

1 Datenauswertung mit Python (PY)

Wichtige Hinweise:

- Bringen Sie bitte einen Laptop mit der installierten Software (siehe Abschnitt 1.2), eine Maus und ein Netzteil mit. Melden Sie sich bitte **rechtzeitig** bei Ihrer Versuchsbetreuerin oder Ihrem Versuchsbetreuer, falls Sie keinen Laptop zum Versuch mitbringen können oder falls Probleme bei der Installation der Software auftreten.
- Zusätzlich wird für den Versuchstag die App *phyphox* benötigt. Stellen Sie sicher, dass Sie in Ihrem 2er-Team auf mindestens einem Smartphone die App installiert haben.

1.1 Ziel des Versuchs

In den Naturwissenschaften ist die computergestützte Datenauswertung nicht mehr wegzudenken. In der Schule lernt man in dem Kontext, wenn überhaupt, die digitale Messdatenanalyse mit Hilfe von *Microsoft Excel* kennen. *Excel* bietet zwar eine einfache und grafisch ansprechende Umgebung zur Berechnung und Darstellung von Daten, bei der Arbeit mit großen Datenmengen kommt *Excel* jedoch schnell an seine Grenzen. Es ist somit nicht verwunderlich, dass in der naturwissenschaftlichen Forschung in der Regel **Programmiersprachen** zur **Simulation und Analyse** verwendet werden. Die Liste der Programmiersprachen ist lang und jede Sprache hat in verschiedenen Anwendungsbereichen ihr Stärken und Schwächen. In diesem Versuch **lernen Sie den Umgang** mit der Programmiersprache **Python**. *Python* enthält viele Pakete mit Funktionen die **speziell für die Messdatenanalyse und -darstellung** ausgelegt sind und bietet durch eine vereinfachte Syntax einen **leichten Einstieg** in die Programmierung. Zur Strukturierung der Auswertungsschritte werden **Jupyter-Notebooks** verwendet. Diese wurden explizit zur Datenauswertung entwickelt und bestehen aus sogenannten Code- und Text-Zellen die ein schrittweises Auswerten ermöglichen.

Dieser Versuch soll Sie dazu befähigen, **Python** zusammen mit *Jupyter-Notebooks* als **sinnvolle Alternative** zu *Excel* als **Auswertungsmedium** zu verwenden.

Warum sollte ich als Physik-Lehramtstudierende*r Python lernen?

1. Über den Verlauf der physikalischen Praktika werden die durchzuführenden Versuche umfangreicher. Bei der Auswertung mit *Excel* steigt somit die Zeit die für die Auswertung aufgebracht werden muss. Mit *Python* sind viele Auswertungsschritte im Vergleich zu *Excel* **signifikant schneller** und können bei neuen Versuchen **wiederverwendet** werden.
2. *Python* ist **stabil** gegenüber größer werdenden Datenmengen. Auch bei weniger performanten PCs.
3. *Excel* **verliert** bei umfangreicheren Auswertungen an **Übersichtlichkeit**, da sich die Darstellungen, Berechnungen und Messdaten im selben Fenster befinden.
4. Viele Funktionen können in *Excel* **nicht** gefittet werden. In *Python* lassen sich die Parameter von **jeglichen** Funktionen bestimmen. Zudem gibt es Module die beim Fitten direkt die Unsicherheiten berücksichtigen und somit z. B. das Einzeichnen von Geraden minimaler und maximaler Steigung ersetzen.
5. Es gibt viele Pakete die **Berechnungen vereinfachen**. Z. B. gibt es ein Paket, das die Berechnung von und mit Unsicherheiten übernimmt.

6. **Programmierung** ist eine **Kernkompetenz** der modernen Welt. Dazu gehört nicht ausschließlich das Entwickeln von Software, sondern viel mehr eine **strukturierte** und **algorithmische** Denkweise.
7. Eine weitere Kompetenz der informatischen Bildung ist die **Problemlösung**. Sie lernen aus Problemstellungen zu **abstrahieren** und anhand dessen **schnell**, **gezielt** und **reflektiert** Informationen zu sammeln.
8. Als Lehrkraft haben Sie die Aufgabe, den Schülerinnen und Schülern Konzepte und Kompetenzen der Physik näher zu bringen, aber auch sie **inhaltlich** und **methodisch** auf ein **Studium** oder eine **Ausbildung vorzubereiten**. Im Bezug zur Vorbereitung auf ein Studium ist die Einbindung der Informatik in Form der digitalen Datenauswertung mit einer Programmiersprache in den Physikunterricht sinnvoll. Zusätzlich ist es als Lehrkraft wichtig auf **zukünftige Änderungen** des Lehrplans **vorbereitet** zu sein.

1.2 Versuchsvorbereitung

Die Vorbereitung auf den Versuch beinhaltet die **Installation** von *Anaconda* und *Visual Studio Code* sowie die **Bearbeitung** des *Jupyter-Notebooks* zur Einführung in Python. Das Notebook *Einführung_in_Python.ipynb* finden Sie im Moodle-Lernraum. Eine herkömmliche Vorbesprechung entfällt, **die Installationen und das bearbeitete Notebook werden jedoch zu Beginn des Versuchs von der Versuchsbetreuerin oder dem Versuchsbetreuer kontrolliert**. Eine Teilnahme ohne Vorbereitung ist **nicht** möglich.

1.2.1 Installation

Anaconda

Folgen Sie zur Installation folgender Anleitung: Anaconda (Windows), Anaconda (macOS), Anaconda (Linux)

Überprüfen Sie nach der Installation, ob *Anaconda* richtig installiert wurde, indem Sie den *Anaconda Navigator* öffnen. Falls Sie den Navigator auf Ihrem Laptop nach der Installation nicht finden können, installieren Sie *Anaconda* neu und setzen Sie die Häkchen bei *Add Anaconda3 to my PATH environment variable* und *Add Anaconda to windows startmenu* (nur Windows).

Visual Studio Code

Den Download finden Sie hier: Visual Studio Code.

Einen einfachen Einstieg in die Verwendung von *Visual Studio Code* bietet das folgende deutschsprachige Video: Einführung in Visual Studio Code für Anfänger – 2021. Vor allem die Erklärungen zum Erstellen und Öffnen von Projekten (ab 03:00 min) sowie das Installieren von Erweiterungen (ab 11:26 min) sind hilfreich.

Zur Bearbeitung von *Jupyter-Notebooks* in *Visual Studio Code* benötigen Sie zwei Erweiterungen. Eine Anleitung wie Sie Erweiterungen installieren können finden Sie im oben genannten Video oder hier: Extension Marketplace.

Installieren Sie die Erweiterungen ***Jupyter*** und ***Python***.

Sie sollten nun ***Anaconda***, ***Visual Studio Code*** und die beiden Erweiterungen ***Jupyter*** und ***Python*** installiert haben.

1.2.2 Bearbeitung des *Jupyter-Notebooks* zur Einführung in Python

Laden Sie den Ordner *Versuch PY* mit den Notebooks *Einführung_in_Python.ipynb* sowie *Datenauswertung_mit_Python.ipynb* und der Datei *Beispiel.csv* aus dem Moodle-Lernraum herunter. Öffnen Sie nun diesen Ordner im Explorer von *Visual Studio Code*. Anschließend können Sie über den Explorer das Notebook *Einführung_in_Python.ipynb* öffnen. Das Ganze sollte dann wie in Abbildung 1.1 aussehen.

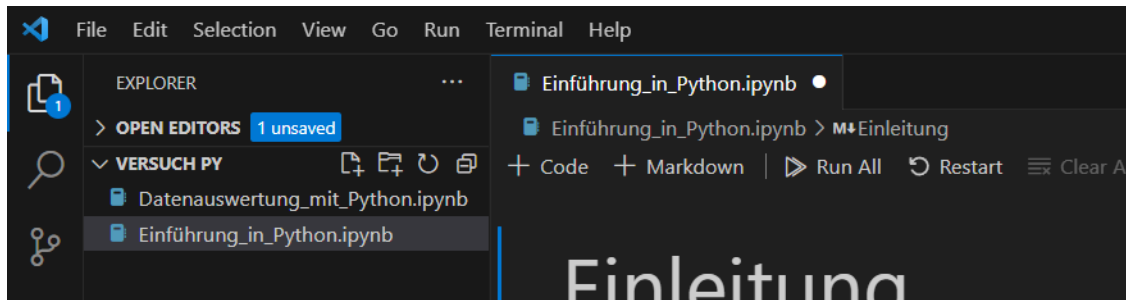


Abbildung 1.1: Darstellung des Explorers in *Visual Studio Code* nach der Öffnung des Ordners (hier *Versuche PY*) und dem geöffneten Einführungs-Notebook.

Damit *Python*-Code innerhalb des *Jupyter-Notebooks* ausgeführt werden kann, muss ein Übersetzer ausgewählt werden. Der sogenannte *Interpreter* übersetzt den Code und führt ihn aus. In *Visual Studio Code* wählen Sie den *Interpreter* über die Kommando-Palette aus. Die Kommando-Palette öffnen Sie mit der Tastenkombination **STRG+SHIFT+P**. In der Suche geben Sie nun *Python: Select Interpreter* ein und wählen es aus. Es öffnet sich anschließend eine Liste mit Ihren *Python*-Installationen (siehe Abbildung 1.2). Wählen Sie die in Abbildung 1.2 rot markierte Option aus. Bei *macOS* kann der Dateipfad von der Abbildung abweichen. Dort hat der Dateipfad die Form `\anaconda3\bin\python`.

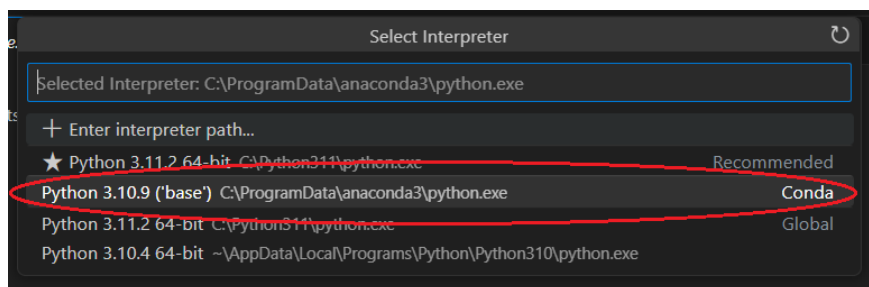


Abbildung 1.2: Liste der *Python*-Installationen nach Aufruf von *Python: Select Interpreter* in der Kommando-Palette von *Visual Studio Code*. Die auszuwählende Installation (*Anaconda*) ist rot markiert.

Wird in der Liste die *Anaconda*-Installation nicht angezeigt, wurde bei der Installation von *Anaconda* keine Referenz in *Visual Studio Code* hinterlegt. Versuchen Sie zur Behebung des Problems die in Abschnitt 1.2.1 vorgestellte Neuinstallation. Kann das Problem so nicht behoben werden melden Sie sich **umgehend** bei Ihrer Versuchsbetreuerin oder ihrem Versuchsbetreuer.

Als letzter Schritt, bevor Sie mit der Bearbeitung des Notebooks beginnen können, muss jetzt noch ein Kernel gestartet werden. Der Kernel funktioniert, wie der Name es vermuten lässt, als Prozessor der den *Python*-Code übersetzt. Klicken Sie dafür zuerst rechts oben auf *Select Kernel* (siehe Abbildung 1.3) und dann in der geöffneten Auswahl auf *Python Environments...*. Wählen Sie nun in der Liste die bereits im letzten Schritt ausgewählte *Python*-Version (siehe Abbildung 1.4) aus. Wird anstatt *Select Kernel* nun die *Python*-Version als Kernel angezeigt (siehe rechts in Abbildung 1.4), ist das Notebook einsatzbereit. **Sie können jetzt mit der Bearbeitung des Einführungs-Notebooks beginn.**

Vergessen Sie nicht die App *phyphox* vor dem Praktikumstermin zu installieren.

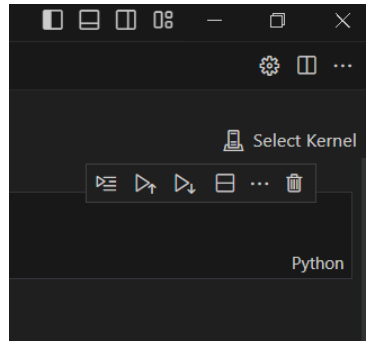


Abbildung 1.3: Position der Kernel-Auswahl in *Visual Studio Code*.

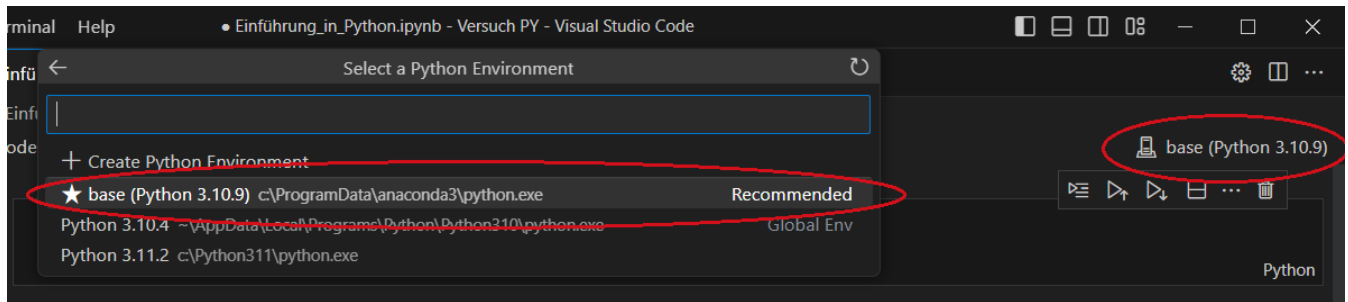


Abbildung 1.4: Auswahl der richtigen *Python*-Installation als Kernel.

1.3 Versuchsdurchführung

In diesem Versuch sollen Sie zu Beginn mit der App *phyphox* den Beschleunigungsverlauf eines Federpendels bei verschiedenen Massen bestimmen. Anschließend werden die Messungen mit dem Notebook *Datenauswertung_mit_Python.ipynb* ausgewertet. Am Ende des Notebooks wird mit Hilfe der ausgewerteten Messungen die Federkonstante bestimmt.

1.3.1 Federpendel

Materialien

- Smartphone mit *phyphox*
- Rechteckige Plastiktüte
- Stahlfeder
- Schlüsselring
- 5 Massenstücke (schwarze Zylinder) je $(0,026 \pm 0,006)$ kg
- Kleiderständer (oder andere Befestigungsmöglichkeit)
- Waage

Messung mit *phyphox*

Mit *phyphox* soll der Verlauf der Beschleunigung in Bewegungsrichtung gemessen werden. Wählen sie hierfür das Experiment *Beschleunigung (ohne g)* aus. Stellen Sie jetzt die Zeitautomatik ein, damit die Messung während der Schwingbewegung startet und keine menschlichen Einflüsse die Bewegung am Start und am Ende beeinflussen. Die Zeitautomatik finden Sie in dem Menü, welches Sie über die drei Punkte rechts oben in der Ecke öffnen können (siehe Abbildung 1.5). Geben Sie als Startverzögerung 2 Sekunden und als Dauer des Experiments 10

Sekunden an. Aktivieren Sie die Zeitautomatik. Nach Start der Messung haben Sie jetzt 2 Sekunden Zeit die Feder auszulenken und in Bewegung zu versetzen. Anschließend misst *phyphox* 10 Sekunden lang die Beschleunigung in x-,y- und z-Richtung. Welche Beschleunigungsrichtung für die Messung relevant ist, können Sie im Vorfeld über eine Testmessung herausfinden.

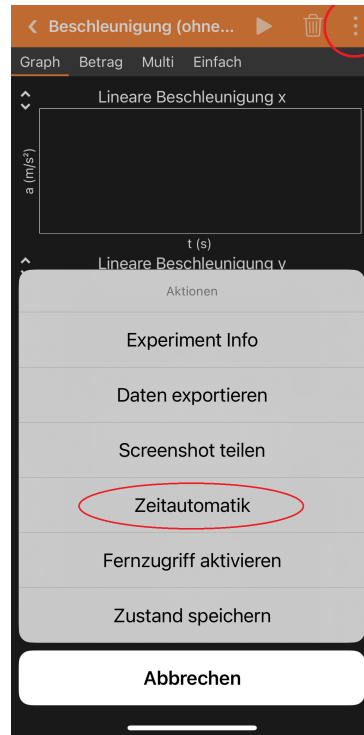


Abbildung 1.5: Menü innerhalb eines *phyphox*-Experiments. Die drei Punkte zum Öffnen des Menüs und die Auswahl *Zeitautomatik* sind rot hervorgehoben.

Nach **jeder Messung** sollten Sie die Messung **abspeichern**. Öffnen Sie dafür wieder das Menü über die drei Punkte. Wählen Sie jetzt die Option *Daten exportieren* aus. Geben Sie als Datei-Format *CSV (Comma, decimal point)* an und speichern es so ab, dass Sie später mit ihrem Laptop auf die Datei zugreifen können.

Aufbau

Befestigen Sie die Stahlfeder mit dem Schlüsselring an einem Haken des Kleiderständers. Legen Sie das Smartphone mit vorbereiteter Messung in die Plastiktüte. Anschließend hängen Sie die Tüte samt Smartphone an die Stahlfeder (siehe Abbildung 1.6). Legen Sie die verschiedenen Massen für die jeweilige Messung vorsichtig neben das Smartphone in die Plastiktüte.

Durchführung

Messen Sie das Gewicht ihres Smartphones zusammen mit der Plastiktüte. Halten Sie das Ergebnis schriftlich fest. Das Gewicht der Massenstücke ist in der Materialliste angegeben und soll **nicht** zusätzlich bestimmt werden. Ist die Messung auf Ihrem Smartphone startbereit, können Sie es in die Plastiktüte legen und die erste Messung (ohne zusätzliche Massenstücke) starten. Der Fokus dieses Versuch liegt zwar auf der Auswertung, jedoch hat die Art des Experimentierens erheblichen Einfluss auf die Qualität des Messergebnisses. Versuchen Sie ein schiefes Auslenken zu vermeiden und die Amplitude über die Messungen beizubehalten. **Vergessen Sie nicht nach jeder Messung die Daten zu exportieren.** Wählen Sie beim exportieren einen **eindeutigen Namen** (z. B. Anzahl der Massenstücke), damit der Messung später die passende Masse zugeordnet werden kann. Legen Sie für die zweite Messung ein Massenstück neben das Smartphone in die Plastiktüte. Für jede weitere Messung wird ein weiteres Massenstück hinzugefügt, bis insgesamt Messdaten für **sechs** verschiedene Massen aufgenommen und gespeichert wurden.



Abbildung 1.6: Aufbau des Experiments zum Federpendel.

1.3.2 Notebook zur Datenauswertung

Die Messdaten von *phyphox* werden als *.zip*-Ordner exportiert. Benennen Sie die Datei *Raw Data.csv* in allen Ordnern passend zur jeweiligen Messung um und extrahieren Sie diese dann in den Ordner, in dem sich beide Notebooks befinden. Die Ordner mit den Metadaten (*meta*) sind für diesen Versuch nicht relevant und können aus Ihrem Versuchs-Ordner mit den Notebooks gelöscht werden. In diesem Ordner sollten sich nun die beiden Notebooks *Einführung-in-Python.ipynb* und *Datenauswertung-mit-Python.ipynb* sowie die sechs *.csv*-Dateien Ihrer Messungen befinden. Sie können jetzt mit der Bearbeitung des Notebooks *Datenauswertung-mit-Python.ipynb* beginnen. Bei Fragen steht Ihnen Ihre Betreuerin oder Ihr Betreuer zur Seite.

Der Versuchsbericht entfällt, jedoch ist für den **Abschluss des Versuchs das Vorzeigen des vollständig bearbeiteten Notebooks notwendig**. Reicht die Zeit am Versuchstag nicht aus, muss **der Rest** des Notebooks **zu Hause vervollständigt** werden und der Betreuerin oder dem Betreuer per E-Mail **zugesendet** werden.