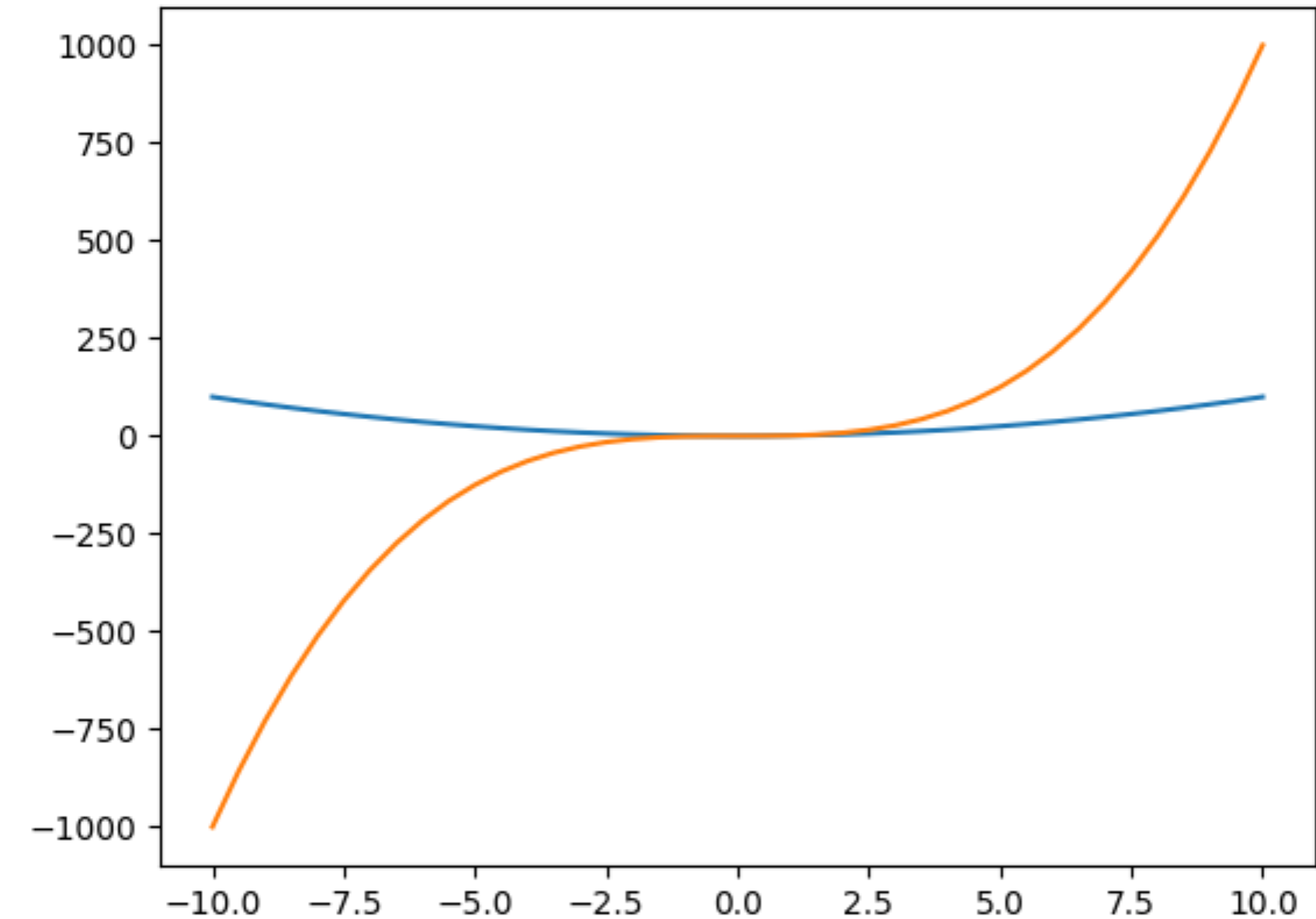
plt.plot(x, x**2)
plt.plot(x, x**3)

plt.show()

print(x)
```

„Linie“ mittels zwei Arrays, jeweils x- und y-Wert

Öffnen des Plot



```
[ -10.  -9.5  -9.   -8.5  -8.   -7.5  -7.   -6.5  -6.   -5.5  -5.   -4.5
  -4.   -3.5  -3.   -2.5  -2.   -1.5  -1.   -0.5  0.    0.5   1.    1.5
   2.    2.5   3.    3.5   4.    4.5   5.    5.5   6.    6.5   7.    7.5
   8.    8.5   9.    9.5  10. ]
```

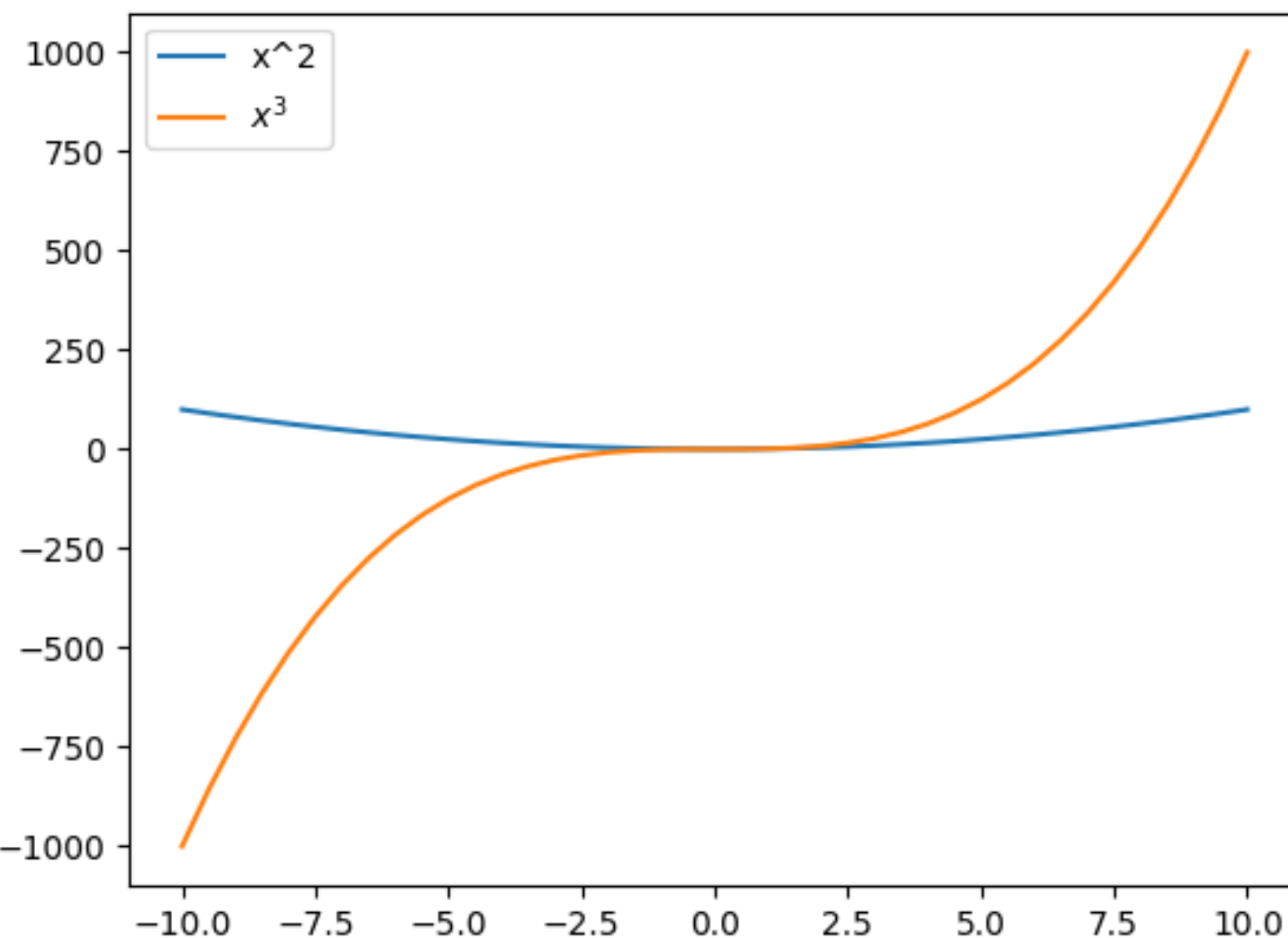

PyPlot und Objektorientiert

```
import matplotlib.pyplot as plt  
import numpy as np
```

```
x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)
```

```
plt.plot(x, x**2, label='x^2')  
plt.plot(x, x**3, label=r'$x^3$')  
plt.legend()
```

```
plt.show()
```



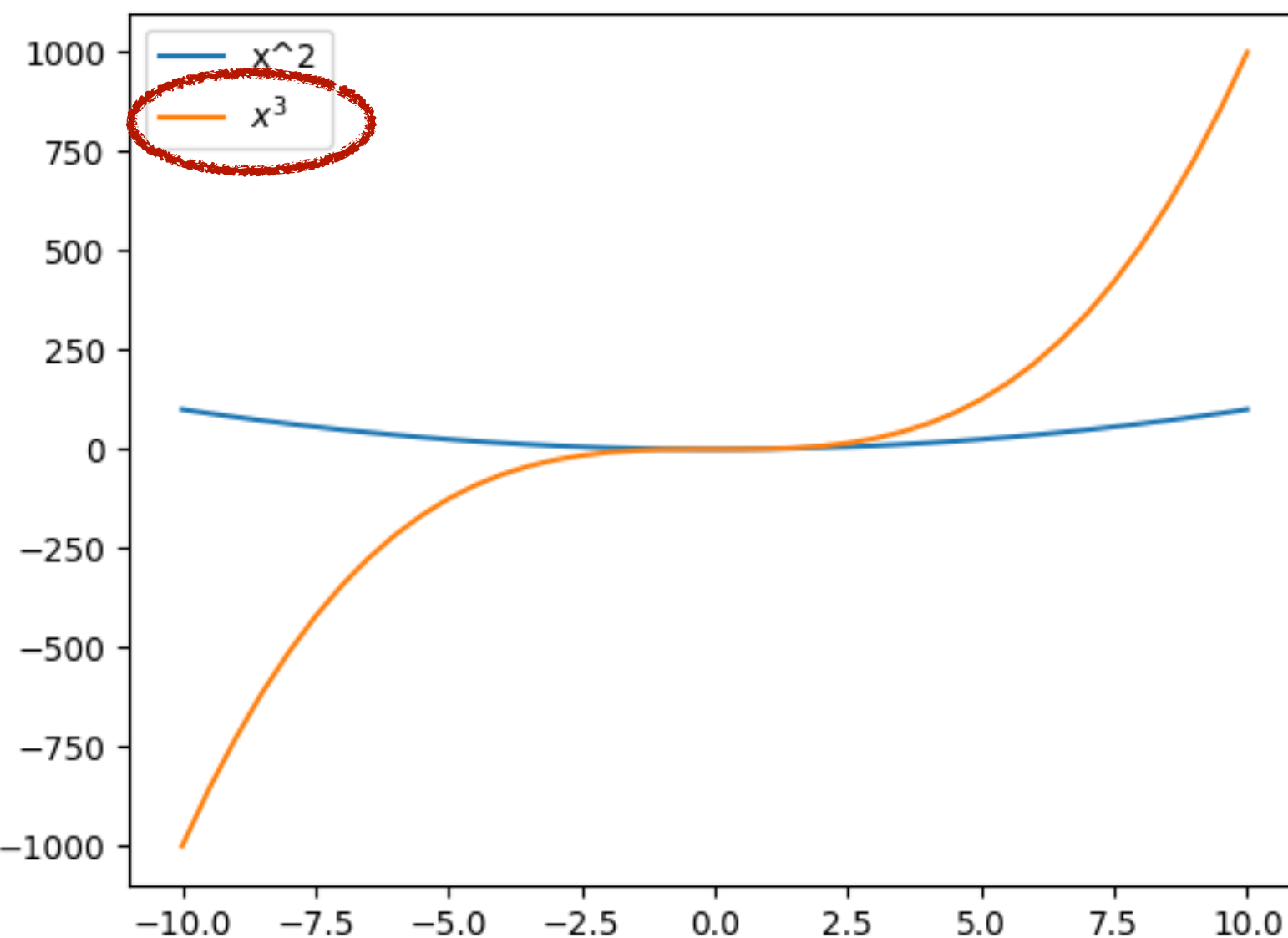
PyPlot und Objektorientiert

```
import matplotlib.pyplot as plt  
import numpy as np
```

```
x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)
```

```
plt.plot(x, x**2, label='x^2')  
plt.plot(x, x**3, label='$x^3$')  
plt.legend()
```

```
plt.show()
```



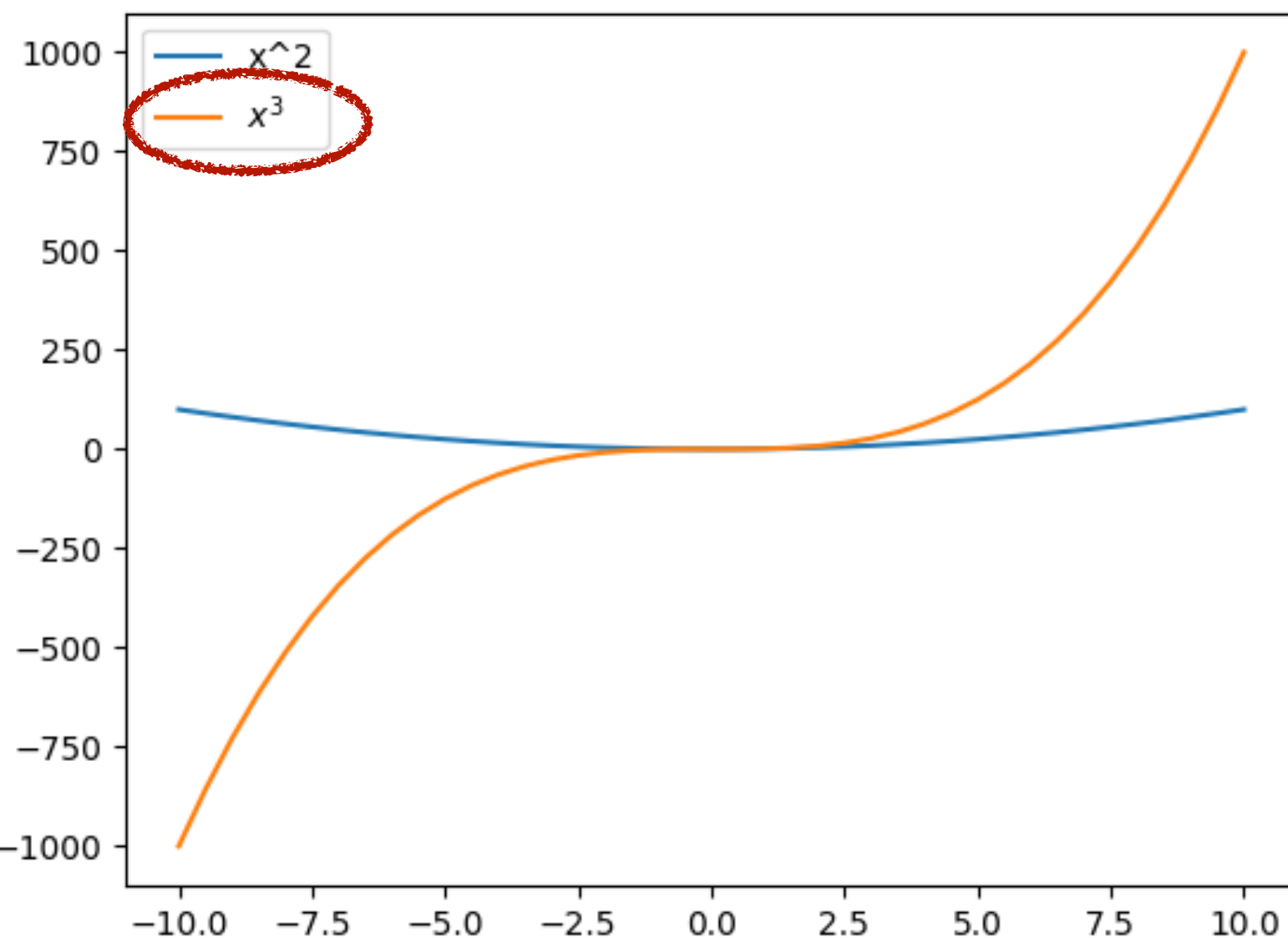
PyPlot und Objektorientiert

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)
```

```
plt.plot(x, x**2, label='x^2')
plt.plot(x, x**3, label='$x^3$')
plt.legend()
```

```
plt.show()
```



```
fig1, ax1 = plt.subplots()
```

```
ax1.plot(x, x**2, label='x^2')
ax1.plot(x, x**3, label='x^3')
ax1.legend()
```

```
fig2, ax2 = plt.subplots()
```

```
ax2.plot(x, x**2, label='x^2')
ax2.plot(x, x**4, label='x^4')
ax2.legend()
```

```
plt.show()
```

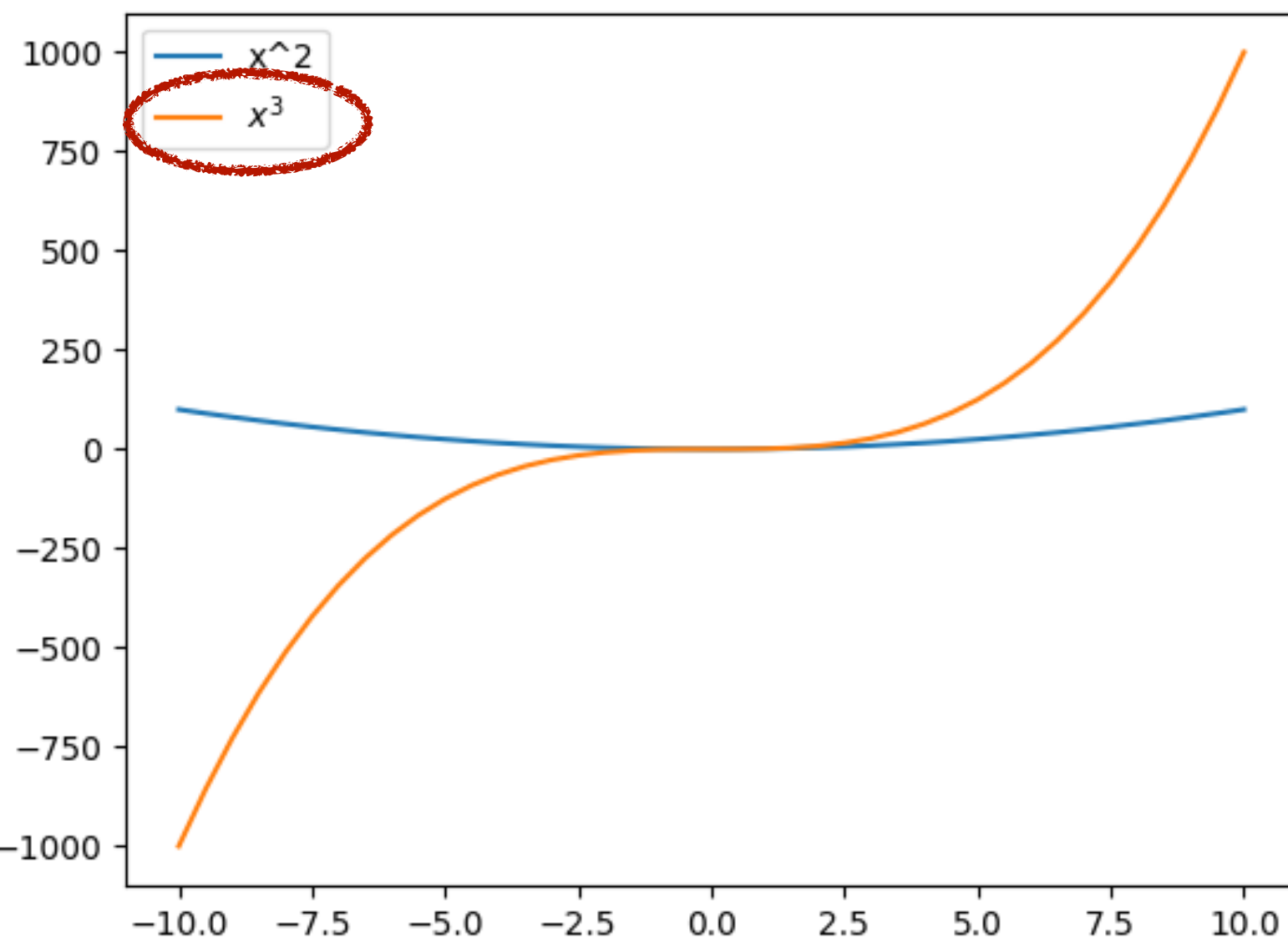
PyPlot und Objektorientiert

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)
```

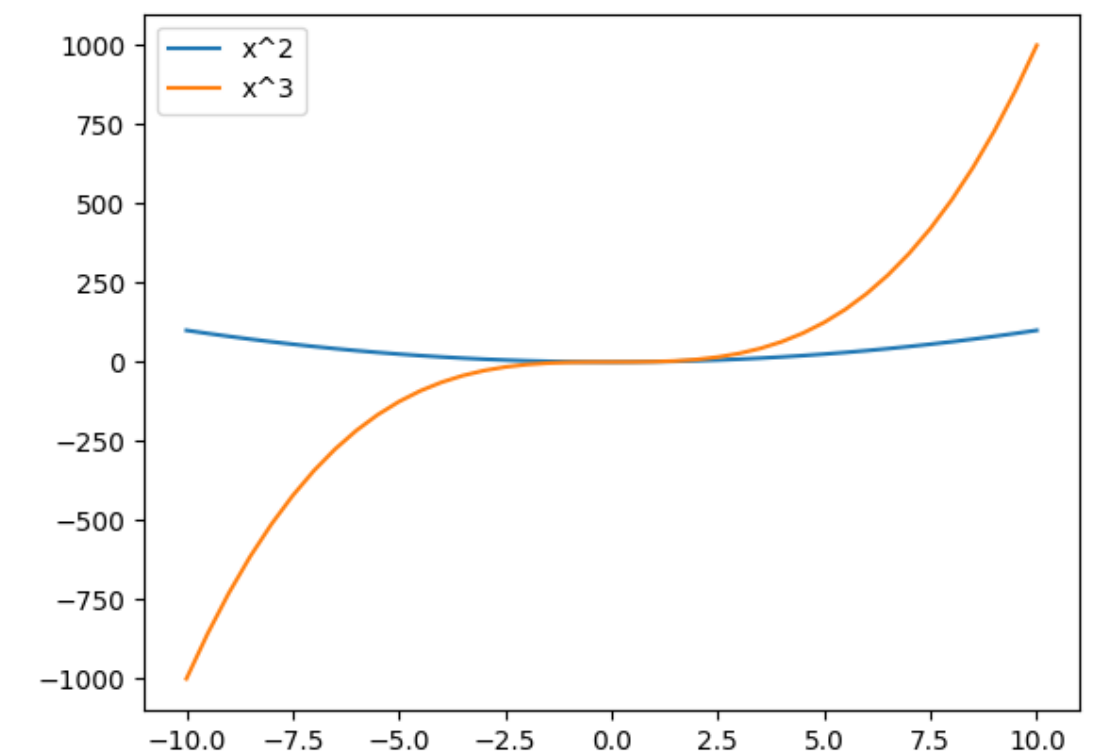
```
plt.plot(x, x**2, label='x^2')
plt.plot(x, x**3, label='$x^3$')
plt.legend()
```

```
plt.show()
```



```
fig1, ax1 = plt.subplots()
```

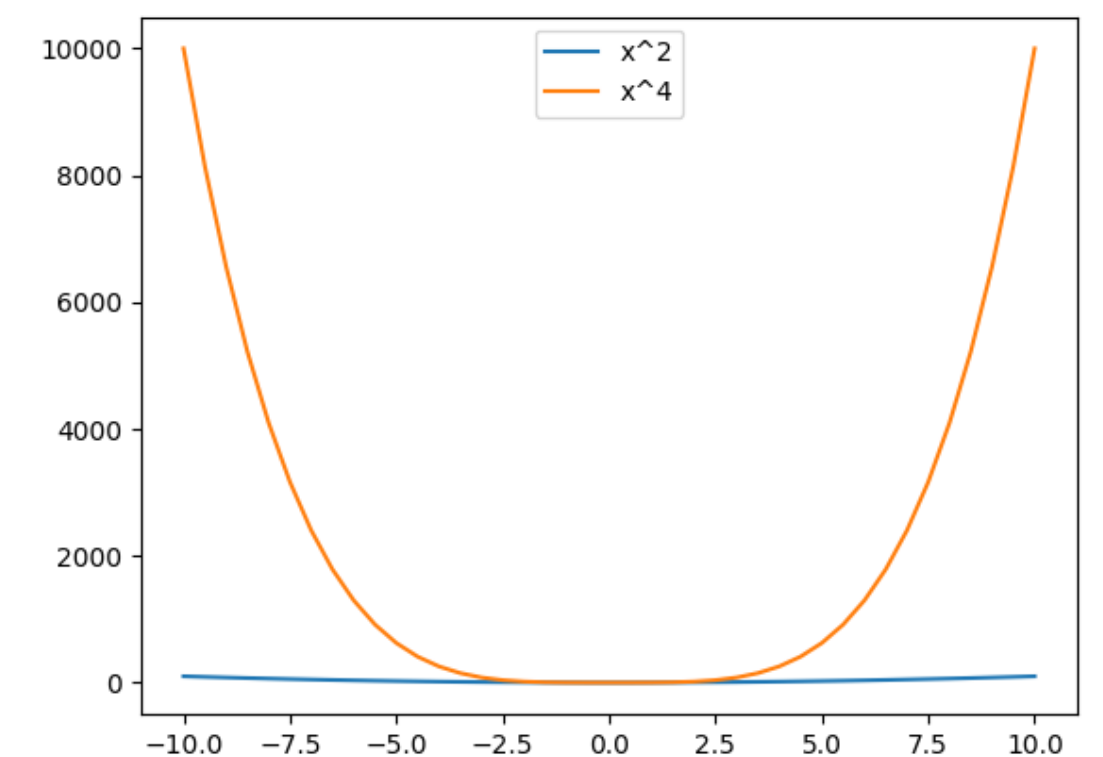
```
ax1.plot(x, x**2, label='x^2')
ax1.plot(x, x**3, label='x^3')
ax1.legend()
```



```
fig2, ax2 = plt.subplots()
```

```
ax2.plot(x, x**2, label='x^2')
ax2.plot(x, x**4, label='x^4')
ax2.legend()
```

```
plt.show()
```



PyPlot und Objektorientiert

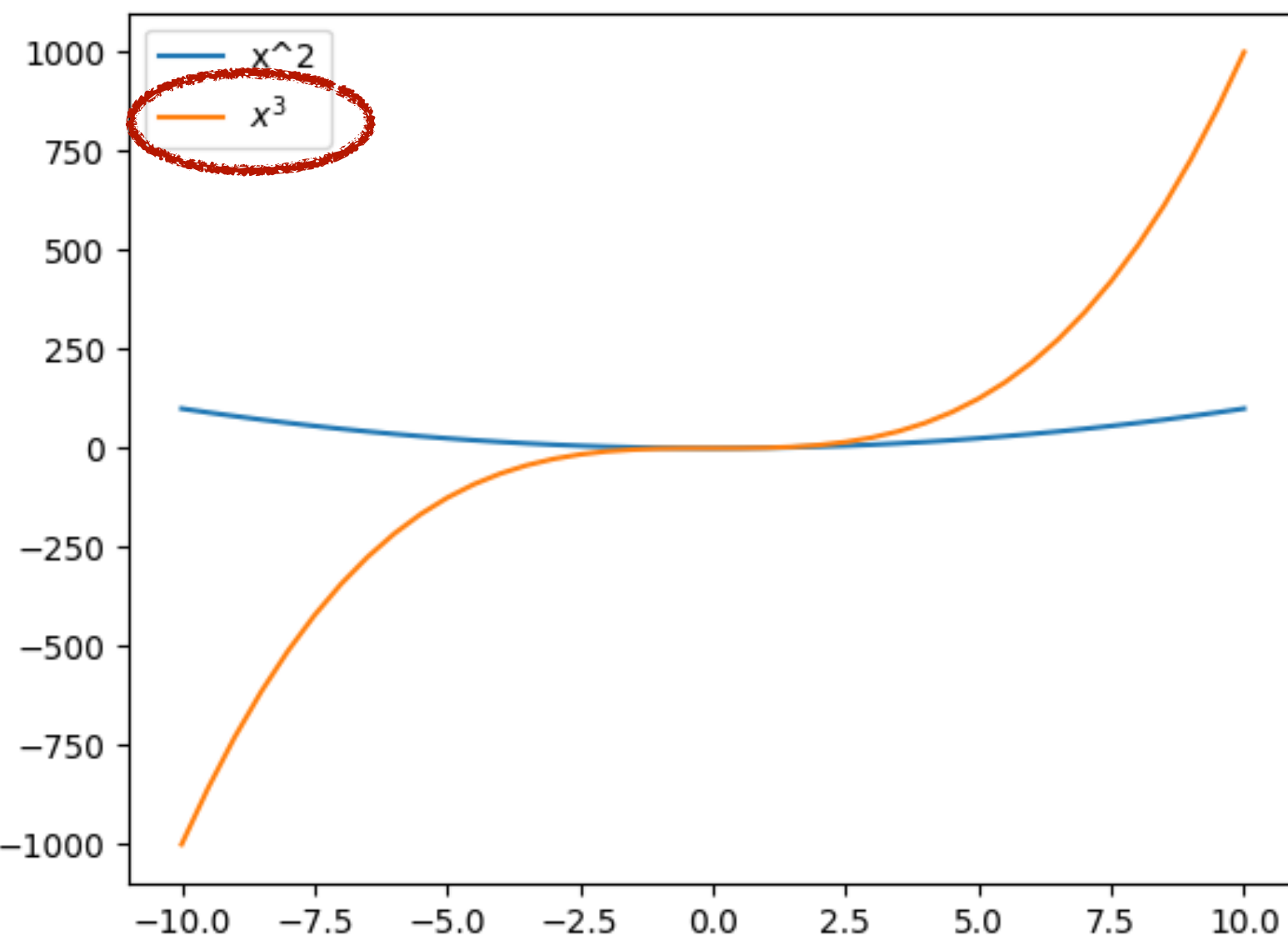
```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
x = np.arange(-10, 10.5, step=0.5)
```

```
plt.plot(x, x**2, label='x^2')
plt.plot(x, x**3, label='$x^3$')
plt.legend()
```

PyPlot: Direkt plt genutzt

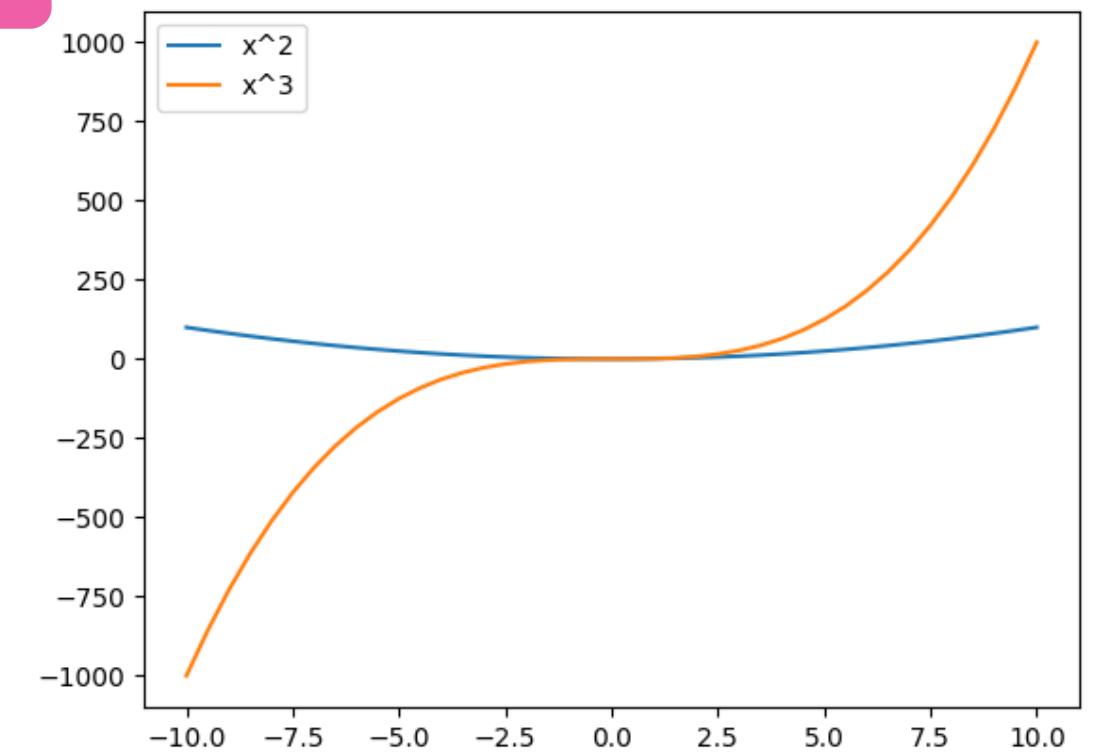
```
plt.show()
```



Objektor.: Objekt erstellt und dann dieses genutzt.

```
fig1, ax1 = plt.subplots()
```

```
ax1.plot(x, x**2, label='x^2')
ax1.plot(x, x**3, label='x^3')
ax1.legend()
```

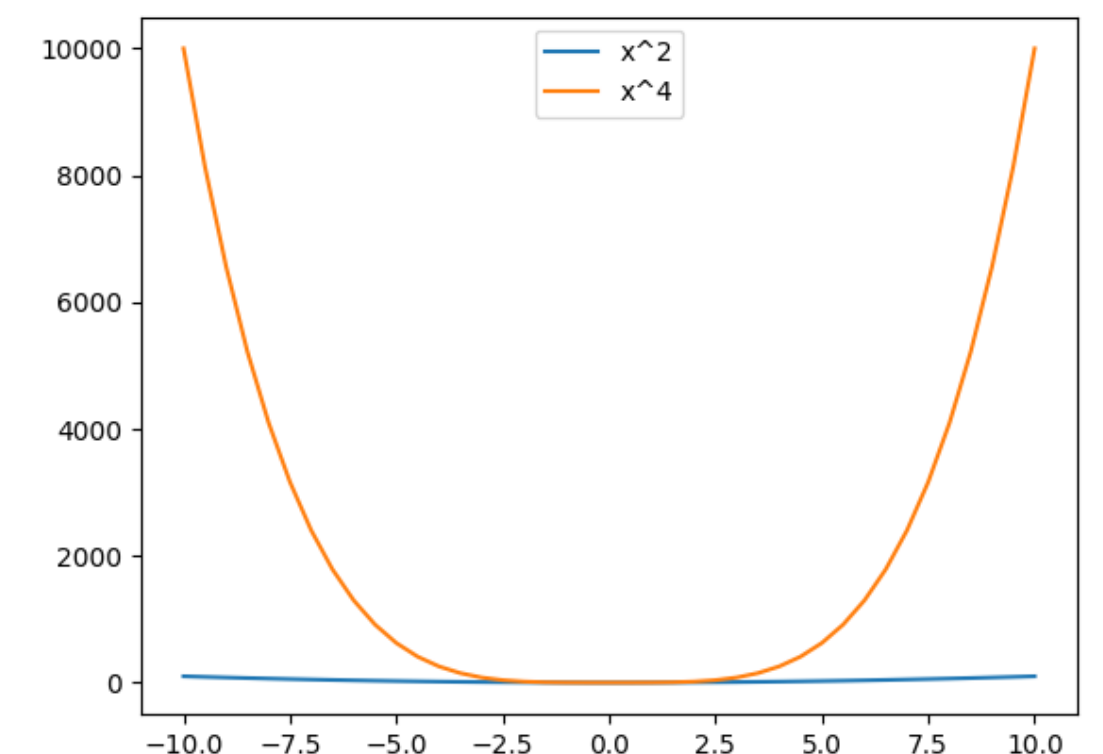


```
fig2, ax2 = plt.subplots()
```

```
ax2.plot(x, x**2, label='x^2')
ax2.plot(x, x**4, label='x^4')
ax2.legend()
```

```
plt.show()
```

Zwei Objekte, also es öffnet sich ein Fenster mit zwei Plots.



Beispiel

```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np

y = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1])
x = np.arange(9)
```

```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(8, 4))
```

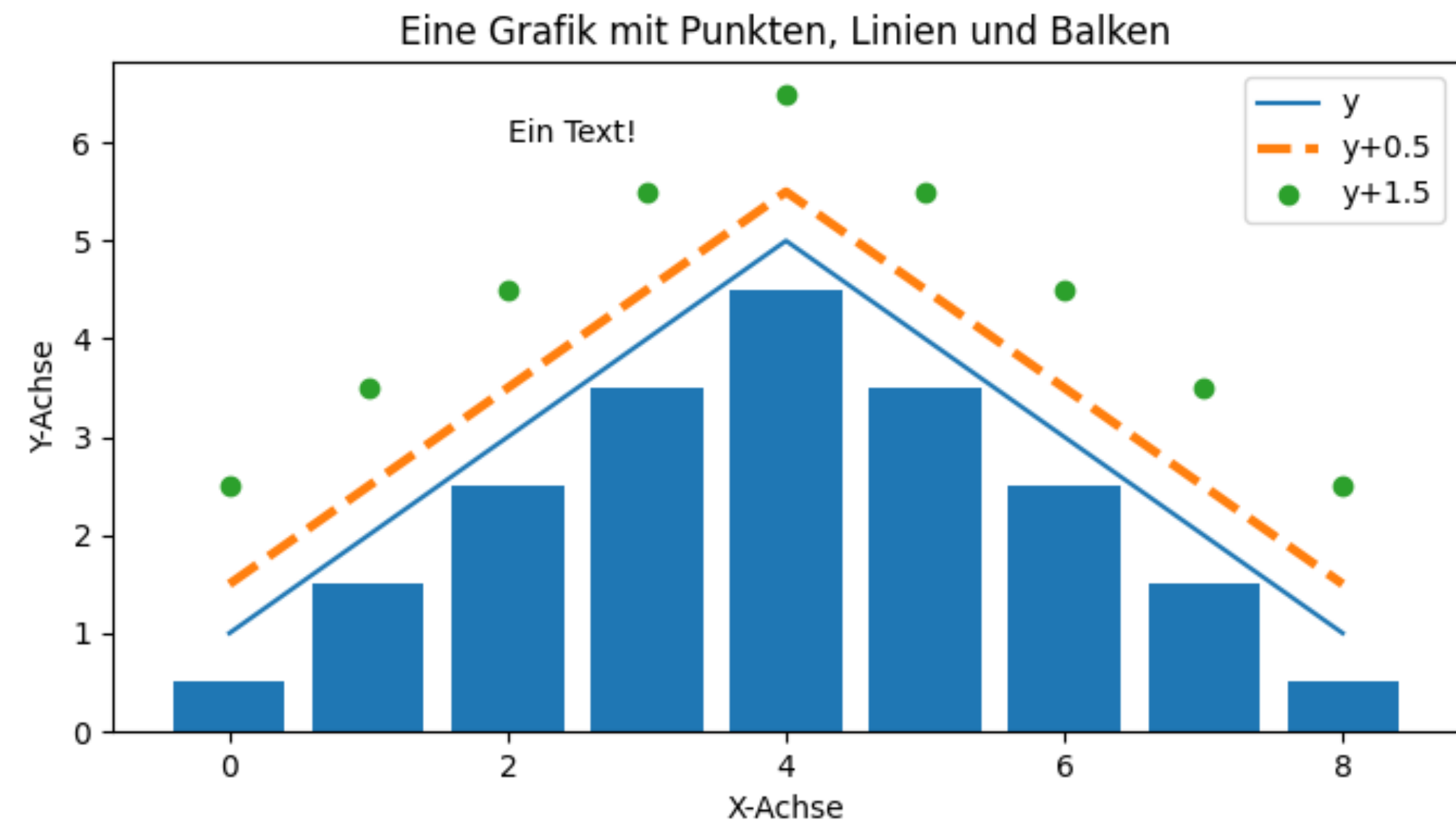
```
ax.plot(x, y, label='y')
ax.plot(x, y+0.5, label='y+0.5', linewidth=3, linestyle='--')
ax.plot(x, y+1.5, 'o', label='y+1.5')
ax.bar(x, y-0.5)
```

```
ax.legend();
```

```
ax.set_xlabel("X-Achse")
ax.set_ylabel("Y-Achse")
ax.set_title('Eine Grafik mit Punkten,
Linien und Balken')
```

```
ax.text(2, 6, 'Ein Text!')
```

```
plt.savefig("plot.png")
```



```
import matplotlib.pyplot as plt
import numpy as np
```

```
y = np.array([1, 2, 3, 4, 5, 4, 3, 2, 1])
x = np.arange(9)
```

```
fig, ax = plt.subplots(figsize=(8, 4))
```

```
ax.plot(x, y, label='y')
ax.plot(x, y+0.5, label='y+0.5', linewidth=3, linestyle='--')
ax.plot(x, y+1.5, 'o', label='y+1.5')
ax.bar(x, y-0.5)
```

```
ax.legend();
```

```
ax.set_xlabel("X-Achse")
ax.set_ylabel("Y-Achse")
ax.set_title('Eine Grafik mit Punkten,
Linien und Balken')
```

```
ax.text(2, 6, 'Ein Text!')
```

```
plt.savefig("plot.png")
```

Beispiel

Größe (Seitenverhältnis des Plot)

Konfiguration der Linie und Dicke

Kreise statt Linie

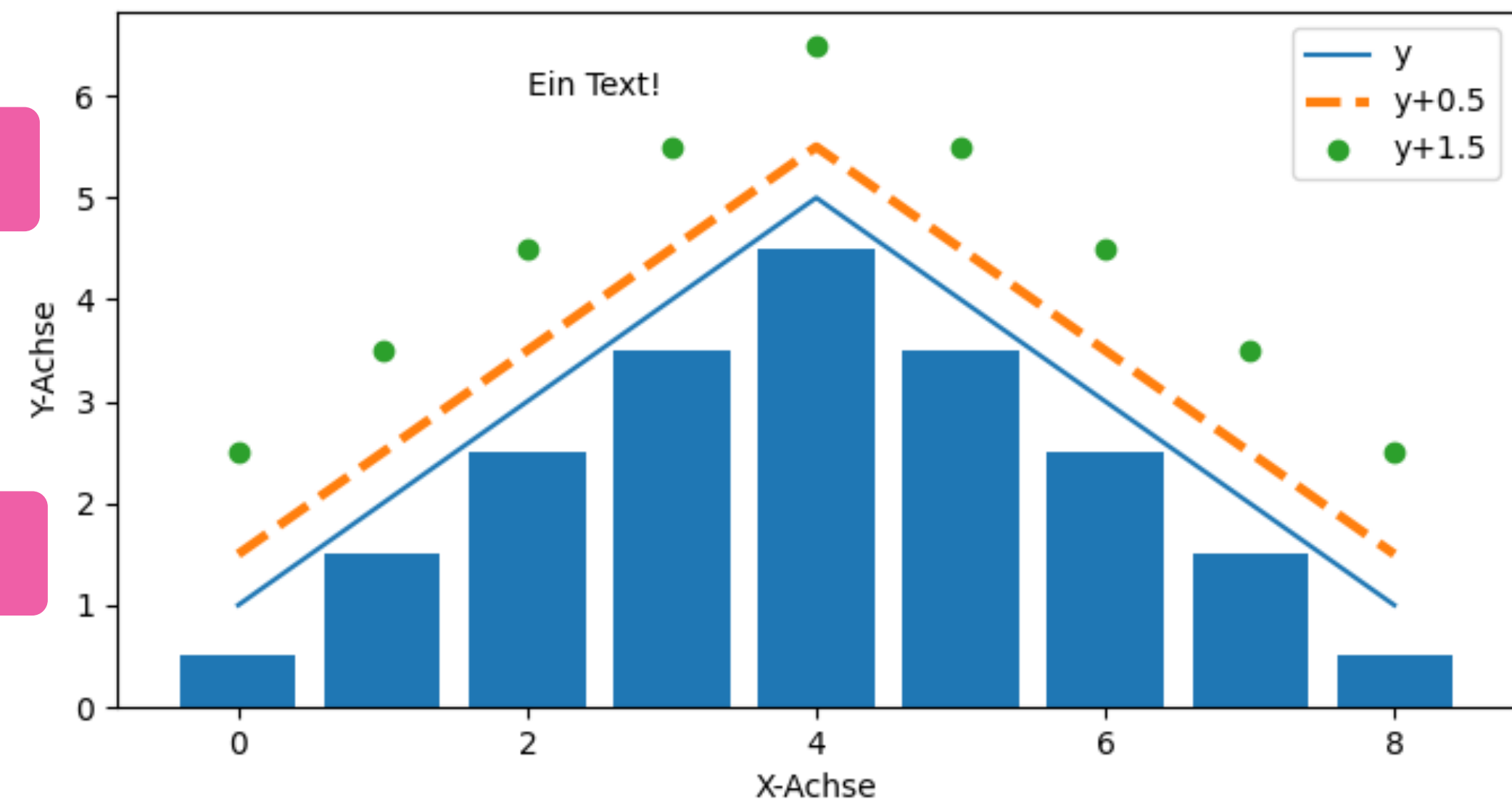
Balkendiagramm

Beschriftungen

Text im Plot

Als Datei speichern statt zu öffnen

Eine Grafik mit Punkten, Linien und Balken



Zusammenfassung

I. Projektaufgabe 2

1. Lösungsvorschlag

II. Datenverarbeitung

1. Python-intern

2. Pandas

3. NLTK

III. Datenvisualisierung

1. Matplotlib



Zusammenfassung

I. Projektaufgabe 2


1. Lösungsvorschlag

II. Datenverarbeitung

1. Python-intern
2. Pandas
3. NLTK

III. Datenvisualisierung

1. Matplotlib



Aufgabe 4 wird am
Donnerstag freigeschaltet
und am Freitag ist die
Abgabe von Aufgabe 3!



~~Heute~~

Inhaltsübersicht

1. Programmiersprache Python
 - a) *Einführung, Erste Schritte*
 - b) *Grundlagen*
 - c) *Fortgeschritten*
2. Auszeichnungssprachen
 - a) *LaTeX, Markdown*
3. Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen
 - a) *Jupyter Notebooks lokal und in der Cloud (Google Colab)*
4. Versionsverwaltung
 - a) *Git, GitHub*
5. Wissenschaftliches Rechnen
 - a) *NumPy, SciPy*
6. Datenverarbeitung und -visualisierung
 - a) *Pandas, matplotlib, NLTK*
7. Machine Learning (scikit-learn)
 - a) **Grundlegende Ansätze (Datensätze, Auswertung)**
 - b) *Einfache Verfahren (Clustering, ...)*
8. DeepLearning
 - a) *TensorFlow, PyTorch, HuggingFace Transformers*