Seminararbeiten in der Mathematik

TECHNISCHE UNIVERSITÄT DARMSTADT

schreibcenter

SchreibCenter am Sprachenzentrum

Hinweise & Informationen zu dieser Schreibanleitung

Hinweis:
Die hier vorgestellten Erklärungen, Hinweise und Empfehlungen sind nach bestem Wissen und Gewissen erstellt und überprüft. Trotzdem möchten wir darauf hinweisen, dass wir für die Inhalte keine Gewähr übernehmen. Bitte halten Sie sich zu Ihrer eigenen Sicherheit immer an die **Vorgaben Ihrer Dozentinnen und Dozenten bzw. die Richtlinien Ihres Instituts**.

Sollten Sie Ungenauigkeiten oder Fehler in dieser Schreibanleitung finden, freuen wir uns über Ihre Rückmeldung. Vielen Dank!

Autor*innen: Dennis Korus
Erstellung: April 2015
Letzte Überarbeitung: September 2020, Ute Henning

EINLEITUNG

Wer Mathematik noch aus seiner Schulzeit kennt, wird es nicht notwendigerweise als ein Fach in Erinnerung haben, in dem man besonders viele Texte schreiben musste. Wer Mathematik studiert, lernt darum im ersten Semester mitunter eine völlig neue Seite der Mathematik kennen. Natürlich stehen dabei die Formeln und Rechenschritte, meist immer noch im Zentrum, doch ihnen gesellt sich ein neuer wichtiger Teil hinzu: die sprachlich präzise ausformulierte logische Argumentation. Das gilt insbesondere für die Beweisführung.

Dabei müssen Sie zum einen die für eine Ausarbeitung an der Universität üblichen Regeln beachten. Darüber hinaus stellt die Mathematik Sie allerdings zum anderen noch vor weitere bzw. andere Herausforderungen. Diese Herausforderungen stehen im Zentrum der vorliegenden Schreibanleitung. Sie behandelt die Ziele, Grundstruktur, Anforderungen an Sprache und Form sowie einen möglichen Vorgehensplan bei der Erstellung einer Seminararbeit in der Mathematik. Die meisten der hier genannten Punkte lassen sich darüber hinaus auch auf Abschlussarbeiten in der Mathematik anwenden.

BASISWISSEN

In diesem Abschnitt erhalten Sie einen Überblick über die wichtigsten Ziele und Anforderungen einer Seminararbeit in der Mathematik. Beachten Sie aber bitte, dass sich die Anforderungen je nach Institut, Arbeitsgruppe oder auch Dozent*in durchaus unterscheiden können. Besprechen Sie also in jedem Fall alle formalen Einzelheiten mit dem/der Betreuer*in Ihrer Arbeit.

Ziele

Als Mathematiker*in werden Sie im Beruf immer wieder Vorträge halten müssen. Nun ist es Ihnen – beispielsweise wegen der zeitlichen Einschränkungen eines Vortrags – nicht immer möglich, Ihre Arbeit in all ihren Einzelheiten darzustellen. Stattdessen konzentrieren Sie sich bei den Vorträgen meist auf Ihre Ideen und die Ergebnisse. Eine detaillierte Ausarbeitung müssen Sie dennoch formulieren und Interessierten mitgeben können.

Welche Kompetenzen Sie entwickeln müssen

Als Vorbereitung auf die Erstellung solcher Handouts dienen Ihnen die Seminararbeiten. Dabei ist das Erlernen der drei folgenden Kompetenzen maßgeblich.

Umgang mit formeldarstellenden Programmen

Ihre Seminararbeit werden Sie in der Mathematik nur selten mit Word schreiben. Zwar bieten auch herkömmliche Programme Zusätze, mit denen Sie Formeln darstellen können, doch meist sind die Möglichkeiten dabei eher eingeschränkt und schlecht handhabbar. Ein häufig verwendetes Programm, mit dem Sie Texte verfassen können, bei denen Sie leicht auch Formeln und andere mathematische Ausdrücke implementieren können, ist LaTeX. Manche Seminarleiter*innen fordern explizit, dass Sie Ihre Arbeit mit LaTeX schreiben. Arbeiten Sie sich also am besten schnell in den Umgang mit LaTeX ein und nutzen Sie dabei die zahlreichen Anleitungen und Hilfen im Internet (bei Kümmerer 2016, S. 18-32 finden Sie eine Einführung, die sich auf wissenschaftliche Texte in der Mathematik bezieht).

Argumentationen selbstständig erarbeiten

Damit sind genaugenommen zweierlei Dinge gemeint:

- **Selbstständiges Verstehen einer fremden Argumentation**: Das tun Sie zwar tagtäglich in der Vorlesung, allerdings hilft Ihnen an dieser Stelle nicht mehr der Vortrag der Professorin oder des Professors. Zudem sind Artikel in mathematischen Fachzeitschriften häufig aufgrund der eingeschränkten Seitenzahl lückenhaft bzw. erschien den jeweiligen Autor*innen ein Argumentationsschritt offensichtlich, ohne dass er es tatsächlich war. Ihre Aufgabe ist es auch, diese Lücken nachzuvollziehen.
- **Selbstständiges Erarbeiten einer eigenen Argumentation**: Der Grad, in dem von Ihnen verlangt wird, eine eigene Argumentation auszuführen, hängt von Ihrem Fortschritt im Studium ab. In einer ersten Proseminararbeit genügt es meist, wenn Sie sich nur eine eigene Form der Präsentation der Inhalte eines Textes einfallen lassen. In einer Masterarbeit ist die Hoffnung mancher Professor*innen bereits, dass Sie eigene Ergebnisse erzielen, die sich vielleicht sogar veröffentlichen lassen.

Argumentationsgänge genau darstellen

Mathematik betreiben ist logisches Argumentieren. Dieses Argumentieren ist durch die folgenden Merkmale gekennzeichnet:

- Präzision
- Lückenlosigkeit
- logische Richtigkeit

Es kann sein, dass Sie finden, diese Punkte sind in Ihrer Argumentation genau erfüllt, und dass sie dennoch von anderen nicht erkannt werden. Sie müssen also lernen, Ihre Argumentationen so aufzuschreiben und zu präsentieren, dass sie von anderen verstanden werden können. Natürlich üben Sie eine solche Darstellung bereits in Klausuren, allerdings sind die Anforderungen in Seminararbeiten zumeist höher. Immerhin haben Sie auch wesentlich länger Zeit, an der Form Ihrer Arbeit zu feilen!

Grundstruktur

Da mathematische Texte in der Regel etwas kürzer sind als Hausarbeiten in anderen geisteswissenschaftlichen Fächern, hat sich folgende grobe Gliederung etabliert:

- Kopf (bzw. bei längeren Arbeiten: Deckblatt)
- Einleitung
- Hauptteil, d.h. mathematischer Inhalt (nach dem Aufbau von: Definition, Lemma, Satz, Beweis + eventuell Anwendung)
- Abschluss
- Literaturverzeichnis
- ggf. Abbildungsverzeichnis

Kopf bzw. Deckblatt

Auf ein Deckblatt kann bei kürzeren Arbeiten (bis ca. 4 Seiten) in der Regel verzichtet werden. Wichtig ist jedoch, dass der Kopf immer folgende Informationen enthält:

- Name der Hochschule
- Bezeichnung des Studiengangs
- Name, Vorname (Verfasser*in)
- Titel der Ausarbeitung
- Name Seminarleiter*in
- Abgabedatum

Einleitung

Eine Einleitung bietet sich an, um folgende Punkte darzustellen:

- Thema der Arbeit
- ggf. historische Einordnung
- kurze Erläuterung der Vorgehensweise in der Argumentation

Hauptteil

In den Hauptteil gehören sämtliche

- Definitionen,
- Lemmata (und ihre Beweise),
- Sätze (und ihre Beweise) und
- Anwendungen,

die Sie darstellen wollen. Das Spiel aus Definitionen, Lemmata (Hilfssätzen), Satz und Beweis kennen Sie vermutlich bereits aus den Vorlesungen bzw. den dazugehörigen Skripten. Dieses Zusammenspiel lässt sich mit dem Aufbau eines Hauses vergleichen:

- Fundament: Definitionen
- Pfeiler: Lemmata
- Wände: Sätze
- Dach: Theorem (sprich: die zentrale Aussage Ihrer Arbeit)
- Interieur: Anwendungen

Daraus ergibt sich häufig auch die Reihenfolge, in der Sie diese Punkte nennen, sprich: Definitionen zu Beginn, dann Lemmata (falls nötig) usw. Beachten Sie aber bitte, dass dies keine statische Aufteilung darstellt. Sie werden immer wieder auf Fälle stoßen, in denen Sie zum Beispiel nach Beweis eines Lemmas eine weitere Definition einführen.

- Beispiel: In einem Lemma beweisen Sie die Existenz eines bestimmten mathematischen Objektes, mit dem Sie weiterarbeiten wollen. Zur Vereinfachung geben Sie diesem Objekt nun in einer Definition einen Namen.

Aufteilung in weitere Gliederungspunkte

Ob Sie den Hauptteil in weitere Unterkapitel trennen wollen, ist dabei häufig Ihnen überlassen. In kürzeren Arbeiten, in denen ein zentrales Theorem bzw. eine zentrale Aussage im Mittelpunkt steht, ist dies selten nötig. Eine mögliche Feingliederung wäre die Einteilung in theoretische Grundlagen und Anwendungen, wenn Sie ein eher anwendungsorientiertes Thema bearbeiten.

Abschluss

In einem kurzen Abschluss können Sie noch einmal das Gezeigte rekapitulieren und andeuten, welche nächsten Schritte an die Ergebnisse Ihrer Arbeit anschließen könnten.

Literaturverzeichnis

Im Literaturverzeichnis führen Sie sämtliche von Ihnen im Text selbst verwerteten Quellen auf (d.h. im Übrigen: nicht alle, die Sie zur Vorbereitung gelesen haben). Insbesondere befreit eine Angabe der Quelle im Text selbst nicht von der Pflicht, die Quelle im Literaturverzeichnis anzugeben. In welcher Form Sie die Quellenangabe gestalten und welche Informationen sie enthalten muss, besprechen Sie am besten mit Ihrer Betreuungsperson.

Abbildungsverzeichnis

Dieses enthält Quellenhinweise für die von Ihnen verwendeten Abbildungen. Die Reihenfolge der Quellennennung hält sich an die Reihenfolge, in der die Quellen im Text vorkommen. Eigens erstellte Abbildungen müssen nicht aufgeführt werden.

Zitation

Grundlegende Regeln

Zum richtigen Zitieren finden Sie im Internet sehr viele – sich teilweise auch einander widersprechende – Ratgeber. Einige dieser Widersprüche lassen sich auf die Existenz unterschiedlicher Fachkulturen und -bedürfnisse zurückführen. Grundsätzlich gilt:

- Wer den Wortlaut der Quelle übernimmt, muss dies als direktes Zitat kenntlich machen! Die übernommene Phrase wird in Anführungszeichen gesetzt, eine Quellennennung folgt unmittelbar nach dem Zitat als Klammer im Text oder in Form einer Fußnote.
- Auch indirekte Zitate – also solche Textabschnitte, in denen man den Inhalt einer Quelle übernimmt, ohne sie wortwörtlich zu zitieren – müssen als solche markiert werden! Auch wird die Quelle in einer Klammer oder Fußnote genannt.
- Grundlegende Fakten müssen nicht belegt werden.

Allerdings müssen diese Regeln teilweise an die Bedürfnisse der Mathematik angepasst werden:

Anpassung der Regeln an mathematische Eigenheiten

Faustregel: Man muss alles belegen, was man selbst nicht wissen kann!

In der Mathematik ist es bei der Belegpflicht besonders wichtig, wer für wen schreibt.

- Beispiel 1: Eine Professorin, die einen Fachartikel über ihr Forschungsgebiet schreibt und in einem Journal über genau dieses Fachgebiet veröffentlichen will, muss nicht sämtliche Grundlagenaussagen dieses Fachgebiets zitieren.
- Beispiel 2: Wenn ein Student in einer Seminararbeit die Grundlagen des in Beispiel 1 genannten Gebiets erarbeitet, muss er selbst alles, was er nicht selbst beweist, zitieren. Führt er allerdings den Gruppenbegriff ein, so muss er diesen nicht mehr belegen, denn er kann getrost als grundlegender Fakt verstanden werden.

Grundbausteine der mathematischen Sprache

Es gibt in jedem Beweis solche Satzbausteine, die Sie als grundlegende Formulierungen wahrnehmen (z.B.: „Sei X eine Menge.“). Solche Satzbausteine dürfen Sie wörtlich aus dem Beweis übernehmen, ohne sie als wörtliches Zitat kennzeichnen zu müssen.

Belegpflicht bei Definitionen

Definitionen sind keine Aussagen, die bewiesen werden müssen, sondern lediglich Festsetzungen, wie ein mathematisches Objekt benannt wird. Dementsprechend können Sie bei Definitionen etwas lockerer mit der Belegpflicht umgehen.

Aber Achtung! Hier ist es Ihre Eigenleistung, zu erkennen, wann eine Definition so eng an einen bestimmten Ansatz gebunden ist, dass Sie auf den/die Urheber*in dieses Ansatzes verweisen müssen.

Verwendung einer Quelle während eines Beweises

Insbesondere während eines Beweises werden Unterbrechungen durch Quellenangaben oftmals als den Lesefluss störend empfunden. Es eignet sich also hier, zu Beginn klarzustellen, aus welcher Quelle man die Argumentation übernimmt. Dies nimmt Ihnen dann (bei Einverständnis der Betreuungsperson) auch die Pflicht ab, während des Beweises weitere Quellenangaben zu machen.

Schritt für Schritt

In diesem Abschnitt finden Sie einen Leitfaden zur Erstellung einer Seminararbeit in der Mathematik. Bitte beachten Sie dabei, dass es sich hierbei lediglich um einen Vorschlag handelt, an dem Sie sich orientieren könne, dem Sie aber nicht vollständig folgen müssen.

Themenfindung

In der Mathematik werden Themen durch die Seminarleitung oftmals vorgegeben. Das liegt häufig daran, dass Sie sich (besonders in der frühen Phase Ihres Studiums) kaum selbst in geeigneten Themen und Anwendungsgebieten orientieren können. Je weiter fortgeschritten Sie sind, desto selbstständiger können und sollen Sie eigene Wünsche und Ideen formulieren. (Doch selbst dann gilt: Unbedingt mit der Betreuungsperson absprechen.)

Einarbeitung in die Literatur

In Ihren Proseminar- und Seminararbeiten werden Ihnen zumeist auch Grundlagentexte zur Verfügung gestellt. Eine Nutzung weiterer Texte ist erwünscht, wenn es im Rahmen der vorgegebenen Seitenzahl möglich ist, sich inhaltlich zu vertiefen.

Lesen des Textes und Filtern der relevanten Inhalte

Hier geht es zunächst ausschließlich darum, sich einen Überblick über den Text zu verschaffen. Sie brauchen hier die Argumentation des Textes (beispielsweise einen Beweis) noch nicht bis ins Detail zu verstehen.

- Wer hat den Text wann geschrieben?
- Was ist das Ziel des Textes?
- Welche Themen (Sätze, Definitionen) werden behandelt?
- Und in der Mathematik häufig die wichtigste Frage: Ist es für mich sinnvoll, sich weiterhin mit diesem Text zu befassen?

Hierbei können Sie gerne die in der Schreibanleitung „Lesestrategien“ genannten Methoden anwenden (siehe Online Writing Lab: Fächerübergreifende Anleitungen). Markieren Sie sich beispielsweise wichtige definierte Begriffe und im Text bewiesene Aussagen (d.h. Sätze und Lemmata).

„Es dauert lange, einen mathematischen Text zu verstehen!“ (Beutelspacher 2004, S. 87). Bis zur Abgabe Ihrer Arbeit arbeiten Sie gegen die Zeit. Investieren Sie Ihre Zeit also nur in das Verstehen solcher Texte und Textabschnitte, bei denen Sie nach dem vorigen Schritt auch der Meinung sind, dass es sich lohnt! (Aber: Seien Sie dabei nicht zu minimalistisch.)

Vorgehensweisen beim Verstehen

Wichtig ist vor allem ein genaues Lesen, denn wie Sie sicher aus Ihrem Studium wissen, kann bereits ein einziges Wort den Ausschlag geben – man bedenke nur den Unterschied zwischen „dann, wenn“ (eine Folgerung) und „genau dann, wenn“ (eine Äquivalenz). Häufig ist es hilfreich, nebenbei mitzuschreiben. Ihre Notizen können dabei sehr unterschiedliche Formen annehmen:

- Aufschreiben jeder einzelnen Aussage in einzelnen Worten
- Umschreiben von ausformulierten Sätzen in Schreibweisen, die verschiedene Symboliken, beispielsweise die Quantoren, benutzen
- Bilder zur Verdeutlichung (beispielsweise in der Mengentheorie)
- Aufschreiben eigener Beispiele für einen Sachverhalt

Ziele in dieser Phase:

- Verstehen als oberstes Ziel!
- Vorbereitung auf die Formulierung des Textes als weiteres Ziel! Dabei helfen Ihnen die Notizen und Zusammenfassungen, die Sie bestenfalls bereits jetzt erstellen. Diese Notizen müssen noch von niemandem anderen verstanden werden als Ihnen. Allerdings gilt: Je strukturierter Sie bereits jetzt Ihre Gedanken aufschreiben, desto leichter wird Ihnen später das Formulieren der Ausarbeitung fallen.

Erneutes Filtern

Auch wenn Sie zuvor gewissenhaft Texte überflogen und relevante Inhalte ausgewählt haben, wird es Ihnen immer wieder passieren, dass Sie Sätze, Beweise und Definitionen lesen und ansammeln, die Sie in Ihrer fertigen Arbeit nicht mehr gebrauchen können. Diese haben Ihnen vielleicht geholfen, Ihr Thema besser zu verstehen, eignen sich aber nicht für die fertige Arbeit. Bei der Filterung dieser Inhalte können Sie folgende Fragen verwenden:

- Handelt es sich um Informationen, die unmittelbar mit der Argumentation, die ich darstellen möchte, in Zusammenhang stehen?
- Handelt es sich um Informationen, die Ihnen und voraussichtlich Ihrem Publikum noch nicht klar sind? (Beispiel: Gruppenbegriff)

In der Regel müssen und sollen Sie Informationen nur dann in den Text einfließen lassen, wenn Sie beide Fragen mit „Ja“ beantworten können.

Ausnahme: Wenn Basiswissen so zentral für Ihre Argumentation ist, dass Sie immer wieder darauf zugreifen müssen, ist es oftmals sinnvoll, es doch in den Text einzubringen.

- Beispiel: Wenn Sie mehrere Gruppenaxiome immer wieder benutzen, lohnt es sich, diese zwecks einer Benennung (etwa einer Nummerierung in A1 bis A3) zu Beginn aufzuführen. Sie können sich dann im Folgetext immer wieder darauf beziehen (z.B. „Mit A1 folgt…“).

Ordnen der Argumente

Wenn Sie Ihren Pool an Definitionen, Sätzen und Beweisen gesammelt haben, liegt es an Ihnen, daraus eine Gliederung zu erstellen. Wichtige Schritte hierbei sind:

Selbstständiges Untergliedern

- Ist der vorliegende Beweis zu lang?
- Wenn ja: Kann/möchte ich ihn in zwei Abschnitte unterteilen, sodass der erste Abschnitt zunächst ein Lemma beweist (das ich dann noch formulieren muss)?

In eine Reihenfolge bringen

- Welche Reihenfolge der Definitionen, Sätze, Beweise und Anwendungen erscheint mir sinnvoll bzw. logisch?
- Welche Reihenfolge hilft mir selbst, die Zusammenhänge nachzuvollziehen?

Scheuen Sie sich nicht davor, dabei die Reihenfolge, in der die Definitionen etc. in dem von Ihnen gelesenen Text vorliegen, zu verändern. Genau dieses Einbringen einer eigenen Argumentationsidee wird von Ihnen verlangt.

Im Übrigen müssen Sätze und Beweise nicht notwendigerweise nahe beieinander stehen. Achten Sie mal in Skripten darauf: Ein für ein Kapitel zentraler Satz wird meist bereits als Ziel zu Beginn des Kapitels unbewiesen formuliert und erst gegen Ende tatsächlich bewiesen. Meist nennen Sie den für Ihre Arbeit zentralen Satz darum auch bereits in der Einführung.

Aufschreiben

Wenn Sie die vorigen Punkte, insbesondere das Verstehen der Texte, gut bearbeitet haben, wird es Ihnen hoffentlich kaum mehr schwerfallen, Ihre Argumentation bzw. die von Ihnen bearbeiteten Argumentationen in eigenen Worten aufs Papier zu bringen. (Wenn doch, dann gilt: Noch einmal einlesen! Dabei auch gerne noch einmal weitere Quellen hinzuziehen!) Wichtige Kriterien für die Art und Weise, in der Sie Ihre Argumentation aufschreiben, sind vor allem folgende Fragen:

- Wie gestalte ich meine Aussagen präzise?
- Wie gestalte ich meine Argumentation sprachlich so, dass ich sie selbst, wenn ich mir den Text wieder durchlese, noch verstehe?
- Wie gestalte ich meine Argumentation sprachlich so, dass andere sie leicht nachvollziehen können? (Bedenken Sie hierbei auch: Sie sollen das Verständnis so leicht wie möglich

gestalten, sodass jemand, der Ihren Text liest, nicht mehr notwendigerweise dieselben Schwierigkeiten hat, die Sie beim Verstehen der von Ihnen gelesenen Texte hatten.)

Sprachliche Hürden, auf die Sie dabei stoßen können, werden im Abschnitt Sprache & Stil behandelt.

Geschriebenes lesen und nachbessern

Wichtige Fragen hierbei sind:

- Verstehe ich das Geschriebene?
- Wären zusätzliche Beispiele hilfreich?
- Wo sind argumentative Lücken, die ich noch füllen kann?
- Sind meine Aussagen präzise?

Wenn man rechtzeitig angefangen hat, lohnt es sich, diesen Schritt nach circa zwei Wochen zu wiederholen. Man wird erstaunt sein, wieviel man dann doch nicht so ganz verstanden hat.

Eine Überarbeitung kann inhaltlicher, sprachlicher und formaler Ebene stattfinden. Achten Sie darauf, diese Ebenen in genau der genannten Reihenfolge zu verbessern bzw. korrigieren zu lassen. Es bringt wenig, einen sprachlich und formal absolut tadellosen Textabschnitt vorliegen zu haben, in den sehr viel Zeit investiert wurde, und der dann komplett gelöscht werden muss, weil er inhaltlich nicht brauchbar ist.

Ausführliche Informationen zu diesem Schritt finden Sie in der Schreibanleitung „Überarbeiten wissenschaftlicher Texte“ (Online Writing Lab: Fächerübergreifende Anleitungen).

Sprache & Stil

„Das höchste Ziel: Klarheit!“ (Beutelspacher 2004, S. 1)

Ihre Ausarbeitung soll zeigen, dass Sie eine bestimmte Argumentation nachvollziehen und korrekt wiedergeben bzw. erweitern konnten. Ihr*e Korrektor*in hat nur dann eine Chance, genau das zu überprüfen, wenn Sie diese Argumentation so unmissverständlich wie möglich formulieren.

Zu einer klaren und präzisen Sprache gehört, dass

- unnötige Füllwörter,
- lange Schachtelsätze,
- missverständliche Wörter,
- Substantivierungen,
- Grammatik- und Rechtschreibfehler sowie
- unvollständige Sätze

vermieden werden.

Darüber hinaus bietet aber gerade die Mathematiksprache einige Hürden, die im Folgenden genannt werden.

Richtige Verwendung mathematischer Begriffe

Verwenden Sie Ihre Begriffe richtig! Kaum etwas ist peinlicher als die falsche Verwendung eines Wortes oder einer Formulierung, die zeigt, dass Sie dessen bzw. deren Bedeutung nicht verstanden haben. So gibt es viele kleine Wörter in der Mathematik, die auch von Professor*innen und Forscher*innen manchmal falsch verwendet werden. Im Folgenden finden Sie einen kleinen Überblick mit Erläuterungen zur korrekten Begriffsverwendung.

„immer genau dann, wenn“ „immer dann, wenn“	Ein mathematischer Satz gilt bereits „immer“, wenn die entsprechenden Bedingungen erfüllt sind. Insofern ist das „immer“ an dieser Stelle überflüssig.
„zwei paarweise verschiedene Elemente“	Der Zusatz „paarweise“ ist bei zwei verschiedenen Elementen überflüssig (vgl. Beutelspacher 2004, S. 24-26). Erst bei Mengen mit mehr als zwei Elementen ist es wichtig, ob diese Elemente „paarweise verschieden“ sind oder lediglich „verschieden“. Mit Ersterem wird ausgeschlossen, dass zwei Elemente gleich sind, mit Letzterem lediglich, dass sämtliche Elemente gleich sind.
„wohldefiniert“ im Sinne von „sehr gut definiert“	Wenn Sie einen Repräsentanten einer bestimmten Objektgruppe definieren, dann ist dieser Repräsentant genau dann „wohldefiniert“, wenn er tatsächlich ein solches Objekt ist, wie Sie behaupten (vgl. Beutelspacher 2004, S. 9f). Beispiel: Eine gegebene Funktion ist genau dann wohldefiniert, wenn sie die Eigenschaften einer Funktion erfüllt, also linkstotal und rechtseindeutig ist.
„trivial“	Trivial bedeutet nicht, dass eine Aussage leicht einzusehen ist, sondern dass sie bereits Teil der Definition ist. Alles, was einen Beweis benötigt, und sei er noch so einfach, ist nicht mehr trivial (vgl. Beutelspacher 2004, S. 41f).

Zahlen und Symbole

In der Mathematik ist es üblich, dass Zahlen und Symbole Teile der von Ihnen formulierten Aussagen sind. Dies ist bereits durch die Materie so vorgegeben.

Handelt es sich um größere Symbolverbände, z.B. Rechnungen und Ihre Umformungen, werden diese nicht als Fließtext, sondern mit einer Zeile Abstand mittig und häufig kursiv dargestellt.

Manchmal verwenden Sie aber auch im Fließtext Zahlen und Symbole. Hier gibt es die folgenden Regeln und Vorschläge, die Ihnen helfen, eine möglichst große Übersichtlichkeit zu gewährleisten.

1. Schreiben Sie Zahlwörter bis zwölf aus, wenn es sich um Abzählungen handelt (vgl. Beutelspacher 2004, S. 24).
   - falsch: Es existieren 3 Mengen, die diese Eigenschaft erfüllen.
   - richtig: Es existieren drei Mengen, die diese Eigenschaft erfüllen.
2. „Ein Satz darf nicht mit einem Symbol anfangen“ (Beutelspacher 2004, S. 27):
   - falsch: G sei im Folgenden eine Gruppe.
   - richtig: Im Folgenden sei G eine Gruppe.
3. „Zwei mathematische Symbole [...] müssen stets durch mindestens ein Wort getrennt sein“ (Beutelspacher 2004, S. 27).
   - falsch: Es existieren 43 15-elementige Mengen mit dieser Eigenschaft. Für eine natürliche Zahl folgt aus $a<1$ $a=0$.
   - richtig: Es existieren 43 Mengen, die aus 15 Elementen bestehen und diese Eigenschaft erfüllen. Für eine natürliche Zahl folgt aus $a>1$, dass $a=0$ gilt.

Zur Verwendung des Konjunktivs

In der Mathematik gibt es zwei wichtige Stellen, an denen der Konjunktiv benötigt wird (vgl. Beutelspacher 2004, S. 78f). An beiden ist die korrekte Verwendung des Konjunktivs unerlässlich, um den Stellenwert des im Konjunktiv gehaltenen Satzes innerhalb der Argumentationskette deutlich zu machen.

Darstellung gegebener Eigenschaften

- Verwendeter Konjunktiv: Konjunktiv I (z.B. es sei, es gebe)
- Häufiges Auftreten: zu Beginn von mathematischen Sätzen bzw. Beweisen
- Verwendungszweck: wird innerhalb der Argumentation genutzt, um Bedingungen darzustellen, aus denen dann etwas gefolgert wird. Mit Hilfe des Konjunktivs I kann deutlich zwischen Bedingung/Annahme und Folgerung unterschieden werden.
- Beispiel: Seien $a, b \in R$. Dann gibt es genau ein $x \in R$ mit $a + x = b$.

Darstellung eines Widerspruchbeweises

- Verwendeter Konjunktiv: Konjunktiv II (z.B. es wäre, es gäbe, es würde existieren)
- Häufiges Auftreten: in Widerspruchsbeweisen
- Verwendungszweck: Innerhalb eines Widerspruchsbeweises schafft man sich durch bestimmte Annahmen eine unmögliche Situation. Diese Annahmen und ihre Folgerungen sind von realen Annahmen und Folgerungen zu unterscheiden, da sie auf einen Widerspruch führen. Mit Hilfe des Konjunktivs II kann deutlich zwischen Annahmen und

Folgerungen, die den tatsächlichen Sachverhalten entsprechen, und jenen, die zu einem Widerspruch führen und darum von Grund auf falsch sind, unterschieden werden.

- Beispiel: Würde die Reihe konvergieren, so wäre $|z| \in M$ und daher $|z| \leq R$. Widerspruch.

Bezeichnungen

Sie werden immer wieder in die Verlegenheit kommen, ein mathematisches Objekt zu bezeichnen. Dabei gilt es ebenfalls zu beachten, dass Ihre Bezeichnungen dabei helfen, den Text zu verstehen (vgl. Kümmerer 2016, S. 56).

- „Ähnliche Objekte sollen ähnlich bezeichnet werden“ (Beutelspacher 2004, S. 17). Wenn Sie sich beispielsweise dafür entscheiden, Mengen mit Großbuchstaben zu benennen und Funktionen mit Kleinbuchstaben, dann bleiben Sie dabei.
- „Die Bezeichnung von Objekten soll selbsterklärend sein“ (Beutelspacher 2004, S. 18). Das lässt sich am einfachsten bewirken, indem Sie sich an jene Bezeichnungen halten, die Sie in den Vorlesungen kennengelernt haben. Der obige Vorschlag, Mengen mit Großbuchstaben zu bezeichnen, wird Ihnen beispielsweise intuitiv richtig vorgekommen sein.
- „Keine unnötigen Bezeichnungen!“ (Beutelspacher 2004, S. 21): Wenn Sie ganz allgemein von allen Objekten einer Objektart sprechen, ist es nicht nötig, diese zu bezeichnen. Tatsächlich ist es nur sinnvoll, Objekten einen Namen zu geben, wenn Sie mit einem einzelnen Objekt weiterarbeiten.

Beispiele & Übungen

Bei Kümmerer (2016, S. 197-204) finden Sie eine hilfreiche Sammlung an Formulierungshilfen für mathematische Texte. Sie enthält typische Satzbausteine, die nach ihrem Verwendungskontext geordnet sind. Schauen Sie sich diese Sammlung an und überlegen Sie, wie Sie sie beim Schreiben Ihrer Seminararbeit in der Mathematik einsetzen können.

Im Online Writing Lab (OWL) finden Sie unsere gesammelten Schreibtechniken und -übungen, mit denen Sie Ihre Schreibkompetenzen ausbauen können. Wir haben zur besseren Übersicht alle Techniken in folgende Abschnitte geteilt:

- **Selbststeuerung** | Übungen und Selbsttests, um das eigene Schreiben zu reflektieren
- **Planen** | Techniken zu Zeit- und Selbstmanagement
- **Orientieren** | Ideen & Gedanken sortieren und strukturieren, Thema finden und eingrenzen, Fragestellungen konkretisieren
- **Material sammeln & bearbeiten** | Techniken, um sich in der Flut von Informationen und Literatur besser zurecht zu finden
- **Strukturieren** | Gedanken strukturieren, Thema finden und eingrenzen, Fragestellungen konkretisieren, Strukturieren von Texten

- **Ins Schreiben kommen / Rohfassung schreiben** | Schreibschwierigkeiten bekämpfen und mit dem Schreiben beginnen
- **Wissenschaftlicher Stil** | Formulierungshilfen und Übungen, mit denen der persönliche wissenschaftliche Schreibstil weiterentwickelt werden kann
- **Überarbeiten** | Methoden für verschiedene Überarbeitungsstufen und Korrekturen

LITERATUR

Beutelspacher, Albrecht (2004): „Das ist o.B.d.A. trivial!“. Eine Gebrauchsanleitung zur Formulierung mathematischer Gedanken mit vielen praktischen Tipps für Studierende der Mathematik und Informatik. 7., überarb. Aufl. Wiesbaden: Vieweg.

Krämer, Walter (1999): Wie schreibe ich eine Seminar- oder Examensarbeit? 2. Aufl. Frankfurt: Campus.

Kümmerer, Burkhard (2016): Wie man mathematisch schreibt. Sprache – Stil – Formeln. Wiesbaden: Springer Spektrum.