

# 0 Einleitung

In dem physikalischen Grundpraktikum I für Physiker und Mathematiker sollen die Studierenden moderne Arbeitsmethoden in der Physik kennen- und anwenden lernen. Dabei sollen folgende Kompetenzen erworben werden:

- Anwendung physikalischen Wissens aus den Vorlesungen,
- Aufbau eines Experimentes,
- Computerunterstützte Messung und Auswertung,
- Führen eines Laborbuchs (Messprotokoll),
- Anfertigung einer wissenschaftlichen Ausarbeitung (Protokoll).

Damit orientiert sich das Grundpraktikum eng an den typischen Arbeitsabläufen im Berufsleben eines Physikers.

Die Studierenden sollen sich intensiv mit dem Versuch, dem physikalischen Hintergrund, den Messmethoden und der Auswertung der Daten auseinandersetzen. Für jedes Versuchsgebiet stehen daher für die Durchführung und Auswertung jeweils drei Tage im Blockpraktikum, bzw. fünf Tage im semesterbegleitenden Praktikum zur Verfügung.

Das Praktikum wird wie folgt gegliedert:

- Die Studierenden erarbeiten insgesamt vier Versuche aus den Arbeitsgebieten Mechanik, Akustik, Wärmelehre und Elektrizitätslehre.
- Der Stoff orientiert sich an der Vorlesung Experimentalphysik I und II, in denen die physikalischen Grundlagen vermittelt worden sind. Die notwendigen Vorkenntnisse in statistischen Methoden und computergestützter Datenanalyse wurden in der Vorlesung zur Datenverarbeitung bzw. den Vorlesungen zur Stochastik vermittelt.

Zu Beginn des Praktikums gibt es eine einführende Veranstaltung, in der den Studierenden die Voraussetzungen, Gruppeneinteilungen, Praktikumsregeln und Labor- und Sicherheitshinweise vermittelt werden. Außerdem findet eine ausführliche Einweisung in die im Praktikum verwendeten Messgeräte statt.

## 0.1 Zeitlicher Ablauf

Das Praktikum beginnt mit der Einführungsveranstaltung und endet mit der Besprechung der Protokolle des vierten Versuchs. Da die Anzahl der vorhandenen Versuchsaufbauten begrenzt ist, werden die Studierenden in 2er-Gruppen eingeteilt. Der genaue zeitliche Ablauf des Praktikums, die Gruppeneinteilung sowie die Verteilung der Gruppen auf die vorhandenen Teilversuche und die Praktikumsräume werden in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

### 0.1.1 Blockpraktikum in der vorlesungsfreien Zeit nach dem Semester

Die Gruppen sind vormittags (von 08:30 Uhr bis 13:00 Uhr) im Wechsel jeweils drei Tage aktiv und bereiten einen Tag die Versuche vor.

- 1. Tag: **Anwesenheitspflicht vormittags von 08:30 bis 13:00 Uhr**  
Der Versuchstag beginnt mit einer Vorbesprechung mit dem Tutor (Dauer: 60 Minuten), während der geeignete Versuchsaufbauten, -durchführungen und -auswertungen erarbeitet werden sollen. Danach erfolgt der Versuchsaufbau mit der Inbetriebnahme aller für die Messung erforderlicher Geräte sowie des Computers. Jeweils zwei Studierende arbeiten an einem eigenen Versuchsaufbau. Die Messdaten werden aufgezeichnet und die Auswertung soweit durchgeführt, dass erste, vorläufige Ergebnisse diskutiert werden können. Die Versuchsaufbauten, Einstellungen, die Namen der Dateien und die vorläufigen Ergebnisse werden in Form eines Messprotokolls dokumentiert. Für die Versuchsdurchführung stehen 3,5 Stunden zur Verfügung. Der Versuch endet mit der Rückgabe der Versuchsaufbauten und der Computer. Die Tutoren zeichnen die Messprotokolle ab. Das Messprotokoll wird später an das erstellte Protokoll angehängt.
- 2. und 3. Tag:  
Die Auswertung der Versuche wird auf eigenen Computern zu Hause weitergeführt und abgeschlossen. Jeder Studierende erarbeitet **eigenständig** ein Protokoll über seine Ergebnisse. Zu jedem Versuch gibt es einen Satz von Aufgaben, die im Protokoll abgearbeitet werden sollen und somit die Struktur des Protokolls vorgeben. Eine  $\text{\LaTeX}$ -Vorlagendatei für die Protokollerstellung steht im Moodle zur Verfügung. Außerdem existieren Checklisten, die nach Fertigstellung einer Rohfassung des Protokolls abgearbeitet werden sollten, um häufige Fehler zu erkennen und vor Abgabe des Protokolls auszubessern. Zur computergestützten Auswertung der Messdaten empfiehlt sich die Programmiersprache Python. Für das Einlesen der mit Cassy-Systemen aufgezeichneten Daten und im Praktikum häufig vorkommende Analyseschritte steht eine Praktikumsbibliothek samt umfangreicher Beispiele bereit.
- 4. Tag:  
Das Protokoll muss bis zu der in der Einführungsveranstaltung genannten

Frist mit allen erforderlichen Anhängen (Rohdaten, lauffähige Auswertprogramme, Messprotokoll) im Moodle zur Bewertung abgegeben werden.

### 0.1.2 Semesterbegleitendes Praktikum

Der Ablauf ist analog zum Blockpraktikum. Die Protokollabgabe muss hier ca. fünf Tage nach der Durchführung des Versuchs erfolgen. Der genaue zeitliche Ablauf des Praktikums wird in der Einführungsveranstaltung bekannt gegeben.

## 0.2 Benutzung der Notebooks

Für die Durchführung der Versuche erhält jede Arbeitsgruppe ein Notebook mit WLAN-Verbindung. **Die Praktikumssteilnehmer benötigen dazu den bei der Immatrikulation durch das Rechenzentrum zugewiesenen Zugang.** Die Notebooks stehen nur für die Arbeiten im Praktikum zur Verfügung und können nicht mit nach Hause genommen werden. Auf den Notebooks läuft das Betriebssystem Windows und die für die Versuchsdurchführung benötigten Messwerterfassungsprogramme sind installiert. Die Studierenden haben nur Schreibzugriff auf den User-Bereich. Als ersten Arbeitsschritt legt jeder Teilnehmer, sobald er ein Notebook erhält, im User-Bereich ein Verzeichnis an. In diesem Verzeichnis sollen alle Dateien, die zu dem Versuch gehören, abgespeichert werden und am Ende der Arbeitsphase auf Datenträger (USB-Stick) kopiert werden. Der User-Bereich wird bei jedem Wechsel zwischen den Gruppen gelöscht, sodass alle ungesicherten Daten unwiederbringlich verloren sind.

Private Notebooks sind erlaubt. Der Besitzer ist für den erfolgreichen Einsatz zur Messwerterfassung eigenverantwortlich.

## 0.3 Versuchsvorbereitung

Die Versuchsbeschreibungen sollen den Studierenden eine Vorbereitung auf den Versuch ermöglichen und eine Anleitung für die Versuchsdurchführung sein. Die physikalischen Grundlagen zu den Versuchsthemen werden in den Versuchsanleitungen nur bedingt hergeleitet. Es ist daher unerlässlich, entsprechende Physikbücher für die Vorbereitung zu verwenden. Besonders geeignet sind die folgenden Bücher:

- Demtröder, „Experimentalphysik“, Band 1 und 2.
- P.A. Tipler, „Physik“, Spektrum Verlag.
- Gerthsen, Kneser, Vogel, „Physik“, Springer Verlag

Zur Auffrischung der statistischen Methoden, die im Praktikum angewendet werden, findet sich ein kurzer Abriss in Anhang A, zur Vertiefung eignen sich die folgenden Lehrbücher:

- M. Erdmann, T. Hebbeker und A. Schmidt, Statistische Methoden in der Experimentalphysik, Pearson, ISBN 978-3-86894-391-7
- G. Cowan, Statistical Data Analysis, Oxford University Press, ISBN 0-19-850155-2
- R. Barlow, Statistics, Wiley, ISBN 0-471-92295-1
- V. Blobel und E. Lohrmann, Statistische und numerische Methoden der Datenanalyse, <http://www-library.desy.de/preparch/books/BloLoBuch.pdf>

### **Vorbereitung:**

Während der Vorbesprechung zu Beginn eines Versuchstages werden die physikalischen Grundlagen zu den Versuchsthemen, sowie die Versuchsdurchführung und Auswertung besprochen. In der Vorbesprechung werden typischerweise die folgenden Fragen im Mittelpunkt stehen:

- Was ist das Ziel des Versuchs? Welche physikalischen Größen sollen bestimmt werden?
- Was sind die physikalischen Grundlagen des Versuchs? Welche Formeln werden benötigt? Wie kann man sie ggfs. herleiten?
- Wie sieht der Versuchsaufbau aus? Welchen Zweck erfüllen die einzelnen Geräte bzw. Bauteile?
- Wie geht man bei der Messung vor?
- Welche einzelnen Observablen müssen gemessen werden? Wie werden sie gemessen?
- Wie werden die Messunsicherheiten statistischer und/oder systematischer Natur auf die Observablen bestimmt? Stellen Sie sicher, dass Sie mit den Grundbegriffen der Statistik vertraut sind!
- Wie geht man bei der Auswertung der Daten vor? Welche Auftragung ist geeignet? Welchen Verlauf der Datenpunkte erwarten Sie?
- Wie funktioniert eine Modellanpassung? Wie sieht das  $\chi^2$  aus? Wie ist der Wert am Minimum zu interpretieren?
- Wie pflanzen sich die einzelnen Fehlerbeiträge auf das Endergebnis fort?
- Welche Erwartung (Zahlenwerte) haben Sie für das Endergebnis?
- Wie sollten Sie sich die zur Verfügung stehende Zeit einteilen?

## 0.4 Bewertung

Die abgegebenen Protokolle werden anhand von (auch im Moodle zugänglichen) Bewertungsbögen bepunktet. Aus der Summe der für die vier Versuche erzielten Punktzahlen wird nach der in der Einführungsveranstaltung gezeigten Tabelle die Note errechnet.

Studierende, die während der Vorbesprechung oder der Versuchsdurchführung erkennen lassen, dass sie nicht ausreichend vorbereitet sind, werden von dem Versuchstag ausgeschlossen. Dieser wird dann mit 0 Punkten bewertet. Studierende, die bei einem Versuch die Versuchsergebnisse, die Versuchsauswertung oder das Protokoll nicht selbständig erarbeiten, erhalten keine Punkte für diesen Versuch.

