Predictive Maintenance

Einführung

Agenda

1. Organisatorisches rund um den Kurs
   i. Termine
   ii. Klausur, Übungen, etc.
   iii. Einbettung der Veranstaltung

2. Unsere Tools
   i. Anaconda
   ii. JupyterLab
   iii. Spyder

3. Predictive Maintenance

Organisatorisches rund um den Kurs

Regensburg School of Digital Sciences (RSDS)

OSTBAYERISCHE TECHNISCHE HOCHSCHULE REGENSBURG

RSDS REGENSBURG SCHOOL OF DIGITAL SCIENCES

- Dieses Modul wird (auch) im **Rahmen der Regensburg School of Digital Sciences** angeboten
- Wenn dieses Modul in Ihrem **Modulkatalog** eingebettet ist, dann ist eine **Anrechnung von Hause aus** möglich
- **Andernfalls** müssen Sie mit Ihrer **Prüfungskommission** über die Anrechenbarkeit Rücksprache halten

Teilnahmebestätigung

- Nach erfolgreicher Teilnahme können Sie sich – zusätzlich zur eingetragenen Note – eine Teilnahmebestätigung ausstellen lassen
- Wenden Sie sich hierzu bitte nach bestandener Prüfung an **Frau Manon Georg**

First Step

So what?
Bitte an allen CIP-Pool PCs nachschauen, ob Anaconda installiert ist!

Anaconda Installers

Windows

Python 3.7
64-Bit Graphical Installer (466 MB)
32-Bit Graphical Installer (423 MB)

Python 2.7
64-Bit Graphical Installer (413 MB)
32-Bit Graphical Installer (356 MB)

MacOS

Python 3.7
64-Bit Graphical Installer (442 MB)
64-Bit Command Line Installer (430 MB)

Python 2.7
64-Bit Graphical Installer (637 MB)
64-Bit Command Line Installer (409 MB)

Linux

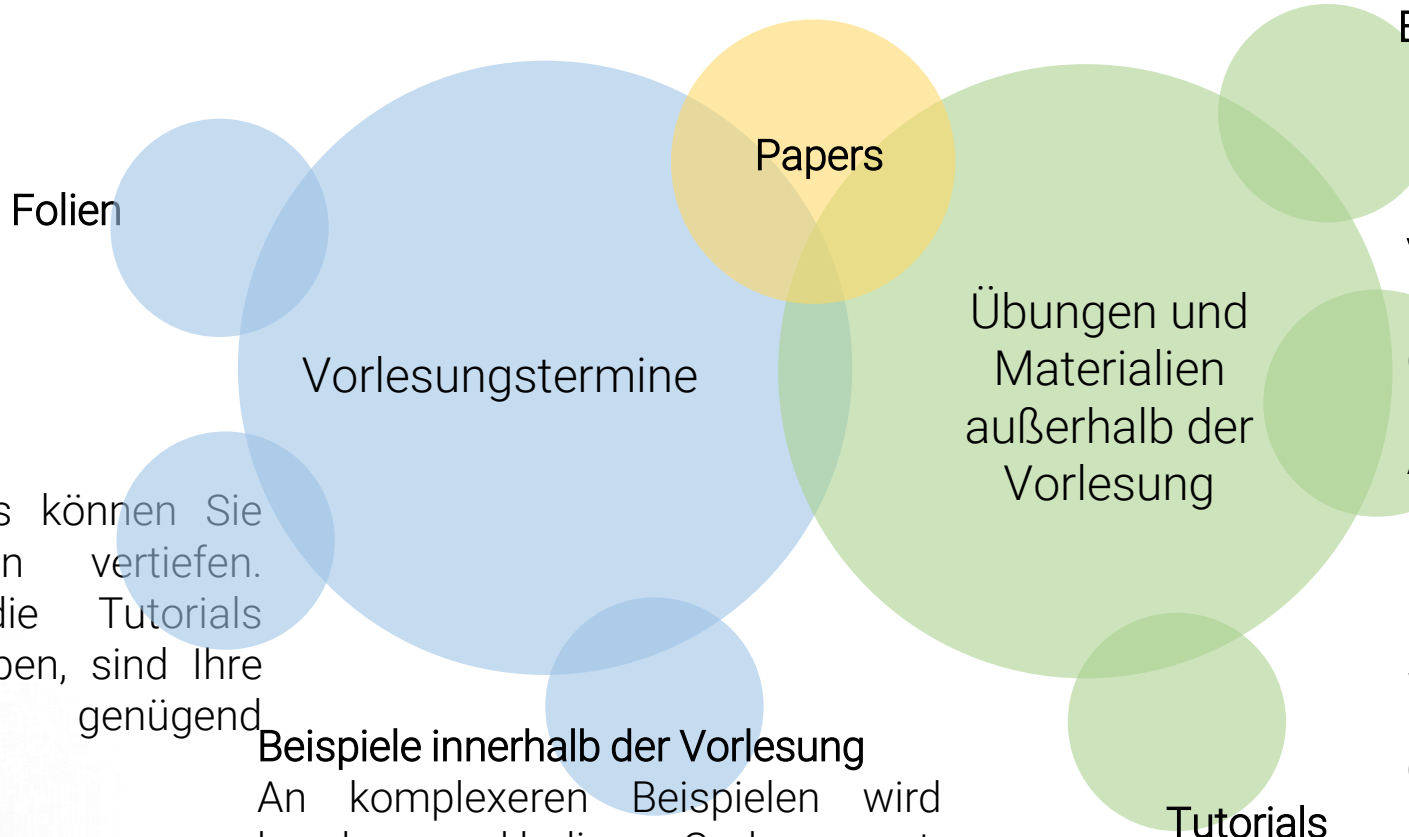
Python 3.7
64-Bit (x86) Installer (522 MB)
64-Bit (Power8 and Power9) Installer (276 MB)

Python 2.7
64-Bit (x86) Installer (477 MB)
64-Bit (Power8 and Power9) Installer (295 MB)

Download Anaconda
https://www.anaconda.com/products/individual

Struktureller Aufbau dieser Vorlesung

2 x 2SWS



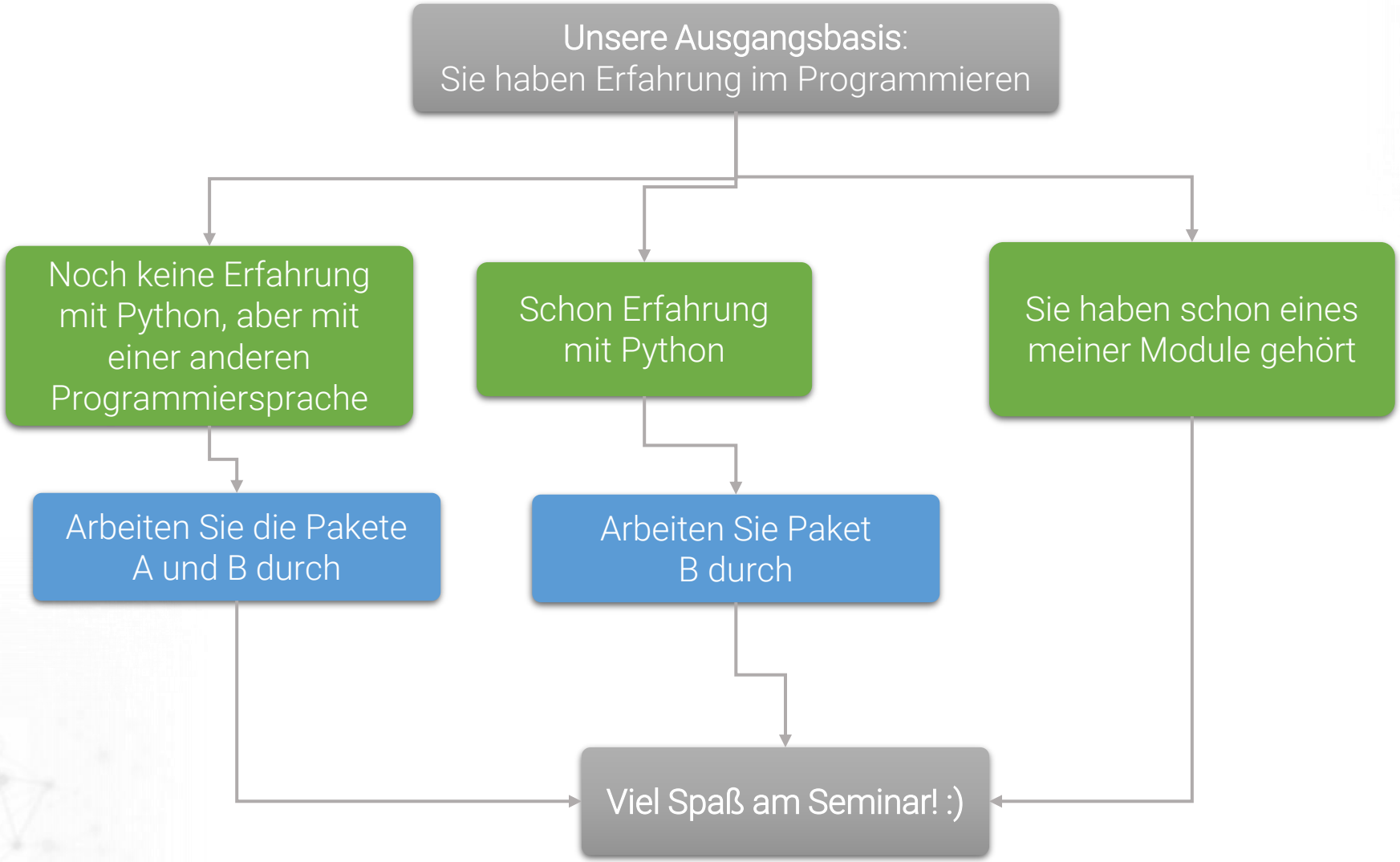
Code in Folien
Anhand des Codes können Sie „on-the-fly“ Python vertiefen. Nachdem Sie die Tutorials durchgearbeitet haben, sind Ihre Python-Kenntnisse genügend „aufgefrischt“.

Beispiele innerhalb der Vorlesung
An komplexeren Beispielen wird hands-on – d.h. live – Code erzeugt. Hierdurch soll der Programmierprozess nachvollzogen und komplexerer Code verstanden werden. Die Beispiele sind generisch.

Übungsaufgaben außerhalb der Vorlesung
Ein wichtiger Teil zum Verständnis des Stoffs sind die Übungsaufgaben. Hierbei werden Aufgaben in einem Jupyter Notebook mit leeren oder teilweise befüllten Cells ausgegeben. Die Übungsaufgaben sind zum Einen spezifisch bzgl. Predictive Maintenance – aber auch generisch

Tutorials
Ich gebe Ihnen Tutorials an, durch die Sie die Lerninhalte vertiefen können

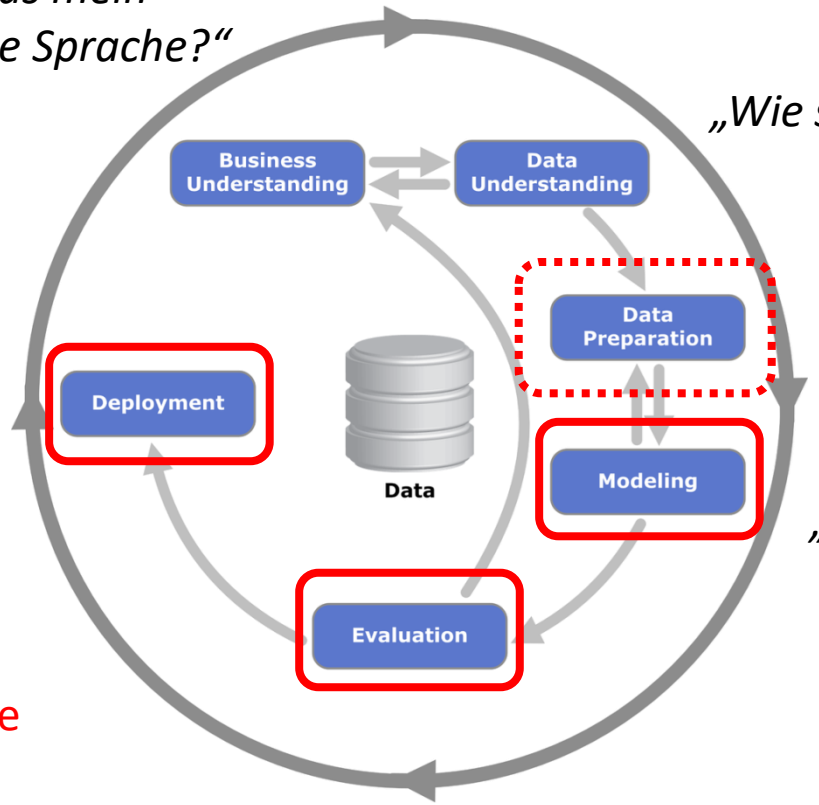
Schätzen Sie sich selbst ein



CRISP-DM als Grundlage

„Wie übersetze ich das, was mein Kunde will, in Data Science Sprache?“

„Wie sehen meine Daten aus?“



„Wie muss ich meine Daten für die Modellierung vorbereiten?“

„Wie bringe ich mein Modell in die Infrastruktur des Kunden?“

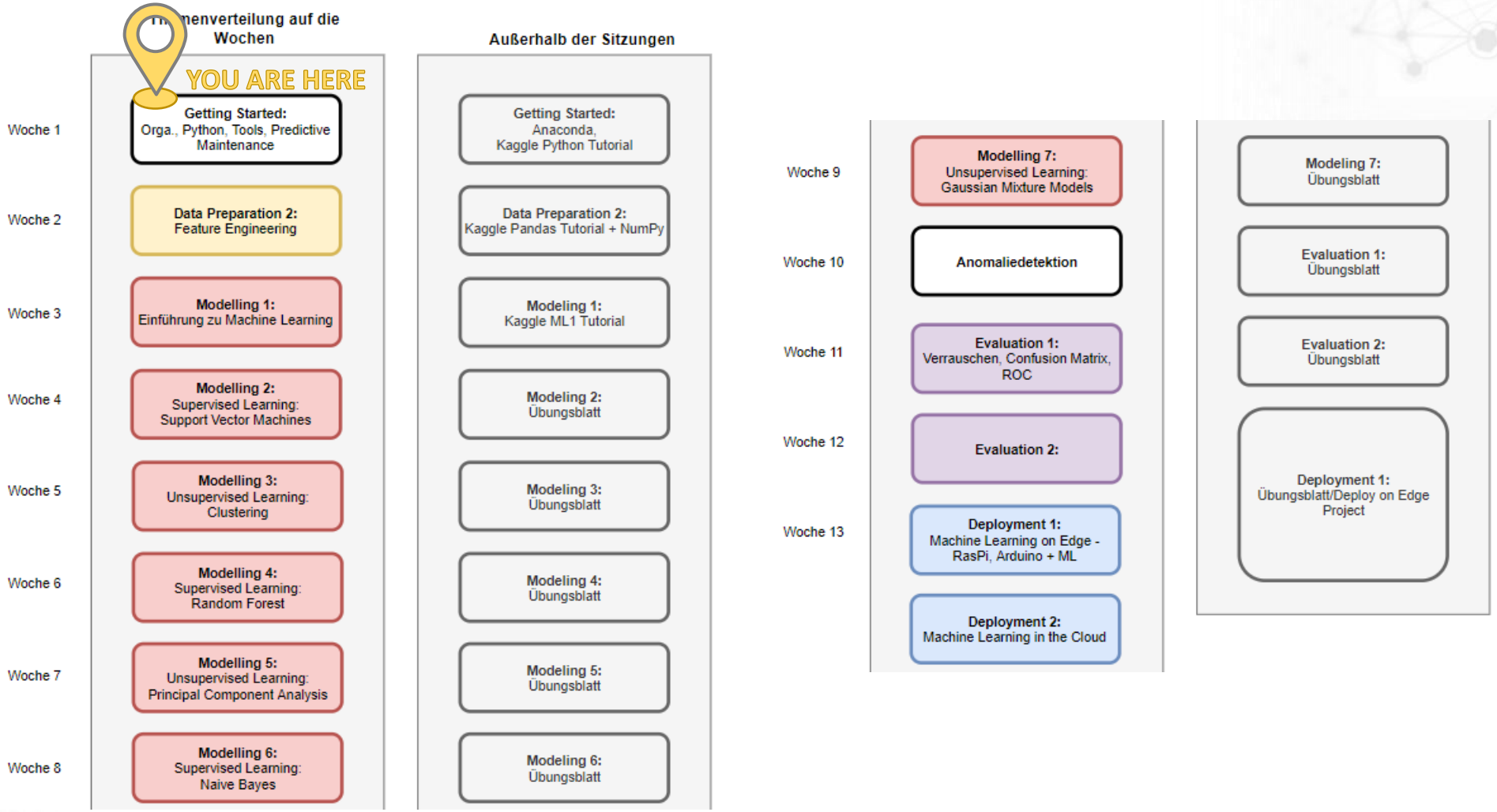
„Wie modelliere ich den Use Case?“

Predictive Maintenance

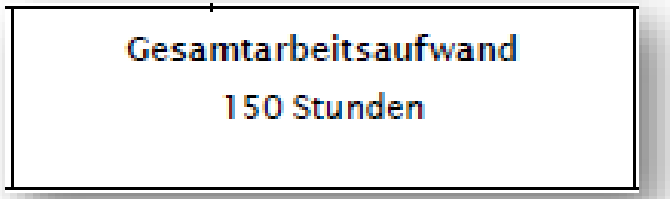
„Bildet mein Modell den Use Case genügend genau ab?“

https://en.wikipedia.org/wiki/Cross-industry_standard_process_for_data_mining#/media/File:CRISP-DM_Process_Diagram.png

Konkrete Themen der einzelnen Termine



Präsenzzeit/Eigenstudium: Aufteilung Ihrer Zeit

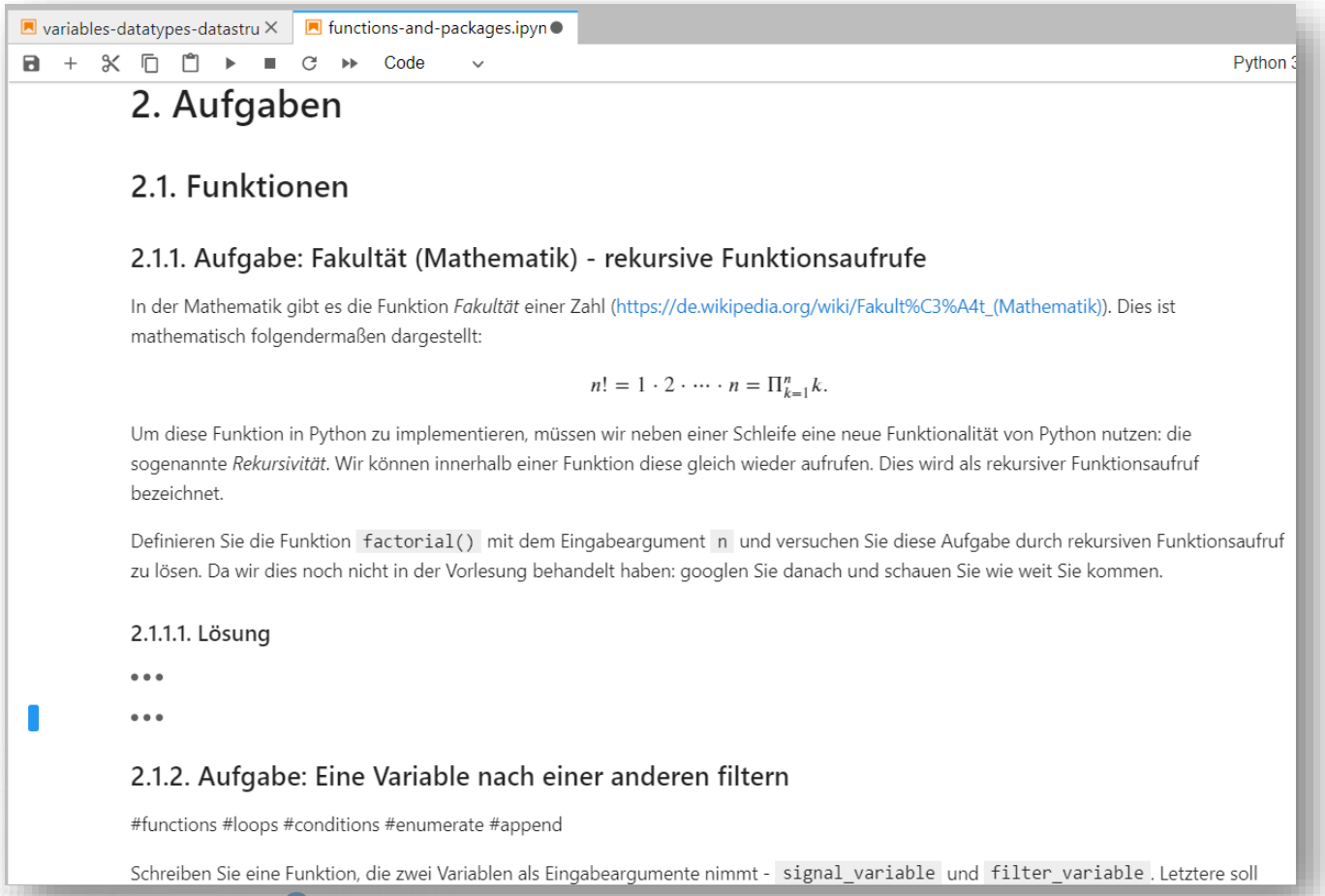


- Entspricht 5 ECTS
- Präsenzzeit: 14 Wochen x 4 SWS = 42h
- Eigenstudium: 108h

→ 108h / 14 Wochen ~ 7,7h/Woche

Aufteilung dieser Zeit:
- Bearbeitung der Übungsaufgaben
- Bearbeitung der Tutorials
- Lesen entsprechender Literatur

Übungen



- Jede Woche wird ein Übungsblatt mit Aufgaben gestellt
- Das **Format**: JupyterNotebook
- Die Übungsaufgaben werden dann in den Übungsterminen **durchgearbeitet**
- Während der Übungen können Sie sich austauschen– ca. 5-10min pro Aufgabe – dann besprechen wir die Aufgabe gemeinsam

So what?
Vor der Übung die Übungsaufgaben (eigenständig!) durcharbeiten!

Prüfung

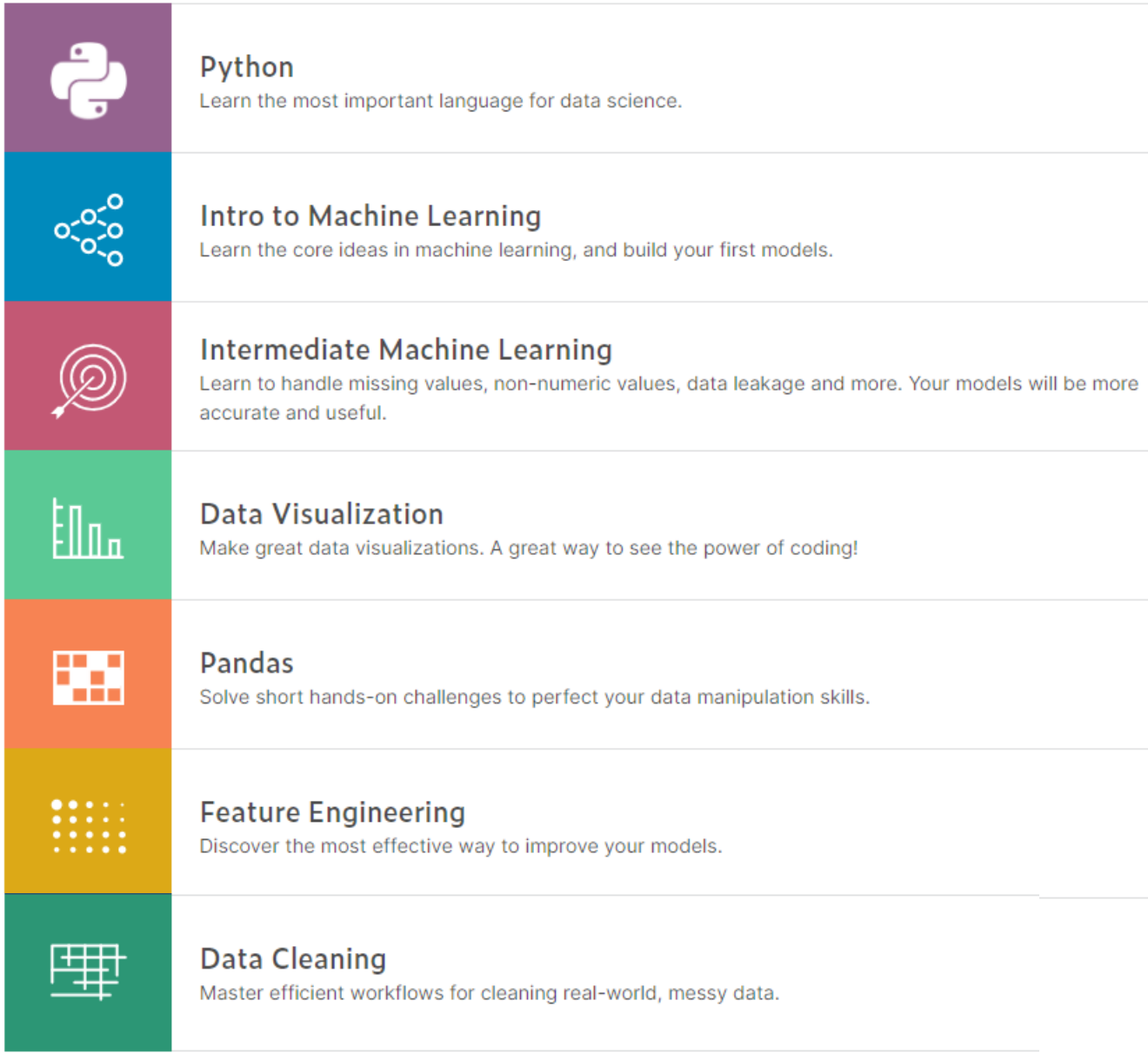
Prüfung

- Am Ende des Semesters gibt es eine Prüfung im CIP-Pool
- Dauer: 90 Minuten + 30 Minuten Treffen vorab im CIP-Pool
- Hilfsmittel: alle (bis auf Anwendungen wie z.B. ChatGPT)
- Datum und weitere Infos gibt es dann **während des Semesters**

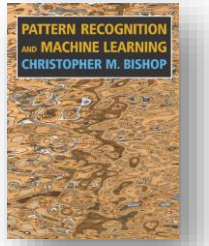
Tutorials

- Klare Empfehlung: arbeiten Sie neben der Vorlesung und den Übungen auch Tutorials durch
- Die Tutorials werden den einzelnen Themenblöcken zugeordnet (s. vorhergehende Folien)

https://www.kaggle.com/learn/overview



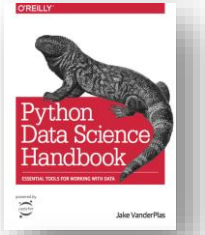
Literatur



Christopher M. Bishop. *Pattern Recognition and Machine Learning*. Springer. 2006.

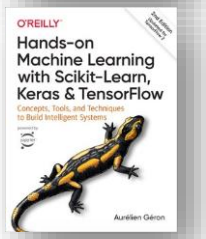
→ Vertiefendes Buch zu Machine Learning generell

→ https://www.microsoft.com/en-us/research/uploads/prod/2006/01/Bishop-Pattern-Recognition-and-Machine-Learning-2006.pdf

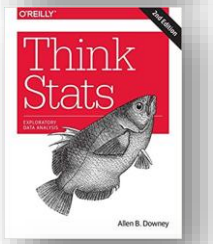


Jake VanderPlas. *Python Data Science Handbook: Essential Tools for working with Data*. O'Reilly UK Ltd. 2016.

→ https://github.com/jakevdp/PythonDataScienceHandbook

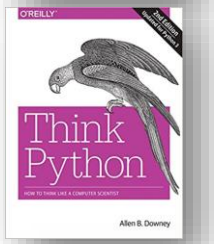


Aurélien Géron. *Hands-On Machine Learning with Scikit-Learn, Keras, and TensorFlow, 2nd Edition*. O'Reilly Media, Inc. 2019.



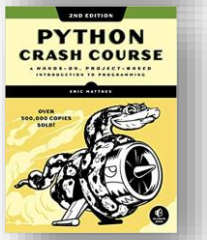
Allen B. Downey. *Think Stats: Exploratory Data Analysis*. O'Reilly UK Ltd. 2014.

→ https://github.com/AllenDowney/ThinkStats2



Allen B. Downey. *Think Python: How to Think Like a Computer Scientist*. O'Reilly UK Ltd. 2015.

→ https://github.com/AllenDowney/ThinkPython2



Eric Matthes. *Python Crash Course, 2nd Edition: A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming*. No Starch Press. 2019.

Git und GitLab

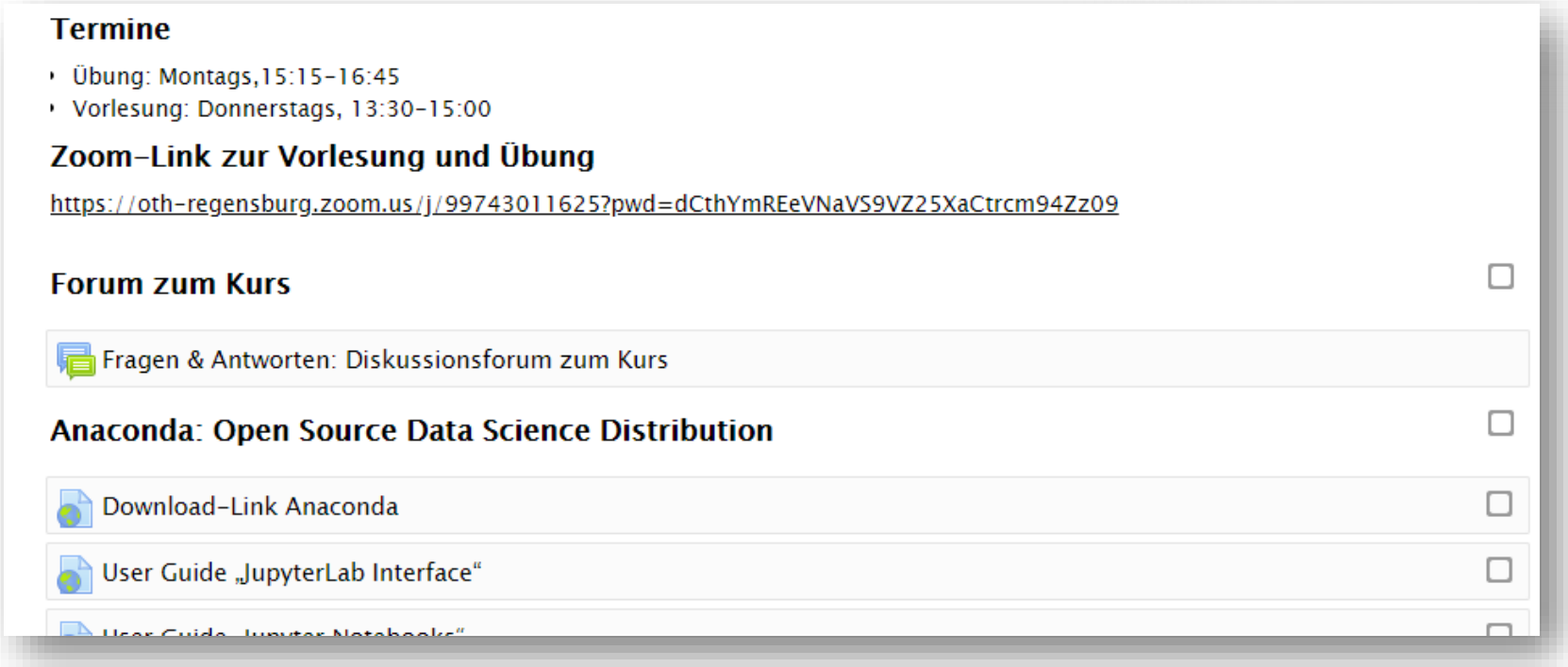
- Alle Unterlagen finden Sie im zugehörigen **Git-Repository**
- Nutzen Sie gerne `git clone` und `git pull`, um sich die Unterlagen **runterzuladen** bzw. zu **aktualisieren**
- Wenn Sie kein Git verwenden möchten, dann sind in unserem **ELO-Kurs** auch die Unterlagen **verlinkt**

https://gitlab.oth-regensburg.de/gom39655/predictive_maintenance

ELO

ELO ist unser zentraler Punkt für

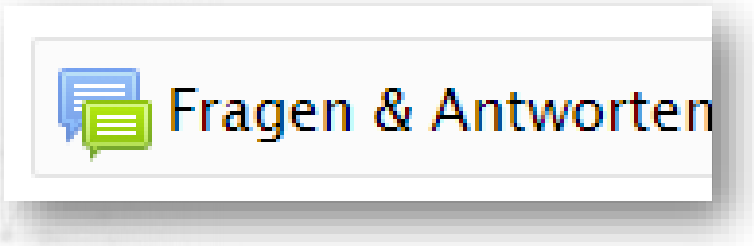
- Informationsaustausch außerhalb der Termine
- Materialsammlungen (Folien, Literatur, URLs, JupyterNotebooks, Umfragen, Forum, etc.)



Unsere Kommunikationsformen

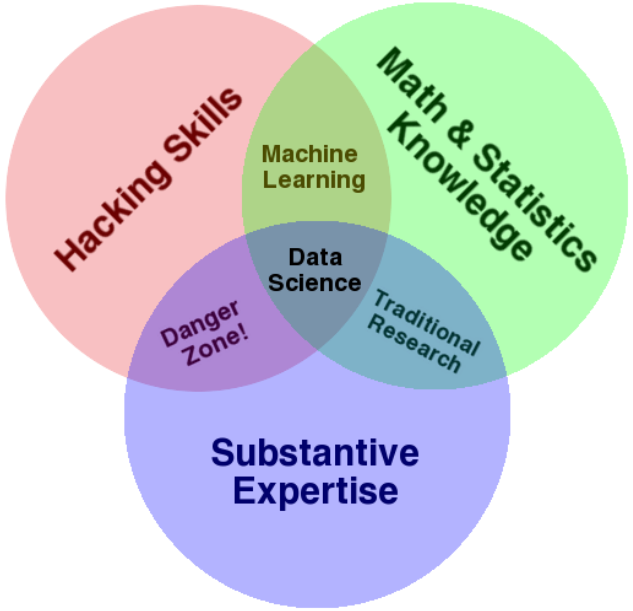
Regelmäßige Teilnahme an der Vorlesung + **Fragen unbedingt erwünscht**!

Regelmäßige Teilnahme an den Übungen + **aktive Teilnahme**!



Außerhalb der Veranstaltungen: kommen Sie auf mich zu, wenn es Fragen gibt. Am besten über unser **„Fragen & Antworten"-Forum**
→ **Gerne auch Diskussionen untereinander**!

What is Data Science/Machine Learning?



Um vom BuzzWord-Bingo wegzukommen: fundiertes Wissen nötig in

- Programmierung
- Mathematik/Statistik
- Domäne

http://drewconway.com/zia/2013/3/26/the-data-science-venn-diagram
https://img.ifunny.co/images/214609f7699d03aba54cf316acff21770d3b401931921461d0dbb6893cd6a60d_1.jpg

Data Science/Machine Learning ohne Mathe

https://i.imgur.com/0rW2b1s.gif

So what?

- Data Science ohne Mathe ist wie blind Autofahren
- Der Kurs ist anwendungsorientiert – aber wir werden auch etwas Mathematik brauchen, um vor allem die Machine Learning Verfahren zu **verstehen**

Fragen?

Zum organisatorischen Teil

Unsere Tools

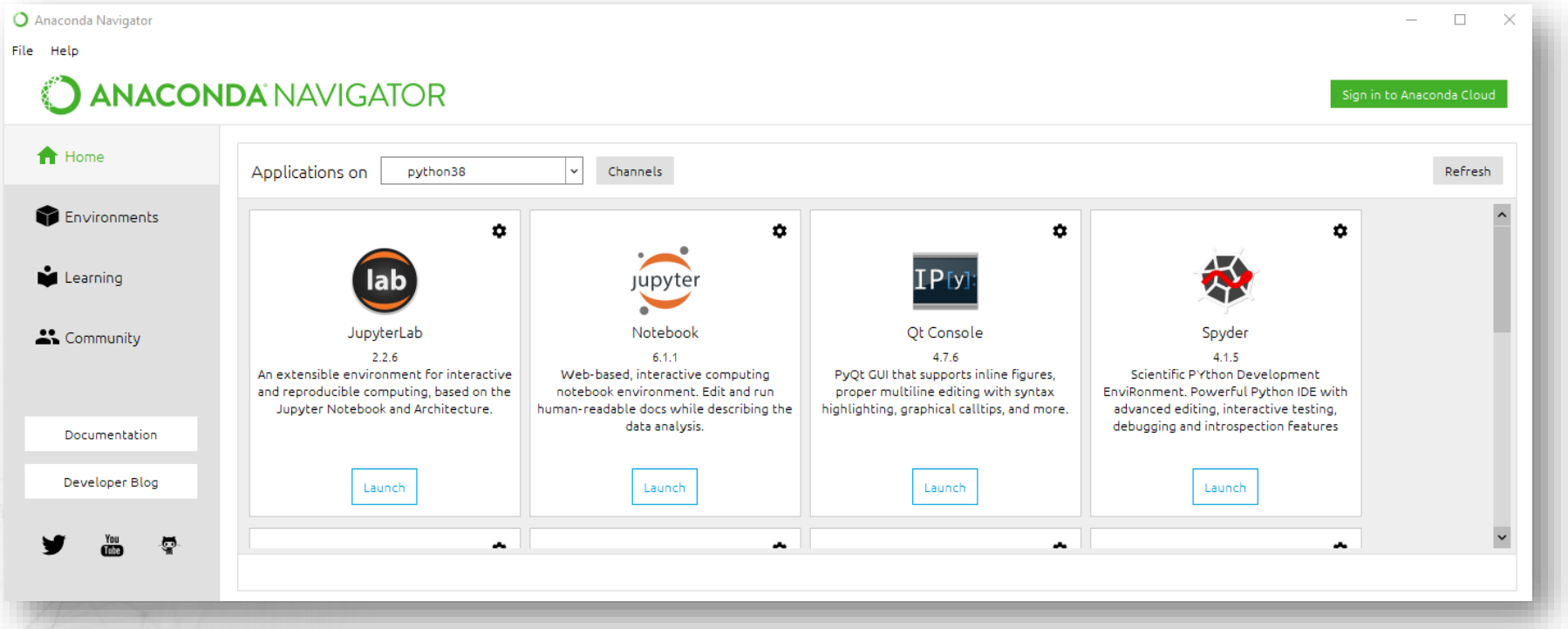
Anaconda und Virtual Environments
JupyterLab

Anaconda

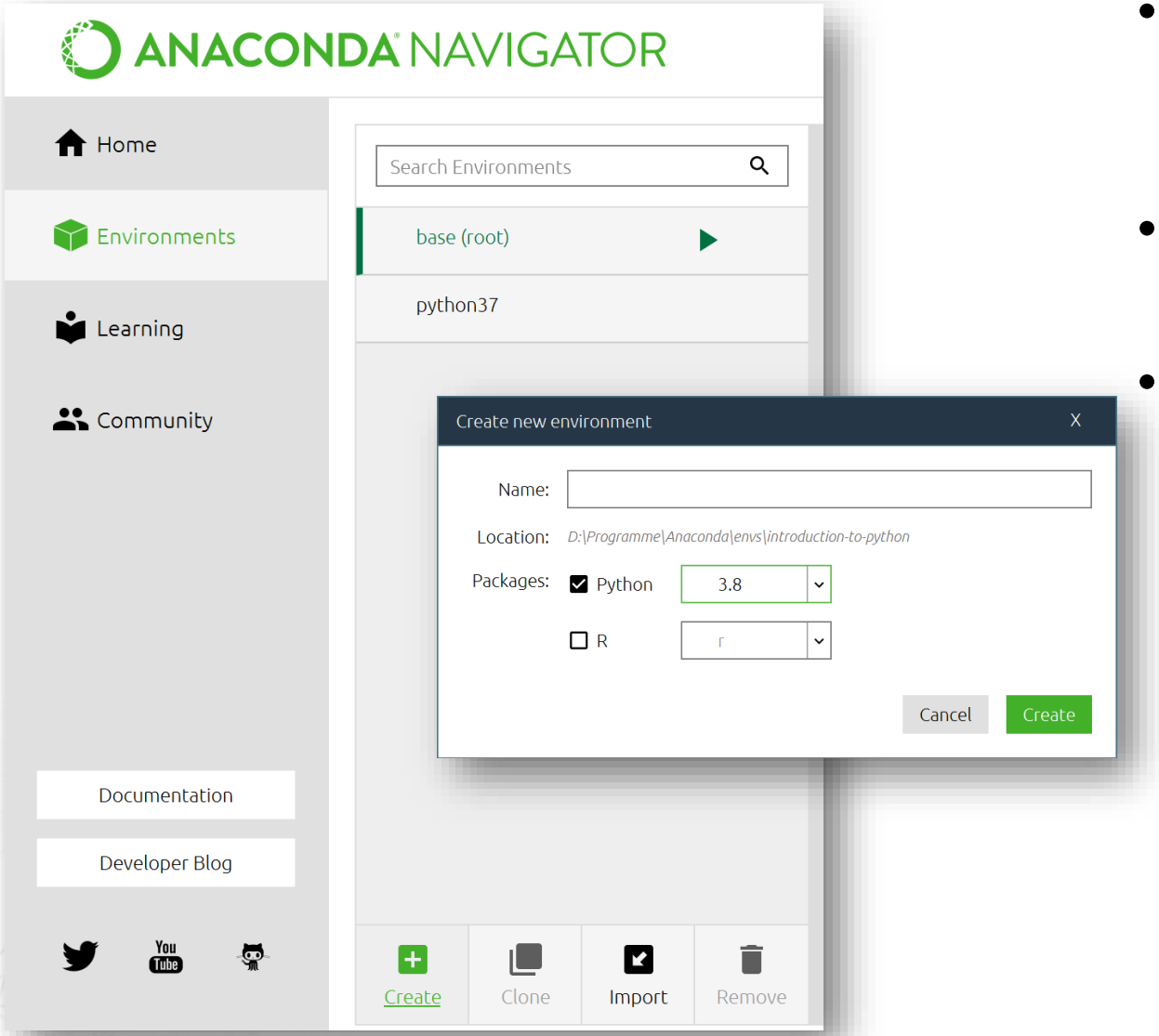
- Anaconda ist eine Open-Source-Distribution für die Programmiersprachen **Python** und R
- Vereinfacht Installation/Nutzung von Tools und Packages

Anaconda: „Single Point of Truth“

- Die meisten unserer Python-Aktivitäten/-Tools gründen auf Anaconda
- Vorteil: kein Chaos



Anaconda: Virtual Environment



- Virtual Environments stellen abgeschlossene Programmierumgebung dar
- Es macht Sinn VEs projekt- bzw. aufgabenbasiert zu erzeugen
- Anaconda bietet einfache GUI hierfür

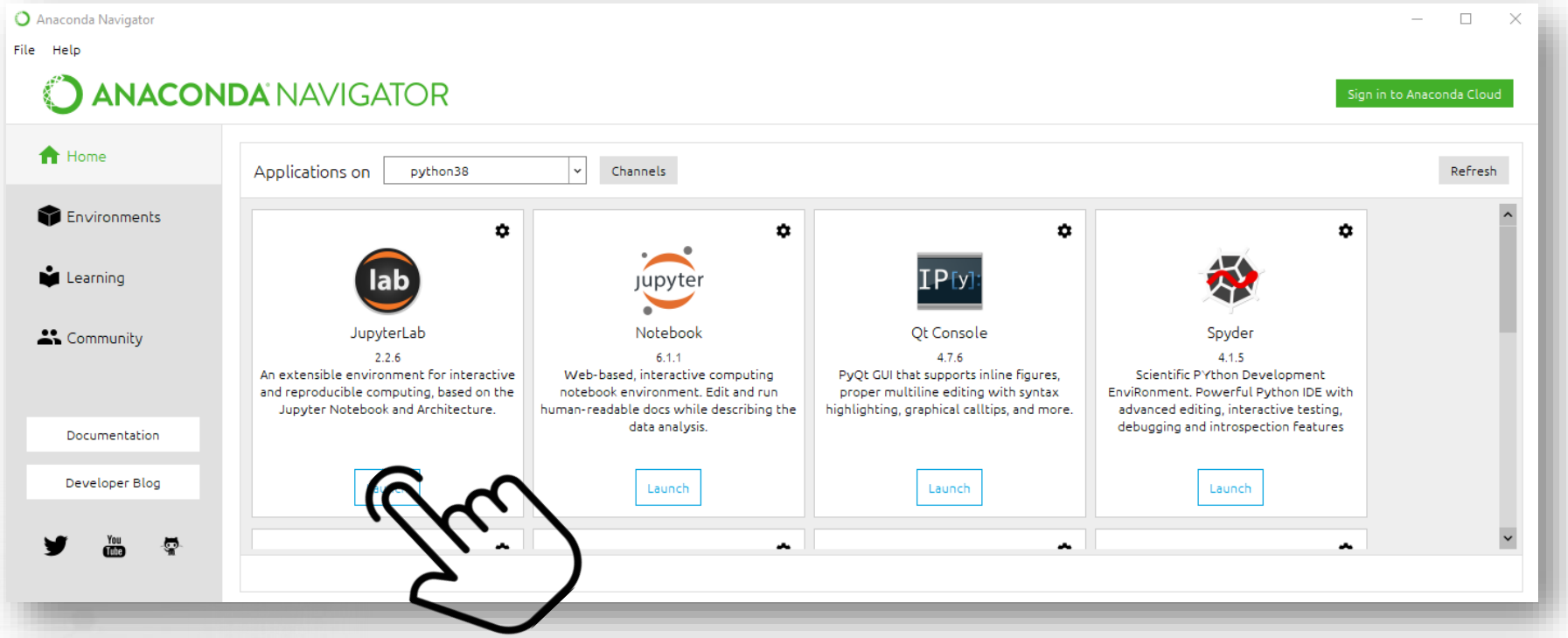
Wir erzeugen uns ein VE mit dem Namen data-science-mit-python mit dem Anaconda Navigator wie links dargestellt

Das VE ist nach Erzeugung aktiv! (grüner Pfeil neben VE)

So what?

- Ich habe Ihnen ein conda environment im Repo/in ELO zur Verfügung gestellt
- Bitte nutzen Sie dieses → Import

Anaconda: „Single Point of Truth“

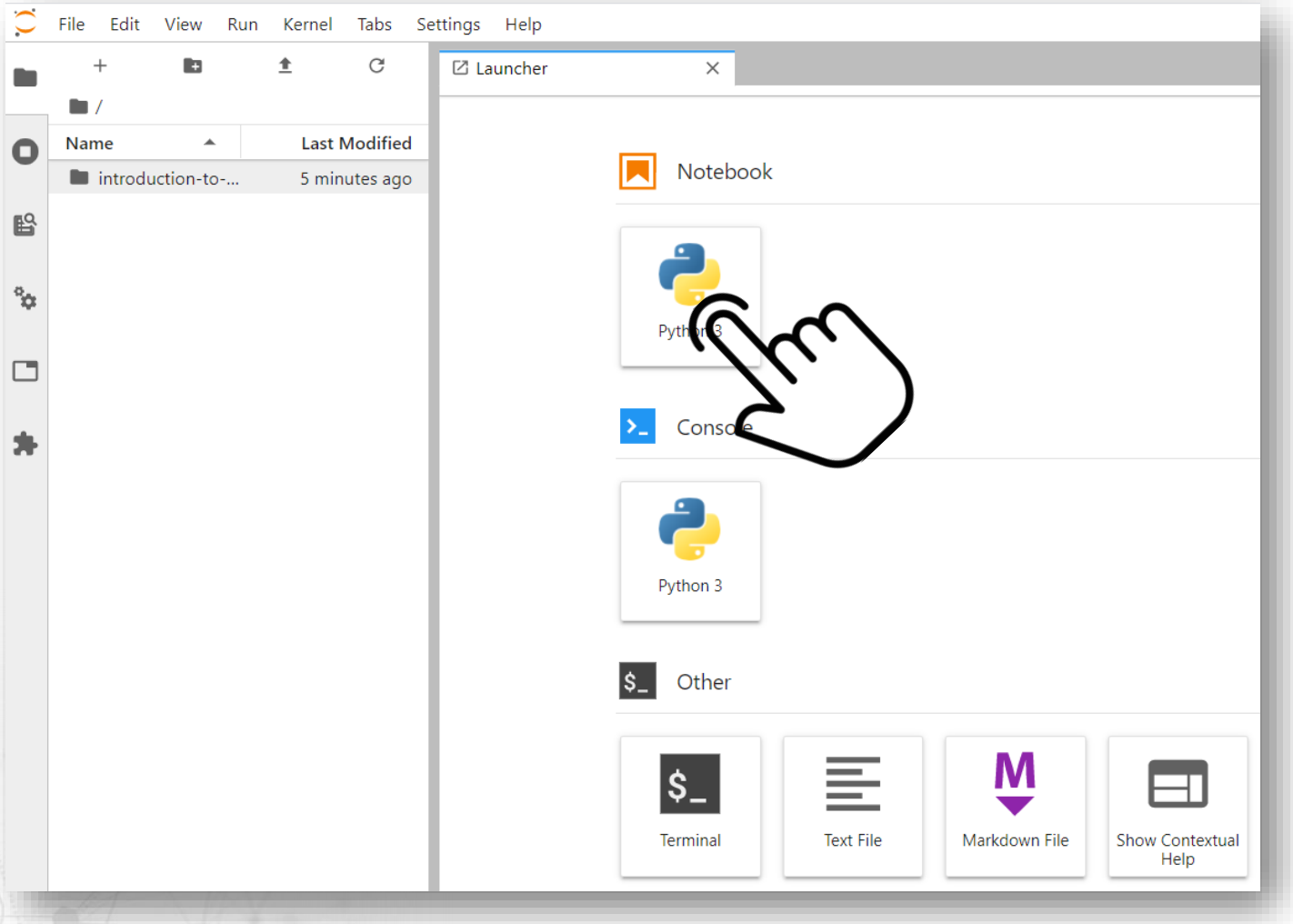


Wir installieren
- Spyder
- JupyterLab

JupyterLab/Notebook

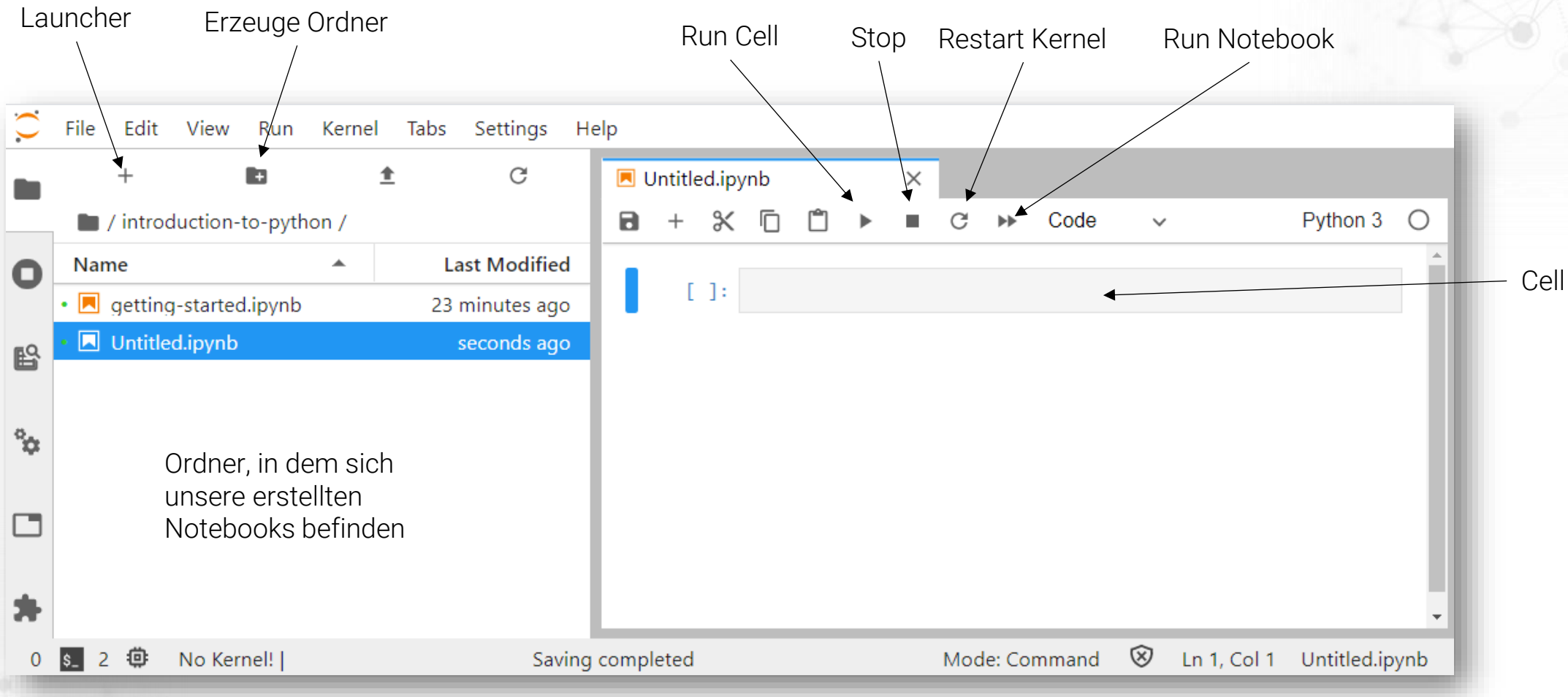
- Jupyter Notebook ist eine web-basierte interaktive Umgebung, mit der Jupyter-Notebook-Dokumente erstellt werden können
- Ein Jupyter-Notebook-Dokument ist ein JSON-Dokument mit einem versionsabhängigen Schema, das aus einer Liste von Eingabe- und Ausgabezellen besteht, die jeweils Code, Text und Plots enthalten können
- JupyterLab ist eine neuere Umgebung zur Ausführung von Jupyter Notebooks

JupyterLab: Launcher



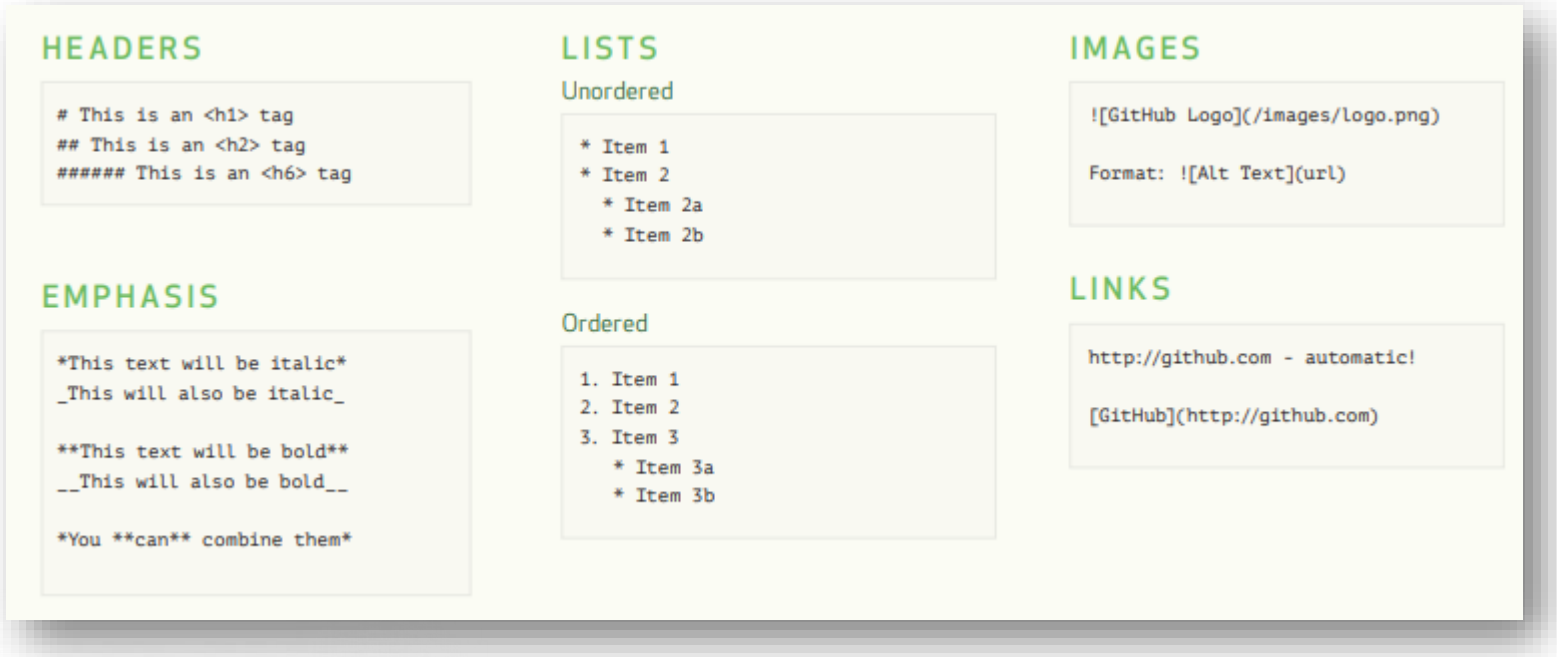
- Nach dem Start sehen wir den Launcher
- Hier kann ein neues Notebook erzeugt werden

JupyterLab: Interface und Notebooks



Jupyter Notebook Cheat Sheet
https://cheatography.com/weidadeyue/cheat-sheets/jupyter-notebook/pdf_bw/

JupyterLab: Notebooks: Cell Types



HEADERS

```
# This is an <h1> tag
## This is an <h2> tag
###### This is an <h6> tag
```

EMPHASIS

```
*This text will be italic*
_This will also be italic_

**This text will be bold**
__This will also be bold__

*You **can** combine them*
```

LISTS

Unordered

```
* Item 1
* Item 2
  * Item 2a
  * Item 2b
```

Ordered

```
1. Item 1
2. Item 2
3. Item 3
   * Item 3a
   * Item 3b
```

IMAGES

```
![GitHub Logo](/images/logo.png)

Format: ![Alt Text](url)
```

LINKS

```
http://github.com - automatic!

[GitHub](http://github.com)
```

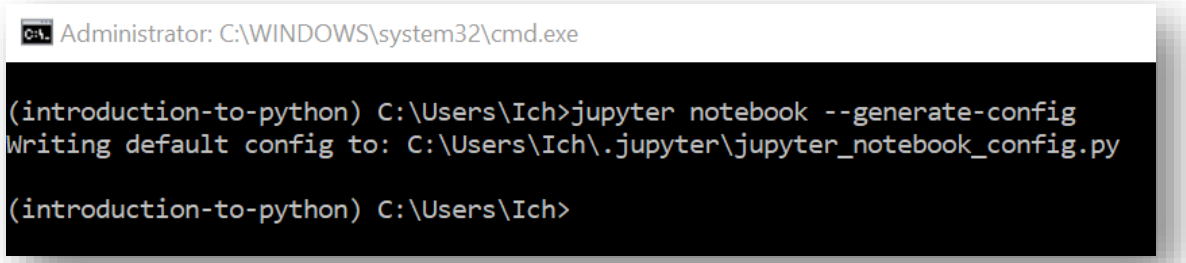
Markdown Cheat Sheet
https://www.heise.de/mac-and-i/downloads/65/1/1/6/7/1/0/3/Markdown-CheatSheet-Deutsch.pdf

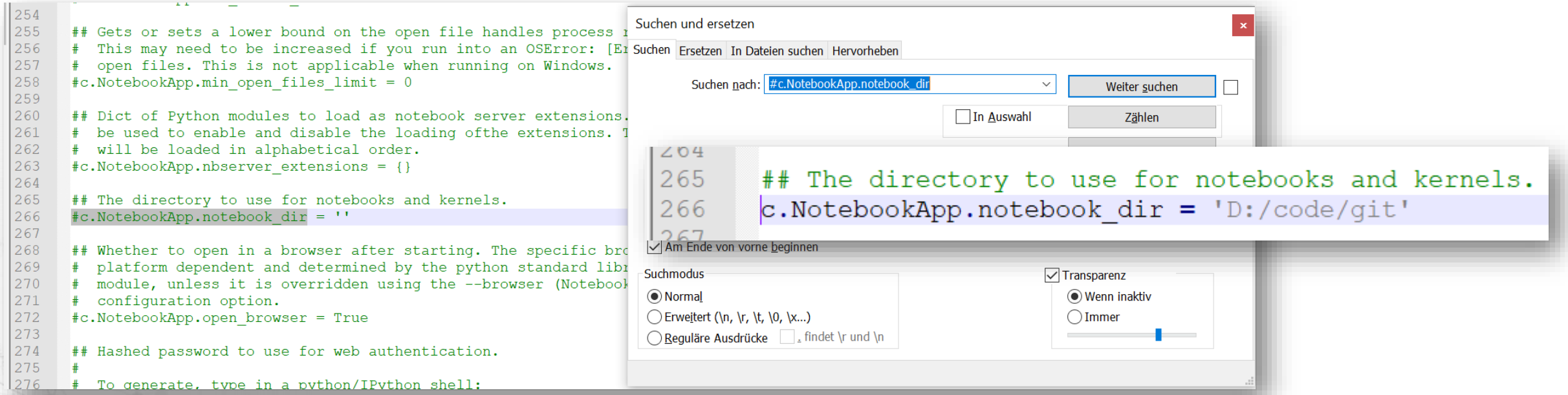
Drei Cell Types:

- Code
  - Hier wird der Python Code geschrieben und ist dann ausführbar
- Markdown
  - In diesem Cell Type wird dokumentiert
  - Markdown ist eine einfache sog. Auszeichnungssprache für die Gliederung und Formatierung von Text
  - Markdown versteht auch LaTeX
- Raw (wird kaum benötigt)

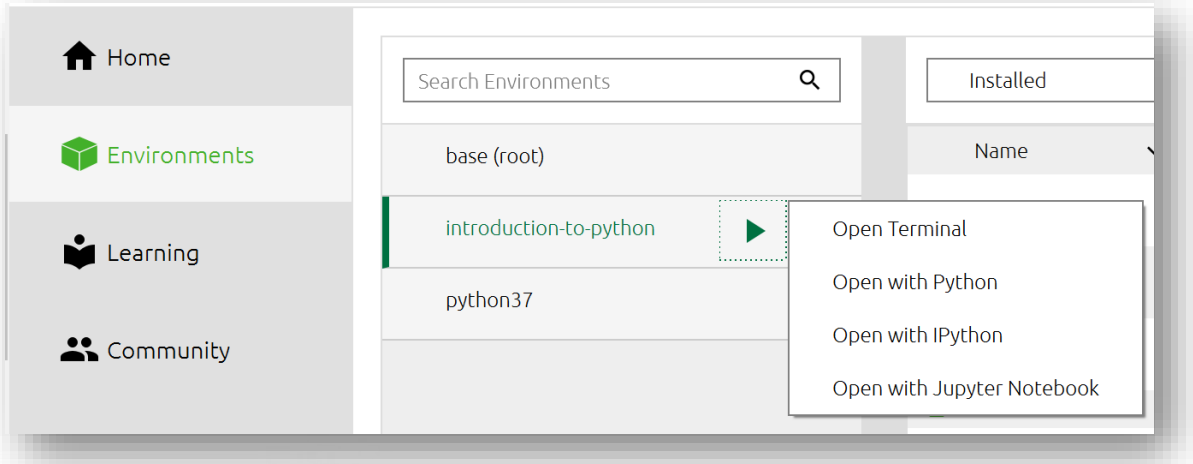
JupyterLab: Setup Working Directory

- Anaconda Prompt öffnen
- Zeile suchen
- Pfad eingeben
- Auskommentieren (# am Zeilenanfang entfernen)
- Speichern
- JupyterLab ausführen





Anaconda: Prompt und Installation von Packages



Wir öffnen ein Terminal für unsere VM und tippen ein:

```
pip install numpy
```

- Unserer VM liegt ein Terminal zugrunde
- Hierüber können z.B. Installationen von Python-Erweiterungen – sog. Packages – durchgeführt werden
- Mittels pip können Packages installiert werden

JupyterLab: Funktionen und Anwendung

- User Guide „JupyterLab Interface“: https://jupyterlab.readthedocs.io/en/stable/user/interface.html
- User Guide „Jupyter Notebooks“: https://jupyterlab.readthedocs.io/en/stable/user/notebook.html
- User Guide „Terminals“: https://jupyterlab.readthedocs.io/en/stable/user/terminal.html
- User Guide „File and Output Formats“: https://jupyterlab.readthedocs.io/en/stable/user/file_formats.html
- User Guide „Extensions“: https://jupyterlab.readthedocs.io/en/stable/user/extensions.html

Spyder

“Spyder is a powerful scientific environment written in Python, for Python, and designed by and for scientists, engineers and data analysts. It features a unique combination of the advanced editing, analysis, debugging, and profiling functionality of a comprehensive development tool with the data exploration, interactive execution, deep inspection, and beautiful visualization capabilities of a scientific package.”

https://docs.spyder-ide.org/current/first-steps-with-spyder.html

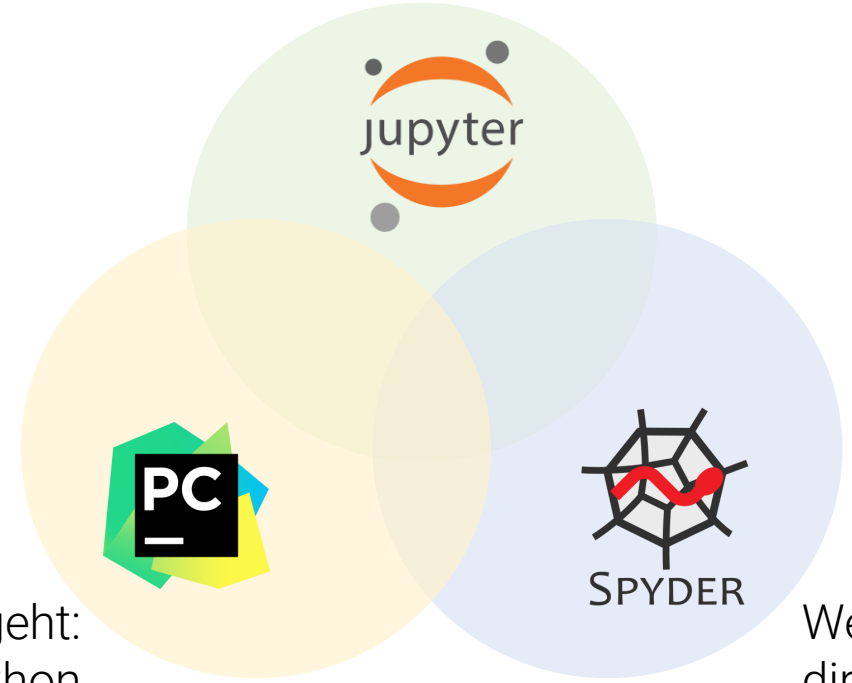
PyCharm: eine IDE für Python

- PyCharm ist eine Integrierte Entwicklungsumgebung (IDE) für Python
- Im Gegensatz zu JupyterLab nutzen wir PyCharm, wenn wir längere Programme schreiben
  → also im Bereich der Softwareentwicklung

Was für was?

Wenn es um Freiheit und Kreativität geht:
Scientific Computing und **Datenexploration** mit Python

Wir nutzen hauptsächlich **JupyterLab**. Wenn wir größere Programme schreiben, dann steigen wir auf **PyCharm** um. Spyder nutzen wir nur in Ausnahmefällen und kann als „zur Vollständigkeit erwähnt“ betrachtet werden

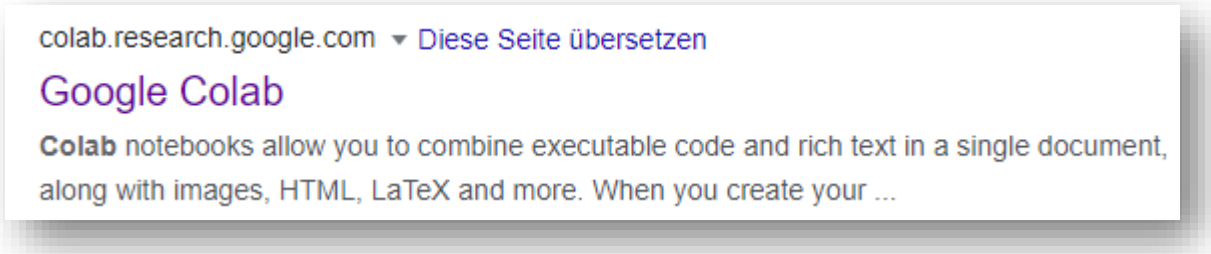


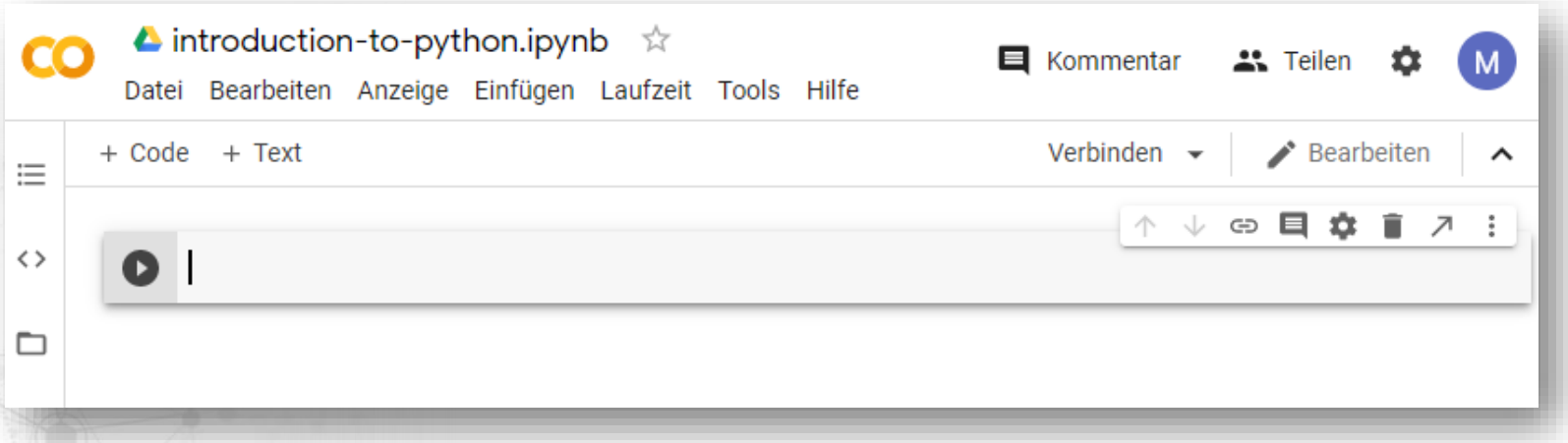
Wenn es an's Eingemachte geht:
Softwareentwicklung mit Python

Wenn keine Zeit für Tests ist:
direktes **Debugging** mit Python

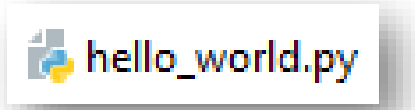
Fallback Lösung: Google Colab

- Frei verfügbare Rechenressourcen
- Jupyter Notebooks direkt im Browser erstellen und ausführen
- Wenn es Probleme mit obigen Installationen gibt, dann kann Google Colab genutzt werden





Dateitypen: .py- und .ipynb-Dateien



.py-Dateien

- Diese Endung bezeichnet Dateien, in denen Python-Source Code als Skript organisiert ist
- Es handelt sich hierbei um die originäre Dateiendung für Python-Programme
- Diese Dateien können von IDEs gelesen werden, die Python verstehen

.ipynb-Dateien

- Diese Endung bezeichnet Jupyter Notebook Dateien
- Sie werden im sogenannten JSON-Format abgespeichert
  → Aufgebaut wie ein Dictonary in Python
- Kann von Standard-IDEs meist nicht gelesen werden
  → Oft durch Plugins lesbar

Fragen?

Zu den Tools

Predictive Maintenance

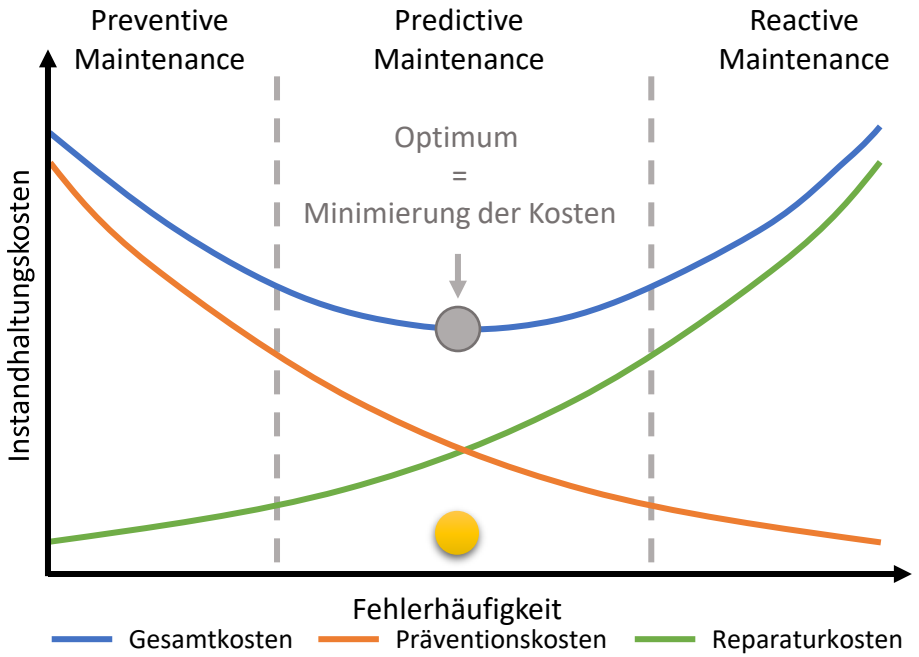
Another BuzzWord?

Begriffsklärung: Predictive Maintenance

Betriebsstunden: >5000

Preventive Maintenance

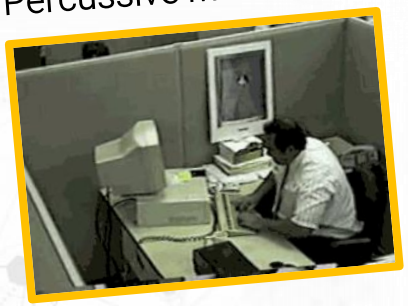
- Ist eine **Routine** zur **regelmäßigen Überprüfung**
- mit dem **Ziel** Probleme zu beheben **bevor** sie sich entwickeln.



Reactive Maintenance

- wird **nach** der **Fehlererkennung** durchgeführt
- und **zielt** darauf ab die **ursprüngliche Funktionalität** wieder herzustellen

Percussive Maintenance



Just in time

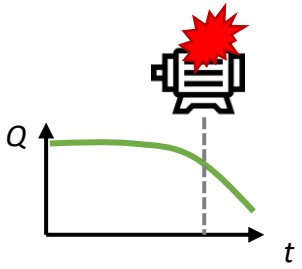
Predictive Maintenance

- **lernt** von **historischen** und gegebenenfalls in **Echtzeit** verfügbaren instandhaltungsrelevanten **Daten**.
- Durch die **Prognose** von zukünftigen Ereignissen kann die Frage **„Was wird wann passieren?“** beantwortet werden.

Was denken Sie?

Wie minimieren wir diese Kosten?

Was ist Predictive Maintenance unter der Haube?

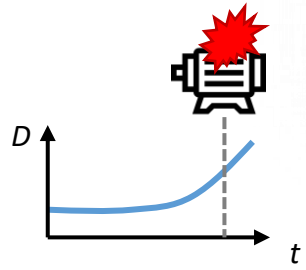


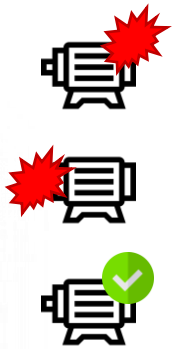
Remaining Useful Life (RUL) Prediction

- KI-Modell lernt den Abnutzungsvorrat einer Maschine vorherzusagen
- KI-Modell im Betrieb: gibt an wie lange der Abnutzungsvorrat noch ausreichen wird

Time to Failure (TTF) Prediction

- KI-Modell lernt die Zeit bis zum nächsten Fehler vorherzusagen
- KI-Modell im Betrieb: gibt an wann und wie wahrscheinlich der nächste Fehler sein wird



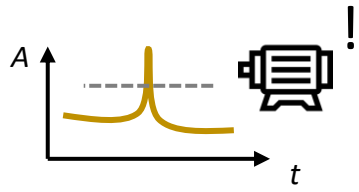


Fault Classification

- KI-Modell lernt Schadensklassen zu unterscheiden
- KI-Modell in Produktion meldet, ob Maschine im Normalzustand ist oder in einer bestimmten Schadensklasse

Anomaly Detection

- Anlernen von KI-Modellen an „Gutzeiträumen“
- KI-Modell in Produktion meldet Anomalien



Abgrenzung/Begriffsklräung: Predictive Maintenance zu… bzw. Verwechslungsgefahr

Condition-based Monitoring

- Behandelt die Zustandsüberwachung von – z.B. Maschinen – anhand der Überprüfung von Rohsignalen und/oder Kennwerten (oft KPIs genannt)
- Sobald eine prädiktive Komponente auftaucht, gruppieren wir das Verfahren unter den Begriff Predictive Maintenance

Visualisierung/visuelle Exploration

- Werden Daten visualisiert und anhand derer Schlüsse durch Menschen gezogen, dann spricht man von visueller Exploration
- Fehlt also eine komputative Komponente, die für uns das Schlussfolgern übernimmt, so betrachten wir dies nicht als PRM

So what?

- Das „Predictive“ in PRM bedeutet für uns, dass **nicht wir**, sondern der Computer Schlüsse zieht
- Wenn wir es tun – z.B. anhand der Interpretation von Grafiken – dann sind wir in der **visuellen Datenexploration** unterwegs
- D.h. PRM benötigt *per definitionem* komputative bzw. **maschinelle Verfahren**, die **eigenständig Vorhersagen** treffen können
  → **Machine Learning** ist Kern von Predictive Maintenance

Fragen?

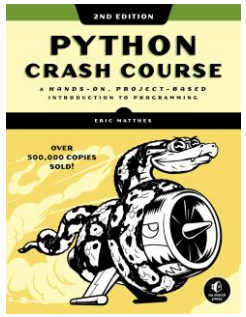
Zu allem

Quellen

https://i.gifer.com/g0bL.gif

Weitere Quellen

PY4E www.py4e.com



Python Crash Course, 2nd Edition
A Hands-On, Project-Based Introduction to Programming
by Eric Matthes

Document icons created by Yoteyo - Flaticon