

Leitfaden zum wissenschaftlichen Schreiben - Biochemie

Erstellung von Protokollen & wissenschaftlichen Abschlussarbeiten (BSc/MSc Arbeit, Dissertation)

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeines
2. Planungsphase
3. Sprache
4. Länge
5. Gliederung
6. Schrift
7. Textgestaltung
8. Tabellen & Abbildungen
9. Literaturverweise
10. Abschlussarbeiten - Vor der Abgabe im Prüfungsamt
Anhang: Beispiel Deckblatt der Abschlussarbeit

1. Allgemeines

Das Anfertigen wissenschaftlicher Arbeiten ist eine grundlegende Fertigkeit, die Sie im Studium lernen sollen. Wissenschaftliche Experimente müssen exakt protokolliert werden, damit die Experimente und Ergebnisse später und durch andere Personen nachvollzogen werden können. Ziel ist es, das erlangte Wissen anderen Wissenschaftler*Innen auf eine möglichst verständliche Weise zugänglich zu machen.

Die Biochemie der Universität Frankfurt hat keine verbindlichen formalen Vorgaben zum wissenschaftlichen Schreiben - der vorliegende Leitfaden soll Studierenden jedoch eine Orientierungshilfe geben. **Betreuer*Innen haben in der Regel persönliche Präferenzen, wie eine solche Arbeit auszusehen hat und deren Vorgaben sind immer den nachfolgenden Empfehlungen vorzuziehen.** Wenden Sie sich daher an ihren Betreuer*in und erfragen vorab diese Präferenzen.

Üblicherweise wird ein Standardformat verwendet, das sich an wissenschaftlichen Publikationen in Journalen orientiert. Die Arbeit ist nach den Regeln der guten wissenschaftlichen Praxis zu verfassen. Insbesondere sind alle Stellen, Bilder und Zeichnungen, die wörtlich oder sinngemäß aus fremden Texten entnommen wurden, als solche kenntlich zu machen.

Bei einer Bachelor- oder Masterarbeit ist zudem zu berücksichtigen, dass das Ziel nicht primär ist, exzellente Ergebnisse zu bekommen, die direkt publizierbar sind. Vielmehr liegt der Fokus darauf, den wissenschaftlichen Arbeitsablauf und dessen korrekte Dokumentation kennenzulernen. Dementsprechend überwiegen bei der Notengebung eher formale Aspekte vor der Besonderheit der Ergebnisse - zumal auch unerwartete/negative Ergebnisse die Wissenschaft weiterbringen.

Zur besseren Vorbereitung auf eine Abschlussarbeit ist es empfehlenswert, sich bereits während des Studiums über „Wissenschaftliches Schreiben“ zu informieren, z.B. durch angebotene Seminare (z.B. <https://www.starkerstart.uni-frankfurt.de/67284874/Startseite>; [https://www.starkerstart.uni-frankfurt.de/100074566/Abschlussarbeiten schreiben](https://www.starkerstart.uni-frankfurt.de/100074566/Abschlussarbeiten_schreiben)) und aktuelle Ratgeber zum Thema.

2. Planungsphase (bei Abschlussarbeiten)

Erfahrungsgemäß bedarf das Verfassen einer Abschlussarbeit viel Zeit und Aufmerksamkeit – zumeist mehr als gedacht. Planen Sie also ausreichend Zeit ein, gerade der finale Aufwand für die endgültige Formatierung wird häufig unterschätzt. Häufig ist es auch ratsam, bereits während der praktischen Arbeit mit der schriftlichen Abschlussarbeit zu beginnen.

Ein Plan könnte wie folgt aussehen:

- gründliche Literaturrecherche (suchen, lesen, verwalten) zum Thema der Arbeit
- Aufbereitung/Auswertung der eigenen Daten
- Erstellen von Grafiken
- Ausformulierung der einzelnen Kapitel (oft ist es hilfreich, mit einem eher einfach zu verfassenden Kapitel wie „Material und Methoden“ zu starten, um in den Schreibprozess hinein zu kommen)
- Überarbeitung & Formatierung des Textes
- Korrektur lesen durch Kommilitonen/Freunde & Betreuer*Innen
- Endkorrektur

3. Sprache

Der Text kann in deutscher oder englischer Sprache verfasst werden. Da Sie als Wissenschaftler*in sehr oft Texte in Englisch verfassen werden, empfehlen wir zu Übungszwecken Englisch. Wird eine Abschlussarbeit in englischer Sprache verfasst, muss eine deutsche Zusammenfassung Teil der Arbeit sein.

4. Länge

	umfasst in der Regel	überschreitet in der Regel nicht
schriftliche Bachelorarbeit	ca. 50 Seiten	60 Seiten
schriftliche Masterarbeit	ca. 70 Seiten	90 Seiten
Dissertation	ca. 150 Seiten	300 Seiten

5. Gliederung

Protokolle sowie Abschlussarbeiten enthalten alle wichtigen Grundelemente einer wissenschaftlichen Arbeit und sollten sich grundsätzlich an Publikationen in einer fachbezogenen wissenschaftlichen Zeitschrift orientieren. Der Text sollte klar, sachlich, verständlich und eindeutig formuliert sein, dabei so kurz wie möglich aber so ausführlich wie nötig, um alle relevanten Informationen zu protokollieren. Wichtig sind Übersichtlichkeit und ein logischer Aufbau. Der Gesamttext sollte aufeinander aufbauen, also einen „roten Faden“ erkennen lassen.

Der Text sollte sich in die folgenden Abschnitte gliedern:

- **Deckblatt** (Titel der Arbeit, Name, E-Mail-Adresse, evtl. Name der Lehrveranstaltung, Betreuer*In, Datum, evtl. Logo der Goethe-Universität; Bsp. s. letzte Seite)
- **Formblatt mit Gutachtern**
- **Inhaltsverzeichnis** (inkl. Seitenzahlen; Seitennummerierung erfolgt üblicherweise erst ab der Zusammenfassung; es kann hilfreich sein die Gliederungsfunktion des

Textverarbeitungsprogrammes zu nutzen, da dann Änderungen im Text automatisch übernommen werden)

- evtl. **Abbildungs- und Tabellenverzeichnis**
- evtl. **Abkürzungsverzeichnis**
- **Zusammenfassung** (1-2 Seiten; knappe Orientierung zum Thema: aktueller Forschungsstand, Ziel(e) der Arbeit, verwendete Methode(n), relevanteste Ergebnisse, relevanteste Schlussfolgerung(en); Beachten Sie: Neben dem Titel ist die Zusammenfassung der am häufigsten gelesene Teil einer Abschlussarbeit und ein relevantes Entscheidungskriterium, ob die Arbeit genauer gelesen wird. Es ist also ein zentraler Teil, um für ihre Arbeit zu werben.); in der Zusammenfassung keine Abkürzungen und Referenzen verwenden
- **Einleitung** (Einführung in die behandelte Thematik, so dass auch fachfremde Personen folgen können; aktueller Stand der Forschung (Verweis auf relevante Publikationen); der letzte Absatz sollte die Fragestellung bzw. die Zielsetzung der Untersuchung darstellen; Warum besitzt das behandelte Thema wissenschaftliche Relevanz?)
- **Material & Methoden** (Die Beschreibung der verwandten Methoden, spezieller Geräte (inkl. Typenbezeichnung, Hersteller, Land des Unternehmenssitzes), Materialien, Substanzen und Lösungen sollte so detailliert sein, dass die Reproduktion durch Dritte möglich ist (hierunter fällt jedoch keine Standard-Laboraausstattung wie Kühlschränke, Pipetten etc.). Bei sehr umfangreichen Auflistungen empfiehlt sich eine tabellarische Übersicht. Am Ende des Kapitels sollten Angaben zur Rohdatenaufbereitung, Auswertung und statistischen Analyse der Daten (z.B. angewendete statistische Tests, Signifikanzniveau, Programme) beschrieben werden.)
- **Ergebnisse** (Dokumentation der Ergebnisse und statistische Auswertung in einer sinnvollen Reihenfolge (nicht nach chronologischem Vorgehen im Labor). Die Ergebnisse sollten möglichst kompakt beschrieben werden, die Interpretation der Daten erfolgt jedoch erst in der Diskussion. Die Daten sollten möglichst in Form von Grafiken zusammengefasst werden (z.B. Mittelwerte, S.E.M., statistischer Vergleich). Im Text sollte man sich auf die zur Beantwortung der Hypothesen relevanten Werte beschränken und nicht alle Werte noch einmal wiederholen. Generell müssen alle Ergebnisse mitgeteilt werden, auch wenn diese nicht den Hypothesen entsprechen. Sind Ergebnisse von untergeordneter Bedeutung und tragen nicht zum Verständnis bei, können diese in den Anhang verschoben werden. Werden Versuchsergebnisse aufgrund von methodischen Fehlern oder statistischen Bedingungen (z.B. zu geringe Stichprobengröße) nicht berücksichtigt, so ist das im Text zu erläutern.
- **Diskussion** (Diskussion der Ergebnisse im Kontext der Fragestellung und der aktuellen Literatur; die Literaturlage darf dabei nicht einseitig dargestellt werden; oft ist es sinnvoll, in der Reihenfolge zu diskutieren, wie die Versuche im Ergebnisteil auftauchen; Doppelungen mit dem Ergebnisteil vermeiden; Wie lautete die Antwort auf die eingangs formulierte(n) Frage(n)? Entsprechen die Resultate den Erwartungen? Falls nicht, woran könnte das liegen? kritische Auseinandersetzung mit den eigenen Ergebnissen: Grenzen der Untersuchungsmethode und mögliche Fehlerquellen benennen. Die Diskussion sollte mit einer Schlussfolgerung abschließen: Worin besteht der wissenschaftliche Erkenntnisgewinn der Arbeit?)
- evtl. **Ausblick** (Empfehlungen von Fragestellungen für zukünftige Untersuchungen basierend auf den vorliegenden Erkenntnissen)

- evtl. Danksagung (z.B. für technische und intellektuelle Unterstützung an Betreuer*In, Arbeitsgruppe, Familie, Lebenspartner*In, Freunde etc.; Wurde die Abschlussarbeit mit Hilfe von Drittmitteln eines bestimmten Forschungsprogramms erstellt (z.B. DFG), so ist dies ebenfalls zu erwähnen.)
- Literaturverzeichnis (s. 9.)
- evtl. Anhänge
- evtl. eidesstattliche Erklärung: Die Abschlussarbeit muss eine eidesstattliche Erklärung enthalten, dass die Arbeit selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Quellen und Hilfsmittel verfasst wurde (s. www.uni-frankfurt.de/53134524/Eidesstattliche-Versicherung.pdf).

Verwendete Formate sollten in der Arbeit durchgängig einheitlich verwendet werden. Bei der Formatierung ist es sehr hilfreich diverse Funktionen von Word zu nutzen, die Prozesse automatisieren und damit deutlich beschleunigen. Hilfreiche Videos mit den gängigsten Funktionen finden Sie z.B. unter https://www.youtube.com/playlist?list=PLJ8d6dduOfrq1qW3SC_5hfSSj0RDMts3Q.

6. Schrift

In wissenschaftlichen Publikationen haben Journale sehr genaue Vorgaben, die man dem jeweiligen „Guide to authors“ entnehmen kann. In der Biochemie der Uni Frankfurt gibt es keine festgeschriebenen formalen Vorgaben bezüglich Schriftart/-größe, Zeilenabstand und Zitationsstil. Fragen Sie Ihren Betreuer*In nach dessen/deren Präferenzen.

Unverbindliche Empfehlungen:

- Format: DIN A4
- Seitenränder: innen/außen 3 cm, oben/unten 2,5 cm
- Schriftart: Serifen-Schrift (z.B. Times New Roman) wird vorrangig für den Haupttext von Büchern/Zeitschriften genutzt, da in gedruckter Form diese Schriftart oft ermüdungsfreier und einfacher zu lesen ist.
- Schriftgröße: 11 oder 12
- Zeilenabstand: 1,5-fach
- Absatzausrichtung: Blocksatz (mit Silbentrennung)

7. Textgestaltung

- Sätze kurz und prägnant verfassen („Bandwurmsätze“ und unnötige Füllworte vermeiden)
- keine Floskeln, Phrasen oder Labor-Jargon verwenden
- längere Textabschnitte in Unterkapitel mit verständlichen, kurz gefassten Überschriften untergliedern und den Text dadurch logisch strukturieren (zu viele Unterpunkte können jedoch den Lesefluss stören)
- der Text wird in der Vergangenheitsform geschrieben, nur allgemein anerkannte Literaturdaten in der Gegenwartsform beschreiben
- subjektive Einschätzungen und Bewertungen vermeiden und möglichst durch statistische Auswertungen ersetzen (z.B. anstatt „größer“ eher „signifikant erhöht ($p = 0,041$)“)
- achten sie auf eine sinnvolle (d.h. der Messgenauigkeit entsprechende) Angabe von Dezimalstellen

- in deutschen Text vor den Nachkommastellen ein Komma verwenden, in englischen Texten einen Punkt
- chemische Summenformeln, Formelzeichen etc. mit den korrekten Hoch- und Tiefstellungen der Zahlen versehen
- griechische Buchstaben als entsprechende Symbole einfügen und nicht durch Ausschreibungen ersetzen (z.B. „ α “ anstatt „Alpha“)
- lateinische Namen (z.B. von Organismen) und Wörter *kursiv* schreiben
- bei Verwendung von Abkürzungen sollte man diese durchgängig verwenden. Beim erstmaligen Gebrauch wird der Begriff ausgeschrieben und die Abkürzung dahinter in Klammer angegeben. Dies gilt nicht für geläufige Abkürzungen (Maßeinheiten, Zeiteinheiten, chemische Symbole u.ä.). Alle Abkürzungen werden zudem im Abkürzungsverzeichnis alphabetisch gelistet.
- Wert und Maßeinheit durch ein Leerzeichen trennen (im Deutschen auch bei Prozent (%)), jedoch immer in eine Zeile schreiben (durch geschütztes Leerzeichen)
- optional: in der Kopfzeile das jeweilige Kapitel vermerken (über Word-Funktion)

8. Tabellen & Abbildungen

Tabellen und Abbildungen sind ein wichtiger Bestandteil der Arbeit. Ihr Zweck ist es, Inhalte übersichtlicher und anschaulicher darzustellen. Dementsprechend sollte große Sorgfalt auf sie verwendet werden, um hohe Qualität und Übersichtlichkeit zu erreichen.

- auf alle Tabellen/Abbildungen muss im Text Bezug genommen werden (automatisierte Querverweiskfunktion des Textverarbeitungsprogramms benutzen)
- Tabellen/Abbildungen werden jeweils durchgehend nummeriert und im Text über Verweise erwähnt. Anstelle von Sätzen wie „Abbildung 1 zeigt...“ sollte dabei eine erklärende Aussage zu den in der Abbildung gezeigten Daten im Text stehen, gefolgt von dem Verweis auf die Abbildung „(Abb. 1).“
- Tabellen/Abbildungen sollten möglichst „selbsterklärend“ sein, d.h. zusammen mit der Legende sollte ein Verständnis auch ohne Kenntnis des Haupttextes möglich sein (Methode und wichtigste Parameter wie z. B. Temperatur, Enzymkonzentration werden erwähnt oder auf methodische Details einzugehen)
- Tabellen/Abbildungen zusammen mit ihren jeweiligen Legenden in den Text einbinden (nicht gemeinsam an das Ende des Textes stellen); um das Lesen der Arbeit zu erleichtern sollten sie möglichst nahe/dort platziert werden, wo sie im Text erwähnt werden
- gestalten Sie das Design (z.B. Schrifttyp, -größe, Farben) von allen Tabellen/Abbildungen einheitlich

1. Tabellen:

- Legende steht vor der Tabelle
- bei längeren Tabellen kann zwecks Übersichtlichkeit eine optische Trennung eingesetzt werden (z.B. alternierende Hintergrundfarbe der Zeilen)
- sehr umfangreiche Tabellen, die mehrere Seiten einnehmen und den Lesefluss eher stören würden, können in den Anhang verschoben werden

2. Abbildungen:

- Legende steht nach der betreffenden Abbildung

- Grafiken können mit Programmen wie z.B. Origin (kostenlos vom HRZ: <https://www.rz.uni-frankfurt.de/101801113/OriginLab-OriginPro-f%C3%BCr-Studierende>) oder Excel erstellt werden
- Box-Plots oder Violin-Plots sind Balkendiagrammen vorzuziehen
- auf vollständige und verständliche Achsenbeschriftungen achten
- eine Grafik (oder Legende) sollte Angaben zu den n-Zahlen (n=x) und statistischen Vergleichen ($p > 0,05$ n.s.; $p < 0,05$ *; $p < 0,01$ **; $p < 0,001$ ***) beinhalten
- bei Fotos eine Maßstabsskala einfügen

9. Literaturverweise

A. Literaturverzeichnis:

- alle im Text aufgeführten Zitate müssen als Primärquellen im Literaturverzeichnis gelistet werden und *vice versa*
- das Einfügen von Quellenangaben und das Erstellen des Literaturverzeichnisses sollte von Beginn an mit einem entsprechenden Literaturverwaltungsprogramm angefertigt werden – das erspart am Ende viel Arbeit und minimiert das Risiko eine Quellenangabe zu vergessen. Studierenden der GU steht kostenlos Citavi zur Verfügung (läuft jedoch am 30.6.2023 aus; <https://www.ub.uni-frankfurt.de/literaturverwaltung/citavi.html>). Anschließend wird das kostenfreie Literaturverwaltungsprogramm Zotero empfohlen (<https://www.ub.uni-frankfurt.de/literaturverwaltung/zotero.html>). Literaturverwaltungsprogramme bieten vordefinierte Output-Styles an (die sich z.B. an den Vorgaben gängiger Journale orientieren) und ermöglichen auch selbst editierte eigene Styles zu erstellen. Die Referenzliste muss auf Korrektheit überprüft werden, da es manchmal beim Importieren der Referenzen in das Literaturverwaltungsprogramm zu Fehlern kommt.
- Quellenangaben werden meist alphabetisch (Familiennamen des Erstautors) gelistet oder in der Reihenfolge, in der sie im Text auftauchen
- Quellenangaben einheitlich formatieren
- Quellenangaben bestehen üblicherweise aus: Autor(en), Titel der Publikation, Zeitschrift, Jahrgang (Volume), Bandnummer (Issue), Seitenzahl, Jahr der Veröffentlichung (Bsp.: Nagel, G., Brauner, M., Liewald, J. F., Adeishvili, N., Bamberg, E., Gottschalk, A. "Light activation of channelrhodopsin-2 in excitable cells of *Caenorhabditis elegans* triggers rapid behavioral responses," *Curr Biol*, vol. 15, no. 24, pp. 2279–2284, 2005.
- Viele Zeitschriften geben für Artikel zusätzlich einen Digital Object Identifier (DOI) an, einen dauerhaften Nummerncode, unter dem der Artikel online abgerufen werden kann. Den DOI können Sie ebenfalls im Inhaltsverzeichnis angeben, da er das Auffinden des Papers erleichtert.
- im Gegensatz zu Zitaten im Text sollten alle Autoren gelistet werden, nicht nur „*et al.*“
- bei Quellen die ausschließlich im Internet verfügbar sind werden URL und das Abrufdatum gelistet (Bsp.: <https://www.uni-frankfurt.de/49115505/Home> (Abruf am 25.04.2023)), falls vorhanden auch Verfasser und Titel.

B. Zitate im Text:

- Zitate im Text werden üblicherweise nur mit Autor(en) und Jahreszahl der Veröffentlichung angeführt oder durch fortlaufende Nummerierung (auch dies kann man über das Literaturverwaltungsprogramm einstellen und nachträglich noch automatisch für alle Zitate der Arbeit modifizieren)
- bei 2 Verfassern werden die Namen durch „und“ oder „&“ verbunden (z.B. Liewald & Gottschalk 2005). Bei mehr als 2 Autoren wird nur der Erstautor gelistet und die weiteren Autoren durch die Abkürzung „*et al.*“ abgekürzt (lat. für et alii; z.B. Liewald *et al.* 2021).
- wird an einer Stelle auf mehr als eine Publikation verwiesen, sollten diese in chronologischer (nicht alphabetischer) Reihenfolge stehen
- wird mehr als eine Veröffentlichung derselben Autoren in einem Jahr angeführt, können Kleinbuchstaben zur Jahreszahl hinzugefügt werden (z.B. Liewald *et al.* 2005a; Liewald *et al.* 2005b). Entsprechend müssen diese auch im Literaturverzeichnis gelistet werden.
- unveröffentlichte Quellen können im Text gekennzeichnet werden, z.B. mit „persönliche Mitteilung von xxx...“ und werden nicht im Literaturverzeichnis gelistet (Ausnahme: Manuskripte „im Druck/in press“)

10. Abschlussarbeiten - Vor der Abgabe im Prüfungsamt

Zunächst sollte der Text unter Nutzung der Rechtschreib- und Grammatikprüfung des verwendeten Textverarbeitungsprogramms überprüft werden. Es ist zu empfehlen die fertige Arbeit dann in ausgedruckter Form gegenzulesen – überraschend viele Fehler werden beim Lesen am Monitor übersehen. Außerdem empfiehlt es sich, die Arbeit von einer weiteren Person (Freunde, Kommilitonen) Korrektur lesen zu lassen. Schließlich sollte sie vom Betreuer*In gegengelesen werden. Planen Sie insbesondere Letzteres zeitlich ein, damit einerseits der Betreuer*In genügend Zeit zur Durchsicht hat und Sie andererseits anschließend genügend Zeit haben, die Korrekturen noch einzuarbeiten. Generell gilt: **Ausreichend Zeit einplanen!**

Checkliste:

- Rechtschreibung und Interpunktion checken (automatisch über Textprogramm und zusätzlich durch konzentriertes Lesen)
- Ist die Formatierung durchgängig?
- Sind die Seitenangaben im Inhaltsverzeichnis korrekt?
- Sind die Abbildungen korrekt beschriftet?
- Wird im Text auf die korrekte Nummer der Abbildung/Tabelle verwiesen?
- Abgleich der Literaturzitate zwischen Text und Literaturverzeichnis

Alle im Rahmen der Arbeit erfassten relevanten Rohdaten sollten dem/der Betreuer*In zudem zur Verfügung gestellt werden.



[Titel der Arbeit]

Bachelorarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines Bachelor of Science im Studiengang
Biochemie (B. Sc.)

oder

Masterarbeit

zur Erlangung des akademischen Grades eines Master of Science im Studiengang Biochemie
(M. Sc.)

oder

Dissertation

zur Erlangung des Doktorgrades der Naturwissenschaften

vorgelegt von **[Vorname] [Name]**
aus [Geburtsort]

Frankfurt a.M., im [Monat] [Jahr]