

Wie schreibt man ein Protokoll

Marc-André Petri

July 23, 2019

- 1 Darstellung
- 2 Gliederung
- 3 Theorie
- 4 Aufbau
- 5 Durchführung & Auswertung
- 6 Einleitung & Zusammenfassung
- 7 Allgemeines

Überblick

Die Darstellung ist bei jedem Protokoll das erste, was beim groben Überblick ins Auge fällt, sprich:

- ist alles gut Formatiert
- sind Plots, Bilder etc Scharf und gut an den Text angepasst
- ist die Größe der Bilder, Plots und Tabellen dem Protokoll entsprechend
- ist die Größe der Legenden Ausreichend (Trick: eine Armlänge abstand)

Ein schlechtes Beispiel

Tabelle 3: Runder Stab

Kraft / N	Auslenkung / mm
2.5 ± 1	0.37 ± 0.01
5 ± 1	0.65 ± 0.01
7.5 ± 1	0.81 ± 0.01
10 ± 1	1.26 ± 0.01
12.5 ± 1	1.645 ± 0.01
15 ± 1	1.885 ± 0.01
17.5 ± 1	2.09 ± 0.01
20 ± 1	2.49 ± 0.01

3.1.3 Auswertung 1

Trägt man diese Messwerte nun auf, ergeben sich folgende Graphen:

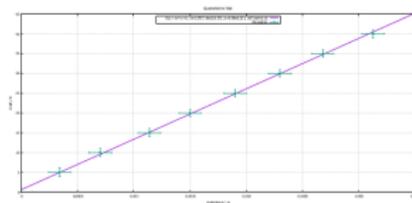


Abbildung 3: Auswertung Quadratischer Stab

noch ein schlechtes Beispiel

Hier lässt sich bei allen drei Graphen ein linearer Zusammenhang erkennen. Dies entspricht dem erwarteten Zusammenhang.

3.1.4 Aufgabe 2

Aus der Aufgetragenen Gerade, soll mithilfe der Steigung das Elastizitätsmodul E berechnet werden. Zudem wird im Folgenden die Fehlerfortpflanzung berücksichtigt.

3.1.5 Auswertung 2

Verwendet man nun folgende Gleichung aus dem Skript $s = \frac{L^3}{48EI} F$
Wobei $\frac{L^3}{48EI} = A$ da in dem Graphen der Kehrwert ist folgt daraus $A = \frac{1}{A}$

$$\Rightarrow E = \frac{L^3}{48A} = \frac{L^3 m}{A}$$

$$I = \frac{1}{12} a^3 b$$

Mit folgenden Werten :
 $L = 0.395 \text{ m} \pm 0.001 \text{ m}$

Für den quadratischen Stab :
 $a = 0.012 \text{ m} \pm 0.00005 \text{ m}$
 $\Rightarrow I = 1.728 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4 \pm 2.3 \cdot 10^{-11} \text{ m}^4$

Für den rechteckigen Stab :
 $a = 0.018 \text{ m} \pm 0.00005 \text{ m}$
 $b = 0.006 \text{ m} \pm 0.00005 \text{ m}$
 $\Rightarrow I = 2.916 \cdot 10^{-9} \text{ m}^4 \pm 5.5 \cdot 10^{-12} \text{ m}^4$

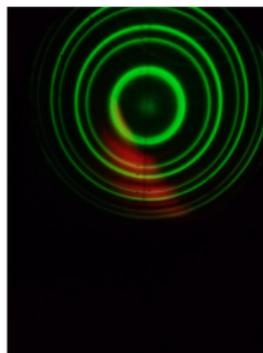
Berechne nun E mittels der Oben umgestellten Formel

1. Elastizitätsmodul des Quadratischen Stabes
Steigung $m = 12757.19 \pm 126.371$ abgelesen im Plot
 $E = 1.517 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \pm 2.8 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$
2. Elastizitätsmodul des rechteckigen Stabes
Steigung $m = 16292.32 \pm 283.689$ abgelesen im Plot
 $E = 1.148 \cdot 10^{11} \frac{\text{N}}{\text{m}^2} \pm 2.2 \cdot 10^9 \frac{\text{N}}{\text{m}^2}$

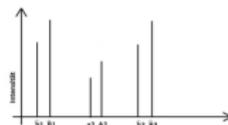
3.1.6 Aufgabe 3

Für den Runden Stab soll aus der Steigung der Geraden mit dem mittleren E aus Aufgabe 2 das Flächenträgheitsmoment bestimmt werden und mit dem theoretisch Berechneten Wert verglichen werden. Auch hier wird die Fehlerfort-

Besseres Beispiel



(a) Beobachtetes Beugungsmuster



(b) Termschema der Intensitätsverteilung

Fig. 15: Messung der HFS für einen Spiegelabstand des FPIs von $4,66 \pm 0,4$ mm. Dargestellt sind die aufgelösten Beugungsmuster sowie deren Intensitätsverteilung

Eine Aufspaltung ist lediglich in den ersten Ringen deutlich ersichtlich. Wie schon vorher verglichen, nimmt die Aufspaltung der Ringe mit abnehmendem Abstand des FPIs ab, welches an der hierigen Messung drastisch deutlich wird. Die für $\Delta\nu$ berechneten Werte lassen sich Tabelle 4 entnehmen.

Tabelle 4: Berechnete Hyperfeinstruktur- sowie Isotopieaufspaltung der grünen Thalliumlinie für die vierte Messung

Ordnung	Hyp ₁	Hyp ₂	Iso ₁	Iso ₂
1				$5,13 \pm 0,56$
2	$27,00 \pm 2,94$	$24,20 \pm 2,64$	$6,63 \pm 0,72$	$3,84 \pm 0,42$

noch ein besseres Beispiel

Da sich der Gesamtspin \vec{S} zu 0 koppelt, setzt sich der Gesamtdrehimpuls \vec{J} nur aus dem Bahndrehimpuls \vec{L} zusammen

$$\vec{J} = \vec{S} + \vec{L} = \vec{L}.$$

Dies bedeutet, dass auch das magnetische Moment μ_J nur durch den Bahndrehimpuls erzeugt wird und zusammen mit dem Gesamtdrehimpuls \vec{J} um die Feldrichtung des Magnetfeldes \vec{B} präzidiert. Durch diese Präzession um die Feldlinie besitzt das Atom eine zusätzliche Energie

$$E_m = m_j \mu_B B. \quad (2)$$

Hierbei entspricht $m_j = j, j-1, \dots, -j+1, -j$ der Magnetquantenzahl und μ_B dem Bohrschen Magneton welches gegeben ist durch

$$\mu_B = \frac{e\hbar}{2m_e}. \quad (3)$$

Für eine vollständige Herleitung siehe [5] (Seite 185/186)

Allgemeine Information

Ein Protokoll sollte wie ein Text immer logisch gegliedert sein. Bei Versuchsprotokollen ist es wichtig das jede/r der keine Ahnung von dem Versuch hat diesen nur mit Hilfe eures Protokolls nachvollziehen kann! Achtet also darauf das eure Gliederung in sich geschlossen sinnig ist und ein Rundes gesamtbild abgibt. Dazu gibt es meist 2 sinnvolle Möglichkeiten.

Möglichkeit 1

- Einleitung
- Theorie
- Aufbau (Theorie und Aufbau können gewechselt werden)
- Durchführung Teil 1
- Durchführung Teil 2
- Auswertung Teil 1
- Auswertung Teil 2
- Zusammenfassung
- Anhang

Möglichkeit 2

- Einleitung
- Theorie
- Aufbau
- Durchführung 1
- Auswertung 1
- Durchführung 2
- Auswertung 2
- Zusammenfassung
- Anhang

Theorie in a nutshell

In der Theorie sollten nur die wichtigsten physikalischen Zusammenhänge stehen um den Versuch durchzuführen. Zusätzliche Informationen sind zwar ganz nett und eventuell interessant, sorgen aber nicht dafür das ihr in der Bewertung mehr Punkte bekommt. Die maximalpunktzahl bekommt ihr nur für Vollständigkeit und „sinnhaftigkeit“.

Allgemeines

Hier gibt es wie bei der Theorie ebenfalls nicht viel zu erzählen. Die meisten Versuchsbeschreibungen können paraphrasiert werden. Falls es jedoch spezifische Änderungen zur Versuchsbeschreibung gibt sind diese Dringend anzumerken!

Ein Beispiel

3 Aufbau

In diesem Abschnitt wird näher auf den verwendeten Versuchsaufbau eingegangen. Dazu wird der in Abbildung 3 skizzierte Versuchsaufbau verwendet. Als Quelle, der für die Messung der Comptonstreuung relevanten hoch energetischen Strahlung, wird ein ^{137}Cs Präparat verwendet. Dieses weist eine Halbwertszeit von 30 Jahren auf. Es befindet sich etwa 13 cm hinter der Kollimatoröffnung. Die emittierten γ -Photonen der Energie 32 keV, 36 keV sowie 662 keV erzeugen auf dem Detektor, welcher mit Hilfe einer Software ausgewertet wird, charakteristische Peaks. Der Detektor besteht dabei aus einem Szintillatorkristall, einem Photomultiplier sowie der Ausleseelektronik unter anderem bestehend aus einem DAC.

3

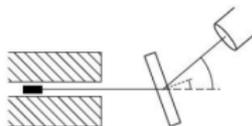


Fig. 3: Schematischer Versuchsaufbau

Der Abstand zwischen der Kollimatoröffnung und dem Target beträgt (17.0 ± 0.3) cm, sowie (39.4 ± 0.3) cm von Target zum Anfang des Detektors. Das Target besteht aus einer 1 cm dicken Aluminiumplatte, welche drehbar gelagert ist. Unter ihr, wie auch unterhalb des Detektors, befindet sich eine Winkelskala zum ablesen des eingestellten Streuwinkels. Weiterhin stehen für diesen Versuchsaufbau verschiedene Blei sowie Aluminiumplatten zur Verfügung, um die Absorption der Materialien zu bestimmen. Auf den sicheren Umgang mit radioaktiven Präparaten wird an dieser Stelle nicht eingegangen, da davon auszugehen ist, dass zum einen

Das Wichtigste im Protokoll

Das absolut wichtigste in eurem Protokoll ist die Durchführung und Auswertung. Alleine mit einer Vernünftigen Durchführung und Auswertung könnt ihr etwa 60% der Punkte im AP und 50% der Punkte im FP bekommen. Folgende Inhalte **müssen** deswegen in *jedem* Protokoll stehen.

Durchführung

- Was wurde Durchgeführt
- Wie wurde es Durchgeführt
- Weicht eure Durchführung von der Versuchsbeschreibung ab?
- Was für Probleme ergaben sich?

Auswertung

- Was wurde gemessen (**Ergebnisse**)?
- Wie sind die Fehler des Aufbaus?
- Wie gut lässt sich eure Messung mit der Theorie vereinbaren (**Plot/Fit**)?
- Was für Informationen über eure Durchführung/ den Aufbau kann man aus eurer Messung ziehen (**Interpretation**)?

Einleitung & Zusammenfassung

Die meisten Tutoren lesen sich zuerst diese beiden Kapitel durch (Im FP dann zuerst den Abstract). Sie bilden also, abgesehen von der Darstellung, den ersten Eindruck eures Protokolls. Es gibt wie im Vorherigen Kapitel auch hier einige wichtige Dinge die Beachtet werden sollten um keinen Negativen Eindruck zu machen.

Einleitung

In der Einleitung sollte der Folgende Inhalt grob beschrieben werden. Auch eine „historische Einführung“ ist in Maßen okay. Der wissenschaftliche Aspekt sollte also im Vordergrund stehen. Achtet darauf das der Umfang im AP eine halbe Seite nicht übersteigt. Im FP kann dies bis etwa eine Seite lang sein.

Zusammenfassung

Die Zusammenfassung soll nochmal eure wichtigsten Ergebnisse präsentieren und einen vergleichenden Blick auf das Experiment stehen. Probleme mit dem Aufbau sowie verbesserungsvorschläge für ein besseres Ergebnis gehören in die Zusammenfassung. Wenn mal etwas nicht funktioniert hat liegt es manchmal am Aufbau das wissen auch die Tutoren. Versucht dennoch insbesondere an der Art und Weise des Experimentierens zu Argumentieren, da dies zeigt wie viel ihr wirklich gelernt habt. PS: „Länger Messen“ ist im AP eher selten eine Maßnahme die Funktioniert, denn wie bei Computern sitzt das Problem meist vor dem Aufbau.

Wichtige Infos

- Benutzt kein „wir“ oder „uns“. Schreibt im passiv.
- Achtet auf wissenschaftliches schreiben, d.h keine Wertung in den Text z.B: „Das ist ein tolles Ergebnis“ sondern eher: „Das Ergebnis stimmt mit der theoretischen Erwartung überein“
- **Jeder** Messwert hat einen Fehler der immer angegeben werden muss.
- Wissenschaftliche Präzision ist das wichtigste in euren Protokollen
- Macht die Sachen nicht mit halber Anstrengung ihr werdet das hier erlernte brauchen.

Zu guter letzt

Am Ende ist es an euch das im Praktikum erlernte umzusetzen. Wenn ihr in der Physik eure Thesis schreibt braucht ihr die nötigen Skills die ihr während der Praktika erlernt. Versuch außerdem die Kritik der Tutoren umzusetzen, sie haben alle Versuche schon gemacht und wesentlich mehr Erfahrung als ihr, aber habt keine Angst eure Meinung auch mal zu einer Bewertung zu Sagen. Und das Wichtigste: Stellt Fragen, wenn ihr Probleme habt. Die meisten Tutoren sitzen den ganzen Tag hier und beantworten lieber mal ne halbe Stunde eure Fragen anstatt ein Protokoll im zweifelsfall 2 mal zu korrigieren.