

Staatliche Studienakademie Riesa

Studiengang Labor- und Verfahrenstechnik
Studienrichtungen Biotechnologie, Umwelt- und Strahlentechnik



**Gestaltung
von
Laborausarbeitungen**

**Dipl.-Ing. (BA) J. Graichen
Dipl.-Ing. (BA) I. Wehner**

Stand: 13.11.2014

Inhalt

	Seite
0	Einleitung.....1
1	Allgemeines zur Form.....1
2	Anfertigung.....2
3	Bestandteile einer Laborausarbeitung.....3
4	Zitierte Normen / Literatur.....5
Anlagen	A - Muster des Titelblatts (Deckblatts).....6
	B - Inhalt einer Laborausarbeitung.....7
	C – Beispiel: Gliederung.....12
	D – Beispiel: Anhangsverzeichnis.....13

0 Einleitung

Diese Anleitung zur Gestaltung von Laborausarbeitungen soll Sie beim Erstellen eines wissenschaftlichen Protokolls unterstützen. Die folgenden Abschnitte werden Ihnen grundsätzliche Regeln vermitteln, die auch später beim Verfassen von Bachelorarbeiten bzw. wissenschaftlichen Veröffentlichungen (englisch: paper) Anwendung finden werden. Im Anhang A finden Sie Angaben zur Gestaltung des Titelblatts (auch: Deckblatt) einer Laborausarbeitung (auch: Protokoll) an der Staatlichen Studienakademie Riesa. Der Anhang B erläutert den Inhalt und die Struktur des Hauptteils einer wissenschaftlichen Arbeit, dem Textteil.

1 Allgemeines zur Form

Folgende Vorgaben dienen der Übersichtlichkeit, besseren Lesbarkeit sowie der korrekten wissenschaftlichen Dokumentation für spätere Diplom- bzw. Bachelorarbeiten und Veröffentlichungen:

1.1 Stil

- Schriftart: Arial (vor allem für Formeln zweckmäßig)
- Schriftgröße des Fließtextes: 12
- Zeilenabstand des Fließtextes: 1,5
- Blocksatz im Fließtext
- Seitennummerierung (Paginierung) ab der ersten Seite der Einleitung, Titelblatt ohne Seitenzahl, Inhalts- und andere Verzeichnisse sowie alles Weitere, was der Einleitung vorangeht, werden mit römischen Ziffern nummeriert
- Einheitliches Layout für Gruppenprotokolle beim Zusammenfügen verschiedener Textteile beachten

- Lateinische Begriffe (z.B.: Organismenbezeichnungen) sind *kursiv* hervorzuheben

1.2 Sprache

- Sollte universitärem Niveau genügen (korrekte Verwendung von Fachbegriffen)
- Einheitliche Zeitform (z.B.: Präteritum)
- Passive Formulierung ohne Verwendung von Personal- oder Indefinitpronomen („man“)
- Kurze aussagekräftige Sätze (Qualität – nicht Quantität), auf unnötige Füllwörter verzichten
- Wertungen wie „leider“ u.ä. sind in der wissenschaftlichen Sprache inakzeptabel
- Präzise Sprache, sachgerechte Formulierung: „mehr“ oder „weniger“ ist nicht präzise
→ Wert angeben!

2 Anfertigung

Zusätzlich zu den allgemeinen Hinweisen zur Form einer wissenschaftlichen Arbeit folgen an dieser Stelle Hinweise zur Gliederung sowie zu Abbildungen, Tabellen, Formeln, Zeichen, Einheiten und zum Einband.

2.1 Gliederung [in Anlehnung an DIN 1421]

- Gliederung des Textes zur Übersichtlichkeit in **Abschnitte**
- Abschnitte erhalten arabische Zählnummern
- Abschnitte der ersten Stufe können in weitere Abschnitte unterteilt und müssen entsprechend benummert werden; die Abschnittsunterteilung endet in der *dritten* Stufe (Übersichtlichkeit!)
- In einer Abschnittsnummer ist nur zwischen zwei Stufen ein Punkt
- Für eine zusätzliche Unterteilung dürfen **Absätze** verwendet werden, Kennzeichnung mit arabischen Zählnummern in Klammern oder mit nachfolgendem Bindestrich (z.B.: (1) xxxx oder: 1 – xxxxx)
- Ein Absatz kann wiederum in **Aufzählungen** untergliedert werden, die wahlweise mit Ordnungszahlen (1., 2., 3., usw.), Buchstaben mit Klammer (z.B.: a), b), c), usw.), oder mit Bindestrich (Aufzählungszeichen) zu kennzeichnen sind
- Auf sich wiederholende Textteile soll nur verwiesen werden, der Hinweis beginnt mit „siehe“, darauf folgen „Abschnitt“(„Abschn.“), „Absatz“ („Abs.“) und „Aufzählung“ (Aufz.“)

Bsp.: „siehe Abschnitt 3.2.5 Absatz 1 Aufzählung b“ (bzw. entsprechende Kurzform)

2.2 Abbildungen und Tabellen

- sind durchgehend zu nummerieren, mit einer Bildunter- bzw. Tabellenüberschrift und Legenden zu versehen
- müssen auch ohne begleitenden Text zu verstehen sein
- sollen möglichst in der Nähe der Textstelle stehen, in der sie erstmals erwähnt wurden
- auf alle verwendeten Abbildungen und Tabellen ist im Text **IMMER** Bezug zu nehmen
- im Text nicht zitierte Abbildungen und Tabellen können, falls sie zur Ergänzung wichtig sind, in den Anhang aufgenommen werden

2.3 Formeln, Zeichen und Einheiten

- für Formeln geeigneten Editor verwenden
- jede Formel im Allgemeinen mit Leerzeichen vom Fließtext absetzen
- bei Verwendung im Fließtext, Formeln *kursiv* formatieren
- zwischen Messwert und Einheit ein ggf. geschütztes Leerzeichen einfügen
- jede Formel benummern, um im Text darauf Bezug nehmen zu können

2.4 Einband

- Abgabe in gehefteter Form möglichst im Hefter oder mit Heftstreifen („Aktendulli“)
- Ungeeignet sind: Klemmhefter, Prospekthüllen sowie Heft- und Büroklammern

3 Bestandteile einer Laborausarbeitung

Bitte Reihenfolge beachten!

3.1 Titelblatt / Deckblatt

- Nur ein Titelblatt pro Protokoll, Teilversuche eines Termins erhalten kein separates Titelblatt
- Gestaltung siehe Anlage A (gestrichelte Linien müssen entsprechend ersetzt werden)

3.2 Inhaltsverzeichnis

- Nach DIN 1422 Teil 1 Abschnitt 5.4 ist folgende Reihenfolge der Anordnung einzuhalten:
Auf die entsprechende Abschnittsnummer folgt die Abschnittsüberschrift und der Hinweis auf die Stelle in der Arbeit (z.B. Seitenzahl)
- Eine zu starke Untergliederung ist zu vermeiden (nur Abschnitte – 3. Stufe!)

- Seitennummerierung mit römischen Ziffern beachten!
- Alle folgenden Verzeichnisse sind im Inhaltsverzeichnis aufzuführen (siehe Anlage C)

3.3 Verzeichnisse von Abbildungen und Tabellen

- Je ein eigenes Verzeichnis ab einer Anzahl von 5 Bildern bzw. Tabellen mit Angabe der Seitenzahlen

3.4 Verzeichnisse von Abkürzungen, Begriffen und Definitionen

- Vor allem bei häufiger Verwendung von Abkürzungen ab einer Anzahl von 5
- Ausgenommen sind gängige Abkürzungen, wie sie im Duden zu finden sind (Bsp.: ca.) sowie SI-Einheiten (internationales Einheitensystem)
- Alphabetische Ordnung, wobei Zahlen den Buchstaben vorangehen
- Abkürzungen sind unabhängig von einem Verzeichnis bei der ersten Verwendung im Text zu erläutern; z.B: Polyacrylamidgelelektrophorese (PAGE)

3.5 Textteil

- Inhalt siehe Anlage B
- Gliederung in:
Einleitung, Material und Methoden, Ergebnisse, Diskussion, Zusammenfassung
- Beispielgliederung für einen Versuch mit mehreren Teilversuchen siehe Anlage C

3.6 Literaturverzeichnis

- Bei mehreren Titeln sind diese alphabetisch zu ordnen
- Nach dem Zitat (unabhängig davon, ob es sich um Textteile oder Graphiken handelt) ist dieses mit einer sog. Einordnungsformel (EF) zu kennzeichnen
- In kurzen naturwiss. Arbeiten (wie z.B. Laborausarbeitungen) können in eckige Klammern gesetzte Zahlen als EF genutzt werden, ansonsten besteht die EF aus Hauptautor/en und Jahr in eckigen Klammern (Bsp.: [1] oder [Skoog / Leary 1996])
- Sollte es mehr als zwei gleichrangige Autoren geben, so ist nur der erste Autor zu nennen und mit „et al.“ auf weitere Autoren hinzuweisen
- Im Literaturverzeichnis werden den EF dann Autor, Titel, Auflage, Ort, Verlag und Jahr zugeordnet

Beispiel.:

- 1 SKOOG, Douglas A. ; LEARY, James J.: *Instrumentelle Analytik. Grundlagen – Geräte – Anwendungen*. Berlin. Heidelberg : Springer-Verlag, 1996

oder

Skoog / Leary 1996 SKOOG, Douglas A. ; LEARY, James J.: *Instrumentelle Analytik. Grundlagen – Geräte – Anwendungen*. Berlin. Heidelberg : Springer-Verlag, 1996

- Siehe auch DIN 1505 Teil 3

3.7 Anhänge

- Dienen der Übersichtlichkeit des Hauptteils
- Jeder Anhang beginnt auf einer neuen Seite und wird durch einen Großbuchstaben gekennzeichnet
- Zusätzlich zur fortlaufenden Seitenzählung der Arbeit werden die Seiten der Anhänge mit der Anhangsbezeichnung versehen
- Abbildungen und Tabellen innerhalb der Anhänge werden neu gezählt und zusätzlich mit den Großbuchstaben der entsprechenden Anhänge versehen
- Vor dem Anhang ist ein separates Anhangsverzeichnis mit zugeordneten Seitenzahlen einzufügen (siehe Anlage D)

4 Zitierte Normen / Literatur

DIN 1421	Gliederung und Benummerung in Texten
DIN 1422 Teil 1:	Veröffentlichungen aus Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Verwaltung (Gestaltung von Manuskripten und Typoskripten)
DIN 1422 Teil 4:	Veröffentlichungen aus Wissenschaft, Technik, Wirtschaft und Verwaltung (Gestaltung von Forschungsberichten)
DIN 1505 Teil 3:	Titelangaben von Dokumenten (Literaturverzeichnisse)

Weiterführende Literatur zum Thema:

BLIEFERT, C. ; EBEL, H.F.: *Bachelor-, Master- und Doktorarbeit. Anleitung für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs*. 4. Aufl. Weinheim : Wiley-VCH Verlag, 2009

Praktikum zum Modul [Grad:20, fett, zentriert]

(ggf.) **im Modulteil**

an der

Berufsakademie Sachsen

Staatliche Studienakademie Riesa [Grad:12, zentriert]

Studiengang Labor- und Verfahrenstechnik [Grad:14, fett, linksbündig]

Studienrichtung:

.... . Theoriesemester [Grad:12, zentriert]

Thema:

[Grad:12, fett, linksbündig]

.....
[Grad:12, linksbündig, Tabstopps nutzen].....

Kurs:

.....

Gruppe:

.....

Name/n:

(alle Teilnehmer bei Gruppenprotokoll).....

Name/n des/r Praktikumpartner/s:

(nur bei Einzelprotokoll).....

Datum des Versuchs:

.....

Abgabetermin:

.....

Durchführender Betreuer:

.....

Unterschrift der/des Studenten:

.....

Registrierung (*nicht vom Studenten auszufüllen*)

_____ Datum / Unterschrift

Inhalt

		Seite
1	Allgemeines.....	7
2	Gliederung des Textteils.....	8
2.1	Einleitung.....	8
2.2	Material und Methoden.....	8
2.3	Ergebnisse.....	10
2.4	Diskussion.....	10

1 Allgemeines

Protokolle dienen dazu, die durchgeführten Experimente und Berechnungen zu dokumentieren. Die Protokolle, die Sie im Rahmen Ihres Studiums an der Staatlichen Studienakademie Riesa verfassen werden, dienen auch der Übung der Vorgehensweise, die für alle wissenschaftlichen Arbeiten (Diplom-, Bachelorarbeit, Publikationen, Berichte, Gutachten) angewendet wird.

Ziel ist es dem Leser eine Vorstellung davon zu geben, warum und was untersucht wurde, wie die Ergebnisse erzielt wurden und was das Resultat der Untersuchung ist. Das bedeutet, das Protokoll muss verständlich sein und einen roten Faden besitzen. Das Protokoll sollte so geschrieben sein, dass jemand, der nicht am Praktikum teilgenommen hat, den Versuch ausschließlich mit Hilfe dieses Protokolls durchführen kann.

Thomas M. Weiger (Universität Salzburg, Institut für Zoologie) hat eine sehr detaillierte Anleitung verfasst, auf der dieser Anhang teilweise basiert. Zu finden ist diese unter:

[<http://www.uni-salzburg.at/pls/portal/docs/1/417038.PDF>]

Exakt erhobene Daten sind die Grundlage jeder guten Arbeit. **Führen Sie daher sehr sorgfältig Protokoll, während Sie die Untersuchung durchführen, vertrauen Sie nicht auf Ihr Gedächtnis.** Nach kurzer Zeit haben Sie meist Details vergessen. Notieren Sie sich daher auch im Moment scheinbar nicht zentrale Parameter (z.B. Temperatur, pH-Werte der verwendeten Lösungen etc.), wenn Sie ein Experiment durchführen. Nur anhand eines, während der Experimente, penibel geführten Protokolls können Sie später herausfinden, was unter Umständen „schief gelaufen“ sein könnte, wenn die ausgewerteten Daten nicht den Erwartungen entsprechen. Wichtige Hinweise zur Führung eines Laborbuchs geben auch Bliefert und Ebel [BLIEFERT, C. ; EBEL, H.F.: *Bachelor-, Master- und Doktorarbeit.*

Anleitung für den naturwissenschaftlich-technischen Nachwuchs. 4. Aufl. Weinheim : Wiley-VCH Verlag, 2009]

Bei Gruppenarbeit sollten Personen, die nicht unmittelbar mit der Durchführung der Datenerhebung beschäftigt sind, gleichzeitig Protokoll führen.

2 Gliederung des Textteils einer Laborausarbeitung

Jede wissenschaftliche Arbeit besteht mindestens aus den Abschnitten Einleitung (introduction), Material und Methoden (material and methods), Ergebnisse (results), und einer Diskussion (discussion) mit einer Zusammenfassung (summary, abstract) (bei Diplom-/ Bachelorarbeiten ist die Zusammenfassung ggf. mit einem Ausblick sinnvollerweise aus der Diskussion auszugliedern). Es folgt eine Literaturliste (references).

Die Logik hinter diesem System ist einfach:

- Welches Problem, welche Frage wurde studiert? → Einleitung
- Wie wurde die Frage, das Problem bearbeitet? → Material und Methoden
- Welche Resultate wurden erzielt? → Ergebnisse
- Was bedeuten diese Resultate? → Diskussion

Diese Vorgangsweise hilft dem Autor, sein Manuskript (und damit auch seine Gedanken) richtig zu organisieren. Ebenso hilft eine klare Gliederung dem Leser, die Arbeit leichter zu verstehen. Eine Beispielgliederung für einen Versuch mit mehreren Teilversuchen ist in Anlage C zu finden.

2.1 Einleitung

In der Einleitung wird das wissenschaftliche Problem (Fragestellung) definiert, das untersucht wurde. Zeigen Sie auch den Hintergrund der Untersuchung auf. Wenn das Ziel des Praktikums das Erlernen bestimmter Fertigkeiten ist, ist in der Einleitung der theoretische Hintergrund der Methode zu erläutern.

2.2 Material und Methoden

Dieser Abschnitt dient dazu, die kompletten Details der verwendeten Untersuchungsmethoden anzugeben. **Damit sollte es einem anderen Experimentator prinzipiell möglich sein, das Experiment zu wiederholen.** Die Reproduzierbarkeit von Ergebnissen hängt wesentlich von einer sorgfältigen Beschreibung des Versuchsaufbaus sowie der Versuchsdurchführung ab. Geben Sie in diesem Kapitel an, welche Objekte Sie untersuchten, welche Geräte und Hilfsmittel Sie verwendet haben.

a) Geräte

Für die verwendeten Geräten geben Sie nicht nur die Art des Gerätes wie z.B.: „Verstärker“ an, sondern auch das verwendete Modell sowie den Hersteller. Beispiel: Patch clamp Verstärker EPC-7 (List-Medical/Darmstadt). Häufig finden Sie diese Angaben bereits in der Versuchsanleitung. Wenn sie mehrere Geräte zu einem Versuchsaufbau verbunden haben, dann beschreiben Sie diese Verbindungen beziehungsweise Verschaltungen. Sobald ein Rechner zur Datenaufnahme genutzt wird, muss eine Skizzierung des Versuchs mit Hilfe entsprechender Software (nicht handschriftlich!) erfolgen.

b) Chemikalien

Wenn Sie bei Ihren Untersuchungen Chemikalien verwenden, geben Sie diese mit ihrem vollen wissenschaftlichen Namen an. Beispiel: Kaliumchlorid KCl. Wenn Sie in ihrem Experiment Lösungen verwenden, geben Sie auch deren Konzentration an (z.B. 1M HCl).

c) Durchführung

Nach dem WOMIT beschreiben Sie, WAS Sie damit gemacht haben, also die methodische Durchführung Ihrer Experimente. Wie sind Sie konkret vorgegangen, um die Daten zu erheben? Bei Laborexperimenten werden Sie normalerweise (aber nicht immer) den Versuchsablauf chronologisch beschreiben - so wie Sie ihn durchgeführt haben.

d) Datenaufnahme

Lassen Sie den Leser wissen, welche Merkmale (Variablen) Sie an Ihren Untersuchungsobjekten erhoben haben, zum Beispiel: Strom, Spannung, Temperatur, Extinktion, Koloniezahl etc. Definieren Sie die Variablen. Geben Sie hier auch den Stichprobenumfang für jede Beobachtung und die Anzahl der Wiederholungen bei jedem Experiment an.

e) Datenanalyse

Es wird beschrieben, wie die Datenanalyse durchgeführt und die Daten miteinander verglichen wurden. Haben Sie ein Softwarepaket zur Analyse eingesetzt, dann geben sie hier den Namen der Software, die Versionsnummer und den Hersteller an (z.B.: TotalLab Quant 11.3, TotalLab Ltd.).

Anmerkung:

Geben Sie in diesem Abschnitt nur die reinen Tatsachen zur Methodik an. Haben Sie Verbesserungsvorschläge oder gar Grund, die Brauchbarkeit der Methode anzuzweifeln, so ist dies im Abschnitt „Diskussion“ auszuführen.

2.3 Ergebnisse

In diesem Abschnitt sollen sich **keine methodischen Details** befinden. Besonders im Ergebnissteil gilt: Achten Sie auf äußerste Präzision, sowie eine klare und vor allem einfache Darstellung, denn die Ergebnisse sind das, was Sie anderen eigentlich mitteilen wollen.

a) Darstellung der Daten

Im Ergebnissteil werden die Messdaten entweder als Rohdaten oder in einer transformierten Form, sowie dazugehörige Berechnungen und statistische Analysen präsentiert. Das kann in kurzen Sätzen, tabellarisch, grafisch oder kombiniert erfolgen. Umfangreiche Rohdatenlisten beeinträchtigen die Übersichtlichkeit und werden im Anhang platziert. An ihre Stelle treten **Diagramme** und statistische Kennwerte. Zu beachten ist, dass die Werte immer in der richtigen Einheit angegeben werden.

b) Abbildungen und Tabellen

Oft ist es angebracht, die Daten in Form von Graphiken oder Tabellen aufzubereiten bzw. auf Originalabbildungen und Originalaufzeichnungen zu verweisen (siehe Abschnitt 2.2).

c) Berechnungen

Im Ergebnissteil werden auch die Berechnungen aus den Rohdaten eingearbeitet. Hier wird die entsprechende Formel angegeben, nach der die Berechnung durchgeführt wurde.

d) Statistik

Unterziehen Sie Ihre Daten ggf. abschließend einer statistischen Analyse. Nur so können Sie die Signifikanz der Ergebnisse (besteht ein statistisch bedeutsamer Unterschied zwischen Kontrollwert und Versuchswert?) richtig beurteilen.

Eine Diskussion der Resultate ist hier nicht angebracht. Das ist dem nächsten Teil der Arbeit vorbehalten.

2.4 Diskussion

Die Diskussion ist wohl der am schwierigsten zu schreibende Abschnitt. Vielfach zerstören Autoren durch eine mangelhafte Diskussion ihre ganze Arbeit, obwohl die Ergebnisse vielleicht interessant und richtig sind. Eine zu lange Diskussion weist oft darauf hin, dass sich die Autoren nicht ganz sicher sind, was ihre Ergebnisse eigentlich bedeuten. Beziehen Sie sich immer konkret auf Ihre gewonnenen Ergebnisse. Eine zu kurze Diskussion von zwei, drei Sätzen lässt oft den Schluss zu, dass sich die Autoren nicht richtig mit der Materie befasst

haben. Es gilt also auch hier ein ausgewogenes Mittelmaß zu finden. Man sollte immer die Tatsache im Auge behalten: **Die Ergebnisse werden hier diskutiert und nicht noch einmal wiederholt.**

Wie fange ich eine Diskussion an?

Ihr Vorlesungswissen oder die Interpretation des Betreuers wird manchmal einer ersten Orientierung dienen, wo Sie mit der Diskussion beginnen sollen. Von dort ausgehend, werden Sie versuchen sich relevante Literatur zum Thema zu besorgen.

Goldene Regeln, um eine gute Diskussion zu schreiben

- 1) Zeigen Sie, inwieweit Ihre Ergebnisse und Interpretationen mit erwarteten Ergebnissen übereinstimmen oder auch widersprechen. Vergleichen Sie ggf. verschiedene Lösungsvarianten miteinander.
- 2) Zeigen Sie auf, welche Punkte Ihrer Ergebnisse nicht zum bisherigen Kenntnisstand passen. Definieren Sie ungelöste Probleme und diskutieren Sie mögliche Ursachen. Gehen Sie auf Fehlerquellen in ihrer Untersuchung ein und machen Sie Verbesserungsvorschläge. Versuchen Sie nie, Unstimmigkeiten zu vertuschen.
- 3) Versuchen Sie, Prinzipien, Beziehungen zu bereits Bekanntem und Generelles - soweit es aus den Ergebnissen folgt - darzustellen.
- 4) Vergewissern Sie sich, dass Sie die richtigen Schlüsse aus Ihren Untersuchungen ziehen.
- 5) Zeigen Sie auch mögliche theoretische Ansätze, die sich aus Ihrer Arbeit ergeben auf, und beschreiben Sie mögliche praktische Anwendungen oder auch Vor- und Nachteile der gefundenen Lösung, die sich aus ihren Daten ergeben. Welche weiterführenden Untersuchungen müssten sich ggf. anschließen? Kurz gesagt: Geben Sie einen Ausblick.
- 6) Eine kurze kompakte Zusammenfassung am Ende soll noch einmal die wichtigsten Schlüsse beinhalten.

Mit einem Satz: Zeigen Sie in Ihrem Protokoll durch intensive Auseinandersetzung mit den erhobenen Daten und der relevanten Fachliteratur, dass Sie **die Materie studiert und die Bedeutung der Experimente verstanden** haben.

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis	II
Tabellenverzeichnis	III
Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
2 Material und Methoden	2
2.1 Versuch 1	2
2.2 Versuch 2	2
2.3 Versuch 3	3
2.4 Versuch 4	4
3 Ergebnisse	5
3.1 Versuch 1	5
3.2 Versuch 2	7
3.3 Versuch 3	8
3.4 Versuch 4	10
4 Diskussion	11
4.1 Versuch 1	11
4.2 Versuch 2	13
4.3 Versuch 3	15
4.4 Versuch 4	16
5 Literaturverzeichnis	17
6 Anhang	18

I

Seitennummerierung beachten!

Anhangsverzeichnis

	Seite
Anlage A.....	19
Anlage B.....	22
Anlage C.....	23
Anlage D.....	25

18

Seitennummerierung beachten!