

Empfehlungen für die Abfassung der Protokolle im Projektlabor

Das Protokoll ist ein wichtiger Bestandteil eines physikalischen Praktikums. Es soll die Ergebnisse des Versuchs darstellen und so abgefaßt sein, daß andere Physikstudenten den Versuch nachvollziehen können. Eine klare Gliederung, prägnante Formulierungen, übersichtliche Prinzipskizzen und zweckmäßig gewählte graphische Darstellungen sind wesentliche Elemente des Protokolls. Langatmige Ausführungen sind in der Regel unnötig; statt ganze Passagen aus Lehrbüchern zu übernehmen, genügen Literaturhinweise. Vielmehr sollen insbesondere die eigenen Überlegungen und die erzielten Versuchsergebnisse klar dargestellt und letztere interpretiert werden.

Teile des Protokolls können und sollen bereits während der Versuchsplanung und -durchführung erstellt werden; das betrifft sowohl die theoretischen Vorüberlegungen und den Versuchsablauf als auch eine erste Auswertung der Meßergebnisse. Insbesondere die sofortige Auswertung hilft zu verhindern, daß das Notieren wichtiger Größen vergessen wird. Die unmittelbare graphische Darstellung gewonnener Meßdaten ist viel aussagekräftiger als es Zahlenkolonnen allein sein können. Genauere Ausarbeitungen und Auswertungen werden oft der Nacharbeit außerhalb der Praktikumszeit vorbehalten bleiben. Das endgültige Protokoll soll in der Regel vor dem nächsten, spätestens aber vor dem übernächsten Experimentaltermin vorliegen.

Im folgenden werden einige Hinweise zur Konkretisierung dieser allgemeinen Überlegungen gegeben.

1 Allgemeines

Jedes Protokoll sollte eine 'Visitenkarte' für die geleistete Arbeit sein!

Äußere Form

- sauberes Schrift- und Seitenbild, Rückseiten nicht beschreiben
- Kopierfähigkeit
- Heft- und Korrekturrand

Was unbedingt dazugehört

- Titelblatt mit Versuchsthema, Datum und Angaben zur Projektgruppe
- Inhaltsverzeichnis
- Seitenzahlen
- vollständige Beschriftung von Graphiken (Achsenkalibrierung!) und Skizzen
- Konsistenz der verwendeten Formelzeichen

- Geräteliste
- Literaturhinweise

2 Protokollstruktur

Die hier vorgeschlagene Strukturierung orientiert sich an der Darstellung, wie sie bei wissenschaftlichen Veröffentlichungen üblich ist. Alle Abschnitte sind so zu gestalten, daß sie möglichst kurz sind, aber in sich verständlich. Zur Verständlichkeit trägt bei, prinzipielle Effekte, Aufbau-, Durchführungs- und Auswertungsideen an den Anfang zu setzen, danach die Einzelheiten dazu zu erläutern.

Abstract

Das Abstract faßt den Inhalt des Protokolls zusammen und ist nur wenige Sätze lang. Es enthält eine kurze Darstellung des *Versuchsziels* und der *Meßmethode* sowie eine kurze Zusammenfassung des Versuchs mit *Versuchsergebnis*.

Inhaltsverzeichnis

Der Inhalt des Protokolls ist durch *aussagekräftige* Überschriften und Zwischenüberschriften zu gliedern.

Einleitung

Die Einleitung ordnet den Versuch in einen allgemeineren Kontext ein. Sie soll auch die Motivation zu dem Versuch wiedergeben. Dabei kann man von der historischen Bedeutung des Versuchs, der Einordnung in das Versuchsprogramm der Projektgruppe oder ähnlichem ausgehen.

Theorieteil

Der Theorieteil sollte eine *kurze* Darstellung der für den Versuch wichtigen *physikalischen Prinzipien* beinhalten, diese sollten gegebenenfalls durch eine *Prinzipiskizze* illustriert werden. Zudem sollte man auf Literatur verweisen, in der die Theorie ausführlicher besprochen wird. Außerdem sollten die *Zusammenhänge*, die zur *Bestimmung des Versuchsergebnisses* aus den Meßgrößen erforderlich sind, ausgearbeitet werden.

Aufbau

Durch die Beschreibung des Aufbaus sollten andere Physikstudenten in die Lage versetzt werden, den Versuch nachzubauen. Bei der Beschreibung sollte man darauf achten, daß man zuerst das *Meßprinzip* erläutert, bevor man in Details geht. Die Abbildungen sollten möglichst präzise sein, durch sie läßt sich vieles besser darstellen als

durch langatmige Texte. Bei den Darstellungen sollte man sich die dafür üblichen Konventionen aneignen, z. B.:

- Mechanik
Abstände eintragen; welches sind die wichtigen Größen?
Bezeichnungen mit Zahlenangaben
- Optik
Strahlengang, Hauptebenen, Brennpunkte, Abbildungsebenen
- elektrische Schaltungen
Vollständige Schaltungen, Schaltsymbole!, Erdungszeichen bei Schaltungen mit Oszi oder Funktionsgenerator (dies hilft Erdschleifen zu vermeiden)

Bei erstmaliger Verwendung von *besonderen Geräten* (Oszilloskop, Spektrometer, Photomultiplier, MultiChannelAnalyser etc.) sollte man deren Funktionsweise erklären.

Zum Aufbau gehört eine *Liste der verwendeten Geräte* und Bauteile. Dabei sollte man sowohl die genaue Gerätebezeichnung als auch die PL-Nummer angeben.

Durchführung

Die einzelnen *Schritte der Versuchsdurchführung* sollten beschrieben werden. Wie wurden *Kalibriermessungen* und *Justierarbeiten* durchgeführt? Dies dient ebenfalls zur Wiederholung des Versuchs durch andere Studenten; aber auch, um eventuelle systematische Fehler in der Vorgehensweise einschätzen zu können. Die gewonnenen *Meßdaten inklusive Fehler* ('Rohdaten') sowie *Besonderheiten* und *unerwartete Effekte* sind zu protokollieren.

Auswertung

Zunächst sollte das *Verfahren der Auswertung* beschrieben werden, das heißt auf welche Art und Weise aus den Rohdaten die zu bestimmende Größe oder der zu verifizierende Zusammenhang gewonnen werden soll. Die *einzelnen Schritte*, die dazu erforderlich sind, sind zu beschreiben. Der funktionale Zusammenhang zwischen Rohdaten und gesuchter Größe sollte aus dem Theorieteil bekannt sein. Für die Auswertung sind häufig Mittelwertbildung, gewichtetes Mittel, *Geradenregression* etc. von Bedeutung; in der Regel ist letztere den vorgenannten Verfahren vorzuziehen. Von Bedeutung ist neben der Präsentation der Ergebnisse in Tabellenform deren *graphische Darstellung* inklusive *Fehlerbalken*.

Wichtiger Bestandteil der Auswertung ist die *Fehlerrechnung*. Dabei sollte man folgende Fragen stellen: Welche Fehler sind durch statistische Verfahren zu bestimmen? Welche Fehler können nur abgeschätzt werden? Wie pflanzen sich diese Fehler fort? Welche systematischen Fehler liegen vor? Auf Einzelrechnungen sollte man dabei nicht zu detailliert eingehen, vielmehr ist zu erläutern, in welchen Schritten die Fehlerrechnung durchgeführt wurde. Die Ergebnisse sind auf jeden Fall sinnvoll zu *run-*
den!

Zusammenfassung und Diskussion

Zum Abschluß sollte man das *Versuchsziel* wiederholen und die qualitativen und quantitativen *Versuchsergebnisse* diesem gegenüberstellen. Die Ergebnisse sind mit *Literaturwerten* -in der Regel quantitativ- zu vergleichen. Die Versuchsergebnisse sollten einer *kritischen Diskussion* unterzogen werden. Die folgenden Fragen bieten dazu Ansatzpunkte: War die Zielsetzung sinnvoll? Wurde das Versuchsziel erreicht? Waren die Meßmethoden geeignet? Welche Verbesserungen werden vorgeschlagen? Wird die Themenstellung im folgenden Versuch weiterbehandelt?

Literaturverzeichnis

Entsprechend den Literaturhinweisen im Text sollte am Ende ein Literaturverzeichnis in der Form

Ch. Gerthsen, H. Vogel, *Physik*, Springer-Verlag 1993, 17. Auflage, S. 508ff

stehen. Neben Lehrbüchern, Monographien und Zeitschriften sind auch sonstige verwendete Quellen, wie etwa Protokolle anderer Projektgruppen und Internetseiten, im Literaturverzeichnis aufzuführen.