

Handout zur Protokollführung

Dieses Handout enthält eine Anleitung zur Protokollführung im Physikalischen Grundpraktikum. Nutzen Sie das Handout als Anleitung und die Checkliste für jedes Protokoll, das Sie abgeben.

Bestandteile des Protokolls

Das Protokoll besteht aus vier Teilen, die zum Teil vor dem Praktikumstermin, zum Teil beim Experimentieren, zum Teil bei der Nachbearbeitung zu Hause angefertigt werden. Diese Teile sind:

1. Deckblatt und Abstract

Das Deckblatt enthält:

Datum:

Name:

Versuchspartner:

Gruppennummer:

Wochentag:

Tutor:in:

Titel: Themenkreis und Versuch

Abstract: Ein Abstract ist definiert als eine gekürzte präzise Darstellung des Inhalts eines Dokuments. Der Abstract soll daher das Ziel, Methode und Ergebnis des Themenkreises kurz umreißen. Er gehört zum Standard in wissenschaftlichen Artikeln, Protokollen weiterführender Praktika, sowie Bachelor- und Masterarbeiten. Das Abschreiben der Aufgabenstellung reicht nicht aus. Der Abstract wird als letztes angefertigt, aber auf das Deckblatt gedruckt.

2. Aufbau und Durchführung

Sie fertigen während des Experimentiertermines Skizzen und eine Beschreibung von Aufbau und Durchführung des **tatsächlich durchgeführten Experiments** an. Fotos sind zu Illustrationszwecken (in Teil 3) möglich, ersetzen aber nicht die (abstrahierten) Skizzen. Die aufgenommenen Messwerte werden in geeigneten und beschrifteten Tabellen festgehalten. Das Originalmessblatt ist Teil des Protokolls und folgt als zweiter Teil nach dem Deckblatt.

3. Auswertung

Die Auswertung enthält Beschreibung von Aufbau, Aufgabenstellung (kurz) und Durchführung, falls in der Vort-Ort-Mitschrift nicht ausreichend geschehen. Zur Auswertung gehören:

- benutzte Formeln und Literaturwerte (Formelsammlung)
- Ergebnisse (Bei zahlreichen Messwerten: Messwerte nicht ins Protokoll übertragen, errechnete Werte übersichtlich in Tabellen zusammenfassen.)
- Betrachtung der Messunsicherheiten
- Diagramme (mit Überschrift, Achsenbeschriftung und Messunsicherheitsbalken, auf mm-Papier oder mit PC)
- qualitative Erläuterungen.

4. Zusammenfassung und Diskussion

Auf die Auswertung folgt eine Zusammenfassung und Diskussion der Ergebnisse inklusive Vergleich mit Literaturwerten bzw. Einordnung der Messergebnisse und der Qualität der Messung (Größe der Messunsicherheit). Abweichungen von erwarteten Messwerten sind nicht schlimm, müssen aber diskutiert werden (Messfehler). Die Zusammenfassung soll knapp, allerdings in ganzen Sätzen formuliert, und gut lesbar sein. Sie stellt das Ergebnis des Experiments dar. Auch die Zusammenfassung lehnt sich an Standards wissenschaftlicher Arbeiten an. Dieser Teil soll verdeutlichen, was während der experimentellen Arbeit gelernt wurde und wie das Ergebnis zu interpretieren ist.

Korrektur des Protokolls

Korrektur durch die/den Tutor:in

Protokolle, die vollständig und frei von offensichtlichen formalen Fehlern (vgl. dieses Handout) sind, werden von Ihrer/Ihrem Tutor:in inhaltlich korrigiert.

Die Korrekturen werden mit Rotstift vermerkt. Alle Stellen, die einer Verbesserung bedürfen, werden durchnummeriert und mit konkreten Korrekturaufforderungen versehen.

Achtung: Ihre/Ihr Tutor:in muss keine Protokolle mit offensichtlichen formalen Mängeln annehmen, die durch eine konsequente Benutzung dieses Handouts vermieden werden können!

Ihre Verbesserung des Protokolls

Arbeiten Sie der Reihe nach die nummerierten Korrekturanweisungen ab. Die Verbesserungen werden hinter den Korrekturaufforderungen an das Protokoll angehängt. Nach Absprache kann in einigen Fällen mit entsprechender Referenzierung auch eine Korrektur im Originalprotokoll erfolgen. Die Entwicklung des Protokolls muss in jedem Fall nachvollziehbar sein und die Urfassung in jedem Fall erhalten bleiben.

Formale Checkliste

- **Messblatt:** Benutzen Sie für alle vor-Ort Aufzeichnungen auf Ihrem Messblatt dokumentenechte Stifte. Die Farbe rot ist dabei Ihrer/Ihrem Tutor:in vorbehalten und sollte nicht verwendet werden.
- Der Schreibstil soll immer passiv sein.
- Alle Seiten nach dem Deckblatt werden fortlaufend durchnummeriert.
- Abbildungen und Tabellen werden durchnummeriert und erhalten **aussagekräftige** Titel.
- **Notation bei Formeln und Gleichungen.** Formelzeichen, Variablen und Konstanten werden kursiv gesetzt, Zahlen und mathematische Funktionen wie \sin , \cos oder \exp in Normalschrift.

Beispiel:
$$\sin \frac{\theta}{2} = 2r \frac{\lambda}{D}$$

Jedes Symbol muss bei seiner Einführung definiert werden.

Beispiel: Hier ist θ der Winkeldurchmesser des zentralen Beugungsscheibchens, $r = 0,6098 \dots$ die erste Nullstelle der Besselfunktion, λ die Wellenlänge des Lichts und D der Durchmesser der Blende.

Formeln können alleine stehen, aber auch in den Text integriert werden (mit den entsprechenden Satzzeichen).

Beispiel: Mit der Näherung $\sin\theta \approx \theta$ für kleine Winkel ergibt sich

$$\theta \approx 2,4392 \frac{\lambda}{D}$$

für die Beugung an einer kreisförmigen Lochblende.

- **Notation bei Größen und Einheiten.** Jede physikalische Größe ist ein Produkt aus Zahlenwert und Einheit. Bei den Einheiten soll ein sinnvoller Vorfaktor gewählt werden. Zur Unterscheidung von Formelzeichen werden Einheiten immer in Normalschrift gesetzt. Zwischen Zahlenwert und Einheit steht ein Leerzeichen.

Beispiele: $m = 35 \mu\text{g}$ oder $m = 3,5 \cdot 10^{-5} \text{g}$, $M = a \cdot F = 0,3 \text{m} \cdot 2 \text{N} = 0,6 \text{N m}$

Bei zusammengesetzten Einheiten soll auf Eindeutigkeit geachtet werden.

Beispiele: $6 \text{J/cm}^3/\text{s}$ ist mehrdeutig. Korrekt sind $6 \text{J cm}^{-3} \text{s}^{-1}$ oder $6 \text{J}/(\text{cm}^3 \text{s})$

Bei der reduzierten Darstellung einer physikalischen Größe in den Spaltenüberschriften von Tabellen oder der Achsenbeschriftung von Diagrammen sind folgende Formen erlaubt: T in K , $T(K)$ oder T/K .

Achtung: Die Bedeutung der eckigen Klammern ist folgendermaßen festgelegt: $[U]=V$ bedeutet "Die Einheit von U ist Volt". Die Schreibweise $U[V]$ in Spalten- und Achsentiteln ist daher falsch.

- **Angaben der Messunsicherheit und Runden.** Jede gemessene physikalische Größe ist mit einer Unsicherheit behaftet. Ihre Angabe der Messunsicherheit quantifiziert die Zuverlässigkeit Ihres Messergebnisses und ermöglicht so erst einen Vergleich mit anderen Quellen. Das Endergebnis muss entsprechend **gerundet** werden. Die Regeln dazu entnehmen Sie der DIN-Norm, wie sie in der Vorlesung erklärt wird. Die Angabe von zu vielen signifikanten Stellen suggeriert eine höhere Präzision als tatsächlich vorhanden und ist deshalb nicht erlaubt.

Beispiel: Sie erhalten bei der Messung der Erdbeschleunigung einen Mittelwert von $\bar{g} = 9,7921068477 \text{ m s}^{-2}$ bei einer Messunsicherheit $\Delta\bar{g} = 0,021 \text{ m s}^{-2}$. Das angegebene Ergebnis muss dann auf drei signifikante Stellen hinter dem Komma gerundet werden.

Geben Sie das Ergebnis Ihrer Betrachtung der Messunsicherheiten als absolute Messunsicherheit $x = \bar{x} \pm \Delta x$ und als relative Messunsicherheit $x = \bar{x} \pm \frac{\Delta x}{x} \cdot 100\%$ an. Ohne Angabe der Messunsicherheit ist Ihr Ergebnis nicht vollständig.

Beispiel: $g = 9,792 \text{ m s}^{-2} \pm 0,021 \text{ m s}^{-2}$ oder $g = (9,792 \pm 0,021) \text{ m s}^{-2}$, die relative Messunsicherheit beträgt $0,22\%$ oder $g = 9,792 \text{ m s}^{-2} \pm 0,22\%$.

- **Diagramme.**
 - Die Dichte der Punkte sollte schon beim Experimentieren der Kurve angepasst werden.
 - An den Messpunkten befinden sich Balken, die die Messunsicherheit darstellen.
 - Die Einteilung der Achse (lin., log.) muss klar erkennbar sein.
 - Es muss ein sinnvoller Bereich für die Darstellung gewählt werden.
 - Beide Achsen müssen sinnvoll beschriftet sein, Einheiten nicht vergessen.
 - In einer Legende muss gekennzeichnet werden was aufgetragen wurde. Es sollten Symbole verwendet werden, die auch bei sw-Ausdrucken eindeutig sind.
 - In einer Abbildungsunterschrift steht eine Kurzbeschreibung.

Hier sehen Sie ein Beispieldiagramm:

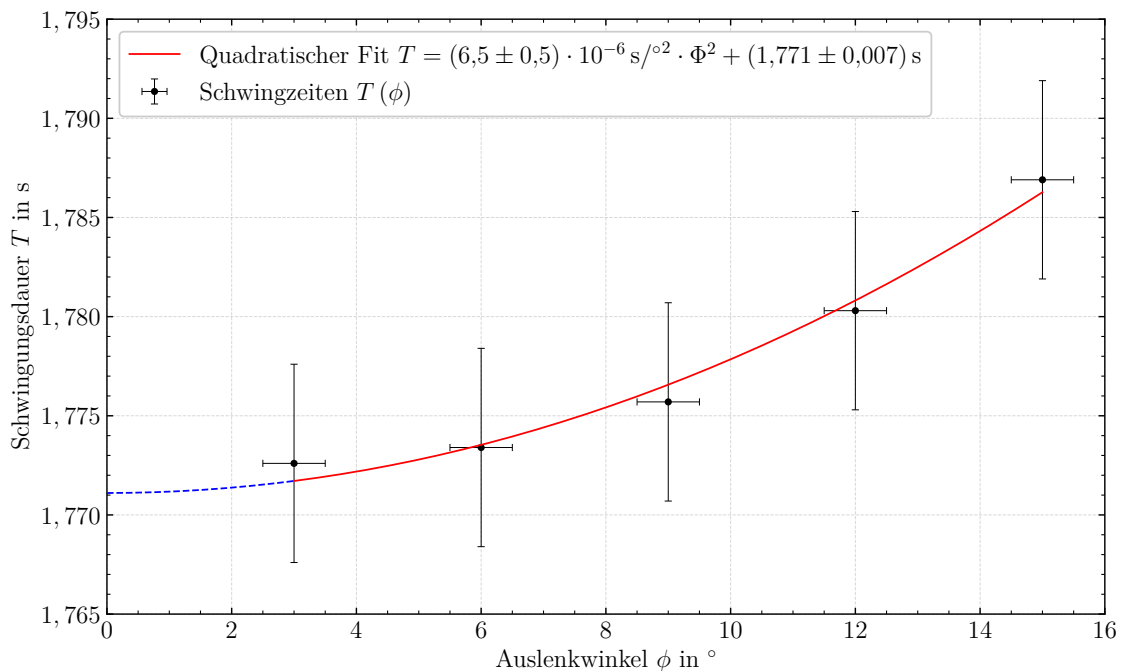


Abbildung 1: Schwingungsdauer T in Abhängigkeit des Auslenkwinkels Φ mit quadratischer Ausgleichsfunktion $T = (6,5 \pm 0,5) \cdot 10^{-6} \text{ s}/^\circ^2 \cdot \Phi^2 + (1,771 \pm 0,007) \text{ s}$ in rot, extrapoliert bis zur y-Achse in blau.

- **Quellenangaben.** Sie werden zur Erstellung Ihrer Formelsammlung, bei der Auswertung und der Interpretation und Einordnung Ihrer Ergebnisse auf Literatur zurückgreifen. Immer wenn Sie Formeln, Zahlenwerte oder Ansätze aus einer Quelle entnehmen, muss diese Quelle zitiert werden. Das geschieht durch eckige Klammern mit fortlaufenden Nummern oder geeigneten Kürzeln, die dann im Anhang Ihres Protokolls aufgelistet werden.

Beispiel: Der Längenausdehnungskoeffizient von Eisen ist $\alpha = 11,8 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ bei einer Temperatur von $20 \text{ }^\circ\text{C}$ [1] oder [Haynes2011].

[1] oder [Haynes2011] William Haynes (Hrsg.): *CRC Handbook of Chemistry and Physics. A ready-reference Book of chemical and physical Data.* 92. Auflage, CRC Press (2011)

Achtung: In den Naturwissenschaften ist es nicht üblich, Textbausteine oder ganze Absätze aus Quellen zu zitieren. Sie müssen alle Texte in Ihrem Protokoll selbst verfassen.