

# Physikalisches Praktikum für Biologen (Physikalische Messtechnik)

Das Praktikum findet in Zweiergruppen (Sie wählen Ihre(n) Partner(in) zu Beginn für die gesamte Zeit) in Form eines einwöchigen Blockes statt, täglich **von 09:00 (pünktlich) bis 14:00 (KURS A) bzw. von 14:00 (pünktlich) bis 19:00 (KURS B)**. Sollten Sie an einem Tag verhindert sein, haben Sie die Möglichkeit, Ihre Arbeiten am **Ersatztermin** nachzuholen. Wir ersuchen Sie aber aus organisatorischen Gründen, den Ersatztermin nur wenn unbedingt nötig in Anspruch zu nehmen. (Auch Ihr(e) Partner(in) wird es Ihnen danken, wenn Sie ihn/sie beim Beispiel unterstützen.) Wenn es Ihnen möglich ist, informieren Sie uns bitte im Vorhinein vor Ihrer Abwesenheit, das erleichtert die Organisation ungemein.

Jeder Kurs beginnt mit einer Vorbesprechung. Für diese "Kurzveranstaltung" sollten Sie sich bitte auf jeden Fall Zeit nehmen. Diese Zusammenkunft dient der Einteilung der Gruppen und der Ausgabe der ersten Beispiele. Sie haben auch die Möglichkeit, die für dieses Beispiel vorbereitete Literatur (siehe unten) zu entleihen.

**Jeder** der Partner in der Zweiergruppe muss während des Experimentierens ein **schriftliches Protokoll verfassen**, diese muss nach Ende jedes Praktikumstages abgegeben werden (es wird am nächsten Tag wieder ausgehändigt). Die Auswertung des erhaltenen Rechenbeispiels (Fehlerrechnung) muss eine Woche nach Praktikumsende in der Sprechstunde abgegeben werden.

Für jedes Experiment steht Ihnen ein Praktikumstag zur Verfügung. **Die Durchführung von 4 Experimenten und die Ausarbeitung** des bei der Vorbesprechung erhaltenen **Rechenbeispiels** ist für die **positive Absolvierung des Praktikums Voraussetzung**. Weiters ist die Gaußsche Fehlerrechnung für eines der Experimente durchzuführen. Das Praktikum hat *immanenten Prüfungscharakter*, d.h. Ihre Anwesenheit ist an allen Labortagen erforderlich.

Wir erwarten von Ihnen, dass Sie das jeweilige Beispiel vorbereitet beginnen. Entsprechend gibt es zu Beginn des Praktikumstages eine kurze schriftliche Befragung. Völlige Unwissenheit hat zur Folge, dass Sie das Beispiel wiederholen müssen bzw. das Praktikum nicht mit einer positiven Beurteilung abschließen können.

**Achtung:** Abschreiben oder Zuhilfenahme von fremden (auch kopierten) Heften gilt als Schummeln und hat den Ausschluss vom Praktikum zur Folge!!

Entsprechend gehen in die Bewertung ein:

- **Ihre Leistungen bei der Durchführung des Experimentes (20%);** (Sie erhalten die notwendigen Angaben für den ersten Praktikumstag in der "Kurzveranstaltung", ansonsten jeweils einen Tag vorher.)
- **Die Kenntnis über die physikalischen Zusammenhänge (40%),** die für das durchzuführende Beispiel relevant sind. (Für jedes Beispiel liegt im Praktikum eine entlehbare Literatursammlung auf.)  
Die ersten 15 min. jedes Praktikumstages wird ein schriftlicher Test durchgeführt. Dieser besteht aus 2 kurzen Fragen (insges. 5 Pkt.), diese können aus dem Bereich der Theorie und der Methodik des Beispiels, oder eine kurze Rechenaufgabe sein. Zusätzlich wird Ihr Wissen noch während des Praktikums mündlich überprüft (jederzeit möglich!).
- **Die Qualität Ihres Protokolls (40%).** (Richtlinien für das Protokoll finden Sie im Anschluss). Die Protokollführung hat in einem gebundenen Heft **während des Experimentierens** zu erfolgen. Verwenden Sie bitte weder eine Collegemappe noch lose Blätter, eventuell notwendige Zeichnungen auf Millimeterpapier können Sie einkleben.

Unbedingt im Protokollheft enthalten sein müssen: die ausführliche Beschreibung jedes der 4 Experimente (achten Sie hier auf die Anforderungen am jeweiligen Angabezettel); die Berechnung der Messunsicherheit für eines der 4 von Ihnen ausgeführten Beispiele; die Ausarbeitung des Rechenbeispiels für Ihre Gruppe auf dem ausgeteilten Zettel (diese kann nach einer Woche nachgebracht werden). Die Fehlerrechnungen müssen eine vollständige „Gauß'sche Fehlerfortpflanzung“ (partielle Differentiation) sein; ein mit dem Taschenrechner ausgerechnetes Ergebnis, ohne Rechengang genügt nicht! Des Weiteren muss jede Fehlerrechnung auch eine Interpretation beinhalten.

Vor der Abgabe vergessen Sie bitte nicht, Name, Matrikelnummer, Semester sowie die Kursnummer und den Gruppenbuchstaben (wird in der Kursvorbereitung zugeteilt) am Umschlag des Protokollheftes zu notieren. Die Abgabe der Fehlerrechnung kann aus organisatorischen Gründen ausschließlich in der Sprechstunde erfolgen, allerdings ist Ihr persönliches Erscheinen nicht notwendig. Achten Sie bitte darauf, dass die Abgabe verzeichnet wird. Sobald die Beurteilung abgeschlossen und Ihre Note eingetragen ist (= Eintrag im UNIVIS), können Sie Ihr Protokollheft in der Sprechstunde abholen.

Wir möchten Sie dringend ersuchen, den von Ihnen gewählten Termin für das Praktikum auch wahrzunehmen. Die Kurse werden so eingeteilt, dass die Anzahl der Teilnehmer (wenn möglich) gerade ist. Leider hat es sich in den letzten Semestern immer wieder gezeigt hat, dass gerade für "besonders beliebte" Kurstermine angemeldete Studenten dem Praktikum kommentarlos fernbleiben. Wir sehen uns daher gezwungen, folgende Regel einzuführen:

**Bei unentschuldigter Nichtteilnahme am Praktikum oder an der Vorbereitungsbesprechung gilt eine einjährige Sperrfrist!**

Diese Sperre gilt selbstverständlich nicht im Falle einer Krankheit (ärztliche Bestätigung erforderlich) oder rechtzeitiger Abmeldung. Eine Abmeldung gilt als rechtzeitig, wenn sie bis zum dafür vorgesehenen Termin (s. Kursliste im Schaukasten/Homepage) erfolgt (schriftlich (email: [pfb@univie.ac.at](mailto:pfb@univie.ac.at), fax: 4277/51186) oder telefonisch (4277/51107) oder in der Sprechstunde im UZA II. Diese Frist gibt uns die Möglichkeit, auf der Warteliste stehende Studenten zu kontaktieren und über den freigewordenen Platz zu informieren.

Sollten Sie weitergehende Fragen haben, scheuen Sie bitte nicht, diese im Praktikum zu stellen.

In diesem Sinne wünscht Ihnen gutes Gelingen und viel Spaß

*Ihr Biologenteam  
Aerosolphysik und Umweltphysik  
Fakultät für Physik*

**Tell me, I will forget  
Show me, I may remember  
Involve me, and I will understand**  
Chinesisches Sprichwort

# Bemerkungen zur Abfassung von Protokollen

## Zweck des Protokolls

Eine fachkundige, nicht eingearbeitete Person mit Zugriff auf die entsprechende Literatur soll imstande sein, Ihr Experiment und die dabei aufgetretenen Fehler nachzuvollziehen. Protokolle sollen deshalb alle wesentlichen Informationen enthalten, die zur Dokumentation des Experiments/der Probereihe/des Praktikumbeispiels notwendig sind. **Das Protokoll soll also ermöglichen, ein Experiment auch nach Jahren in derselben Weise zu wiederholen!** Deshalb sollte es umfassend über Aufbau und Durchführung berichten, um die Schritte und Ergebnisse auch später noch nachvollziehen zu können. Ebenfalls soll/kann das Protokoll später Hinweise geben, wie das gesteckte Ziel effizienter zu erreichen ist.

## Folgende Minimalinformationen sind daher notwendig:

- **Verfasser, Datum und Uhrzeit**, (falls notwendig) **Ort, Titel des Experiments**.
- (Falls notwendig) Luftdruck, Feuchte, Temperatur,...
- **Experimenteller Aufbau mit Prinzipskizze** (und wichtigen Maßen). Bei komplizierten Aufbauten (daher: nicht für dieses Praktikum) lohnt sich auch ein Foto.
- **Liste und Beschreibung der verwendeten Geräte**, Typenbezeichnung und Seriennummer, falls bei gleichen Geräten systematische Unterschiede in den Ergebnissen auftreten.
- **Alle Messergebnisse** (Ablesungen, Berechnungen, ev. Ausdrücke oder Dateinamen)

## **Achtung: Die Angabe einer physikalischen Größe als Maßzahl ohne Einheit ist sinnlos!**

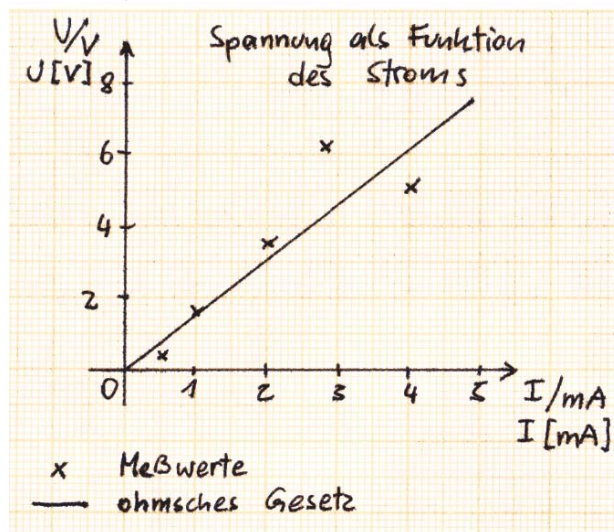
- (Falls notwendig): Aus obigen Werten sind dann mit Hilfe ebenfalls protokollierter Korrekturfaktoren die tatsächlichen Messwerte anzugeben. Sollten Umrechnungen notwendig sein, sind auch die entsprechenden Formeln anzugeben. (Auch Messergebnisse haben Einheiten!)
- **Beschreibung der Methode**, mit der aus den gemessenen Werten das Endergebnis ermittelt wurde (wieder: inkl. aller verwendeten Formeln). Bei funktionellen Zusammenhängen empfiehlt sich eine graphische Darstellung des Ergebnisses. Sollten selbstverfasste Computerprogramme verwendet worden sein, ist auch ein Listing im Protokoll nützlich; sollten Sie Programmpakete benutzt haben, ist Name und Versionsnummer nicht unerheblich.
- **Überlegungen zur Bestimmung der Unsicherheiten** („Fehler“) - Ursache, Größe,...
- Bemerkungen, wie das Experiment/die Probereihe/das Praktikumbeiispiel effizienter (schneller, genauer, mit weniger Zeitaufwand,...) durchgeführt werden könnte; Überlegungen, ob und wo Mängel in der Meßmethode vorhanden sind und wo die kritischen Punkte liegen (an denen und auf die man besonders aufpassen muss);...

## **Äußere Form**

Das Protokoll soll lesbar und möglichst übersichtlich während des Praktizierens erstellt werden. Falls Sie Computerunterstützung z.B. zur Erstellung von Diagrammen verwenden, achten Sie darauf, dass z.B. eine unlesbare Achsenbeschriftung oder ein nicht aussagekräftiger Graph (etwa durch falsche Maßstabswahl) nicht durch „der Computer kann das nicht anders“ zu begründen ist. Achten Sie also auf **Klarheit, Wahrheitsgehalt und Informationsdichte**.

## Graphen und Diagramme

Wählen Sie den Maßstab des Diagramms so, dass der Zusammenhang möglichst übersichtlich und diagrammfüllend dargestellt wird. Überlegen Sie welchen Kurvenverlauf Sie erwarten, es ist also nicht immer sinnvoll einfach jeden Messwert miteinander zu verbinden.



### Diagrammtitel:

Welcher Zusammenhang oder welche Abhängigkeit wird dargestellt?

### Achsen:

sinnvolle Wahl der Achsenteilung und Beschriftung

### Achsenbeschriftung:

physikalische Größe / Maßeinheit oder physikal. Größe [Maßeinheit]

### Legende:

z.B. Messwerte

(x... Instrument 1, \*... Instrument 2) und zu erwartender Verlauf des dargestellten Zusammenhangs

Mit Hilfe der durchgeführten Experimente sollen Sie eine Verbindung zwischen Theorie und Praxis herstellen. Jedes im Praktikum verwendete Gerät besitzt nur eine beschränkte Genauigkeit, außerdem ist Ihre Experimentierzeit auf 5 Stunden limitiert, d.h. Sie können u.a. Messungen nicht beliebig oft wiederholen. Erschrecken Sie deshalb nicht wenn Ihre Ergebnisse von der Theorie abweichen. Diskutieren Sie deshalb Ihre Messwerte kritisch und suchen Sie nach den Gründen. Vergessen Sie auch nicht: **Messwerte ohne Interpretation sind wissenschaftlich wertlos!**

## Signifikante oder gültige Stellen

Eine signifikante oder gültige Stelle in einer Zahl ist eine mit Sicherheit richtige Ziffer. z.B.: 8,45 hat 3 gültige Stellen und 8,450 hat 4 gültige Stellen. Auch wenn die letzte Stelle ein Null ist, muss sie geschrieben werden.

Ein häufiger Fehler besteht darin, bei der Angabe eines Rechenergebnisses zu viele Stellen anzugeben, etwa in dem man einfach die Anzeige des Taschenrechners abschreibt.

### Beachten Sie folgende Grundregeln:

- (1) Nach der Bildung von **Mittelwerten** ist auf die **Stellenzahl der Einzelmessungen zu runden**.
- (2) Bei der **Angabe von Fehlern bzw. Unsicherheiten** ist ebenfalls auf die Stellenzahl der Einzelmessungen zu runden. Sollte dieser kleiner als eine Einheit der letzten Stelle sein, ist der Fehler auf diesen Wert aufzurunden.
- (3) Die Anzahl der gültigen Stellen des Ergebnisses einer **Multiplikation oder Division** ist gleich der kleinsten Zahl gültiger Stellen in allen Faktoren. Auch das Ergebnis einer **Addition oder Subtraktion** zweier Zahlen besitzt nicht mehr Dezimalstellen, als die ungenauere der beiden Zahlen.

## Spezielle Hinweise für dieses Praktikum:

- Überprüfen Sie bitte vor Abgabe des Protokollheftes, ob Sie **alle in den Texten formulierten Fragen (schriftlich) beantwortet** und **alle verlangten Graphen** erstellt haben. Nehmen Sie generell Messwerte nicht kritiklos hin, stellen Sie sie außerdem, wenn möglich, den Literaturwerten gegenüber.
- Wenn Sie unterschiedliche Messmethoden zur Bestimmung derselben physikalischen Größe verwendet haben, **vergleichen Sie die Methoden kritisch**. Bitte vergessen Sie nicht: Alle Messergebnisse haben Einheiten!