h_da
HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
fbmn
FACHBEREICH MATHEMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Prof. Dr. Andreas Thümmel
Stand: 20.12.2024

Hinweise zum Erstellen wissenschaftlicher Arbeiten

Einleitung

Bachelor-, Master-, Projekt- und Studienarbeiten müssen wissenschaftlichen Grundsätzen genügen. Neben der Authentizität (also Echtheit und Einmaligkeit) und gutem Stil sollen diese Arbeiten ein wissenschaftliches Thema zielgerichtet darstellen und dem Verständnis dienen. Wissenschaftlichkeit muss also verständlich sein – das gilt insb. für komplizierte Sachverhalte und Theorien.

Dabei sind m.E. folgende Aspekte zu berücksichtigen:

Themenfindung

Ich empfehle, das Thema eher allgemein zu halten, also nicht zu detailliert oder speziell. Es kann während der Zeit der Bearbeitung z.B. passieren, dass bestimmte Daten doch nicht (geeignet) zur Verfügung stehen, oder diese unbrauchbar sind, oder das eigentlich angedachte Verfahren nicht zu sinnvollen Ergebnissen kommt, oder sich ein anderes (vielleicht brandneues) Verfahren sich als wesentlich interessanter herausstellt. In diesen Fällen würden man natürlich eine Abänderung des Themas wünschen … was aber nicht so einfach möglich ist. Beantragt wurde es anders, es erfordert ggf. ein Entgegenkommen aller Beteiligter (insb. des Prüfungsausschusses des Fachbereichs). Also je allgemeiner der Arbeitstitel definiert wird, desto mehr Freiheiten hat man, Pleiten zu vermeiden und Freiheiten zu gewinnen.

Prinzip: was vorne erklärt wird, wird auch weiter hinten in der Arbeit verwendet – und umgekehrt

Eine langatmige Darstellung oder ausschweifende Erläuterung zur Aufgabenstellung als Einleitung ist i.d.R. nicht sinnvoll. Es ist gut zu überlegen, was tatsächlich in der Arbeit verwendet wird und ob eine Erläuterung auch der Sache dienlich ist, nämlich das Verstehen zu erleichtern! Eine Darstellung von Allgemeinwissen oder von Trivialitäten (bezogen auf ein Fachgebiet), wodurch keine neuen Erkenntnisse oder Denkanstösse gewonnen werden, wirkt so, als wenn hier thematisch etwas (vorher bzw. bislang) nicht verstanden war und der Autor diese (leider nur für ihn) „neuen“ Erkenntnisse in die Arbeit einbringen möchte.
In der Kürze liegt also die Würze; Erläuterungen zu Beginn sollten sich auf das absolut Notwendigste beschränken, Darstellungen von Methoden oder Verfahren, zu denen ggf. in der Arbeit eine spezifische Schreibweise definiert wird, sollten eher wie ein Handbuch zu lesen sein. Entsprechend ist geschickt von Referenzierungen Gebrauch zu machen.

Zusammenhängend schreiben

Die Kapitel sollen einen logischen und konsequenten Fluss, also eine Entwicklung in der Wissens- und Erkenntnisgewinnung, aufzeigen. Das ist i.d.R. ein sequentieller Prozess; parallele Überlegungen und Betrachtungen, z.B. bei Alternativen in der Analyse, sollten diese in der Struktur der Arbeit deutlich aufzeigen. Zudem sollte dargestellt werden, auf welcher Grundlage Analysen usw. stattgefunden haben.
Umkehrungen in der Reihenfolge oder nachträgliches Ergänzen wirkt verwirrend und erweckt den Eindruck der Flickschusterei. Es entsteht dann der Eindruck, dass komplexe Zusammenhänge nicht erklärt werden können … was sich natürlich entsprechend in der Note ausdrücken wird.

Quellen zitieren

Aus dem Kontext muss klar hervor gehen, was selbst erarbeitet und was von anderen Quellen übernommen wurde. Ein nachlässiges Zitieren, auch von einfachen Theorien oder Zusammenhängen, wirkt nicht nur anmaßend, sondern verletzt u.U. das Urheberrecht (siehe hierzu auch die Hinweise der DFG und anderen!). Speziell in Bezug auf die generativen künstlichen Intelligenz-Assistenten sei gesagt, dass die Übernahme von Texten aus ChatGPT und anderen klar gekennzeichnet werden muss.

Ich empfehle 4 unterschiedliche Referenzierungsabschnitte zu definieren:

- Bücher: diese haben eine ISBN-Nummer, eine Auflage, ein Erscheinungsjahr, usw. Die Papierform ist über z.B. die Landesbibliothek sicher ausleihbar, so dass Zitate unverfälscht überprüft werden können. Bücher sind somit als Quellen recht sicher, was die Nachvollziehbarkeit von nicht eigenem Denken angeht.
- Ähnlich sicher sind wissenschaftliche Journale und Zeitschriften. Auch diese haben eine eindeutige Kennung (z.B. eine DOI-Nummer) und sind unveränderbar. Die Qualität der Referenzierung entspricht dem von Büchern. Der Zugriff ist jedoch zumeist mit Kosten verbunden, das soll aber nicht das Problem des Kandidaten sein.
- Internetquellen, also fixe Texte aus via Internet zugreifbaren Quellen (PDF, HTML-Webseiten): diese sind nicht mehr unveränderbar, z.B. kann der Besitzer der Webseite oder der Autor jederzeit die Texte ändern oder löschen. Damit droht, dass wenn lediglich die Internetadresse angegeben wird, dass nicht mehr referenziert – also der Inhalt für die Korrektur nachvollzogen – werden kann. Das ist dann natürlich das Problem des Kandidaten … Ich empfehle, Texte aus dem Internet als PDF-Ausdruck zu sichern, mit Angabe der Internetadresse (URL), sowie dem Zugriffsdatum und -Uhrzeit. Dieses PDF ist dann in elektronischer Form der Arbeit hinzuzufügen.
- Ähnlich verhält es sich mit generativen Texten einer KI: hier ist die Veränderung des Inhaltes sogar Programm. Die gleiche Frage ein wenig später erneut oder in einer anderen Reihenfolge gestellt führt mehr oder weniger sicher zu einem anderen Ergebnis! Analog zu den normalen Internetquellen sind die Chatverläufe (!) und deren Ergebnisse festzuhalten, d.h. am besten als PDF in eine Datei zu drucken. Diese ist dann der Arbeit hinzuzufügen.

Ergebnispräsentation

Selbst bei außergewöhnlichen (überraschenden) Ergebnissen sind diese sachlich darzustellen. Zudem muss der Bezug zur Aufgabenstellung vorhanden sein. Resultate sind eher etwas zurückhaltend und nicht emotional oder unsachlich zu präsentieren (dafür ist, sofern die Subjektivität sich in Grenzen hält, die Zusammenfassung und insb. das Fazit der Arbeit zu verwenden).

Form und Inhalt

Grundsätzlich gilt m. E.: der Inhalt ist wichtiger als die Form. Dennoch sollte man die Form wahren und so wählen, dass die Arbeit gut (angenehm) lesbar ist. Das bezieht sich auf die Schriftart und Schriftgröße (geeignet sind Arial, 11pt), die geschickte Wahl der Absätze, Abschnitte und Gliederungen, kurze Sätze, klare logische Abfolge ohne störende „Exkurse“ (lange Tabellen, Zwischenergebnisse, Abschweifungen); zudem sind auch die Rechtschreibung und der Schreibstil sehr wichtig. Das betrifft vor allem die Präzision der Formulierungen (die ja eine gewisse Aussagenlogik enthalten).

Bemerkenswertes, aber für das Wesentliche nicht zwingend Notwendiges, wird referenziert (z.B. in Fußnoten oder durch die „Auslagerung“ der Sachverhalte in das Fazit, den Ausblick, oder evtl. durch separate Abschnitte im Anhang).

Dieses „Auslagern“ gilt ebenfalls für „Massenergebnisse“. Also für den Fall, dass ein und dieselbe Analyse wiederholt angewendet wird. Dann ist es u.U. gut, die Ergebnisse der Wiederholungen in den Anhang zu schieben.

h_da
HOCHSCHULE DARMSTADT
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES
fbmn
FACHBEREICH MATHEMATIK
UND NATURWISSENSCHAFTEN

Aufbau einer Arbeit

Als Vorschlag für die Kapitel und Abschnitte einer Arbeit kann z.B. folgendes Muster übernommen werden:

- Deckblatt
  Enthält Name, Matrikelnummer, Institution, ggf. Industrie- oder Wirtschaftspartner der Arbeit, Zeitpunkt der Abgabe bzw. Vorlage, Namen der Betreuer bzw. Referenten

- Inhaltsverzeichnis

- Abbildungsverzeichnis
  Abbildungen sollten durchnumeriert und zudem bezeichnet sein

- Abkürzungsverzeichnis

- Einleitung
  Die Aufgabenstellung wird umschrieben

- Theoretische Grundlagen und deren Voraussetzungen
  Aufzeigen der Grundlagen, auf denen die Arbeit beruht. Dient insb. dazu, z.B. nicht-standardisierte oder vieldeutige Bezeichnungen für die Arbeit zu definieren

- Aufbau der eigenen Problemstellung und Bezug zu den Theorien
  Evtl. die Grenzen und die aktuellen Entwicklungsstände zum Thema aufzeigen

- Darstellung der eigenen Analysen
  Adaptieren der Problemstellung auf den aktuellen Stand der Wissenschaft, d.h. erläutern, in welche Richtung die Wissensgewinnung durch die vorgelegte Arbeit weiterentwickelt wird

- Ergebnisse
  Darstellung der Ergebnisse im Hinblick auf die Aufgabenstellung

- Interpretation der Ergebnisse
  Zeigt auf, wie die Ergebnisse nun dienlich sein können. Kann z.B. bei Zusammenarbeit mit Firmen Vorschläge zur Anwendung, eine Weiterführung der Arbeit oder Ansätze für Lösungen enthalten.

- Zusammenfassung, Fazit und Ausblick
  Die Zusammenfassung ist die Darstellung des in der Arbeit Geleisteten; im Zusammenhang wird aufgezeigt, inwiefern die Aufgabenstellung bearbeitet wurde. Die Zusammenfassung ist somit eine nüchterne (objektive) Erläuterung, inwiefern die Aufgabenstellung (siehe Einleitung) „erledigt“ wurde. Das Fazit hebt Schwachpunkte und Stärken, sowie begründete (!), einfache und detaillierte Weiterentwicklungspunkte hervor. Dieses ist also eine subjektive Sicht zu dem in der Arbeit geleisteten.
  Der Ausblick kann auch spekulative mögliche weitere, nach Meinung des Autors notwendige oder sinnvolle Entwicklungen oder auch Empfehlungen ansprechen.

- Literaturverzeichnis
  Zusammenfassung der Literatur, die verwendet wurde in der Arbeit. Bei Internetquellen ist unbedingt erforderlich, diese zu kopieren (Download, Druck in ein PDF-Dokument) und diese mit dem Datum des Zugriffs auf einem Begleitmedium den Referenten und weiteren Interessierten (z.B. in der „auftraggebenden“ Firma) zur Verfügung zu stellen. Internetquellen können sich jederzeit ändern. Ein Link, der nicht mehr funktioniert oder eine Änderung der Seite, die man zitiert, oder auch das Verschwinden dieser „Quellen“ ist keine Seltenheit. Eine derart unbrauchbare Referenzierung ist stets

ein Problem des Autors (!). Ähnliches gilt auch für z.B. firmeninterne Dokumente.

- Anhang
  - Tabellen, Daten, Programme (kommentierter (!) Source-Code)
  - Bei zusätzlicher Abgabe einer CD: Inhaltsverzeichnis der CD und evtl. Hinweise zur (zusätzlich notwendigen) Installation von Software (Release Notes)

- Bei Abschlussarbeiten: Ehrenwörtliche Erklärung mit eigenhändiger Unterschrift

Bewertung

Form und Inhalt bestimmen den Wert einer Arbeit – wobei der Inhalt sicher dominiert! Explizite Kriterien für die Bewertung sind schon aufgrund der unterschiedlichen Typen und Aufgabenstellungen von solchen Arbeiten nicht allgemein möglich. Aber schlussendlich ist zu bewerten, wie die gestellte Aufgabe gelöst wurde. Dazu zählt nicht nur eine erstellte Software oder eine Dokumentation zu einer neuen Applikation. Wichtig ist auch die lesbare und verständliche Darstellung der Aufgabe, der Ausgangssituation, der zur Lösung notwendigen Schritte, die ansprechende Präsentation der Ergebnisse, eine Darstellung des aktuellen Standes der Wissenschaft nach der Arbeit und evtl. weitere Entwicklungsmöglichkeiten (diese Punkte korrespondieren mit dem Vorschlag zur Struktur der Arbeit, s.o.).

Aufgabenstellungen sind sehr unterschiedlich. Unterschieden wird vor allem die Komplexität, die durch die Arbeit berührten Fachgebiete und Ressorts (z.B. auch gegeben durch die Struktur und Gegebenheiten in den beteiligten Firmen, in denen die Arbeit angefertigt wird), sowie die Art der Tätigkeit insb. in Bezug auf die Vorbildung und die Möglichkeiten und Hürden, die genutzt werden können bzw. überwunden werden mussten. Diese Betrachtung erzeugt zwar eine gewisse Subjektivität, die naturgemäß durch die Arbeit an sich, aber auch durch die Einschätzung der Betreuenden gegeben ist. Ich persönlich versuche diese Subjektivität während der Bearbeitungszeit durch eine Betreuung (vor allem in Diskussionsrunden, in denen der Kandidat typischerweise seine (Teil-) Ergebnisse präsentiert) und durch Absprache mit allen (!) Beteiligten zu minimieren, um so dann eine faire und für alle Beteiligten einvernehmliche und verständliche Bewertung vornehmen zu können.

Insb. bei sehr praktischen Aufgaben (Softwareerstellung, Laborversuche, Umfragen und Interviews, usw.) ist zu beachten, dass die Arbeit ein „Stapel Papier“ ist, der nach den Aspekten oben im Text bewertet werden MUSS. Die praktischen Tätigkeiten z.B. in einer Firma, die dort sehr geschätzt wurden und erfolgreich waren, dürfen (!) nicht in die Bewertung Einfließen.

Abgabe

Die Abgabemodalitäten sind gründlich anhand der auf den Internetseiten des zuständigen Fachbereichs zu studieren und zu befolgen. Es kann sein, dass z.B. der Hauptreferent aus einem anderen Fachbereich als der Studierende kommt. Dann sind die Modalitäten des Studierenden-Fachbereichs zu beachten. Hierzu gilt: Beachtung von Fristen aller Art bis zur Abgabe, Zurverfügungstellung von Dokumenten (Anträge, Laufzettel, usw.), selbständiges Betreiben der notwendigen Organisationsbedingungen, z.B. eines nachfolgenden Kolloquiums, sofern erforderlich, Wahrung der zulässigen Abgabeformen (elektronisch? Zusatzmedien (CD/DVD/USB-Stick)? Anzahl der Exemplare? Geheimhaltungserklärungen und/oder Sperrvermerke?). Bei Verschickung mit der Post: möglichst per Einschreiben mit Rückzettel, ansonsten am Tag der Abgabe noch Information an Fachbereich und Referenten mit Angabe der Sendungsnummer, am besten noch mit Angabe der URL für ein Tracking der Sendung.