
Zertifikat Lehrkompetenz

Strategien zur Förderung der mathematischen Kommunikationskompetenz und der Nachbereitung einer Lehrveranstaltung

Christian Bargetz

Institut für Mathematik, Universität Innsbruck, Technikerstraße 13, A-6020 Innsbruck,
christian.bargetz@uibk.ac.at

Zusammenfassung. Diese Arbeit behandelt eine Strategie zur Förderung der Kompetenz, mathematische Inhalte gleichzeitig formal richtig und einem Fachpublikum verständlich zu präsentieren, sowie eine Strategie zur Förderung der Nachbereitung der Lehrveranstaltungseinheiten. Die mathematische Kommunikationskompetenz soll dadurch gefördert werden, dass die Studierenden eine bereits im Proseminar vorgetragene Aufgabe schriftlich ausarbeiten und dafür ein differenziertes Feedback in Form eines Feedbackbogens erhalten. Die Rückmeldungen werden im Anschluss mit den entsprechenden Studierenden persönlich besprochen. Die Nachbereitung soll durch die gemeinsame Erstellung einer kommentierten Fehlerliste gefördert werden. Beide Strategien werden mittels mehrperspektivischen Studiendesigns aus Sicht der Studierenden und des Lehrveranstaltungsleiters sowie aus Sicht der Lehrveranstaltungsleiter von Parallelgruppen evaluiert. Die Ergebnisse dieser Evaluierung werden diskutiert und Perspektiven für zukünftige Forschungen aufgezeigt.

Inhaltsverzeichnis

1. Problemsituation	3
2. Projektziele und Forschungsfragen	3
3. Hintergrundinformationen zur Lehrveranstaltung	4
4. Strategien	4
5. Methodisches Design der Fallstudie	5
6. Ergebnisse der Evaluierung	7
7. Fazit	16
8. Methodenkritische Reflexion	18
9. Zukünftige Forschungsmöglichkeiten	19
10. Konsequenzen für die Weiterentwicklung meiner Lehrkompetenz	19
11. Anhang	20
A. Feedbackbogen	20
B. Beispieleintrag der kommentierten Fehlerliste	22
C. Informationsblatt zu den Kompetenzen	23

1. Problemsituation

Die Fähigkeit, mit Personen ähnlichen Kenntnisstands über komplexe Inhalte in einer in dieser Fachrichtung üblichen Sprache zu kommunizieren, ist eine Kompetenz, die für AbsolventenInnen eines Universitätsstudiums von zentraler Bedeutung ist. In der Mathematik bedeutet dies insbesondere, dass man in der Lage sein muss, mathematische Sachverhalte formal richtig und für andere nachvollziehbar aufzuschreiben. Diese Kompetenz kann meiner Meinung nach nicht in einer einzelnen Lehrveranstaltung erworben werden, sondern muss über mehrere Semester in verschiedenen Veranstaltungen an den entsprechenden Inhalten trainiert werden.

Leider sind, meiner Erfahrung nach, viele Studierende des Bachelorstudiums Technische Mathematik in höheren Semestern nicht in der Lage, selbst einfache mathematische Sachverhalte formal richtig aufzuschreiben.

Zusätzlich habe ich den Eindruck, dass sich die meisten Studierenden in meinen Lehrveranstaltungen zu wenig selbstständig vor- und nachbereiten. Dieser Eindruck wird auch von den Evaluierungsergebnissen bestätigt, so haben beispielsweise 6 von 12 Studierenden im Proseminar Optimierung angegeben, dass sie die einzelnen Lehrveranstaltungseinheiten selten selbstständig nachbereiten.¹

2. Projektziele und Forschungsfragen

Das Ziel dieses Projekts ist die Erprobung und Evaluierung zweier Strategien zur Verbesserung der Kommunikationskompetenz mathematischer Inhalte sowie zur Förderung der Nachbereitung der Proseminareinheiten durch die Studierenden. Die beiden Ziele sind also:

- Stärkung der Kompetenz, mathematische Inhalte formal richtig und verständlich aufzuschreiben
- Förderung der Nachbereitung der Lehrveranstaltungseinheiten

Die eingesetzten Strategien sollen auf ihre Wirksamkeit sowohl aus der Sicht der Studierenden als auch aus der des Lehrveranstaltungsleiters evaluiert werden. Zusätzlich haben Lehrveranstaltungsleiter von Parallelgruppen als Außenperspektive fungiert.

Im Detail sollen folgende Forschungsfragen untersucht werden:

- Verbessert die Strategie, Aufgaben schriftlich ausarbeiten zu lassen, die Fähigkeit mathematische Inhalte zu kommunizieren?
- Hilft die kommentierte Fehlerliste bei der Vermeidung von Fehlern?

¹Evaluierung zur LV 702506 im WS 2010/11

3. Hintergrundinformationen zur Lehrveranstaltung

Das Proseminar aus „Analysis 2“ ist eine Pflichtveranstaltung, die für das zweite Semester des Bachelorstudiums Technische Mathematik vorgesehen ist. Zum Zeitpunkt dieser Fallstudie war die Lehrveranstaltung darüber hinaus auch eine Pflichtveranstaltung des Bachelorstudiums Physik und des Lehramtstudiums Mathematik. Das Proseminar ist begleitend zur Vorlesung „Analysis 2“ vorgesehen. Neben Vertiefung und Einübung der Inhalte dieser Vorlesung dient das Proseminar auch der Weiterentwicklung der Kompetenz, mathematische Inhalte zu präsentieren und zu diskutieren. Eine Auflistung der Kompetenzen, die im Proseminar „Analysis 2“ erworben bzw. weiterentwickelt werden sollen, befindet sich auf dem entsprechenden Informationsblatt, das sich im Anhang C befindet. Da es sich um eine Lehrveranstaltung des zweiten Semesters handelt, sind die übergeordneten Kompetenzen, die im Mathematikstudium erlangt werden, d.h. logisches Denken, Vorstellungsvermögen, Abstraktionsfähigkeit, Rechenfertigkeit und mathematische Kommunikationskompetenz bei den Studierenden noch nicht so ausgeprägt. Eines der Ziele sollte es also sein, diese Kompetenzen besonders zu fördern. Dies erfolgt natürlich nicht unabhängig von den Inhalten der zugehörigen Vorlesung, sondern durch intensive Beschäftigung und Arbeit mit ebendiesen Inhalten.

Eine Schwierigkeit für die Lehrveranstaltungsleiterinnen und Lehrveranstaltungsleiter liegt darin, dass durch die verschiedenen Zielgruppen auch verschiedene Ansprüche an die Lehrveranstaltung gestellt werden, die es alle unter einen Hut zu bringen gilt. Unter den Studierenden hat das Modul „Analysis 2“ den Ruf sehr schwierig zu sein. Dies dürfte zu einem nicht unwesentlichen Teil daran liegen, dass es eine der ersten Veranstaltungen im Mathematikstudium ist, die wenig Bezug zu den Inhalten des Mathematikunterrichts in den meisten Schulen hat.

4. Strategien

Als Versuch zur Verbesserung der obigen Situation habe ich die beiden folgenden Strategien umgesetzt und evaluiert.

4.1. Schriftliche Ausarbeitung von Aufgaben

Im Proseminar „Analysis 2“ wurden jede Woche 6 Aufgaben gestellt. Die Studierenden mussten diese Aufgaben vorbereiten und im e-Campus eintragen, welche Aufgaben sie gelöst hatten. Jede dieser Aufgaben wurde dann im Proseminar von einer Studentin oder einem Studenten vorgetragen. In der Lehrveranstaltungsstunde hat der Lehrveranstaltungsleiter bestimmt, wer die Aufgabe präsentiert. Die Auswahl erfolgte in der Regel so, dass alle Studierenden, über das Semester verteilt, möglichst gleich oft vortragen.

Um einerseits die Fähigkeit zu trainieren, mathematische Texte zu verfassen und andererseits die Nachbereitung der Lehrveranstaltungseinheiten zu fördern, haben die Studierenden zwei dieser Aufgaben, die sie davor an der Tafel präsentiert hatten, detailliert ausgearbeitet und abgegeben. Diese abgegebenen Aufgaben wurden vom Lehrveranstaltungsleiter korrigiert und dann persönlich besprochen. Diese Korrektur ist mit Hilfe eines

Feedbackbogens (siehe Anhang A) erfolgt, den ich gemeinsam mit Florian Stampfer, der ebenfalls eine Gruppe des Proseminars Analysis 2 im Sommersemester 2011 geleitet hat, erstellt habe.

4.2. Kommentierte Fehlerliste

Vor den Klausuren wurden kommentierte Fehlerlisten erstellt. Dafür sollten von Studierenden Beiträge kommen, d.h. die Studierenden wurden aufgefordert, vor den Klausuren potentielle Fehlerquellen zu benennen und zu analysieren. Nach den Klausuren wurde diese Liste durch häufige tatsächlich gemachte Fehler ergänzt. Diese Liste sollte die Nachbereitung der Klausuren fördern und die Studierenden dazu anregen, sich in der Klausurvorbereitung Gedanken über die Schwierigkeiten im Zusammenhang mit den entsprechenden Inhalten zu machen.

4.3. Flankierende Maßnahmen

Zusätzlich zu diesen beiden Strategien wurden folgende weitere Hilfestellungen angeboten, die oftmals bereits in dieser und anderen Veranstaltungen umgesetzt wurden.

- In der ersten Lehrveranstaltungseinheit haben die Studierenden ein Informationsblatt erhalten, auf dem die Kompetenzen aufgelistet waren, die sie im Rahmen dieses Proseminars erwerben sollen und welche Arten von Aufgaben und Tätigkeiten sie dazu erfüllen müssen.
- Das erste Übungsblatt sollte den Studierenden die Möglichkeit geben, ihre Vorkenntnisse einzuschätzen und zu überprüfen. Die Studierenden wurden darauf hingewiesen, dass mangelnde Vorkenntnisse ein wichtiger Grund für Schwierigkeiten in dieser Veranstaltung sind.
- Als Unterstützung für das gesamte Modul Analysis 2 fanden zwei zweistündige Tutorien statt, in denen Fragen zur Vorlesung und zum Proseminar gestellt werden konnten.

5. Evaluierung der Strategien und methodisches Design der Fallstudie

Die weitestgehende Gleichheit der geforderten Leistungsstandards in allen Übungsgruppen wurde durch folgende Maßnahmen gewährleistet.

- Die Aufgaben und Klausuren wurden gemeinsam erstellt.
- Die Kriterien für die Ausarbeitung wurden, zumindest für sieben von neun Gruppen, durch den Feedbackbogen fixiert.
- Während des Semesters fanden regelmäßige Gespräche zwischen den Lehrveranstaltungsleitern statt.

Der Erfolg der ersten Strategie, der schriftlichen Ausarbeitung der Aufgaben, wurde anhand der Entwicklung zwischen der ersten und zweiten Ausarbeitung und an den Einschätzungen des Nutzens durch die Studierenden und den Lehrveranstaltungsleiter evaluiert. Die zweite Strategie, die kommentierte Fehlerliste, wurde durch den Einfluss der Fehlerlisten auf den Lernprozess der Studierenden bewertet.

5.1. Evaluierung des Feedbacks und der Besprechungen

Bei jeder Besprechung der ausgearbeiteten Aufgaben wurden folgende Daten erhoben.

- Der Feedbackbogen, der die Beurteilung der Ausarbeitung enthält.
- Meine Beobachtungen zur Besprechung der Ausarbeitung.
- Die Einschätzung des Nutzens des Feedbacks durch den Studierenden, d.h. die Antwort auf folgende Frage: „Feedbackbogen und Besprechung waren für mich nutzlos – sehr hilfreich“ (Vierstufige Skala, um die „Tendenz zur Mitte“ zu vermeiden).
- Die Einschätzung der eigenen Kompetenz, mathematische Inhalte zu kommunizieren, durch die Studierenden.

Aufgrund dieser Daten werden in Abschnitt 6 die Beurteilung der beiden Ausarbeitungen und die Einschätzungen der Studierenden über den Wert des Feedbacks und ihrer Kompetenz, mathematische Inhalte zu kommunizieren, verglichen.

5.2. Evaluierung beider Strategien am Ende des Semesters

Am Ende des Semesters haben die Studierenden die beiden Strategien durch die Beantwortung folgender sechs Fragen bewertet.

1. Wie hilfreich waren die Ausarbeitungen und das Feedback dazu? – geschlossene Frage mit vierstufiger Antwortskala
2. Was habe ich dabei besonders gelernt? – offene Frage
3. Wie hilfreich war die kommentierte Fehlerliste bei der Vermeidung von Fehlern? – geschlossene Frage mit vierstufiger Antwortskala
4. Wie ist die Fehlerliste in meinen Lernprozess eingegangen? – offene Frage
5. Das Ziel die Methoden der mehrdimensionalen Differential-Integralrechnung anwenden zu können habe ich zu . . . erreicht. – Prozentskala
6. Welche Kompetenzen habe ich im PS Analysis 2 verbessern/weiterentwickeln können? – offene Frage

6. Ergebnisse der Evaluierung

Wir werden nun die Ergebnisse der Evaluierung für beide Strategien einzeln präsentieren und analysieren.

6.1. Ausarbeitungen und Feedbackbogen

Die Ergebnisse der Evaluierung werden nun, getrennt nach den Perspektiven des mehrperspektivischen Studiendesigns, dargestellt.

6.1.1. Perspektive der Studierenden

Als erstes soll die Frage untersucht werden, wie die Studierenden ihre mathematische Kommunikationskompetenz einschätzen und ob sie einen Bedarf zur Steigerung derselben sehen. Dazu sollten die Studierenden im Anschluss an die Besprechung der Ausarbeitungen eine Einschätzung der eigenen Kommunikationskompetenz abgeben. Diese offene Frage wurde von vierzehn von sechzehn Studierenden beantwortet und es ergab sich folgendes Bild: Während nur drei Studierende ihre eigene mathematische Kommunikationskompetenz als sehr gut einschätzten, gaben sechs von vierzehn Studierenden an, Probleme mit der exakten Darstellung mathematischer Inhalte zu haben. Sieben Stu-

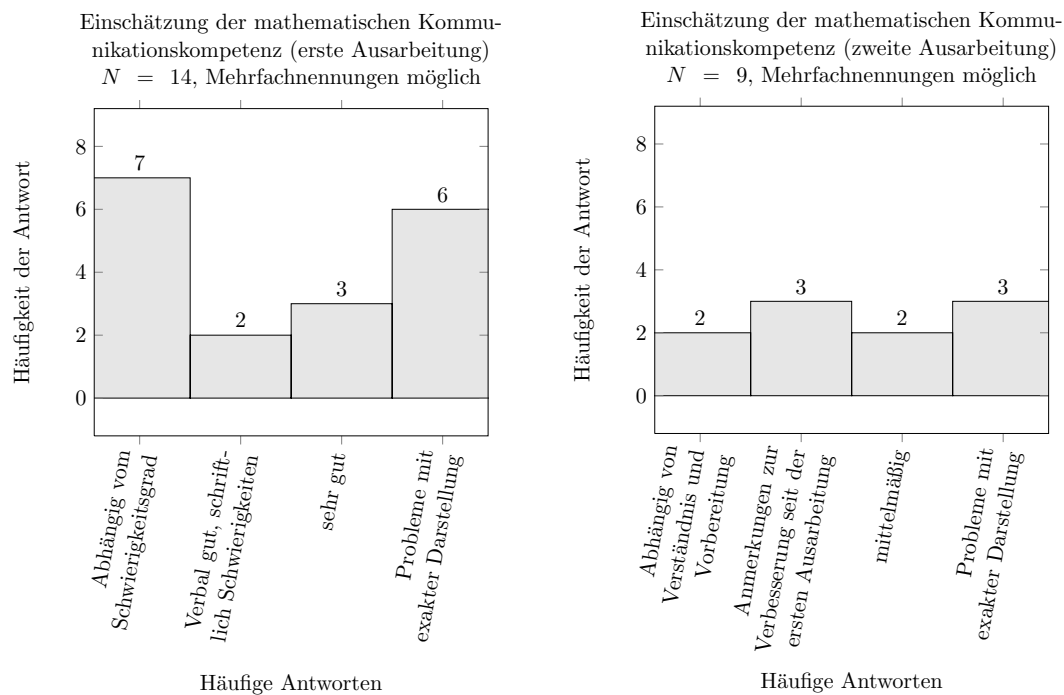


Abbildung 1: Histogramm zur Selbsteinschätzung der mathematischen Kommunikationskompetenz der Studierenden nach den Ausarbeitungen

dierende sind der Meinung, dass diese Fähigkeit stark vom Schwierigkeitsgrad und dem Grad des Verständnisses der mathematische Inhalte abhängt, was nahe legt, dass sie Schwierigkeiten bei der gleichzeitig verständlichen und korrekten Darstellung komplexer mathematischer Inhalte haben. Insgesamt kann man wohl sagen, dass zum Zeitpunkt der ersten Ausarbeitung die Mehrheit der Studierenden einen Verbesserungsbedarf hinsichtlich ihrer diesbezüglichen Fähigkeit gesehen hat, da sich, unter Berücksichtigung von Mehrfachnennungen, zehn von vierzehn Studierenden in diese Richtung geäußert haben. Nach der Besprechung der zweiten Ausarbeitung habe ich die Studierenden gebeten, den selben Fragebogen noch einmal zu beantworten. Hier zeigte sich ein etwas anderes Bild. Nur noch drei Studierende gaben an, Probleme mit der exakten Darstellung mathematischer Sachverhalte zu haben, ebensoviele Studierende machten Anmerkungen dazu, wie sich ihre Kommunikationskompetenz seit der ersten Ausarbeitung verbessert hatte. Zwei Studierende haben erneut angegeben, dass ihre Fähigkeit, mathematische Inhalte zu kommunizieren, vom Grad des Verständnis derselben und vom Umfang der Vorbereitung abhängt. Zwei andere Studierende schätzten zu diesem Zeitpunkt ihre Kommunikationskompetenz als mittelmäßig ein, was leider nicht mit den Aussagen nach der ersten Ausarbeitung vergleichbar ist. Insgesamt haben beim zweiten Mal weniger Studierende die offene Frage beantwortet als beim ersten Mal, was vermutlich auf eine methodische Schwäche der Fallstudie hinweist (siehe Kapitel 8). Dennoch deuten die kleinere Anzahl der Studierenden, die Probleme mit der exakten Darstellung mathematischer Inhalte einräumen und die drei Studierenden, die ihre Fortschritte im Vergleich zur ersten Ausarbeitung beleuchten, auf eine Verbesserung der Kommunikationskompetenz aus Sicht der Studierenden hin. Besonders interessant erscheinen mir die folgenden drei Einschätzungen von Studierenden.

- „Durch die Ausarbeitung habe ich gelernt, mich spezialisiert in ein Gebiet einzuarbeiten.“
- „Durch die Ausarbeitung wird diese [die Kommunikationskompetenz] auf jeden Fall verbessert.“
- „Durch Besprechung der Ausarbeitungen [und deren] Beachtung [konnten] sprachliche Formulierungen verbessert [werden].“

Eine Zusammenfassung der studentischen Selbsteinschätzung der Kommunikationskompetenz kann Abbildung 1 entnommen werden.

Im Anschluss an die beiden Besprechungen der Ausarbeitungen haben die Studierenden die Frage beantwortet, wie wertvoll der Feedbackbogen und die Ausarbeitungen für sie waren. Die geschlossene Frage nach der Nützlichkeit von Feedbackbogen und Ausarbeitung wurde von den Studierenden sehr positiv beantwortet. Das Feedback zur ersten Ausarbeitung wurde von neun von sechzehn Studierenden als hilfreich und von sieben als sehr hilfreich beurteilt. In der Beurteilung des Feedbacks zur zweiten Ausarbeitung gab es eine minimale Verschiebung – hier hat ein Student oder eine Studentin das Feedback als weniger hilfreich angesehen und nur mehr acht als hilfreich. Die Anzahl der Studierenden, die das Feedback als sehr hilfreich angesehen haben, ist mit sieben Studierenden

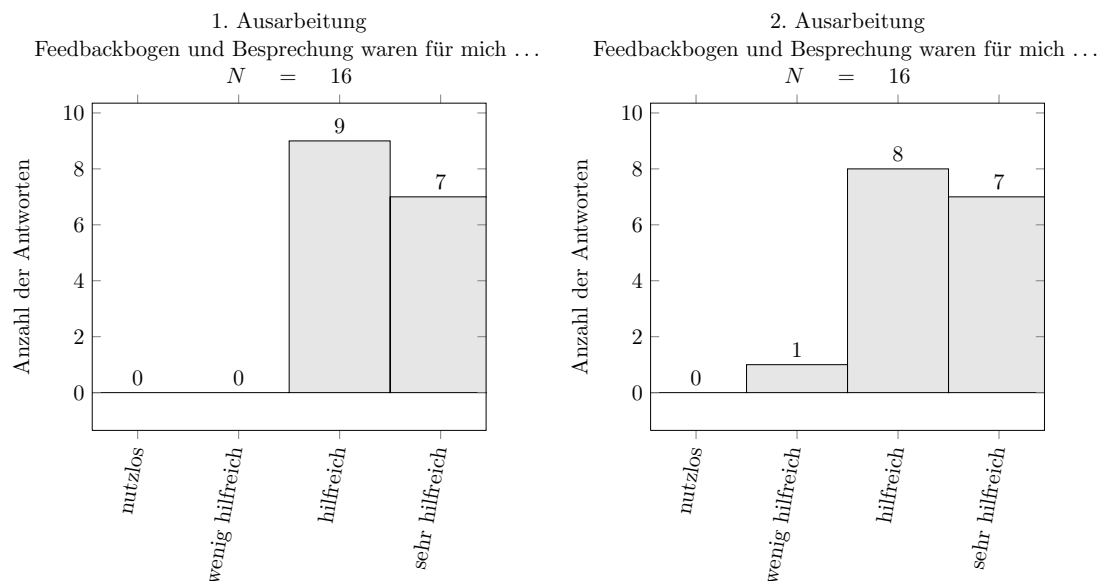


Abbildung 2: Histogramme der Evaluierung der Ausarbeitungen

gleich geblieben. Es ist also davon auszugehen, dass die Studierenden das Erstellen der Ausarbeitungen und das Feedback dazu als hilfreich angesehen haben. Eventuell wurden die zweite Ausarbeitung und die entsprechenden Rückmeldungen als weniger hilfreich angesehen als die erste Ausarbeitung. Die Ergebnisse dieser geschlossenen Frage sind in Abbildung 2 zusammengefasst.

Auch in der Abschlussevaluierung am Ende des Semesters spiegelt sich diese positive Einschätzung durch die Studierenden wieder: Sechzehn von achtzehn Studierenden, und damit die überwiegende Mehrheit, haben dabei angegeben, dass die Ausarbeitung und das Feedback dazu hilfreich oder sehr hilfreich waren. Keiner der Studierenden hat Ausarbeitung und Feedback als nutzlos eingeschätzt. Eine Darstellung dieser Ergebnisse findet sich in Abbildung 3.

Ein weiterer Punkt, der erhoben wurde, ist die Einschätzung der Studierenden, was sie beim Anfertigen der Ausarbeitung und durch das erhaltene Feedback am besten gelernt haben. Diese Frage wurde von sechzehn Studierenden beantwortet. Hier bestätigt sich der obige Eindruck, dass die Studierenden nach der ersten Ausarbeitung tendenziell weniger Probleme mit der exakten Darstellung mathematischer Sachverhalte hatten als vor der ersten Ausarbeitung, denn sieben von sechzehn Studierenden gaben an, die exakte Darstellung mathematischer Inhalte besonders gut gelernt zu haben. Weitere drei Studierende haben dabei, etwas allgemeiner, die Präsentation mathematischer Inhalte besonders gut gelernt. Darüber hinaus war es der Fall, dass sich (mindestens) sechs Studierende im Rahmen der Ausarbeitungen vertieft mit den Inhalten der Lehrveranstaltung auseinandergesetzt haben und drei gelernt haben, strukturierter zu arbeiten. Leider war diese Strategie nicht bei allen Lehrveranstaltungsteilnehmern erfolgreich, wie

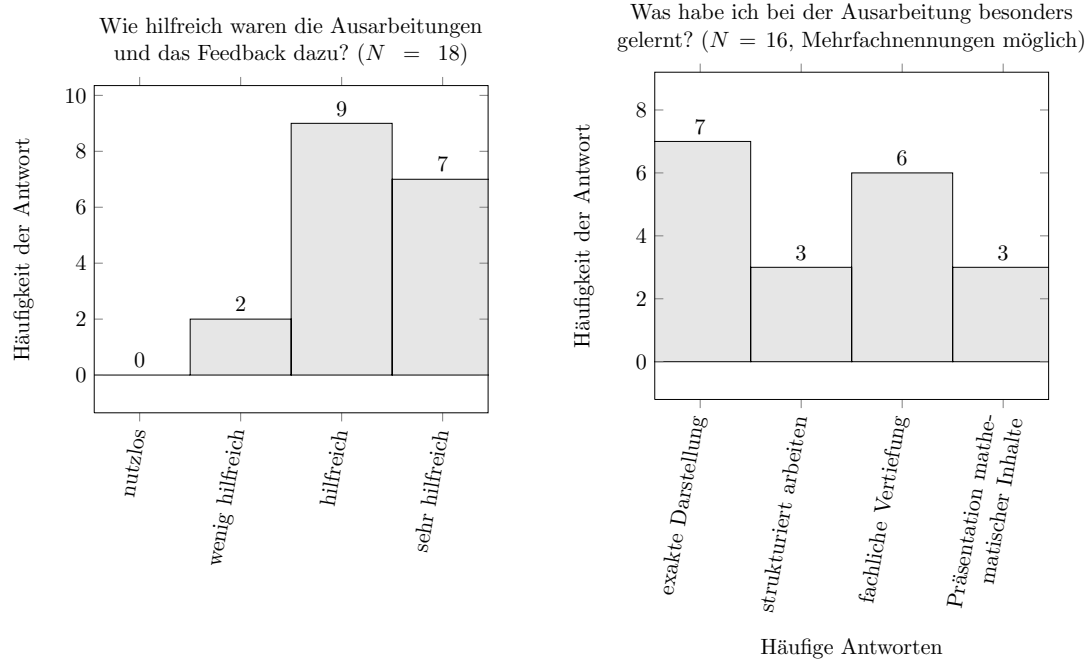


Abbildung 3: Histogramme der Abschlussevaluierung der Ausarbeitungen

die folgende Aussage eines Studenten oder einer Studentin zeigt:

„[Besonders gelernt habe ich] nichts, da ich so schon Probleme mit dem Stoffgebiet hatte, war es nicht sehr hilfreich, da ich etwas erklärte, was ich nicht verstand.“

Dieser Student oder diese Studentin scheint die Ausarbeitung nicht dazu genutzt zu haben, sich mit der auszuarbeitenden Aufgabe näher auseinanderzusetzen, um damit die „Probleme mit dem Stoffgebiet“ zu vermindern, sondern hat die Ausarbeitung vermutlich als eine, von den Inhalten unabhängige, zusätzliche Arbeitsbelastung gesehen. Zusammenfassend kann festgestellt werden, dass die Studierenden die Ausarbeitungen mehrheitlich als hilfreiches Instrument zur Verbesserung der mathematischen Kommunikationskompetenz ansehen und dass ein nicht unwesentlicher Anteil dadurch auch von einer vertieften Auseinandersetzung mit den auszuarbeitenden Inhalten profitiert hat.

6.1.2. Perspektive des Lehrveranstaltungsleiters

Die Untersuchung der Frage, wie sinnvoll die Ausarbeitungen und die Besprechungen selbiger sind, möchte ich damit beginnen, meine allgemeinen diesbezüglichen Eindrücke darzulegen. Ich hatte bei vielen Ausarbeitungsbesprechungen, insbesondere bei der Besprechung sehr guter Ausarbeitungen, das Gefühl, dass diese relativ wenig Sinn machen, da es in diesen Fällen kaum Verbesserungsvorschläge zu besprechen gab. Andererseits

hatte ich den Eindruck, dass in diesen Besprechungen ausgesprochenes Lob sich positiv auf die Motivation der Studierenden ausgewirkt hat, und es haben sich auch in solchen Besprechungen interessante Diskussionen sowohl über mathematisches Schreiben als auch über die Inhalte der Ausarbeitung entwickelt.

Die zweite Ausarbeitung war bei den meisten Studierenden relativ gut, und daher waren insbesondere die Besprechungen der zweiten Ausarbeitung meist sehr kurz. Darüber hinaus hatte ich in den meisten Besprechungen den Eindruck, dass die Studierenden sehr an Feedback zu ihren Ausarbeitungen interessiert sind und dieses auch in der nächsten Ausarbeitung berücksichtigen.

In Besprechungen von Ausarbeitungen mit größerem Verbesserungspotential machte die Besprechung aus meiner Sicht sehr wohl Sinn, auch wenn hier immer die Gefahr zu bestehen scheint, dass sich die Studierenden in die Defensive gedrängt fühlen, was die konstruktive Diskussion der Verbesserungsvorschläge erschwert.

Als nächstes möchte ich auf die einzelnen Punkte der Umsetzung der Ausarbeitungsstrategie, deren Wirksamkeit und Schwierigkeiten aus meiner Sicht eingehen. Da ich den Studierenden die benötigte Zeit lassen wollte und keinen Termindruck aufbauen wollte, habe ich die am Anfang des Semesters gesetzte Frist von zwei Wochen für die Erstellung der Ausarbeitung in der Praxis nicht eingefordert. Dadurch ergab sich allerdings bei drei Studierenden die Situation, dass sie die zweite Ausarbeitung angefertigt haben, bevor wir die erste Ausarbeitung besprochen hatten. In diesen Fällen war natürlich kaum ein Lerneffekt zwischen den Ausarbeitungen zu erreichen. Weiters war es in diesen Fällen meist so, dass in beiden Ausarbeitungen die gleichen Kritikpunkte vorhanden waren. In Hinblick auf den Lernprozess der Studierenden sollten derartige Überlappungen vermieden werden.

In einigen Besprechungen hatte ich den Eindruck, dass ich Zweck und Ziele der Ausarbeitungen zu Beginn des Semesters zu wenig erläutert hatte, da es immer wieder zu Diskussionen kam, wieso sich die Ausarbeitungen doch deutlich von den sehr knapp gehaltenen Musterlösungen zu den Aufgaben, die oft nur die nötige Idee präsentieren und die Vorgehensweise kurz skizzieren, unterscheiden sollten.

Ein weiteres Problem war die hohe Anzahl an erforderlichen Ausarbeitungen, da jede Studentin und jeder Student zwei Aufgaben ausarbeiten musste. Auch, bedingt durch die Inhalte der Lehrveranstaltung, war ein nicht unwesentlicher Anteil der Aufgaben, insbesondere reine Rechenaufgaben, weniger für eine Ausarbeitung geeignet. Die hohe Anzahl an Ausarbeitungen hat aber dazu geführt, dass immer wieder auch manche dieser weniger geeigneten Aufgaben ausgearbeitet werden mussten.

Ein weiterer interessanter Aspekt der Ausarbeitungsbesprechungen ist die Frage, ob es sinnvoll ist, mehrere Ausarbeitungen, d.h. Ausarbeitungen mehrerer Studierender, gleichzeitig zu besprechen. Die Vorteile einer solchen gemeinsamen Besprechung sind, dass die Studierenden auch voneinander lernen können. Es entwickelten sich immer wieder interessante Diskussionen zwischen mehreren Studierenden und dem Lehrveranstaltungsleiter sowohl über die mathematischen Inhalte der Ausarbeitungen als auch über die Art der Präsentation derselben. Darüber hinaus können die Studierenden auch aus den „Fehlern“ der anderen Studierenden lernen, bzw. sie bekommen auch Anregungen zu Problemsituationen mit auf den Weg, die in ihrer eigenen Ausarbeitung gar nicht

aufgetreten sind. Als Nachteil einer solchen gemeinsamen Besprechung erscheint mir, dass sich hier einzelne Studierende Verbesserungsvorschläge nicht als solche aufgegriffen haben, sondern ihre bisherige Vorgehensweise vehement verteidigt haben. Mir erscheint, dass sich hier manche Studierende, trotz der im Allgemeinen von mir als sehr gut empfundenen Stimmung in der Lehrveranstaltung, von den Verbesserungsvorschlägen angegriffen gefühlt hatten und sich daher entsprechend verteidigten. Wichtig erscheint mir hier auch, dass eine solche gemeinsame Besprechung immer nur im ausdrücklichen Einverständnis der betreffenden Studierenden stattfindet, damit sich niemand bloßgestellt fühlt.

Der grundsätzlich positive Eindruck bestätigt sich auch in der Beurteilung der Ausarbeitungen. Ich habe hier den Punkt „Gesamteindruck und Nachvollziehbarkeit“ des Feedbacks zu den Ausarbeitungen näher betrachtet. Ich habe die Werte von 0 (beste Wertung) bis 1.5 (schlechteste Wertung) codiert. Der Mittelwert der Bewertung der ersten Ausarbeitung beträgt 0.57, der der Bewertung der zweiten Ausarbeitung 0.34. Im Mittel hat sich die Bewertung also deutlich verbessert. Auch die Betrachtung der Kerndichteschätzung der Verteilungen der Bewertungen zeigt eine entsprechende Tendenz (Abbildung 4).

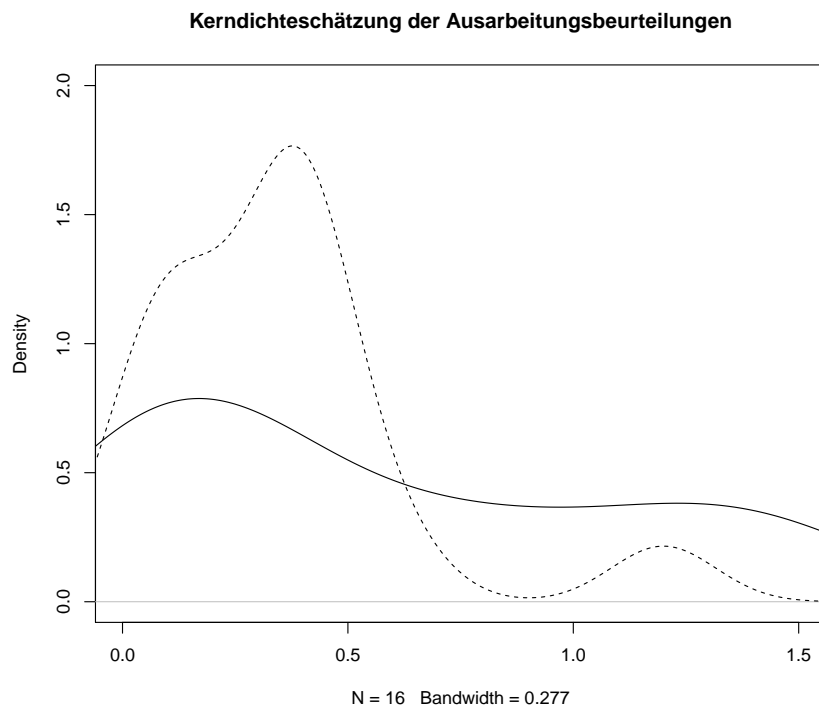


Abbildung 4: Dichteschätzung der Verteilung der Bewertung „Gesamteindruck und Nachvollziehbarkeit“ der Ausarbeitungen. 1. Ausarbeitung: durchgezogene Linie; 2. Ausarbeitung: gestrichelte Linie.

Zusammenfassend würde ich sagen, dass sich die Strategie, Ausarbeitungen anfertigen zu lassen und diese dann zu besprechen, aus meiner Sicht bewährt hat. Ich bin aber auch der Meinung, dass in der Umsetzung noch einiges an Verbesserungspotential vorhanden ist.

6.1.3. Außenperspektive

Bedingt durch die Art der Fallstudie, erscheint es mir schwierig, ein Studiendesign zu erstellen, das den strengen Ansprüchen an eine methodisch korrekte Außenperspektive gerecht wird, da bei beiden Strategien bis auf die Ausarbeitungsbesprechungen keine direkte Interaktion zwischen Studierenden und Lehrveranstaltungsleiter stattfindet, die von einem Außenstehenden beobachtet werden kann.

Die Außenperspektive besteht in dieser Fallstudie daher aus den folgenden drei Punkten. Es gab einen Normvergleich über die einzelnen Gruppen der Lehrveranstaltungen, da die Anforderungen an die Studierenden von allen Lehrveranstaltungsleitern gemeinsam festgelegt wurden. Dies beinhaltet insbesondere, dass in allen Gruppen die gleichen Proseminarklausuren gestellt wurden, die auch nach den selben Kriterien beurteilt wurden. Natürlich wurden auch an die Ausarbeitungen in allen Gruppen dieselbe Anforderung gestellt, was auch durch den gemeinsam verwendeten Feedbackbogen sichergestellt wurde. Als zweites Instrument der Außenperspektive habe ich meinen Bürokollegen Tobias Hell, der bei den meisten Ausarbeitungsbesprechungen anwesend war, gebeten, mir seine diesbezüglichen Beobachtungen mitzuteilen. Darüber hinaus, als dritte Maßnahme, hat auch Julian Larcher, der eine Parallelgruppe gehalten hat, seine Erfahrungen mit den Ausarbeitungen dargelegt.

Als erstes möchte ich die Beobachtungen, die Tobias Hell gemacht hat, präsentieren. Er hat angemerkt, dass in den Besprechungen der Ausarbeitungen immer ein positives Gesprächsklima geherrscht hat und dass die Gespräche aus seiner Sicht sehr konstruktiv verlaufen sind. Die Studierenden haben, seinen Beobachtungen zufolge, bei Verständnisproblemen nicht gezögert nachzufragen. Weiters haben sich im Zuge dessen immer wieder interessante mathematische Diskussionen entwickelt. Er hatte darüber hinaus den Eindruck, dass für den Großteil der Studierenden die Ausarbeitungsbesprechungen von fachlichem Gewinn waren.

Nun möchte ich noch auf die Einschätzung von Julian Larcher zur Wirksamkeit der Ausarbeitungen eingehen. Er sieht die Strategie insgesamt als erfolgreich an, auch wenn er den Eindruck hatte, dass die Verpflichtung, zwei der vorgetragenen Aufgaben schriftlich auszuarbeiten, von manchen Studierenden anfänglich als Schikane oder zumindest als zusätzlicher Arbeitsaufwand angesehen worden ist. Die positiven Auswirkungen der Strategie sieht er nicht nur auf die mathematische Kommunikationskompetenz beschränkt, er ist darüber hinaus der Meinung, dass die intensive Auseinandersetzung mit den Aufgaben tiefer gehende Kenntnisse des Inhalts der Lehrveranstaltung und der Zusammenhänge zwischen diesen voraussetzt und fördert.

Zusammenfassend ist es so, dass auch aus Sicht der als Außenperspektive fungierenden Kollegen die Meinung vertreten wird, dass die Ausarbeitungen eine positive Wirkung gezeigt haben.

6.2. Kommentierte Fehlerliste

Auch die Strategie, vor den Klausuren in Zusammenarbeit mit den Studierenden im e-Campus (OLAT), dem Lernmanagementsystem der Universität Innsbruck, eine kommentierte Liste potenzieller Fehler zu erstellen, wurde mehrperspektivisch evaluiert. Auch hier sollen im Folgenden die Ergebnisse dieser Evaluierung getrennt nach Perspektiven dargestellt werden. Ein Beispieleintrag der kommentierten Fehlerliste findet sich in Anhang B.

6.2.1. Perspektive der Studierenden

In der Abschlussevaluierung am Ende des Semesters haben die Studierenden auch die kommentierte Fehlerliste evaluiert. Diese Evaluierung ist nicht so positiv ausgefallen wie die der Ausarbeitung. Die Frage wurde von sechzehn Studierenden beantwortet und es ergab sich folgendes Bild. Keiner der Studierenden hat die Fehlerliste als sehr hilfreich beurteilt, und nur neun von sechzehn Studierenden haben selbige als hilfreich eingestuft. Knapp die Hälfte der Studierenden hat die kommentierte Fehlerliste als wenig hilfreich (sechs Studierende) bzw. nutzlos (eine Studentin oder ein Student) angesehen (siehe Abbildung 5). Auch die Antworten auf die offene Frage, wie die kommentierte Fehler-

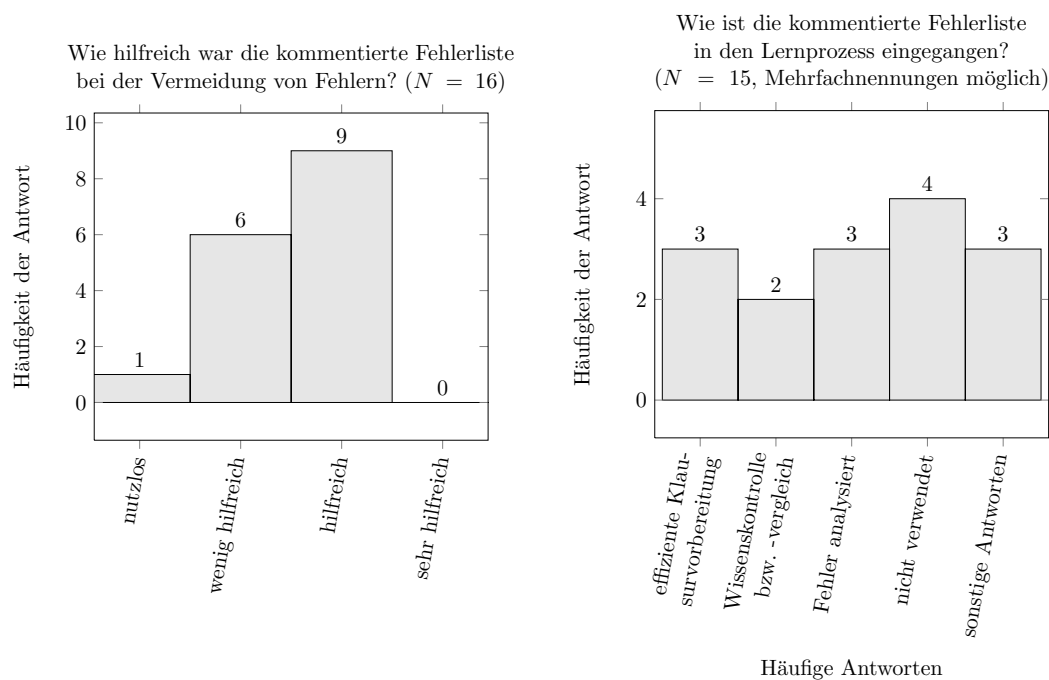


Abbildung 5: Abschlussevaluierung der kommentierten Fehlerliste

liste in den Lernprozess der Studierenden eingegangen ist, spiegeln diesen gemischten Eindruck wieder. Vier Studierende haben angegeben, die kommentierte Fehlerliste nie

verwendet zu haben und auch zumindest bei einem Teil der drei Studierenden, die diese Frage nicht beantwortet haben, ist wohl davon auszugehen, dass sie die Liste nicht verwendet haben. Jeweils drei Studierende haben, der Abschlussevaluierung zufolge, die kommentierte Fehlerliste zur effizienten Klausurvorbereitung genutzt bzw. die besprochenen Fehler analysiert, um sie in der Folge zu vermeiden. Zwei Studierende haben die Liste verwendet, um damit den eigenen Wissensstand zu kontrollieren bzw. diesen mit den behandelten Fehlern zu vergleichen. Besonders positiv ist folgende Aussage einer Studentin oder eines Studenten:

„Ich habe gelernt, häufige Fehler mit wenig Aufwand zu vermeiden.“

Daneben finden sich aber auch weniger positive Aussagen wie beispielsweise

„durchgelesen, aber wenig geholfen“.

Interessant ist, dass sich die Aussagen der Studierenden nur auf die Verwendung der fertigen Liste beziehen und nicht auf den Erstellungsprozess derselben. Insgesamt ist es wohl so, dass circa die Hälfte der Studierenden die kommentierte Fehlerliste als hilfreich empfunden hat und die andere Hälfte davon wenig profitiert zu haben scheint.

6.2.2. Perspektive des Lehrveranstaltungsleiters

Die kommentierte Fehlerliste hat meiner Meinung nach nicht sonderlich gut funktioniert. Ein Grund dafür, den ich zu Beginn des Semesters nicht bedacht hatte, ist, dass Kenntnisse des Textsatzsystems \LaTeX nötig waren, um einen Eintrag zu erstellen, der mathematische Formeln enthält. Die Kenntnis dieses Systems war unter den Teilnehmern der Lehrveranstaltung wenig verbreitet.

Ein weiteres großes Problem der kommentierten Fehlerliste war, dass die Studierenden sehr schwer zu motivieren waren, einen entsprechenden Beitrag zu leisten, was meines Erachtens mehrere Gründe hat. Die Mitarbeit der Studierenden an dieser Liste war mehr oder weniger freiwillig, da sie einerseits nicht in die Beurteilung der Lehrveranstaltung eingeflossen ist und ich andererseits auch die Arbeitsbelastung der Studierenden in einem erträglichen Rahmen halten wollte.

Ich hatte darüber hinaus den Eindruck, dass die Studierenden Angst davor hatten einen „dummen“ Fehler in die Fehlerliste einzutragen. Meine Versuche, diese Befürchtungen zu entkräften, waren vermutlich nicht erfolgreich. Eine diesbezügliche Strategie war es, die Fehlerliste im Lernmanagementsystem nur für diese Gruppe sichtbar zu schalten, im Gegensatz zu allen anderen Bereichen des OLAT-Kurses.

Die kommentierte Fehlerliste war außerdem für alle Beteiligten mit einer relativ hohen Arbeitsbelastung verbunden. Bei der Korrektur der Proseminarklausuren ist mir auch kein Einfluss der Fehlerliste auf die tatsächlich gemachten Fehler aufgefallen. Es ist jedoch zu bedenken, dass ein solcher nur sehr schwer messbar ist.

Um die Fehlerliste erfolgreich einzusetzen, wäre es meiner Meinung nach notwendig einen entsprechenden Platz dafür in der Lehrveranstaltung zu schaffen. Eine notwendige Bedingung ist hier, dass die Fehlerliste in einem Medium erstellt wird, das den Studierenden zugänglich ist, d.h. die Erstellung dieser Liste im Lernmanagementsystem OLAT ist

beispielsweise nur möglich, wenn die Studierenden über ausreichende L^AT_EX-Kenntnisse verfügen. Um die Beteiligung der Studierenden an dieser Maßnahme zu fördern, könnte man die Beiträge der Studierenden bei der Erstellung der Liste in die Beurteilung mit einbeziehen. Eine andere Möglichkeit wäre es, die kommentierte Fehlerliste gemeinsam in der Lehrveranstaltung zu erstellen.

Zusammenfassend bin ich der Meinung, dass die gemeinsam erstellte kommentierte Fehlerliste ein interessantes Instrument zur Vermeidung von Fehlern ist, das sich in diesem Semester, wohl auch durch organisatorische Schwächen, nicht im selben Maß bewährt hat wie die Ausarbeitungen.

6.2.3. Außenperspektive

Da die Erstellung der Fehlerliste rein online erfolgt ist, d.h. die Einträge in einem Wiki im Lernmanagementsystem der Universität Innsbruck erstellt wurden, ist es auch hier schwierig, eine im strengen Sinn methodisch korrekte Außenperspektive zu erreichen. Die Erstellung wurde von zwei meiner Kollegen, die ebenfalls eine Gruppe der Lehrveranstaltung betreut haben, immer wieder beobachtet. Ich habe daher Julian Larcher, einen dieser Kollegen, gebeten, mir seine diesbezüglichen Beobachtungen zur Verfügung zu stellen. Er ist der Meinung, dass die Studierenden „das Potential der kommentierten Fehlerliste – so wie es scheint – [...] nicht genutzt“ haben. Einen potentiellen Nutzen sieht er schon, „da sich die verschiedenen Variationen an auftauchenden Fehlern meist in Grenzen halten[. Daher] wäre es natürlich sinnvoll, wenn jeder seine gemachten Fehler 'veröffentlicht'. Das könnte wohl verhindern, dass immer wieder die selben Fehler gemacht werden, oder zumindest ihre Anzahl reduzieren.“ Insgesamt ist er auch der Meinung, dass die kommentierte Fehlerliste ein Instrument mit Potential ist, das in dieser Lehrveranstaltung nicht vollständig ausgeschöpft wurde.

7. Fazit

Neben der getrennten Evaluierung der beiden Strategien wurde in der Abschlussevaluierung auch die Frage erhoben, wie die Studierenden ihre Lernerfolge im Proseminar Analysis 2 insgesamt einschätzen. In der geschlossenen Frage nach der Einschätzung, zu wieviel Prozent die Studierenden das Ziel, die Methoden der mehrdimensionalen Differential-Integralrechnung anwenden zu können, erreicht haben, ergab sich ein positives Gesamtbild. Die Mehrheit der Studierenden gab an, dieses Ziel zu 70–90 % erreicht zu haben. Die Dichteschätzung der Verteilung dieser Selbsteinschätzung der Studierenden hat das Maximum bei knapp über 80 %. Daher kann angenommen werden, dass die Studierenden den Besuch des Proseminars Analysis 2 als Erfolg ansehen. Im Großen und Ganzen teile ich diese Einschätzung der Studierenden und denke, dass es geglückt ist, der überwiegenden Mehrheit der Studierenden die Fragestellungen und Methoden der mehrdimensionalen reellen Analysis nahezubringen.

In einer offenen Frage wurde darüber hinaus gefragt, welche Kompetenzen die Studierenden in dieser Lehrveranstaltung am meisten weiterentwickeln konnten. Hier ergab sich ein sehr interessantes und ebenfalls positives Bild. Sechs Studierende haben in erster

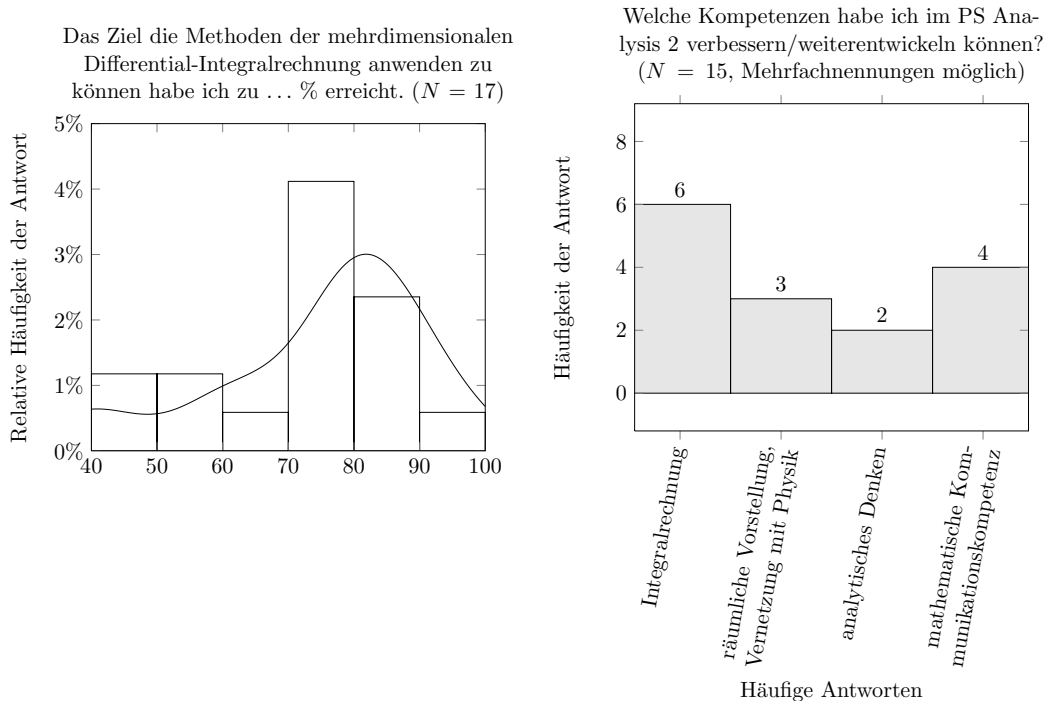


Abbildung 6: Abschlussevaluierung der Lernergebnisse des Proseminars Analysis 2

Linie die Rechenkompetenz in Bezug auf die Differential-Integralrechnung weiterentwickelt, und drei Studierende haben ihr räumliches Vorstellungsvermögen verbessert oder tiefere Einblicke in die Vernetzung von Mathematik und Physik erlangt. Daneben finden sich aber auch einige, die Kompetenzen verbessert haben, die über alle Lehrveranstaltungen des Bachelorstudiums Technische Mathematik trainiert werden. Vier Studierende haben die mathematische Kommunikationskompetenz weiterentwickelt oder das analytische Denkvermögen verbessert.

Die Ausarbeitungen wurden aus allen drei Perspektiven sehr positiv evaluiert. Insgesamt würde ich nach dieser Evaluation die Anzahl der Ausarbeitungen und die Anzahl der Besprechungen kritisch sehen. Aus Sicht der Studierenden gab es eine leichte Abnahme der Nützlichkeits einschätzung von der ersten zur zweiten Ausarbeitung. Aus meiner Sicht war der Zeitaufwand durch die beiden Ausarbeitungen und die dazugehörigen Besprechungen für alle Beteiligten und auch insbesondere für den Übungsleiter sehr hoch. Es ist hier zu hinterfragen, ob nicht ein ähnlicher Erfolg auch mit einer Ausarbeitung pro Semester zu erreichen gewesen wäre.

Man kann also insgesamt begründeterweise davon ausgehen, dass die Strategie, schriftliche Ausarbeitungen von bereits vorgetragenen Aufgaben anfertigen zu lassen, diese dann mit differenziertem Feedback zu versehen und abschließend zu besprechen, aus Sicht aller Beteiligten ein voller Erfolg war. Es ist nicht nur geglückt, die mathematische Kommunikationskompetenz der Studierenden zu verbessern, sondern darüber hinaus auch noch

eine Festigung und Vertiefung der Inhalte der Lehrveranstaltung zu erreichen. Trotzdem gibt es hier in einigen Details der Umsetzung den einen oder anderen Verbesserungsbedarf.

Die kommentierte Fehlerliste wurde von den Studierenden sehr gemischt aufgenommen, und auch aus Sicht des Lehrveranstaltungsleiters gibt es Zweifel an der Wirksamkeit dieser Maßnahme. Es gab hier in der Umsetzung einige organisatorische Schwierigkeiten, die unter Umständen zu dieser Einschätzung geführt haben. Da sich durch die Änderung des Studienplans des Bachelorstudiums Technische Mathematik im Wintersemester 2011/12 manche der Rahmenbedingungen geändert haben, beispielsweise findet nun im ersten Semester ein \LaTeX -Kurs statt, wäre es hier interessant, zukünftig die Frage zu untersuchen, ob ohne die aufgetretenen Schwierigkeiten die kommentierte Fehlerliste erfolgreicher angewendet werden kann (siehe Abschnitt 9).

8. Methodenkritische Reflexion

Eine Schwäche dieser Fallstudie ist das Fehlen einer methodisch korrekten Außenperspektive. Die beiden als Außenperspektive fungierenden Kollegen waren beide an der Lehrveranstaltung, wenn auch in Parallelgruppen, beteiligt. Es wäre hier besser gewesen sowohl bei der Beobachtung der Ausarbeitungsbesprechungen als auch der Beobachtung der Erstellung der kommentierten Fehlerliste auf Personen zurückzugreifen, die von der Lehrveranstaltung Analysis 2 völlig unabhängig sind.

Auch der Fragebogen, den die Studierenden nach der Besprechung der Ausarbeitungen ausgefüllt haben, hatte ein paar Schwächen. Wie sich im Nachhinein herausgestellt hat, war es nicht möglich, die offene Frage nach der studentischen Selbsteinschätzung der mathematischen Kommunikationskompetenz in Bezug zu quantifizierbaren Teilkompetenzen zu bringen. Ein solcher Bezug hätte die Validität dieser Frage wesentlich verbessert, und es hätte ein Vergleich der Eigeneinschätzung mit der Einschätzung des Lehrveranstaltungsleiters hergestellt werden können. Weiters wäre es interessant gewesen, im Anschluss an die zweite Ausarbeitung zu fragen, wie die Studierenden die Entwicklung ihrer Kommunikationskompetenz seit der ersten Ausarbeitung einschätzen würden. Während bei der geschlossenen ersten Frage ein Vergleich zwischen den Ausarbeitungen gut möglich ist, ist diese Vergleichsmöglichkeit bei der entsprechenden offenen Frage nicht so leicht gegeben.

Gänzlich unmöglich war eine Untersuchung der Entwicklung in den beiden Fällen, in denen aus Zeitgründen beide Ausarbeitungen gemeinsam besprochen wurden. Dies hätte soweit als möglich vermieden werden sollen.

Eine leichte Verzerrung ergibt sich in der Erfolgsevaluierung dadurch, dass am Ende des Semesters nur noch achtzehn von anfänglich fünfundzwanzig Studierenden an der Lehrveranstaltung teilgenommen haben. Dadurch ergibt sich eine Verzerrung des Ergebnisses in die positive Richtung.

9. Zukünftige Forschungsmöglichkeiten

Diese Fallstudie bietet Anknüpfungspunkte für künftige hochschuldidaktische Forschungen, da sowohl einige Fragen offen geblieben sind, als auch beide Strategien das Potenzial zur Weiterentwicklung in sich tragen.

Eine interessante Frage wäre, ob die Strategie der kommentierten Fehlerliste funktioniert, wenn die Teilnehmerinnen und Teilnehmer der Lehrveranstaltung bereits über grundlegende L^AT_EX-Kenntnisse verfügen. Interessant wäre auch der Versuch, die Studierenden zu jeder Aufgabe, die sie im Proseminar präsentieren, einen Eintrag in der kommentierten Fehlerliste verfassen zu lassen. Untersuchenswert wäre hier, ob und wie sich diese Vorgehensweise sowohl auf die Nachbereitung der Aufgaben als auch auf die Sensibilität gegenüber Schwierigkeiten in den behandelten Themen und Aufgaben auswirkt.

Eine möglicherweise interessante Variation der Ausarbeitungsstrategie wäre es, Feedback zur Ausarbeitung nicht nur vom Lehrveranstaltungsleiter oder der Lehrveranstaltungsleiterin einzuholen, sondern auch eine andere Studentin oder einen anderen Studenten um Verbesserungsvorschläge und Kritik zu bitten.

10. Konsequenzen für die Weiterentwicklung meiner Lehrkompetenz

Die unmittelbarste Auswirkung der Fallstudie auf meine Lehrtätigkeit ist, dass ich auch im Proseminar zu Analysis 3 im Wintersemester 2011/12 von allen Studierenden eine der vorgetragenen Aufgaben ausarbeiten habe lassen. Auch habe ich hier den im Rahmen der Planung der Lehrveranstaltung Analysis 2 erstellten Feedbackbogen verwendet.

Darüber hinaus helfen mir natürlich die Rückmeldungen zu meiner Lehrtätigkeit, die ich, bedingt durch das mehrperspektivische Studiendesign, von verschiedenen Seiten erhalten habe, meine Lehrkompetenz weiterzuentwickeln. Durch die vielen Besprechungen von Ausarbeitungen habe ich auch besser gesehen, in welchen Bereichen, sowohl auf den Inhalt der Lehrveranstaltung bezogen als auch auf das mathematische Arbeiten im Allgemeinen, die Studierenden Probleme haben und was ihnen eher leicht fällt. Weiters ist auch die Erfahrung, wie einfach es ist, Rückmeldungen von Studierenden zu erhalten, in meine Lehrtätigkeit eingeflossen. Ich gebe, begründet in diesen Erfahrungen, in meinen Lehrveranstaltungen bewusst noch mehr Raum für Rückmeldungen seitens der Studierenden. Dies führt nicht nur zu für mich sehr wertvollem Feedback, sondern verbessert meines Erachtens auch die Stimmung in den Lehrveranstaltungen.

Insgesamt hat sich vor allem mein Repertoire an didaktischen Methoden erweitert und, da ich nun entsprechende Erfahrungen gesammelt habe, plane ich auch weiterhin neue Methoden auszuprobieren und zu evaluieren. Insbesondere bespreche ich mich auch immer wieder mit meinen Kollegen am Institut für Mathematik über Ideen zur Gestaltung von Lehrveranstaltungen und über unsere Erfahrungen damit.

11. Anhang

A. Feedbackbogen

Die Studierenden haben zu ihren Ausarbeitungen eine Rückmeldung in Form eines Feedbackbogens erhalten. Diesen Feedbackbogen habe ich in Zusammenarbeit mit Florian Stampfer erstellt, der ebenfalls eine Gruppe des Proseminars zu Analysis 2 gehalten hat. Das Feedback war in mehrere Bereiche aufgeteilt. Die ersten fünf Punkte entsprechen

PS Analysis 2		Sommersemester 2011	
Feedback zur Ausarbeitung			
Gesamteindruck und Nachvollziehbarkeit		+ _____ -	
Die Aufgabe weist eine klare Gliederung bzw. eine nachvollziehbare Struktur auf. Die Ausarbeitung ist gut lesbar (sauberes Schriftbild), die Ergebnisse sind deutlich als solche gekennzeichnet. Die Vorgehensweise bei der Aufgabenlösung wird zumindest in Stichworten erläutert.			
Vorstellungsvermögen und Interpretation		+ _____ -	
Wenn möglich wird die Aufgabenstellung mithilfe einer Skizze oder einer anderen grafischen Darstellung veranschaulicht. Die Darstellung dient einem besseren Verständnis für die Aufgabenstellung sowie deren Lösung. Die Ergebnisse werden zumindest in Stichworten interpretiert.			
Folgerichtige Argumentation		+ _____ -	
Die einzelnen Rechen- bzw. Argumentationsschritte sind transparent (z. B. wird die Bedeutung der Variablen erläutert oder eine Substitution explizit angegeben). Bei Bedarf werden Sätze und Beispiele aus der Literatur (Skriptum) angeführt und die Voraussetzungen für deren Anwendung überprüft.			
Rechnen		+ _____ -	
Die Berechnungen sind richtig, was bei komplizierten Rechenschritten mithilfe einer Probe verifiziert wird. Längere Rechnungen werden in einen Anhang ausgelagert. Berechnungen sind möglichst effizient ausgeführt (z. B. Symmetrien verwenden).			
Abstraktion und Konkretisierung		+ _____ -	
Die Aufgabenstellungen und deren Ergebnisse sind in einen größeren Zusammenhang eingeordnet, indem die zugrunde liegenden Theorien benannt werden. Umgekehrt werden theoretische Behauptungen an konkreten Beispielen erläutert und vereinfacht dargestellt.			
Was mich besonders angesprochen hat ...			
Was mir aufgefallen ist ...			
Anregungen, Tipps ...			

Abbildung 7: Feedbackbogen zur Ausarbeitung

den unserer Meinung nach zentralen Kompetenzen, die in der universitären Mathematikausbildung vermittelt werden (siehe „Übergeordnete Kompetenzen“ im Anhang C). Neben einer Skala, die die Beurteilung des entsprechenden Aspekts der Ausarbeitung

enthält, befindet sich bei jedem dieser Punkte eine Auflistung von Qualitätsmerkmalen. Die Beurteilung erfolgte auf einer kontinuierlichen Skala zwischen den beiden Extremen „+“ (alle Qualitätskriterien erfüllt) und „-“ (keines der Kriterien erfüllt). Neben diesen Punkten enthält der Feedbackbogen auch drei Felder für verbale Rückmeldungen. Das erste Feld soll die besonders guten Aspekte der Ausarbeitung herausarbeiten, das zweite Feld Aspekte, die verbessert werden sollten. Das dritte Feld ist für Anregungen gedacht, die über die notwendigen Verbesserungen hinausgehen, beispielsweise Vorschläge für die Verbesserung des Layouts oder zusätzliche Inhalte, die in die Ausarbeitung passen würden, aber nicht verpflichtend vorgesehen waren.

B. Beispieleintrag der kommentierten Fehlerliste

Berechnet man das Kurvenintegral

$$\int_C \langle \mathbf{v}, d\mathbf{x} \rangle,$$

indem man die Kurve in mehrere Teile

$$C_1, \dots, C_n$$

zerlegt und dann

$$\int_C \langle \mathbf{v}, d\mathbf{x} \rangle = \sum_{i=1}^n \int_{C_i} \langle \mathbf{v}, d\mathbf{x} \rangle$$

berechnet, muss man aufpassen, dass die Parametrisierungen der Flächenstücke alle richtig orientiert sind. Man muss erreichen, dass die Kurve, die durch Zusammensetzen der Kurvenstücke entsteht, im positiven Umlaufsinn durchlaufen wird.

C. Informationsblatt zu den Kompetenzen

In der ersten Lehrveranstaltungseinheit haben die Studierenden das folgende Informationsblatt zu den Kompetenzen, die im Proseminar „Analysis 2“ erworben bzw. weiterentwickelt werden sollen, erhalten.

PS Analysis 2 KOMPETENZEN	SOMMERSEMESTER 2011 MATHEMATIK/PHYSIK GRUPPEN
------------------------------	--

Übergeordnete Kompetenzen
Die universitäre Mathematikausbildung vermittelt insbesondere folgende fünf Kernkompetenzen:

Erläuterungen zu den einzelnen Kompetenzen:

- **Logik:** folgerichtiges Argumentieren, Nachvollziehbarkeit der einzelnen Argumentationsschritte
- **Vorstellung:** z.B. geometrisches Vorstellungsvermögen
- **Abstraktion:** Modellierung und Verallgemeinerung
- **Rechnen:** Erlangen einer sicheren Rechenfertigkeit
- **Kommunikation:** Präsentation und Diskussion eigener und fremder mathematischer Ergebnisse

Spezielle Kompetenzen
Im Rahmen dieser Lehrveranstaltung sollen die Studierenden die Fähigkeit erlangen Verfahren der mehrdimensionalen Analysis und die zugrunde liegende Theorie zu verstehen und anwenden zu können. Diese Hauptkompetenz gliedert sich in folgende Teilkompetenzen, die im Proseminar erlangt bzw. vertieft werden sollen:

Kompetenzen	Kommentar
Lösen von einfachen gewöhnlichen Differentialgleichungen	
Modellierung einfacher physikalischer Sachverhalte	
Topologische Grundbegriffe verstehen und anwenden	
Kurven und Flächen beschreiben und analysieren	
Verschiedene Ableitungsbegriffe verstehen und anwenden	
Mehrdimensionale Funktionen differenzieren	
Mehrdimensionale Funktionen integrieren	
Lokale Maxima und Minima von Funktionen bestimmen	
Skalar- und Vektorfelder über Kurven und Flächen integrieren	
Beweise analysieren und diskutieren	

Abbildung 8: Informationsblatt zu den Kompetenzen, die im Proseminar Analysis 2 erworben bzw. vertieft werden sollen.