合肥大學
HEFEI UNIVERSITY

Programming with Python

5. Programme Erstellen und Ausführen

Thomas Weise (汤卫思)
tweise@hfuu.edu.cn

Institute of Applied Optimization (IAO)
School of Artificial Intelligence and Big Data
Hefei University
Hefei, Anhui, China

应用优化研究所
人工智能与大数据学院
合肥大学
中国安徽省合肥市

Version: 2026-01-29

Programming with Python

Dies ist ein Kurs über das Programmieren mit der Programmiersprache Python an der Universität Hefei (合肥大学).

Die Webseite mit dem Lehrmaterial dieses Kurses ist https://thomasweise.github.io/programmingWithPython (siehe auch den QR-Kode unten rechts). Dort können Sie das Kursbuch (in Englisch) und diese Slides finden. Das Repository mit den Beispielprogrammen in Python finden Sie unter https://github.com/thomasWeise/programmingWithPythonCode.

Outline

Einleitung

Einleitung

- Jetzt haben wir PyCharm und Python installiert.

Einleitung

- Jetzt haben wir PyCharm und Python installiert.
- Nun wollen wir unser erstes Python-Programm schreiben und ausführen.

Einleitung

- Jetzt haben wir PyCharm und Python installiert.
- Nun wollen wir unser erstes Python-Programm schreiben und ausführen.
- Das Programm soll einfach „Hello World!“ zum standard output stream (`stdout`) schreiben.

Einleitung

- Jetzt haben wir PyCharm und Python installiert.
- Nun wollen wir unser erstes Python-Programm schreiben und ausführen.
- Das Programm soll einfach „Hello World!“ zum standard output stream (`stdout`) schreiben.
- Es besteht daher nur aus dem Statement `print("Hello World!")`.

Einleitung

- Jetzt haben wir PyCharm und Python installiert.
- Nun wollen wir unser erstes Python-Programm schreiben und ausführen.
- Das Programm soll einfach „Hello World!“ zum standard output stream (`stdout`) schreiben.
- Es besteht daher nur aus dem Statement `print("Hello World!")`.

```
1 print("Hello World!")
```

↓ `python3 very_first_program.py` ↓

```
1 Hello World!
```

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.
  2. Wir können das Programm auch in einem normalen Text-Editor schreiben.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.
  2. Wir können das Programm auch in einem normalen Text-Editor schreiben.
     Python-Programme sind ja im Grunde normale Text-Dateien.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.
  2. Wir können das Programm auch in einem normalen Text-Editor schreiben. Python-Programme sind ja im Grunde normale Text-Dateien. Dann können wir das Programm mit dem Befehl `python3 programName` im Terminal ausführen.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.
  2. Wir können das Programm auch in einem normalen Text-Editor schreiben. Python-Programme sind ja im Grunde normale Text-Dateien. Dann können wir das Programm mit dem Befehl `python3 programName` im Terminal ausführen.
  3. Wir können auch die Python-Interpreter Konsole in PyCharm öffnen und das Programm Zeile-für-Zeile eintippen und ausführen.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.
  2. Wir können das Programm auch in einem normalen Text-Editor schreiben. Python-Programme sind ja im Grunde normale Text-Dateien. Dann können wir das Programm mit dem Befehl `python3 programName` im Terminal ausführen.
  3. Wir können auch die Python-Interpreter Konsole in PyCharm öffnen und das Programm Zeile-für-Zeile eintippen und ausführen.
  4. Natürlich können wir genausogut den Python-Interpreterim normalen Terminal öffnen und die Befehle Zeile-für-Zeile dort eintippen.

Programme Ausführen

- Es gibt 4 grundsätzliche Methoden, Python-Programme auszuführen
  1. Wir können das Programm in der PyCharm Integrated Development Environment (IDE) in eine Python-Datei schreiben und in PyCharm ausführen.
  2. Wir können das Programm auch in einem normalen Text-Editor schreiben. Python-Programme sind ja im Grunde normale Text-Dateien. Dann können wir das Programm mit dem Befehl `python3 programName` im Terminal ausführen.
  3. Wir können auch die Python-Interpreter Konsole in PyCharm öffnen und das Programm Zeile-für-Zeile eintippen und ausführen.
  4. Natürlich können wir genausogut den Python-Interpreterim normalen Terminal öffnen und die Befehle Zeile-für-Zeile dort eintippen.
- Schauen wir uns diese Möglichkeiten einmal an.

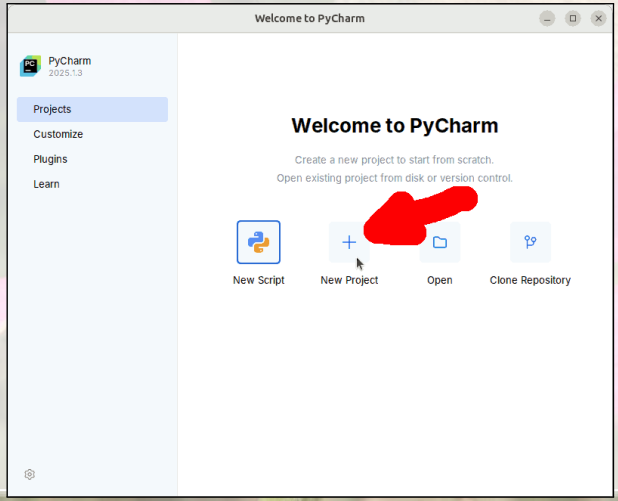
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- OK, los geht's.

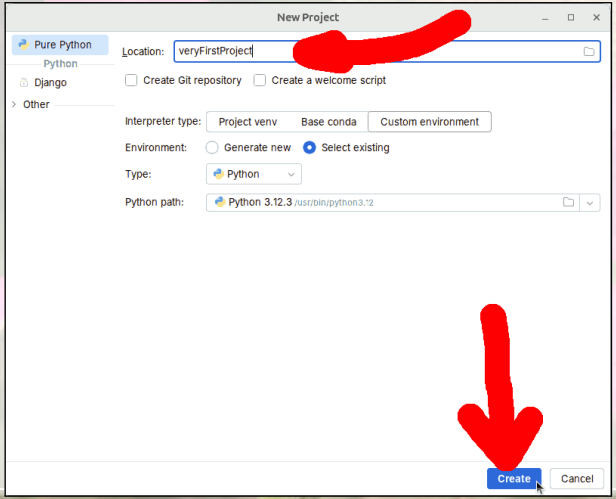
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Um ein neues Projekt in PyCharm zu erstellen, klicken wir auf New Project im Willkommensbildschirm.



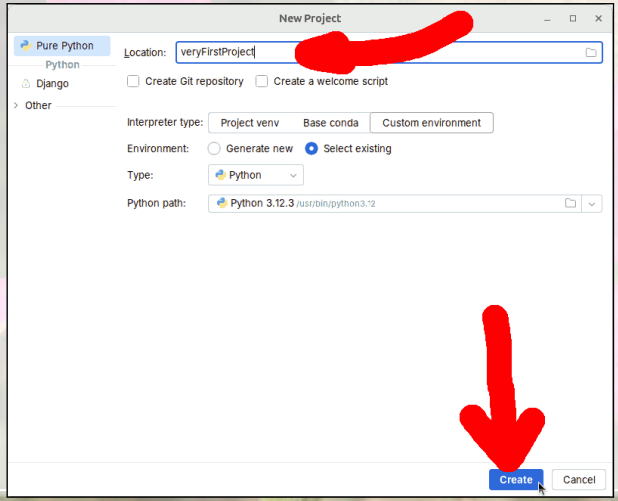
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir wählen links Pure Python aus und dann einen Namen für das Projekt.



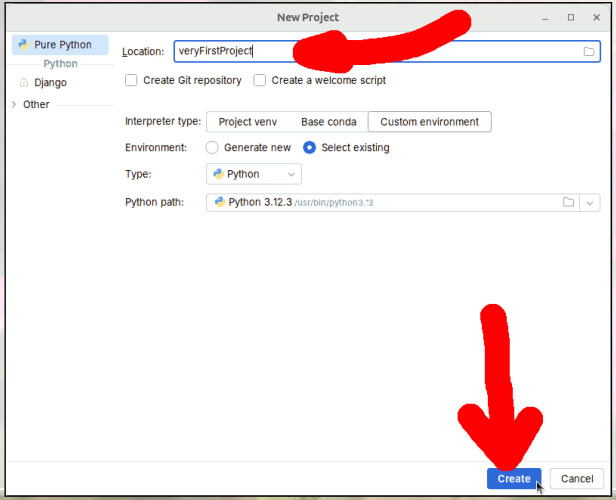
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir wählen links Pure Python aus und dann einen Namen für das Projekt.
- Wir wählen `veryFirstProject` als Name.



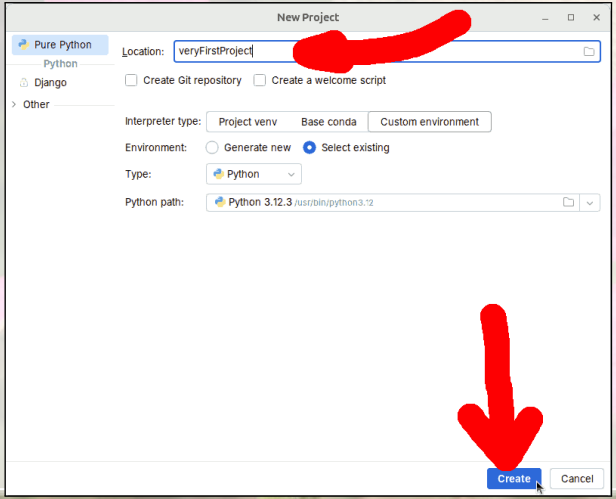
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir wählen `veryFirstProject` als Name.
- Wir wählen auch das Verzeichnis aus, in dem das Projekt gespeichert werden soll.



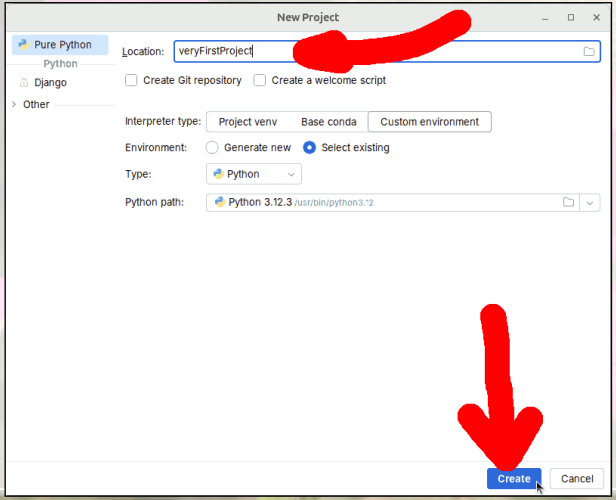
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir lassen die anderen Einstellungen auf den Standardwerten und/oder wählen unsere Python-Installation als Custom Environment aus.



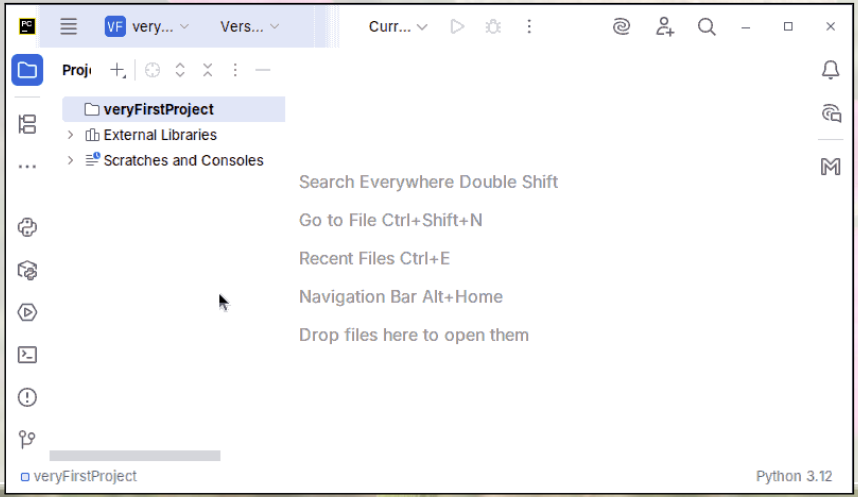
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Dann klicken wir auf Create.



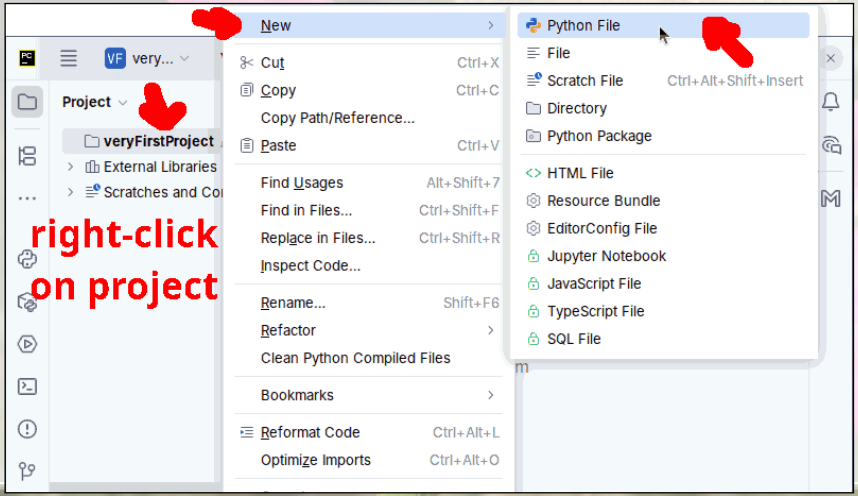
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Ein neues, leeres Projekt wurde erstellt.



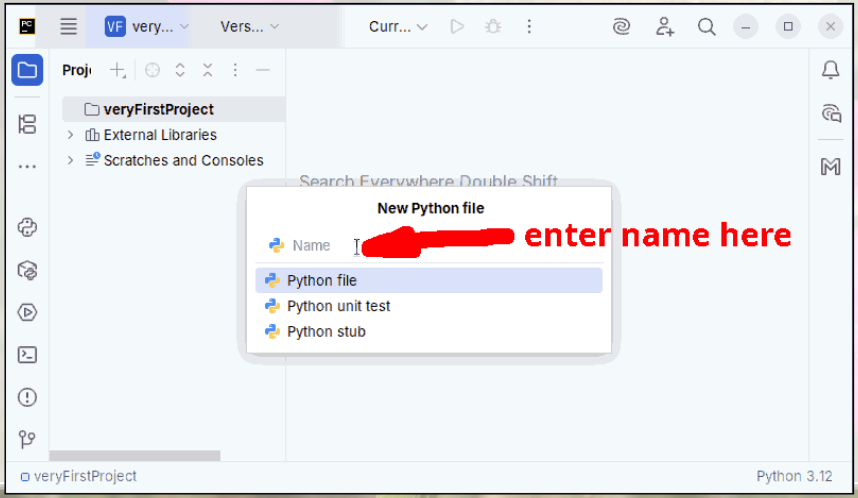
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir erstellen eine Python-Datei in diesem Projekt durch Rechtsklick auf den Projektorder `veryFirstProject` und dann durch auswählen von New » Python File.



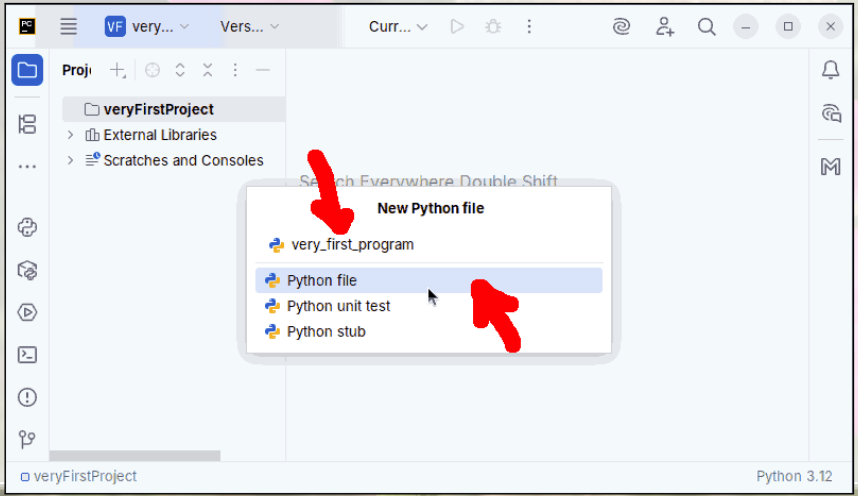
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- In dem sich öffnenden Dialog können wir den Dateiname eingeben.



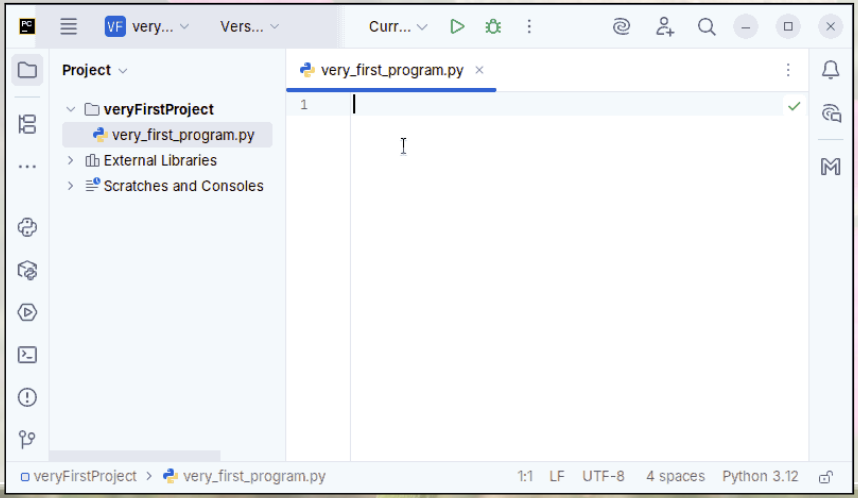
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir nennen unsere Datei `very_first_program` und drücken ↵.



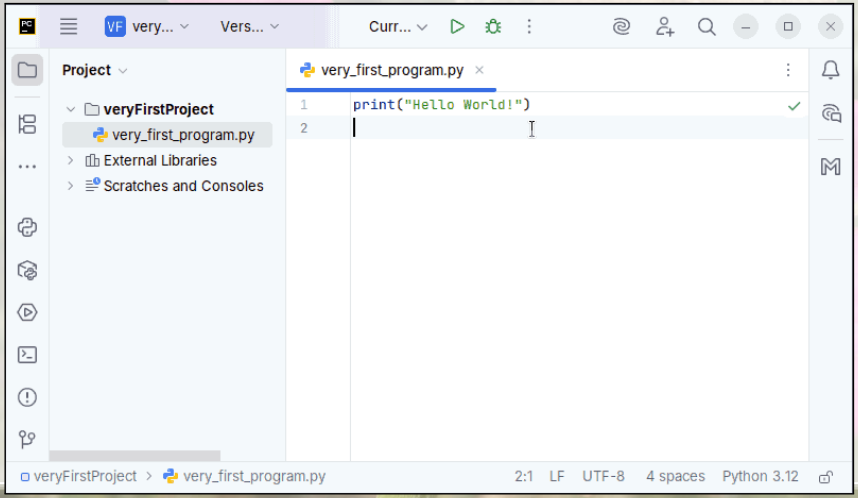
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Die neue, leere Datei `very_first_program.py` wurde im Projektordner `veryFirstProject` erstellt.



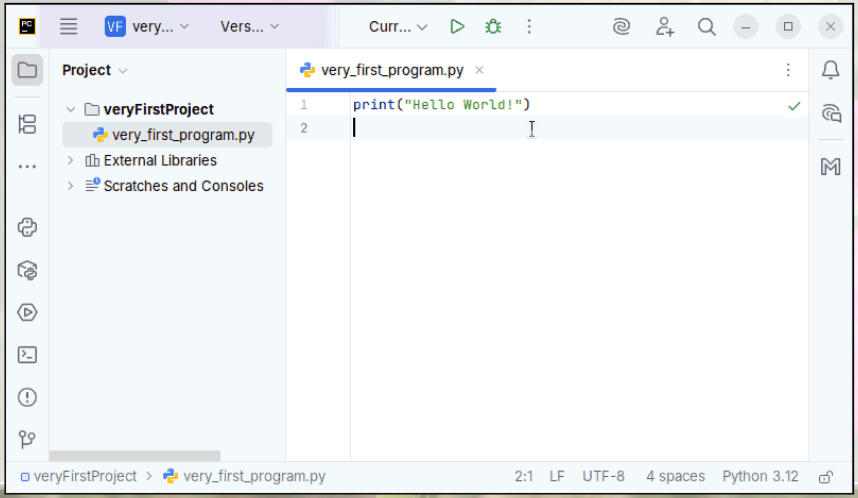
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Nun tippen wir das Programm `print("Hello World!")` ab.



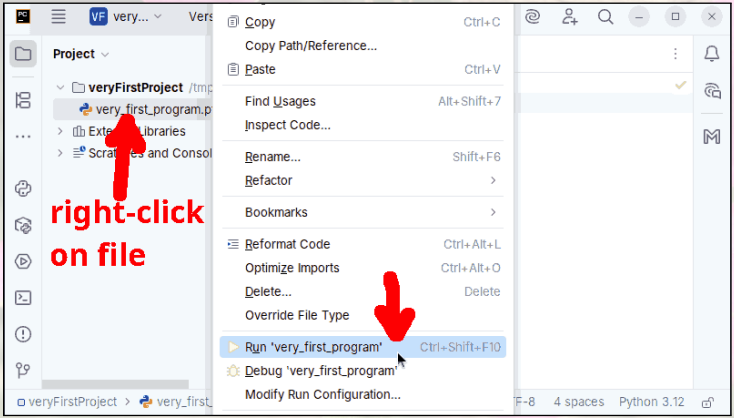
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Nun tippen wir das Programm `print("Hello World!")` ab.
- PyCharm speichert die Datei automatisch für uns.



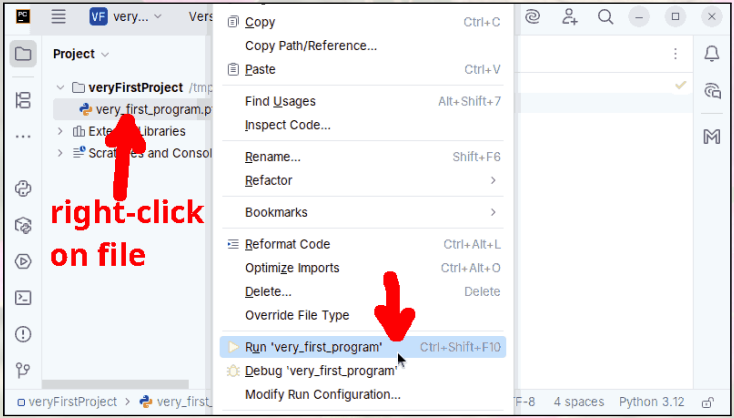
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Um das Programm auszuführen, rechtsklicken wir auf die Programmdatei und wählen `Run 'very_first_program'` us.



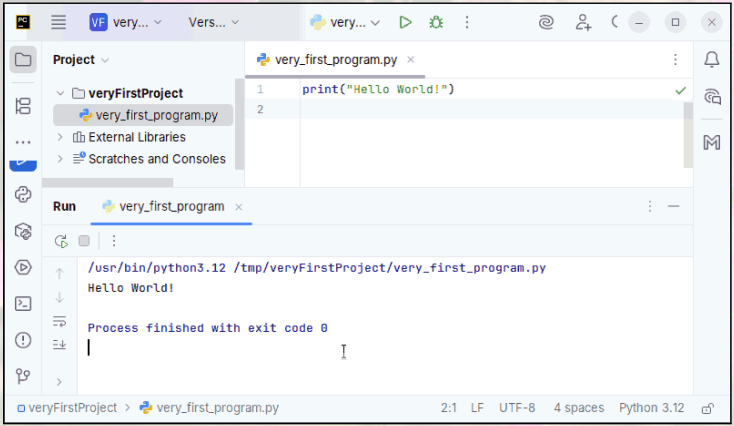
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Um das Programm auszuführen, rechtsklicken wir auf die Programmdatei und wählen Run ‘very_first_program’ us.
- Alternativ könnten wir auch Ctrl + ⇧ + F10 drücken.



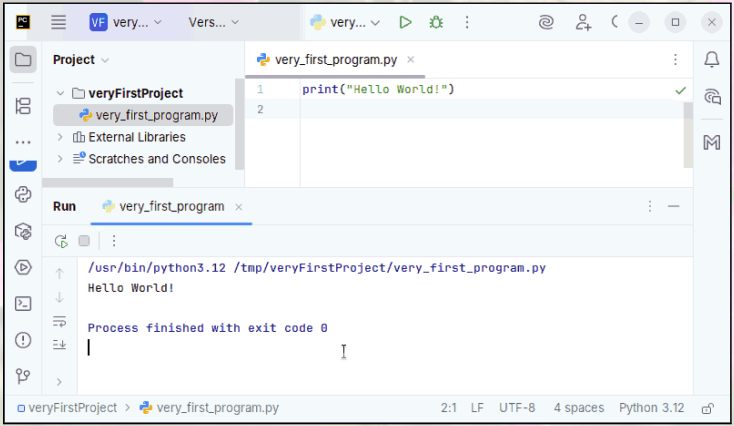
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Tatsächlich: In der Konsolenfläche im PyCharm-Fenster erscheint der Text „Hello World!“.



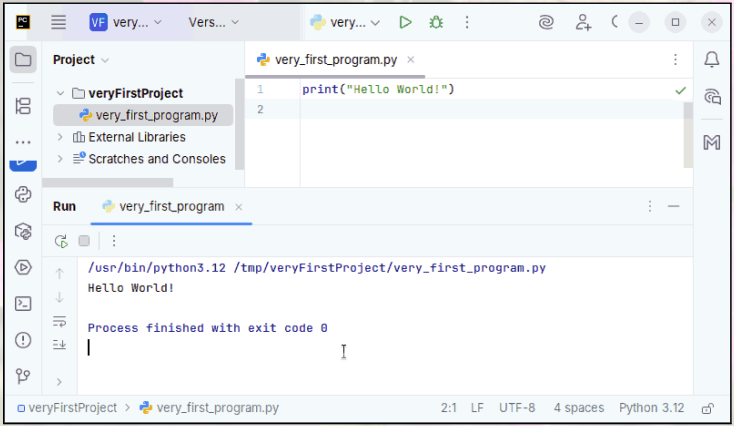
Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Tatsächlich: In der Konsolenfläche im PyCharm-Fenster erscheint der Text „Hello World!“.
- Zusätzlich sehen wir auch, wie das Programm ausgeführt wurde, nämlich den Python-Interpreter mit dem Pfad zu unserer Datei als Parameter.



Das Erste PyCharm Projekt und Programm

- Wir bekommen auch „Process finished with exit code 0“ angezeigt: Unser Programm ist erfolgreich und ohne Fehler abgelaufen.



Program im Terminal ausführen

Program im Terminal ausführen

- Führen wir nun das selbe Program im normalen Terminal aus.

Program im Terminal ausführen

- Wir öffnen ein Terminal.

Program im Terminal ausführen

- Wir öffnen ein Terminal. (Unter Ubuntu Linux durch Drücken von Ctrl + Alt + T, unter Microsoft Windows durch Druck auf ⊞ + R, dann Schreiben von `cmd`, dann Druck auf ↵.)

Program im Terminal ausführen

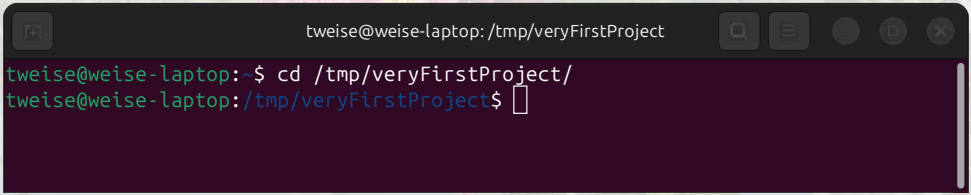
- Wir öffnen ein Terminal. (Unter Ubuntu Linux durch Drücken von Ctrl + Alt + T, unter Microsoft Windows durch Druck auf ⊞ + R, dann Schreiben von `cmd`, dann Druck auf ↵.)
- Wir wechseln in das Projektverzeichnis, wo sich die auszuführende Python-Datei befindet.

Program im Terminal ausführen

- Wir öffnen ein Terminal. (Unter Ubuntu Linux durch Drücken von Ctrl + Alt + T, unter Microsoft Windows durch Druck auf ⊞ + R, dann Schreiben von `cmd`, dann Druck auf ↵.)
- Wir wechseln in das Projektverzeichnis, wo sich die auszuführende Python-Datei befindet.
- Das Kommando dafür ist `cd directory` gefolgt von ↵.

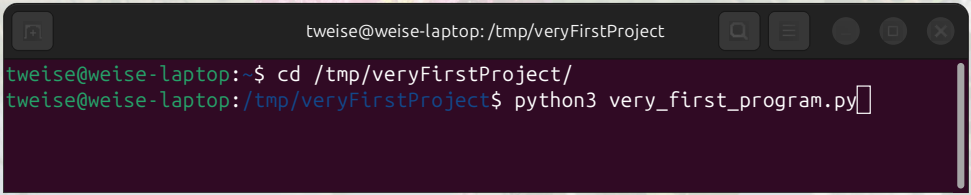
Program im Terminal ausführen

- Wir sind nun in dem Projektverzeichnis.



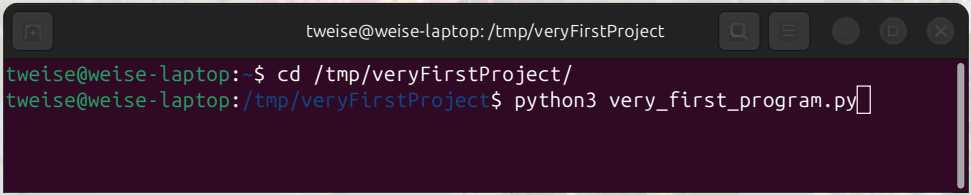
Program im Terminal ausführen

- Wir führen ein Programm „program.py“ mit dem Befehl `python3 program.py` (gefolgt von ↵) aus.



Program im Terminal ausführen

- Wir führen ein Programm „program.py“ mit dem Befehl `python3 program.py` (gefolgt von ↵) aus. In unserem Fall ist der Dateiname „very_first_program.py“.



Program im Terminal ausführen

- Wie erwartet wird erscheint „Hello World!“ im Terminal.

Program im Terminal ausführen

- Führen wir nun das selbe Program im normalen Terminal aus.

Gute Praxis

Die einzig richtige Art, Python Programme im Produktiveinsatz auszuführen, ist sie im Terminal mit dem Python Interpreter als Programdatei zu starten.

Program im Terminal ausführen

- Führen wir nun das selbe Program im normalen Terminal aus.

Gute Praxis

Die einzig richtige Art, Python Programme im Produktiveinsatz auszuführen, ist sie im Terminal mit dem Python Interpreter als Programdatei zu starten.

- Alle anderen Arten sind vielleicht während der Entwicklung nützlich, haben aber nichts im Produktiveinsatz verloren.

Program im Terminal ausführen

- Führen wir nun das selbe Program im normalen Terminal aus.

Gute Praxis

Die einzig richtige Art, Python Programme im Produktiveinsatz auszuführen, ist sie im Terminal mit dem Python Interpreter als Programdatei zu starten.

- Alle anderen Arten sind vielleicht während der Entwicklung nützlich, haben aber nichts im Produktiveinsatz verloren.
- Das gilt ganz besonders für das Ausführen mit Hilfe von PyCharm.

Program im Terminal ausführen

- Führen wir nun das selbe Program im normalen Terminal aus.

Gute Praxis

Die einzig richtige Art, Python Programme im Produktiveinsatz auszuführen, ist sie im Terminal mit dem Python Interpreter als Programdatei zu starten.

- Alle anderen Arten sind vielleicht während der Entwicklung nützlich, haben aber nichts im Produktiveinsatz verloren.
- Das gilt ganz besonders für das Ausführen mit Hilfe von PyCharm. Machen Sie das niemals im Produktiveinsatz.

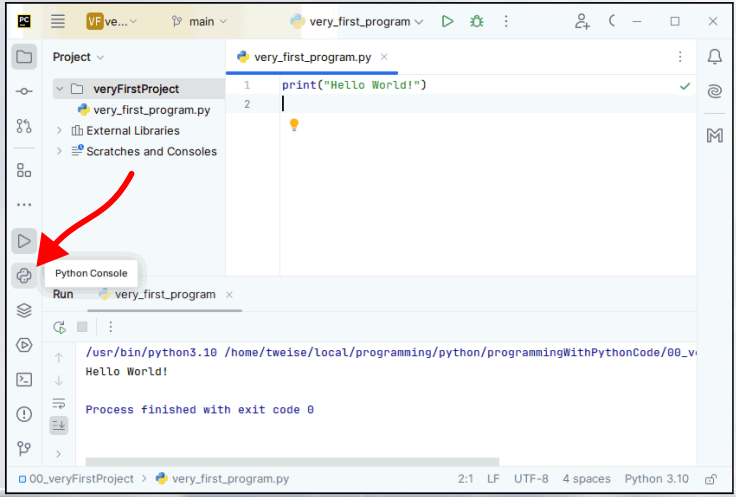
Programm in Python Interpreter in PyCharm Eingeben

Programm in Python Interpreter in PyCharm Eingeben

- Nun wollen wir ein Programm Schritt-für-Schritt in den Python-Interpreter in PyCharm eingeben und ausführen.

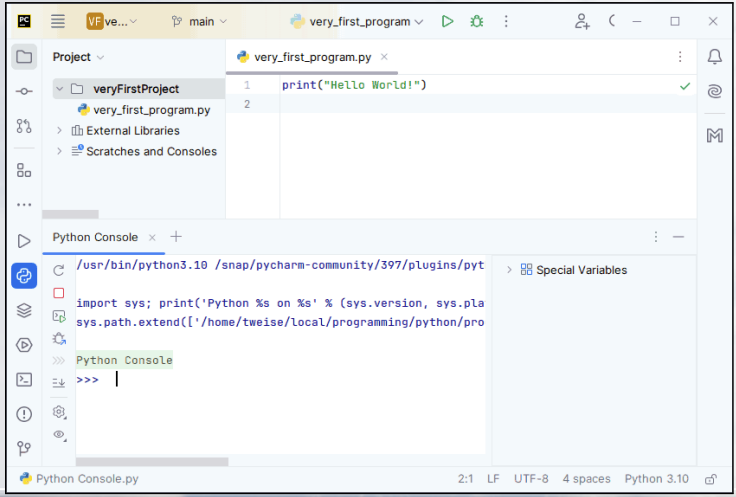
Programm in Python Interpreter in PyCharm Eingeben

- Wir drücken den [ ]-Button auf der vertikalen Knopfliste auf der linken Seite des PyCharm-Fensters.



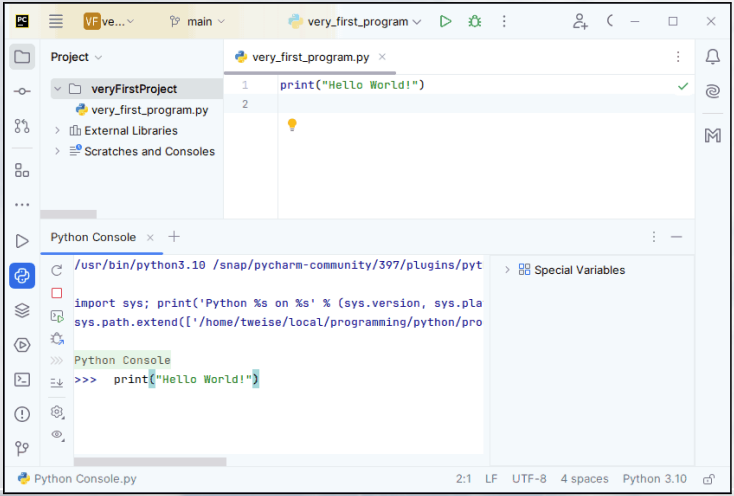
Programm in Python Interpreter in PyCharm Eingeben

- Die PyCharm Python-Interpreter-Konsole öffnet sich.



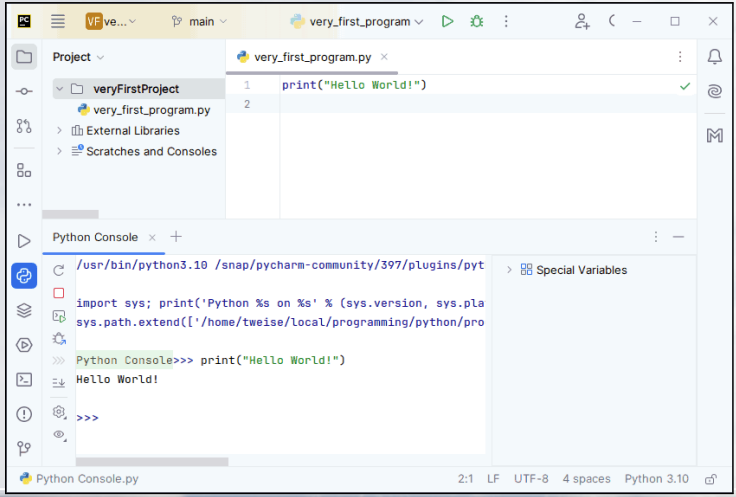
Programm in Python Interpreter in PyCharm Eingeben

- Wir tippen das „Hello World!“-Programm ein, i.e., `print("Hello World!")`, und drücken ↵.



Programm in Python Interpreter in PyCharm Eingeben

- Die Ausgabe „Hello World!“ erscheint.



Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Jetzt werden wir das Programm in den Python-Interpreter im Terminal eingeben.

Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Wir öffnen ein Terminal.

Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

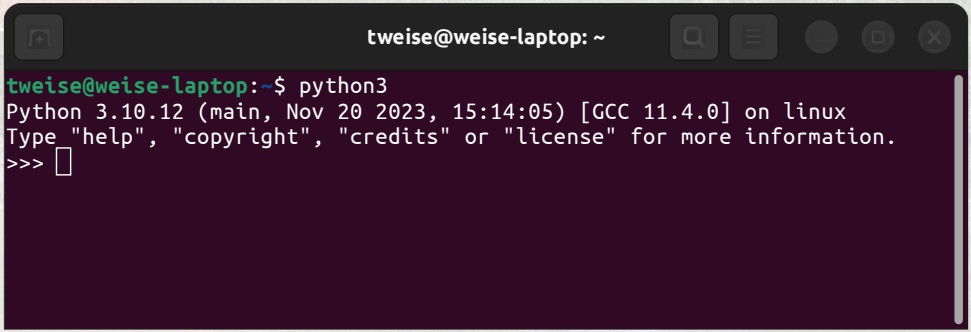
- Wir öffnen ein Terminal. (Unter Ubuntu Linux durch Drücken von Ctrl + Alt + T, unter Microsoft Windows durch Druck auf ⊞ + R, dann Schreiben von `cmd`, dann Druck auf ↵.)

Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Wir öffnen ein Terminal. (Unter Ubuntu Linux durch Drücken von Ctrl + Alt + T, unter Microsoft Windows durch Druck auf ⊞ + R, dann Schreiben von `cmd`, dann Druck auf ↵.)
- Wir geben `python3` ein und drücken ↵.

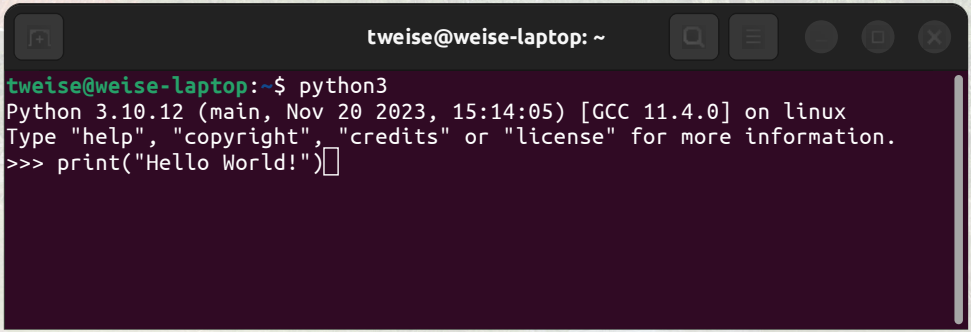
Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Die Python-Interpreter-Konsole öffnet sich im Terminal.



Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Wir tippen das „Hello World!“-Programm ein, i.e., `print("Hello World!")`, und drücken ↵.



Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

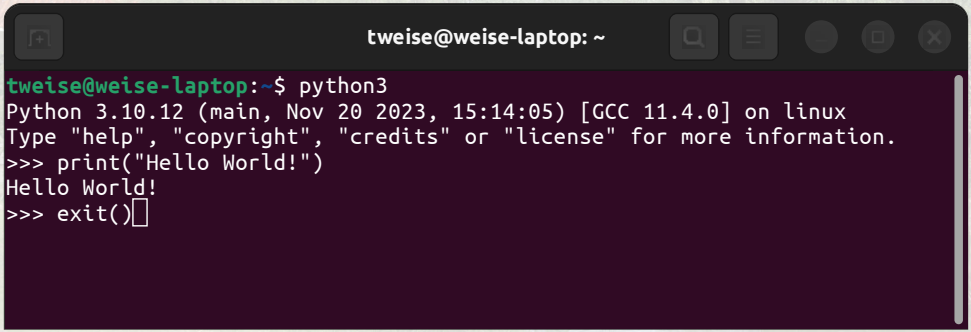
- Die Ausgabe „Hello World!“ erscheint.

tweise@weise-laptop: ~

```
tweise@weise-laptop:~$ python3
Python 3.10.12 (main, Nov 20 2023, 15:14:05) [GCC 11.4.0] on linux
Type "help", "copyright", "credits" or "license" for more information.
>>> print("Hello World!")
Hello World!
>>>
```

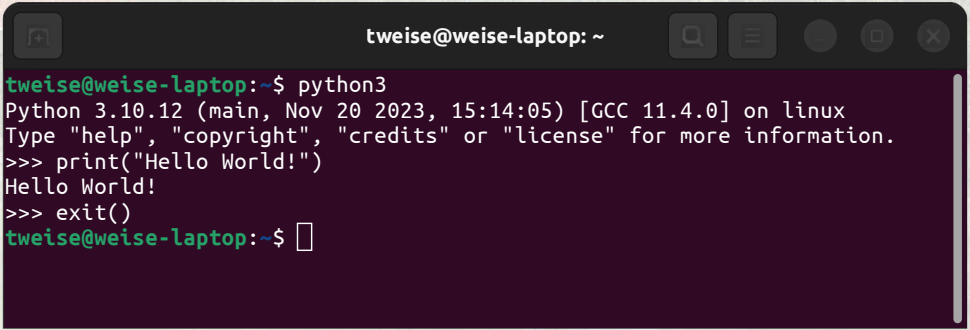
Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Um den interaktiven Python-Interpreter wieder zu verlassen, tippen wir `exit()` ein und drücken ↵.



Programm in Python Interpreter in Terminal Eingeben

- Wir sind zurück im normalen Terminal.



Zusammenfassung

Zusammenfassung

- Wir haben vier Arten kennengelernt, wie wir Python-Programme ausführen können.

Zusammenfassung

- Wir haben vier Arten kennengelernt, wie wir Python-Programme ausführen können.
- Auf der einen Seite können wir Programme als Textdateien mit der Endung `.py` speichern.

Zusammenfassung

- Wir haben vier Arten kennengelernt, wie wir Python-Programme ausführen können.
- Auf der einen Seite können wir Programme als Textdateien mit der Endung `.py` speichern. Diese können wir dann entweder im Terminal oder in PyCharm ausführen.

Zusammenfassung

- Wir haben vier Arten kennengelernt, wie wir Python-Programme ausführen können.
- Auf der einen Seite können wir Programme als Textdateien mit der Endung `.py` speichern. Diese können wir dann entweder im Terminal oder in PyCharm ausführen.
- Auf der anderen Seite können wir Programme auch Zeile-für-Zeile in einer interaktiven Python-Interpreter-Session direkt in den Interpreter eintippen.

Zusammenfassung

- Wir haben vier Arten kennengelernt, wie wir Python-Programme ausführen können.
- Auf der einen Seite können wir Programme als Textdateien mit der Endung `.py` speichern. Diese können wir dann entweder im Terminal oder in PyCharm ausführen.
- Auf der anderen Seite können wir Programme auch Zeile-für-Zeile in einer interaktiven Python-Interpreter-Session direkt in den Interpreter eintippen. Auch das können wir entweder im Terminal oder in PyCharm machen.
- Natürlich werden wir unsere Programme in „richtigen“ Projekten immer in Dateien speichern.

Zusammenfassung

- Wir haben vier Arten kennengelernt, wie wir Python-Programme ausführen können.
- Auf der einen Seite können wir Programme als Textdateien mit der Endung `.py` speichern. Diese können wir dann entweder im Terminal oder in PyCharm ausführen.
- Auf der anderen Seite können wir Programme auch Zeile-für-Zeile in einer interaktiven Python-Interpreter-Session direkt in den Interpreter eintippen. Auch das können wir entweder im Terminal oder in PyCharm machen.
- Natürlich werden wir unsere Programme in „richtigen“ Projekten immer in Dateien speichern.
- Aber zum Kennenlernen von Python ist eine interaktive Nutzung des Interpreters sehr geeignet[1].

谢谢您们！

Thank you!

Vielen Dank!

References I

[1] "An Informal Introduction to Python". In: *Python 3 Documentation*. *The Python Tutorial*. Beaverton, OR, USA: Python Software Foundation (PSF), 2001–2025. URL: https://docs.python.org/3/tutorial/introduction.html (besucht am 2025-07-11) (siehe S. 69–74).

[2] Daniel J. Barrett. *Efficient Linux at the Command Line*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., Feb. 2022. ISBN: 978-1-0981-1340-7 (siehe S. 80, 81).

[3] Kent L. Beck. *JUnit Pocket Guide*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., Sep. 2004. ISBN: 978-0-596-00743-0 (siehe S. 82).

[4] Ed Bott. *Windows 11 Inside Out*. Hoboken, NJ, USA: Microsoft Press, Pearson Education, Inc., Feb. 2023. ISBN: 978-0-13-769132-6 (siehe S. 80).

[5] Ron Brash und Ganesh Naik. *Bash Cookbook*. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Juli 2018. ISBN: 978-1-78862-936-2 (siehe S. 80).

[6] Josh Centers. *Take Control of iOS 18 and iPadOS 18*. San Diego, CA, USA: Take Control Books, Dez. 2024. ISBN: 978-1-990783-55-5 (siehe S. 80).

[7] David Clinton und Christopher Negus. *Ubuntu Linux Bible*. 10. Aufl. Bible Series. Chichester, West Sussex, England, UK: John Wiley and Sons Ltd., 10. Nov. 2020. ISBN: 978-1-119-72233-5 (siehe S. 81).

[8] Michael Hausenblas. *Learning Modern Linux*. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., Apr. 2022. ISBN: 978-1-0981-0894-6 (siehe S. 80).

[9] Matthew Helmke. *Ubuntu Linux Unleashed 2021 Edition*. 14. Aufl. Reading, MA, USA: Addison-Wesley Professional, Aug. 2020. ISBN: 978-0-13-668539-5 (siehe S. 81).

[10] John Hunt. *A Beginners Guide to Python 3 Programming*. 2. Aufl. Undergraduate Topics in Computer Science (UTICS). Cham, Switzerland: Springer, 2023. ISBN: 978-3-031-35121-1. doi:10.1007/978-3-031-35122-8 (siehe S. 81).

[11] ."exit – Terminate a Process". In: *POSIX.1-2024: The Open Group Base Specifications Issue 8, IEEE Std 1003.1™-2024 Edition*. Hrsg. von Andrew Josey. Piscataway, NJ, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) und San Francisco, CA, USA: The Open Group, 8. Aug. 2024. URL: https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9799919799/functions/exit.html (besucht am 2024-10-30) (siehe S. 80).

References II

[12] Andrew Josey, Hrsg. *POSIX.1-2024: The Open Group Base Specifications Issue 8, IEEE Std 1003.1™-2024 Edition*. Piscataway, NJ, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) und San Francisco, CA, USA: The Open Group, 8. Aug. 2024. URL: https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9799919799 (besucht am 2024-10-30).

[13] ."stderr, stdin, stdout – Standard I/O Streams". In: *POSIX.1-2024: The Open Group Base Specifications Issue 8, IEEE Std 1003.1™-2024 Edition*. Hrsg. von Andrew Josey. Piscataway, NJ, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) und San Francisco, CA, USA: The Open Group, 8. Aug. 2024. URL: https://pubs.opengroup.org/onlinepubs/9799919799/functions/stdin.html (besucht am 2024-10-30) (siehe S. 81).

[14] Kent D. Lee und Steve Hubbard. *Data Structures and Algorithms with Python*. Undergraduate Topics in Computer Science (UTICS). Cham, Switzerland: Springer, 2015. ISBN: 978-3-319-13071-2. doi:10.1007/978-3-319-13072-9 (siehe S. 81).

[15] Mark Lutz. *Learning Python*. 6. Aufl. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., März 2025. ISBN: 978-1-0981-7130-8 (siehe S. 81).

[16] Cameron Newham und Bill Rosenblatt. *Learning the Bash Shell – Unix Shell Programming: Covers Bash 3.0*. 3. Aufl. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., 2005. ISBN: 978-0-596-00965-6 (siehe S. 80).

[17] A. Jefferson Offutt. "Unit Testing Versus Integration Testing". In: *Test: Faster, Better, Sooner – IEEE International Test Conference (ITC'1991)*. 26.–30. Okt. 1991, Nashville, TN, USA. Los Alamitos, CA, USA: IEEE Computer Society, 1991. Kap. Paper P2.3, S. 1108–1109. ISSN: 1089-3539. ISBN: 978-0-8186-9156-0. doi:10.1109/TEST.1991.519784 (siehe S. 82).

[18] Michael Olan. "Unit Testing: Test Early, Test Often". *Journal of Computing Sciences in Colleges (JCSC)* 19(2):319–328, Dez. 2003. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery (ACM). ISSN: 1937-4771. doi:10.5555/948785.948830. URL: https://www.researchgate.net/publication/255673967 (besucht am 2025-09-05) (siehe S. 82).

[19] Ashwin Pajankar. *Python Unit Test Automation: Automate, Organize, and Execute Unit Tests in Python*. New York, NY, USA: Apress Media, LLC, Dez. 2021. ISBN: 978-1-4842-7854-3 (siehe S. 82).

[20] Ernest E. Rothman, Rich Rosen und Brian Jepson. *Mac OS X for Unix Geeks*. 4. Aufl. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., Sep. 2008. ISBN: 978-0-596-52062-5 (siehe S. 80).

References III

[21] Per Runeson. "A Survey of Unit Testing Practices". *IEEE Software* 23(4):22–29, Juli–Aug. 2006. Piscataway, NJ, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). ISSN: 0740-7459. doi:10.1109/MS.2006.91 (siehe S. 82).

[22] Ahmad Sahar. *iOS 26 Programming for Beginners*. 10. Aufl. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Nov. 2025. ISBN: 978-1-80602-393-6 (siehe S. 82).

[23] Ellen Siever, Stephen Figgins, Robert Love und Arnold Robbins. *Linux in a Nutshell*. 6. Aufl. Sebastopol, CA, USA: O'Reilly Media, Inc., Sep. 2009. ISBN: 978-0-596-15448-6 (siehe S. 80).

[24] Drew Smith. *Modern Apple Platform Administration – macOS and iOS Essentials (2025)*. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Feb. 2025. ISBN: 978-1-80580-309-6 (siehe S. 80).

[25] George K. Thiruvathukal, Konstantin Läufer und Benjamin Gonzalez. "Unit Testing Considered Useful". *Computing in Science & Engineering* 8(6):76–87, Nov.–Dez. 2006. Piscataway, NJ, USA: Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE). ISSN: 1521-9615. doi:10.1109/MCSE.2006.124. URL: https://www.researchgate.net/publication/220094077 (besucht am 2024-10-01) (siehe S. 82).

[26] Linus Torvalds. "The Linux Edge". *Communications of the ACM (CACM)* 42(4):38–39, Apr. 1999. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery (ACM). ISSN: 0001-0782. doi:10.1145/299157.299165 (siehe S. 80).

[27] Bruce M. Van Horn II und Quan Nguyen. *Hands-On Application Development with PyCharm*. 2. Aufl. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Okt. 2023. ISBN: 978-1-83763-235-0 (siehe S. 81).

[28] Sander van Vugt. *Linux Fundamentals*. 2. Aufl. Hoboken, NJ, USA: Pearson IT Certification, Juni 2022. ISBN: 978-0-13-792931-3 (siehe S. 80).

[29] Thomas Weise (汤卫思). *Programming with Python*. Hefei, Anhui, China (中国安徽省合肥市): Hefei University (合肥大学), School of Artificial Intelligence and Big Data (人工智能与大数据学院), Institute of Applied Optimization (应用优化研究所, IAO), 2024–2025. URL: https://thomasweise.github.io/programmingWithPython (besucht am 2025-01-05) (siehe S. 81).

[30] Kevin Wilson. *Python Made Easy*. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Aug. 2024. ISBN: 978-1-83664-615-0 (siehe S. 81).

[31] Martin Yanev. *PyCharm Productivity and Debugging Techniques*. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Okt. 2022. ISBN: 978-1-83763-244-2 (siehe S. 81).

References IV

[32] Giorgio Zarrelli. *Mastering Bash*. Birmingham, England, UK: Packt Publishing Ltd, Juni 2017. ISBN: 978-1-78439-687-9 (siehe S. 80).

Glossary (in English) I

Bash is a the shell used under Ubuntu Linux, i.e., the program that „runs“ in the terminal and interprets your commands, allowing you to start and interact with other programs[5,16,32]. Learn more at https://www.gnu.org/software/bash.

exit code When a process terminates, it can return a single integer value (the exit status code) to indicate success or failure[11]. Per convention, an exit code of 0 means success. Any non-zero exit code indicates an error. Under Python, you can terminate the current process at any time by calling `exit` and optionally passing in the exit code that should be returned. If `exit` is not explicitly called, then the interpreter will return an exit code of 0 once the process normally terminates.If the process was terminated by an uncaught `Exception`, a non-zero exit code, usually 1, is returned.

IDE An *Integrated Developer Environment* is a program that allows the user do multiple different activities required for software development in one single system. It often offers functionality such as editing source code, debugging, testing, or interaction with a distributed version control system. For Python, we recommend using PyCharm. On Apple systems, Xcode is often used.

iOS is the operating system that powers Apple iPhones[6,24]. Learn more at https://www.apple.com/ios.

iPadOS is the operating system that powers Apple iPads[6]. Learn more at https://www.apple.com/ipados.

IT information technology

Linux is the leading open source operating system, i.e., a free alternative for Microsoft Windows[2,8,23,26,28]. We recommend using it for this course, for software development, and for research. Learn more at https://www.linux.org. Its variant Ubuntu is particularly easy to use and install.

macOS or Mac OS is the operating system that powers Apple Mac(intosh) computers[20,24]. Learn more at https://www.apple.com/macos.

Microsoft Windows is a commercial proprietary operating system[4]. It is widely spread, but we recommend using a Linux variant such as Ubuntu for software development and for our course. Learn more at https://www.microsoft.com/windows.

Glossary (in English) II

PyCharm is the convenient Python IDE that we recommend for this course[27,30,31]. It comes in a free community edition, so it can be downloaded and used at no cost. Learn more at https://www.jetbrains.com/pycharm.

Python The Python programming language[10,14,15,29], i.e., what you will learn about in our book[29]. Learn more at https://python.org.

stderr The *standard error stream* is one of the three pre-defined streams of a console process (together with the standard input stream (`stdin`) and the `stdout`)[13]. It is the text stream to which the process writes information about errors and exceptions. If an uncaught `Exception` is raised in Python and the program terminates, then this information is written to standard error stream (`stderr`). If you run a program in a terminal, then the text that a process writes to its `stderr` appears in the console.

stdin The *standard input stream* is one of the three pre-defined streams of a console process (together with the `stdout` and the `stderr`)[13]. It is the text stream from which the process reads its input text, if any. The Python instruction `input` reads from this stream. If you run a program in a terminal, then the text that you type into the terminal while the process is running appears in this stream.

stdout The *standard output stream* is one of the three pre-defined streams of a console process (together with the `stdin` and the `stderr`)[13]. It is the text stream to which the process writes its normal output. The `print` instruction of Python writes text to this stream. If you run a program in a terminal, then the text that a process writes to its `stdout` appears in the console.

terminal A terminal is a text-based window where you can enter commands and execute them[2,7]. Knowing what a terminal is and how to use it is very essential in any programming- or system administration-related task. If you want to open a terminal under Microsoft Windows, you can Druck auf ⊞+R, dann Schreiben von `cmd`, dann Druck auf ↵. Under Ubuntu Linux, Ctrl+Alt+T opens a terminal, which then runs a Bash shell inside.

Ubuntu is a variant of the open source operating system Linux[7,9]. We recommend that you use this operating system to follow this class, for software development, and for research. Learn more at https://ubuntu.com. If you are in China, you can download it from https://mirrors.ustc.edu.cn/ubuntu-releases.

Glossary (in English) III

unit test Software development is centered around creating the program code of an application, library, or otherwise useful system. A *unit test* is an *additional* code fragment that is not part of that productive code. It exists to execute (a part of) the productive code in a certain scenario (e.g., with specific parameters), to observe the behavior of that code, and to compare whether this behavior meets the specification[3,17–19,21,25]. If not, the unit test fails. The use of unit tests is at least threefold: First, they help us to detect errors in the code. Second, program code is usually not developed only once and, from then on, used without change indefinitely. Instead, programs are often updated, improved, extended, and maintained over a long time. Unit tests can help us to detect whether such changes in the program code, maybe after years, violate the specification or, maybe, cause another, depending, module of the program to violate its specification. Third, they are part of the documentation or even specification of a program.

Xcode is offers the tools for developing, testing, and distributing applications as well as an IDE for Apple platforms such as macOS and iOS[22].