

Ein kleiner Leitfaden zu Bachelorarbeiten im Fach Mathematik

Die Bachelorarbeit ist ein wichtiger Bestandteil und gewissermaßen Abschluss dieses Studienabschnitts. Die folgenden Erläuterungen dienen als informeller Leitfaden für die Studentinnen¹ (und die Betreuerinnen) im Fach Mathematik, wie der Bearbeitungsprozess organisiert werden sollte; es werden einige Tipps zur Vorbereitung und zum Ablauf der Bearbeitung gegeben.

Einleitung

Mit der Bachelorarbeit soll die Studentin demonstrieren, dass sie ein Problem

- selbstständig
- mit wissenschaftlichen Methoden
- innerhalb einer vorgegebenen Frist

bearbeiten und

- die Resultate in mathematischem Stil darstellen

kann. Die zu bearbeitenden Themen basieren in der Regel auf Mathematikveranstaltungen der vorangegangenen Semester und erweitern typischerweise dort angerissene Fragestellungen. Es werden keine originären Forschungsbeiträge erwartet. Die Themen haben einen fachwissenschaftlichen, d.h. mathematischen, Charakter, der je nach Studiengang (Mathematik-Vollfach, Technomathematik, Mathematik-Zweifach) unterschiedlich ausgeprägt sein kann.

Die Bachelorarbeit wird von einer Hochschullehrerin aus dem Fach Mathematik betreut. Sie stellt das Thema und bewertet am Ende die Arbeit. Insbesondere dient sie als Beraterin, die der Studentin während des Bearbeitungsprozesses fachliche und methodische Hinweise gibt.

Durch die Art der Bearbeitung stellt die Abschlussarbeit eine Besonderheit im Bachelorstudium dar: Die Studentin arbeitet intensiv an einem individuellen Thema; dabei werden unterschiedliche fachliche Kompetenzen, die sie im bisherigen Studium erworben hat, eingesetzt; erstmals wird von ihr ein umfangreicher mathematischer Text erstellt. Und nicht zuletzt bietet die Bearbeitung der Studentin Möglichkeiten zur individuellen Entfaltung.

Ablauf und formale Organisation

Das Abschlussmodul, in dem die Bachelorarbeit produziert wird, hat einen rechnerischen Umfang von 15 CP; es setzt sich aus der Arbeit (12 CP) und einem begleitenden Seminar (3 CP) zusammen.

Sie wird im 6. Semester, parallel zu den letzten Lehrveranstaltungen, erarbeitet. In begründeten Ausnahmefällen kann die Abschlussarbeit bereits früher angefertigt werden, wenn das Studium in weniger als sechs Semestern abgeschlossen werden soll. Formale Voraussetzung für die Anmeldung zur Bachelorarbeit ist der erfolgreiche Abschluss von Mathematikveranstaltungen, die Einzelheiten sind in den fachspezifischen Prüfungsordnungen festgelegt.

Die Studentinnen müssen sich spätestens im 5. Semester über die Forschungsgebiete und die Angebote der Professorinnen zu Themen für Bachelorarbeiten informieren. Dazu stellt das Fach Mathematik via StudIP einen Katalog zur Verfügung, in dem Professorinnen und erfahrene wissenschaftliche Mitarbeiterinnen Themen bzw. Themenbereiche für Bachelorarbeiten, die unter ihrer Betreuung angefertigt werden können, kurz präsentieren. Dieser Katalog wird jeweils zu Beginn eines Jahres aktualisiert.

¹ Soweit dieser Leitfaden auf natürliche Personen Bezug nimmt, sind Frauen und Männer in gleicher Weise gemeint. Aus Gründen der besseren Lesbarkeit wird im Text jeweils die weibliche Form benutzt.

Jede Studentin soll frühzeitig eine Vorauswahl sie interessierender Themen treffen, Kontakt mit den entsprechenden Betreuerinnen aufnehmen, um das Thema etwas genauer verstehen zu können, und dann in Absprache mit einer Betreuerin das Thema für ihre Abschlussarbeit auswählen. Die Studentinnen müssen davon ausgehen, dass die Betreuerinnen keine Plätze frei halten, sondern diejenigen zuerst berücksichtigt werden, die sich zuerst melden. Auch Studentinnen können Themen vorschlagen, müssen dann aber eine Professorin finden, die dieses Thema betreut. Dies gilt analog für extern durchgeführte Bachelorarbeiten. Vor Beginn der Bearbeitung muss die offizielle Anmeldung durch die Studentin erfolgen, anschließend stehen zwölf Wochen Bearbeitungszeit zur Verfügung. Die Anmeldung erfolgt online via PABO bzw. im Prüfungsamt des Fachbereichs ².

Innerhalb der Bearbeitungszeit trägt die Studentin über ihr Thema und ihre Ergebnisse vor. Dazu wird in der Regel von der Betreuerin eine Seminargruppe organisiert, der z.B. alle von ihr betreuten Studentinnen angehören; ggf. schließen sich mehrere Betreuerinnen und ihre Studentinnen dafür zusammen. Die Seminarvorträge sollten im Juni, d.h. zur Mitte der Bearbeitungszeit, stattfinden; die Termine legt die Betreuerin in Absprache mit den Studentinnen fest. Der Seminarvortrag soll die Studentin bei der Erarbeitung des Themas unterstützen, beispielsweise können die sich aus dem Vortrag ergebenden Hinweise der anderen Seminarteilnehmerinnen in die Abschlussarbeit einfließen. Ein Kolloquium zur Abschlussarbeit findet nicht statt.

Die Studentin reicht ihre Bachelorarbeit vor Ende der Bearbeitungszeit beim Prüfungsamt ein, dazu sind drei gedruckte und ein digitales Exemplar (pdf-Datei) sowie die Erklärung nach §23(9) Allg. Teil. BPO abzugeben. Die Arbeit wird dann innerhalb von ca. sechs Wochen von der Betreuerin und einer weiteren Gutachterin bewertet. Für die zweite Gutachterin sollte die Studentin, in der Regel in Absprache mit der Betreuerin, Vorschläge machen. In Frage kommen alle Professorinnen sowie zur selbstständigen Lehre berechnigte wissenschaftliche Mitarbeiterinnen. Die Note für das Bachelorabschlussmodul ist der Mittelwert aus den Noten der Gutachterinnen; das Seminar wird nicht bewertet. Weitere Einzelheiten, z.B. bzgl. Verlängerungs- und Wiederholungsmöglichkeiten, sind in den Prüfungsordnungen geregelt.

Die einzelnen Zeitpunkte in diesem Ablauf liegen im Wesentlichen in der Verantwortung der Studierenden. Es wird dringend empfohlen, den folgenden Zeitplan einzuhalten, weil damit sichergestellt ist, dass die Studentinnen die für eine Einschreibung in einen Masterstudiengang notwendigen Unterlagen rechtzeitig erhalten. In der Regel ist dabei bis spätestens 30.09. das Zeugnis über die Bachelorprüfung vorzulegen.

Termin	Ereignis
Mitte Januar	Vorstellung möglicher Themen in Katalogform
Anfang Februar	Festlegung der Themen und Betreuungsverhältnisse
15. April	Offizielle Anmeldung der Abschlussarbeit
ca. Mitte Juni	Seminarvortrag zur Abschlussarbeit
Mitte Juli	Abgabe
Bis Ende August	Bewertung

Bearbeitung des Themas und Anfertigung der Arbeit

Wie jedes Projekt bedarf die Abschlussarbeit einer Planung und eines gewissen Projektmanagements. Im ersten Schritt, d.h. nach der grundlegenden Besprechung des Themas mit der Betreuerin, sollte sich die Studentin deshalb

- eine inhaltliche Strukturierung des Themas sowie
- einen Zeitplan

erstellen, an denen sie sich in den folgenden Wochen orientieren kann.

² Laut ATBPO (§23(5)) muss der PA jedes Thema genehmigen und den Betreuer bestellen.

Der nächste Schritt sollte die Recherche nach relevanter Literatur sein, anhand derer dann die einzelnen Aspekte des Themas bearbeitet werden können. Dies betrifft, je nach Thema, sowohl Lehrbücher wie Publikationen in mathematischen Zeitschriften. Die Literaturliste wird sicherlich im Laufe der Bearbeitung noch erweitert werden.

Der korrekte Umgang mit benutzten Quellen ist elementar für das wissenschaftliche Arbeiten. An jeder Stelle, in der Material wörtlich zitiert oder paraphrasiert wird, ist die Quelle anzugeben. Bei Verweisen auf Lehrbücher ist es hilfreich, dabei jeweils das Kapitel und/oder die Seite anzugeben, auf die Bezug genommen wird.

Benutzt man LaTeX zum Editieren der Arbeit, kann man damit das Literaturverzeichnis einfach erstellen. Typischerweise erfolgen dann die Literaturverweise im Text durch Angabe des Autors (bzw. von Kürzeln der Autoren) ergänzt durch das Erscheinungsjahr oder lediglich durch eine Nummer.

Anhand der so recherchierten Quellen muss nun das Thema Stück für Stück, Abschnitt für Abschnitt erarbeitet werden. Dabei ist es noch nicht nötig, den Text bereits völlig auszuformulieren, stattdessen fertigt man sich in geeigneter Ausführlichkeit Notizen an. Offenbar ist der Erarbeitungsprozess auch nicht linear, sondern die Arbeit an einem „hinteren“ Abschnitt hat oft Einfluss auf Vorhergehendes.

Es gibt kein Patentrezept, wie man hier vorgehen sollte. Was sinnvoll und effizient ist, ist individuell unterschiedlich. Jede Studentin muss ihre eigenen Methoden einsetzen, beispielsweise die aus der Arbeit am Proseminartheme bekannten.

Beispiele sind ein wichtiges Instrument zur Erklärung eines mathematischen Begriffs oder einer Aussage. Im Rahmen der Bachelorarbeit bieten sie der Studentin auch die Gelegenheit, eigene Beiträge zu kreieren. Durch die Auswahl und Konstruktion interessanter Beispiele zeigt sie, dass sie den Stoff verstanden hat und darüber hinaus in der Lage ist, diesen in origineller Art auf neue Probleme anzuwenden.

Die Betreuerin berät die Studentin während dieses Bearbeitungsprozesses. Sie kann Hinweise geben, welche Aspekte noch vertieft werden könnten oder welche Literatur man noch zu Rate ziehen kann. Auch wenn sich ein mathematisches Problem gar nicht lösen lässt, kann sie beratend zur Seite stehen. Nichtsdestoweniger ist die Bachelorarbeit eine selbstständige Leistung der Studentin. Es ist z.B. nicht Aufgabe der Betreuerin, die mathematischen Grundlagen zu vermitteln oder die Inhalte im Detail festzulegen. Die Initiative für ein Betreuungsgespräch muss von der Studentin ausgehen. Als Faustregel lässt sich sagen, dass man sich etwa alle 3-4 Wochen trifft.

Im Laufe des Bearbeitungsprozesses findet der oben angesprochene Seminarvortrag statt – natürlich muss dann der größte Teil inhaltlich erarbeitet sein, um darüber berichten zu können. Ziel des Seminarvortrags ist nicht die Demonstration von Präsentationstechniken sondern die inhaltliche Auseinandersetzung mit dem Thema. Einerseits muss sich die Studentin soweit damit beschäftigen, dass sie darüber vortragen kann; der Vortrag ist also der Anlass für eine Gesamtbetrachtung des Themas. Andererseits erhält man aus den Fragen und der Diskussion, die sich an den Vortrag anschließen, viele Hinweise zur Ausgestaltung der Arbeit. Und durch die anderen Vorträge bekommt man einen Eindruck, womit sich die Kommilitoninnen beschäftigen.

Ist das Thema (mehr oder weniger) erarbeitet, beginnt der Editionsprozess. Da eine mathematische Arbeit verfasst wird, sollte (muss aber nicht) dafür LaTeX benutzt werden. Je nach Geschmack der Studentin kann die Arbeit in Deutsch oder Englisch geschrieben werden.

Auch beim Editieren sollte man sich Abschnitt für Abschnitt vornehmen, wobei man nicht unbedingt mit der Einleitung beginnen muss. Beim Aufschreiben gilt es darauf zu achten, dass der Text für die Leserinnen gut lesbar ist. Aber sind ist der Leserinnen? Man kann sich beispielsweise selber zum Kriterium machen: Angenommen, man nimmt die Arbeit in drei Jahren wieder zur Hand. Dann sind viele Einzelheiten, die man jetzt im Kopf hat, vergessen. Trotzdem sollte man die Arbeit problemlos verfolgen und verstehen können. Wer will, kann

sich auch an mathematischen Lehrbüchern orientieren, die man gut lesen und verstehen konnte³.

Zur Lesbarkeit des Textes trägt bei, sich an Standards (die nirgendwo definiert sind aber nichtsdestoweniger existieren) für das Abfassen mathematischer Texte zu halten. Wichtig ist es auch, einen roten Faden zu entwickeln, anhand dessen man die Leserinnen durch die Arbeit führt.

Hat man die Arbeit fast fertig formuliert, kann eine Vorversion der Betreuerin vorlegt werden, die sich dies unverbindlich anschaut. Sie bewertet hier noch nicht die Arbeit und ist auch nicht für Hinweise auf jeden Fehler zuständig. Aber sie kann ein paar allgemeine Tipps zum Stil und vielleicht auch den einen oder anderen Hinweis zur inhaltlichen Verbesserung geben.

Im letzten Schritt muss der Text noch einmal redaktionell bearbeitet werden. Dazu gehört insbesondere das Korrekturlesen in Bezug auf Grammatik, Orthographie und Interpunktion. Dies kann auch jemand übernehmen, der nicht notwendigerweise etwas von Mathematik versteht.

Laut Prüfungsordnungen soll die Arbeit einen Umfang von 30 Seiten (ohne Anhang) nicht überschreiten. Die Studentin soll zeigen, dass sie das Thema kurz und knapp darstellen kann. Selbst wenn dieses Kriterium nicht absolut zu verstehen ist, darf der Umfang nicht deutlich mehr als 30 Seiten betragen. Entscheidend ist letztendlich nicht die Quantität sondern die Qualität – auch auf weniger als 30 Seiten kann man eine sehr gute Bachelorarbeit präsentieren.

Gewisse Teile können in einen Anhang verlagert werden, beispielsweise mathematische Grundlagen, die eigentlich bekannt sind aber zur besseren Verständlichkeit noch einmal wiederholt werden sollen, oder Quellcodes selbst erstellter Programme, die für die Arbeit benutzt wurden. Grafiken zur Illustration von Beispielen oder Ähnlichem gehören dagegen in den eigentlichen Text.

Zusammengefasst gehören zur Bachelorarbeit neben dem „eigentlichen Inhalt“

- ein Titelblatt (siehe Anlage),
- ein Inhaltsverzeichnis,
- eine Einleitung mit einem Überblick über das Folgende,
- ein abschließendes Kapitel zur Abrundung des Themas (Zusammenfassung, Ausblick, offene Fragen etc.),
- ein Literaturverzeichnis,
- ggf. ein Anhang.

Zur Bewertung

Die Gutachterinnen orientieren sich an den mit der Bachelorarbeit verbundenen Zielen, d.h. sie bewerten

- inwieweit die Studentin die mathematischen Aspekte des Themas verstanden hat,
- ob die dargestellten Argumentationen, insbesondere die Beweise, präzise und nachvollziehbar sind,
- die Form der Darstellung nach mathematischen Standards,
- die Originalität der Arbeit (hat die Studentin z.B. neue und eigene Beispiele betrachtet) und die Selbstständigkeit der Bearbeitung,
- den Umgang mit der relevanten Literatur.

Darüber hinaus können auch

- die Strukturierung des Themas,
 - die Lesbarkeit und Verständlichkeit der Arbeit,
 - die formale Korrektheit bzgl. Grammatik, Orthographie und Interpunktion
- in die Bewertung eingehen.

³ Auf den www-Seiten der Mathematik werden einige Abschlussarbeiten als Anschauungsmaterial „mit Vorbildcharakter“ zur Verfügung gestellt.