

Werkzeuge für das wissenschaftliche Arbeiten

Python for Machine Learning and Data Science

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

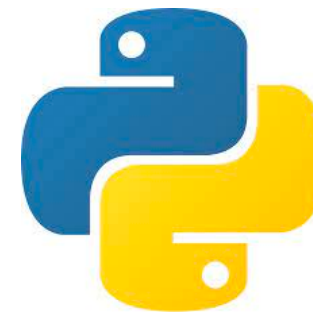
Inhaltsübersicht

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 1

1. Lösungsvorschlag



Heute

Themen

- I. Projektaufgabe 1
 1. Lösungsvorschlag
- II. Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen
 1. Jupyter Notebooks
 2. Grundlagen (Bash-)Terminal



Heute

Themen

- I. Projektaufgabe 1
 1. Lösungsvorschlag
- II. Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen
 1. Jupyter Notebooks
 2. Grundlagen (Bash-)Terminal
- III. Reguläre Ausdrücke



Heute

Projektaufgabe 1

„Textbasierter Taschenrechner“

- Vorstellung möglicher Lösungen

(werden nicht in Moodle hochgeladen!)

Projektaufgabe 1

„Textbasierter Taschenrechner“

- Vorstellung möglicher Lösungen
(werden nicht in Moodle hochgeladen!)



II.

Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen

1. Jupyter Notebooks – lokal und in der Cloud

Entwicklungsumgebungen

- Vielzahl mit Unterstützung für Python
 - VS Code
 - PyCharm

Entwicklungsumgebungen

- Vielzahl
- VS Code
- PyCharm

The screenshot shows the Visual Studio Code editor interface. The main editor window displays a Python script named '1a-Python-Einfuehrung-12.py'. The code is as follows:

```
11 csv = ""
12 for line in nl:
13     csv += ','.join([
14         str(n) for n in line
15     ]) + "\n"
16 return csv
17
18
19 f = open("1a-Python-Einfuehrung-12.csv", "r")
20 lines = f.readlines()
21 f.close()
22
23 new_lines = []
24 for line in lines:
25     numbers = extract_numbers(line)
26     new_lines.append([n ** 2 for n in numbers])
27
28 print(build_csv(new_lines))
29
30
31
```

The Explorer sidebar on the left shows the project structure with folders for '2a-LaTeX-Markdown-01.md' and 'WISS-ARBEITEN-PYTHON'. The Preview window on the right shows a Markdown document with the following content:

Markdown

From [Wikipedia](#), the free encyclopedia

Article

Markdown is a lightweight markup language for creating formatted text using a plain-text editor. John Gruber and Aaron Swartz created Markdown in 2004 as a markup language that is appealing to human readers in its source code form.

Paragraphs are separated by a blank line.

Two spaces at the end of a line produce a line break. Text can be styled *italic*, **bold**, or **monospace**.

Überschrift

Unterüberschrift

The terminal at the bottom shows the execution of the Python script:

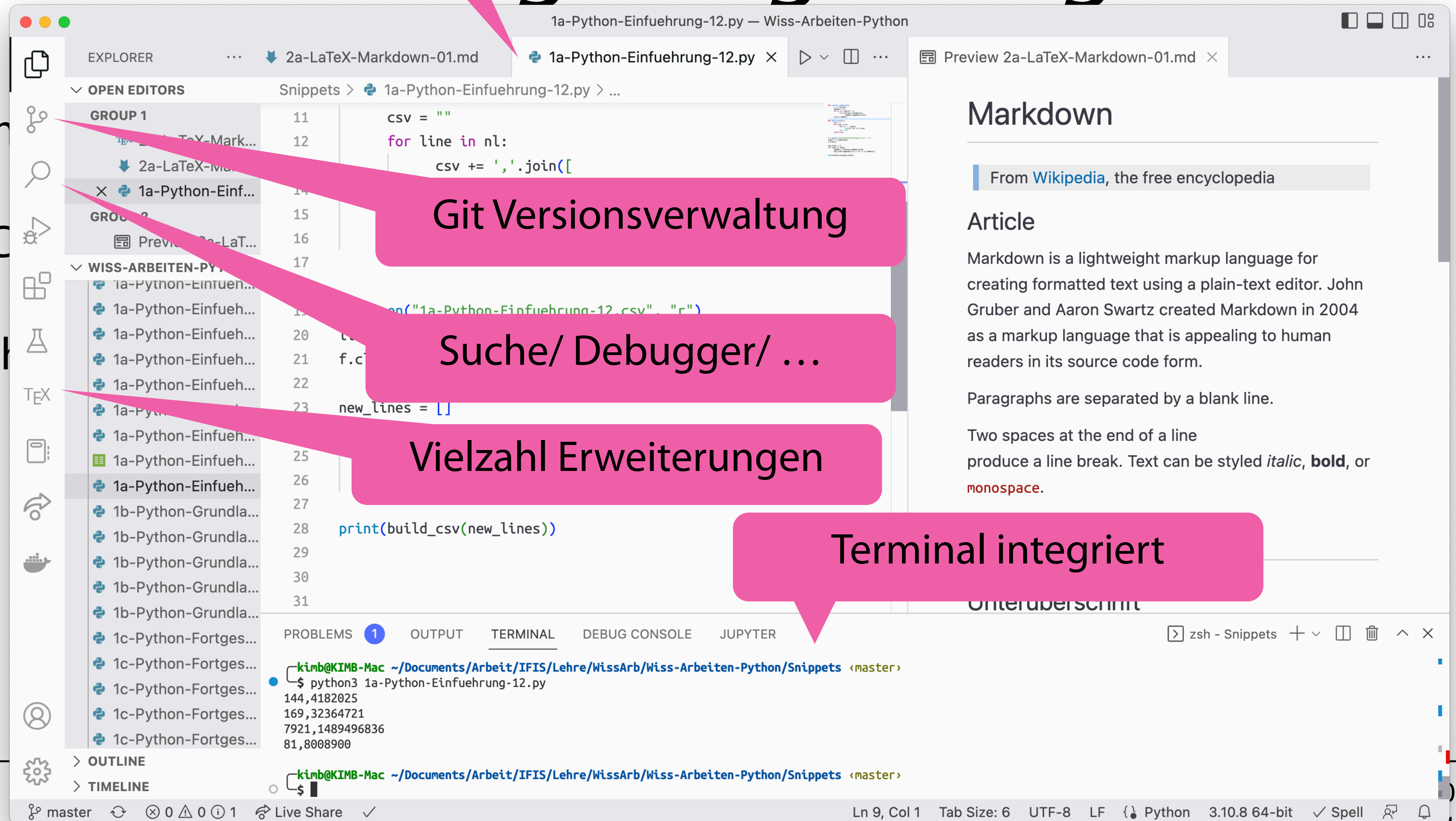
```
kim@KIMB-Mac ~/Documents/Arbeit/IFIS/Lehre/WissArb/Wiss-Arbeiten-Python/Snippets <master>
$ python3 1a-Python-Einfuehrung-12.py
144,4182025
169,32364721
7921,1489496836
81,8008900
```



Editortabs mit verschiedenen Inhalten

ENTWICKLUNGsumgebungen

- Vielzahl
- VS C
- PyCh



Git Versionsverwaltung

Suche/ Debugger/ ...

Vielzahl Erweiterungen

Terminal integriert



Entwicklungsumgebungen

- Vielzahl
- VS Code
- PyCharm

The screenshot shows the Visual Studio Code editor interface. The main editor window displays a Python script named '1a-Python-Einfuehrung-12.py'. The code is as follows:

```
11 csv = ""
12 for line in nl:
13     csv += ','.join([
14         str(n) for n in line
15     ]) + "\n"
16 return csv
17
18
19 f = open("1a-Python-Einfuehrung-12.csv", "r")
20 lines = f.readlines()
21 f.close()
22
23 new_lines = []
24 for line in lines:
25     numbers = extract_numbers(line)
26     new_lines.append([n ** 2 for n in numbers])
27
28 print(build_csv(new_lines))
29
30
31
```

The left sidebar shows the Explorer view with a file tree containing several Python files. The right sidebar shows a preview of a Markdown document titled '2a-LaTeX-Markdown-01.md'. The preview content includes:

Markdown

From [Wikipedia](#), the free encyclopedia

Article

Markdown is a lightweight markup language for creating formatted text using a plain-text editor. John Gruber and Aaron Swartz created Markdown in 2004 as a markup language that is appealing to human readers in its source code form.

Paragraphs are separated by a blank line.

Two spaces at the end of a line produce a line break. Text can be styled *italic*, **bold**, or **monospace**.

Überschrift

Unterüberschrift

The bottom status bar shows the current file is at line 9, column 1, with a tab size of 6, UTF-8 encoding, and LF line endings. The Python version is 3.10.8 64-bit. The interface also includes a terminal window at the bottom with the following output:

```
kim@KIMB-Mac ~/Documents/Arbeit/IFIS/Lehre/WissArb/Wiss-Arbeiten-Python/Snippets <master>
$ python3 1a-Python-Einfuehrung-12.py
144,4182025
169,32364721
7921,1489496836
81,8008900
```



Entwicklungsumgebungen

- Vielzahl mit Unterstützung für Python
 - VS Code
 - PyCharm

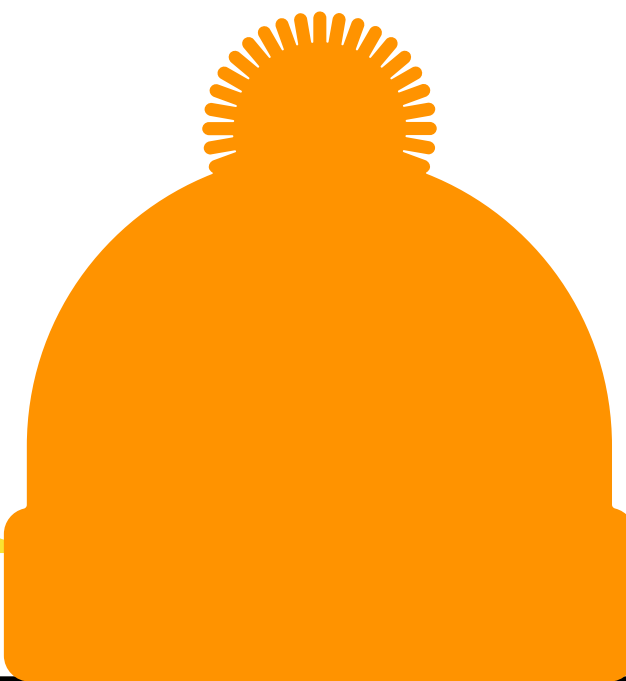
Entwicklungsumgebungen

- Vielzahl mit Unterstützung für Python
 - VS Code
 - PyCharm
- Entwicklung im *Browser*
 - vscode.dev
 - Jupyter Notebooks

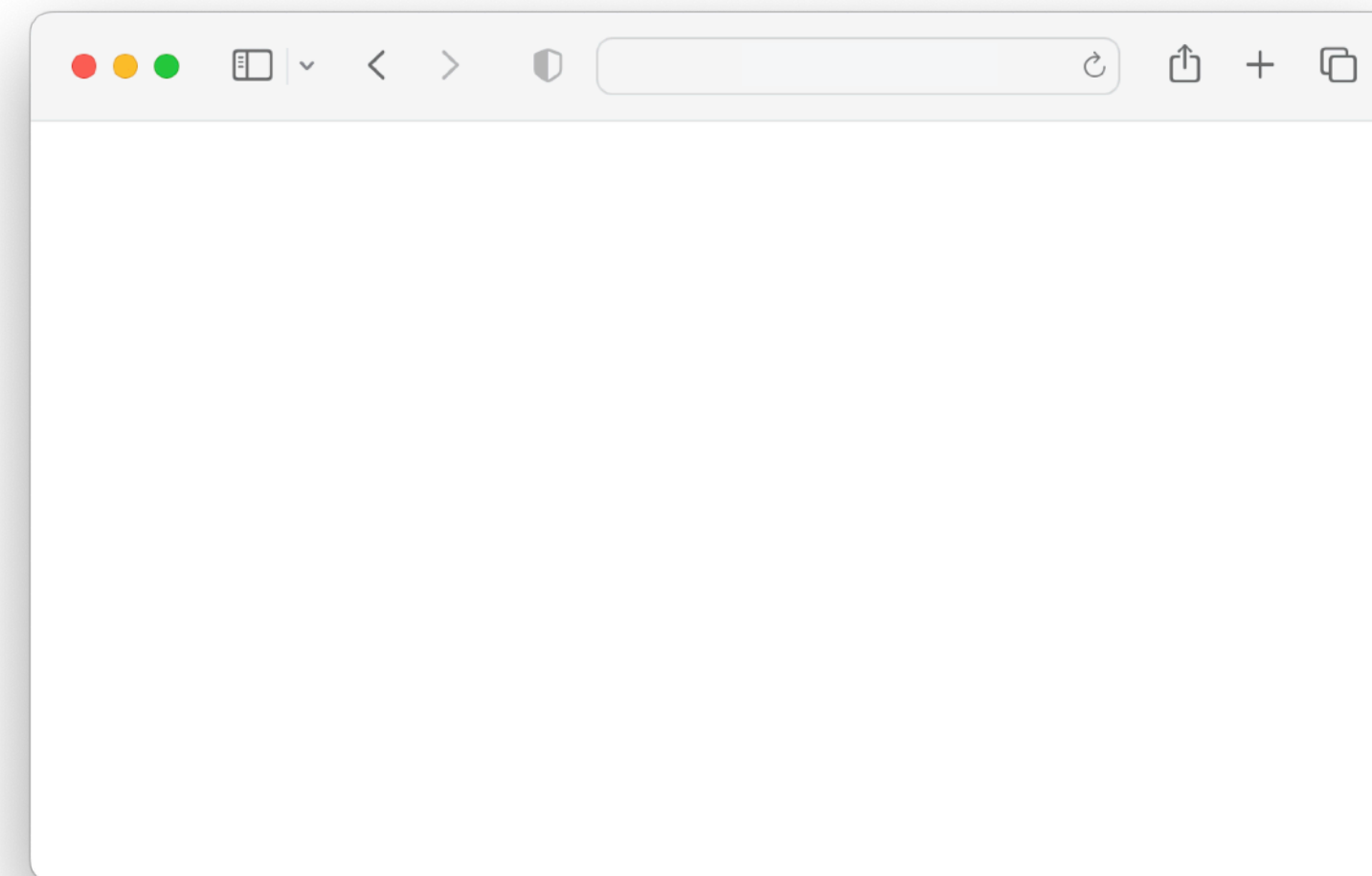
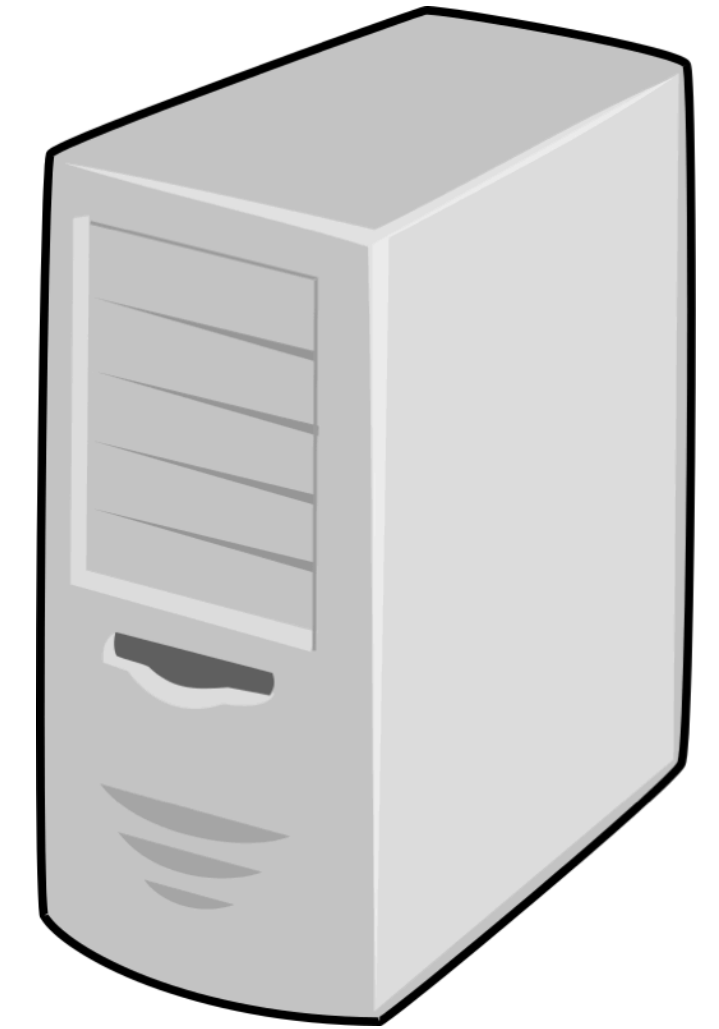
Entwicklungsumgebungen

- Vielzahl mit Unterstützung für Python
 - VS Code
 - PyCharm
- Entwicklung im *Browser*
 - vscode.dev
 - Jupyter Notebooks

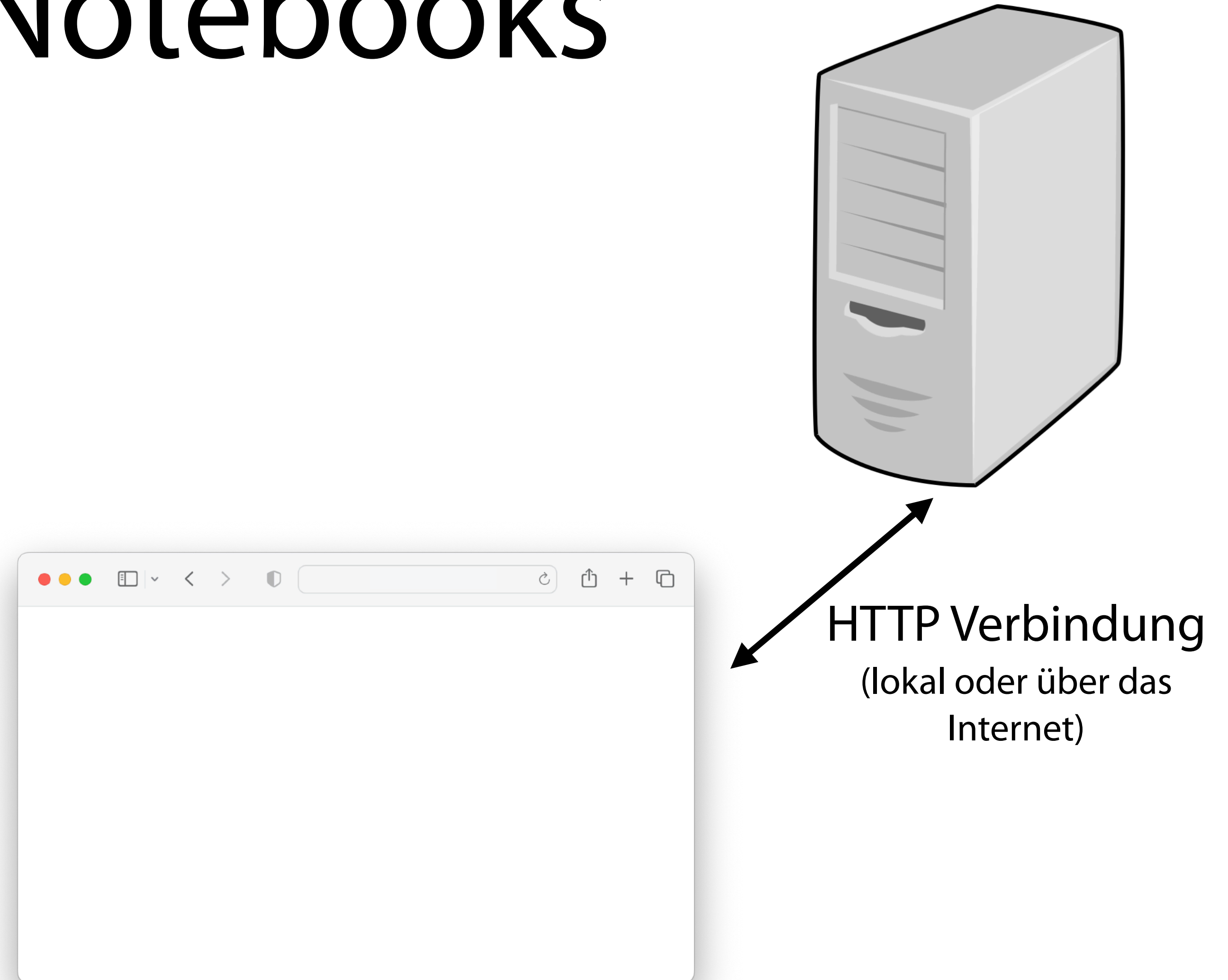
Wir fokussieren uns nun
auf Jupyter Notebooks.



Jupyter Notebooks

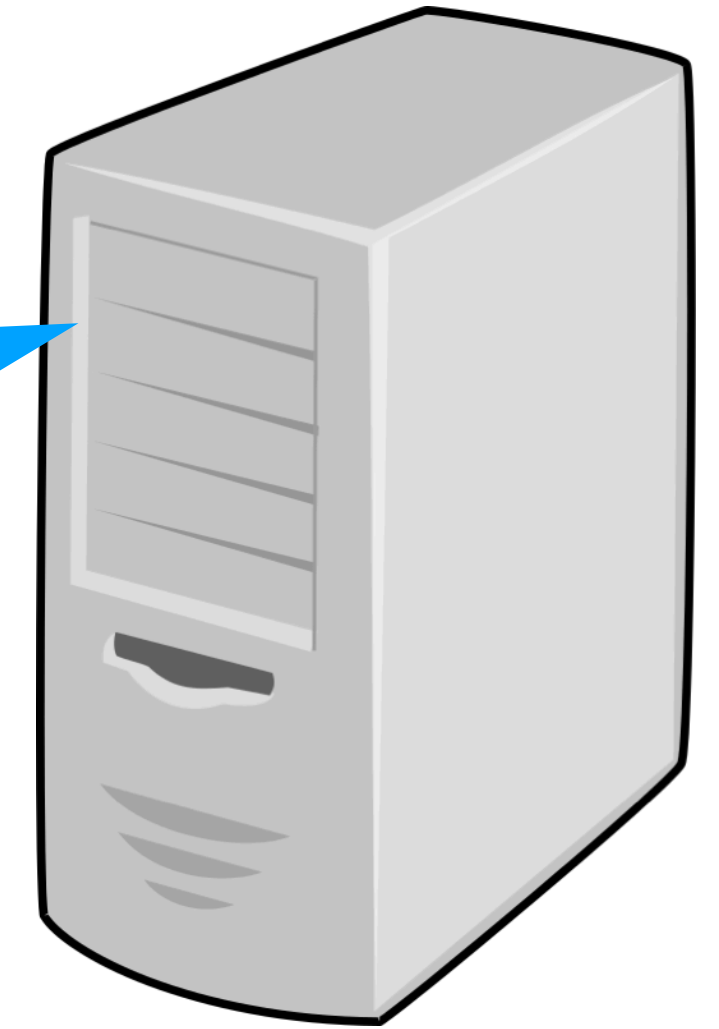


Jupyter Notebooks

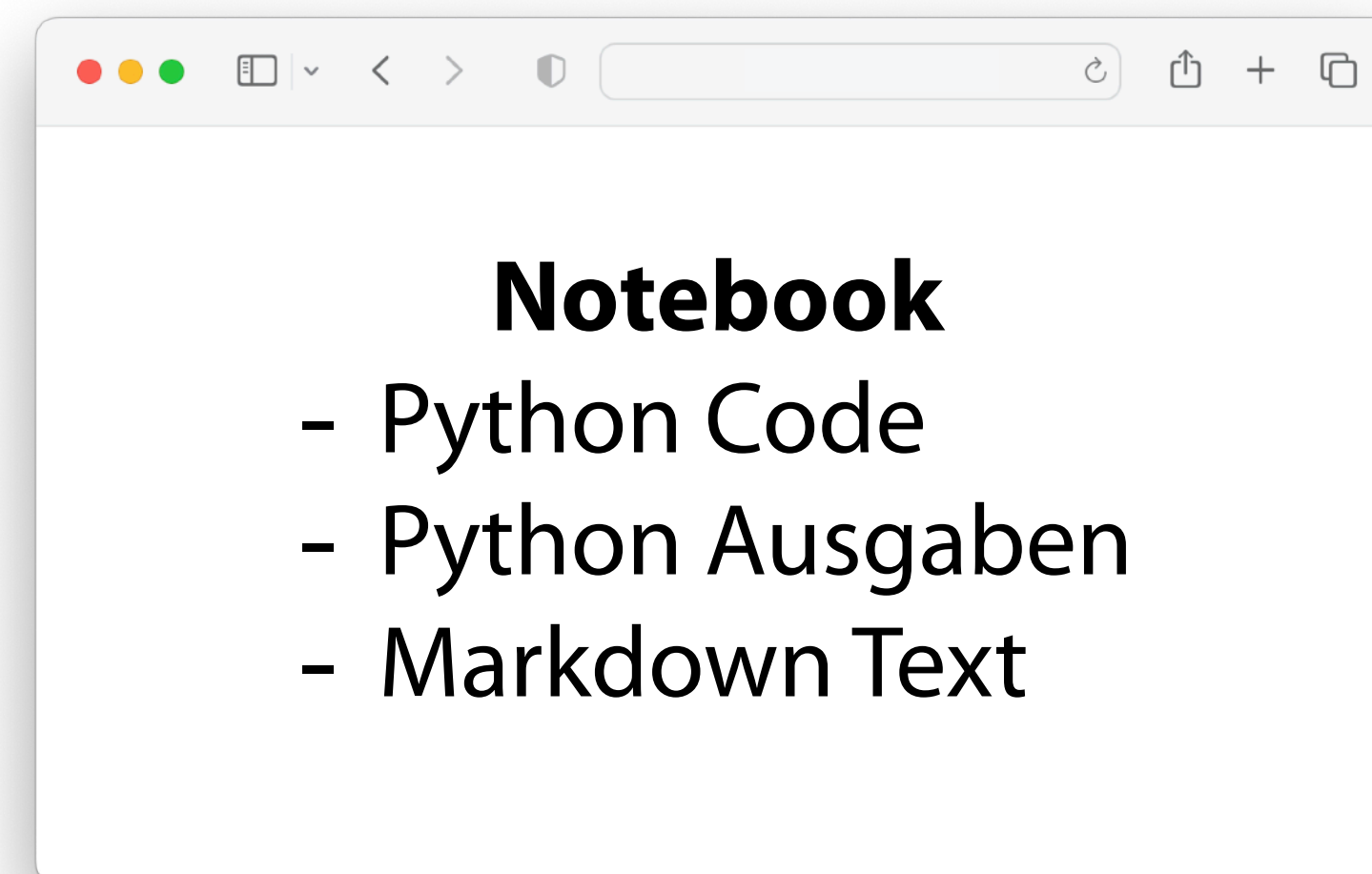


Jupyter Notebooks

Kernel (Python o.a.)



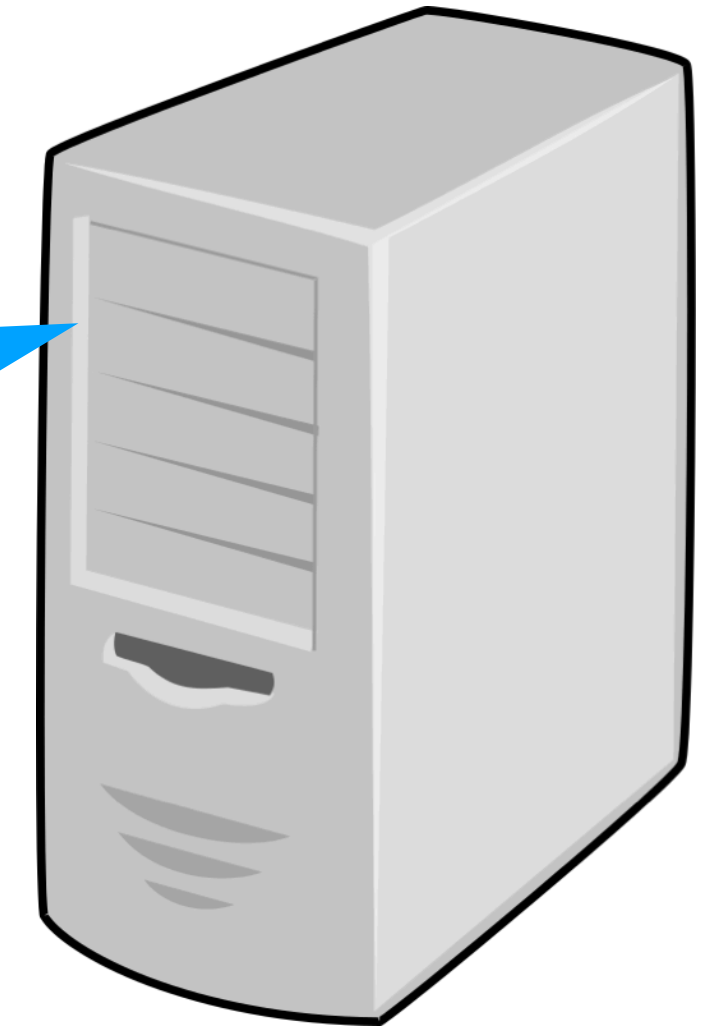
HTTP Verbindung
(lokal oder über das Internet)



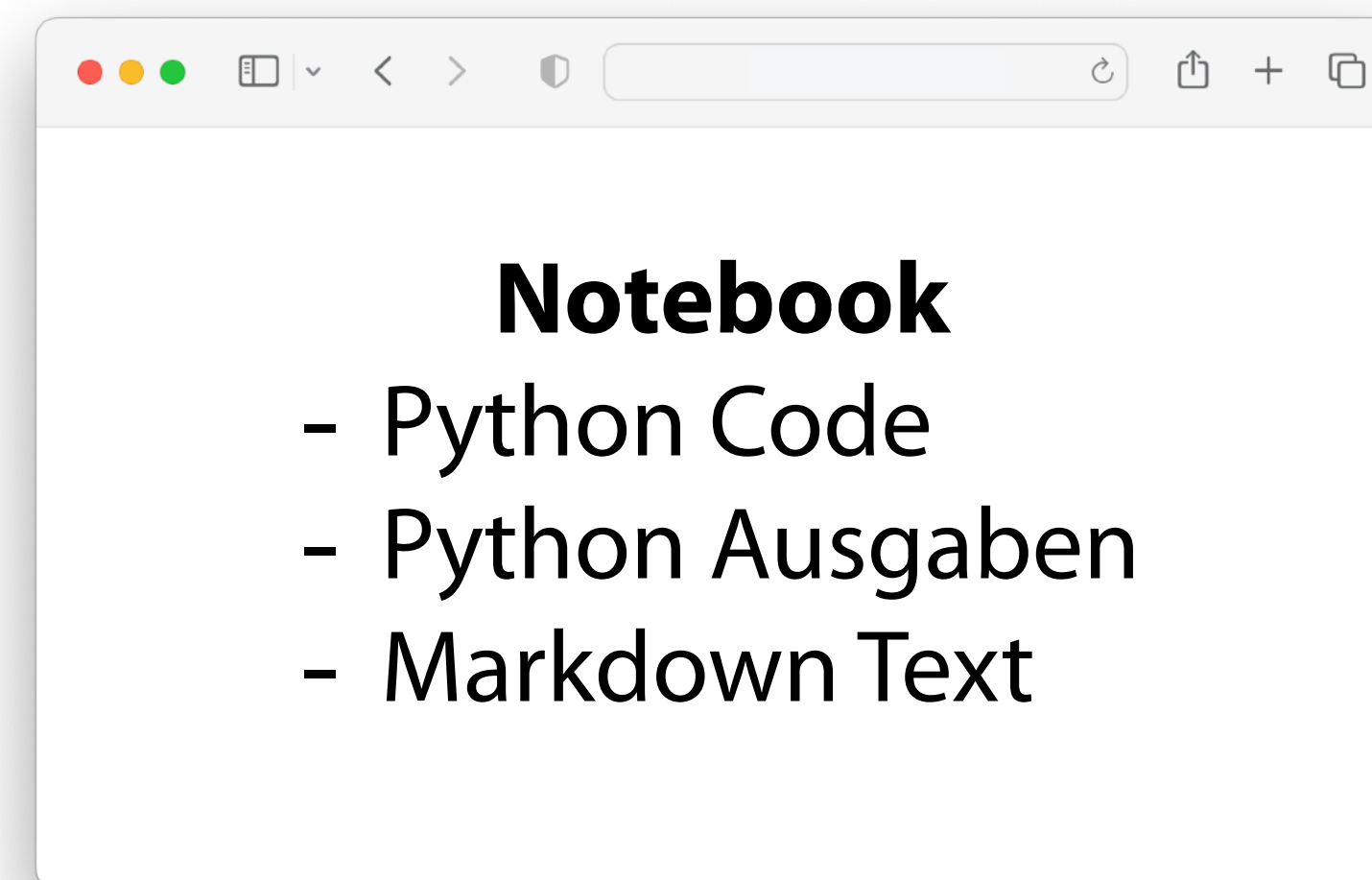
Jupyter Notebooks

- Darstellung im Browser (aber u.a. auch in VS Code)
- Installation lokal oder Nutzung in der Cloud
- Kombination von Programm und Text (Markdown)

Kernel (Python o.a.)



HTTP Verbindung
(lokal oder über das Internet)



Notebook Beispiel

Ein Notebook besteht aus mehreren Zellen, jede Zelle kann einen anderen Inhaltstypen haben:

- Python Code
- Markdown Text

Und es werden z.B. auch Formeln unterstützt!

$$\sum_{i=1}^n i = \frac{n(n+1)}{2} = \frac{n^2 + n}{2}$$

```
In [1]: import sys
        sys.version
```

```
Out[1]: '3.10.6 (main, Nov 2 2022, 18:53:38) [GCC 11.3.0]'
```

Einen Codeblock kann man mittels `Shift+Enter` ausführen, die Ausgabe erscheint dann direkt darunter (auch ohne `print()`).
Übrigens, die Eingabe von Markdown beendet man auch mit `Shift+Enter`.

```
In [2]: def summe(n):
        s = 0
        for i in range(n+1):
            s += i
        return s
```

Eine Funktion kann einfach definiert werden und ist dann im *laufenden* Kernel verfügbar, also in allen weiteren Codeblöcken definiert.

```
In [3]: "Korrekt" if summe(10) == (10**2+10)/2 else "Fehlerhaft"
```

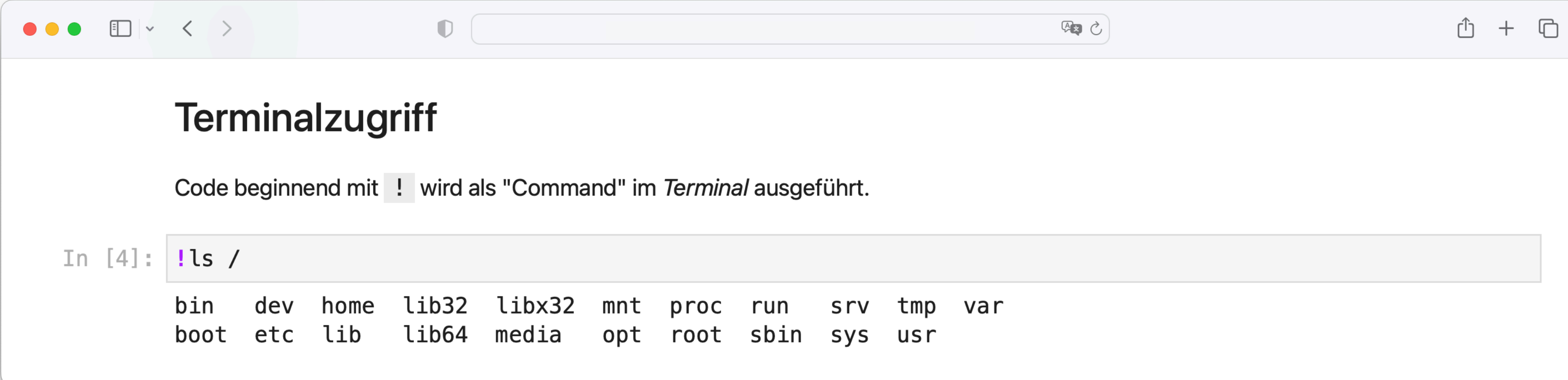
```
Out[3]: 'Korrekt'
```

Jupyter in der Cloud

- Beispiel: Google Colab(oratory)
 - Kostenfreie Nutzung
 - Zugriff auf GPUs

Jupyter in der Cloud

- Beispiel: Google Colab(oratory)
- Kostenfreie Nutzung
- Zugriff auf GPUs

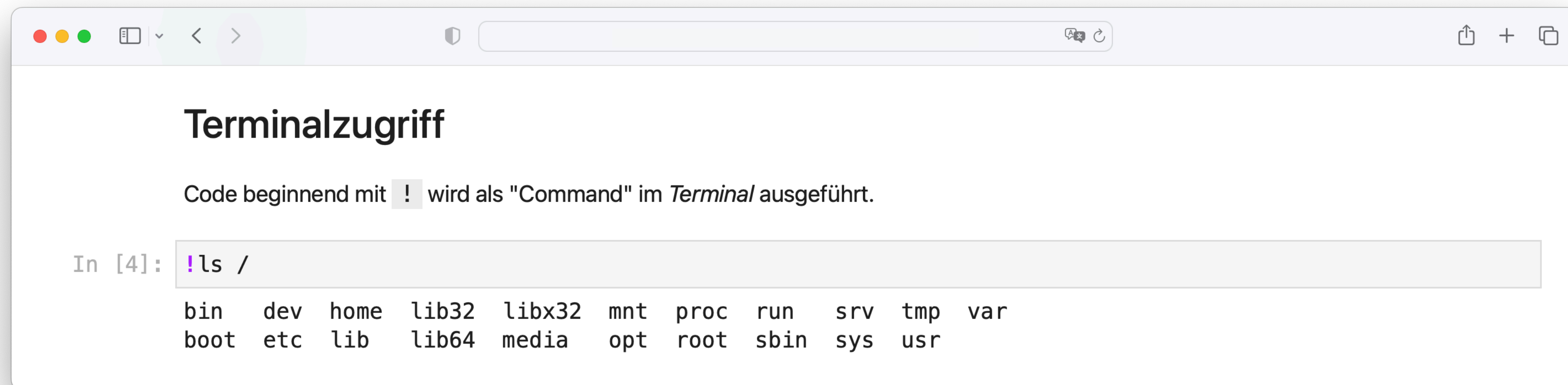


The screenshot shows a terminal window titled "Terminalzugriff". Below the title, a note states: "Code beginnend mit `!` wird als "Command" im *Terminal* ausgeführt." Below this, the input prompt "In [4]:" is followed by the command `!ls /`. The output of the command is a directory listing of the root directory, showing two rows of files and directories: `bin dev home lib32 libx32 mnt proc run srv tmp var` and `boot etc lib lib64 media opt root sbin sys usr`.

Jupyter in der Cloud

- Beispiel: Google Colab(oratory)
- Kostenfreie Nutzung
- Zugriff auf GPUs

Praktisch bei der Entwicklung von Code und Erklärung bei gleichzeitiger Anzeige von Ausgaben.



The screenshot shows a terminal window titled "Terminalzugriff". Below the title, it states: "Code beginnend mit `!` wird als "Command" im *Terminal* ausgeführt." Below this, the input prompt "In [4]: " is followed by the command `!ls /`. The output of the command is a directory listing:

```
bin  dev  home  lib32  libx32  mnt  proc  run  srv  tmp  var
boot  etc  lib  lib64  media  opt  root  sbin  sys  usr
```

II.

Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen

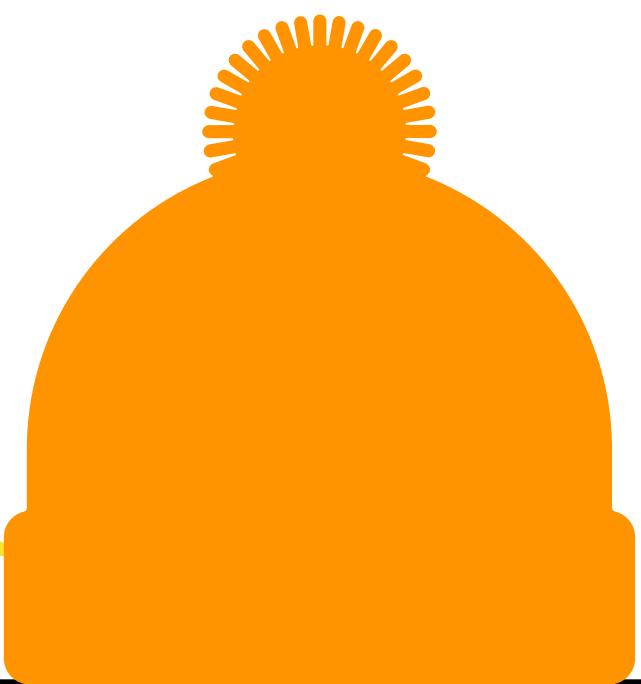
1. Die Shell und das Terminal

II.

Benutzeroberflächen und Entwicklungsumgebungen

1. Die Shell und das Terminal

Wir hatten zuvor immer Beispiele mit Befehlen für das Terminal – aber haben das Terminal nie betrachtet.



Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)
 - Grafikserver X11

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)
 - Grafikserver X11
 - ...

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)
 - Grafikserver X11
 - ...
- Beispiele

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)
 - Grafikserver X11
 - ...
- Beispiele
 - Linux, macOS, BSD

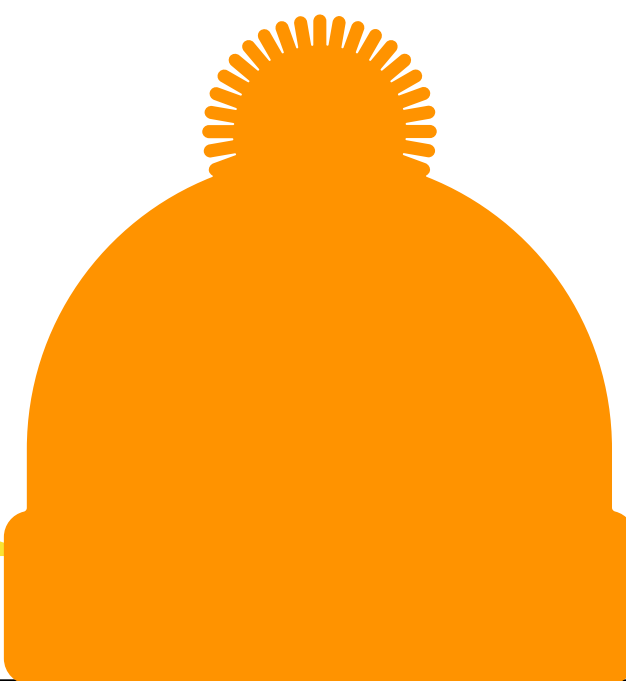
Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)
 - Grafikserver X11
 - ...
- Beispiele
 - Linux, macOS, BSD
 - Auf Windows Linux über die WSL (Windows Subsystem for Linux) möglich

Unixoides Betriebssystem

- Grundzüge
 - „Alles ist eine Datei“
 - „Unix-Shell“
 - Benutzerverwaltung (Admin = root)
 - Grafikserver X11
 - ...
- Beispiele
 - Linux, macOS, BSD
 - Auf Windows Linux über die WSL (Windows Subsystem for Linux) möglich

Wir beziehen uns im folgenden auf eine „Unix-Shell“



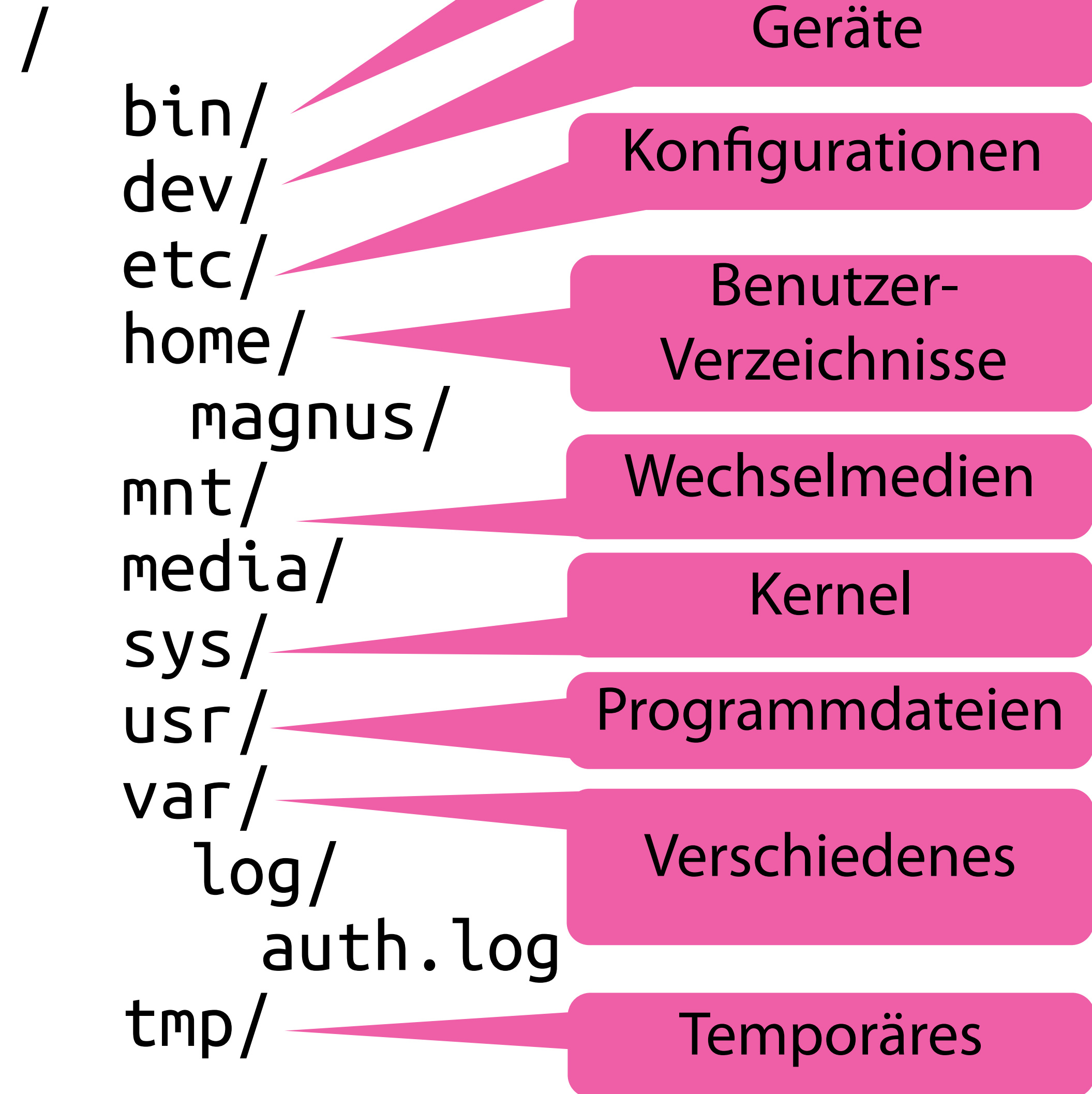
Pfade

- „/“ Wurzelpfad
- „.“ referenziert das aktuelle Verzeichnis
- „..“ referenziert das übergeordnete Verzeichnis
- „~“ referenziert das Home-Verzeichnis des aktuellen Users
- Versteckte (Datei-)Namen beginnen mit „.“

```
/
bin/
dev/
etc/
home/
  magnus/
mnt/
media/
sys/
usr/
var/
  log/
    auth.log
tmp/
```

Pfade

- „/“ Wurzelpfad
- „.“ referenziert das aktuelle Verzeichnis
- „..“ referenziert das übergeordnete Verzeichnis
- „~“ referenziert das Home-Verzeichnis des aktuellen Users
- Versteckte (Datei-)Namen beginnen mit „.“



Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert
- Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
dwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
dwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
Lwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
dwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
dwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
dwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
dwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
dwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
Lwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
Lwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
Lwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
Lwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
dwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
dwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
dwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
dwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
d-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
dwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
dwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
Lwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
dwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
dwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-w----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
d-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
dwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
dwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
dwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

→ Dateityp

- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert
- Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
rwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
rwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
rwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
rwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
rwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
rwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
rwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
rwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
rwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
rwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
rwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
rwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
rwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
rwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
rwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
rwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
r-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
rwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
rwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
rwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
rwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
rwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
r-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
rwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
rwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
rwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert
- Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 2 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 3 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021/sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 12 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 12 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 10 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert
- Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert
- Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021/sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert
- Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert

→ Name

Dateisystem

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

- Dateityp
- Zugriffsrechte
- Besitzer
- Dateigröße (nicht Ordnergröße!)
- Zuletzt geändert

→ Name

Dateisystem

• Dateityp

```
user@user-virtual-machine: ~  
user@user-virtual-machine:~$ ls -la /  
total 2097240  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 .  
drwxr-xr-x 20 root root 4096 Feb 8 2021 ..  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 bin -> usr/bin  
drwxr-xr-x 4 root root 4096 Nov 18 23:45 boot  
drwxrwxr-x 2 root root 4096 Feb 8 2021 cdrom  
drwxr-xr-x 18 root root 4180 Nov 18 23:45 dev  
drwxr-xr-x 139 root root 12288 Nov 18 23:44 etc  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 8 2021 home  
lrwxrwxrwx 1 root root 7 Feb 8 2021 lib -> usr/lib  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib32 -> usr/lib32  
lrwxrwxrwx 1 root root 9 Feb 8 2021 lib64 -> usr/lib64  
lrwxrwxrwx 1 root root 10 Feb 8 2021 libx32 -> usr/libx32  
drwx----- 2 root root 16384 Feb 8 2021 lost+found  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Feb 10 2021 media  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 mnt  
drwxr-xr-x 3 root root 4096 Mär 19 2021 opt  
dr-xr-xr-x 434 root root 0 Nov 18 23:45 proc  
drwx----- 4 root root 4096 Apr 6 2021 root  
drwxr-xr-x 35 root root 980 Nov 18 23:45 run  
lrwxrwxrwx 1 root root 8 Feb 8 2021 sbin -> usr/sbin  
drwxr-xr-x 13 root root 4096 Nov 24 2021 snap  
drwxr-xr-x 2 root root 4096 Apr 23 2020 srv  
-rw----- 1 root root 2147483648 Feb 8 2021 swapfile  
dr-xr-xr-x 13 root root 0 Nov 18 23:45 sys  
drwxrwxrwt 19 root root 4096 Nov 18 23:49 tmp  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 usr  
drwxr-xr-x 14 root root 4096 Apr 23 2020 var  
user@user-virtual-machine:~$
```

```
kimb — kimb@KIMB-Mac — ~ — -zsh — 105x34  
Last login: Fri Nov 18 23:30:58 on ttys002  
kimb@KIMB-Mac ~  
$ ls -la /  
total 9  
drwxr-xr-x 20 root wheel 640 Oct 28 10:43 .  
drwxr-xr-x 20 root wheel 640 Oct 28 10:43 ..  
lrwxr-xr-x 1 root admin 36 Oct 28 10:43 .VolumeIcon.icns -> System/Volumes/Data/.Vol  
----- 1 root admin 0 Oct 28 10:43 .file  
drwxr-xr-x 2 root wheel 64 Oct 28 10:43 .vol  
drwxrwxr-x 55 root admin 1760 Nov 18 22:17 Applications  
drwxr-xr-x 66 root wheel 2112 Nov 10 17:38 Library  
drwxr-xr-x@ 10 root wheel 320 Oct 28 10:43 System  
drwxr-xr-x 5 root admin 160 Nov 10 17:36 Users  
drwxr-xr-x 4 root wheel 128 Nov 18 19:14 Volumes  
drwxr-xr-x@ 39 root wheel 1248 Oct 28 10:43 bin  
drwxr-xr-x 2 root wheel 64 Dec 13 2019 cores  
dr-xr-xr-x 3 root wheel 4514 Nov 18 19:13 dev  
lrwxr-xr-x@ 1 root wheel 11 Oct 28 10:43 etc -> private/etc  
lrwxr-xr-x 1 root wheel 25 Nov 18 19:13 home -> /System/Volumes/Data/home  
drwxr-xr-x 5 root nixbld 160 May 7 2022 nix  
drwxr-xr-x 3 root wheel 96 Aug 8 2020 opt  
drwxr-xr-x 6 root wheel 192 Nov 18 19:13 private  
drwxr-xr-x@ 64 root wheel 2048 Oct 28 10:43 sbin  
lrwxr-xr-x@ 1 root wheel 11 Oct 28 10:43 tmp -> private/tmp  
drwxr-xr-x@ 11 root wheel 352 Oct 28 10:43 usr  
lrwxr-xr-x@ 1 root wheel 11 Oct 28 10:43 var -> private/var  
kimb@KIMB-Mac ~  
$
```



„Command“

- Programmaufruf über das Terminal

```
programm [[-p <wert>] --parameter <wert>] argument
```

- Programmname
- Optionale Parameter
- Argumente

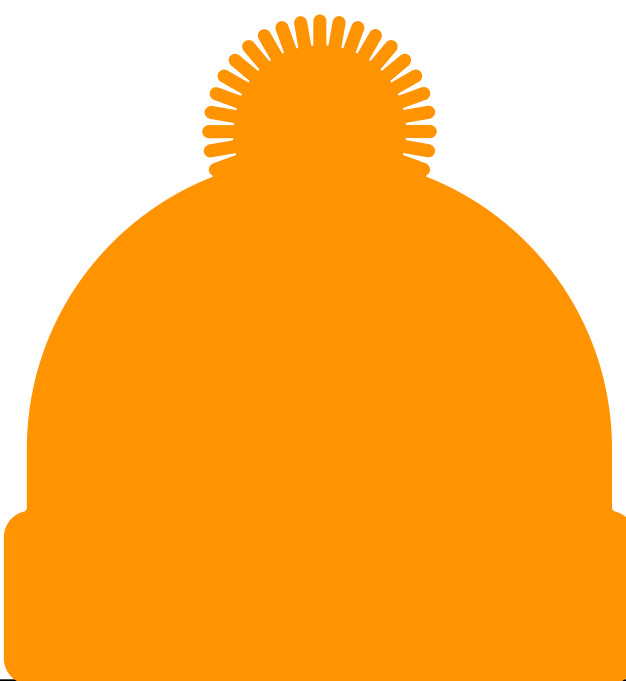
„Command“

- Programmaufruf über das Terminal

```
programm [[-p <wert>] --parameter <wert>] argument
```

- Programmname
- Optionale Parameter
- Argumente

Häufig haben Parameter eine kurze (-) und eine Lange (- -) Bezeichnung.



„Command“

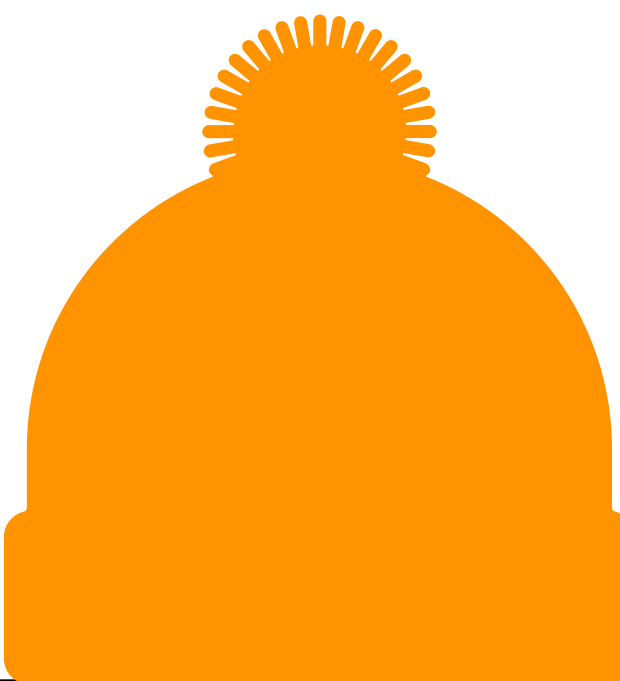
- Programmaufruf über das Terminal

```
programm [[-p <wert>] --parameter <wert>] argument
```

- Programmname
- Optionale Parameter
- Argumente

Häufig haben Parameter eine kurze (-) und eine Lange (- -) Bezeichnung.

Bei kurzen Parametern kann man meist statt „programm -a -b“ auch „programm -ab“ ausführen.



„Command“

- Programmaufruf über das Terminal

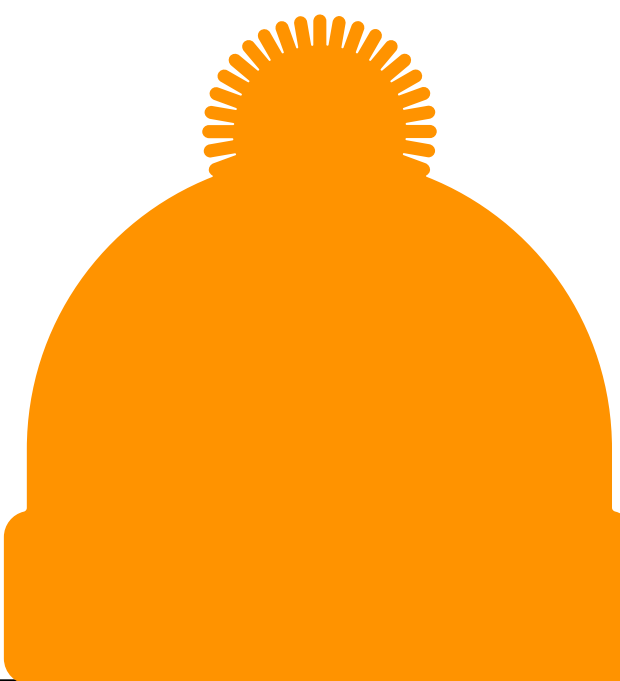
Leerzeichen als Trenner

```
programm [[-p <wert>] --parameter <wert>] argument
```

- Programmname
- Optionale Parameter
- Argumente

Häufig haben Parameter eine kurze (-) und eine Lange (- -) Bezeichnung.

Bei kurzen Parametern kann man meist statt „programm -a -b“ auch „programm -ab“ ausführen.



Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-----------------|--------------------|----------------------------------|
| Navigation im Dateisystem | <code>cd</code> | <code>cd ..</code> | In einen anderen Ordner wechseln |
| | | | |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|----|-------|----------------------------------|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-----|-------|----------------------------------|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-----|-------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|-------|------------------------------|---|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |
| | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|--------|------------------------------|--|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |
| | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |
| | mcedit | mcedit ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (GUI-artig, von mc) |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|--------|------------------------------|--|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |
| | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |
| | mcedit | mcedit ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (GUI-artig, von mc) |
| | nano | nano ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (Quasi-Standard) |

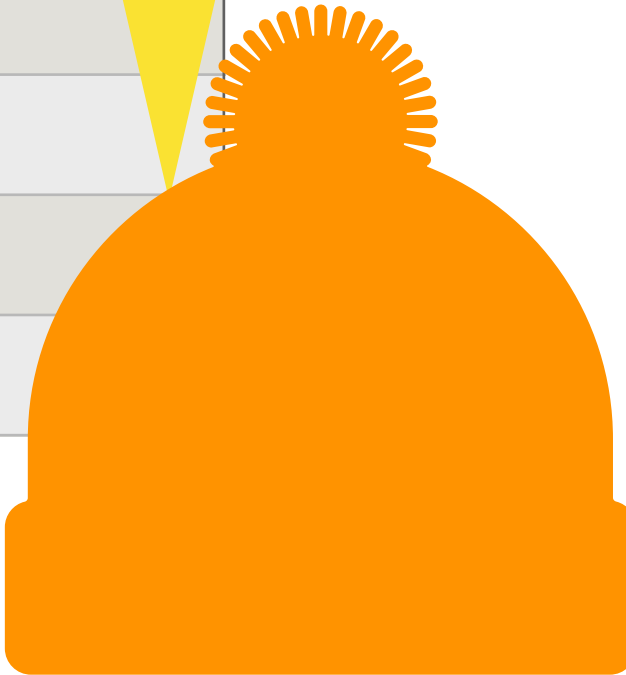
Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|--------|------------------------------|--|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |
| | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |
| | mcedit | mcedit ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (GUI-artig, von mc) |
| | nano | nano ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (Quasi-Standard) |
| | vim | vim ./file.txt | Bearbeiten einer Datei |

Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|--------|------------------------------|--|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Ordner | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |
| | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |
| | mcedit | mcedit ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (GUI-artig, von mc) |
| | nano | nano ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (Quasi-Standard) |
| | vim | vim ./file.txt | Bearbeiten einer Datei |

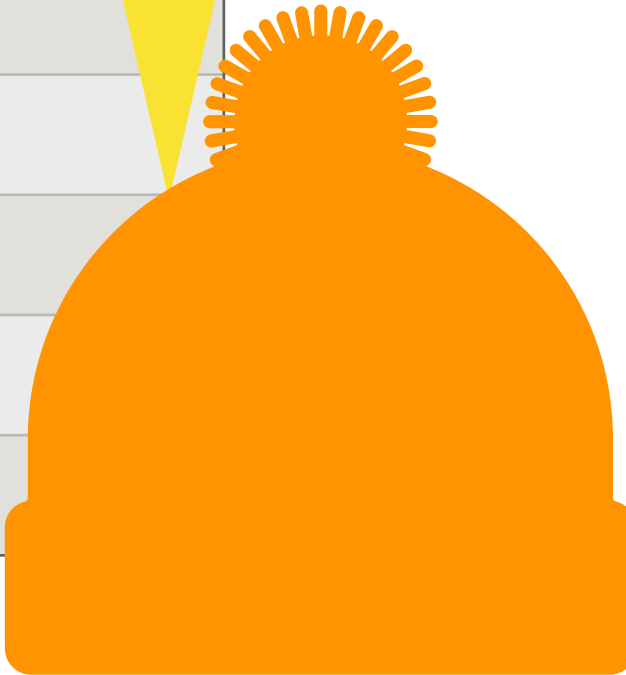
„How to exit
Vim?“



Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|---------------|--|--|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| Ordner | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| | mkdir | mkdir ./new/ | Erstellen eines neuen Ordners |
| | rmdir | rmdir ./old/ | Löschen eines (leeren) Ordners |
| Dateien | cat | cat ./file.txt | Ausgeben einer Datei (ins Terminal) |
| | tail | tail -n 5 ./file.txt | Auslesen der letzten Zeilen einer Datei |
| | head | head -n 5 ./file.txt | Auslesen der ersten Zeilen einer Datei |
| | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |
| | mcedit | mcedit ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (GUI-artig, von mc) |
| | nano | nano ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (Quasi-Standard) |
| | vim | vim ./file.txt | Bearbeiten einer Datei |
| rm | rm ./file.txt | Löschen einer Datei (oder auch Ordnern!) | |

„How to exit
Vim?“

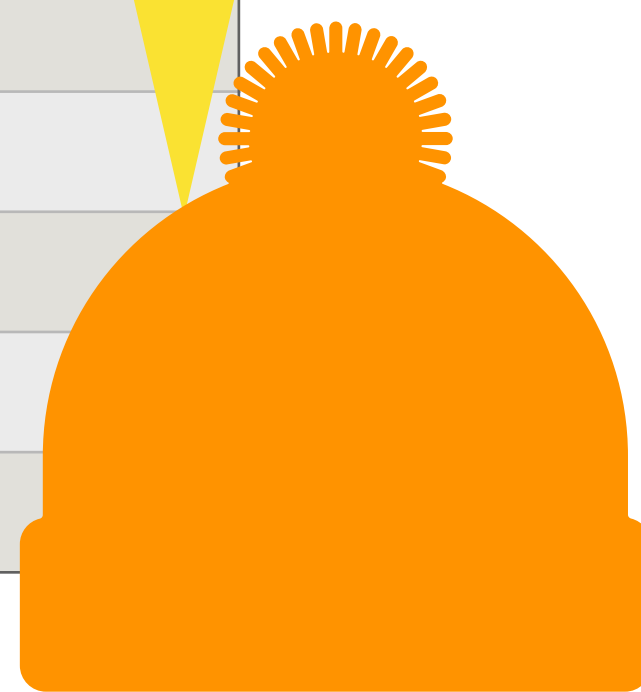


Nützliche Befehle I

| | | | |
|---------------------------------|--------|------------------------------|--|
| Navigation im Dateisystem | cd | cd .. | In einen anderen Ordner wechseln |
| | ls | ls . | Inhalte eines Ordners auflisten |
| | pwd | pwd | Aktuellen Pfad anzeigen |
| | mc | mc . | Midnight Commander (GUI-artiger Explorer) |
| | find | find . -name "*.txt" -type f | Suchen und finden von Dateien |
| | grep | grep "hi" ./file.txt | Suchen und finden in Dateien |
| Dateien | touch | touch ./new.txt | Erstellen einer leeren Datei |
| | mcedit | mcedit ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (GUI-artig, von mc) |
| | nano | nano ./file.txt | Bearbeiten einer Datei (Quasi-Standard) |
| | vim | vim ./file.txt | Bearbeiten einer Datei |
| | rm | rm ./file.txt | Löschen einer Datei (oder auch Ordnern!) |

Mit „rm -rf /“ würde man das ganze Dateisystem rekursiv löschen (sofern man die Berechtigung hat).

„How to exit Vim?“



Nützliche Befehle II

| | | |
|-------------------|-----|---------------------------------|
| Systemüberwachung | top | Zeigt aktuell laufende Prozesse |
| | | |

Nützliche Befehle II

| | | |
|-------------------|------|---------------------------------|
| Systemüberwachung | top | Zeigt aktuell laufende Prozesse |
| | htop | Task-Manager (GUI-artig) |

Nützliche Befehle II

| | | |
|-------------------|------|---------------------------------|
| Systemüberwachung | top | Zeigt aktuell laufende Prozesse |
| | htop | Task-Manager (GUI-artig) |
| | free | Zeigt Speicherbelegung an |

Nützliche Befehle II

| | | |
|-------------------|-------|-----------------------------------|
| Systemüberwachung | top | Zeigt aktuell laufende Prozesse |
| | htop | Task-Manager (GUI-artig) |
| | free | Zeigt Speicherbelegung an |
| | df -h | Zeigt Festplatten und Belegung an |

Nützliche Befehle II

| | | | |
|-------------------|-------|-----------------------------------|-------------------|
| Systemüberwachung | top | Zeigt aktuell laufende Prozesse | |
| | htop | Task-Manager (GUI-artig) | |
| | free | Zeigt Speicherbelegung an | |
| | df -h | Zeigt Festplatten und Belegung an | |
| Hilfe | man | man <code>ls</code> | Öffnet Hilfeseite |

Nützliche Befehle II

| | | | |
|-------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Systemüberwachung | <code>top</code> | Zeigt aktuell laufende Prozesse | |
| | <code>htop</code> | Task-Manager (GUI-artig) | |
| | <code>free</code> | Zeigt Speicherbelegung an | |
| | <code>df -h</code> | Zeigt Festplatten und Belegung an | |
| Hilfe | <code>man</code> | <code>man ls</code> | Öffnet Hilfeseite |
| | <code>whereis</code> | <code>whereis python</code> | Zeigt Pfad zu Programm |

Nützliche Befehle II

| | | | |
|-------------------|----------------------|-----------------------------------|------------------------|
| Systemüberwachung | <code>top</code> | Zeigt aktuell laufende Prozesse | |
| | <code>htop</code> | Task-Manager (GUI-artig) | |
| | <code>free</code> | Zeigt Speicherbelegung an | |
| | <code>df -h</code> | Zeigt Festplatten und Belegung an | |
| Hilfe | <code>man</code> | <code>man ls</code> | Öffnet Hilfeseite |
| | <code>whereis</code> | <code>whereis python</code> | Zeigt Pfad zu Programm |
| | <code>whoami</code> | Bestimmt aktuellen Nutzernamen | |

Nützliche Befehle II

| | | | |
|-------------------|----------------------|---|------------------------|
| Systemüberwachung | <code>top</code> | Zeigt aktuell laufende Prozesse | |
| | <code>htop</code> | Task-Manager (GUI-artig) | |
| | <code>free</code> | Zeigt Speicherbelegung an | |
| | <code>df -h</code> | Zeigt Festplatten und Belegung an | |
| Hilfe | <code>man</code> | <code>man ls</code> | Öffnet Hilfeseite |
| | <code>whereis</code> | <code>whereis python</code> | Zeigt Pfad zu Programm |
| | <code>whoami</code> | Bestimmt aktuellen Nutzernamen | |
| Netzwerk | <code>wget</code> | <code>wget http://example.com/file.zip</code> | |

Nützliche Befehle II

| | | | |
|-------------------|----------------------|---|------------------------|
| Systemüberwachung | <code>top</code> | Zeigt aktuell laufende Prozesse | |
| | <code>htop</code> | Task-Manager (GUI-artig) | |
| | <code>free</code> | Zeigt Speicherbelegung an | |
| | <code>df -h</code> | Zeigt Festplatten und Belegung an | |
| Hilfe | <code>man</code> | <code>man ls</code> | Öffnet Hilfeseite |
| | <code>whereis</code> | <code>whereis python</code> | Zeigt Pfad zu Programm |
| | <code>whoami</code> | Bestimmt aktuellen Nutzernamen | |
| Netzwerk | <code>wget</code> | <code>wget http://example.com/file.zip</code> | |
| | <code>curl</code> | <code>curl -I http://example.com</code> | |

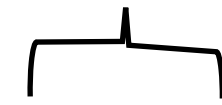
Das Terminal

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

Das Terminal

Nutzer



```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

Das Terminal


Nutzer Host
└──┬──┘
└──┬──┘

```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

Das Terminal

Nutzer Host Aktueller Pfad

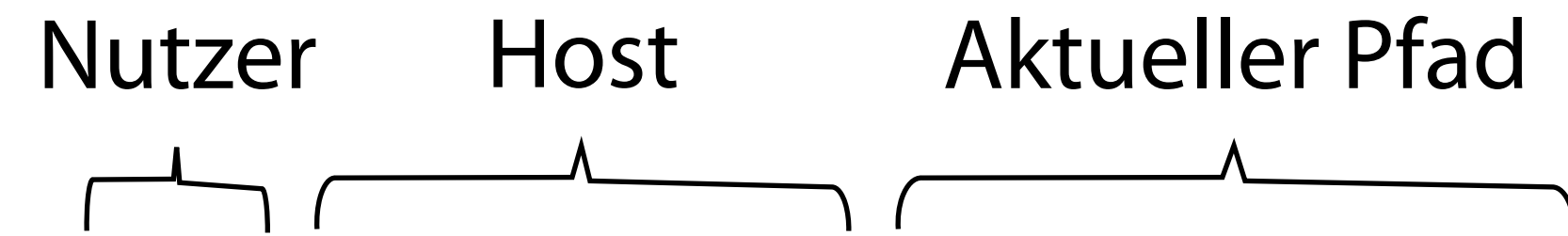


```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

Das Terminal

Nutzer Host Aktueller Pfad



```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

Vervollständigung mittels Tabulator-
taste (u.a. Programm-, Dateinamen).

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

Das Terminal

Nutzer Host Aktueller Pfad

```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

Vervollständigung mittels Tabulator-taste (u.a. Programm-, Dateinamen).

Mit den Pfeiltasten ↑ ↓ kann man durch seine letzten Commands navigieren – mit `Ctrl+R` darin suchen.

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

Das Terminal

Nutzer Host Aktueller Pfad

```
user@a98a624173f9:~/pyweb/scripts$
```

Vervollständigung mittels Tabulator-
taste (u.a. Programm-, Dateinamen).

Mit den Pfeiltasten ↑ ↓ kann
man durch seine letzten
Commands navigieren – mit
Ctrl+R darin suchen.

Abbruch mittels Ctrl+C

- Führt eine Shell aus
- Ausführungsumgebung für Commands
- Viele Designs, ähnlicher Aufbau

Symbole > & | > > &&*?

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

Symbole > & | >> && * ?

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

file.txt

```
Hallo Welt  
Tschuess
```

Symbole > & | >> && * ?

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

file.txt

```
Hallo Welt  
Tschuess
```

- Prozesse

```
sleep 1 && echo "Hi" & echo "Hi2"
```

Symbole > & | >> && * ?

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

file.txt

```
Hallo Welt  
Tschuess
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

- Prozesse

```
sleep 1 && echo "Hi" & echo "Hi2"
```

```
Hi2  
Hi
```


Symbole > & | >> && * ?

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

file.txt

```
Hallo Welt  
Tschuess
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

- Prozesse

```
sleep 1 && echo "Hi" & echo "Hi2"
```

```
Hi2  
Hi
```

- Glob

```
cat *.txt  
cat ?.txt
```

Symbole > & | >> && * ?

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

file.txt

```
Hallo Welt  
Tschuess
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

- Prozesse

```
sleep 1 && echo "Hi" & echo "Hi2"
```

```
Hi2  
Hi
```

- Glob

```
cat *.txt      file1.txt file2.tex a.txt  
cat ?.txt     file1.txt file2.tex a.txt
```

Symbole > & | >> &

Leitet Ausgabe auf Datei um (> überschreibt und >> fügt an).

- Um- und weiterleiten

```
echo "Hallo Welt" > ./file.txt  
echo "Tschuess" >> ./file.txt
```

file.txt

```
Hallo Welt  
Tschuess
```

```
echo "1,2,3" | grep "2"  
cat ./file.txt | python ./process.py
```

Pipe, hier: STDOUT des ersten Programms in STDIN des zweiten

- Prozesse

```
sleep 1 && echo "Hi" & echo "Hi2"  
Hi2  
Hi
```

Zwei Commands nacheinander mittels && trennen, gleichzeitig mittels &

- Glob

```
cat *.txt      file1.txt file2.tex a.txt  
cat ?.txt     file1.txt file2.tex a.txt
```

Platzhalter für einen oder mehrere Zeichen in Dateinamen.

III.

Reguläre Ausdrücke

III.

Reguläre Ausdrücke

Ja, die kennt man aus TI, hier beziehen wir uns aber auf die typische Umsetzung in Programmiersprachen, *Perl Compatible Regular Expressions (PCRE)*

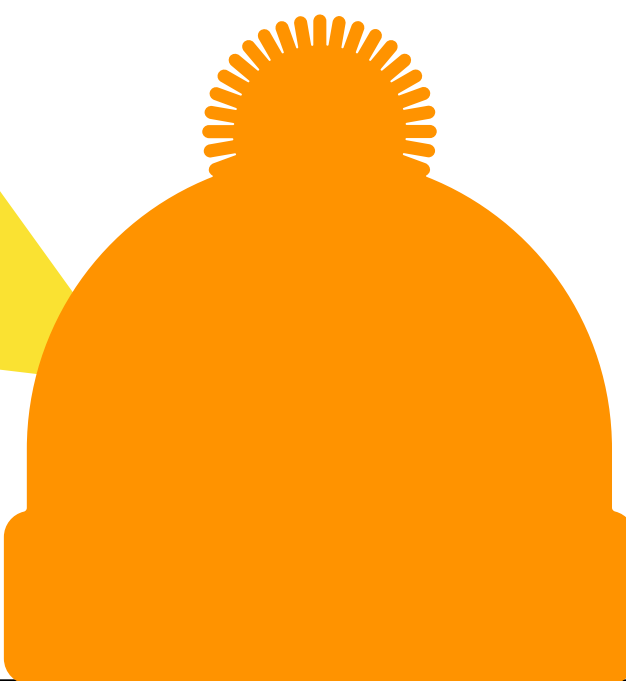
Reguläre Ausdrücke

- Leistungsstarke und *einfache* Art Zeichenketten zu verarbeiten
- In Python durch das Paket `re` umgesetzt.
- Nicht nur in Python unterstützt, auch z.B. in Java mit `String.matches()` oder in PHP mit `preg_match()`

Reguläre Ausdrücke

- Leistungsstarke und *einfache* Art Zeichenketten zu verarbeiten
- In Python durch das Paket `re` umgesetzt.
- Nicht nur in Python unterstützt, auch z.B. in Java mit `String.matches()` oder in PHP mit `preg_match()`

„Mit dem Tool <https://regexpr.com/> kann man seine eigenen RegEx schnell erstellen und ausprobieren.“



Idee: RegEx

- (Teil-)Zeichenkette mit bestimmten Muster erkennen
- „Hello“ oder „Hallo“ → "H(e|a)llo"

Idee: RegEx

- (Teil-)Zeichenkette mit bestimmten Muster erkennen
 - „Hello“ oder „Hallo“ → "H(e|a)llo"
- Teile extrahieren
 - „Ratzeburger Allee 124“ → ".* Allee (\d+)"
 - Capturing Group → "124"

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|---|-------------------------|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
|-----------------|---|-------------------------|

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|----|-------------------------|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|----|-------------------------|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|----|---|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | . | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | | |

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | . | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | [A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9] | Menge von Zeichen |

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|---|---|
| Anfang und Ende | <code>^</code> | Anfang der Zeichenkette |
| | <code>\$</code> | Ende der Zeichenkette |
| Escape | <code>\</code> | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | <code>.</code> | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | <code>[A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9]</code> | Menge von Zeichen |
| | <code>[^A-z], [^+ \ - ()]</code> | Negation einer Menge von Zeichen |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | . | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | [A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9] | Menge von Zeichen |
| | [^A-z], [^+ \ - ()] | Negation einer Menge von Zeichen |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|---|---|
| Anfang und Ende | <code>^</code> | Anfang der Zeichenkette |
| | <code>\$</code> | Ende der Zeichenkette |
| Escape | <code>\</code> | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | <code>.</code> | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | <code>[A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9]</code> | Menge von Zeichen |
| | <code>[^A-z], [^+ \ - ()]</code> | Negation einer Menge von Zeichen |
| | <code>\w, \d, \s</code> | Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|---|---|
| Anfang und Ende | <code>^</code> | Anfang der Zeichenkette |
| | <code>\$</code> | Ende der Zeichenkette |
| Escape | <code>\</code> | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | <code>.</code> | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | <code>[A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9]</code> | Menge von Zeichen |
| | <code>[^A-z], [^+ \ - ()]</code> | Negation einer Menge von Zeichen |
| | <code>\w, \d, \s</code> | Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| | <code>\W, \D, \S</code> | Nicht Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|---|---|
| Anfang und Ende | <code>^</code> | Anfang der Zeichenkette |
| | <code>\$</code> | Ende der Zeichenkette |
| Escape | <code>\</code> | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | <code>.</code> | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | <code>[A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9]</code> | Menge von Zeichen |
| | <code>[^A-z], [^+ \ - ()]</code> | Negation einer Menge von Zeichen |
| | <code>\w, \d, \s</code> | Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| | <code>\W, \D, \S</code> | Nicht Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| Wiederholungen | <code>*</code> | Beliebig oft des Zeichens/ Gruppe zuvor |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | . | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | [A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9] | Menge von Zeichen |
| | [^A-z], [^+ \ - ()] | Negation einer Menge von Zeichen |
| | \w, \d, \s | Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| | \W, \D, \S | Nicht Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| Wiederholungen | * | Beliebig oft des Zeichens/ Gruppe zuvor |
| | + | Mindest ein Mal das Zeichen/ Gruppe zuvor |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | . | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | [A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9] | Menge von Zeichen |
| | [^A-z], [^+ \ - ()] | Negation einer Menge von Zeichen |
| | \w, \d, \s | Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| | \W, \D, \S | Nicht Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| Wiederholungen | * | Beliebig oft des Zeichens/ Gruppe zuvor |
| | + | Mindest ein Mal das Zeichen/ Gruppe zuvor |
| | ? | Ein oder kein Mal das Zeichen/ Gruppe zuvor |

Warum wird hier das Escape-Symbol benutzt?

Syntax I: RegEx

| | | |
|-----------------|------------------------------------|---|
| Anfang und Ende | ^ | Anfang der Zeichenkette |
| | \$ | Ende der Zeichenkette |
| Escape | \ | Escape-Symbol |
| Zeichenmengen | . | Ein beliebiges Zeichen (keine neue Zeile) |
| | [A-Z], [abdc], [0-9] oder [a-z0-9] | Menge von Zeichen |
| | [^A-z], [^+ \ - ()] | Negation einer Menge von Zeichen |
| | \w, \d, \s | Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| | \W, \D, \S | Nicht Zeichen, Ziffer oder Leerzeichen (alle Arten) |
| Wiederholungen | * | Beliebig oft des Zeichens/ Gruppe zuvor |
| | + | Mindest ein Mal das Zeichen/ Gruppe zuvor |
| | ? | Ein oder kein Mal das Zeichen/ Gruppe zuvor |
| | {m}, {m,n} | m Mal bzw. m-n Mal das Zeichen/ Gruppe zuvor |

RegEx: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```


Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
```

Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
```

```
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)
```

RegEx: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
```

```
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)
```

```
re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www0example0com/")
```

RegEx: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
```

```
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)
```

```
re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www0example0com/")
```

```
# ✗
```

RegEx: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
# ✓

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
# ✓

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www0example0com/")
# ✗

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www.example.com/hallo")
```


RegEx: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
# ✓

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
# ✓

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www0example0com/")
# ✗

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www.example.com/hallo")
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)
```

RegEx: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
```

```
# ✓
```

```
re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
```

```
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)
```

```
re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www0example0com/")
```

```
# ✗
```

```
re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www.example.com/hallo")
```

```
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)
```

```
re.match(r'^https?://www\.example\.com/?$', "http://www.example.com/hallo")
```

Regex: Anfang, Ende, Zeichen

```
import re

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "https://www.example.com/")
# ✓

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www.example.com/")
# ✓

re.match(r'^https?://www.example.com/?', "http://www0example0com/")
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www0example0com/")
# ✗

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?', "http://www.example.com/hallo")
# ✓ (Aber das soll ja nicht so!)

re.match(r'^https?://www\.example\.com/?$', "http://www.example.com/hallo")
# ✗
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# X
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# X  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓
```


RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗ (Achtung, \w beinhaltet kein Symbole!)
```


RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗ (Achtung, \w beinhaltet kein Symbole!)  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@FAKEuni-luebeck.de")
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗  
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")  
# ✓  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")  
# ✗ (Achtung, \w beinhaltet kein Symbole!)  
  
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@FAKEuni-luebeck.de")  
# ✓ (Sollte aber nicht)
```

RegEx: Wiederholungen und Mengen

```
pattern = r'^@[a-z]\.?uni-luebeck\.de'  
re.match(pattern, "bender@ifis.uni-luebeck.de")
```

✗

```
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")
```

✓

```
re.match(r'^@[a-z]+\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")
```

✗

```
re.match(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")
```

✓

```
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@ifis.uni-luebeck.de")
```

✓

```
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "m.bender@uni-luebeck.de")
```

✗ (Achtung, \w beinhaltet kein Symbole!)

```
re.match(r'\w+@\w*\.?uni-luebeck\.de', "bender@FAKEuni-luebeck.de")
```

✓ (Sollte aber nicht)

Bei E-Mail-Adressen gibt es auch einige „abenteuerliche“ Formen ([RFC 3696](#)), daher besser eine Bibliothek nutzen.

Syntax II: RegEx

| | | |
|------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
|------|-----------|---|

Syntax II: RegEx

| | | |
|--------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | | |

Syntax II: RegEx

| | | |
|--------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | (?: ...) | Non-Capturing Group RegEx ... |

Syntax II: RegEx

| | | |
|--------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | (?: ...) | Non-Capturing Group RegEx ... |
| | (?! ...) | Passt, falls der RegEx ... nicht passt |

Syntax II: RegEx

| | | |
|--------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | (?: ...) | Non-Capturing Group RegEx ... |
| | (?! ...) | Passt, falls der RegEx ... nicht passt |
| | USW. | Es gibt noch viele weitere Gruppen |

Syntax II: RegEx

| | | |
|-----------------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | (?: ...) | Non-Capturing Group RegEx ... |
| | (?! ...) | Passt, falls der RegEx ... nicht passt |
| | usw. | Es gibt noch viele weitere Gruppen |
| Weitere Zeichen | \n | Zeilenumbruch (neue Zeile) |

Syntax II: RegEx

| | | |
|-----------------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | (?: ...) | Non-Capturing Group RegEx ... |
| | (?! ...) | Passt, falls der RegEx ... nicht passt |
| | usw. | Es gibt noch viele weitere Gruppen |
| Weitere Zeichen | \n | Zeilenumbruch (neue Zeile) |
| | \r | Carriage return |

Syntax II: RegEx

| | | |
|-----------------|-----------|---|
| Oder | | Passt, falls einer der beiden RegEx ... passt |
| Gruppe | (...) | Capturing Group für RegEx ... |
| | (?: ...) | Non-Capturing Group RegEx ... |
| | (?! ...) | Passt, falls der RegEx ... nicht passt |
| | usw. | Es gibt noch viele weitere Gruppen |
| Weitere Zeichen | \n | Zeilenumbruch (neue Zeile) |
| | \r | Carriage return |
| | \t | Tabulator |

```
import re
```

RegEx: Gruppen

RegEx: Gruppen

```
import re
```

```
m = re.match(r'^H(e|a)llo$', "Hello")  
print(m.groups()) # ('e',)
```

RegEx: Gruppen

```
import re
```

```
m = re.match(r'^H(e|a)llo$', "Hello")  
print(m.groups()) # ('e',)
```

```
m = re.search(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m.groups()) # ('a',)
```

RegEx: Gruppen

```
import re
```

```
m = re.match(r'^H(e|a)llo$', "Hello")  
print(m.groups()) # ('e',)
```

```
m = re.search(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m.groups()) # ('a',)
```

```
m = re.findall(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m)          # ['a', 'e']
```

RegEx: Gruppen

```
import re
```

```
m = re.match(r'^H(e|a)llo$', "Hello")  
print(m.groups()) # ('e',)
```

```
m = re.search(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m.groups()) # ('a',)
```

```
m = re.findall(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # ['a', 'e']
```

```
m = re.findall(r'(H(e|a)llo)', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # [('Hallo', 'a'), ('Hello', 'e')]
```


RegEx: Gruppen

```
import re
```

```
m = re.match(r'^H(e|a)llo$', "Hello")  
print(m.groups()) # ('e',)
```

```
m = re.search(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m.groups()) # ('a',)
```

```
m = re.findall(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # ['a', 'e']
```

```
m = re.findall(r'(H(e|a)llo)', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # [('Hallo', 'a'), ('Hello', 'e')]
```

```
m = re.findall(r'H(?:e|a)llo ([^,]+)', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # ['Magnus', 'Mr. Bender']
```

RegEx: Gruppen

```
import re
```

```
m = re.match(r'^H(e|a)llo$', "Hello")  
print(m.groups()) # ('e',)
```

```
m = re.search(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m.groups()) # ('a',)
```

```
m = re.findall(r'H(e|a)llo', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # ['a', 'e']
```

```
m = re.findall(r'(H(e|a)llo)', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # [('Hallo', 'a'), ('Hello', 'e')]
```

```
m = re.findall(r'H(?:e|a)llo ([^,]+)', "Hallo Magnus, Hello Mr. Bender,")  
print(m) # ['Magnus', 'Mr. Bender']
```

```
mail = re.compile(r'^@[a-z]*\.?uni-luebeck\.de')  
print(mail.match("m.bender@uni-luebeck.de")) # ✓  
print(mail.match("bender@ifis.uni-luebeck.de")) # ✓  
print(mail.match("bender@FAKEuni-luebeck.de")) # ✗
```

RegEx: Gruppen und Ersetzungen

```
import re
```

```
program = """
```

```
class Zug:
```

```
    def __ini__(self, a, b, c):
```

```
        pass
```

```
    def _internal(self):
```

```
        pass
```

```
class Lokomotive():
```

```
"""
```

```
m = re.search(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\\(\\))?:', program)
```

```
print(m.group(0), m.group(1))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\\(\\))?:', program))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)\\(\\)?:', program))
```

```
print(re.sub(
```

```
    r'def __ini__\\((self[^)]*)\\):',
```

```
    r'def __init__(\\1):',
```

```
    program
```

```
))
```

RegEx: Gruppen und Ersetzungen

```
import re
```

```
program = """
```

```
class Zug:
```

```
    def __ini__(self, a, b, c):
```

```
        pass
```

```
    def _internal(self):
```

```
        pass
```

```
class Lokomotive():
```

```
"""
```

```
$> python3 name.py
```

```
m = re.search(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\\(\\))?:', program)
```

```
print(m.group(0), m.group(1))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\\(\\))?:', program))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)\\(\\)?:', program))
```

```
print(re.sub(
```

```
    r'def __ini__\\((self[^)]*)\\):',
```

```
    r'def __init__(\\1):',
```

```
    program
```

```
))
```

RegEx: Gruppen und Ersetzungen

```
import re
```

```
program = """
```

```
class Zug:
```

```
    def __ini__(self, a, b, c):
```

```
        pass
```

```
    def _internal(self):
```

```
        pass
```

```
class Lokomotive():
```

```
"""
```

```
m = re.search(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\\(\\))?:', program)
```

```
print(m.group(0), m.group(1))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\\(\\))?:', program))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)\\(\\)?:', program))
```

```
print(re.sub(
```

```
    r'def __ini__\\((self[^)]*)\\):',
```

```
    r'def __init__(\\1):',
```

```
    program
```

```
))
```

```
$> python3 name.py
```

```
class Zug: Zug
```

RegEx: Gruppen und Ersetzungen

```
import re
```

```
program = """
```

```
class Zug:
```

```
    def __ini__(self, a, b, c):
```

```
        pass
```

```
    def _internal(self):
```

```
        pass
```

```
class Lokomotive():
```

```
"""
```

```
m = re.search(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\(\))?:', program)
```

```
print(m.group(0), m.group(1))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\(\))?:', program))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)\(\(\))?:', program))
```

```
print(re.sub(
```

```
    r'def __ini__\((self[^\)]*)\):',
```

```
    r'def __init__(\1):',
```

```
    program
```

```
))
```

```
$> python3 name.py
```

```
class Zug: Zug
```

```
['Zug', 'Lokomotive']
```

```
[('Zug', ''), ('Lokomotive', '()')]
```

RegEx: Gruppen und Ersetzungen

```
import re
```

```
program = """
```

```
class Zug:
```

```
    def __ini__(self, a, b, c):
```

```
        pass
```

```
    def _internal(self):
```

```
        pass
```

```
class Lokomotive():
```

```
"""
```

```
m = re.search(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\(\))?:', program)
```

```
print(m.group(0), m.group(1))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\(\))?:', program))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)\(\(\))?:', program))
```

```
print(re.sub(
```

```
    r'def __ini__\((self[^\)]*)\):',
```

```
    r'def __init__(\1):',
```

```
    program
```

```
))
```

```
$> python3 name.py
```

```
class Zug: Zug
```

```
['Zug', 'Lokomotive']
```

```
[('Zug', ''), ('Lokomotive', '()')]
```

```
...  
def __init__(self, a, b, c):
```

```
...
```

Mehrzeilige Strings können mit """ erstellt werden.

REGEX. GRUPPEN UND ERSETZUNGEN

```
import re
```

```
program = """
```

```
class Zug:
```

```
    def __ini__(self, a, b, c):
```

```
        pass
```

```
    def _internal(self):
```

```
        pass
```

```
class Lokomotive():
```

```
"""
```

Sucht erstes Vorkommen

```
m = re.search(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\(\))?:', program)
```

```
print(m.group(0), m.group(1))
```

Sucht alle Vorkommen

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)?(:\(\))?:', program))
```

```
print(re.findall(r'class ([a-zA-Z_][0-z]*)\(\(\))?:', program))
```

```
print(re.sub(
```

```
    r'def __ini__\((self[^\)]*)\):',
```

```
    r'def __init__(\1):',
```

```
    program
```

```
))
```

```
    def __init__(self, a, b, c):
```

Nimmt man für den zweiten Parameter "", dann löscht man alles, auf das der RegEx passt.

Suchen und ersetzen, beim Ersetzen können Gruppen eingesetzt werden.

```
$> python3 name.py
```

```
class Zug: Zug
```

```
['Zug', 'Lokomotive']
```

```
[('Zug', ''), ('Lokomotive', '()')]
```

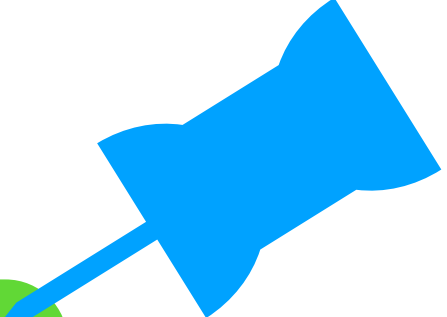

Zusammenfassung

- Lösungsmöglichkeiten Aufgabe 1
- Notebooks lokal und in der Cloud
- Grundlagen von Bash
- Reguläre Ausdrücke



Zusammenfassung

- Lösungsmöglichkeiten Aufgabe 1
- Notebooks lokal und in der Cloud
- Grundlagen von Bash
- Reguläre Ausdrücke



Wir haben jetzt
Programmcode, Dokumente
und Notebooks.

Nun müssen wir das alles
verwalten und organisieren!



~~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