

Hinweise zum Verfassen einer wissenschaftlichen Arbeit

Vorbemerkungen: Mit der Abschlussarbeit sollen die Studierenden nachweisen, dass sie in der Lage sind, mit wissenschaftlichen Methoden selbständig konkrete Lösungsstrategien für Probleme des gewählten Tätigkeitsfeldes zu entwickeln. Es wird erwartet, dass die Studierenden das Thema als eigenständiges Projekt verstehen, dass sie in einem zeitlich begrenzten Rahmen selbstständig und eigenverantwortlich organisieren, koordinieren und durchführen. **Während der Bearbeitungszeit bieten wir vielfältige Unterstützung an, die Letztverantwortung für den Verlauf der Arbeit liegt bei den Studierenden.**

Die wichtigsten Handlungsregeln stellen dabei einerseits die geltenden Arbeits- und Gesundheitsschutzbedingungen und andererseits die Grundsätze zur Sicherung guter wissenschaftlicher Praxis dar! Diese sind maßgeblich für alle weiteren Punkte.

Planungsphase

Themenwahl erfolgt in Abstimmung mit den betreuenden Personen / dem Lehrstuhl

Aufgabenstellung ist vom Studierenden anzufertigen

Zeitplan erstellen (sehr wichtig):

- Groben Zeitrahmen für alle Arbeitsschritte definieren (z.B. Gantt-Diagramm)
- Wichtige Abgabefristen und Pufferzeiten berücksichtigen (dabei Verfügbarkeiten der Betreuungspersonen beachten)

Literaturrecherche (**Die relevante Literatur zum Thema muss bekannt und verstanden sein, sie wird für die Planung der Experimente sowie für die Diskussion der Ergebnisse verwendet**):

- Relevante wissenschaftliche Quellen lesen (meist wird ein primärer Satz an Literatur zur Verfügung gestellt)
- Weitere Literatur recherchieren (kontinuierlicher Prozess während der Bearbeitung des Themas)

Festlegung der allgemeinen Aspekte:

- Sprache der Arbeit
- Verwendete Software – frühzeitig einarbeiten (Word oder Latex, Excel oder Origin, Literaturverwaltungsprogramm, ...)
- Zitierstil

Erste Strukturierung der Arbeit:

- Übliche Struktur: Titelblatt, eidesstattliche Erklärung, Aufgabenstellung, Danksagung, Kurzfassung (deutsch), Abstrakt (englisch), Inhaltsverzeichnis, Abbildungsverzeichnis, Tabellenverzeichnis, Abkürzungsverzeichnis, Einleitung, theoretischer Teil, Material und Methoden, Ergebnisse und Diskussion, Zusammenfassung und Ausblick, Quellen- oder Literaturverzeichnis, ggf. Anhang

- Kapitel und Unterkapitel festlegen
- Frühzeitige Planung der Inhalte
- **Aufgrund der festgelegten (knappen) Bearbeitungszeit, solltest Du parallel zur Experimentalphase Kapitel der Abschlussarbeit schreiben (z.B. Einleitung, Material und Methoden)**

Experimentalphase

Die experimentelle Phase einer naturwissenschaftlichen Abschlussarbeit ist entscheidend, um neue Erkenntnisse zu gewinnen, Hypothesen zu überprüfen oder Theorien zu validieren. Ein systematisches Vorgehen in dieser Phase ist unerlässlich, um wissenschaftlich fundierte und reproduzierbare Ergebnisse zu erzielen. Aus der Literaturrecherche und den theoretischen Grundlagen der Arbeit werden Hypothesen abgeleitet, die durch das Experiment überprüft werden sollen. Die Auswahl der experimentellen Methoden muss sorgfältig auf die Fragestellung abgestimmt sein.

Es wird ein detaillierter Versuchsplan erstellt, der die Durchführung der Experimente beschreibt:

- Festlegung der Anzahl und Art der Proben
- Unterscheidung zwischen unabhängigen (zu manipulierenden) und abhängigen (zu messenden) Variablen. (Mess- und Regelungsgrößen)
- Einrichtung von Kontrollversuchen, um valide Vergleiche zu ermöglichen.
- Festlegung der Anzahl der Wiederholungen, um statistisch belastbare Ergebnisse zu erhalten.

Jeder Schritt muss präzise durchgeführt werden, um die Ergebnisse reproduzierbar zu halten. Hierzu gehören:

- Detaillierte Protokollierung der Versuchsschritte.
- Minimierung von äußeren Störfaktoren, z.B. durch konstante Umgebungsbedingungen (z.B. Temperatur).
- Sorgfältige und systematische Messung der abhängigen Variablen. (Messgrößen)
- Aufzeichnung aller Rohdaten, einschließlich eventueller Auffälligkeiten oder Störfaktoren während des Versuchs.
- Handschriftliche Dokumentation im Laborbuch ist Pflicht, digitale Protokollierung ist optional. Das Laborbuch ist Eigentum des Instituts und muss nach Beendigung der Arbeit der betreuenden Person abgegeben werden.

Daten werden mit geeigneten statistischen Methoden ausgewertet. Dies kann einfache deskriptive Statistik (Mittelwert, Standardabweichung) oder komplexere statistische Tests (z.B. t-Test, ANOVA) umfassen.

Vergleich der experimentellen Ergebnisse mit den theoretischen Erwartungen oder den Ergebnissen aus der Literatur während der Bearbeitung.

Interpretation von Abweichungen: Liegt es an methodischen Fehlern, unvorhergesehenen Faktoren oder gibt es einen neuen, relevanten Zusammenhang?

Wichtig ist, dass Experimente reproduzierbar sind. Deshalb sollten ausgewählte Versuche wiederholt werden, um die Verlässlichkeit der Daten zu überprüfen.

Alle Schritte, Beobachtungen und Ergebnisse werden detailliert dokumentiert. Das Protokoll umfasst:

- Beschreibung der Versuchsaufbauten und -abläufe.
- Vollständige und nachvollziehbare Rohdaten.
- Analyse der Daten und Berechnungen.

Tabellen, Diagramme und Grafiken werden erstellt, um die Daten anschaulich zu präsentieren und Trends oder Muster hervorzuheben.

Wichtige Aspekte bei Grafiken:

- Vollständige Achsenbeschriftung mit Einheiten
- Identische Schriftart wie der Rest des Textes
- Geschlossene Graphen
- Kein Rahmen
- Sinnvolle Skalierung
- Keine horizontalen oder vertikalen Linien im Hintergrund
- Beim Vergleich von mehreren Abbildungen: identische Achsenskalierung
- Kein „Verbinden“ von Datenpunkten insbesondere bei Wachstumskurven!
- Legende einfügen, wenn sinnvoll
- Fehlerbalken
- Sinnvolles Colorcoding (auch Symbole sind sinnvoll, nicht zu bunt)
- Aussagekräftige Unterschrift

Die experimentellen Ergebnisse werden mit den in der Literatur gefundenen Ergebnissen verglichen, um den wissenschaftlichen Beitrag der eigenen Arbeit einzuordnen.

Dieses Vorgehen stellt sicher, dass die experimentelle Phase strukturiert und wissenschaftlich fundiert durchgeführt wird, um valide und belastbare Ergebnisse für die Abschlussarbeit zu generieren. **Die Auswertungen müssen zeitnah in der experimentellen Phase erfolgen, da basierend auf den Ergebnissen neue Versuche geplant werden und ggf. systematische Fehler erkannt werden. Alle Methoden und Ergebnisse müssen konsequent hinterfragt und angezweifelt werden.**

Schreibphase

Allgemeine Aspekte

- Kein Wechsel von Schriftarten im Dokument
- Alle Abbildungen und Tabellen werden im Text verankert/zitiert
- Abbildungen haben Unterschriften

- Tabellen haben Überschriften
- Die Beschriftungen von Abbildungen und Tabellen sind prägnant und beinhalten wichtige Versuchsdetails, sodass diese auch alleinstehend (ohne Text) verstanden werden können
- Überschriften sind ebenfalls aussagekräftig und spezifisch
- Formeln sind nummeriert
- In wissenschaftlichen Arbeiten kommen meist drei Zeitformen vor:
 - Der Großteil der Arbeit wird im Präsens (Gegenwartsform) erstellt. Gilt für allgemeine Fakten, beispielsweise im theoretischen Teil. Die vorliegende Arbeit verfolgt das Ziel, die ..., Die Abbildung 3.1 zeigt ...
 - Perfekt bezeichnet eine vergangene Handlung, die jedoch einen direkten Bezug zur Gegenwart hat. Der durchgeführte Versuch hat gezeigt, dass ...
 - Das Präteritum bezeichnet die Vergangenheitsform und wird dann verwendet, wenn auf etwas ausdrücklich in der Vergangenheit stattgefundenen Bezug genommen wird. Der Autor X bezeichnete diesen Zusammenhang zu seiner Zeit als ... (Achtung die Publikation zeigt (Präsens)), der Methodenteil ist meist im Präteritum geschrieben.
 - Siehe weitere Beispiele bei <https://www.bachelorprint.de/wissenschaftliches-schreiben/wissenschaftliche-arbeit-zeitform/>
- Alle Quellen sind korrekt zitiert
- Abbildungen haben eine gute Qualität und adäquate Größe
- Arbeit würde gründlich auf Rechtschreibfehler und Grammatik geprüft (Kommilitonen*innen und/oder Softwaretools)
- Stilistisch einheitliche und klare wissenschaftliche Sprache verwenden (KISS-Regel – Keep it simple sweetheart)
- Seitenzahlen
- Verweise in den Kapiteln erleichtern das Lesen der Arbeit (basierend auf den Ergebnissen im Abschnitt x wurde ..., es wurde der Zellaufschluss nach x eingesetzt)
- Schriftgröße, Zeilenabstand, Randabstände sind einheitlich
- SI-Einheiten verwenden
- Nachkommastellen sinnvoll wählen

Titelblatt

Siehe Vorgaben des KIT

Eidesstattliche Erklärung

Siehe Vorgaben des KIT

Aufgabenstellung

Kurzfassung (deutsch)

Auf max. einer Seite wird der Inhalt der gesamten Arbeit zusammengefasst (Hintergrund, Ziel, Methodik, Ergebnisse, Einordnung der Ergebnisse)

Abstrakt (englisch)

Inhaltlich identisch zur Zusammenfassung (keine wörtliche Übersetzung)

Inhaltsverzeichnis

Aus den Überschriften generiert (bitte auch lesen und prüfen!)

Abkürzungsverzeichnis

Beinhaltet in alphabetischer Sortierung alle verwendeten Abkürzungen

Einleitung

- Die Einleitung gibt den Hintergrund der Arbeit an (Gesamtkontext, gesellschaftlicher oder ökonomischer Kontext)
- Was ist die Fragestellung / Hypothese der Arbeit?
- Wie wird in der Arbeit vorgegangen?
- Durch die Einleitung wird ersichtlich wie die Fragestellung beantwortet werden soll.

Theoretischer Teil, auch Stand der Technik (spezifische Überschriften)

- Der Theorieteil erläutert auf Basis der Literaturrecherche den notwendigen wissenschaftlichen Hintergrund der Arbeit
- Darstellung des Forschungsstandes, relevante Theorien, Modelle und Konzepte erläutern
- Beschränkt sich auf das notwendigste/ berücksichtigt das Niveau der Leser*in
- Die Theorie der Arbeit lässt einen roten Faden erkennen und ist logisch aufgebaut

Material und Methoden (ggf. spezifische Überschriften)

- Alle verwendeten Materialien und Methoden werden genannt (aber keine die nicht in der Arbeit verwendet werden)
- Ggf. Material-, Chemikalien- und Geräteliste als Tabelle, diese beinhalten Angaben zum Hersteller/Lieferanten, Artikelnummer/Typ
- Falls notwendig zusätzlich ein Softwareverzeichnis (mit Version der Software)
- Die Beschreibung der Methoden erlauben das nachvollziehen der Versuche

Ergebnisse und Diskussion (können auch getrennte Kapitel sein)

- Daten klar und übersichtlich präsentieren (Tabellen oder Grafiken)
- Darstellung der wichtigsten Ergebnisse in logischer und nicht zwangsläufig in der zeitlichen Reihenfolge
- Relevante Ergebnisse werden erläutert und im Kontext der Fragestellung diskutiert / die Bedeutung der Ergebnisse im Hinblick auf die Forschungsfrage erläutert

- Vergleiche mit bisherigen Studien / eigene Versuche durchführen (Im Gegensatz zu der Versuchsreihe in Kapitel x.x. wurde hier ...)
- Die Ergebnisse werden durch eine kurze Zusammenfassung der eingesetzten Methode eingeleitet (Zur Bestimmung der Wachstumsrate wurde *E. coli* gemäß der Methode x.x kultiviert. Die Auswertung erfolgte mit der Formel y.y)
- Ergebnisse müssen beschrieben und diskutiert werden (bei getrennten Kapiteln erfolgte die Interpretation ausschließlich in der Diskussion)
- alle in einem Diagramm oder einer Tabelle dargestellten Aspekte müssen qualitativ im Text aufgegriffen werden (die quantitativen Aspekte werden mit dem Diagramm bereits aufgezeigt), ansonsten können diese Aspekte weggelassen werden.
- Die Daten werden wissenschaftlich vertieft ausgewertet (Ausbeuten, Elektronenäquivalente, Kohlenstoffbilanzen oder ähnliches)
- Abweichungen/Schwankungen in den Daten die über üblichen systematischen Fehler hinausgehen müssen erläutert werden
- Die Ergebnisse wurden in den Kontext der Literatur eingeordnet (die Ausbeute wurden gegenüber der Arbeit von Holmes et al (2021) um 8 % gesteigert, im Gegensatz zu Sherlock 2020 wurde kein Laktat nachgewiesen)
- Bei der Diskussion werden immer statistische Effekte beachtet

Zusammenfassung und Ausblick

- Die Zusammenfassung konzentriert sich auf die wichtigsten Ergebnisse und fasst diese knapp zusammen, bringt die Ergebnisse in den größeren Kontext unter Betrachtung der Einleitung und der Literatur
- Es wird der wissenschaftliche Beitrag der Arbeit dargestellt (wurden die oben genannte Ziele erreicht, die Hypothese bestätigt oder widerlegt)
- Mögliche Schwächen und Grenzen der Arbeit werden erörtert
- Der Ausblick gibt weiteres Vorgehen wieder und zeigt auch potentielle neue Ziele oder Methodiken auf

Literaturverzeichnis

- Literaturverzeichnis muss fehlerfrei und vollständig sein
- Primärquellen verwenden
- Die zitierte Literatur muss selbst gelesen werden

Anhang

nicht zur Beantwortung der Hypothese notwendig, aber für das Verständnis wichtig

Zusätzliche Tipps

- Füllwörter vermeiden (<https://www.bachelorprint.de/wissenschaftliches-schreiben/fuellwoerter/>)
- Einheiten in der Arbeit sind mit einer Lücke getrennt (auch %)
- Wörter aus fremden Sprachen sind kursiv geschrieben dazu gehören Gattungs- und Artnamen (diese müssen auch in der Literatur kursiv sein)

- Grafiken die aus Veröffentlichungen entnommen wurden, wurden in das Deutsche übertragen
- Bedeutung von Wörtern ist präzise (Regressionsgerade vs. Regressionskurve vs. Regressionsfunktion, Menge vs. Maße...)
- Sätze straff, prägnant und redundanzfrei formulieren
- Keine blumigen Ausschmückungen und Stilmittel verwenden
- Ausgewählte Literatur mit kritischer Distanz verwenden
- Substantivische Ausdrucksweise verwenden (Bei Betrieb des Rührers...)
- Kein „Man“ und „Ich“ (Aus Diagramm xyz ist ersichtlich, dass...)
- Keine nicht nachgewiesenen pauschalen Behauptungen aufstellen (Bereits bei Konzentrationen von $10\text{--}20\text{ g}\cdot\text{L}^{-1}$ ist die Fermentationsbrühe {hochviskos}^{a)} und {der gleichmäßige Energieeintrag in das Fermentationsmedium ist nicht mehr gewährleistet}^{b)}. Es entstehen {stagnante Zonen}^{c)} und {die ideale Verteilung}^{d)} der gelösten Medium komponenten bzw. Gaskomponenten sind nicht mehr gegeben.)
 - a) Was ist hochviskos? Es sollten konkrete Zahlen angegeben werden.
 - b) Eine falsche Behauptung ohne Inhalt. Der Energieeintrag im Rührkessel ist grundsätzlich nie gleichmäßig. Welche Messungen belegen diese Behauptung?
 - c) Welche Messungen wurden gemacht, um diese Behauptung zu stützen? Wie wurden stagnante Zonen definiert? Wurden die literaturbekannten Berechnungsmethoden eingesetzt?
 - d) Welche "ideale" Verteilung? Was ist warum ideal? Nach welchem Kriterium wird zwischen "ideal" und "nicht ideal" unterschieden?
- Nicht zu absolut formulieren (Die schnellste und einfachste Methode Glukose zu messen ...). Liegt ein totaler Überblick zu den Bestimmungsmethoden für Glukose vor und ist wirklich sichergestellt, dass die schnellste und einfachste Methode verwendet wurde?
- Beachten Sie generell die Unterschiede zwischen Korrelation und Kausalität



**Du hast
deine Daten
geplottet**



**Deine
Datenpunkte
sind mit Linien
verbunden**

