universität wien

DIPLOMARBEIT

Titel der Diplomarbeit

Sinnstiftung in der Analysisausbildung von Studierenden des Unterrichtsfachs Mathematik

Verfasser

Martin Nikodim

angestrebter akademischer Grad

Magister der Naturwissenschaften (Mag. rer. nat.)

Wien, im Juli 2014

Studienkennzahl lt. Studienblatt:	A 190 412 406
Studienrichtung lt. Studienblatt:	Lehramtsstudium UF Physik UF Mathematik
Betreuer:	ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Stefan Götz

Zusammenfassung

Der Studieneinstieg konfrontiert Studierende des Unterrichtsfachs Mathematik mit der Herausforderung, einerseits den Umgang mit der Fachmathematik als Wissenschaft möglichst rasch zu erlernen und andererseits die Bedeutung des Gelernten für den späteren Schulunterricht nicht aus den Augen zu verlieren. Häufig ist dabei ein Mangel an Motivation und Sinnstiftung seitens der Studierenden festzustellen.

Dieses als „doppelte Diskontinuität“ bekannte Problem tritt auch im mathematischen Teilgebiet Analysis auf, dem sich diese Arbeit widmet. Ausgehend von einem Überblick über die Facetten der Schwierigkeiten beim Einstieg in das Mathematikstudium sollen vor allem praktische Lösungsansätze vorgestellt werden. Anhand von beispielhaften Projekten aus dem deutschsprachigen Raum, deren Zielsetzung die Erleichterung des Einstiegs für Neulinge im Fach Analysis ist, wird illustriert, welche Möglichkeiten die fachdidaktische Forschung bietet, um dieser Problematik zu begegnen.

Zwei empirische Untersuchungen widmen sich zudem der Frage, wo die Ursachen für diese besonders bei Lehramtsstudierenden auftretenden Schwierigkeiten liegen und inwieweit der doppelten Diskontinuität in der Analysisausbildung an der Universität Wien entgegen gewirkt werden kann. Eine Fragebogenuntersuchung, durchgeführt im Rahmen der einführenden Analysis-Fachvorlesung an der Universität Wien, liefert Hinweise auf deutliche Unterschiede in Motivation und Erwartungshaltung zwischen Fachstudierenden und Studierenden des Unterrichtsfachs Mathematik. Es zeigt sich, dass von vielen Lehramtsstudierenden eine weit größere Ähnlichkeit oder zumindest Affinität zur Schulmathematik erwartet wird, als dies tatsächlich der Fall ist.

Eine Befragung von Studierenden am Ende des Studiums Unterrichtsfach Mathematik deutet darauf hin, dass die Akzeptanz der fachmathematischen Ausbildung im Studienverlauf zunimmt und die Sinnhaftigkeit der Fachmathematik als Grundlage für den späteren Unterricht nun eher gesehen wird. Förderlich dafür sind besonders Lehrveranstaltungen, die Zusammenhänge zwischen konkreten Inhalten der Mathematik und deren Anwendung im Schulunterricht aus einem didaktischen Blickwinkel explizieren.

Danksagung

Mit der Fertigstellung dieser Arbeit naht für mich auch das Ende eines ereignisreichen Studiums. Ich möchte diese Gelegenheit nutzen, um mich bei jenen zu bedanken, die mich durch diese Zeit begleitet haben.

Für die ausgesprochen umfangreiche und trotzdem unkomplizierte Betreuung meiner Diplomarbeit bin ich ao. Univ. Prof. Mag. Dr. Stefan Götz, der mir von der Themenwahl bis hin zur Ausformulierung der Arbeit stets mit zahlreichen konstruktiven Vorschlägen zur Seite stand, von ganzem Herzen dankbar.

Ich danke Mag. Dr. Evelyn Süss-Stepancik und ao. Univ.-Prof. Mag. Dr. Roland Steinbauer, die sich im Zuge der Fragebogenauswertung meiner annahmen, mich aber auch weit darüber hinaus mit Ratschlägen unterstützten und sich Zeit für mich und meine Arbeit nahmen.

Außerdem möchte ich allen Interviewpartnerinnen und -partnern danken, die sich für den empirischen Teil der Arbeit zur Verfügung stellten.

Rückblickend auf die gesamte Studienzeit danke ich allen meinen Freundinnen und Freunden, die diese Zeit zu einer unvergesslichen gemacht haben.

Der größte Dank gilt meiner Familie, die immer hinter mir steht. Der Rückhalt und die Unterstützung meiner Eltern haben mir diese Ausbildung erst ermöglicht. *Vielen Dank!*

Inhaltsverzeichnis

Kapitel 0

Einleitung

Diese Arbeit befasst sich mit zwei Fragen, die jeden Lehramtsstudierenden im Laufe des Studiums mehr oder weniger direkt betreffen und die sich jede und jeder irgendwann einmal stellt:

- Wie kann das schulische Vorwissen möglichst effektiv für den Beginn (oder allgemein den Verlauf) des Studiums genutzt werden?
- Wie nützlich ist andererseits das Hochschulwissen für den späteren Schulunterricht?

Mit beiden Fragen müssen sich nicht nur Studierende gezwungenermaßen befassen, sie bilden auch den Ansatz für ein breites und aktuelles Forschungsgebiet der Hochschuldidaktik. Bevor man allerdings damit beginnen kann, dem Übergang von der Schule zur Universität konstruktive Seiten abzugewinnen, muss man sich mit der Problematik, die aus dieser Bruchstelle erwächst, auseinandersetzen.

Das erste Kapitel dieser Arbeit widmet sich den Problemen, mit denen Mathematikstudierende insbesondere im Studium Unterrichtsfach Mathematik zu Studienbeginn zu kämpfen haben. Im Anschluss daran soll konkret am Beispiel des Fachbereichs Analysis eine Übersicht gegeben werden, welche Lösungen dieser Problematik durch sogenannte Brückenveranstaltungen oder Schnittstellenprojekte angeboten werden könnten. Illustriert soll dies durch konkrete Beispiele solcher Veranstaltungen im deutschsprachigen Raum werden.

Kapitel zwei befasst sich mit dem Fachbereich Analysis selbst und der prominenten Rolle, welche die Analysis sowohl im Schulunterricht als auch in der universitären Ausbildung einnimmt. Dabei soll geklärt werden, welche konkreten Inhalte für die Schule und die Hochschule relevant sind und welchen Beitrag die Analysis für die schulische Allgemeinbildung liefern kann. Außerdem soll auf die curriculare Situation im Fachbereich Analysis in den Lehrplänen der AHS in Österreich einerseits und in den Studienplänen der Fakultät für Mathematik an der Universität Wien andererseits eingegangen werden. Im Anschluss daran soll ein Versuch zur Schnittstellenproblematik an der Universität Wien im Rahmen der Analysisausbildung kurz vorgestellt werden.

Der empirische Teil der Arbeit in den Kapiteln drei und vier widmet sich einer Studierendeneinschätzung der Ausbildung im Bereich Analysis an der Universität Wien. Einerseits soll dabei der Frage nachgegangen werden, inwiefern sich Fachstudierende und Lehramtsstudierende zu Beginn der universitären Ausbildung unterscheiden, andererseits, ob die angebotenen Lehrveranstaltungen aus Fachmathematik und Fachdidaktik mit Bezug zum Bereich Analysis für Lehramtsstudierende als hilfreich für den zukünftigen Beruf angesehen werden.

Kapitel 1

Problemstellung

1.1 Hürden am Beginn des Lehramtsstudiums

1.1.1 Die doppelte Diskontinuität – ein altbekanntes Problem

Das Fach Mathematik ist eine jener Studienrichtungen, bei der sich Studierende zu Studienbeginn mit besonders vielen Schwierigkeiten konfrontiert sehen. Die Art und Weise, wie Mathematik als Wissenschaft funktioniert, kennen zu lernen, bedeutet oft einen großen Sprung fort von der altbekannten Mathematik aus dem Schulunterricht. Dies betrifft Fachstudierende wie Lehramtsstudierende in ähnlicher Weise. Ein besonderes Spannungsfeld ist jedoch die Situation der Lehramtsstudierenden: Diese stehen zu Studienbeginn vor einem Übergang von der Schule zur Hochschule mit dem Hintergrundwissen, nach Abschluss des Studiums wieder an die Schule zurückzukehren. Besonders treffend formulierte diesen Sachverhalt bereits 1908 Felix Klein, dessen Benennung dieses problematischen Übergangs im Rahmen seiner elementarmathematischen Vorlesungen als „doppelte Diskontinuität" sich seither als Namensbezeichnung durchgesetzt hat. Das folgende Zitat wird an vielen Stellen einleitend zu dieser Problematik angeführt und soll auch hier nicht unerwähnt bleiben (vgl. [23, S. 1]):

> „Der junge Student sieht sich am Beginn seines Studiums vor Probleme gestellt, an denen ihn nichts mehr an das erinnert, womit er sich bisher beschäftigt hat, und natürlich vergißt er daher alle diese Dinge rasch und gründlich. Tritt er aber nach Absolvierung des Studiums ins Lehramt über, so muß er eben diese herkömmliche Elementarmathematik schulmäßig unterrichten, und da er diese Aufgabe kaum selbstständig mit seiner Hochschulmathematik in Zusammenhang bringen kann, so nimmt er bald die alte Unterrichtstradition auf, und das Hochschulstudium bleibt ihm nur eine mehr oder minder angenehme Erinnerung, die auf

seinen Unterricht keinen Einfluß hat.“

Diese „doppelte Diskontinuität“ ist längst zu einem geflügelten Wort in der Hochschuldidaktik geworden und hat auch durch die seither vorgenommenen Änderungen der organisatorischen Rahmenbedingungen unseres Schulsystems nichts von seiner Brisanz verloren (vgl. [21]). Schon allein die Tatsache, dass dieses Problem seit über 100 Jahren bekannt ist und verschiedenste Versuche unternommen werden, um es abzufedern, zeigt die Vielschichtigkeit dieses Themenbereichs und die Herausforderungen, die sich daraus ergeben.

Worin liegen aber die Ursachen für diese hartnäckigen Schwierigkeiten? Der erste Teil der doppelten Diskontinuität spricht die Probleme beim Einstieg in das Mathematikstudium an. Zum einen unterscheidet sich der Unterricht im Fach Mathematik in der Schule schon seit jeher deutlich von der Mathematik als Wissenschaft, wie sie an der Hochschule betrieben und gelehrt wird. Im klassischen Schulunterricht wird (im besten Fall) darauf Wert gelegt, möglichst anschauliche Zugänge und dem Alter der Schülerinnen und Schüler angepasste Argumentationsweisen zu verschiedenen mathematischen Themenbereichen zu wählen. Häufig führen diese aber zu Kalkülen, deren praktische Einsatzfähigkeit anhand von Beispielen demonstriert wird. „Anspruchsvollere Mathematik“ wird dann oft betrieben, indem diese Beispielaufgaben durch kompliziertere Aufgabenstellungen abgeändert werden. Im Mittelpunkt stehen dennoch immer noch häufig unverstandene Algorithmen, die der Reihe nach abgearbeitet werden müssen. Natürlich haben solche Kalküle ihre Daseinsberechtigung sowohl im Unterricht als auch darüber hinaus (ein funktionierendes optimales Rezept ständig zu hinterfragen, ist auch in der Praxis nicht üblich oder sinnvoll), und häufig kann es auch ein motivierendes Erfolgserlebnis sein, eine Methode wiederholt erfolgreich in einer (Rechen-)Aufgabe einzusetzen. Allerdings kann es auf diese Weise passieren, dass Schülerinnen und Schüler ein verzerrtes Bild der mathematischen Denkweise vermittelt bekommen: Der explorative Charakter vieler mathematischer Probleme und die Kreativität und Aussagekraft der logischen Vorgehensweise bleiben verborgen (vgl. [9]). Schülerinnen und Schüler, die durch den erfolgreichen Umgang mit der Schulmathematik zu einem Lehramtsstudium nach Abschluss ihrer Schullaufbahn angeregt werden, erwarten oft auch vom Studium einen ähnlichen Aufbau und ähnliche Arbeitsweisen wie in der Schule. Wer bis dahin keine Gelegenheit hatte, auch andere Seiten der Mathematik kennen zu lernen, steht zu Studienbeginn vor einer großen Kluft zur Hochschulmathematik, die rasch überwunden werden muss.

Am Ende des Studiums werden Studierende des Lehramts mit dem zweiten Teil der doppelten Diskontinuität konfrontiert. Der Übergang ins Berufsleben als Lehrperson und damit auch der Schritt zurück an die Schule bedeutet, dass die an der Universität gelernten Fertigkeiten in der Praxis umgesetzt werden müssen. Dabei zeigt sich häufig, dass viele Inhaltsbereiche aus dem Studium aus Sicht der Studierenden wenig Relevanz für den Unterricht in der Schule haben. Diese Motivationsprobleme treten oft schon während des Studienverlaufs auf: Besonders in Fachvorlesungen fällt es vielen schwer, Bezüge zwischen den neu gelernten mathematischen Methoden und Inhalten und der Schulmathematik herzustellen. Das kommt daher, dass sich die für viele schockierenden Unterschiede zur Mathematik in der Schule gerade in den Lehrveranstaltungen mit fachlichem Schwerpunkt am deutlichsten manifestieren. Die für das Lehramtsstudium und die Überwindung des zweiten Teils der doppelten Diskontinuität so wichtige Verknüpfung von Mathematik als Wissenschaft und Schulmathematik bleibt daher in vielen Fällen bei diesen Lehrveranstaltungen und in weiterer Folge im ganzen Studienverlauf im Hintergrund. Genau an dieser Stelle setzen Ideen für Lehrveranstaltungen an, deren Ziel es ist, auf diese Verbindungen verstärkt hinzuweisen, sogenannte *Schnittstellenveranstaltungen*.

1.1.2 Facetten der Diskontinuität und ihre möglichen Auswirkungen

Seit Felix Kleins Formulierung hat sich sowohl im Mathematikunterricht in der Schule als auch bei der Ausbildung von Lehramtsstudierenden vieles verändert. Gerade in den letzten Jahren wurden an verschiedenen Standorten Versuche unternommen, den Studieneinstieg zu reformieren. Ein wichtiger Ausgangspunkt dabei ist, die Einstiegsprobleme von Studierenden im Lehramt genauer zu untersuchen.

Bauer und Partheil (2009) unterteilen die Unterschiede zwischen Schul- und Hochschulmathematik in eine „Diskontinuität auf mehreren Ebenen“ (vgl. [4, S. 86 f.]):

- *Inhaltsebene:* Die auf der Hochschule thematisierten Inhalte unterscheiden sich in vielen Bereichen wesentlich von den aus der Schule bekannten. Nicht nur der Abstraktionsgrad ist für viele Studienanfängerinnen und -anfänger höher als erwartet, auch die Schwerpunkte werden auf der Hochschule oft anders gesetzt, als dies in der Schule der Fall ist.
- *Ebene der Ziele:* Auch bei Themenbereichen, die bereits aus der Schule bekannt sind, kann es zu Bruchstellen zu Studienbeginn kommen. Besonders Lehrveranstaltungen mit fachlichem Schwerpunkt stellen neue Anforderungen an Studierende, weil das angestrebte Ziel ist, die mathematische Theorie auch bei schulbekannten Inhalten lückenlos zu entwickeln.
- *Argumentationsebene:* Die Argumentationsmethodik der universitären Mathematik unterscheidet sich deutlich von jener in der Schule. Die mathematische Ausdrucksweise muss wie eine Sprache zuerst einmal erlernt werden, bevor mit ihrer Hilfe Erkenntnisse ausgedrückt wer-

den können. Dazu gehört etwa, einen anschaulich „klaren“ Sachverhalt auch durch eine logisch einwandfreie Kette von Aussagen ausdrücken zu können. Ohne dieses Werkzeug ist der an der Hochschule übliche axiomatisch-deduktive Aufbau nicht denk- und durchführbar. Nur auf diese Weise kann die Wissenschaft Mathematik näher gebracht werden, denn der „vollständige und lückenlose Aufbau der Theorie ist ein Wesensmerkmal von Mathematik als Wissenschaftsdisziplin; ein neues Teilgebiet erlernen bedeutet immer auch, die Durchführung des deduktiven Aufbaus in diesem Gebiet zu verstehen“ [4, S. 87]. Bauer und Partheil vermuten in dieser Ebene den größten Unterschied zu anderen Unterrichtsfächern, bei denen zwar auch Diskontinuität zu Studienbeginn auftreten kann, was aber weder von Studierenden noch von Lehrenden als so gravierend empfunden wird wie in der Mathematik.

Bei allen diesen drei Ebenen der Diskontinuität, die eng miteinander in Verbindung stehen, ist auffallend, dass besonders bei Fachvorlesungen die Gefahr besteht, dass sich die genannten Bruchstellen ergeben: Bis dahin unbekannte Inhalte sollen hier mit Hilfe einer neuen, axiomatischen Herangehensweise erschlossen werden.

Auch Hefendehl-Hebeker (1998) sieht vor allem im Bereich der mathematischen Sprache eine Bruchstelle zwischen Wissenschaft und Schule. Ein Problem zu Studienbeginn ist demnach, dass der notwendige Formalismus einerseits eine Überforderung darstellt und die Studierenden andererseits aber auch oft zu wenige Anlässe erhalten und daher nicht einsehen, sich die mathematische Ausdrucksweise anzueignen. Diese ist jedoch für eine eigenständige Konstruktion von mathematischem Wissen notwendig. Veranstaltungen, die sich ausschließlich an fachlichen Inhalten orientieren, müssen überdies berücksichtigen [20, S. 194]:

> „Die Auffassung, dass Mathematik nur über den Prozess des Entstehens und nicht als Fertigfabrikat richtig verstanden und erlernt werden kann, bedeutet zugleich eine Absage an den Glauben, man können mathematisches Verständnis allein durch eine logisch lückenlose Beschreibung des Stoffes mit Hilfe einer präzisen mathematischen Sprache herbeiführen.“

Hinzu kommt, dass gerade bei Lehramtsstudierenden ein Mangel an Sinnstiftung vorliegt, wenn bisher unbekannte (oder zumindest als für den Lehrberuf irrelevant empfundene) Inhaltsbereiche gelernt werden sollen. Mitverantwortlich dafür ist die „Trivialisierung“ vieler Inhalte der Mathematik. Viele Themenbereiche werden häufig nicht weiter motiviert, sondern als selbstverständliche Grundlage für das Folgende angesehen. Lehrende „halten die zu vermittelnden Inhalte zuweilen für trivial, denn sie befragen sie auf Aussagen, die ihnen selbst allzu geläufig sind, und nicht auf den in ihnen steckenden Ideengehalt“ [20, S. 197]. Dadurch geht der Überblick über globale Zusammenhänge der Inhalte für Neulinge leicht verloren – eine Tatsache, die Lehrenden, die einen klaren Gesamtüberblick haben, vielleicht kaum ins Auge fällt, für Studierende aber frustrierend sein kann. Mit diesem Problem muss sich natürlich auch die Schulmathematik auseinandersetzen: Je besser schulische Themenbereiche von Seiten der Lehrkräfte motiviert werden, desto aufregender und anspruchsvoller kann daran später im Studium angeknüpft werden und desto weniger tritt die in der Schule oft gestellte Frage nach dem Sinn des Gelernten auf. Gerade deshalb ist es vor allem für angehende Lehrerinnen und Lehrer von besonderer Bedeutung, diese Idee der Sinnstiftung auch schon im Rahmen ihrer eigenen universitären Ausbildung zu erfahren.

Im Wesentlichen fehlt also beim Übergang von der Schule zum Studium sowohl das mathematische Werkzeug, das in den ersten Semestern erst erlernt werden muss, als auch eine klare Begründung, warum man sich mit der Mathematik, wie sie an der Universität gelehrt wird, so detailliert auseinandersetzen soll. Letzteres Problem betrifft vor allem Lehramtsstudierende, besonders wenn solche Begründungen während der fachlichen Lehrveranstaltungen nie gegeben werden. Auch hier fand Felix Klein Worte, die nichts an Aktualität verloren haben, als er das wissenschaftliche Arbeiten an der Universität „ohne Rücksicht auf das, was der Schule Not tat, und ohne sich überhaupt um die Herstellung einer Verbindung mit der Schulmathematik zu sorgen“ (vgl. [23, S. 1]) in diesem Konnex kritisierte. Die Auswirkungen jener Übergangsproblematik zeigen sich sowohl im Verlauf des Studiums als auch danach:

- In Fachvorlesungen ergeben sich bei Prüfungen häufig „nur partiell überzeugende Lernergebnisse im fachinhaltlichen Bereich“ [24, S. 265]. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass die zuvor genannten Motivationsprobleme ein Mitgrund für dieses Abschneiden sind und die fehlenden Zusammenhänge zwischen Schul- und Hochschulmathematik auch zu einer geringeren Lernbereitschaft führen. Auch an der Universität Wien ist bei den Prüfungsnoten zu gemeinsamen Fachvorlesungen eine Kluft zwischen Fachstudierenden und Lehramtsstudierenden zu bemerken (vgl. [28] und Abschnitt 3.2.2).
- Der fehlende Überblick über Sinnzusammenhänge wird von Studierenden meist schon im Studienverlauf selbst bemerkt, hat aber in jedem Fall Einfluss auf den späteren gehaltenen Schulunterricht. Bemerkenswert ist, dass nicht nur Studierende mit schwachen Prüfungsleistungen davon betroffen sind: „Selbst Studierende mit sehr guten Leistungen haben oft Schwierigkeiten, ihre fachwissenschaftlichen Kompetenzen für einen didaktisch sensiblen Umgang mit Schulmathematik fruchtbar zu machen [...]“ [24, S. 266].
- Fachdidaktik und Fachwissenschaft werden als zwei streng voneinan-

der getrennte Bereiche des Mathematikstudiums erlebt. Während die Fachdidaktik für die genauere Analyse von betont schulmathematischen Inhalten zuständig ist, werden Fachvorlesungen häufig als Hürden erlebt, die im Studienverlauf eben überwunden werden müssen, „deren Relevanz für das angestrebte Berufsfeld jedoch teils fraglich scheint“ [4, S. 88]. Motivationsschwierigkeiten bei Studierenden, welche die Verbindung dieser beiden Teilbereiche nicht erleben, sind ebenso die Folge wie Frustration bei Lehrenden der Fachdidaktik aufgrund des mangelnden fachlichen Hintergrundwissens der Studierenden.

1.2 Schnittstellenlehrveranstaltungen zu Studienbeginn

1.2.1 Ziele von Schnittstellenveranstaltungen

Um die in Abschnitt 1.1 erwähnten Probleme am Beginn des Studiums zu beheben, bedarf es einer Reaktion der Hochschule im Bereich der Ausbildung. Die Meinungen darüber, wie sich der Übergang von der Schule zur Universität möglichst ertragreich gestalten lässt, gehen auseinander: Von einigen Lehrenden wird gleich zu Beginn geraten, alles bisher Gelernte „zu vergessen“, um Platz für eine völlig neue Arbeitsweise in der Mathematik zu schaffen, ohne große Rücksicht auf die aus der Schule bekannten Bezüge zur Analysis zu nehmen (vgl. [12, S. 257]). Andererseits gibt es auch zahlreiche Versuche, durch das Einbinden eigener Lehrveranstaltungen die Lücke zwischen fachlicher Sichtweise und schulischen Vorerfahrungen zu überwinden. Diese Arbeit setzt sich mit letzterem Zugang, der aus didaktischer Sicht hoffnungsvoller erscheint, auseinander. Vor allem in den letzten Jahren wurden zahlreiche Ideen zur Realisierung dieser Brückenschläge theoretisch, aber auch praktisch in Angriff genommen. Solche Veranstaltungen nehmen je nach Ausgangsprojekt verschiedenste Formen an und sollen im Folgenden vorgestellt werden.

An dieser Stelle spielen sogenannte Schnittstellenveranstaltungen eine bedeutende Rolle: Sie sollen als „Brücke“ zwischen Fachinhalten und Schulmathematik vermitteln und für die Studierenden gleichzeitig eine Hilfestellung und Motivation sein. Durch die explizite Thematisierung der Zusammenhänge (aber auch der Unterschiede) zwischen Mathematik als Wissenschaft und der in der Schule gelehrten Mathematik soll auch das Bewusstsein dafür gestärkt werden, welchen Stellenwert und welche Bedeutung Wissen im Bereich der Hochschulmathematik für eine angehende Lehrkraft hat.

Zusammenfassend haben Schnittstellenlehrveranstaltungen also folgende Aufgaben und Ziele in der Ausbildung zu Studienbeginn:

- Einbettung der neuen fachlichen Inhalte und Methoden in bereits aus der Schule bekannte Themen

- Verdeutlichung der Sinnzusammenhänge zwischen Wissenschaft und Schulmathematik
- Herstellen einer Verbindung zwischen Fachdidaktik und Fachmathematik
- Milderung des „Abstraktionsschocks“ zu Studienbeginn durch inhaltliche und methodische Brückenschläge
- Motivation für die Studierenden, sich mit fachlichen Themen zu beschäftigen und diese aus dem Blickwinkel ihres zukünftigen Berufs zu reflektieren

1.2.2 Einbindungsmöglichkeiten für Brückenschläge

Die Ausbildung von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten im Unterrichtsfach Mathematik lässt sich grob gliedern in Fachmathematik, Fachdidaktik, Pädagogik und die schulpraktische Ausbildung. Die Problematik der doppelten Diskontinuität betrifft dabei in erster Linie die beiden erstgenannten Säulen dieses Aufbaus, weil viele der Spannungsfelder zu Studienbeginn in der Mathematik selbst (in ihren Formen als Schulmathematik oder als Wissenschaft) wurzeln. Will man also verstärkt auf Schnittstellenlehrveranstaltungen setzen, um die Probleme zu Studienbeginn abzudämpfen, stellt sich die Frage, in welchem Rahmen dies geschehen soll. Die praktische Umsetzung, die in diesem Abschnitt vorgestellt werden soll, nimmt dabei abhängig vom Standort unterschiedliche Ausprägungen an. Es spricht viel dafür, die Fachdidaktik als Zuständigkeitsbereich für die Verwirklichung dieser Ideen heranzuziehen. Blum und Henn (2003) sehen die Verbindung von Schulmathematik und Wissenschaft sogar als zentrale Aufgabe der Fachdidaktik [8, S. 75]:

> „Die universitäre Lehrerausbildung benötigt eine Brückendisziplin, welche die verschiedenen Komponenten zusammenbringt. Das ist die Fachdidaktik.“

Die Fachdidaktik der Mathematik beschäftigt sich mit dem Lehren und Lernen verschiedenster Formen der Mathematik, wodurch es nahe liegt, auch die Überbrückung zwischen Schule und Hochschule verstärkt in fachdidaktischen Veranstaltungen einzubinden. Ein weiteres Argument sind die Lehrkräfte in der Fachdidaktik, denn „[s]chließlich verfügen gerade Fachdidaktikerinnen und -didaktiker sowohl über den schulmathematischen Hintergrund als auch über das Wissen über schulische Herausforderungen“ [24, S. 266].

Ein solches Vorgehen würde von fachdidaktischen Veranstaltungen jedoch auch verlangen, schul- und hochschulmathematische Aspekte gleichermaßen zu thematisieren und zugleich noch eine Verbindung zwischen diesen herzustellen, was in vielen Fällen den zeitlichen Rahmen einer einsemestrigen, eventuell auch gar nicht verpflichtenden Lehrveranstaltung sprengen würde. Um die Fachdidaktik in dieser Hinsicht nicht zu sehr zu beanspruchen, gibt es auch Vorschläge, Ideen zur Schnittstellenproblematik an anderer Stelle umzusetzen.

Danckwerts (2006) schlägt etwa die Einbindung eigens für die Verbindung zwischen Schule und Hochschule geschaffener Lehrveranstaltungen vor. Auf diese Weise sollen „die fachdidaktischen Veranstaltungen erheblich von schulmathematischen Aspekten, deren Bearbeitung viele Lehrende in der Fachdidaktik seit Jahren als „Reparaturbetrieb“ für eine nicht ideal gestaltete fachliche Ausbildung empfinden“ [24, S. 266], sowohl zeitlich als auch inhaltlich entlastet werden.

Eine dritte Möglichkeit ist, die Fachmathematik als Ort der Brückenschläge anzusehen und entsprechend abzuändern. Dabei bedarf es eines sensiblen Vorgehens, da gerade in der Fachmathematik vielerorts eine ausschließlich an der Wissenschaft orientierte Lehrmethodik und der rein axiomatisch-deduktive Aufbau besondere Tradition haben. Bezüge zur Fachdidaktik oder zur Schulmathematik passen nicht in dieses Bild und werden als überflüssig empfunden. Bigalke (1999) spricht vom „Problem, ein überzeugendes Konzept von Fachdidaktik zu entwickeln in einer Situation, in der die Meinung vorherrschte, wer in seinem Fach genügend Kenntnisse besitzt, könne dieses Fach auch unterrichten; konzentrieren wir uns auf die Mathematik: wer die Mathematik lernt, die an den mathematischen Instituten gelehrt wird, ist für sein ganzes Leben als Mathematiklehrer gerüstet.“ [6, S. 57].

Für einen solchen Zugang spricht allerdings, dass gerade zu Studienbeginn alle Studierenden, ob Fachmathematik oder Lehramt, zumindest den ersten Teil der „doppelten Diskontinuität“ zu überwinden haben. Es kann also nur im Interesse der Hochschule sein, diesen Übergang möglichst problemfrei zu gestalten. Auch in rein fachmathematischen Studienrichtungen können sinnstiftende, brückenschlagende Elemente den Lernprozess bei Studierenden fördern.

Mathematisches Lernen kann, unabhängig von der Studienrichtung, nicht rein durch Vorführung des mathematischen Formalismus durch eine Vortragende oder einen Vortragenden geschehen, denn jeder Studierende muss „Sinn und Bedeutung der Inhalte in Gedanken selbst konstruieren“ [20, S. 194]. Die eigene, konkrete Auseinandersetzung mit der Mathematik hat somit einen erheblichen Anteil an der Aneignung mathematischen Wissens. Das zeigt auch die Wichtigkeit von Rechenübungen als zusätzliches Angebot zu fachlichen Lehrveranstaltungen an der Universität, ebenso wie im Schulunterricht geeignete Aufgaben zur aktiven Beschäftigung mit Mathematik anregen sollen. Auch für die Schnittstellenproblematik erweisen sich Übungsaufgaben als eine in der Praxis oft herangezogenen Möglichkeit für Brückenschläge, wie im folgenden Abschnitt dargestellt wird.

1.3 Beispiele für Schnittstellenprojekte im deutschsprachigen Raum

Die Idee, insbesondere den ersten Teil der doppelten Diskontinuität durch gezielte Projekte abzufedern, trug in den vergangenen Jahren viele Früchte in der Praxis. Sie unterscheiden sich häufig im Detail der Umsetzung und in den organisatorischen Rahmenbedingungen, haben aber die Absicht gemeinsam, durch eine gezielte Verknüpfung schulischen und universitären Wissens für Sinnstiftung zu Studienbeginn zu sorgen. Im Folgenden sollen daher nur drei dieser Versuche zu Brückenschlägen vorgestellt werden, die einerseits stellvertretend für die unterschiedlichen Einbettungsmöglichkeiten solcher Veranstaltungen stehen und sich andererseits besonders dem Fachbereich Analysis widmen. Weitere Ideen und Projekte zu dieser Problematik findet man beispielsweise in [2], eine Sammlung von „Schnittstellenaufgaben“, Übungsaufgaben, die speziell für den Übergang von der Schule zur Hochschule geeignet sind, ist in [3] zusammengestellt.

1.3.1 Schnittstellen in Modulform

Bauer und Partheil (2009) beschreiben das Konzept eines Schnittstellenmoduls zur Analysis an der Universität Marburg (Hessen). Als Ausgangspunkt dient eine These, die aus der Diskontinuität zu Studienbeginn gefolgert wird und als grundlegende Überlegung am Beginn jeder der vorgestellten Schnittstellenversuche steht [4, S. 88]:

> „Die Verbindungen
>
> $$\text{Schulmathematik} \longleftrightarrow \text{Mathematik als Wissenschaft}$$
>
> und
>
> $$\text{Fachdidaktik} \longleftrightarrow \text{Fachwissenschaft}$$
>
> stellen sich (bei der Mehrheit der Lehramtsstudierenden) nicht von selbst ein. Vielmehr müssen die hierfür notwendigen gedanklichen Prozesse geeignet initiiert werden.“

Für die praktische Umsetzung wird eine Empfehlung in Form von mehreren Schritten abgegeben. Zunächst sollte auf die zu Studienbeginn oft nicht augenscheinlichen Verbindungen zwischen Fachdidaktik und Fachwissenschaft schon von den Vortragenden beider Veranstaltungen explizit hingewiesen werden, was an der Universität Marburg bereits geschieht. Das bedeutet beispielsweise, in rein fachmathematischen Veranstaltungen auch Platz für fachdidaktische Aspekte und Ansätze zu schaffen. Dabei wird allerdings auch angemerkt, dass dieser Annäherung schon alleine durch organisatorische Rahmenbedingungen sowohl in der Fachwissenschaft als auch in der Didaktik Grenzen gesetzt sind, etwa wenn eine fachliche und eine didaktische Veranstaltung mit ähnlichem Inhalt im Studienplan zeitlich einige Semester auseinander liegen, was Bezüge zueinander deutlich erschwert.

Der daraus resultierende Wunsch nach unmittelbaren bzw. zeitnahen Brückenschlägen führt zu einem Vorschlag für einen darauffolgenden Schritt, die „[g]leichzeitige Behandlung von fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Inhalten“ [4, S. 89]. Angesichts dieser Forderung ist die zeitliche Annäherung inhaltsähnlicher Veranstaltungen im zukünftigen Studienplan der Universität Wien für das Unterrichtsfach Mathematik, in dem die Fachvorlesungen und die zugehörigen Schulmathematik-Vorlesungen in Form eines Moduls zu absolvieren sind, ein Schritt, der das Einbinden von Schnittstellenideen begünstigen könnte (vgl. Abschnitt 2.4.1).

Bauer und Partheil sehen eine Änderung des Studienplanes als wesentliche organisatorische Voraussetzung für die dauerhafte, verpflichtende Durchführung dieser „Schnittstellenmodule“. An der Universität Marburg ergab sich diese Gelegenheit durch die Umstrukturierung des Lehramtsstudiums Mathematik im Rahmen des Hessischen Lehrerbildungsgesetzes. Diese neu geschaffenen Rahmenbedingungen wurden für die praktische Einbindung von Schnittstellenveranstaltungen in den Studienplan [33] genutzt.

Die zum Modul Analysis gehörende Vorlesung wurde nicht nur von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten, sondern auch von anderen Studiengängen (Diplom/Bachelor Mathematik, Diplom/Bachelor Wirtschaftsmathematik, Diplom/Bachelor Physik) besucht. Das direkte Einbinden von fachdidaktischen Ansätzen war dadurch nur begrenzt möglich. Für Studierende des gymnasialen Lehramts wurden als zusätzliche Maßnahme gegen die doppelte Diskontinuität separate Übungen angeboten. Dabei sollte besonders auf den fachdidaktischen Anteil Rücksicht genommen werden. Konkret geschah dies durch die Einbindung von didaktischen Aufgabenstellungen, die 50 % der Übungsaufgaben ausmachten, sowie durch kurze Vorträge der Teilnehmenden, in deren Rahmen „der Gebrauch der mathematischen Fachsprache und das Präsentieren mathematischer Inhalte geübt werden sollen“ [4, S. 92]. Die Durchführung der Übungen wurden von Tutorinnen und Tutoren abgehalten, die von den Vortragenden ausgewählt und im Zuge der Übungsvorbereitung mit dem zugehörigen fachdidaktischen Programm vertraut gemacht wurden. Die Separation der Lehramtsstudierenden von den Fachstudierenden zeigte sich auch in verschiedenen Prüfungen als Folge der getrennt abgehaltenen Übungen.

Ein wesentlicher Schlüssel für die Durchführung des Schnittstellenmoduls war somit die Konzeption von Übungsaufgaben, die den fachlichen Inhalten der Analysis fachdidaktische Aspekte abgewinnen sollten. Eine der dabei verwendeten Aufgaben soll an dieser Stelle beispielhaft vorgestellt werden (Aufgabe übernommen aus [4, S. 94–95]):

Aufgabenstellung.

Untersuchen Sie in einem Unterrichtswerk Ihrer Wahl die Behandlung der Integration:

a) Formulieren Sie eine fachlich präzise Definition des dort verwendeten Integralbegriffs.

b) Wie werden die grundlegenden Integraleigenschaften (Linearität, Monotonie, Beschränktheit) behandelt? Arbeiten Sie dabei genau heraus, welche Aspekte

   i) vollständig begründet werden,

   ii) durch Plausibilitätsbetrachtungen oder anschauliche Argumente vermittelt werden,

   iii) als Fakten (ohne Begründung oder Plausibilitätsbetrachtungen) mitgeteilt werden.

c) Untersuchen Sie, welcher Anteil der bereitgestellten Aufgaben sich jeweils folgenden Lernzielen zuordnen lässt:

   i) Konzeptionelles Verständnis des Integralbegriffs

   ii) Verständnis der inhaltlichen Bedeutung des Integrierens (Berechnung von Flächeninhalten, Volumina oder Bogenlängen, Integration als Umkehrung der Differentiation)

   iii) Beherrschen des Integralkalküls (Berechnung konkret gegebener Integrale mittels verschiedener Integrationsmethoden)

   Nehmen Sie Stellung zum gefundenen Ergebnis.

d) Finden Sie (oder recherchieren Sie in einem geeigneten Unterrichtswerk der 12. Jahrgangsstufe) einen schülergerechten Beweis für den Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung. (Hinweis: Das übliche Argument mit dem Mittelwertsatz der Integralrechnung lässt sich durch die Aussage ersetzen, dass stetige Funktionen auf kompakten Intervallen Maximum und Minimum annehmen. Letztere könnte man anschaulich plausibel machen.)

Diese Aufgabenstellung verlangt von den Studierenden eine Auseinandersetzung mit der Präsentation eines Themenbereichs in Schulbüchern, eine Tätigkeit, die sicherlich für die spätere berufliche Praxis von Bedeutung ist: Werden zur Vorbereitung des eigenen Unterrichts bevorzugt Schulbücher herangezogen, so sollte dies auf reflektierte und kritische Weise geschehen. Zudem wird verdeutlicht, dass neben dem kalkülorientierten Zugang, der einigen vielleicht als einzige Erinnerung an die Schulmathematik geblieben ist (in diesem Fall Rechenaufgaben zur Integralrechnung), einem bestimmten Inhaltsbereich wesentlich mehr abzugewinnen ist. Diese Recherche soll letztlich auch einen, wenn auch oberflächlichen, Einblick in das Arbeiten mit Literatur ermöglichen, denn „[e]s fehlt innerhalb des Schnittstellenmoduls die Gelegenheit und Zeit, von den Studierenden ein vertieftes Studium von fachdidaktischer Literatur zu fordern“ [4, S. 92].

Die Aufgabe wirft außerdem Fragen auf, bei denen fachliche und didaktische Sichtweisen miteinander in Verbindung gebracht werden sollen, beispielsweise wenn die Definition des Integralbegriffs in der Fachvorlesung mit eventuell davon verschiedenen Zugängen in Schulbüchern diskutiert werden. Damit leistet die Aufgabe einen wichtigen Beitrag als Brückenschlag: Das in der Schule gelernte (bzw. für die Schule relevante) muss in aktiver Auseinandersetzung mit dem in der Hochschule Gelernten verknüpft werden. Dabei können auch auftretende Vereinfachungen des schulmathematischen Zugangs angesprochen werden.

Die offene Fragestellung erfordert von den Studierenden allerdings auch viel Vorwissen. Ein fachlich sicherer Umgang mit den in der Aufgabe verwendeten Begriffen wird dabei vorausgesetzt. Es ist zu bezweifeln, dass dieser schon von allen Studierenden in einem so frühen Stadium des Studiums beherrscht wird, was zu einer Überforderung angesichts der Aufgabenstellung führen könnte.

Eine erste Evaluation des Schnittstellenmoduls im Sommersemester 2006 führte zum Ergebnis, dass dieses Konzept der Verzahnung bei etwa 2/3 der Lehramtsstudierenden positiv aufgenommen wurde, während etwa 1/3 der Befragten teilweise von den Aufgaben überfordert waren. Bauer und Partheil führen diese Überforderung auf „noch fehlende fachliche Souveränität“ und „noch nicht erfolgte Loslösung von der Schülerrolle“ [4, S. 99] zurück.

Letzlich sollte die Verknüpfung von Mathematik als Wissenschaft und Fachdidaktik auch im weiteren Studienverlauf für mehr Nachhaltigkeit sorgen, sodass Studierende auch von später absolvierten Veranstaltungen zu ähnlichen Themenbereichen mehr profitieren. „Im optimalen Fall soll eine in späterem Semester belegte fachdidaktische Veranstaltung zur Didaktik der Analysis nicht als „unabhängig“ vom Modul Analysis gesehen werden, sondern als Ort, an dem bereits begonnene Überlegungen weitergeführt werden und von dem aus man sich in natürlicher Weise auf das Modul Analysis zurückbezieht“ [4, S. 92–93].

1.3.2 „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ als Brückenschlag

Danckwerts (2006) schlägt eine Umorientierung der gymnasialen Lehrerausbildung vor, geht dabei aber über die Einbindung von lehramtsspezifischen Übungen hinaus. Als Brücke zwischen Schule und Hochschule soll eine an den Anfang des Studiums gestellte Lehrveranstaltung dienen, die einen fachlich fundierten Blick auf den Schulstoff ermöglichen soll. Das Problem des Übergangs vom selbst erfahrenen Schulunterricht zur Hochschulausbildung formuliert Danckwerts in Übereinstimmung mit der von Bauer und Partheil angenommenen These folgendermaßen [12, S. 257]:

> „Die Analysis als tragende Säule der Oberstufenmathematik ist in der Tat inhaltlich wie methodisch ganz anders ausgerichtet als die Hochschulanalysis, und ein fachlich souveräner Umgang mit der später zu unterrichtenden Schulanalysis bahnt sich nicht von selbst an.“

Die Aufgabe einer solchen „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“, wie die geforderte Vorlesung bei Danckwerts genannt wird, ist eine Horizonterweiterung der Lehramtsstudierenden. Schulrelevante Themenbereiche sollen nicht durch neue Inhalte ersetzt, sondern durch eine Änderung des Blickwinkels auf neue, bisher verborgene Aspekte hin untersucht werden.

Besondere Aufmerksamkeit wird dabei der Gegenüberstellung von syntaktischen und semantischen Zugängen gewidmet. Syntaktik steht häufig immer noch im Mittelpunkt der Schulanalysis, der „Konzentration auf Kalküle und Routinen“ [9, S. 79] wird ein Großteil der Unterrichtszeit eingeräumt. Die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ soll diese automatisierten Mechanismen hinterfragen und den Weg für eine inhaltsorientierte, semantische Herangehensweise ebnen. Danckwerts nennt dabei exemplarisch einige zentrale Themenbereiche der Schulanalysis und vergleicht die daraus abgeleiteten Kalküle mit deren inhaltlichem Wert (vgl. [12, S. 258], eine gekürzte Fassung siehe Tabelle 1.1). Die kalkülorientierten Vorstellungen aus der Schule stehen dabei nicht im strengen Gegensatz zum inhaltlichen Verständnis, vielmehr sollen sie um dieses in fokussierter Auseinandersetzung erweitert werden.

Die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ verfolgt damit in erster Linie nicht das Ziel, die an der Hochschule übliche Präzisierung der Analysis vorzunehmen, sondern an die Sichtweisen aus dem Schulunterricht anzuknüpfen. Erst im Anschluss an diese Erweiterung des schulmathematischen Standpunkts soll die Vertiefung der Analysis aus wissenschaftlicher Sicht erfolgen.

Eine erste konkrete Umsetzung dieser Vorschläge erfolgte im Rahmen des Projekts „Mathematik Neu Denken: Neuorientierung der universitären Lehrerausbildung im Fach Mathematik für das gymnasiale Lehramt“, das gemeinsam von den Universitäten Gießen und Siegen durchgeführt wurde. Nach der Präsentation einer Vorstudie und mehrerer Zwischenberichte und Empfehlungen erfolgte eine umfangreiche Veröffentlichung der zugrundeliegenden Ideen, ihrer Umsetzung und einiger daraus resultierender Materialien in Buchform [5].

Die im Titel des Projekts angesprochene „Neuorientierung“ bezog sich dabei vor allem auf das erste Studienjahr. Im Mittelpunkt der Ausbildung im Fach Analysis stand dabei die „enge Verzahnung der vier Bereiche Schulanalysis, kanonische Hochschulanalysis, Geschichte der Analysis und Didaktik der Analysis“ [12, S. 262]. Eine Zusatzveranstaltung in Form eines seminaristisch angelegten „Forums“ thematisierte dabei außerdem konkret die

Tabelle 1.1: Inhaltsbereiche der klassischen Schulanalysis und deren Sichtweise vom „höheren Standpunkt“ nach Danckwerts [12, S. 258]

Schulanalysis	**höherer Standpunkt**
Ableitung als Instrument (Berechnung von Tangentensteigungen)	inhaltliche Aspekte des Ableitungsbegriffs (lokale Änderungsrate, lokale Linearisierung)
Kurvendiskussion als syntaktische Untersuchung von Funktionen	qualitative Kurvendiskussion, analytische Präzisierung
Extremwertprobleme als Anwendung von Ableitungskalkül und syntaktischer Kurvendiskussion	reflektierter Umgang mit dem Standardkalkül (globale vs. lokale Extrema)
Integral als Instrument (Berechnung von Flächeninhalten und Volumina)	inhaltliche Aspekte des Integralbegriffs (Rekonstruieren, Summieren, Mitteln)
Naiver Umgang mit den reellen Zahlen ohne Thematisierung der Vollständigkeit	Analyse der Vollständigkeit

inhaltlichen Verbindungen zwischen der „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ und der Fachvorlesung „Analysis I“.

Eine wichtige Rolle nehmen auch in diesem Projekt Übungsaufgaben ein. Beispiele für solche Aufgabenstellungen sind auszugsweise das Interpretieren qualitativer Aussagen („Der Anstieg der Arbeitslosigkeit ist im Laufe des letzten Quartals stetig zurückgegangen.“) oder das Überprüfen der Existenz (und gegebenenfalls das Einzeichnen) der Tangente an verschiedene Funktionsgraphen. Exemplarisch soll an dieser Stelle eine Beispielaufgabe zur Bedeutung des Differenzenquotienten vorgestellt werden, um den für das gesamte Projekt charakteristischen Schritt vom klassischen Kalkül zum „höheren Standpunkt“ zu verdeutlichen (Aufgabe übernommen aus [12, S. 259–260]):

Beispielaufgabe: Was bedeutet der Differenzenquotient?

$f(t)$ gebe die zum Zeitpunkt t gemessene Außentemperatur an. Die Temperatur wird zu den Zeitpunkten t_1 und (etwas später) t_2 gemessen. Kreuzen Sie an, welche Deutungen des nebenstehenden Ausdrucks richtig sind: $\frac{f(t_2)-f(t_1)}{t_2-t_1}$

□ Der Ausdruck gibt die Temperaturänderung zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 an.

□ Der Ausdruck gibt das Verhältnis der Temperaturänderung zu der dafür benötigten Zeit an.

□ Der Ausdruck gibt den Unterschied zwischen der Temperaturänderung und der dafür benötigten Zeit an.

□ Der Ausdruck gibt an, um wie viel sich die Temperatur im Mittel pro Zeiteinheit im Intervall $[t_1, t_2]$ ändert.

□ Der Ausdruck gibt die mittlere Temperaturänderung pro Zeiteinheit zwischen den Zeitpunkten t_1 und t_2 an.

□ Der Ausdruck gibt an, wie viel mal stärker sich die Temperatur im Intervall $[t_1, t_2]$ ändert als die Zeit.

Bei dieser Aufgabe ist kein Ergebnis durch Anwendung von Ableitungsregeln zu erzielen, die Problemstellung liegt in der Vielfalt der Interpretationsmöglichkeiten eines mathematischen Ausdrucks, in diesem Fall des Differenzenquotienten, der chronologisch noch vor der Einführung der Ableitungsfunktion erarbeitet wird. Die Aufgabe verlangt von den Studierenden, verschiedene in Worten formulierte Deutungen mit einem formalen mathematischen Ausdruck zu vergleichen. Dabei wird nicht auf eine anschauliche Vorstellung wie jene der in der Schule verbreiteten Sekantensteigung zurückgegriffen, sondern auf das Gewicht einzelner Begriffe bei der Beschreibung mathematischer Sachverhalte. Der ähnliche Satzbau aller Antwortmöglichkeiten schärft das Verständnis für die Exaktheit der mathematischen Ausdrucksweise (etwa bei der zweiten und der dritten Deutung, die sich in der Formulierung nur durch die Verwendung der Begriffe wie „Unterschied“ bzw. „Verhältnis“ unterscheiden). Eine solche Sichtweise ist für eine angehende Lehrperson von praktischer Bedeutung: Im Mathematikunterricht ist häufig die Kompetenz gefragt, Schülerformulierungen auf ihre mathematische Richtigkeit überprüfen und gegebenenfalls richtigstellen zu können.

An dieser Stelle soll auch die historische Genese der Analysis, die in diesem Projekt einen vergleichsweise hohen Stellenwert hat und in den anderen in diesem Abschnitt vorgestellten Schnittstellenprojekten nicht so prominent thematisiert wird, erwähnt werden. Die Auseinandersetzung mit dem historischen Wachsen mathematischer Begriffe kann einen Beitrag zur Allgemeinbildung im Mathematikstudium leisten. „Fehler, Missverständnisse, Brüche können, indem ihre Genese aufgedeckt wird, zum Ausgangspunkt tieferen Verständnisses werden, können sozusagen ins Produktive gewendet werden. Hierfür gibt es auch zahlreiche Beispiele in der Geschichte der Mathematik“ [29, S. 43].

Auch im Projekt „Mathematik Neu Denken“ wird auf historische und philosophische Elemente als Mittel zur Sinnstiftung in der Analysisausbildung hingewiesen (vgl. Abschnitt 3.2 in [5]). Die Behandlung solcher Aspekte kann helfen, einen Einblick in das historische Zustandekommen mathematischer Ideen zu bekommen. Sowohl für Schülerinnen und Schüler als auch für Lehrkräfte kann es eine ermutigende oder zumindest erhellende Erfahrung sein, dass wichtige mathematische Erkenntnisse selbst von den größten Mathematikerinnen und Mathematikern ihrer Zeit nur durch harte Arbeit und häufig auch durch Korrespondenz untereinander gewonnen werden konnten. Beispielsweise werden Auszüge aus einem Briefwechsel zwischen Cantor und Dedekind wiedergegeben, in dem die (zu diesem Zeitpunkt noch offene) Frage nach der Existenz überabzählbarer Mengen aufgeworfen wird [5, S. 81–82]. Bezüge zur Geschichte der Analysis werden außerdem auch als Anregung für Übungsaufgaben oder Themen für Abschlussarbeiten eingesetzt, etwa am Beispiel des historischen Ableitungsbegriffs nach Cauchy und Weierstrass [5, S. 39–40].

Die Evaluierung der Lehrveranstaltungen dieser neu gestalteten Studieneingangsphase zeigt, dass die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“, in Verknüpfung mit den anderen angebotenen Vorlesungen und Übungen, ihr Ziel der Sinnstiftung zu einem großen Teil erreicht hat. „Die integrierten Beispiele und Bezüge wurden von den Studierenden fast durchweg als hilfreich und für das Verstehen förderlich empfunden, ebenso wie der gewählte Abstraktionsgrad im Spannungsfeld zwischen Anschaulichkeit und Strenge. Dieses Vorgehen trug wesentlich dazu bei, den Lerninhalten Sinn und Bedeutung zu geben“ [12, S. 263].

1.3.3 Einbindung von Brückenschlägen in Fachlehrveranstaltungen

Der von Danckwerts vorgeschlagene Versuch einer eigenständigen Lehrveranstaltung zum Erreichen eines „höheren Standpunktes“ bei der Sicht auf die Schulanalysis verlangt, dass die Rahmenbedingungen des Mathematikstudiums entsprechend angepasst werden. Im Fall des Projekts „Mathematik Neu Denken“ trug unter anderem auch die finanzielle Förderung der Deutschen Telekom Stiftung einen großen Teil zur konkreten Umsetzung der Ideen bei.

Da die personellen und finanziellen Ressourcen nicht an allen Standorten in dieser Weise vorliegen, kann nicht immer von der Möglichkeit einer völligen Neuorientierung des Studiums ausgegangen werden. Eine Variante, dennoch Raum für Brückenschläge zu schaffen, ist, diese in die Fachlehrveranstaltungen einzubinden, da auch hier das Zurückgreifen auf schulische Vorerfahrungen für die Lernenden von Nutzen sein kann (vgl. Abschnitt 1.2.2).

Leufer und Prediger (2006) erprobten einen solchen Ansatz im Rahmen des Projekts „Sinnstiftung und Brückenschläge in der Analysis“ (vgl. [24]).

Als Grundlage für diese Form der Weiterentwicklung in der Studierendenausbildung wird dabei die enge Zusammenarbeit zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik vorausgesetzt, da eines der zentralen Probleme zu Studienbeginn ja gerade ein „fehlender Zusammenhang zwischen schulmathematischen Erfahrungen und der universitären Ausbildung im fachinhaltlichen und -didaktischen Bereich“ [24, S. 265] ist. Daraus resultieren die zuvor (vgl. Abschnitt 1.1.2) genannten Schwierigkeiten betreffend Leistungsbereitschaft und Kompetenz bei Lehramtsstudierenden.

Bei Veranstaltungen spezifisch für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten kann ein deutlicher Schwerpunkt auf einen elementaren Zugang etwa zur Analysis gelegt werden. Die Eigenschaft der Vollständigkeit der reellen Zahlen kann beispielsweise mittels der Methode der Intervallschachtelung beschrieben werden, die im Gegensatz zu äquivalenten Zugängen (wie der Konvergenz von Cauchyfolgen) an einer konkreten Vorstellung orientiert ist. Schwieriger gestaltet sich der Einsatz solcher anschaulicher Methoden in Lehrveranstaltungen, die, wie in diesem Projekt durchgeführt, gemeinsam mit „Fachstudierenden“ besucht werden. Diese Vorlesungen haben zumeist einen anderen Anspruch und andere Ziele als speziell für das Lehramtsstudium vorgesehene Veranstaltungen. „Für die *gemeinsamen* Veranstaltungen müssen dagegen *pragmatische Ansätze der Binnendifferenzierung* erst gefunden werden, die den schulbezogenen Anforderungen gerecht werden können und gleichzeitig den Rahmenbedingungen der mathematischen Fachbereiche entsprechen“ [24, S. 267]. Gelingt dies nicht, besteht die Gefahr, dass Studierende entweder durch das Übermaß an Fachinhalten und den Mangel an sinnstiftender Motivation früh aus dem Studium aussteigen oder aber die Fachvorlesungen samt der zugehörigen Prüfungen „über sich ergehen“ lassen und den späteren eigenen Unterricht dann doch wieder fast ausschließlich nach den eigenen Schulerfahrungen ausrichten, ohne auf das im Laufe des Studiums Gelernte zurückzugreifen.

Das Projekt „Sinnstiftung und Brückenschläge in der Analysis“ wurde im Studienjahr 2005/06 an der Universität Bremen durchgeführt und sieht eine Integration der brückenschlagenden Elemente in die fachwissenschaftlichen Vorlesungen vor. Leufer und Prediger nennen bei der Zielsetzung dieses Ansatzes mehrere Erfahrungen und Fähigkeiten, die Studierende von ihrer Analysisausbildung an der Hochschule mitnehmen sollen. Dazu gehören beispielsweise die von Winter genannten mathematischen Grunderfahrungen (vgl. [29] und Abschnitt 2.2.2), die damit nicht nur maßgeblich für den Schulunterricht, sondern auch für die universitäre Ausbildung sind. Neben der auch bei Danckwerts betonten Wichtigkeit der mathematischen Prozessorientierung (vgl. [12] und [9]) wird außerdem die „Aktivierung entwickelter mathematischer Kompetenzen für didaktische Tätigkeiten, z. B. Analyse des mathematischen Gehalts von Schülerprodukten oder Schulbuchzugängen“ [24, S. 267] als eines der Ziele der Ausbildung genannt, eine Fähigkeit, die auch beim zuvor vorgestellten Schnittstellenmodul von Bauer und Partheil berücksichtigt wird.

Besonders der letztgenannte Aspekt soll an dieser Stelle hervorgehoben werden: Im aktuellen Studienplan der Universität Wien ist nur der dreiteilige Vorlesungszyklus zur Analysis samt der zugehörigen Übungen als Pflichtveranstaltung vorgesehen. Lehrveranstaltungen mit fachdidaktischem Schwerpunkt, die sich mit der Analysis beschäftigen, stehen zur Wahl, sind jedoch nicht verpflichtend. Es kann also nicht davon ausgegangen werden, dass nach Abschluss des Studiums alle Studierenden eine detaillierte fachdidaktische Ausbildung im Bereich der Analysis erhalten haben. Für die spätere Planung des eigenen Unterrichts ist aber wesentlich, sich formal sicher und kritikfähig mit Materialien zur Vorbereitung auseinandersetzen zu können. Umso wichtiger ist es somit, schon im Zuge der fachlichen Ausbildung Gelegenheiten zur didaktischen Auseinandersetzung einfließen zu lassen.

Ein bevorzugtes Mittel zur Umsetzung dieser Idee ist, wie schon bei den vorherigen Projekten, die Einbindung von spezifischen Übungsaufgaben. Im Zuge der Rechenübungen zur Analysis-Fachvorlesung wurde ein Teil der klassischen Übungsaufgaben durch bewusst schulbezogene Aufgaben ersetzt. Dabei wurde beispielsweise Wert auf den Umgang mit der formalen Sprache der Analysis („Epsilontik“), das Explizieren von Zusammenhängen von schulischen und universitären Inhalten und das Benutzen neu gelernter mathematischer Begriff(-swerkzeug)e gelegt. Als Möglichkeit für Rückmeldung und Diskussion wurden spezielle Tutorien für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten installiert.

Im Gegensatz zu den anderen beiden vorgestellten Projekten setzte sich die Evaluation der Veranstaltungen zu „Sinnstiftung und Brückenschläge in der Analysis“ aus zwei Teilen zusammen: Zum einen wurde die Resonanz der Studierenden mit Hilfe von Fragebögen, die zu Semesterende ausgegeben wurden, eingeholt. Die Autorinnen konstatieren dabei: „Die Intervention scheint zu einer deutlichen Motivationssteigerung beigetragen zu haben, so dass die Studierenden die Ansprüche der Veranstaltung und ihrer Prüfung als sinnvoll empfanden“ [24, S. 271]. Die Einbindung von schulbezogenen Übungsaufgaben trägt demnach dazu bei, dass die einführenden Analysisveranstaltungen sowohl für Fachstudierende als auch für Studierende des gymnasialen Lehramts als relevant für den weiteren Studienverlauf angesehen werden, ohne diese beiden Studienrichtungen zu diesem Zeitpunkt voneinander trennen zu müssen.

Die Nachhaltigkeit der durch die Übungsaufgaben gesetzten Maßnahmen zur Sinnstiftung sollte zum anderen im zweiten Teil der Evaluation überprüft werden. Hierbei stand die Frage im Mittelpunkt, „ob die Studierenden aus sich heraus in einer didaktischen Aufgabe in sinnvoller Weise Gebrauch von ihrem hochschulmathematischen Wissen machen würden, auch wenn dies nicht durch die Rahmung der Analysisveranstaltung nahe liegt“ [24, S. 271]. Dies ist insofern interessant, als viele Studienpläne im Lehramtsstudium (wie etwa auch die in Abschnitt 2.4.1 vorgestellten Curricula an der Universität

Wien) die Analysisausbildung in erster Linie geblockt an den Anfang des Studiums stellen. Dadurch ergibt sich eine große zeitliche Differenz zwischen der universitären (Fach-)ausbildung und dem Berufseinstieg.

Die Überprüfung zielte also auf die Frage nach einem über die Zeit der Veranstaltung hinausgehenden Lerneffekt bei den Studierenden ab. Aus diesem Grund sollte beim zweiten Evaluationsteil einerseits die zeitliche Nähe zur Analysisveranstaltung nicht mehr unmittelbar gegeben sein und andererseits von den Studierenden auch nicht erkannt werden, dass es sich eigentlich um eine Evaluation handelt. Als Problemstellung diente eine Aufgabe, die im Rahmen einer Didaktikveranstaltung (etwa sechs Monate nach Abschluss der Analysisveransaltung) an Lehramtsstudierende verschiedener Schulformen ausgegeben wurde. Dabei wurde die didaktische Interpretation einer Schulaufgabe und der daraus erwachsenden Schwierigkeiten einer Schülerin thematisiert (Aufgabe übernommen aus [24, S. 272]):

Evaluationsaufgabe

Folgende Aufgabe wurde zum Beginn der 13. Klasse (Mathematik Grundkurs) eines Gymnasiums in Bremen als Hausaufgabe gestellt:

> Aufgabe: Gegeben ist die reelle Funktion f durch $f(x) = (x+2)e^{-x}$.
>
> a.) Untersuchen Sie die Funktion f und ihr Schaubild K auf Schnittpunkte mit den Koordinatenachsen, Asymptoten, Extrem- und Wendepunkte. Zeichnen Sie K für x-Werte im Bereich -3 bis 5.
>
> b.) Welche Vermutung ergibt sich aus den ersten vier Ableitungen von f für eine Stammfunktion F von f? Weisen Sie ihre Vermutung rechnerisch nach.
>
> Die Kurve K, die Gerade $x = -1$ und die x-Achse rechts von dieser Geraden schließen eine Fläche ein. Wie groß ist diese?

Pia, eine Schülerin des 13. Jahrgangs, löste den Aufgabenteil a) ohne Probleme und stockte plötzlich bei b):

„Wenn ich da rechts gegen unendlich gehe, dann kommt doch zu der Fläche immer was dazu. Die wird also immer größer – wie soll ich denn da einen Wert angeben? Das wird doch dann ... unendlich! Weil da immer was dazu kommt!“

Arbeitsaufträge:

- Analysieren Sie, welches Problem Pia hat. Beleuchten Sie dabei den mathematischen Hintergrund des Problems.

- Beschreiben Sie ausführlich, wie Sie Pia im individuellen Gespräch die Aufgabe erklären könnten. Wie würden Sie dabei vorgehen und warum? Führen Sie auch Beispiele auf, die Sie benutzen würden, um das Problem zu klären!

Die Auswertung von Antwortbeispielen zu dieser Aufgabe zeigte, dass der Schlüssel zu einer erfolgreichen Bearbeitung das fachmathematische Hintergrundwissen, in diesem Fall über Reihenkonvergenz, ist. Während Studierende, denen dieser „höhere Standpunkt“ fehlte, sich bei ihren Erklärungsansätzen vordergründig an Rechenschritten zur Integralberechnung orientierten und auf das eigentliche Verständnisproblem nicht eingingen, konnten Studierende, die am Projekt „Sinnstiftung und Brückenschläge in der Analysis“ teilgenommen hatten, dieses Wissen großteils einsetzen, um die zugrundeliegende Schwierigkeit („Wie kann etwas einen endlichen Wert haben, obwohl unendlich oft etwas dazu kommt?“) zu erkennen. Für die Verantwortlichen des Projekts zeigte sich damit, dass die Fähigkeit, „Wissen in einem Kontext, der über die Analysis-Veranstaltung selbst hinaus ging, sinnvoll einzusetzen“ [24, S. 274], durch die Ergänzung der klassischen Analysisaufgaben durch schulbezogene Aufgaben von einem großen Teil der Studierenden erworben werden konnte, was für eine verstärkte Einbindung von Brückenschlägen spricht.

1.3.4 Fazit

Die Frage, *ob* Lehramtskandidatinnen und -kandidaten im Unterrichtsfach Mathematik zu Studienbeginn mit Schwierigkeiten konfrontiert sind, stellt sich in den hochschuldidaktischen Zugängen nicht. In der Feststellung und Formulierung der Problematik stimmen die genannten Autorinnen und Autoren in ihren Ansichten weitgehend überein. Weitaus relevanter ist die Frage, auf welche Weise die Universität eingreifen kann und soll. Hier unterscheiden sich auch die vorgestellten Projekte.

Der Hauptunterschied der drei in den vorhergegangenen Abschnitten vorgestellten Ansätze zur Schnittstellenproblematik liegt in den Rahmenbedingungen, an die sie sich anpassen müssen. Möglichkeiten bieten sich sowohl durch eigens konzipierte Lehrveranstaltungen als auch durch die Abänderung bestehender Veranstaltungen zugunsten schulrelevanter Zugänge und/oder weiterer, über den formal-axiomatischen Zugang einer klassischen Analysis-Einführungsvorlesung hinausgehender Aspekte.

Eine zentrale Rolle nehmen dabei immer die Übungen zu den jeweiligen Lehrveranstaltungen ein. Diese sollen für eine eigenaktive Auseinandersetzung der Studierenden mit der Themenvielfalt, die sich durch den Versuch des Brückenschlags ergibt, sorgen. Gleichzeitig ermöglichen die konkreten Aufgabenstellungen eine Kontrolle des Wissensstandes und damit eine frühe Rückmeldung sowohl für Studierende als auch für Lehrende.

Die Evaluationen der vorgestellten Projekte zeigen, dass die Schnittstellenveranstaltungen bzw. -maßnahmen bei Studierenden auf großteils positive Resonanz stoßen und dabei helfen, den beim Studieneinstieg häufigen Schock und den Mangel an Motivation im Fachbereich Analysis zu mildern.

1.3.5 Ideen für Brückenschläge in anderen Fachbereichen

Im deutschsprachigen Raum lag das Hauptaugenmerk für überbrückende Lehrveranstaltungen in den letzten Jahren auf dem Fachbereich Analysis.

Ein Grund, der Analysis in dieser Hinsicht verstärkte Aufmerksamkeit zu widmen, ist die Tatsache, dass Studierende bereits am Beginn ihres Studiums reichhaltige Erfahrungen im Bereich Analysis aus dem eigenen Schulunterricht mitbringen, weil diese in der Oberstufe eine zentrale Rolle einnimmt. Gerade deshalb kann die Schnittstelle beim Übergang von der Schule zur Universität besondere Probleme bereiten: Altbewährte Themenbereiche, von denen man bereits geglaubt hat, sie vollständig „verstanden" zu haben, müssen im Rahmen des streng axiomatischen Aufbaus in der Hochschulmathematik oft aus einem völlig neuen Blickwinkel betrachtet werden. Die universitäre Ausbildung steht also wie gesagt vor der Herausforderung, einerseits einen fundierten fachlichen Einstieg in die grundlegenden Inhalte und Methoden der Mathematik zu bieten, andererseits aber den Bezug zum schulmathematischen Hintergrund nicht aufzugeben.

Im Bereich der Linearen Algebra, der zweiten Hauptsäule der fachlichen Ausbildung zu Studienbeginn, wurden vergleichsweise weniger Versuche unternommen, die Schnittstellenproblematik zu beheben, doch auch hier existieren bereits einige Ansätze.

Im Rahmen des im vorigen Abschnitt vorgestellten Projekts „Mathematik Neu Denken" der Universitäten Gießen und Siegen wurden nicht nur Ideen zur Verbesserung der Analysis-Ausbildung präsentiert, sondern auch Material für die einführenden Veranstaltungen zur Linearen Algebra. Der Aufbau der entsprechenden Lehrveranstaltung „Analytische Geometrie und Lineare Algebra" orientierte sich dabei an den historisch ursprünglichen Teilgebieten der Linearen Algebra: der analytischen Geometrie und linearen Gleichungssystemen. Dies sollte auch dazu dienen, eine auf Anschauung begründete Motivation für die spätere Beschäftigung mit der Theorie der Vektorräume zu erzeugen. Diese Vorgangsweise durchzog die gesamte Veranstaltung: „Damit wurde bewusst auf das Primat der Anschauung gesetzt. Außerdem ermöglicht dieses Vorgehen eine intensive Vernetzung mit dem Vorwissen der Studierenden; diese erfolgt nicht nur punktuell zur Anfangsmotivation, sondern wird über einen langen Zeitraum hinweg immer wieder thematisiert." [5, S. 91]. Das bedeutete auch, die Theorie zuerst im $\mathbb{R}^3$ zu entwickeln, um ausgehend davon Verallgemeinerungen zu treffen.

Ähnlich wie in der Analysis sind auch in der Linearen Algebra eigens konzipierte Übungsaufgaben ein wesentlicher Bestandteil der Schnittstellenveranstaltungen. Für die „Analytische Geometrie und Lineare Algebra“ standen Aufgaben im Mittelpunkt, die das Ziel hatten, mit den wesentlichen Begriffen am Beginn der Veranstaltung (beispielsweise Äquivalenzrelationen, Dimension, lineare Unabhängigkeit von Vektoren, Rang einer Matrix) vertraut zu werden. Immer wieder wurden dabei aus der Schule bekannte Themenbereiche aufgegriffen und „in einen größeren Zusammenhang eingebettet“ [5, S. 96].

Ein interessanter, weil unerwarteter Zugang zum Vektorraumbegriff durch eine solche Aufgabe soll im Folgenden als exemplarisches Beispiel vorgestellt werden. Ausgegangen wird dabei vom Exponat „Lights on!“ des Mathematikums Gießen (Aufgabe und Erklärungstext übernommen aus [5, S. 99]):

> „Das Experiment besteht aus sieben im Kreis angeordneten Leuchten und sieben den Leuchten zugeordneten Schaltern. Wenn man einen Schalter drückt, ändert sich der Zustand der zugehörigen Leuchte und der beiden benachbarten Leuchten. Gegeben ist ein beliebiger Ausgangszustand und die Aufgabenstellung, durch Betätigung der Schalter alle Lampen zum Leuchten zu bringen. [...] Da jede Lampe entweder an oder aus sein kann, was wir mit 1 und 0 kodieren, kann jeder Zustand der Lampen als binäres 7-Tupel beschrieben werden. Mit anderen Worten: Die Zustände sind Elemente des 7-dimensionalen Vektorraums V über dem Körper $\mathbb{Z}_2 = \{0, 1\}$.“

Besondere Vektorräume: Lights on!

Das Drücken eines Schalters kann als die Addition eines Vektors aufgefasst werden. Welcher Vektor wird hierbei addiert?

a) Bilden diese Vektoren eine Basis des Vektorraumes V?
b) Kann man von jedem Ausgangszustand aus alle Lampen zum Leuchten bringen?
c) Wie viele Schalter muss man maximal drücken, um alle Lampen anzuschalten?
d) Gelten diese Aussagen auch für ein Experiment mit 8 oder 9 Leuchten?

Diese Aufgabe schlägt den Bogen vom heuristischen Ausprobieren (wie es auch beim tatsächlichen Exponat im Mathematikum durchgeführt werden kann) hin zur exakten mathematischen Analyse eines Problems und zeigt eine Einsatzmöglichkeit der in der Linearen Algebra eingeführten Methoden und Begriffe an einer (zugegebenermaßen gekünstelten) Stelle, die man nicht unmittelbar erwartet hätte. Weiters ist das Exponat ein Beispiel dafür, wie man „alltägliche“ Problemstellungen in ein neues Licht rücken kann: Der abstrakte Begriff des Vektorraums wird hier mit etwas tatsächlich Greifbarem identifiziert, was die mathematische Beschreibung und Behandlung vielfach aussagekräftiger macht als das bloße Probieren an den Leuchten.

Begleitend zur „Analytischen Geometrie und Linearen Algebra“ wurde verpflichtend ein „Software-Praktikum“ abgehalten, in dem die Studierenden die Möglichkeit erhalten sollten, die neu gelernten Begriffe mit dynamischen Mitteln zu veranschaulichen und entsprechende Problemstellungen zu bearbeiten. Thematisiert wurden dabei beispielsweise das computergestützte Lösen und geometrische Veranschaulichen von Gleichungssystemen oder Aufgaben aus dem Bereich der Vektorrechnung (vgl. [5]). Gleichzeitig sollte dabei ganz allgemein der Umgang mit den im gegenwärtigen und zukünftigen Schulunterricht unumgänglichen neuen Medien geschult werden.

Scharlau (2006) sieht in der Linearen Algebra eine Problemsituation im Zwiespalt zwischen theoretischem und praktischem Anspruch, in dem sich dieser Fachbereich befindet: Lineare Algebra kann demnach sowohl als „mächtiges Werkzeug zur Lösung innermathematischer und außermathematischer Probleme“ als auch als „Prototyp einer axiomatischen Theorie mit entsprechendem Potential für Generalisierung und Abstraktion“ [26, S. 287] gesehen werden. Um keine der beiden Seiten in einer Anfängervorlesung zu vernachlässigen, werden zunächst Vorschläge für curriculare Änderungen in der universitären Ausbildung genannt, bei dem auf übliche Inhaltsbereiche der Linearen Algebra, darunter insbesondere Abbildungen und Verknüpfungen, Restklassen, der Vektorraumbegriff und Lineare Unabhängigkeit, eingegangen wird (vgl. [26, S. 288 f.]). Die dabei intendierte Auseinandersetzung hat in erster Linie das Ziel, einen reflektierten Katalog für Inhalte einer einführenden Vorlesung zur Linearen Algebra zu erstellen. Ein Überblick über das geforderte Abstraktionsniveau an der Universität bildet hier nach Scharlau den Ausgangspunkt für weitere Überlegungen zum Studieneinstieg. Im Anschluss daran werden Grundideen angeführt, die bei der Durchführung einer Einführungsveranstaltung zur Linearen Algebra berücksichtigt werden sollten, wie etwa dem Ausgehen von konkreten Zugängen, die Potential für Verallgemeinerungen lassen. Detailliertere methodische Anweisungen oder Materialien für die universitäre Lehre werden dabei aber nicht präsentiert.

Als eine der Ideen wird erwähnt, dass, ähnlich zu den im vorigen Abschnitt vorgestellten Projekten zur Analysis, Schulerfahrungen der Studierenden möglichst konstruktiv eingesetzt werden sollen: „Das Vorwissen aus der Schule sollte genutzt und gewürdigt werden. Es muss jedoch auch deutlich werden, inwiefern das generelle Anspruchs- und Abstraktionsniveau der universitären Mathematik höher ist“ [26, S. 292]. Dabei werden nicht explizit Lehramtskandidatinnen und -kandidaten, sondern sowohl das gymnasiale Lehramt als auch das Diplomstudium Mathematik angesprochen. Es zeigen sich hier also teilweise Parallelen zur Analysisausbildung, wo ebenfalls die Balance zwischen Weiterführung schulischen Wissens und Verdeutlichung notwendiger Unterschiede gefunden werden muss.

Bei Bauer und Partheil (2009) wird, neben der detaillierten Vorstellung des Analysismoduls, zudem auf ein Schnittstellenmodul zur Elementaren Stochastik, das an der Universität Marburg einem ähnlichen Aufbau folgt wie das Modul zur Analysis, hingewiesen. Ähnlich zum Analysismodul ist auch das Stochastikmodul dabei bereits im Kerncurriculum der Universität Marburg verankert (vgl. [33, S. 16]). Weiters werden Überlegungen zu einer Verzahnung eines im Curriculum später angesiedelten Algebra-Moduls mit der fachdidaktischen Lehrveranstaltung „Zahlbereichserweiterungen“ präsentiert (vgl. [4, S. 100 f.]).

An der Universität Wien ist die Einbindung von Schnittstellen im Fachbereich Stochastik in der Lehramtsausbildung schon aufgrund der Positionierung der Stochastik im aktuellen Studienplan derzeit kaum möglich: Die verpflichtende Fachvorlesung „Stochastik für LehramtskandidatInnen“ wird erst im zweiten Studienabschnitt absolviert, wodurch sie keine „Einführungsvorlesung“ wie in den Bereichen Analysis und Lineare Algebra darstellt. Als Möglichkeit zusätzlicher Thematisierung der Stochastik im Studium werden die optionalen Veranstaltungen „Schulmathematik Stochastik“ und „Seminar für LAK: Stochastik“ angeboten.

Kapitel 2

Analysis in Schule und Hochschule – mögliche Brückenschläge

Der Einstieg in den Fachbereich Analysis wird von einem großen Teil der Studierenden als einer der schwierigsten fachmathematischen Teile des Studiums angesehen. Besonders die unumgängliche Strenge und der von Beginn an axiomatische Aufbau wirken zu Studienbeginn für viele verwirrend und abschreckend. Gerade in der Analysis aber liegen nach Abschluss der Schullaufbahn auch bereits vielfältige Vorstellungen zu den schulrelevanten Themenbereichen der Analysis vor, es gäbe also genügend (fruchtbaren) Boden für Anknüpfungen. Im Folgenden sollen die analysisbezogenen Inhalte im Schulunterricht mit jenen in der universitären Ausbildung verglichen werden, um festlegen zu können, wo die im vorigen Kapitel genannten Brückenschläge inhaltlich Platz finden können.

2.1 Zur Begriffsklärung: Was ist „Analysis"?

Obwohl das mathematische Teilgebiet Analysis von Beginn des Mathematikstudiums an einen der wesentlichsten des gesamten Studiums darstellt und auch in der Oberstufe inhaltlich sehr präsent ist, wird meist erst im Studienverlauf klar, worauf die Analysis eigentlich abzielt. Im Schulunterricht, sei es in den Lehrplänen oder in Schulbüchern, wird der Name „Analysis", der in diesem Kapitel so präsent ist, selten explizit verwendet, vielmehr stehen hier die einzelnen untergeordneten Themenabschnitte und zentralen Begriffe der Analysis im Mittelpunkt.

Wie lässt sich die Aufgabe der Analysis nun möglichst prägnant zusammenfassen? Eine Aufzählung der Inhalte allein ist weder für Schülerinnen und Schüler im schulischen Unterricht noch für Studierende als Einstieg in die Hochschulanalysis besonders motivierend. Um eine treffende Beschreibung des Begriffs „Analysis“ und der damit verbundenen Intentionen zu finden, sollen einleitende Worte zu einem Hochschullehrbuch herangezogen werden.

Heuser (2006) beschreibt das Wesen dieses Fachbereichs im Vorwort zu seinem Lehrbuch für die universitäre Analysis [22, S. 5]:

> „Der rote Faden, das ständig aufklingende Leitmotiv und energisch vorwärtstreibende Hauptproblem ist die Frage, wie man das Änderungsverhalten einer Funktion verstehen, beschreiben und beherrschen kann, schärfer: Welche Begriffe eignen sich am besten dazu, die Änderung einer Funktion „im Kleinen“ (also bei geringen Änderungen ihrer unabhängigen Variablen) zu erfassen, was kann man über die Funktion „im Großen“, über ihren Gesamtverlauf sagen, wenn man Kenntnisse über ihr Verhalten „im Kleinen“ hat, geben uns diese Kenntnisse vielleicht sogar die Funktion gänzlich in die Hand oder besser: Wie tief müssen diese „lokalen Kenntnisse“ gehen, um uns die Funktion „global“ vollständig auszuliefern.“

Der Umgang mit funktionalen Abhängigkeiten ist einer der wichtigsten Begriffe der Schulmathematik, der bereits früh vorbereitet wird und in der Oberstufe in jeder Jahrgangsstufe Anwendungen findet. Schon alleine deshalb ist die Analysis tief in der Schulmathematik verankert. Grundsätzlich spielen funktionale Abhängigkeiten auch in der Linearen Algebra eine wichtige Rolle, weil beispielsweise lineare Abbildungen untersucht werden. Für die Entwicklung des analytischen Kalküls in der Differential- und Integralrechnung ist aber vor allem das *Änderungsverhalten* von Funktionen wesentlich, was dem Grenzwertbegriff eine zentrale Rolle zuspricht.

2.2 Die Rolle der Analysis im Schulunterricht

2.2.1 Analysis in den Lehrplänen der AHS

Viele Begriffe aus der Analysis sind nicht nur für den Einstieg in die Hochschulmathematik von zentraler Bedeutung, sondern auch für den Schulunterricht. Folgen und allgemeiner Funktionen und deren Änderungsverhalten werden sowohl in der Unter- als auch in der Oberstufe immer wieder thematisiert. Im Folgenden soll ein Überblick über die Themenbereiche der Schulanalysis in den AHS-Lehrplänen gegeben werden.

Analysis in der Unterstufe

Schon in der Unterstufe können zentrale Begriffe zur Vorbereitung auf die spätere Analysis, wie etwa der Folgenbegriff, ins Spiel gebracht werden, auch wenn das nicht systematisch geschehen muss, sondern zusätzlich bei der Erarbeitung anderer Bereiche. Das Verständnis für die diskrete „Schritt-für-Schritt-Entwicklung" bei iterativen Prozessen etwa kann bereits in der Unterstufe eine Grundlage für eine spätere Präzisierung mathematischer Folgen schaffen.

Im Unterstufenlehrplan (bzw. dem für Hauptschulen und Neue Mittelschulen) werden solche Verknüpfungsmöglichkeiten meist nicht direkt angesprochen. Im Unterrichtsstoff der 4. Klasse sind allerdings schon deutliche Vorbereitungen zur Oberstufenanalysis erkennbar, etwa im Abschnitt „Arbeiten mit Zahlen und Maßen" [31, S. 7]:

> „Arbeiten mit Zahlen und Maßen
>
> - durch zusammenfassendes Betrachten das Zahlenverständnis vertiefen
> - anhand einfacher Beispiele erkennen, dass es Rechensituationen gibt, die nicht mit Hilfe der rationalen Zahlen lösbar sind,
> - Näherungswerte oder Schranken für irrationale Zahlen angeben können, auch unter Verwendung elektronischer Hilfsmittel,
> - bei Anwendungen Überlegungen zur sinnvollen Genauigkeit anstellen."

Auch in anderen Abschnitten des Lehrplans der 4. Klasse sind Bezüge zu Methoden und Inhalten aus der Analysis angedeutet. Beispielsweise sollen Schülerinnen und Schüler „durch das Arbeiten mit funktionalen Abhängigkeiten einen intuitiven Funktionsbegriff erarbeiten" [31, S. 7], was eine wesentliche Grundlage für die gesamte Analysis in der Oberstufe darstellt. Auch bei der Beschäftigung mit Statistik ist der Umgang mit Funktionen bereits erforderlich, was als „funktionale Abhängigkeiten untersuchen und darstellen" formuliert ist. Weiters wird auch „Schranken für Umfang und Inhalt des Kreises angeben können" im Zuge der Behandlung von Figuren und Körpern genannt.

Abgesehen von diesen Themenbereichen werden keine direkten Analysisbezüge im Lehrplan der Unterstufe genannt.

Analysis in der Oberstufe

Die Differential- und die Integralrechnung bilden zwei wesentliche Themenbereiche der Oberstufe, oft wird die Schulanalysis hauptsächlich mit diesen beiden Inhalten identifiziert. Im Hintergrund stehen dabei allerdings mathematische Begriffe wie jener der Funktion oder des Grenzwerts, die dafür bereits etabliert und mit tragfähigen Vorstellungen untermauert sein müssen. Aus diesem Grund wird die Analysis in der Schule schon von der 5. Klasse an nach und nach entwickelt.

Auch in Bereichen, die nicht explizit zur Analysis gezählt werden, etwa in der Stochastik, steht das Untersuchen von Funktionen und deren Eigenschaften an der Tagesordnung (beispielsweise bei der Approximation der Binomialverteilung durch die Normalverteilung). Die Analysis dominiert daher, sei es im Vordergrund oder im Hintergrund, in vielerlei Hinsicht die Lehrpläne der Oberstufe. Im Folgenden sind einige der wesentlichsten im Lehrplan genannten Themenbereiche der Schulanalysis aufgelistet (vgl. [30]).

5. Klasse: Bereits zu Beginn der AHS-Oberstufe werden einige zentrale Begriffe der Analysis eingeführt. Neben dem „Reflektieren über das Erweitern von Zahlenmengen an Hand von natürlichen, ganzen, rationalen und irrationalen Zahlen“ im Abschnitt „Zahlen und Rechengesetze“ [30, S. 3] und der Definition der trigonometrischen Funktionen Sinus, Kosinus und Tangens ist hier vor allem eine allgemeine Einführung des Funktionsbegriffs zu nennen. Im Lehrplan wird dabei unter anderem „Beschreiben von Abhängigkeiten, die durch reelle Funktionen in einer Variablen erfassbar sind (mittels Termen, Tabellen und Graphen), Reflektieren über den Modellcharakter von Funktionen“ [30, S. 4] als Lernziel genannt.

6. Klasse: Für die Untersuchung des Änderungsverhaltens von Funktionen ist ein mathematisches Werkzeug unerlässlich, das für das Verständnis der Mathematik des Differenzierens und Integrierens benötigt wird: Der *Grenzwertbegriff* als formale Möglichkeit, mit dem „unendlich Kleinen“ präzise umgehen zu können. Die Ansichten der Fachdidaktik, auf welche Weise der Folgen- und Grenzwertbegriff im Schulunterricht erarbeitet werden sollten, haben sich in den letzten Jahrzehnten gewandelt: Während früher die systematische Einführung des Grenzwerts die Basis für die darauffolgende Schulanalysis darstellte, hat sich mittlerweile auch die Grundlage eines intuitiven Grenzwertbegriffs und infolgedessen die Möglichkeit einer eigenständigen Behandlung von Folgen im Unterricht etabliert (vgl. Kapitel 2 in [13]). Im Lehrplan werden beide Zugänge erwähnt, hier ist vom „Untersuchen von Folgen auf Monotonie, Beschränktheit und Konvergenz, intuitives Erfassen und Definieren des Begriffes Grenzwert“ [30, S. 4] die Rede. Die Rolle des Grenzwerts als Grundlage vieler analytischer Themenbereiche wird außerdem verdeutlicht, indem im Zuge der Einführung der Differentialrechnung noch einmal darauf hingewiesen wird, den Grenzwertbegriff im Besonderen als Grundlage zu wiederholen.

7. Klasse: Die Differentialrechnung in der 7. Klasse nimmt Bezug auf einige klassische Themen der Schulanalysis, darunter etwa Kurvendiskussion oder Extremwertaufgaben. Die Grundlage dafür stellt eine Einführung des Differentialquotienten dar: „Definieren des Differentialquotienten (Änderungsrate), ausgehend vom Differenzenquotienten (mittlere Änderungsrate), Deuten dieser Begriffe als Sekantensteigung bzw. Tangentensteigung, weiteres Deuten in außermathematischen Bereichen“ [30, S. 5]. Auch Differentiationsregeln sollen, sofern dies im schulischen Unterricht möglich ist, begründet bzw. hergeleitet werden (beispielsweise zur Ableitung von Polynomfunktionen). Nicht gefordert wird der bei Danckwerts (2006) erwähnte Aspekt der „lokalen Linearisierung“ (vgl. dazu etwa Kapitel 3 in [13]).

8. Klasse: In der 8. Klasse steht die Integralrechnung im Mittelpunkt. Analog zur Differentiation steht die Definition der dafür wichtigen Begriffe (Stammfunktion, bestimmtes Integral) am Anfang, woraufhin die konkreten Anwendungen des Integrals folgen. Es wird zwar auf verschiedene Deutungen des Integrals eingegangen („insbesondere Flächeninhalt, Volumen, physikalische Deutungen“ [30, S. 6]), die bei Danckwerts genannte Interpretation als Mittel (vgl. Abschnitt 4.3 in [13]) wird allerdings nicht explizit gefordert. Allerdings wird diese Sichtweise in manchen Schulbüchern sehr wohl thematisiert (vgl. [17, S. 62]). Weiters soll der Untersuchung von dynamischen Systemen „mit Hilfe von Wirkungsdiagrammen, Flussdiagrammen, Differenzengleichungen oder Differentialgleichungen“ [30, S. 6] im Unterricht Raum gegeben werden.

Die Formulierung im Lehrplan legt bei allen großen Themenbereichen der Analysis die Wichtigkeit der Interpretation und der Deutung der wesentlichen Begriffe nahe. Auch das deutet darauf hin, dass der Weg der Schulanalysis auch nach der Lehrplangrundlage unbedingt mehr beinhalten muss als reine Kalkülorientierung.

Darüber hinaus weisen einige Themenbereiche aus dem Lehrplan für das Wahlpflichtfach Mathematik einen direkten Bezug zur Analysis auf. Genannt werden dabei unter anderem „ebene Kurven und Raumkurven; Bogenlänge und Krümmung von Kurven; Darstellungen von Flächen; Differentialrechnung für Funktionen in zwei Variablen; Integralrechnung für Funktionen in zwei Variablen“ (vgl. [32]).

2.2.2 Der allgemeinbildende Aspekt der Analysis

Die Erwähnung im Lehrplan allein motiviert das Unterrichten analysisbezogener Inhalte im Schulunterricht noch nicht zur Gänze. Nicht nur ein reines Abarbeiten der im Lehrplan genannten Begriffe, sondern auch ein Einblick in die Denk- und Arbeitsweise in der Mathematik wird durch die Berücksichtigung der Analysis in der Schule möglich. Die Schullaufbahn von Schülerinnen und Schülern hat, neben der Vorbereitung auf das Berufsleben, einen klaren Auftrag zur Allgemeinbildung (im Falle der AHS ist dieser schließlich schon im Namen der Schulform enthalten), der alle Fächer betrifft. Interessant ist dabei die Frage, was man unter dieser Allgemeinbildung genau verstehen soll und wie dieser Auftrag im schulischen Unterricht tatsächlich erfüllt werden kann.

Im Unterrichtsfach Mathematik prägte Heinrich Winter die in diesem Zusammenhang oft genannten *Grunderfahrungen*, die Schülerinnen und Schüler im Laufe ihrer mathematischen Schulbildung erfahren sollten [29, S. 1]:

> „Der Mathematikunterricht sollte anstreben, die folgenden drei Grunderfahrungen, die vielfältig miteinander verknüpft sind, zu ermöglichen:
>
> 1. Erscheinungen der Welt um uns, die uns alle angehen oder angehen sollten, aus Natur, Gesellschaft und Kultur, in einer spezifischen Art wahrzunehmen und zu verstehen,
> 2. mathematische Gegenstände und Sachverhalte, repräsentiert in Sprache, Symbolen, Bildern und Formeln, als geistige Schöpfungen, als eine deduktiv geordnete Welt eigener Art kennen zu lernen und zu begreifen,
> 3. in der Auseinandersetzung mit Aufgaben Problemlösefähigkeiten, die über die Mathematik hinaus gehen, (heuristische Fähigkeiten) zu erwerben."

Diese Erfahrungen bilden den Ausgangspunkt für viele didaktische Überlegungen. Bei Borneleit u.a. (2001) bilden sie beispielsweise die Basis für eine Aufstellung von Leitlinien für den Mathematikunterricht in der Oberstufe (vgl. [9, S. 75]).

Wo kann man nun diese drei Grunderfahrungen im Fachbereich Analysis konkret wiederfinden? Selbst wenn man den allgemeinbildenden Anspruch der Mathematik nur auf ein Minimum jener Themenbereiche bezieht, die im „alltäglichen Leben" von direktem praktischen Nutzen sind und mit denen jedes mündige Gesellschaftsmitglied vertraut sein muss, kommt man an zentralen Inhalten und Methoden der Analysis nicht vorbei. Winter bemerkt beispielsweise, dass der in der Zinsrechnung vorkommende Begriff des Zinssatzes einen „Keim einer Differentialgleichung" [29, S. 2] enthält und ein sinnvoller Umgang mit der Zinsrechnung nur möglich ist, wenn man Einsicht in das dahinter steckende Prinzip der Modellbildung eines Kapitalflusses gewonnen hat.

Da die Methoden der Analysis die Grundlage für viele mathematische Modelle bilden, findet dieser Fachbereich auch in der Beschreibung der Natur, insbesondere in der Physik, unzählige Anwendungen. Auch hier kann man, wenn auch schon auf fortgeschrittenerem Niveau, von allgemeinbildendem Anspruch sprechen. Im Zuge dieses Aspekts des mathematischen Modellbildens „gehören Grundvorstellungen über elementare Funktionen (exp, log, sin usw.) und das Beherrschen zugehöriger Prozeduren, insbesondere auch Näherungen zur Allgemeinbildung" [29, S. 2]. Die erste Grunderfahrung setzt also schon allein wegen der Notwendigkeit der richtigen mathematischen Werkzeuge Wissen um die Analysis voraus.

Der deduktive Aufbau der Mathematik wird von der zweiten Grunderfahrung angesprochen und sollte daher schon in der Schule fester Bestandteil des Mathematikunterrichts sein. Dennoch vollzieht sich hier noch einmal ein Abstraktionssprung beim Übergang von der Schule zum Mathematikstudium, da erst auf der Hochschule die axiomatische Grundlage im Mittelpunkt der Darstellungsweise steht. Dies ist auch eine der offensichtlichsten Schwierigkeiten zu Studienbeginn (vgl. Abschnitt 1.1). Das mathematische Beweisen und der strenge, wissenschaftliche Zugang sind für viele auch nach Abschluss der Schullaufbahn noch größtenteils unbekannt. Das deutet darauf hin, dass bereits im schulischen Mathematikunterricht verstärkt nach Gelegenheiten gesucht werden muss, diesen Aspekt zu betonen, um dieser Grunderfahrung gerecht zu werden. Mathematische Formeln sollten zudem nicht als Belastung, sondern als Mittel zur Ausdrucksfähigkeit und mächtiges kreatives Werkzeug erlebt werden – eine große Herausforderung für den Schulunterricht und für (angehende) Lehrkräfte.

Winter plädiert in diesem Sinne dafür, den allgemeinbildenden Stellenwert in der Mathematik insbesondere zu Beginn der Ausbildung angehender Lehramtskandidatinnen und -kandidaten zu thematisieren. Dabei werden konkret für den schulischen Fachbereich Analysis Beispiele für die Einnahme möglichst vielfältiger Blickwinkel gegeben [29, S. 46]:

> „Kenntnisse erwerben über
>
> - Ideengeschichte der Analysis (Archimedes, Cavalieri, Fermat,....),
> - Anwendungen in Naturwissenschaften , Wirtschaftswissenschaften, Sozialwissenschaften mit ihren je eigenen Ausformungen der Begriffe; Beziehungen zur Erkenntnistheorie und Logik,
> - fundamentale Begriffe, die auch über die Analysis hinausweisen, wie Approximation, Algorithmus, Unendlichkeit, Iteration, Extremwert,
> - Wachstumsvorgänge, Ortsbewegungen, Formänderungen im alltäglichen Leben,
> - qualitativ-umgangssprachliche Beschreibungen, bildliche Darstellungen (Graphen, graphisches Differenzieren und Integrieren,...) formale Darstellungsweisen und ihr Zusammenhang,
> - Probleme und (scheinbare) Paradoxien des Unendlichen (beständiges und trotzdem nicht grenzenloses Wachstum unendlicher geometrischer Reihen; Zenons Paradoxien; „null sein“ vs. „null werden“,...),

- Angebot von Aktivitätsfeldern (reale statistische Daten, empirische Graphen von Funktionen, mechanische Modelle realer Phänomene,...)."

Natürlich kann eine solche Liste keinen Anspruch auf Vollständigkeit erheben. Zum einen spielen die individuellen Ansichten der Lehrkraft eine große Rolle bei der Frage, welche Zugänge für den Unterricht aus diesem reichhaltigen Angebot letztendlich ausgewählt werden. Andererseits bedeutet der Wunsch nach Aktualität in den angebotenen Aktivitätsfeldern, dass sich mit dem ständigen Wandel unserer Gesellschaft auch der Unterricht in dieser Hinsicht ändern und, soweit das möglich ist, ans Zeitgeschehen anpassen muss.

Die Auflistung zeigt aber jedenfalls, dass die Möglichkeiten für den Schulunterricht im Fach Analysis weit über die unmittelbaren, explizit genannten Lehrplaninhalte hinausgehen. Vor allem die Bezüge der Analysis zur „realen" Lebenswelt der Schülerinnen und Schüler sind es, die zur Erfüllung des Anspruchs auf Allgemeinbildung beitragen können. Für die universitäre Ausbildung bedeuten diese Forderungen aber einen enormen Aufwand an Zeit und Ressourcen: Wo sollen diese von Winter geforderten Kenntnisse erworben werden? Die Fülle der genannten Themenbereiche lässt sich praktisch nur sehr schwer umsetzen. Umso wichtiger ist es, möglichst viele dieser unterschiedlichen Blickwinkel der Analysis bei jeder Gelegenheit einfließen zu lassen und Studierende zu befähigen, auch selbstständig neue Sichtweisen zu erproben.

Unabhängig von den Inhalten stehen im Mathematikunterricht häufig Problemstellungen verschiedenster Art, meist jedoch Rechenprobleme, im Vordergrund. Die Fähigkeit, solche Probleme zu lösen, kann auch im Rahmen von Aufgaben zur Analysis geschult werden. Das verlangt von der Lehrperson aber auch, Übungsaufgaben in der Schule nicht nur um der richtigen Lösung Willen herunterzurechnen, sondern den Sinn der Aufgabe, ihre besonderen Schwierigkeiten, verschiedene Lösungswege und die eventuelle Verallgemeinerbarkeit der gewonnenen Erkenntnisse zu thematisieren. Dass dies nicht für jede einzelne Aufgabe durchgeführt werden kann, weil sonst der zeitliche Rahmen einer Schulstunde bei weitem gesprengt würde, ist offensichtlich, dennoch darf im Unterricht nicht darauf vergessen werden. Letztendlich sollen mathematische Übungsaufgaben Schülerinnen und Schüler dazu anregen, eigenständig Schlüsse zu ziehen und ganz allgemein bei Problemstellungen kritisch zu denken, damit die erlernten Problemlösefähigkeiten im Sinne Winters dritter Grunderfahrung auch tatsächlich „über die Mathematik hinausgehen".

Für die Ausbildung von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten bedeutet dies, dass die Studierenden lernen müssen, auch diesen Aspekt der Allgemeinbildung in den Unterricht einfließen zu lassen und dass sie das dafür notwendige Rüstzeug im Studium erhalten müssen.

Diese schulische Betonung der allgemeinbildenden Aspekte der Analysis zeigt, dass die Zielsetzung des Mathematikunterrichts in der Schule eine grundsätzlich andere ist als an der Universität, wo der fachlich exakte Aufbau die Basis für das mathematische Theoriegebäude darstellt. Auch das ist ein Grund, warum der Übergang zwischen diesen beiden Arten, Mathematik zu betreiben, Studierenden anfangs so schwer fällt. Da man diese Zielsetzungen nicht völlig aneinander angleichen kann, ist eine sinnvolle Verbindung von Schule und Hochschule im Studium also unerlässlich.

2.3 Analysis an der Universität

2.3.1 Wesentliche Inhaltsbereiche der Ausbildung im Fach Analysis

Da der Vorlesungszyklus im Bereich Analysis für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten an der Universität Wien immer wieder von unterschiedlichen Vortragenden abgehalten wird und es kein streng vorgegebenes inhaltliches Konzept dafür gibt, werden im Folgenden häufig verwendete Lehrbücher herangezogen, um eine kurze Zusammenfassung der grundlegenden Inhalte der Analysis zu schaffen. Dies soll letztlich auch dazu dienen, im empirischen Interviewteil dieser Arbeit einen fachlichen Überblick im Hintergrund zu haben.

Forster (2013) gibt keine eigene Begriffsdefinition, sondern erwähnt eingangs im Vorwort die wesentlichen Begriffe in Form einer Aufzählung (Grenzwert, Stetigkeit, Differentiation, Riemann'sches Integral). Außerdem wird die „numerische Seite der Analysis (Approximation von Größen, die nicht in endlich vielen Schritten berechnet werden können)" als bedeutende Methode der Analysis genannt (vgl. Vorwort in [15]).

Der Aufbau des Lehrbuches stellt auch die axiomatische Darstellung in den Vordergrund. Die reellen Zahlen werden damit als „vollständiger, archimedisch geordneter Körper" charakterisiert [15, S. 323]. Als Grundlage für die Einführung in den Fachbereich Analysis werden Vollständige Induktion, Körper-Axiome und das Anordnungs-Axiom beschrieben.

Im Verlauf der Einführung sind die wichtigsten Inhaltsbereiche der Analysis: Folgen, Grenzwerte, Vollständigkeit, Reihen, Funktionen, Stetigkeit, Differentiation und das Riemann'sche Integral.

Heuser (2006) folgt einem ähnlichen Aufbau. Die im Lehrbuch genannten Inhaltsbereiche sind Mengen und Zahlen (darunter auch die axiomatische Beschreibung der reellen Zahlen), Funktionen, Grenzwerte und Zahlenfolgen, Unendliche Reihen, Stetigkeit und Grenzwerte von Funktionen, Differenzierbare Funktionen, Anwendungen (z. B. Näherungsverfahren) und Integration. Auch hier wird also auf die Methode der Approximation explizit eingegangen.

Die zentrale Bedeutung des Funktions- sowie des Grenzwertbegriffs durch-ziehen also die Analysis vom Anfang bis zum Ende der Einführung.

2.4 Inhaltliche Möglichkeiten zur Verknüpfung von Schul- und Hochschulanalysis

Folgt man den im vorigen Abschnitt genannten Lehrbüchern, so fällt ins Auge, dass die meisten Inhaltsbereiche namentlich auch schon in der Schule vorkommen. Die einführende Analysis an der Universität beschäftigt sich also in erster Linie mit bereits bekannten Begriffen. Darin liegt zugleich ein entscheidender Vorteil (da das Vorwissen sowohl für die Motivation als auch für das inhaltliche Verständnis förderlich ist) als auch ein Nachteil, wenn fehlerhafte Grundvorstellungen aus der Schule mitgenommen und an der Universität auch nicht mehr von neuem aufgerollt werden. Buchholtz und Schwarz (2012) nennen beispielsweise im Rahmen einer Untersuchung zum elementarmathematischen Wissen vom „höheren Standpunkt“ bei Studierenden einen unzureichenden Funktionsbegriff als ein Problem von Schülerinnen und Schülern, der sich auch unter Studierenden noch bemerkbar macht (vgl. [10]).

Das Programm für die Hochschuldidaktik ist in dieser Hinsicht also vorgegeben: Studierende brauchen Lerngelegenheiten, um Begriffe aus der Schulmathematik in neuem Licht zu betrachten. Einerseits können scheinbar altbekannte Inhalte mit den neuen, wissenschaftlichen Werkzeugen, die ihnen die Fachmathematik in die Hand gibt, effektiver untersucht werden, andererseits sollte aber auch klar werden, bei welchen Begriffen die Vorstellung aus der Schule unzureichend oder schlichtweg falsch war. Orientiert man sich in der Schule oft an anschaulichen Eigenschaften, die zu kurz greifen (z. B. Stetigkeit einer Funktion bedeutet, sie „ohne abzusetzen“ durchzeichnen zu können), sollte die universitäre Ausbildung Anlass dazu geben, diese Ansichten mit der fachwissenschaftlichen Sicht abzugleichen. Der Schlüssel dazu sind oftmals, wie die Praxis zeigt (vgl. Abschnitt 1.3), Beispiele und Übungsaufgaben, die das klassische Muster durchbrechen.

2.4.1 Das Fach Analysis in den Studienplänen der Universität Wien

Bereits etablierte oder zumindest einmalig erprobte Beispiele für Schnittstellenveranstaltungen an anderen Universitäten (vgl. Abschnitt 1.3) zeigen, dass die durch den Studienplan vorgegebenen Rahmenbedingungen einen entscheidenden Beitrag zur erfolgreichen Umsetzung von Lösungsansätzen zur Linderung der Diskontinuität in der Praxis liefern.

Das Studium Unterrichtsfach Mathematik an der Universität Wien befindet sich aktuell (im Sommersemester 2014) im Wandel: Ab Wintersemester 2014/15 erfolgt eine Umstellung des Studiums auf ein Bachelorstudium. Der derzeitige Aufbau des Studiums folgt den Studienplänen vom Wintersemester 2007/08.

In dieser Arbeit werden die Studienpläne ab Wintersemester 2007/08 (vgl. [34]) demnach als „aktuelle Studienpläne“ bezeichnet, jene des Bachelorstudiums ab dem Wintersemester 2014/15 als „zukünftige Studienpläne“.

Aktueller Studienplan (ab Wintersemester 2007/08)

Das Studium Lehramt im Unterrichtsfach Mathematik besteht aus zwei Studienabschnitten mit einer gesamten Mindeststudiendauer von neun Semestern. Das Fach Mathematik muss mit einem zweiten Unterrichtsfach kombiniert werden, das aber nicht zwingend an der Universität Wien absolviert werden muss, sondern auch an anderen Standorten durchgeführt werden kann. Die Gesamtstundenanzahl beträgt 99 Semesterwochenstunden (wobei sieben Semesterwochenstunden auf Pädagogik, 38 auf Mathematik im ersten Abschnitt und 44 auf Mathematik im zweiten Abschnitt entfallen, weiters sind im gesamten Studienverlauf insgesamt zehn Semesterwochenstunden an freien Wahlfächern zu absolvieren).

Der Beginn des fachmathematischen Studiums widmet sich den beiden großen Bereichen Analysis und Lineare Algebra. An dieser Stelle ist jedoch anzumerken, dass die mathematische Ausbildung an der Universität Wien nicht mit einer „Einführung in die Analysis“ beginnt. Den Studieneinstieg bildet die Vorlesung „Einführung in das mathematische Arbeiten“ (EMA). Diese Vorlesung im Rahmen einer Studieneingangsphase zielt darauf ab, die wesentlichste Schwierigkeit von Studienanfängern, den Abstraktionsschock beim Übergang von der Schule zur Hochschule, zu mildern und die Beherrschung des Schulstoffs als Grundlage für die darauffolgenden Vorlesungen zu gewährleisten (vgl. [28], S. 411). Dazu werden als zusätzliche Unterstützung freiwillig zu absolvierende Workshops zur Aufarbeitung des Schulstoffs, die von Tutorinnen und Tutoren abgehalten werden, angeboten. Auch im zukünftigen Studienplan für das Unterrichtsfach Mathematik hat eine solche Einführungsvorlesung ihren Platz, dort aktuell unter dem Namen „Einführung in die Mathematik“. Grundlegende Begriffe zum deduktiven, streng logischen Aufbau der Mathematik (wie die zuvor erwähnte axiomatische Charakterisierung der reellen Zahlen) können daher schon *vor* Beginn der Vorlesung „Einführung in die Analysis“ thematisiert worden sein. Im begleitend zu der Etablierung der Einführungsvorlesung entstandenen Lehrbuch [27] werden beispielsweise die reellen Zahlen als ordnungsvollständiger, geordneter Körper thematisiert.

Die verpflichtende Ausbildung im Fachbereich Analysis findet zum Großteil im ersten Studienabschnitt statt. Den Kern der fachlichen Veranstaltungen bildet dabei der dreiteilige Vorlesungszyklus „Einführung in die Analysis“, „Reelle Analysis in einer Variablen für LAK“ und „Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK“, der je-

Tabelle 2.1: Verpflichtende Veranstaltungen mit Bezug zur Analysis im ersten Studienabschnitt

Titel	SWS	Art	Prüfungsfach
Einführung in das mathematische Arbeiten	3	LP	Studieneingangsphase
Einführung in die Analysis	3	LP	Analysis
Übung: Einführung in die Analysis	2	IP	Analysis
Analysis in einer Variable für LAK	2	LP	Analysis
Übung: Analysis in einer Variable für LAK	2	IP	Analysis
Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variable für LAK	5	LP	Analysis
Übung: Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variable für LAK	2	IP	Analysis

weils durch Übungen zu den Vorlesungen ergänzt wird (siehe Tabelle 2.1, „LAK" steht dabei für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten). Die Vorlesungen „Einführung in das mathematische Arbeiten" und „Einführung in die Analysis" sowie die zugehörige Übung werden von Bachelor- und Lehramtsstudierenden gemeinsam besucht, danach folgt die Trennung der beiden Studienrichtungen, sodass die Anschlussvorlesungen im Analysiszyklus ausschließlich von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten absolviert werden. Das Angebot unterteilt sich in prüfungsimmanente Veranstaltungen (IP) und solche, die durch das Ablegen einer Prüfung abgeschlossen werden (LP).

Im zweiten Studienabschnitt ist die Pflichtvorlesung „Differentialgleichungen für LAK" mit zugehöriger Übung zu absolvieren. Sonst gibt es keine verpflichtenden Veranstaltungen mit Bezug zur Fachanalysis, abhängig vom Lehrveranstaltungsleiter können analysisbezogene Inhalte aber auch im Rahmen weiterer Pflichtveranstaltungen, die dies nicht explizit vorschreiben, thematisiert werden (beispielsweise in der Vorlesung „Angewandte Mathematik für LAK", dem „Computerpraktikum für LAK" oder den Seminaren

Tabelle 2.2: Veranstaltungen mit Bezug zur Analysis im zweiten Studienabschnitt

Titel	SWS	Art	Prüfungsfach
Differentialgleichungen für LAK	2	LP	Analysis
Übung: Differentialgleichungen für LAK	1	IP	Analysis
Seminar für LAK (Analysis)	2	IP	Analysis
Schulmathematik (Differential- und Integralrechnung)	2	LP	
Übung: Schulmathematik (Differential- und Integralrechnung)	1	IP	

„Seminar zur Unterrichtsplanung“ und „Seminar zur Fachdidaktik“).

Die Einbindung der Schulmathematik in den universitären Kontext erfolgt in der Lehramtsausbildung der Universität Wien durch „Schulmathematik-Vorlesungen“ (und zugehörigen Übungen). Es werden sechs verschiedene Vorlesungen angeboten, von denen im Studienverlauf vier zur Wahl stehende absolviert werden müssen. Dem Fachbereich Analysis entspricht dabei die Vorlesung „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung“.

Außerdem werden vier verschiedene Seminare mit fachbezogenem Hintergrund abgehalten, von denen zwei im zweiten Studienabschnitt zu absolvieren sind. Auch hier wird mit dem „Seminar für LAK (Analysis)“ eine Veranstaltung mit direktem Analysisbezug angeboten. Dies schließt das Angebot der Lehrveranstaltungen mit unmittelbarer Verbindung zum Fach Analysis ab (vgl. Tabelle 2.2).

Die verpflichtende Ausbildung in der Analysis ist im zweiten Studienabschnitt also nur gering vertreten. Beim Einstieg ins Unterrichtsgeschehen liegt der dreiteilige Analysiszyklus bei den meisten Studierenden schon mindestens drei Jahre zurück. Die Hoffnungen für Brückenschläge zwischen Fachwissenschaft und Schulanalysis liegen vor allem in der Schulmathematikvorlesung „Differential- und Integralrechnung“, die allerdings nicht verpflichtend absolviert werden muss beziehungsweise auch erst am Ende des Studiums besucht werden kann (was wiederum dem Berufseinstieg dienlich ist). Diese zeitliche Differenz erschwert die Einbindung von Schnittstellenprojekten organisatorisch.

Es ist deutlich zu erkennen, dass die Betrachtung schulmathematischer

Inhalte von einem „höheren Standpunkt“, wie sie in vielen Schnittstellenprojekten gefordert wird, im aktuellen Studienplan nur selten ermöglicht wird. Oft bleibt es dem Engagement der Vortragenden überlassen, ob diese Verbindung in einer Veranstaltung auch wirklich hergestellt wird. So kann es vorkommen, dass Studierende abgesehen von den verpflichtenden Fachvorlesungen gar keine weiteren Lehrveranstaltungen mit Bezug zur Analysis besucht haben, insbesondere nicht solche mit fachdidaktischem Hintergrund.

Zukünftiger Studienplan (Umstellung auf Bachelor, ab Wintersemester 2014/15)

Die Vorbereitungen im Zuge der Änderung des Lehramtsstudiums auf ein Bachelorstudium boten auch die Gelegenheit, den zukünftigen Studienplan an die berufsspezifischen Studienziele anzupassen und dem zuvor genannten Kritikpunkt der mangelnden Thematisierung von Fachinhalten im didaktischen Rahmen entgegen zu wirken. Dass dieser Weg im neuen Lehramtsstudium bewusst eingeschlagen wird, zeigt die Formulierung eines der Studienziele im Teilcurriculum für das Bachelorstudium Unterrichtsfach Mathematik [35, S. 1]:

> „Die Studierenden kennen die wichtigen Beziehungen zwischen fachmathematischem Wissen und Aspekten des Schulstoffs in der Sekundarstufe und können diese gewinnbringend für den Unterricht nutzen (Schulmathematik, eigene Lehrveranstaltungen als Brücke zwischen Fachmathematik und Fachdidaktik).“

Eine grundlegende Änderung des zukünftigen im Vergleich zum aktuellen Studienplan stellt der modulare Aufbau der zu absolvierenden Veranstaltungen dar. Das Bachelorstudium wird in elf Module (davon zehn Pflichtmodule und ein Wahlbereich) unterteilt, denen jeweils ECTS-Punkte zur Abschätzung der Gewichtung der einzelnen Lehrveranstaltungen zugeordnet werden.

Den Studieneinstieg bildet, ähnlich zum aktuellen Studienplan, die Vorlesung „Einführung in die Mathematik“, die das einführende Pflichtmodul „StEOP (Studieneingangs- und Organisationsphase) Unterrichtsfach Mathematik“ bildet. Als Modulziel wird dabei auch die „Überwindung der Diskontinuität zwischen Schul- und Hochschulmathematik“ [35, S. 2] genannt. Optional kann zu dieser Vorlesung auch eine zugehörige, einstündige Übung besucht werden.

Erwähnenswert ist im Zusammenhang dieser Arbeit auch das Pflichtmodul „Aspekte der Mathematik“, in dem unter anderem auch die „Fachdidaktik Mathematik als Berufsdisziplin der Mathematiklehrkräfte im Allgemeinen und anhand ausgewählter spezifischer Fragestellungen im Speziellen“ [35, S. 3] vorgestellt werden soll. Dies kann dazu beitragen, die Aufgaben der Fachdidaktik auch in den Augen der Studierenden zu verdeutlichen.

Tabelle 2.3: Veranstaltungen des Pflichtmoduls „Analysis“ im Bachelorstudium Unterrichtsfach Mathematik

Titel	**SWS**	**Art**	**ECTS**
Analysis in einer Variable für das Lehramt	5	LP	8
Übung: Analysis in einer Variable für das Lehramt	2	IP	4
Schulmathematik Analysis	2	LP	2
Übung: Schulmathematik Analysis	2	IP	1

Im zukünftigen Studienplan sind jene Veranstaltungen, die inhaltlich verwandt sind, zu Modulen zusammengefasst. Das Pflichtmodul „Analysis“ besteht dabei aus den Vorlesungen „Analysis in einer Variable für das Lehramt“ und „Schulmathematik Analysis“ mit den jeweiligen Übungen (vgl. Tabelle 2.3).

Die kürzere Studiendauer des Bachelorstudiums im Vergleich zum bisherigen Diplomstudium erfordert in der Planung des Teilcurriculums Kürzungen von Lehrveranstaltungen. Dies macht sich in der fachlichen Ausbildung im Bereich Analysis bemerkbar: Vergleicht man die Anzahl der Semesterwochenstunden der Vorlesungen des Analysiszyklus im aktuellen (gesamt zehn SWS) mit jener im zukünftigen Studienplan (fünf SWS), ist eine deutliche Reduktion der fachwissenschaftlichen Analysisausbildung zu erwarten. Laut Modulzielen soll dabei das Hauptaugenmerk zukünftig auf Funktionen in einer Variablen gelegt werden, während die mehrdimensionale Analysis wohl dem engen organisatorischen Rahmen weichen muss. Sie wird voraussichtlich im Masterstudium absolviert werden müssen[1]. Auch die Anzahl der Übungsstunden in diesem Bereich sind (von sechs auf künftig zwei) reduziert. Die Vorlesung „Differentialgleichungen für LAK“ aus dem aktuellen Studienplan wird zumindest teilweise im Pflichtmodul „Angewandte Mathematik“ ersetzt, in dessen Modulzielen „Differenzen- und gewöhnliche Differentialgleichungen“ als abzudeckender Inhalt genannt wird.

Im Gegenzug ist die Auseinandersetzung mit dem schulmathematischen Seiten der Analysis im zukünftigen Studienplan verpflichtend. Auch die aktualisierte Benennung in „Schulmathematik Analysis“ deutet darauf hin, dass sich die Vorlesung nicht ausschließlich auf Differential- und Integralrechnung beschränkt (was inhaltlich auch in der Vorlesung „Schulmathema-

[1] Mündliche Mitteilung eines Mitglieds der curricularen Subgruppe Mathematik.

tik Differential- und Integralrechnung“ im aktuellen Studienplan nicht der Fall ist), sondern dass möglichst breite Aspekte der Schulanalysis wie Folgen und Reihen oder der Grenzwertbegriff eine wichtige Rolle spielen. Die Positionierung der fachwissenschaftlichen und der fachdidaktischen Veranstaltungen in einem zusammenhängenden Modul bietet zudem einen Rahmen für Verknüpfungen in beide Richtungen, etwa auch durch die in den Studienzielen des Curriculums erwähnten Brückenveranstaltungen wie die „Schulmathematik“.

2.4.2 Schnittstellenveranstaltungen an der Universität Wien

Der aktuelle Studienplan des Lehramtsstudiums Mathematik an der Universität Wien erschwert durch die zeitliche Distanz von fachmathematischen und didaktischen Lehrveranstaltungen zur Analysis die Umsetzung von Brückenschlägen. Ein Versuch zur Ausbildung im Fachbereich Analysis, der im Folgenden beschrieben werden soll, wurde im Wintersemester 2012/13 unternommen. Dabei wurde die Fachvorlesung „Reelle Analysis in einer Variablen für LAK“ (abgehalten von Roland Steinbauer) mit der Schulmathematik-Vorlesung „Differential- und Integralrechnung“ (abgehalten von Stefan Götz) gekoppelt durchgeführt. Durch die Position der „Reellen Analysis in einer Variablen für LAK“ im Studienplan als zweite der drei Fachvorlesungen im Analysis-Zyklus konnten schon Grundlagen aus der Vorlesung „Einführung in die Analysis“ vorausgesetzt werden.

Götz (2013) nennt in Anlehnung an die bei Danckwerts und Vogel beschriebenen „Grundpositionen“ (vgl. Kapitel 1 in [13]) drei „Spannungsfelder“, die bei der Einführung der Konzepte der Analysis an der Hochschule auftreten und die auch im Rahmen der Schulmathematik-Vorlesung, mit Beispielen untermauert, explizit angesprochen werden (vgl. [18, S. 365]) und [19]):

- Keine bruchlose Fortsetzung des Alltagsdenkens in der Analysis
- Unterschiede zwischen „normativen Stoffbildern der Lehrenden und den individuellen Sinnkonstruktionen der Lernenden“ [18, S. 365] und
- Kalküllastigkeit auf Kosten der Heuristik.

Das Ziel des im Folgenden beschriebenen Brückenschlags war es, diesen Spannungsfeldern durch gezielte Verzahnung von Fachwissenschaft und schulischem Unterricht entgegenzuwirken und (damit) die Relevanz der Fachinhalte für die Schule aufzuzeigen.

Die konkrete Koppelung der beiden Vorlesungen wurde auf mehrere Arten vollzogen: Die Vortragenden übernahmen jeweils die Leitung einer Übungsgruppe zur anderen Vorlesung. Außerdem war durch die enge organisatorische Verbindung gewährleistet, dass die Studierenden beide Vorlesungen zeitnah im selben Semester besuchten, was sonst im aktuellen Studienplan nicht zwingend notwendig wäre.

Vor allem aber wurde inhaltlich gezielt nach Verbindungen gesucht. Querverweise zur jeweils anderen Lehrveranstaltung sollten den Studierenden die Übersicht erleichtern. Das Hauptaugenmerk lag dabei einerseits auf inhaltlichen Verknüpfungen, aber auch Unterschieden zwischen Schule und Hochschule. Aus diesem Grund wurde der Vergleich von Inhalten, die in der Schule und an der Universität denselben Namen tragen, aber unterschiedlich gehandhabt werden, an geeigneter Stelle thematisiert. Als Beispiel nennt Götz etwa die Einführung der „Kreiszahl“ π im Schulunterricht (vgl. [18, S. 366]): π wird als Verhältnis von Umfang und Durchmesser eines Kreises eingeführt (mit der Ähnlichkeit von Kreisen als Argument, warum dieses Verhältnis konstant ist). Durch Ein- und Umschreiben von regelmäßigen Vielecken an einen Kreis können dabei Schranken für π berechnet werden – einer jener Bezüge zur Analysis, die bereits in der Unterstufe möglich sind und auch inhaltlich im Lehrplan Erwähnung finden (vgl. Abschnitt 2.2.1). An der Hochschule geschieht die Einführung von π in der Fachvorlesung auf einer anderen Ebene. Hier definiert man π als „das Doppelte der Nullstelle der Kosinus-Funktion im Intervall $[0, 2]$“ (vgl. [18, S. 366]).

Diese beiden Zugänge werden, wenn die Verbindungen nicht explizit dargelegt werden, von vielen Studierenden als getrennte Möglichkeiten zur Definition erlebt. Ein (natürlich vorhandener) Zusammenhang wird von selbst nur in seltenen Fällen gesehen oder überhaupt gesucht werden, für den späteren Schulunterricht scheint nur der erstgenannte, aus der Schule bekannte Zugang Relevanz zu besitzen. An dieser Stelle ist es eine Aufgabe der Schulmathematik-Veranstaltung, eine inhaltliche Brücke zu schlagen. Konkret geschah dies bei der Koppelung der beiden Vorlesungen dadurch, dass in beiden Vorlesungen auf die Thematisierung der Zahl π in der jeweils anderen Veranstaltung verwiesen und der Zusammenhang über die Berechnung des Kreisumfanges mittels Integralrechnung expliziert wurde.

Als ein weiteres Beispiel wird die Definition der Stetigkeit einer reellen Funktion angeführt. Im Schulunterricht wird dabei – teilweise auch in Schulbüchern (vgl. Kapitel 15 in [1]) – auf die anschauliche Vorstellung zurückgegriffen, bei einer stetigen Funktion könne man den Funktionsgraphen „in einer Linie durchzeichnen, ohne den Stift abzusetzen.“ Dies ist ein Beispiel für eine Vorstellung, die im Zuge der fachmathematischen Auseinandersetzung revidiert werden muss (vor allem dann, wenn eine – anschauliche – Definition damit gemeint ist). Im Rahmen der Schulmathematik-Vorlesung kann eine Exaktifizierung erneut anhand von Beispielen geschehen. Dabei wird beispielsweise eine reelle Funktion mit einer Oszillationsstelle betrachtet (vgl. [18, S. 367]): Die Funktion $g(x) = \begin{cases} \sin(\frac{1}{x}) & x \neq 0 \\ 0 & x = 0 \end{cases}$ hat an der Stelle Null zwar keine Sprungstelle (auf die Detektion solcher zielt die schulische Vorstellung ab), ist dort aber dennoch nach der Definition der Stetigkeit reeller Funktionen nicht stetig.

Auch bei dieser Idee einer Brückenbildung wird also in erster Linie auf die Behandlung möglichst aussagekräftiger Beispiele und Aufgabenstellungen, die zur Reflexion und teils auch zu einer Änderung des aus der Schule mitgenommenen Blickwinkels beitragen sollen, zurückgegriffen.

Da der Versuch einer solchen Verknüpfung einer fachwissenschaftlichen mit einer fachdidaktischen Lehrveranstaltung bisher an der Fakultät für Mathematik an der Universität Wien kaum erprobt war, waren die Rückmeldungen seitens der Studierenden ein erster Gradmesser dafür, wie diese Idee aufgenommen wurde und ob die angestrebten Brückenschläge auf diese Weise auch als solche wahrgenommen wurden. Die Studierenden hatten im Rahmen der Lehrveranstaltungsevaluation (sowohl der Vorlesungen als auch der Übungen) die Möglichkeit, bei offen formulierten Fragen Positives, Negatives und Verbesserungsvorschläge anzuführen. Da der Besuch der Schulmathematik-Vorlesung im Gegensatz zur Fachvorlesung nicht verpflichtend war, ist in diesem Zusammenhang vor allem jene Resonanz von Studierenden interessant, die aus den Evaluationsbögen zur Vorlesung „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung“ entnommen werden kann – bei allen, die diese ausgefüllt hatten, ist davon auszugehen, dass sie an der Koppelung der beiden Vorlesungen teilgenommen hatten. Dabei zeigte sich allerdings kein einheitliches Bild in der Rückmeldung der Studierenden.

In einem Großteil der positiven Kommentare in der Evaluation wird direkt Bezug auf die Koppelung genommen. Einigen Studierenden wurden durch die Explikation die Zusammenhänge zwischen Schulmathematik und Fachmathematik deutlicher bewusst: „[Die] Verknüpfung mit anderer Vorlesung stellt guten Überblick über Hochschulmathematik und Schulmathematik her“ (Zitate aus der Evaluation zur Vorlesung „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung“). In einem Kommentar wird direkt Bezug zum „höheren Standpunkt“, aus dem die Inhalte der Schulanalysis gesehen werden, genommen: „Mir hat sich oft das eine oder andere, das wir in der Analysis VO durchgenommen hatten, besser erschlossen, als wir es wiederholt und dann auch aus einem anderen Blickwinkel betrachtet haben.“ Andererseits wird in der Evaluation auch angemerkt: „[Der] Zusammenhang mit der Analysisvorlesung war nicht wirklich gegeben [...]“. Auffallend ist dennoch, dass die grundsätzliche Idee der Verzahnung der beiden Veranstaltungen von den Studierenden größtenteils positiv aufgenommen wurde, auch wenn sie von vielen noch als ausbaufähig angesehen wird.

Die Evaluationsergebnisse liefern hier also „noch ein diffuses Bild, das wohl erst durch weitere Durchführungen von Parallelveranstaltungen geschärft werden kann“ [18, S. 367]. Die Bereitschaft, zumindest den organisatorischen Rahmen für solche weiteren Koppelungen zu schaffen, ist durch die Gliederung in Module zu inhaltsähnlichen Themen im zukünftigen Studienplan gegeben (vgl. Abschnitt 2.4.1).

Kapitel 3

Unterschiede zwischen Fachstudium und Lehramtsstudium

3.1 Empirische Befunde zu Gemeinsamkeiten und Differenzen zwischen Fach- und Lehramtsstudium

Vor Studienbeginn haben die Studierenden der Studienrichtungen Mathematik und Unterrichtsfach Mathematik vieles gemeinsam: Ein grundsätzliches Interesse an der Mathematik ist wohl bei beiden Gruppen zumindest vor Studienbeginn vorauszusetzen. Außerdem ist auch der „Bildungsstand“ nach Abschluss der Reifeprüfung – vom unterschiedlichen Niveau verschiedener Schulen abgesehen – großteils derselbe. Embacher (2014) testete diese Hypothese im Rahmen so genannter „Self-Assessment-Tests“ im Fach Physik. Dabei wurden Studierende der Studieneingangsphase hinsichtlich ihrer mathematischen Kenntnisse überprüft. Dabei schnitten Lehramtskandidatinnen und -kandidaten nicht signifikant schlechter ab als Studierende anderer Richtungen, jene mit Zweitfach Mathematik sogar am besten (vgl. [14]).

Interessant ist in diesem Zusammenhang die Frage, warum Studierende des Lehramts Mathematik schon in den einführenden Lehrveranstaltungen in der Regel deutlich schlechter abschneiden als jene Studierenden, die in der Fachrichtung Mathematik studieren. Hinweise darauf liefern zahlreiche empirische Erhebungen.

Curdes u. a. (2003) untersuchten mit Hilfe der Attributionstheorie, wie sich Studierende Erfolg bzw. Misserfolg im Mathematikstudium erklären. Im Rahmen einer empirischen Studie wurde unter anderem auch eine Einschätzung der Studiensituation erhoben. Dabei zeigten sich Unterschiede sowohl geschlechtsspezifisch als auch zwischen den Studiengängen „Mathematik Diplom“ und „Mathematik Lehramt an Gymnasien“. (vgl. [11, S. 9–10]).

Die oftmals unterschätzten Herausforderungen des Studiums scheinen vor allem Studierende des Lehramts besonders zu treffen, was sich auf den weiteren Studienverlauf auswirkt: „Die Lehramtsstudierenden haben unter dem Eindruck der Studienanforderungen keine Basis mehr für fachbezogenes Selbstvertrauen“ [11, S. 16].

Gleichzeitig ist das Interesse an universitärer Weiterbildung, etwa Promotion, nach dem Abschluss des Lehramtsstudiums nur von geringem Stellenwert, da sich schon die Einschätzung der eigenen Fähigkeiten deutlich von jener der Diplomstudierenden unterscheidet. Hinzu kommt, dass ein fortführendes Studium keinen Vorteil im Lehrberuf bedeutet.

Auch an der Universität Wien sind Unterschiede zwischen den Studiengängen zu bemerken. So sind etwa die angesprochenen Unterschiede der Prüfungsleistungen zwischen den Studienrichtungen „Bachelor Mathematik“ und „Unterrichtsfach Mathematik“ bei gemeinsam besuchten Lehrveranstaltungen auffallend. Diese Tatsache führte dazu, dass sich Steinbauer und Süss-Stepancik im Rahmen der Vorlesung „Einführung in die Analysis“ im Sommersemester 2012 dazu entschlossen, Datenmaterial zu sammeln, um weitere Aufschlüsse über die Studiensituation der beiden Studienrichtungen zu erhalten (vgl. [28]). Die folgenden Abschnitte dieser Arbeit widmen sich der Auswertung und einer ersten Interpretation dieser Daten.

3.2 Motivation und Erwartungshaltung von Studierenden im Fach Analysis

3.2.1 Überblick über die Rahmenbedingungen der Befragung

Die Vorlesung „Einführung in die Analysis“ wurde im Sommersemester 2012 von Roland Steinbauer abgehalten. Im Rahmen des schriftlichen Teils der Vorlesungsprüfung wurden Fragebögen (erstellt von Evelyn Süss-Stepancik und Roland Steinbauer) zum freiwilligen Ausfüllen ausgegeben, die einerseits nähere Informationen zur Einschätzung der Analysis-Vorlesung seitens der Studierenden geben, andererseits aber auch Daten zu Motivation und Erwartungshaltung von Studierenden zu Studienbeginn liefern sollten (die Auswertung eines Fragebogens zur Vorlesung davor, „Einführung in das mathematische Arbeiten“, und die anschließende Durchführung von Leitfadeninterviews deuteten darauf hin, dass sich Studienmotivation und Erwartungshaltung bei Lehramts- und bei Bachelorkandidatinnen und -kandidaten deutlich unterscheiden (vgl. [28])). Die Fragebogen wurden nach dem Absolvieren des mündlichen Prüfungsteils mit Informationen über Prüfungstermin, -antritt und Gesamtnote versehen und eingesammelt, waren ab diesem Zeitpunkt also anonym.

Der Fragebogen setzte sich aus allgemeinen Erhebungen zu Geschlecht und Studienrichtung sowie geschlossenen und offenen Fragen zur Motivation und Erwartungshaltung in Bezug auf das Mathematikstudium (und inwiefern diese Erwartungen im bisherigen Studium erfüllt wurden) zusammen. Außerdem waren noch zwei Skizzen, eine „Motivations-“ sowie eine „Aufwandskurve“ im Verlauf der Vorlesung und der Prüfungsvorbereitung, frei einzuzeichnen.

3.2.2 Notenstatistik

Die folgende Statistik soll einen Überblick über den Ausgang der Prüfung zur Vorlesung „Einführung in die Analysis“ aus Sicht der beiden Studienrichtungen geben. Das Diagramm in Abbildung 3.1 vergleicht die Anteile der Lehramts- und Bachelorstudierenden an den jeweiligen Gesamtnoten. Mehrfachantritte sind dabei mit einbezogen. Schon in den Prüfungsergebnissen lassen sich merkliche Unterschiede zwischen Lehramts- und Bachelorkandidatinnen und -kandidaten erkennen, die auch schon in der ähnlichen Untersuchung zu „Einführung in das mathematische Arbeiten“ auftraten (vgl. [28, S. 417]). Auffallend ist dabei vor allem, dass der prozentuelle Anteil der mit „Nicht genügend“ beurteilten Prüfungen bei Lehramtsstudierenden mit 42.9 % weitaus höher ist als bei den Bachelorstudierenden, von denen nur 27.6 % der Prüfungen eine negative Gesamtnote aufwiesen. Ein „Sehr gut“ konnten 1.6 % der Lehramtsstudierenden erreichen (im Diagramm in Abbildung 3.1 nur unbeschriftet am linken Rand des Lehramtsbalkens sichtbar), im Bachelorstudium war dieser Anteil mit 13.8 % deutlich höher.

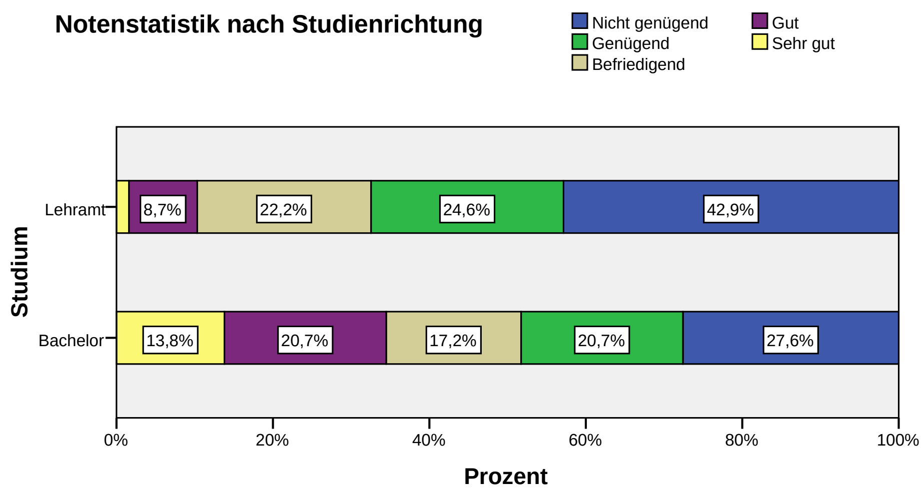


Abbildung 3.1: Prozentuelle Anteile an den Prüfungsnoten zu „Einführung in die Analysis“

Die tatsächliche Notenstatistik berücksichtigt acht Prüfungstermine, während die Auswertung der Fragebögen nur Daten aus fünf Terminen beinhaltet, weil ab dem sechsten Termin keine zusätzlichen Fragebögen mehr abgegeben wurden. Von den laut tatsächlicher Notenstatistik 262 Prüfungen wurden 174 Fragebögen retourniert (Rücklaufquote: 66 Prozent). Davon konnten aber nur 171 Bögen zur Statistik herangezogen werden, da auf drei Bögen die Gesamtnote nicht eingetragen war.

3.2.3 Erwartungshaltung in Bezug auf das Mathematikstudium

Auf dem Fragebogen konnte man bei den Fragen zur Erwartungshaltung zwischen vier Antworten wählen („trifft völlig zu“ bis „trifft gar nicht zu“). Die fünf dabei angesprochenen Erwartungen waren „Anknüpfen an mein Vorwissen“, „Neues und Unbekanntes lernen“, „Hochschulmathematik ähnelt Schulmathematik“, „dass mir Mathematik als Wissenschaft näher gebracht wird“ und „dass ich zu Studienbeginn eine Durststrecke zu überwinden habe“. Zu jeder dieser Erwartungen war außerdem zu beurteilen, inwieweit diese Erwartung im Verlauf des bisherigen Studiums erfüllt wurde (wieder vierstufig von „völlig“ bis „gar nicht“). Zum Vergleich und zur möglichst übersichtlichen Darstellung, ohne dabei die Informationen aus allen vier Antwortmöglichkeiten zu verlieren, wurden Streudiagramme erstellt.

Die folgenden Diagramme stellen für jede der im Fragebogen angesprochenen Erwartungen einen Vergleich der Ergebnisse zwischen den Studienrichtungen Bachelor und Lehramt dar. Die im Streudiagramm dargestellten Punkte stehen für „Antwortpaare“ zu der jeweiligen Erwartung, die sich aus den Antworten zur Erwartung und zur Erfüllung zusammensetzen.

Die auf den Achsen angeführten Zahlenwerte 1 bis 4 geben die Einschätzung der Studierenden wieder: 1 ... „trifft völlig zu“, 2 ... „trifft eher zu“, 3 ... „trifft weniger zu“, 4 ... „trifft gar nicht zu“. Es waren also insgesamt 16 verschiedene Datenpaare bei der Beantwortung möglich. Unterschiedliche Häufigkeitsklassen wurden durch verschiedene Punktstärken im Diagramm unterschieden: Die Dicke der Punkte ist ein Maß dafür, wie oft ein solches Antwortpaar unter allen herangezogenen Fragebögen auftrat. Die absolute Häufigkeit dieses Auftretens ist zusätzlich bei jedem Punkt beschriftet. Zum Vergleich von Unterschieden und Trends ist zusätzlich die erste Mediane in jedes Diagramm eingezeichnet.

Liegt ein Datenpunkt auf der ersten Mediane, deutet das darauf hin, dass das Studium der angesprochenen Anforderung (hier also „Anknüpfen an Vorwissen“) nach der Einschätzung der Studierenden gerecht wird – entweder, weil die Erwartung des Studierenden erfüllt wurde, oder weil der Studierende etwas nicht erwartet hatte und dies wiederum nicht erfüllt wurde. Offen bleibt dabei aber die Frage, ob diese Interpretation des Frageschemas auch von den Studierenden beim Ausfüllen der Bögen so ausgelegt wurde. Wenn jemand eine Erwartung nicht gehabt hat, kann es zu Missverständnissen kommen: Kann sich eine „nicht gehabte Erwartung“ erfüllen oder bezieht sich die „Erfüllung“ nur auf Erwartungen, die man tatsächlich gehabt hat? Angesichts der Tatsache, dass den Studierenden beim Ausfüllen des Fragebogens nur wenig Zeit am Ende der schriftlichen Prüfung zur Verfügung stand, muss die Möglichkeit in Betracht gezogen werden, dass manche Antworten dadurch beeinflusst wurden.

Anknüpfen an das Vorwissen der Studierenden

Hier liegen der am öftesten vorkommende Datenpunkt bei den Lehramtsstudierenden nicht auf der ersten Mediane, sondern darüber, was darauf hindeutet, dass „Anknüpfen an Vorwissen“ zwar erwartet, aber nicht in diesem Maß erfüllt wurde (vgl. Abbildung 3.2). Allgemein ist hier eine breite Streuung auffallend, was darauf hindeutet, dass die Erwartungshaltung bezüglich des Anknüpfens an das eigene Vorwissen vor Studienbeginn stark variiert. Bei Bachelorstudierenden halten sich die Ausreißer gegenüber der ersten Mediane eher die Waage (vgl. Abbildung 3.3).

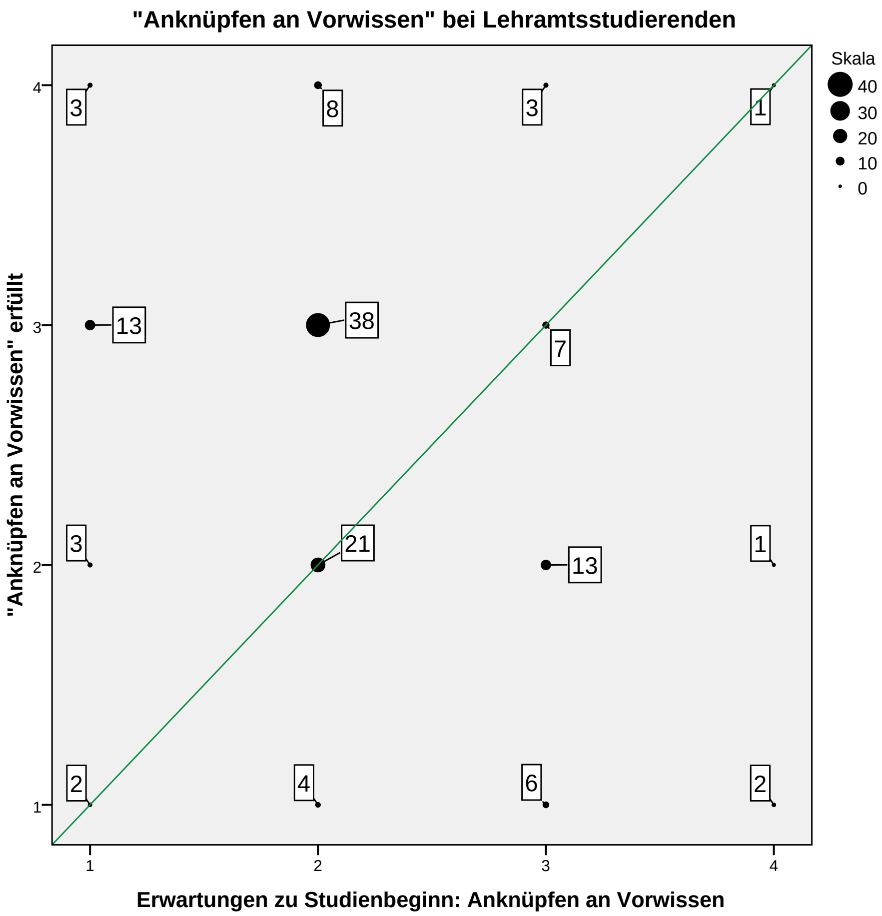


Abbildung 3.2: Erwartung und Erfüllung von „Anknüpfen an Vorwissen“ bei Lehramtsstudierenden

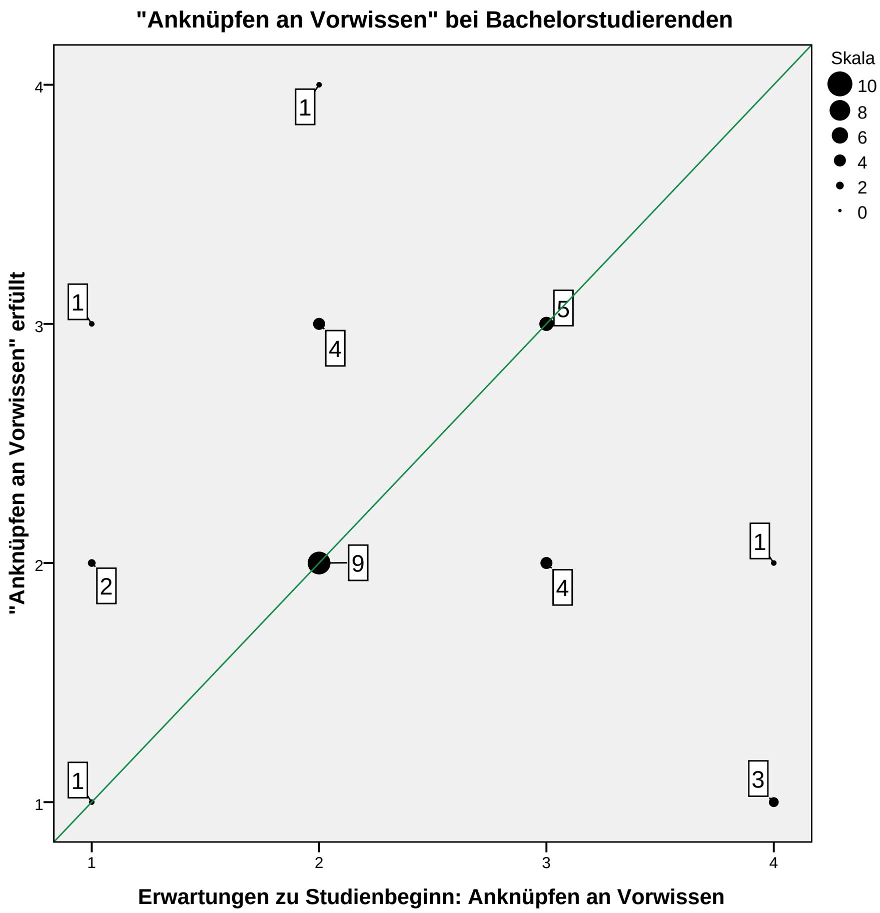


Abbildung 3.3: Erwartung und Erfüllung von „Anknüpfen an Vorwissen“ bei Bachelorstudierenden

Neues und Unbekanntes lernen

Bei beiden Studienrichtungen liegt die Mehrheit der Datenpunkte im „linken unteren Datenpunktequadrat“, das heißt, die Erwartung „Neues und Unbekanntes lernen“ wurde von den meisten (eher) erwartet und im bisherigen Studium auch erfüllt. Ausreißer aus diesem Schema gibt es beim Bachelorstudium keine. Alle befragten Bachelorstudierenden waren überzeugt davon, dass das Mathematikstudium sie mit Unbekanntem konfrontieren würde (vgl. Abbildung 3.5). Beim Lehramtsstudium war die Erwartungshaltung gegenüber Neuem in Einzelfällen etwas geringer (vgl. Abbildung 3.4), doch auch hier erwartete der Großteil der Befragten, Neues und Unbekanntes im Studium zu lernen. Die Erwartunghaltung, dass das Lehramtsstudium im Unterrichtsfach Mathematik also ausschließlich aus der Schule bekannte Inhalte thematisiert, trifft auch auf die meisten Lehramtskandidatinnen und -kandidaten nicht zu. Der „Schock“, den viele zu Studienbeginn dennoch empfinden, ist daher weniger mit unbekannten Inhalten zu begründen, sondern eher mit der Lehrmethodik und vor allem dem von der Schule deutlich verschiedenen Abstraktionsniveau der universitären Mathematik.

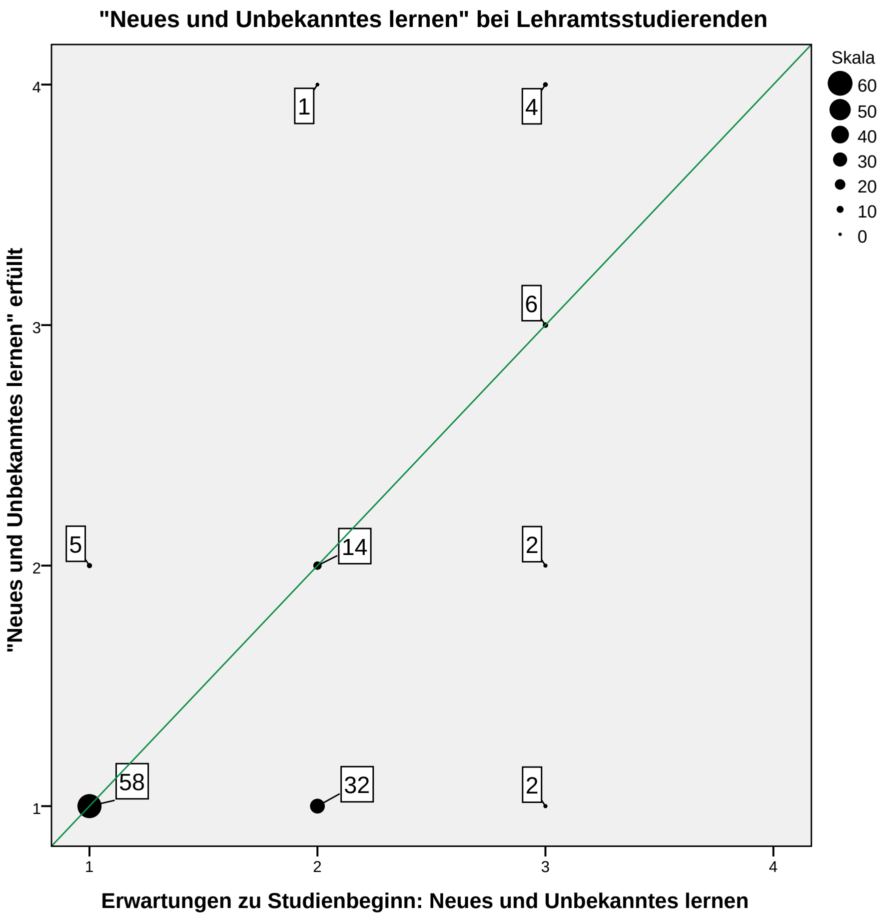


Abbildung 3.4: Erwartung und Erfüllung von „Neues und Unbekanntes lernen“ bei Lehramtsstudierenden

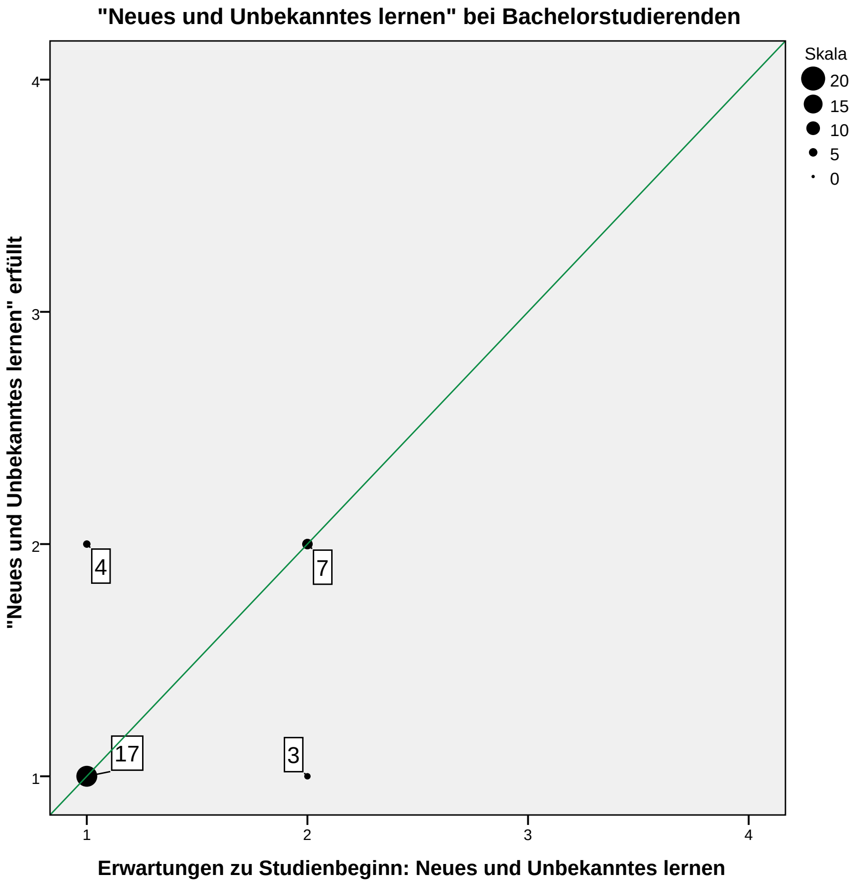


Abbildung 3.5: Erwartung und Erfüllung von „Neues und Unbekanntes lernen“ bei Bachelorstudierenden

Hochschulmathematik ist der Schulmathematik ähnlich

Hier zeigen sich, im Gegensatz zur Erwartung von „Neuem und Unbekanntem“ an der Hochschule, deutliche Unterschiede zwischen den Studienrichtungen. Diese sind durch das „Wandern“ von Datenpunkten beim Vergleich erkennbar: Die beiden Datenpunkte, die der größten absoluten Häufigkeit unter den Antwortpaaren entsprechen, liegen beim Lehramtsstudium über der ersten Mediane. Lehramtsstudierende erwarteten demnach eher, dass die Hochschulmathematik der Schulmathematik ähnlich ist, und diese Erwartungen wurden im Laufe des Studiums eher nicht erfüllt (vgl. Abbildung 3.6). Bei den Bachelorstudierenden liegt die Mehrheit der Datenpunkte im rechten unteren „Punktequadrat“. Es wurde also nur eine geringe Ähnlichkeit der Hochschulmathematik mit der Schulmathematik erwartet, was sich im Studium auch größtenteils erfüllte (vgl. Abbildung 3.7). Insgesamt weicht die Lage der häufigsten Datenpaare in beiden Diagrammen von der ersten Mediane ab, was bedeutet, dass die Hochschulmathematik im Studium nach der Einschätzung der Studierenden von der Schulmathematik abweicht. Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass eine unterschiedliche Einstellung und Erwartung nicht in erster Linie bezüglich der Inhalte, sondern der mathematischen Arbeitsweise eine wichtige Rolle beim Übergang von der Schule zur Hochschule spielt.

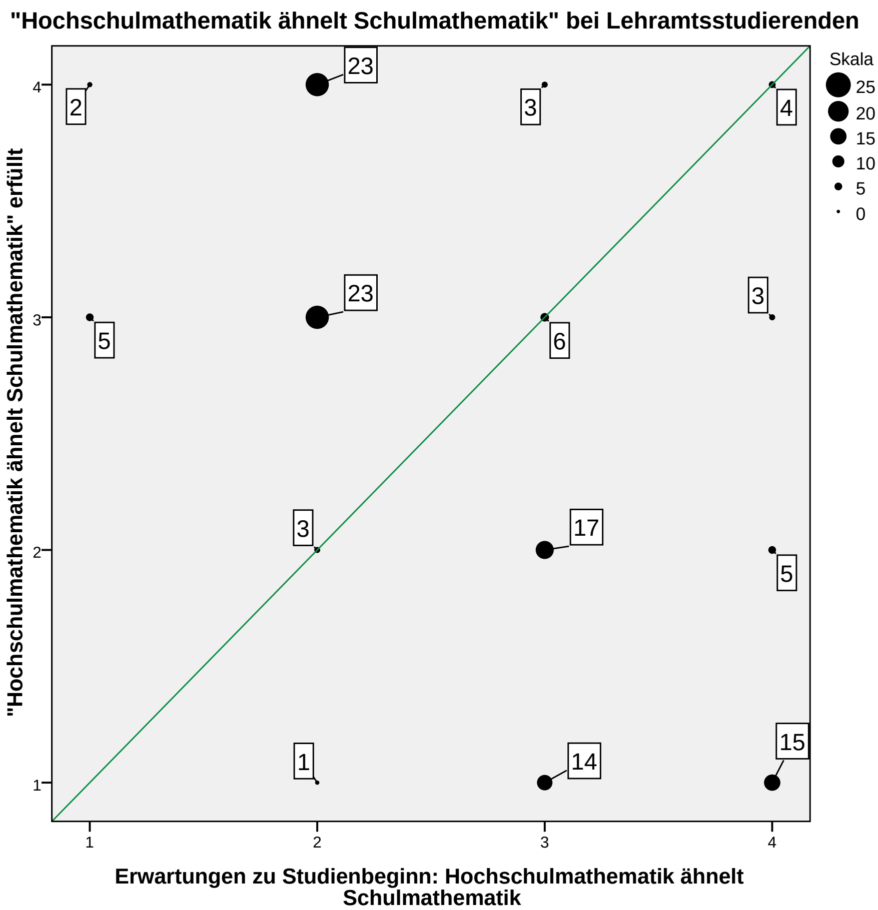


Abbildung 3.6: Erwartung und Erfüllung von „Hochschulmathematik ähnelt Schulmathematik“ bei Lehramtsstudierenden

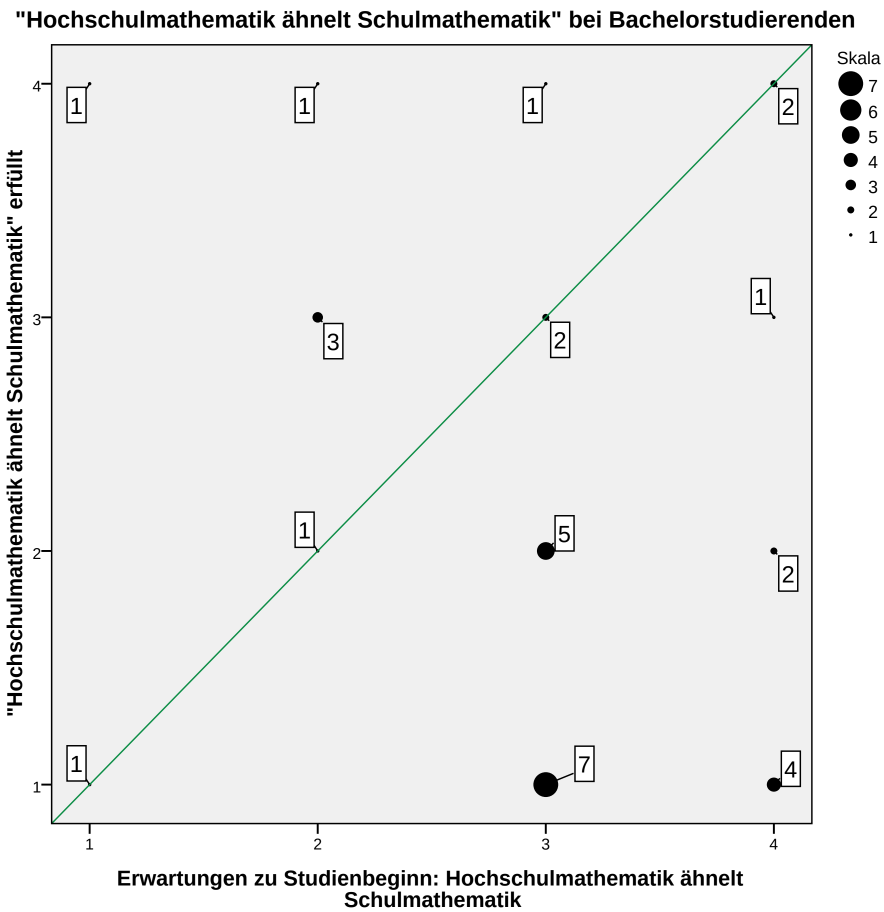


Abbildung 3.7: Erwartung und Erfüllung von „Hochschulmathematik ähnelt Schulmathematik“ bei Bachelorstudierenden

Mathematik als Wissenschaft kennenlernen

Die Datenpunkte liegen mehrheitlich um die erste Mediane, „Mathematik als Wissenschaft“ wird also für beide Studienrichtungen schon vor Studienbeginn als Teil des Studiums erkannt und erwartet. Unter den Lehramtskandidatinnen und -kandidaten war eine etwas geringere Erwartungshaltung der Mathematik als Wissenschaft gegenüber festzustellen, was dementsprechend auch öfter „eher nicht erfüllt“ wurde (vgl. Abbildung 3.8). Interessant ist dabei, dass sich die beiden Diagramme nicht so stark unterscheiden wie bei der zuvor untersuchten Erwartung, dass die Hochschulmathematik der

Schulmathematik ähnelt. Das deutet darauf hin, dass das Betreiben der Mathematik als Wissenschaft von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten nicht weit von der schulischen Arbeitsweise der Mathematik abweicht. Unter den Bachelorstudierenden gab es niemanden, der „trifft gar nicht zu" bei Erwartung oder Erfüllung angekreuzt hätte (vgl. Abbildung 3.9). Schon die Studienwahl der Fachmathematik legt eine stärkere Identifizierung mit der wissenschaftlichen Seite der Mathematik nahe.

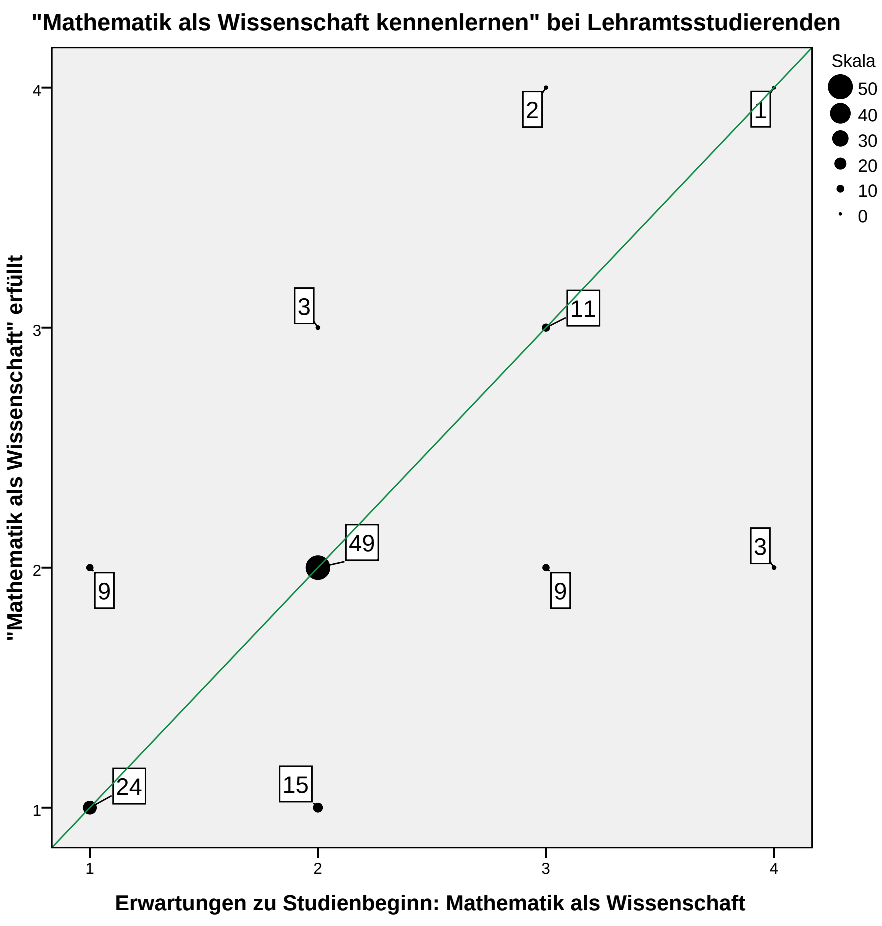


Abbildung 3.8: Erwartung und Erfüllung von „Mathematik als Wissenschaft kennenlernen" bei Lehramtsstudierenden

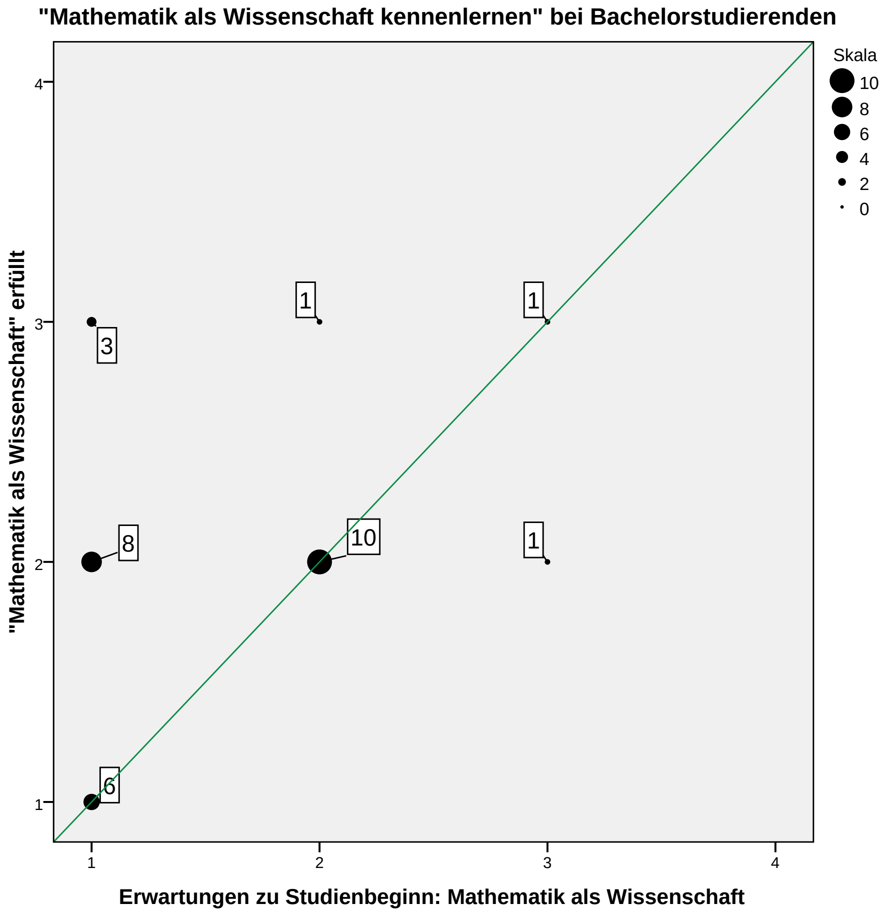


Abbildung 3.9: Erwartung und Erfüllung von „Mathematik als Wissenschaft kennenlernen“ bei Bachelorstudierenden

Zu Studienbeginn ist eine Durststrecke zu überwinden

Hier fällt auf, dass beide Studienrichtungen eine Durststrecke zu Beginn eher erwarteten. Die Lage der häufigsten Punkte „links unten“ bzw. eher an der ersten Mediane orientiert weist darauf hin, dass diese Durststrecke bei vielen Studentinnen und Studenten (beider Richtungen) auch tatsächlich eintrat. Tendenziell ist eine „Punktwanderung“ von rechts unten beim Lehramt-Diagramm (vgl. Abbildung 3.10) nach links oben beim Bachelor-Diagramm (vgl. Abbildung 3.11) zu bemerken. Lehramtsstudierende erwarteten demnach vergleichsweise weniger, eine Durststrecke überwinden zu müssen, als Bachelorstudierende, und wurden in ihren Erwartungen daher auch weniger oft bestätigt. Dies geht einher mit den bisherigen Ergebnissen, dass Lehramtskandidatinnen und -kandidaten in der Regel eher erwarten, dass sich die Inhalte, die an der Universität gelernt werden müssen, nicht so sehr vom Schulstoff unterscheiden, als dies tatsächlich der Fall ist.

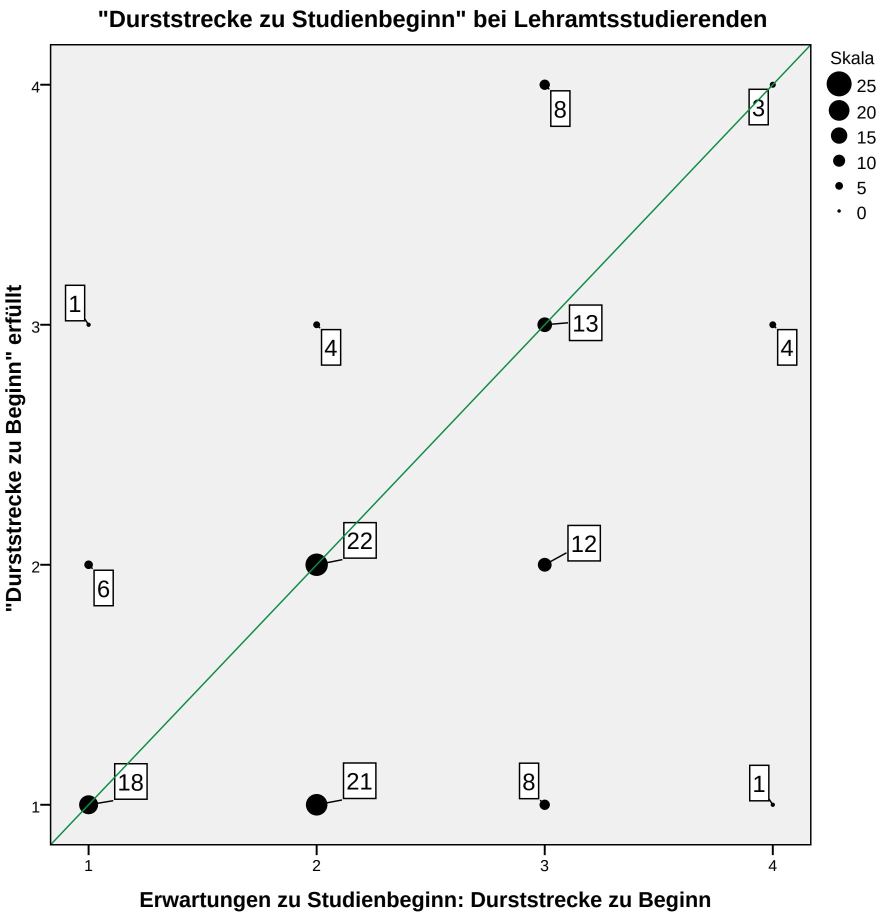


Abbildung 3.10: Erwartung und Erfüllung von „Durststrecke zu Studienbeginn“ bei Lehramtsstudierenden

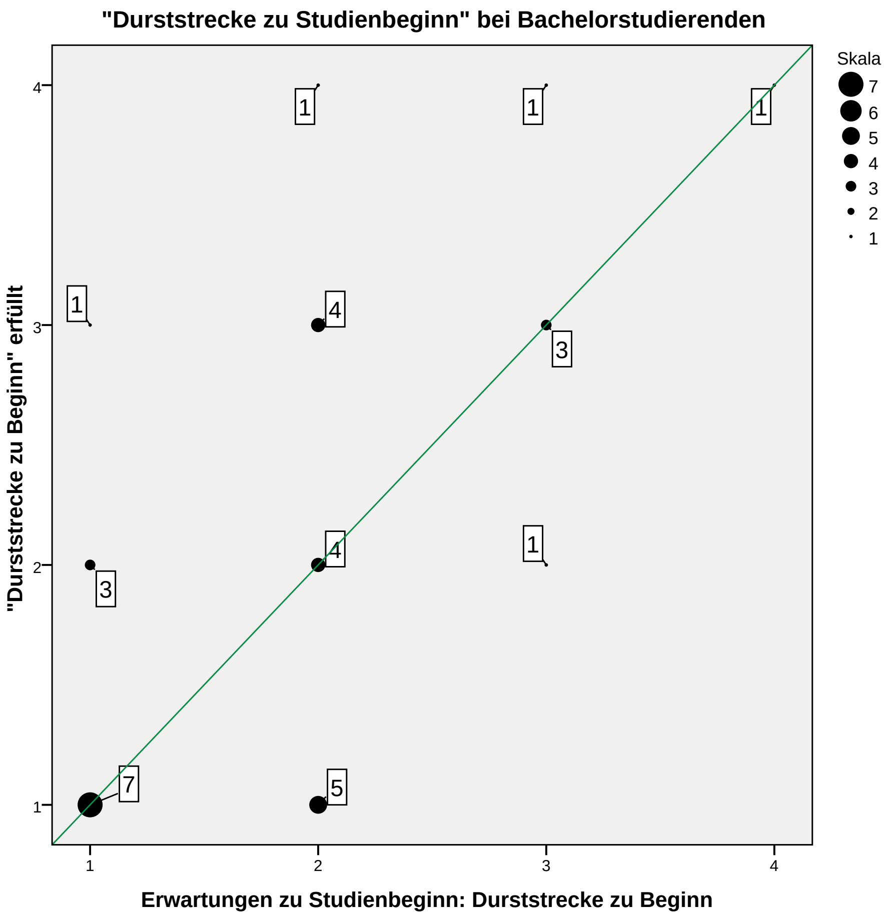


Abbildung 3.11: Erwartung und Erfüllung von „Durststrecke zu Studienbeginn“ bei Bachelorstudierenden

3.2.4 Motivation in Bezug auf das Mathematikstudium

Im Diagramm in Abbildung 3.12 wird die Motivationshaltung zum Mathematikstudium zwischen Bachelor (BAC) und Lehramt (LA) verglichen. Zur Auswertung wurden die relativen Häufigkeiten der „Ja“-Antworten unter allen Fragebögen als gestapeltes Balkendiagramm ausgegeben und die zugehörigen Prozentwerte beschriftet. Die sieben Kategorien, die am Fragebogen zur Auswahl standen, sind durch verschiedene Farben gekennzeichnet. Die verschiedenfarbigen Blöcke in den Balken geben also an, wie viel Prozent aller Bachelor- bzw. Lehramtskandidatinnen und -kandidaten die jeweilige

Kategorie als motivierend für die Entscheidung zum Mathematikstudium empfanden.

In dieser Darstellung sind die Werte in der Studienrichtung „Lehramt“ absteigend geordnet, die „am meisten motivierenden“ Kategorien befinden sich also am Anfang des Lehramt-Balkens. Die Länge (bzw. Fläche, da die Balkenhöhen gleich groß sind) jedes Balkenabschnitts erlaubt einen Vergleich der Wichtigkeit der jeweiligen Motivationsaspekte zwischen beiden Studienrichtungen.

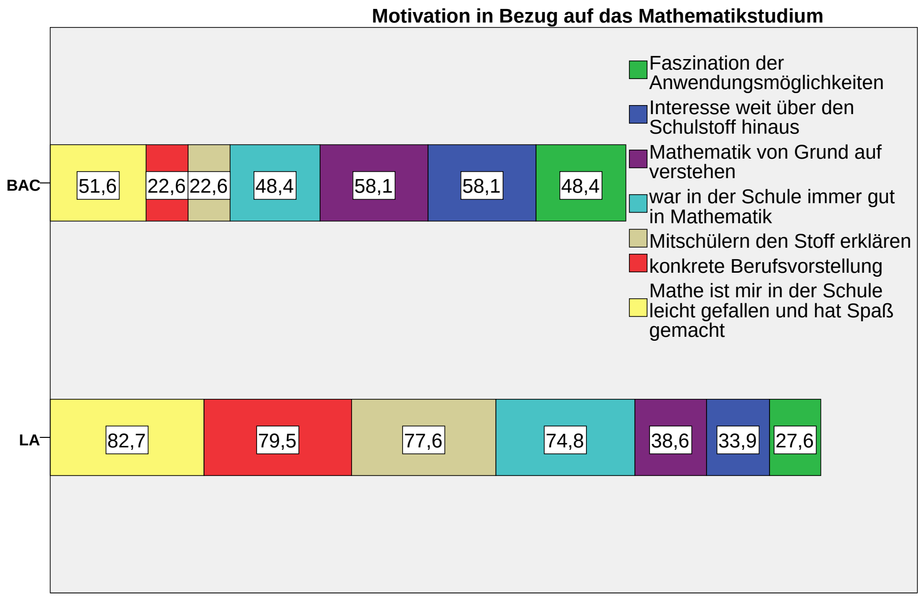


Abbildung 3.12: Prozentuelle Zustimmung zu Motivationsaspekten von Bachelorstudierenden (BAC) und Lehramtsstudierenden (LA)

Es zeigen sich folgende Tendenzen:

- Die Gesamtlänge des Lehramts-Balkens ist deutlich höher als jene des Bachelor-Balkens. Lehramtsstudierende stimmen also den zur Auswahl stehenden Kategorien der Motivation häufiger zu.
- Drei der am häufigsten angegebenen Kategorien der Lehramtskandidatinnen und -kandidaten haben direkt mit der eigenen Schulerfahrung zu tun („war immer gut in Mathematik“, „Mathe ist mir leicht gefallen und hat Spaß gemacht“, „habe Mitschülern gerne den Stoff erklärt“).
- Weitaus weniger motivierend ist für Lehramtsstudierende das nähere

Kennenlernen der Mathematik als Wissenschaft. Das ist insofern interessant, als bei den Antworten zu den offenen Fragen (vgl. Abschnitt 3.2.6) oft der Wunsch genannt wird, im Studium den fachlichen Hintergrund für die Schulmathematik als Vorbereitung für den Beruf kennen zu lernen. In der Studienmotivation spiegelt sich das nicht wider, die Kategorien „Interesse weit über den Schulstoff hinaus“ und „Mathematik von Grund auf verstehen“ sind jeweils nur für etwas mehr als ein Drittel der Lehramtskandidatinnen und -kandidaten motivierend.

- Hier zeigt sich ein deutlicher Unterschied zu Bachelor-Studierenden: Das „Interesse weit über den Schulstoff hinaus“ und das Bestreben, die „Mathematik von Grund auf zu verstehen“ sind die häufigsten Motivationsgründe. Zwar spielen auch bei Bachelorstudierenden die schulischen Erfahrungen mit Mathematik eine Rolle, allerdings nicht so häufig wie bei Lehramtskandidatinnen und -kandidaten und auch nicht mit einer konkreten Berufsvorstellung verbunden – die Kategorien „Berufsvorstellung“ und „Mitschülern den Stoff erklären“ werden von Bachelorstudierenden mit Abstand am seltensten als motivierend angegeben.

3.2.5 Typisches „Sehr gut“ und typisches „Nicht genügend“

Wie in der Auswertung der Fragebögen zur „Einführung in das mathematische Arbeiten“ (vgl. [28]) kann man die Merkmale eines typischen „Sehr guts“ bzw. „Nicht genügends“ (über das arithmetische Mittel bei einzelnen Kategorien) aufstellen. Die folgenden Auflistungen ergeben sich aus deskriptiven Statistiken, die aus den Fragebögen, die mit „Sehr gut“ bzw. „Nicht genügend“ beurteilt waren, erstellt wurden. Da im Zuge der Auswertung und der Dateneingabe auch für nominal skalierte Merkmale wie Geschlecht oder Studium Zahlenwerte vergeben wurden (etwa „1“ für weiblich und „2“ für männlich), wurde auch über diese gemittelt.

Typische Merkmale eines „Sehr guts“:

- Männlich
- Bachelorstudent
- Lernt zu 90 Prozent alleine
- Verwendet die VO-Mitschrift sehr viel und die Ausarbeitungen von Roland Steinbauer ausgiebig, geringfügig auch weitere Unterlagen (Skriptum eines anderen Vortragenden, Literatur)
- Nennt „Weil ich die Mathematik so richtig von Grund auf verstehen will“ als häufigsten Motivationspunkt (aber: keiner der sechs mit „Sehr gut“ bewerteten Bögen nennt „Interesse weit über den Schulstoff hinaus“ als Motivation)

Typische Merkmale eines „Nicht genügends“:

- Weiblich
- Lehramtsstudentin
- Lernt zu 80 Prozent alleine
- Lernt ausgiebig aus der VO-Mitschrift und den VO-Ausarbeitungen, verwendet kaum andere Materialien
- Nennt als Motivation vor allem „weil mir Mathematik in der Schule leicht gefallen ist und Spaß gemacht hat“, ist durch die fachmathematischen Aspekte „die Mathematik von Grund auf verstehen“, „Interesse weit über den Schulstoff hinaus“ und „Anwendungsmöglichkeiten der Mathematik“ kaum motiviert
- Hat zu Studienbeginn eher schon erwartet, Neues und Unbekanntes zu lernen und die Mathematik als Wissenschaft kennen zu lernen

Hier zeigt sich, dass die Mehrheit der mit „Nicht genügend“ beurteilten Prüfungen von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten abgelegt wurde, wobei zu beachten ist, dass schon die absolute Anzahl aller angetretenen Studierenden im Lehramt deutlich höher ist als im Bachelor. Zusätzlich zum Unterschied der Prüfungsleistungen bei Bachelor- und Lehramtsstudierenden deuten diese plakativen Darstellungen darauf hin, dass es auch geschlechtsspezifische Unterschiede in den Prüfungsleistungen geben könnte. Aufgrund der geringen Zahl der mit „Sehr gut“ beurteilten Prüfungen würde jedoch schon ein geringer absoluter Unterschied in dieser Darstellungsform diesen Schluss nicht mehr direkt nahe legen. Um in dieser Hinsicht aussagekräftigere Ergebnisse zu erhalten, müsste eine nach Geschlecht aufgeteilte Notenstatistik herangezogen werden.

3.2.6 Offener Teil des Fragebogens

Antworten zu den offenen Fragen

Den Abschlussteil des Fragebogens bildeten zwei offene Fragen: „Bitte beschreibe kurz deine Motivation und deine Erwartung an das Mathematikstudium!“ sowie „In wieweit wurden deine Erwartungen erfüllt?“ Den Antworten zu diesen Fragen wurden nachträglich Kategorien zugeordnet. Einige der Zitate sind im Folgenden stellvertretend für die am häufigsten auftretenden Kategorien an passenden Stellen eingefügt.

Im Punkt „Erwartung an das Mathematikstudium“ ergaben sich als häufigste markierte Kategorien „Hintergründe der Schulmathematik erfahren“ und, bei Lehramtskandidatinnen und -kandidaten, „Studium als fachliche Grundlage für den späteren Unterricht“ (zwei Einteilungen, die inhaltlich nahe beieinander liegen und sich daher auch oft überschnitten). Das Interesse an den Hintergründen beschränkt sich dabei nicht nur auf Bachelorstudierende, sondern wird auch von Lehramtsstudierenden genannt, wie das Zitat einer Lehramtskandidatin zeigt:

> „Ich erwarte mir vom Mathematikstudium eine gute Vorbereitung um danach mit guten Kompetenzen einen guten Matheunterricht zu halten. Ich möchte die Herleitungen der Formeln lernen, die einem in der Schule einfach auf einem Teller serviert werden." (Fragebogen 11)

Vergleichsweise weniger häufig, aber dennoch auffallend ist auch die auf sechs Fragebögen direkt angesprochene Erwartung einer didaktischen Ausbildung bei Lehramtskandidatinnen und -kandidaten. Dies geht meist einher mit dem Empfinden, dass sich diese Erwartung im bisherigen Studium (die meisten Studierenden befanden sich zum Zeitpunkt des Fragebogen-Ausfüllens im 2. oder 3. Semester) noch nicht erfüllt wurde. Ähnliches gilt für die Erwartung, dass die Hochschulmathematik der Schulmathematik ähnelt (so geäußert bei fünf Bögen).

Selten (auf zwei Bögen) wird der konkrete Wunsch nach mehr Rechenbeispielen geäußert, auch wenn das Studium von vielen als unerwartet schwer und theoretisch empfunden wird. Ein Zitat einer Lehramtskandidatin:

> „Bis jetzt wurden meine Erwartungen nicht wirklich erfüllt, da ich den Stoff viel zu theoretisch finde und lieber mehr Beispiele rechnen würde, anstatt nur Definitionen zu formulieren und zu beweisen." (Fragebogen 15)

Beim Thema „Motivation für das Mathematikstudium" dominiert, wie schon im geschlossenen Fragenteil zur Motivation, die eigene schulische Vorerfahrung mit Mathematik. Dazu zählt etwa, schon in der Schule gerne anderen etwas erklärt zu haben, selbst einen guten Mathematiklehrer gehabt zu haben oder, wie auch mehrmals genannt wird, durch Nachhilfeerfahrungen zum Studium motiviert worden zu sein:

> „Mein Ziel ist es Mathematiklehrer zu werden, gebe auch Nachhilfe und will einfach mein mathematisches Wissen an Schüler/innen weitergeben. Außerdem hatte ich eine super Lehrerin, die mir die Freude an der Mathematik vermittelt hat." (Fragebogen 78)

Besonders bei Lehramtskandidatinnen und -kandidaten wird daher auch die Berufsaussicht als Motivation häufig angegeben. Die Tendenzen, die sich hier zeigen, stimmen mit den Ergebnissen aus den geschlossenen Fragen überein. Ein neuer Motivationsgrund, der im Rahmen der offenen Fragen oft angesprochen wurde, ist der Wunsch nach „persönlicher Bereicherung" durch das Mathematikstudium. Auf zehn Bögen wird geäußert, dass es als motivierend empfunden wird, sich durch das Befassen mit der Mathematik, den damit verbundenen Problemstellungen und der erforderlichen logischen Denkweise selbst herauszufordern und neue Fähigkeiten zu erwerben. Auffallend ist, dass diese Motivation vor allem von Bachelorkandidaten und kaum von Lehramtsstudierenden genannt wird.

Eine weitere Kategorisierung erfolgte im Bereich „Erfüllung der Erwartungen/Studienzufriedenheit“. Hier wurde am häufigsten angegeben, dass die Erwartungen an das Studium im bisherigen Studium größtenteils erfüllt wurden (23 Bögen) – dies ist aber unterschiedlich auslegbar, weil schon die Erwartungen selbst keineswegs einheitlich sind.

Unter jenen Fragebögen, auf denen angegeben war, dass sich die Erwartungen bisher noch nicht erfüllt hatten, wurden häufig auch die Gründe dafür genannt. Auf 14 Fragebögen wurde konkret angesprochen, dass das Studium schwerer ist als erwartet. Dies geht teilweise mit dem Empfinden einher, dass das Studium zu theorielastig ist. Bei Lehramtskandidatinnen und -kandidaten wird außerdem oft beanstandet, dass viel bisher Gelerntes für den späteren Beruf „unwesentlich“ ist, während die didaktische oder praktische Ausbildung weniger als erwartet oder erwünscht im Studium behandelt wird. Als Beispiel sei hier das Zitat einer Lehramtskandidatin wiedergegeben, die auch konkret ihre bisherige Analysis-Ausbildung anspricht:

> „Mir war klar, dass der Umstieg von der Schule auf die Uni schwer ist, aber nach einer kurzen Phase voller Verzweiflung lief das erste Semester richtig toll. Mir gefiel die Mischung aus Schulstoff & neuen abstrakteren Dingen. Im 2. Semester bin ich dann aber recht schnell komplett ausgestiegen. Besonders in Analysis konnte ich keine Parallelen zur Schule mehr sehen. Ich finde es schade, wie viele Leute ihr Wunschstudium wegen Sachen aufgeben, die in ihrem späteren Job nur noch gering eine Rolle spielen.“ (Fragebogen 33)

Diese „zu weite Entfernung“ der fachlichen Ausbildung vom tatsächlichen Schulalltag wird von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten häufig genannt. Interessant ist dabei, ob dieses Problem nach Meinung der Studierenden von den Schulmathematik-Lehrveranstaltungen ausreichend behoben wird (beim Ausfüllen des Fragebogens hatten die meisten Studierenden noch keine Erfahrung mit den Schulmathematik-Vorlesungen, weil die – im Fall der Analysis – zugehörige Lehrveranstaltung „Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung“ erst mit der Anschlussvorlesung „Reelle Analysis in einer Variablen für LAK“ gekoppelt durchgeführt wurde).

„Kurven“ zu Motivation und Arbeitsaufwand – einige Beispiele

Um zeitliche Veränderungen der Motivation und des Aufwands im Verlauf der Vorlesung bzw. der Prüfungsvorbereitung festzuhalten, wurden die Studierenden aufgefordert, ihre Motivations- bzw. Aufwandskurve im zeitlichen

Verlauf in ein vorgegebenes Koordinatensystem einzuzeichnen. Auf der ersten Achse war der zeitliche Fortschritt der Vorlesung sowie die Zeit bis zur Prüfung markiert, die zweite Achse stellte den Motivations- bzw. Aufwandsgrad dar.

Die dabei entstandenen Kurven wurden verschiedenen Typen zugeordnet, um Tendenzen feststellen zu können. Schwierigkeiten in der Auswertung ergaben sich jedoch dadurch, dass viele der Kurven schwer zu beschreiben und einzuteilen waren und wegen der fehlenden Skalierungen der Motivations- und Aufwandsachsen ein direkter Vergleich meist wenig aussagekräftig war. Auch war nicht immer eindeutig feststellbar, wann einzelne Prüfungsantritte erfolgten und wie sich das Lernen für Wiederholungsantritte auf Motivation und Aufwand auswirkte. Im Folgenden sollen daher einige exemplarische Kurven zu bestimmten Typen gezeigt werden.

Ein Anstieg im Zeitraum vor der Prüfung war nicht nur beim Aufwand häufig (146 Bögen), sondern auch bei der Motivation (112 Bögen). Das lässt darauf schließen, dass die genauere Beschäftigung mit dem Vorlesungsstoff und das daraus resultierende bessere Verständnis der Zusammenhänge motivierend wirken. Demotivierend wirkte sich die Prüfungsvorbereitung bei vergleichsweise wenigen Studierenden aus (eindeutiger Motivationsabfall vor der Prüfung war nur bei 30 Bögen festzustellen).

Bei 38 Bögen war eine starke Veränderung der Motivation und auch des Aufwands im zeitlichen Verlauf auffallend. Deutliche Zusammenhänge der Schwankungen mit einem bestimmten Zeitraum oder Vorlesungsthema waren dabei nicht festzustellen, tendenziell lag das Motivationstief jedoch etwa im Bereich des Endes der Vorlesung, während die Motivation zum Prüfungstermin hin wieder zunahm (vgl. Abbildung 3.13). Nicht immer stand eine geringe Motivation zu einem bestimmten Zeitpunkt in Verbindung mit gleichzeitigem hohen Aufwand, was beim Vergleich von Abbildung 3.13 und Abbildung 3.14 deutlich wird: Beide Kurven zeigen deutliche Schwankungen, zum Zeitpunkt der niedrigsten Motivation vor Vorlesungsende war aber auch ein relativ geringer Arbeitsaufwand eingezeichnet.

Demgegenüber war auf einigen Bögen auch eine über den gesamten Vorlesungs- und Prüfungsvorbereitungszeitraum gleichbleibende Motivation eingezeichnet (vgl. Abbildung 3.15). Bei diesem Typ blieb die Motivation also auf demselben Level, während zur Prüfung hin meist ein Anstieg der Aufwandskurve zu verzeichnen war (vgl. Abbildung 3.16).

Bei 44 der Fragebögen verliefen die Motivations- und die Aufwandskurve annähernd parallel, am häufigsten war dies bei Kurven der Fall, die einen Anstieg vor der Prüfung sowohl bei der Motivation als auch beim Arbeitsaufwand aufwiesen. Abbildung 3.17 zeigt diese Parallelität bei der Motivations- und Aufwandskurve desselben Fragebogens.

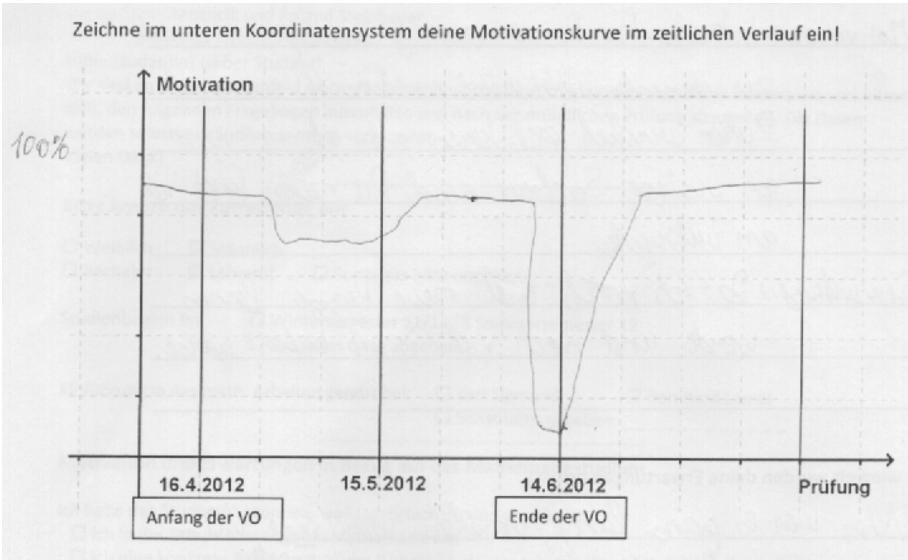


Abbildung 3.13: Starke Schwankungen der Motivation im zeitlichen Verlauf (Fragebogen 108)

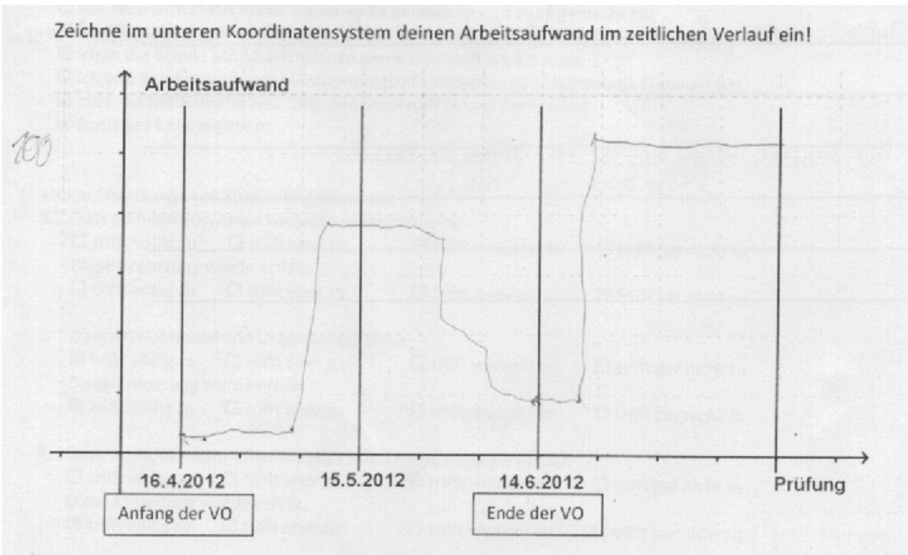


Abbildung 3.14: Starke Schwankungen des Aufwands im zeitlichen Verlauf (Fragebogen 108)

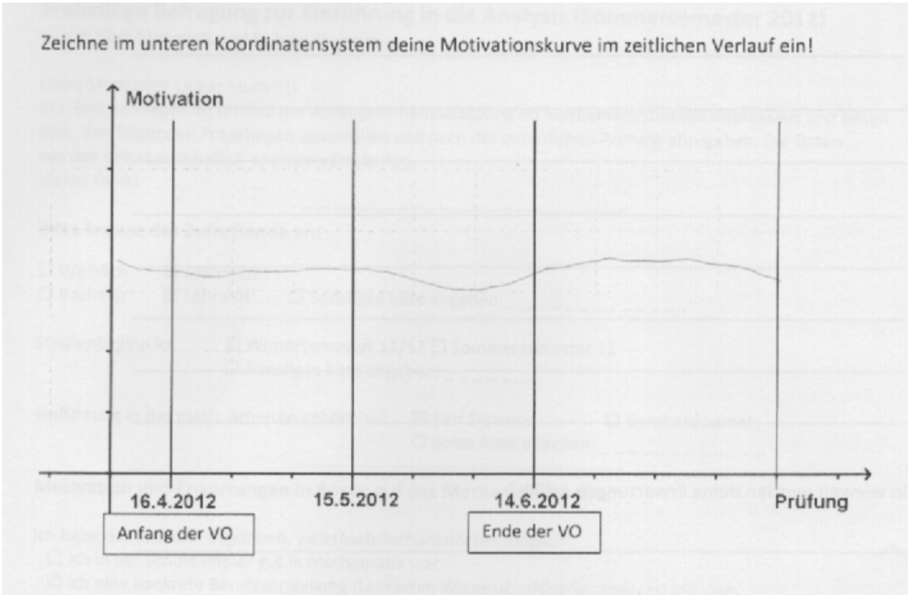


Abbildung 3.15: Annähernd gleichbleibende Motivation über den gesamten Verlauf der Vorlesungs- und Prüfungsvorbereitungszeit (Fragebogen 83)

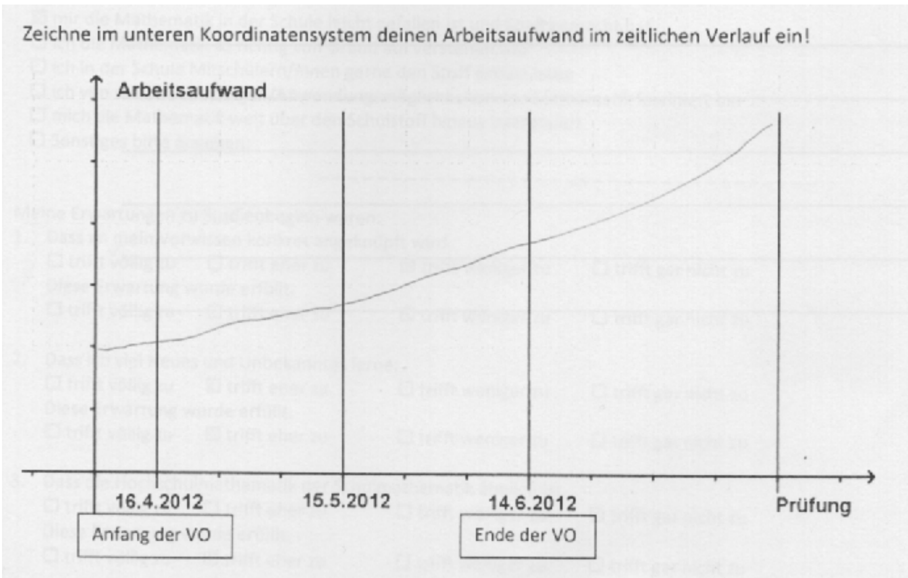


Abbildung 3.16: Anstieg des Arbeitsaufwands mit zunehmender Dauer der Vorlesung und der Zeit vor der Prüfung (Fragebogen 83)

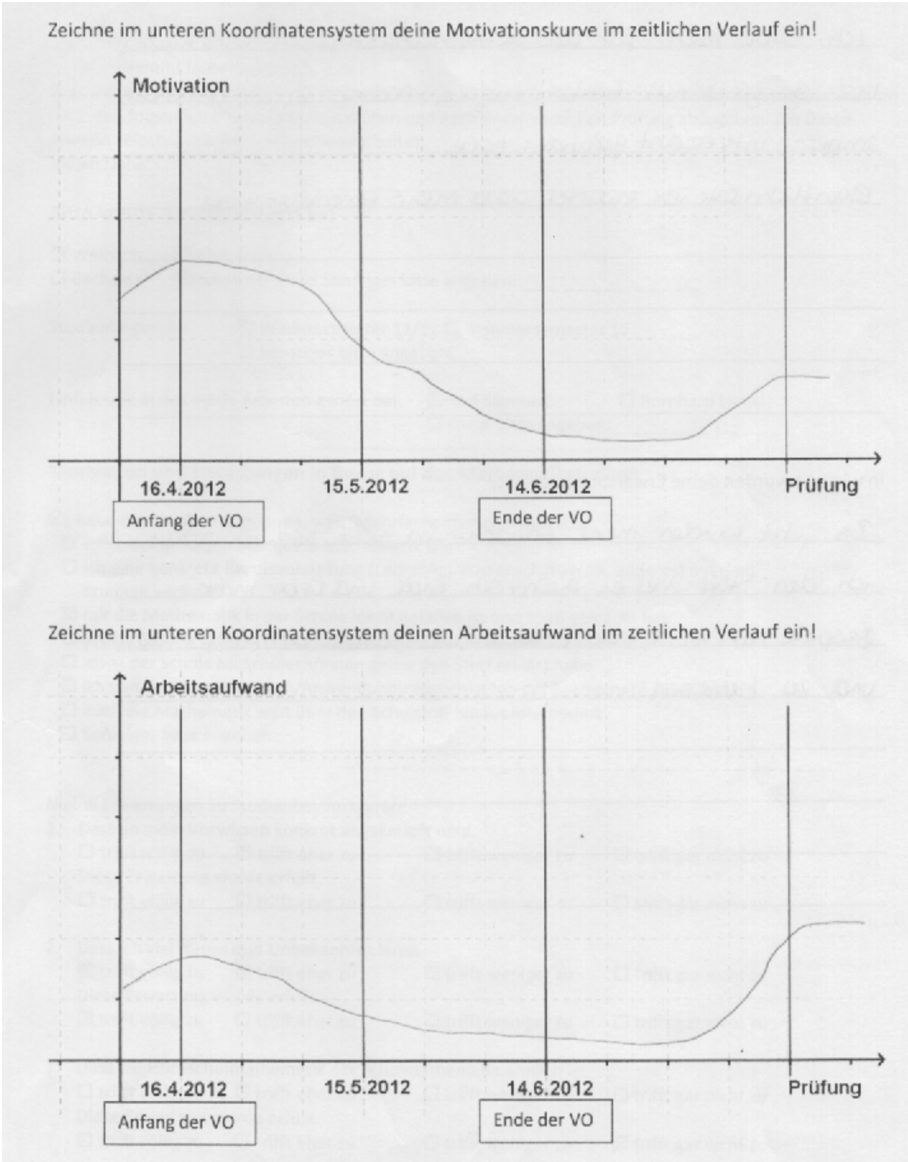


Abbildung 3.17: Annähernd paralleler Verlauf von Motivations- und Aufwandskurve (Fragebogen 15)

Kapitel 4

Studierendeneinschätzung zur Analysisausbildung an der Universität Wien

Die empirische Datenerhebung zur Vorlesung „Einführung in die Analysis" lieferte durch die offenen Fragen am Ende des Fragebogens die Möglichkeit, unter anderem die bisherige Erfahrung mit der Ausbildung im Fachbereich Analysis in eigenen Worten wiederzugeben. Als besonderer Anknüpfungspunkt bot sich dabei der Wunsch vieler Lehramtsstudierender an, im Studium eine fachliche Grundlage für den eigenen Unterricht zu erhalten, während andere große Schwierigkeiten mit der Theorielastigkeit des Studiums hatten.

Da die Zielgruppe des Fragebogens noch am Beginn ihres Studiums stand und dementsprechend wenige Lehrveranstaltungen zur Analysis absolviert hatte, stellt sich die Frage, ob die auftretenden Motivationsprobleme und die teils nicht erfüllten Erwartungen an die Ausbildung von Lehramtskandidatinnen und -kandidaten im Studienverlauf durch zusätzliche Veranstaltungen behoben werden. Auch in diesem Bereich gibt es, abgesehen von regelmäßigen Evaluierungen der Lehrveranstaltungen an der Universität Wien, sehr wenig konkretes Datenmaterial. Es lag daher nahe, auch hier Informationen von Studierenden einzuholen.

4.1 Rahmenbedingungen des Interviews

4.1.1 Methodik

Als Erhebungsverfahren wurde ein Interview gewählt, da die subjektive Einschätzung der Analysisausbildung im Mittelpunkt stand und diese von den Befragten frei formuliert werden sollte. Um einerseits ein möglichst offenes Gespräch mit den Interviewten zu ermöglichen, andererseits den Bezug zur Analysis und der Ausbildung in diesem Bereich nicht aus den Augen zu verlieren, wurde die Methode des problemzentrierten Interviews (vgl. [25, S. 67 f.]) herangezogen, wenngleich die Stichprobe (mit neun befragten Personen) für die Anwendung dieses Verfahrens vergleichsweise gering ausfiel. Die zentrale Problemstellung war dabei die Frage, ob es der universitären Ausbildung gelingt, den Studierenden die Relevanz der angebotenen Lehrveranstaltungen für die eigene Unterrichtstätigkeit zu verdeutlichen. Bei der Erhebung sollte auf die wesentlichsten Elemente des problemzentrierten Interviews, einem sprachlichen Zugang zu subjektiven Bedeutungen für die Befragten, einer objektiven Analyse der theoretischen Grundlagen seitens des Interviewers im Vorfeld und einer offenen Fragestellung ohne fixe Antwortvorgaben (vgl. [25, S. 69]) eingegangen werden. Dabei wurde ein Interviewleitfaden als inhaltliche Hilfestellung im Vorhinein erstellt und während der Befragungen herangezogen.

Die Zielgruppe der Interviews waren, im Gegensatz zu den Fragebögen in Kapitel 3, Studierende, die bereits kurz vor dem Ende ihres Studiums standen. Auf diese Weise sollte sichergestellt werden, dass ein Großteil der verpflichtenden (oder auch frei wählbaren) Lehrveranstaltungen aus dem Bereich Analysis bereits absolviert worden war. Zusätzlich dazu wurde gezielt nach Studierenden gesucht, die parallel zum Studium schon im Schulunterricht tätig waren, da unter anderem auch erhoben werden sollte, inwieweit die Ausbildung im Studium die so oft geforderte „Hilfestellung“ für den eigenen Unterricht leistet.

Neben einer kurzen Erläuterung zur Wahl der Interviewpartner am Beginn des Interviews und den im Leitfaden aufgelisteten Leitfragen wurde auch spontanen „Ad-hoc-Fragen“ [25, S. 70] Raum gegeben. Dies war vor allem deshalb notwendig, weil die Reflexion der universitären Ausbildung je nach Situation der Befragten oft individuelle Fragestellungen erforderte.

4.1.2 Aufbau des Begleitfragebogens zum Interview

Die verpflichtende Analysisausbildung an der Universität Wien findet größtenteils im ersten Studienabschnitt statt. Daher war es möglich, dass der letzte Kontakt zur Analysis im Rahmen einer Lehrveranstaltung bei manchen Interviewten schon mehrere Semester zurücklag. Um die wesentlichen Inhaltsbereiche der Analysis für die Befragung wieder in Erinnerung zu rufen und gleichzeitig einige zusätzliche Informationen zur bisherigen Ausbildung einzuholen, wurde im Vorfeld des Interviews ein begleitender Fragebogen an die Interviewpartner ausgeschickt.

Neben allgemeinen Informationen zu Geschlecht, zweitem Unterrichtsfach im Lehramt oder Studienbeginn wurden auch Angaben zur bisherigen Unterrichtserfahrung an Schulen abgefragt. Im Bezug auf das darauffolgende Interview war dabei vor allem interessant, ob die Befragten bereits in der Oberstufe Mathematik unterrichtet hatten, wo der direkte Bezug zur Analysis jedenfalls gegeben ist.

Im Anschluss daran waren die bereits an der Universität absolvierten Lehrveranstaltungen mit Bezug zur Analysis anzugeben. Dieser Teil der Fragebogens orientierte sich dabei am Studienplan im Fachbereich Analysis. Bei den verpflichtenden Veranstaltungen standen nur die Antworten „ja“ und „nein“ zur Wahl, bei den frei wählbaren Veranstaltungen (beispielsweise der Vorlesung „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung“) war zusätzlich noch anzugeben, ob die Befragten noch vor hatten, sie zu besuchen. Dies sollte einen Anknüpfungspunkt liefern, um im Interview bei Bedarf noch näher nachzufragen, warum bestimmte Analysisveranstaltungen als zusätzliche Ausbildung gewählt oder nicht gewählt wurden.

Den Abschluss des begleitenden Fragebogens bildete ein Überblick über die wichtigsten Inhaltsbereiche der Analysisausbildung. Dabei wurde inhaltlich besonders auf die ersten beiden verpflichtenden Vorlesungen „Einführung in die Analysis“ und „Reelle Analysis in einer Variablen für LAK“ Bezug genommen und auf jene Bereiche eingegangen, die auch in den gängigen Lehrbüchern zur Einführung in die Analysis im Vordergrund stehen:

- Vollständigkeit
- Folgen
- Reihen
- Grenzwertbegriff
- Funktionen
- Stetigkeit
- Differentiation
- Integration
- komplexe Analysis

Die Aufzählung dieser Bereiche hatte einerseits informativen Charakter und sollte die eigenen Erfahrungen in der Analysisausbildung wieder in Erinnerung rufen, andererseits sollte von den Befragten auch eine Einschätzung über die Wichtigkeit der einzelnen Inhaltsbereiche gegeben werden. Dabei wurde im Fragebogen unterschieden zwischen jenen Bereichen, welche die Studierenden für den Schulunterricht für wichtig hielten und solchen, welche für die Ausbildung angehender Lehrerinnen und Lehrer für wesentlich angesehen wurden. Auch dieser Abschnitt des Fragebogens sollte als Grundlage für nähere Befragungen über diese Einschätzung während des Interviews dienen.

4.1.3 Ziele des Interviews und Erstellung der Leitfragen

Das Hauptziel des Interviews war, Meinungen darüber einzuholen, ob die gesamte Ausbildung im Bereich Analysis als Hilfestellung für den eigenen Schulunterricht empfunden wird oder die Zeit an der Universität angesichts der eigenen Arbeit zur Unterrichtsvorbereitung schnell wieder in Vergessenheit gerät.

Als Ausgangspunkt für die Zusammenstellung der Interviewfragen diente der offene Teil der Fragebögen zur Vorlesung „Einführung in die Analysis“ (vgl. Abschnitt 3.2.6). Einige der dort auftretenden Tendenzen sollten im Interview noch einmal aufgegriffen und direkt angesprochen werden. Auffällig und ausschlaggebend waren dabei die häufig genannten Anfangsschwierigkeiten mit den fachlichen Ansprüchen an der Universität und die mangelnde Motivation angesichts einiger Themenbereiche, die für den späteren Schulunterricht nicht relevant schienen.

Erfahrungen zur Analysis vor und nach dem Studienbeginn

Den Einstieg in das Interview bildete eine Reflexion der Vorerfahrungen zur Analysis vor dem Beginn des Studiums. Angelehnt an die in den Abschnitten 2.1 bis 2.3 angeführten Überlegungen zu einer Definition des Begriffs „Analysis“ und zur Rolle der Analysis in der Mathematik sollten die befragten Studierenden überlegen, welches Vorwissen über den Begriff „Analysis“ sie vor dem Studienbeginn hatten und ob im Rahmen der ersten Lehrveranstaltungen der Stellenwert dieses Fachbereichs deutlich wurde. Angesichts der Tatsache, dass in der Schule der Name „Analysis“ selten genannt wird, während er auf der Hochschule als Überbegriff sehr präsent ist, stellte sich auch die Frage, welche Inhalte und Methoden Studierende der Analysis in erster Linie zuordnen und was als das Themenfeld der Analysis in Abgrenzung zu anderen mathematischen Teilgebieten verstanden wird. Dies führte zu einer Interviewfrage, bei der die Studierenden gebeten wurden, den Begriff „Analysis“ möglichst kurz erklärend zusammenzufassen.

Ausgehend vom begleitenden Fragebogen sollte auf die Bewertung der Inhaltsbereiche der Analysis nach deren Wichtigkeit für Unterricht und universitäre Ausbildung eingegangen werden. Dabei sollte der Interviewleitfaden nur als grobe Richtlinie gelten, da für die tatsächliche Befragung auch relevant war, ob die Befragten beispielsweise bereits durch eigene Unterrichtserfahrung zu ihrer Einschätzung kamen oder ob Erlebnisse im Studium die Bewertung beeinflussten. Das Interview bot hier also die Möglichkeit, die Entscheidungen bei der Bewertung am begleitenden Fragebogen näher zu begründen.

Bedeutung der Analysis im Schulunterricht

Den Anschluss an diese Einschätzung bildete der Themenbereich „Analysis und mathematisches Arbeiten in der Schule“. Ausgehend von der These, dass unter anderem der im Gegensatz zum Schulunterricht stehende strenge axiomatische Aufbau der Hochschulanalysis für anfängliche Schwierigkeiten verantwortlich sein könnte, sollte dabei darauf eingegangen werden, inwieweit sich die Studierenden auf das mathematische Arbeiten an der Universität eingestellt hatten und ob dieser exakte Zugang auch für den Schulunterricht als sinnvoll angesehen wurde. Auch hier bestand die Möglichkeit, sich direkt auf Inhaltsbereiche der Analysis zu beziehen: So sollte bewertet werden, bei welchen Themen Vereinfachungen unumgänglich sind und wo exaktes mathematisches Arbeiten demonstriert werden könnte, beziehungsweise wie weit dieser streng logische Aufbau in der Schulanalysis gehen sollte.

Neben der Arbeitsweise in der Analysis im Unterricht sollte letztendlich auch reflektiert werden, worauf die Schulanalysis bei Schülerinnen und Schülern im Endeffekt abzielt und wie weit der allgemeinbildende Auftrag der Mathematik im Bereich Analysis gehen soll. Nach diesen übergeordneten Zielen richtet sich ein großer Teil der Unterrichtsarbeit in der Schule schlussendlich aus. Die Befragten sollten deshalb darauf eingehen, was Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn, die mit der AHS-Reifeprüfung identifiziert wurde (ein Großteil jener befragten Studierenden, die bereits unterrichteten, waren an einer AHS tätig), im Bereich Analysis wissen sollten. Nicht nur auf die im Begleitfragebogen angeführten Inhaltsbereiche, sondern auch auf konkrete Methoden des mathematischen Arbeitens sollte dabei Bezug genommen werden. Diese Frage diente außerdem auch als Anlass, die Unterschiede zwischen dem erforderlichen Hintergrundwissen einer fertig ausgebildeten Lehrkraft und dem Schulwissen nach Abschluss der Oberstufe zu thematisieren.

Einschätzung der Analysisausbildung an der Universität

Den letzten Teil des Interviews bildete ein Fragenblock über die Lehrveranstaltungen an der Universität Wien, insbesondere im Fach Analysis. Auch hier bildete der Begleitfragebogen mit den darauf anzukreuzenden absolvierten Veranstaltungen die Grundlage der Befragung. Dabei sollte abgeschätzt werden, welche Lehrveranstaltungen im Nachhinein als Hilfestellung beziehungsweise fachliche Grundlage für den Unterricht als nützlich und sinnvoll empfunden wurden. Ziel dieses Abschnitts war, herauszufinden, ob der praktische Nutzen der Ausbildung für die Schule in erster Linie den fachdidaktischen Veranstaltungen zugeschrieben wird oder ob auch die fachmathematischen Ausbildungsbereiche als hilfreich eingeschätzt werden. Angelehnt an die Erkenntnisse aus bereits erprobten Projekten zu Brückenschlägen im Fach Analysis (vgl. Abschnitt 1.3) sollten die Studierenden dabei auch zu ihrer Meinung über die Umsetzung dieser Ideen, beispielsweise die Einbindung schulrelevanter Inhalte in die einführenden Fachvorlesungen, befragt werden.

Um diesen Interviewteil möglichst offen zu gestalten, wurden die Studierenden auch gebeten, ihre Analysis-Ausbildung insgesamt Revue passieren zu lassen und Wünsche für Ergänzungen oder Streichungen von ihrer Ansicht nach überflüssigen Veranstaltungen anzuführen.

Schließlich sollte auch noch, angelehnt an die Ergebnisse der Fragebogenauswertung in Kapitel 3, die Sinnhaftigkeit einer Trennung von Bachelor- und Lehramtsstudierenden von Studienbeginn an, also einer völligen Teilung zwischen Fachstudium und Unterrichtsfach Mathematik, eingeschätzt werden (alle Befragten hatten die Vorlesungen „Einführung in das mathematische Arbeiten“ und „Einführung in die Analysis“ gemäß derzeitigem Studienplan bzw. in älteren Studienplänen die einführende Vorlesung „Analysis I“ gemeinsam mit Fachstudierenden besucht). Auch hier ging es in erster Linie um das Sammeln von Argumenten aus Sicht der Studierenden.

4.1.4 Begleitfragebogen und Leitfaden zum Interview

Fragebogen, begleitend zum Interview

Datum des Interviews: ____________

Bitte kreuze das Zutreffende an!

Geschlecht: ☐ Weiblich ☐ Männlich

Zweites Unterrichtsfach: _________________________

Sonstige Studien: _______________________________

Studienbeginn: _________________________________

Abschluss des Studiums: _________________________

Ich unterrichte bereits seit: _______________________

Bisher unterrichtete Mathematikklassen: ____________

Bisherige Ausbildung im Fachbereich Analysis:

Titel der Lehrverantstaltung	*Bereits absolviert:*
VO Einführung in die Analysis (+UE) VortragendeR: _________________________	☐ ja ☐ nein
VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE) VortragendeR: _________________________	☐ ja ☐ nein
VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE) VortragendeR: _________________________	☐ ja ☐ nein
VO Differentialgleichungen für LAK (+UE) VortragendeR: _________________________	☐ ja ☐ nein
VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE) VortragendeR: _________________________	☐ ja ☐ nein ☐ habe ich noch vor
SE Seminar für LAK (Analysis) VortragendeR: _________________________	☐ ja ☐ nein ☐ habe ich noch vor

Sonstige Veranstaltungen mit Analysisbezug:

____

Zur Übersicht: Wesentliche Inhaltsbereiche der Ausbildung im Fach Analysis:

a) *Kreuze jene Inhaltsbereiche an, die du* ***im Schulunterricht*** *für wichtig hältst!*

☐ Vollständigkeit		☐ Funktionen	☐ Differentiation	
☐ Folgen	☐ Grenzwert-Begriff			☐ komplexe Analysis
☐ Reihen		☐ Stetigkeit	☐ Integration	

b) *Kreuze jene Inhaltsbereiche an, die du* ***für die Ausbildung von Lehramtskandidaten*** *für wichtig hältst!*

☐ Vollständigkeit		☐ Funktionen	☐ Differentiation	
☐ Folgen	☐ Grenzwert-Begriff			☐ komplexe Analysis
☐ Reihen		☐ Stetigkeit	☐ Integration	

Interviewleitfaden

1. Einstieg:

Ich habe dich als InterviewpartnerIn gewählt, weil du als LehramtsstudierendeR kurz vor/nach dem Abschluss deines Studiums vor dem beruflichen Schritt an die Schule stehst. Ich möchte dich in diesem Interview um eine Einschätzung bitten, inwieweit die Analysis-Ausbildung auf der Uni eine Grundlage und Hilfestellung für den späteren eigenen Unterricht darstellt. Es handelt sich hier um keine Prüfungssituation, sondern um eine anonyme Darstellung deiner persönlichen Ansichten.

2. Vorerfahrungen und Einschätzung der Inhaltsbereiche aus dem Fach „Analysis“

- Welche Vorerfahrungen zum Begriff „Analysis“ hattest du, bevor du dich auf der Uni zum ersten Mal mit dem Thema auseinandergesetzt hast?
- Welche der im begleitenden Fragebogen genannten Inhaltsbereiche der (Hochschul-)Analysis sind deiner Ansicht nach für den Schulunterricht relevant, welche schätzt du als weniger wichtig ein? (Eingehen auf die im begleitenden Fragebogen angekreuzten Inhaltsbereiche: Warum sind gewisse angekreuzt/ausgelassen?)
- Wie würdest du den Begriff „Analysis“ (im mathematischen Sinn) in einem Satz erklären?

3. Analysis und mathematisches Arbeiten in der Schule

In der Hochschulmathematik wird vor allem die fachliche Genauigkeit, die begriffliche Exaktheit beim mathematischen Arbeiten betont.

- Wie wichtig schätzt du diese Fachsprache für den Schulunterricht und das Verhältnis von „mathematischer Exaktheit“ zu Vereinfachungen zugunsten eines „intuitiven Umgangs“ ein?
- Themenbezug zur Analysis: Bei welchen Themen der Analysis kann man die fachliche Genauigkeit einfließen lassen?
- Wo muss man bzw. wo würdest du Vereinfachungen wählen?
- Was sollten Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn (AHS-Matura) über den Bereich Analysis deiner Meinung nach wissen? (Inhalte, aber auch Methoden)

4. Zur Analysis-Ausbildung an der Universität

- Welche Lehrveranstaltung(en) an der Uni haben dir im Bereich Analysis als Vorbereitung auf deinen Beruf am meisten geholfen?

- Was würdest du an der Analysis-Ausbildung, so wie du sie absolviert hast, im Nachhinein ändern wollen? Gibt es Wünsche für Ergänzungen, oder Überflüssiges, das du weglassen würdest?
- Hältst du eine Trennung von Bachelor- und Lehramtsstudium (Fachstudium/Lehramtsstudium) von Studienbeginn an für sinnvoll?
- Hältst du eine Einbindung schulmathematischer Inhalte in die fachliche Ausbildung für sinnvoll?

Inhaltliche Ergänzungen:

Wir sind am Ende des Interviews. Möchtest du noch etwas ergänzen?

4.2 Auswertung der Interviews

4.2.1 Kategorisierung in „Studierendentypen“

Im Sinne der qualitativen Inhaltsanalyse bestand der erste Schritt der Auswertung darin, das transkribierte Material zu kategorisieren.

Eine strenge Zuordnung der Antworten zu eindeutigen Kategorien gestaltete sich dabei aufgrund der Fülle und der Vielseitigkeit der Antworten schwierig. Es gab wenige Möglichkeiten, quantitative Schlüsse zu ziehen, da keine „Gruppeneinteilung“ von Beginn an erfolgte und auch keine gemessenen Daten erhoben wurden. Vielmehr zeigten sich Tendenzen, denen weiter nachgegangen werden musste. Um dennoch Kategorien für eine erste Orientierung finden zu können, wurde in der Literatur zur Problematik der doppelten Diskontinuität nach Einteilungen gesucht.

Schuster (in [21]) präsentiert im Rahmen einer Diskussion zur Diskontinuität einen Befund von Lehrenden der „zweiten Phase“ (das entspricht etwa dem zweiten Studienabschnitt des aktuellen Lehramtsstudiums an der Universität Wien) und teilt dabei Studierende in „Problemtypen“ ein, die an dieser Stelle kurz beschrieben werden sollen (vgl. [21, S. 3]):

- Für den *engagierten Hilflosen* fehlt die Sinnstiftung zu den Inhalten seiner fachmathematischen Ausbildung über weite Teile. Die Vermittlung von einmal selbst verinnerlichten Sachverhalten gelingt ihm jedoch gut, er ist methodisch vielseitig und kann sich auch auf Lernende verschiedener Altersstufen einstellen. Der engagierte Hilflose bevorzugt ein von Beginn an eigens für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten ausgerichtetes Studium, in dem die Fachdidaktik der Mathematik eine zentrale Rolle spielt.
- Im Gegensatz dazu steht der *Fachgelehrte*, dessen Hauptinteresse in erster Linie die Mathematik selbst darstellt, die ihn fasziniert und begeistert. Die altersgerechte Vermittlung der mathematischen Ideen in der Schule nimmt für ihn im Studium keinen hohen Stellenwert ein.
- Der *Pragmatiker* vertritt die Ansicht, dass er das für das Berufsleben als Lehrperson notwendige mathematische Rüstzeug bereits in der Schule mitbekommen hat. Er sieht dementsprechend das Studium als keine große Hilfe an und schätzt weder die Vermittlung der für ihn irrelevanten hochschulmathematischen Inhalte noch die didaktische Komponente des Studiums, weil ihm dabei der Bezug zur Praxis fehlt.

Darauf basierend sollten auch bei der Auswertung jene Antworten, bei denen sich die Befragten auf den Übergang von der Schule zur Universität bezogen, Kategorien zugeordnet werden.

In der Fragebogenauswertung zur Vorlesung „Einführung in die Analysis“ in Abschnitt 3.2 sprechen viele Studienanfänger ihre Probleme beim

Einstieg in das Studium an. Die Antworten zu den offenen Fragen des Fragebogens deuten darauf hin, dass viele in dieser Phase des Studiums einem Mischtyp aus „engagiertem Hilflosen“ und „Pragmatiker“ zugeordnet werden können: Die Relevanz der fachmathematischen Inhalte in der universitären Ausbildung wird oft nicht gesehen, wenngleich dies nicht automatisch bedeutet, dass das Studium gering geschätzt wird. Vielmehr überwiegt noch die Hilflosigkeit angesichts der teils unerwarteten Herausforderungen der Universität.

Auch hohes fachmathematisches Interesse ist bei den Lehramtskandidatinnen und -kandidaten vertreten, deutlich häufiger aber bei Bachelorstudierenden, die allerdings in den meisten Fällen auch nicht – wie der „Fachgelehrte“ – vor der Aufgabe stehen, mathematische Ideen und Phänomene einmal altersgerecht vermitteln zu müssen.

Bei der Interviewauswertung war eine Zuordnung zu diesen Typen auch nicht immer eindeutig. Es zeigte sich die Grundtendenz, dass die fachliche Ausbildung im Studienverlauf stärker akzeptiert wird als noch zu Studienbeginn. Die zu Beginn genannten Kategorien konnten in erster Linie den Aussagen der Studierenden zugeordnet werden, die sich auf die Diskontinuität zu Studienbeginn bezogen. Bei der weiteren Reflexion der Erfahrungen und Sichtweisen auf das Studium und die Mathematik im Allgemeinen wurden zu viele unterschiedliche Aspekte angesprochen, um immer eine eindeutige Kategorisierung zu ermöglichen. Dieser Vielschichtigkeit wollte die Auswertung ebenfalls gerecht werden. Aus diesem Grund sind im folgenden Abschnitt die besonders augenfälligen Tendenzen, die sich im Laufe der Interviews ergaben, angeführt.

4.2.2 Tendenzen der Materialanalyse

Durch den Leitfaden zum Interview waren die wichtigsten Fragenblöcke zur schulischen und universitären Sicht der Analysis und den eigenen Erfahrungen mit der Ausbildung in diesem Teilbereich der Mathematik bereits vorgegeben. Individuell wurden aber bestimmte Aspekte des Interviews von den Studierenden als Anlass gesehen, zusätzliche Bemerkungen zu ihren Ansichten oder bestimmten Erlebnissen im Verlauf ihrer Ausbildung abzugeben. Auch diese flossen in die Auswertung mit ein, sofern sich dabei Tendenzen zeigten, und sollen im Folgenden beschrieben werden.

Schulische Vor- und universitäre Einstiegserfahrungen zur Analysis

Der Begriff „Analysis“ ist in der Schule so gut wie gar nicht präsent. Die Vorerfahrungen zur Analysis werden von allen Befragten ausschließlich mit den Inhaltsbereichen, die auch auf dem Begleitfragebogen aufgelistet waren (z. B. Grenzwertbegriff, Differentiation, Integration), identifiziert. Diese inhaltlichen Vorerfahrungen kommen in erster Linie aus dem Mathematikunterricht der Oberstufe und werden teilweise als miteinander verknüpft angesehen, ohne aber einem fixen Überbegriff zugeordnet zu werden. Eine Abgrenzung zu anderen Teilgebieten der Mathematik, etwa der Linearen Algebra, erfolgt in der Schule ebenfalls nicht.

Bei der Thematisierung des Studieneinstiegs und des damit verbundenen Kennenlernens des Überbegriffs „Analysis“ werden unterschiedliche Erfahrungen angesprochen: Häufig war die Abgrenzung der beiden fachmathematischen Einführungsvorlesungen zu Analysis bzw. Linearer Algebra als eigene Teilbereiche der Mathematik für die Studierenden zu Beginn des Studiums nicht erkennbar. Andere geben an, dass die Orientierung zu Studienbeginn, welche Gebiete der Mathematik in den Bereich „Analysis“ fallen, gelang.

Das Thema Studienbeginn stellte für einen Teil der Befragten auch eine Gelegenheit dar, über Hürden beim Übergang zwischen Schulmathematik und universitärer Mathematik zu sprechen. Dabei wurde der erste Teil der doppelten Diskontinuität angesprochen: Für einige war der Umstieg von der Schule zur Hochschule sehr schwierig, hauptverantwortlich war dabei der axiomatische Aufbau der Hochschulmathematik. Diese allgemeine Unsicherheit betrifft dabei auch, aber nicht ausschließlich, den Bereich Analysis. Die von den Studierenden beschriebenen Erfahrungen decken sich mit den Erkenntnissen aus der Literatur zur Problematik der doppelten Diskontinuität im Fach Analysis.

Bemerkenswert ist dabei auch, dass nicht nur die deutlichen inhaltlichen bzw. methodischen Unterschiede zwischen der Mathematik in der Schule und jener der Universität, sondern auch soziale Faktoren eine Rolle spielen, was in mehreren Interviews erwähnt wird. Eine Studentin spricht an, unabhängig von den Inhalten der Vorlesung geringe Wertschätzung seitens eines Vortragenden wahrgenommen zu haben (vgl. Tabelle 4.1). Hinzu kommt die Kritik der häufigen Trivialisierung von Inhalten zu Studienbeginn, die bereits von Hefendehl-Hebeker (1998) als „eine Haltung, die auch auf höheren Ausbildungsstufen anzutreffen ist und die insbesondere Lehramtsstudierende benachteiligt“ [20, S. 197] identifiziert wird.

Eine weitere soziale Komponente, die allerdings positiven Einfluss auf den Studienverlauf hat, ist das Bearbeiten von Übungsaufgaben und Vorlesungsinhalten in Gruppen. Mehrere Interviewte sprechen an, dass das schnelle Kennenlernen anderer Studierender, die vor derselben Problematik standen, einen Teil dazu beitrug, das Studium angesichts der großen Kluft zwischen Schul- und Hochschulmathematik nicht aufzugeben (vgl. Tabelle 4.2, Ausschnitte aus verschiedenen Interviews sind durch eine horizontale Doppellinie voneinander getrennt).

Die Frage, wie der Begriff „Analysis“ angesichts der Tatsache, nun die komplette universitäre Ausbildung in diesem Fach bereits hinter sich zu haben, möglichst prägnant auf den Punkt zu bringen sei, wird von fast allen Befragten als sehr schwierig zu beantworten beurteilt. Die meisten spre-

Tabelle 4.1: Transkriptionsausschnitt zu Schwierigkeiten beim Studieneinstieg, Interview 2, Zeilen 29–36

Person	Verbalaussagen
B2:	[...] naja, ich bin mir schlecht behandelt vorgekommen, weil es ist sehr viel so vorausgesetzt worden, es war dann so *(höhere Stimmlage)* nein, und das ist das und das, und nein, das ist alles trivial und das ist banal, nein da machen wir den Beweis nicht, das braucht man nicht, weil das ist eh ganz trivial und so. Und das war ziemlich stressig, weil da bin ich viel nicht mitgekommen einfach, und man hat auch in dieser Vorlesung bei diesem Vortragenden ein bisschen das Gefühl gehabt, Lehramtskandidaten sind sowieso nicht recht viel wert. War auch nicht unbedingt förderlich, dass man sich jetzt so auseinandersetzt noch mit dem Stoff.

Tabelle 4.2: Transkriptionsausschnitte zu sozialen Faktoren zu Studienbeginn, Interview 8, Zeilen 285–286 und Interview 9, Zeilen 265–270

Person	Verbalaussagen
B8:	[...] also ich glaube, wenn ich nicht sofort Freunde gefunden hätte, weiß ich nicht, ob ich weitergemacht hätte.
B9:	[...] wie ich die Analysis dann im Abendstudium angefangen habe, bin ich auch in eine Gruppe mit anderen Studierenden hineingekommen, die vor derselben Problematik im Endeffekt gestanden sind, und wo wir uns dann öfters zusammengesetzt haben, und irgendwer hat dann immer irgendwie einen Teil weiter gewusst im Beweis, und so hast du es halt dann gemeinsam erarbeitet, auch für die Übungen und so. Und irgendwann ist das zum Laufen geworden.

chen dies auch direkt an und fühlen sich darauf „unvorbereitet“. Nach oft längeren Nachdenkpausen werden verstärkt „Funktionen“ als zentraler Begriff der Analysis angesprochen. Dass speziell das Änderungsverhalten von Funktionen gemeint wird (bzw. dass der Grenzwertbegriff die Analysis charakterisiert) wurde von manchen, nicht aber von allen erwähnt (vgl. Tabelle 4.3).

Im Anschluss an diese Frage herrschte bei einigen Befragten zusätzlich das Interesse, eine „offizielle“ Definition des Begriffs „Analysis“ zu erfahren.

Die Aussagen der Studierenden zu ihren analysisbezogenen Erfahrungen an der Schule und der Universität lassen sich grob in die drei Studieren-

Tabelle 4.3: Transkriptionsausschnitte zur Definition des Begriffs „Analysis“, Interview 1, Zeilen 32–35 und Interview 3, Zeilen 122–125

Person	Verbalaussagen
B1:	[...] also mir fallen als erstes Begriffe über Funktionen ein, also, also Zuordnungen, und in der Analysis überprüft man halt dann, ahm, den Werdegang dieser Zuordnung. Man schaut sich halt dann Grenzwerte an, ähm, man schaut sich gewisse, gewisse Punkte an bei so einer Zuordnung [...]
B3:	Naja, es ist irgendwie eine Lehre von den, ich würde sagen, eine Lehre von den Zahlenmengen und funktionalen Zusammenhängen oder funktionalen Strukturen, wenn ich ganz kurz und bündig machen müsste.

denkategorien aus Abschnitt 4.2.1 einteilen, da vor allem der erste Teil der doppelten Diskontinuität, die auch die Grundlage für die Kategorienbildung darstellt, häufig angesprochen wird. Die Schwierigkeiten des „engagierten Hilflosen“, insbesondere die fehlende Motivation der Fachinhalte, sind typisch für den Übergang von der Schule zur Universität. Der Typ des „Fachgelehrten“ tritt ebenfalls auf: Zwei Studierende sprechen an, schon in ihrer Schulzeit von den Zusammenhängen in der Mathematik fasziniert gewesen zu sein, auch wenn diese im Schulunterricht nicht immer expliziert wurden. Diese Zuordnung bezieht sich allerdings in erster Linie auf das fachmathematische Interesse zu Studienbeginn. Über Unterschiede in der Fähigkeit zur altersgerechten Vermittlung der analysisbezogenen Inhalte konnten dagegen keine konkreten Aussagen gemacht werden: Einerseits hatten viele der Befragten noch keine konkrete Unterrichtserfahrung zur Oberstufenanalysis, andererseits wurden vorhandene Unterrichtserfahrungen bei diesem Fragenblock auch nicht angesprochen.

Schwieriger gestaltet sich eine solche Einteilung beim nächsten Fragenblock, in dem die Inhaltsbereiche hinsichtlich ihrer Relevanz beurteilt werden sollten.

Beurteilung der Inhaltsbereiche der Analysis

Die unterschiedliche Einschätzung der Bedeutung verschiedener Inhalte der Analysis für den Schulunterricht oder die Lehramtsausbildung lässt noch nicht auf die Zugehörigkeit zu einem bestimmten Studierendentyp schließen. Oft vermischen sich bei den Antworten verschiedene Ansichten und Argumente unterschiedlicher Herkunft bzw. Motivation: Manche Inhalte werden als nicht relevant angesehen, weil sie im Schulunterricht aus Zeitgründen kaum Platz finden können oder zu weit vom gängigen (und durch den Lehrplan bestimmten) Unterrichtsstoff entfernt sind, andere, weil sie von den Studierenden selbst nicht ausreichend im Studium gehört worden waren. Als Beispiel sei hier der in allen Interviews als nicht relevant für den Schulunterricht beurteilte Inhaltsbereich „komplexe Analysis“ erwähnt. Nicht immer wurde aus den Antworten ersichtlich, ob die Einschätzung dieses Bereichs eher mit geringem fachlichem Interesse an diesem Teilgebiet der Analysis verbunden war oder hauptsächlich die praktische Durchführbarkeit des Themas nach Meinung der Interviewten in der Schule nicht gegeben war.

Neben der komplexen Analysis wurden vor allem die Stetigkeit (von vier Interviewten) und die Vollständigkeit der reellen Zahlen (von sechs Interviewten) als Inhaltsbereiche eingeschätzt, die in der Schule weniger relevant erschienen. Besonders bei den beiden Inhaltsbereichen komplexe Analysis und Vollständigkeit ging jedoch nicht immer klar hervor, was sich die Befragten darunter vorstellten: Wurde „Vollständigkeit“ im Sinne einer lückenlosen Behandlung der Themen verstanden (Kommentare der Interviewten deuteten darauf hin, dass die inhaltliche Bedeutung der Vollständigkeit der reellen Zahlen in der Analysis oft kaum bekannt war), „komplexe Analysis“ schon als Behandlung der komplexen Zahlen, oder darüber hinaus? Diese Unklarheiten wurden teilweise von den Befragten direkt angesprochen.

Uneinigkeit herrschte bei den Bereichen Reihen und Folgen: Einerseits wurde diesen Inhalten als Vorbereitung auf den Grenzwertbegriff Wichtigkeit zugesprochen, andererseits bezweifelt (vor allem beim Thema Reihen), ob genug Verknüpfungen zu weiterführenden Inhaltsbereichen der Analysis vorhanden sind, um eine Behandlung des Themas im Unterricht zu rechtfertigen. Es zeichnete sich insgesamt ab, dass die Schulanalysis als um den zentralen Begriff des Grenzwerts sowie die Differentiation und Integration herum aufgebaut gesehen wird. Alle übrigen Inhaltsbereiche mussten, um sich als relevant genug behaupten zu können, inhaltlich ausreichend viele Bezüge zu diesen wesentlichen Themenfeldern aufweisen. So wurden beispielsweise die Themen „Folgen“ und „Reihen“ gerade von jenen Studierenden als wichtig eingeordnet, die diese als Grundlage für den Grenzwertbegriff sahen, während etwa die Vollständigkeit oft als zu isoliert eingeschätzt wurde, um im Unterricht einen hohen Stellenwert zu haben. Auch bei der komplexen Analysis wurde häufig eine zu große Distanz zu den übrigen schulischen Themen ausgemacht (vgl. Tabelle 4.4).

Im Allgemeinen war bei den Reaktionen auf diese Frage auffallend, dass bei der Einschätzung der Relevanz für den Schulunterricht die Rahmenbedingungen, die durch den Lehrplan und auch durch den Grundkompetenzenkatalog zur zentralen Reifeprüfung (vgl. [36]) gegeben sind, oft als Begründung dienten, bestimmte Inhalte weniger relevant einzuschätzen. Einen entscheidenden Faktor stellte dabei auch die zur Verfügung stehende Unterrichtszeit dar: Insbesondere bei den Inhalten Folgen, Reihen und Vollständigkeit wurde angemerkt, dass diese eher Platz finden würden, wenn genügend Zeit

Tabelle 4.4: Transkriptionsausschnitt zur Wichtigkeit bestimmter Inhaltsbereiche und deren Begründung, Interview 5, Zeilen 26–46

Person	Verbalaussagen
I:	Du hast da zum Beispiel angegeben, dass die Vollständigkeit und die komplexe Analysis für den Schulunterricht jetzt einmal nicht wichtig ist. Warum?
B5:	Weil sie im Lehrplan nicht vorkommt, meines Wissens nach.
	[...]
I:	Jetzt unabhängig vom Lehrplan: Findest du sie so auch nicht wichtig genug für den Schulunterricht, also wenn es den Lehrplan jetzt nicht gäbe als gesetzliche Grundlage?
B5:	(...) Hm, ja, komplexe Analysis würde ich sagen, finde ich weniger wichtig beziehungsweise ist kaum Platz dafür wahrscheinlich. Vollständigkeit ist vermutlich schon wichtig, aber ist irgendwie, wie soll ich sagen, von dieser angewandten, also von der Seite der angewandten Mathematik her, nicht so essentiell. Beziehungsweise stellt sich das Ganze halt, geht es zu sehr um die theoretischen Grundlagen glaube ich, als dass, für den Mathematikunterricht, wo eher die Anwendungsorientierung im Vordergrund steht, dass das zu behandeln wäre.
I:	Und wieso findest du es dann wichtig, dass ein Lehramtskandidat das in seiner Ausbildung aber sehr wohl hört?
B5:	Ja, weil man natürlich mehr wissen sollte, als man den Schülern oder Schülerinnen dann vermittelt. Weil man halt doch zu einem gewissen Grad, in dem Bereich zumindest, in dem man agiert, Fachmann sein sollte.

dafür wäre, dass ansonsten aber der Lehrplan oder die Vorbereitung auf die Reifeprüfung Vorrang habe. Zeitgründe in der Unterrichtspraxis überwiegen hier also gegenüber fachlichem Interesse der Lehrperson.

Für die Lehramtsausbildung an der Universität werden fast alle Inhaltsbereiche für wichtig empfunden, eine Ausnahme stellt auch hier die komplexe Analysis dar, weil in diesem Inhaltsbereich zu wenig Relevanz für den Schulunterricht gesehen wird (hier überwiegt also der „Pragmatiker“ in der obigen Kategorieneinteilung). Als zusätzliche Themenvorschläge für die Ausbildung von Lehramtsstudierenden werden teilweise (aber nur nach explizitem Nachfragen) mehrdimensionale Analysis, in einem Fall auch Topologie genannt.

Mathematisches Arbeiten im Bereich Analysis in der Schule

Der Begriff „Exaktheit“ im Mathematikunterricht wurde von den Befragten größtenteils auf die Analysis bezogen, was aber nicht daran liegt, dass exaktes Arbeiten in anderen mathematischen Teilgebieten nicht als umsetzbar eingeschätzt wird, sondern eher daran, dass im inhaltlichen Kontext des Interviews ein konkreter Bezug zur Analysis nahe lag. Dabei gab die Mehrheit der Studierenden an, dass Exaktheit einen hohen Stellenwert auch im schulischen Mathematikunterricht hätte: „[...] im Endeffekt ist der Kern der Mathematik ja die Exaktheit, und der Blick sollte halt auch nicht verloren gehen, ja, weil für mich macht genau die Exaktheit, macht die Mathematik aus“ (Interview 1, Zeile 128–130).

In der Folge wurde dieser Wunsch nach fortwährender formaler Genauigkeit allerdings relativiert. Häufig fand dabei die aus der Hochschule hinlänglich bekannte „ε-δ-Sprache“ Erwähnung. Diese wurde dabei meist als Beispiel übertriebener formaler Genauigkeit in der Schule angeführt. Wichtiger sei ein Verständnis des Hintergrunds und der „Grundkonzepte“ (Interview 4, Zeile 161). Ein Studierender beschreibt das Wechselspiel von Intuition und fachlicher Genauigkeit in der Schulmathematik (vgl. Tabelle 4.5). Bei der Erarbeitung des Funktionsbegriffs in der Schule wurde ein möglichst exaktes Vorgehen als Wesentlich eingeschätzt, so lange die Schüler dabei nicht überfordert werden.

In diesem Zusammenhang wurden besonders der Grenzwertbegriff und der Begriff der Stetigkeit genannt. Die Behandlung des Themas „Grenzwert“ wurde am häufigsten mit der Frage nach Exaktheit verbunden. Die in der Hochschulanalysis gängige Definition des Grenzwerts konfrontiert die Lernenden mit einer zunächst abstrakten Formulierungsweise. Man findet sie jedoch bereits in Schulbüchern, wie folgende Schulbuchdefinition des Folgengrenzwerts zeigt [16, S. 132]:

> „Definition: Eine Zahl a heißt **Grenzwert** einer Folge, wenn in *jeder* (auch noch so kleinen) ε-Umgebung von a *fast alle* (dh. alle bis auf *endlich* viele) Glieder der Folge liegen. Folgen, für die eine solche Zahl a existiert, heißen **konvergent**.“

Eine „exakte“ Einführung des Grenzwerts bedeutete für viele Befragte aber nicht, sich an dieser fachlichen Definition zu orientieren, sondern vielmehr, nach möglichst unverfälschten Veranschaulichungen zu suchen. Dabei wurden vor allem graphische Hilfestellungen angesprochen.

Ein zusätzlicher Abstraktionsgrad wurde teilweise in der Definition der Stetigkeit gesehen, die im Gegensatz zum Grenzwertbegriff auch nicht für alle Interviewten als schulrelevant eingestuft wurde. Schwierigkeiten traten jedoch auf, wenn dieser Unterschied in der Abstraktion erklärt werden sollte. Durch diese noch größere Distanz zur herkömmlichen Schulmathematik

Tabelle 4.5: Transkriptionsausschnitt zur fachlichen Exaktheit im Mathematikunterricht, Interview 5, Zeilen 85–91

Person	Verbalaussagen
B5:	Na, ich glaube, das ist allgemein in der Mathe, in der Mathematik irgendwie schwierig, dass man, dass es dann doch immer wieder so eine intuitive Komponente auch gibt. Und dann, zumindest im fachlichen Bereich, versucht man das halt immer wieder streng abzusichern. Im schulischen Bereich hat es sicher eine gewisse Wichtigkeit, und sollte man das den Schülern vermitteln, dass das ein, ein prinzipielles Anliegen der Mathematik ist, aber man sollte es halt auf jeden Fall nicht übertreiben und Schüler nicht damit verschrecken. Also, das maßvoll einsetzen.
I:	Mhm. Bei welchen von diesen Inhalten, die du da jetzt für die Schule als wichtig angekreuzt hast, könnte man deiner Meinung nach möglichst exakt arbeiten? Oder *sollte* man möglichst exakt arbeiten vielleicht?
B5:	Na, beim, beim Prinzip der Funktion glaube ich, kann man auf jeden Fall exakt arbeiten, weil das eigentlich nicht allzu kompliziert ist, und weil genau in dieser, im Detail halt wirklich das, das drinnen steckt, und weil das auf jeden Fall machbar und schaffbar ist.

steht beim Begriff Stetigkeit die Veranschaulichung noch mehr im Mittelpunkt als bei der Definition des Grenzwerts. Bei der Definition der Stetigkeit bedeutet das, dass die saloppe Beschreibung „eine Funktion ist stetig, wenn ihr Graph mit dem Stift durchgezeichnet werden kann, ohne den Stift absetzen zu müssen“ für den Schulunterricht als ausreichend angesehen wird (vgl. Tabelle 4.6). Dabei werden auch, zugunsten eines vereinfachenden Zugangs, fachliche Unzulänglichkeiten akzeptiert (auch wenn die universitäre Ausbildung bemüht ist, auf ebensolche hinzuweisen, vgl. [18] und [1]). Den Befragten war bewusst, dass die Vereinfachung aus fachlicher Sicht zu kurz greift, eine nähere formale Auseinandersetzung würde jedoch aus der Sicht der Studierenden nicht zum besseren Verständnis des Begriffs in der Schule beitragen: „Das würden sie auswendig lernen und nicht anwenden können“ (Interview 9, Zeile 181).

Mit der mathematischen Beweisführung im Schulunterricht wurden unterschiedliche Erfahrungen gemacht. Eine befragte Studentin gab an, ihre Schüler im Zuge der Behandlung simpler Beweismethoden für eine bisher unbekannte Sichtweise der Mathematik begeistern haben zu können: „Also

Tabelle 4.6: Transkriptionsausschnitt zur Vereinfachung des Stetigkeitsbegriffs, Interview 3, Zeilen 157–168

Person	Verbalaussagen
B3:	[...] ja Stetigkeit, bei Stetigkeit glaube ich, würde mir reichen jetzt eher eine unexakte Formulierung. Also, wenn ein Schüler sagt, dass ich halt, wenn ich mit dem Stift oder so die Funktion entlang gehe, ohne absetzen zu müssen, ist das stetig, wäre das für mich schon, der hat was verstanden, da wäre für mich (I: Würde das für dich schon, schon reichen?) Jetzt, ohne es unterrichtet zu haben, würde ich einmal sagen, ja, das ist.
I:	Würdest du im Schulunterricht dann darauf hinweisen, dass es die, die fachlich exakte Version von, von der Stetigkeitsdefinition, dass die (B3: Ich würde wahrscheinlich sagen...) doch in eine andere Richtung geht?
B3:	Ich würde sagen, für uns reicht das, aber es ist nicht das hundertprozentig Exakte und Richtige. Aber das ist eben die Frage, inwiefern man da wirklich. Mir ist lieber, sie haben die Stetigkeit verstanden, als sie können die Stetigkeit exakt formulieren, sagen wir es so.

ich habe auch im FAP mit ihnen einen Beweis gemacht, ganz einen simplen, und habe ihnen dann auch erklärt, wie können sie überhaupt selber etwas zeigen. Äh, ist gut angekommen, haben sie auch total schnell verstanden, aber sehr komplizierte Sachen würde ich nicht machen mit ihnen“ (Interview 2, Zeilen 364–367). Eine andere Studentin stieß dabei in der Unterstufe auf Widerstand: „Also, sie fragen auch teilweise schon in der Unterstufe, wie Mathematik auf der Universität dann ausschaut, dann zeige ich es ihnen einmal, dann sind sie wieder abgeschreckt“ (Interview 4, Zeilen 231–233).

Einigkeit herrschte bei der Ansicht, dass der Grad der Exaktheit und der Komplexität der Beweisführungen altersabhängig ist und Beweise erst mit dem notwendigen mathematischen Basiswissen geführt werden können.

„Nachhaltigkeit“ und allgemeinbildende Bedeutung der Schulanalysis

Die Frage, was Schülerinnen und Schüler am Ende ihrer Schullaufbahn vom Analysisunterricht in der Schule mitnehmen sollten, bot für die Befragten einen Anlass, die Inhaltsbereiche und Methoden der Analysis hinsichtlich ihres Beitrags zur Allgemeinbildung zu reflektieren.

Einigkeit herrschte dabei insofern, als Grundvorstellungen, grundsätzliche Einsicht und Verständnis der wesentlichsten Methoden und Inhalte der Analysis (z. B. der Grenzwertbegriff oder die Differential- und Integralrechnung) auch nach der Reifeprüfung noch präsent sein sollten. Unterschiedliche Auslegungen dieser Überbegriffe machten sich allerdings bemerkbar, wenn die Befragten näher ins Detail gingen. Beispielsweise sprach eine Studentin das Lösen von klassischen Kurvendiskussionsaufgaben als eine Fähigkeit an, die auch nach der Schulzeit beherrscht werden sollte: „ [...] sagen wir Kurvendiskussion, die einzelnen Schritte, damit, dass sie irgendwie wieder das Basiswissen haben, ah, ich weiß, die Steigung, ah, das ist ganz easy, weil da brauche ich eh nur die Ableitung, und dass das einfach verankert ist“ (Interview 2, Zeilen 195–197). In diesem Zusammenhang gab ein anderer Studierender hingegen die Kurvendiskussion als Beispiel für einen im Alltag nach der Schulzeit entbehrlichen Inhalt an: „Also, so sture Kurvendiskussionen, wofür man das wirklich braucht, wenn ich einen Laptop oder Computer habe, ist wirklich fragwürdig, da ist es mir eben lieber, jemand weiß, was die erste Ableitung überhaupt bildlich bedeutet [...]“ (Interview 3, Zeilen 94–96).

Bei näheren Erläuterungen bezogen sich die befragten Studierenden meist auf konkrete Inhaltsbereiche. Dabei kommt dem Grenzwertbegriff bei diesen Antworten keine große Bedeutung zu, es dominieren die prominenten Begriffe „Funktion“, „Differentiation“ und „Integration“. Oft wurde dabei explizit erwähnt, dass mit diesen Begriffen nicht vordergründig Aufgaben gelöst, sondern Vorstellungen verbunden werden sollten. Dem Funktionsbegriff wurde dabei auch eine Bedeutung und Anwendbarkeit im Alltag zugesprochen, was bei der Differentiation und der Integration nicht der Fall war. Hier wurde vielmehr der allgemeinbildende Auftrag des Mathematikunterrichts herangezogen, der für einige Befragte beinhaltete, mit den wesentlichen Begriffen (dabei vor allem mit „Differentiation“ und „Integration“) etwas anfangen zu können. Konkrete Methoden der Analysis wurden vergleichsweise selten angesprochen.

Darüber hinaus wird festgestellt, dass die Analysis im Schulunterricht eine Möglichkeit bietet, die Denk- und Argumentationsweise der Mathematik kennen zu lernen. Auch diese sollten Schülerinnen und Schüler über die Reifeprüfung hinaus aus dem Mathematikunterricht mitnehmen. Vor allem die Botschaft der vielseitigen Anwendbarkeit der Mathematik abseits des rezeptartigen Lösens von Aufgaben sollte dabei transportiert werden (vgl. Tabelle 4.7).

Hilfreiche Lehrveranstaltungen an der Universität

Da das Hauptziel der Befragung war, die Auswirkung der universitären Ausbildung auf die Sichtweise der Studierenden zu beleuchten, stellte die Einschätzung konkreter Lehrveranstaltungen den Kern der Interviews dar. Während die an der Fragebogenuntersuchung aus Abschnitt 3.2 beteiligten

Tabelle 4.7: Transkriptionsausschnitt zur Nachhaltigkeit der Analysis im Unterricht, Interview 1, Zeilen 186–193

Person	Verbalaussagen
B1:	[...] was ich aber am allerwichtigsten finde, dass sie mitnehmen sollten, ist, dass man mit der Mathematik auch etwas anfangen kann, dass das jetzt nicht etwas ist, wo ich einen Zettel bekomme, da sind ein paar Zahlen oben, ich weiß, ich hab einmal gelernt, ah, zuerst mach ich das, dann das, dann das, das mach ich, es kommt was heraus, und das unterstreiche ich. Wichtig ist, dass sie verstehen, dass man mit dem auch wirklich etwas anfangen kann, und sie sich auch kritisch mit Ergebnissen auseinandersetzen können. Das ist finde ich das Allerwichtigste, weil wenn sie das verstanden haben, dann ist der Rest meiner Meinung nach schon einmal nicht so schief gegangen.

Studierenden nur auf die Vorlesung „Einführung in die Analysis“ zurückblicken konnten, griffen die Befragten hier Erfahrungen aus einer Vielzahl von im aktuellen Studienplan angebotenen Veranstaltungen zur Analysis (vgl. Abschnitt 2.4.1) auf.

Als wesentliche fachliche Grundlage wurde die erste Analysisvorlesung *Einführung in die Analysis* empfunden. Zwar wurde, wie in vielen anderen Frageblöcken des Interviews, auch häufig auf die Schwierigkeiten beim Einstieg in die fachliche Ausbildung eingegangen, dies wurde im Nachhinein aber als notwendig erachtet, um sich das nötige Hintergrundwissen anzueignen. Die daran anschließenden weiterführenden Vorlesungen *Reelle Analysis in einer Variablen für LehramtskandidatInnen* und *Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LehramtskandidatInnen* gehörten in der Einschätzung der meisten Befragten ebenfalls zu einer fundierten Analysisausbildung zukünftiger Lehrpersonen. Die zuvor erfolge Einschätzung der relevanten Inhalte für das Lehramtsstudium zeigt aber, dass der Inhaltsbereich der komplexen Analysis teilweise auch für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten als zu schulfern empfunden wurde.

Durchwegs positive Erwähnung fand die Vorlesung *Schulmathematik Differential- und Integralrechnung* bei allen Studierenden, die diese besucht hatten und unabhängig von den jeweiligen Vortragenden. Dabei war vor allem die Relevanz für den Schulunterricht ausschlaggebend – dies entsprach auch den Erwartungen, die viele Studierende der Fragebogenuntersuchung vor Studienbeginn an das Lehramtsstudium hatten (vgl. Abschnitt 3.2.6). Genannt wurde dabei beispielsweise der enge „Praxisbezug“ (Interview 3, Zeile 212), der es erlaubte, viele Inhalte direkt für den eigenen Unterricht einzusetzen. Die Schulmathematik-Vorlesung nahm damit die Rolle der häufig geforderten Lehrveranstaltung ein, die sich konkret mit Schulinhalten auseinandersetzt und eine didaktische Sichtweise auf diese ermöglicht. Als weiteren Vorteil der Schulmathematik-Veranstaltungen gab eine Studentin an, dass die Vortragenden in den meisten Fällen auch selbst Erfahrung als Lehrerinnen und Lehrer hatten: „[...] das heißt, die wissen auch einfach, mit welcher Problematik dass man im Schulunterricht zu kämpfen hat, äh, und wie man diese Sachen aufbauen sollte, damit es nicht zu Missverständnissen kommt“ (Interview 9, Zeilen 506–508).

Die Inhalte der Vorlesung *Differentialgleichungen für LehramtskandidatInnen* aus dem zweiten Studienabschnitt stellten für die meisten Befragten die Grenze dessen dar, was in der Schule noch benötigt werden könnte. Das Thema „Differentialgleichungen“ wird, zumindest im Schultyp AHS, nicht als notwendig erachtet (im Oberstufenlehrplan werden Differentialgleichungen unter dem Abschnitt „Dynamische Prozesse“ aber sehr wohl gefordert, vgl. [30, S. 6]). Für viele wurde diese Vorlesung deshalb als weniger relevant für den eigenen Unterricht eingeschätzt als die übrigen Fachvorlesungen zur Analysis, wohl aber, ähnlich zur weiterführenden fachlichen Ausbildung nach der Einführung in die Analysis, als zusätzliche fachliche Informationsquelle.

Unterschiedlich wurde das *Seminar für LehramtskandidatInnen: Analysis* eingeschätzt. Dies lag vor allem daran, dass verschiedene Vortragende das Seminar auf sehr unterschiedliche Weise abhielten. Damit trafen viele verschiedene Erfahrungen auseinander, so dass sich keine konkrete Richtung abzeichnete.

Interessant ist, dass die *Übungen* von allen Befragten als sehr wesentlich für die universitäre Ausbildung angesehen werden, unabhängig davon, ob es sich bei den zugehörigen Vorlesungen um fachmathematische oder schulmathematische Veranstaltungen handelt. Konkrete Wünsche nach bestimmten Aufgabenarten wie klassischen Rechenaufgaben oder Interpretationsaufgaben wurden dabei aber nicht genannt.

Einbindung schulrelevanter Inhalte in Fachvorlesungen

Eine mögliche Maßnahme, um den Übergang von der Schule zur Universität für Neulinge abzumildern, ohne dabei von curricularen Rahmenbedingungen abhängig zu sein, ist das Miteinbeziehen von aus dem Schulunterricht bekannten Inhalten in fachmathematische Vorlesungen (vgl. Abschnitt 1.3.3). Teilweise wird diese Aufgabe an der Universität Wien von der Vorlesung „Einführung in das mathematische Arbeiten“ in der Studieneingangsphase übernommen, die Aussagen der Studierenden über ihre Erfahrungen zu Beginn der Analysisausbildung deuten aber darauf hin, dass auch in den darauffolgenden fachlichen Vorlesungen der Wunsch nach Schulrelevanz – schon alleine aus Motivationsgründen – weiter besteht.

Für Lehramtskandidaten wird die Inklusion von schulrelevanten Themen in die Fachausbildung einstimmig als sinnvoll befunden, ein Student gibt an, dass dies nicht am Beginn des Studiums stehen sollte, weil zu diesem Zeitpunkt die Fachmathematik als Grundlage im Vordergrund steht. Er trennt dabei die Schulmathematik auch semantisch von der an der Universität gelehrten Mathematik: „Also, am Anfang finde ich es schon gut, dass einmal alle „Mathe“ lernen, also weil, die kommen ja aus der Schule, und jemand, der danach in der Schule Mathe unterrichten soll, sollte auch einmal mit richtiger Mathe zu tun gehabt haben“ (Interview 7, Zeilen 282–285).

Von allen anderen Befragten wurde vor allem ein dadurch einsichtiger gemachter Einstieg in das Studium als Hauptargument für die Einbindung angeführt. Der Bezug zu Beispielen aus der Schulmathematik könnte die zu Beginn schwer verständliche mathematische Arbeitsweise an der Hochschule anschaulicher gestalten, wie eine Studentin bemerkt: „Ich finde es einfach praktisch, wenn du dann gleich die, die Verbindung hast, weil manchmal kannst du dir zu dem Satz jetzt auch nicht so wirklich etwas vorstellen, und wenn du dann ein konkretes Beispiel hast, dann denkst du dir, ah, ja stimmt eigentlich. Und da tust du dir dann schon wesentlich leichter“ (Interview 9, Zeilen 393–396).

In ihrer tatsächlichen fachlichen Ausbildung konnten die Studierenden nur vereinzelt Bezüge zur bekannten Schulmathematik konstatieren, am öftesten geschah dies nicht in der einführenden Analysisvorlesung, sondern in den beiden Folgevorlesungen des Analysiszyklus, die bereits spezifisch für LehramtskandidatInnen ausgerichtet waren. Auch an dieser Stelle wurde die Schulmathematik-Vorlesung positiv hervorgehoben, weil dabei oft die Verknüpfung schulischer und universitärer Zugänge zu den Inhalten aus der Analysis thematisiert wurde.

Unterschiedliche Meinungen äußerten die Befragten hinsichtlich der Sinnhaftigkeit eines solchen Zugangs für Studienanfängerinnen und -anfänger aus der Fachmathematik. Während einerseits vermutet wurde, „dass auch Fachmathematiker davon profitieren könnten“ (Interview 9, Zeile 406), wurde andernorts erwähnt: „[...] ich glaube auch nicht, dass das sinnvoll ist, weil die interessiert das vielleicht auch einfach nicht“ (Interview 2, Zeilen 404–405).

Im Zusammenhang mit dieser Frage wurde in mehreren Interviews auch der Wunsch nach einer effizienteren Gestaltung des Studiums geäußert: Um Platz für Neuerungen wie die Einbindung schulischer Inhalte zu schaffen, sollten die Lehrveranstaltungen besser aufeinander abgestimmt werden, um Wiederholungen von Fachinhalten zu vermeiden.

Trennung von Fachmathematik und Lehramt von Studienbeginn an

Im Zusammenhang mit der Diskussion, ob Inhalte aus der Schule in fachmathematischen Vorlesungen Platz eingeräumt werden sollte, tauchte häufig die Frage auf, ob eine solche Vorgehensweise für beide Studienrichtungen – also auch für das Bachelorstudium – vorteilhaft sein könnte. Angesichts der teilweise deutlichen Unterschiede zwischen Bachelor- und Lehramtsstudierenden bezüglich Motivation und Erwartungshaltung zu Studienbeginn (vgl. Abschnitt 3.2) wurde auch die Sinnhaftigkeit einer möglichen Trennung der beiden Studienrichtungen von Anfang an angesprochen.

Der zukünftige Studienplan des Bachelorstudiums Lehramt Mathematik sieht eine solche Trennung von Studienbeginn an vor (vgl. Abschnitt 2.4.1). Auch Steinbauer, Süss-Stepancik und Schichl (2014) sehen im Zuge einer Befragung von Studienanfängern „die Notwendigkeit einer Trennung der Lehrveranstaltungen der beiden Studienrichtungen schon ganz zu Beginn des Studiums“ [28, S. 422].

Die im Interview befragten Studierenden geben hingegen durchwegs an, keinen Grund für die Trennung von Fachmathematik und Lehramt zu sehen. Eine Studentin sprach an, zu Studienbeginn selbst von der Durchmischung der beiden Studienrichtungen profitiert zu haben. Die unterschiedlichen Sichtweisen zwischen Lehramtsstudierenden und Fachmathematikern, die ihrer Meinung nach bereits zu Studienbeginn bestehen, wurden bei der Zusammenarbeit konstruktiv genutzt (vgl. Tabelle 4.8). Auch die im Interviewzitat genannte Unsicherheit vieler Studienbeginner hinsichtlich der endgültigen Wahl der Studienrichtung würde nach Ansicht der Befragten für eine gemeinsame Studieneingangsphase sprechen. In Verbindung mit diesem Argument wird außerdem geäußert, dass möglichst frühe Praxiserfahrungen in der Schule förderlich für eine Entscheidung wären.

Im Vergleich mit der in Abschnitt 3.2 ausgewerteten Fragebogenuntersuchung ist interessant, dass keiner der Befragten auf ein zu hohes Maß an Theorie zu Studienbeginn zu sprechen kommt. Die Inhalte der gemeinsam besuchten Vorlesungen „Einführung in das mathematische Arbeiten“ und, im Fall des Fachs Analysis, „Einführung in die Analysis“, werden als inhaltliche Grundlage für beide Studienrichtungen gesehen: „[...] so ein Grundsockel an fachlicher fundierter Theorie sollte für jeden gegeben sein. Die braucht ein Lehramtskandidat genauso wie ein angehender Doktor, der das machen möchte“ (Interview 3, Zeilen 273–275).

Sichtweisenwechsel beim Übergang von der Schule zur Universität

Die Aussagen der Interviewten zu ihren Einstiegserfahrungen in der Analysis belegen, dass ein Wechsel der Sichtweise auf die Mathematik zu Beginn des Studiums notwendig ist, was auch in der Literatur konstatiert wird (vgl. Abschnitt 1.3.2).

Ein Studierender ging am Beispiel der Differential- und Integralrechnung konkret auf seine Sichtweise der Analysis zu seiner Schulzeit ein. Einblicke in die Verbindung zwischen Differentiation und Integration fehlten ihm in der Schule, wenngleich das grundsätzliche Interesse und die Faszination bezüg-

Tabelle 4.8: Transkriptionsausschnitt zur Trennung von Lehramt und Fachmathematik, Interview 9, Zeilen 445–455

Person	Verbalaussagen
I:	Würdest du da eine Trennung von Anfang an für sinnvoll halten?
B9:	Nein, nein, würde ich gar nicht.
I:	Warum?
B9:	Weil wir, also als Lehramtskandidaten, von den Denkweisen von den Bachelorn profitieren und umgekehrt. Also ich denke, dass es trotzdem, also ich weiß noch, wir haben einfach in unserer Gruppe auch zwei drinnen gehabt, die dann weiter gegangen sind in Diplommathematik halt dann, also bei denen war es zuerst nicht ganz sicher, ob sie jetzt Lehramt oder Diplom wollen, und haben beides noch gehabt, und sind aber dann schlussendlich Diplom weiter gegangen, und ich glaube, dass wir da gegenseitig gut profitiert haben davon, von den Herangehensweisen und so weiter.

lich der verborgenen Zusammenhänge vorhanden waren (vgl. Tabelle 4.9). Diese Erfahrung aus der Schule ist für den Studierenden ein Anlass, dem Hauptsatz der Differential- und Integralrechnung im eigenen Mathematikunterricht größere Bedeutung zuzumessen.

Der Schülerin oder dem Schüler, die oder der in ihrer oder seiner bisherigen Schullaufbahn in erster Linie mit der kalkülorientierten Seite der Analysis konfrontiert wurde, bleibt diese Verknüpfung der beiden dominierenden Inhalte der Schulanalysis größtenteils verborgen, nur wenige werden im Zuge der Bearbeitung „klassischer“ Rechenaufgaben überhaupt auf die Idee kommen, diesen Zusammenhang zu suchen oder näher zu hinterfragen. Dabei gibt es viele Ansatzpunkte, bei denen Schülerinnen und Schüler nachfragen könnten, beispielsweise die im Interviewzitat genannten Interpretationen der Ableitung als Tangentensteigung und des Integrals als (orientiertem) Flächeninhalt. Hier ist nicht auf den ersten Blick klar, wie diese beiden Interpretationen miteinander in Verbindung stehen könnten. Ein operativer Zusammenhang scheint hingegen leichter akzeptiert zu werden (Differentiation und Integration als „Umkehrungen“ zueinander), da diese „Paarbildung“ von gegensätzlichen Rechenoperationen wie Addition-Subtraktion oder Multiplikation-Division beim Lösen von Gleichungen zum mathematischen Handwerkszeug gehört. Von einer tragfähigen Vorstellung zum Ableitungs- oder Integralbegriff kann man in so einem Fall alleine al-

Tabelle 4.9: Transkriptionsausschnitt zur schulischen Sichtweise der Analysis, Interview 5, Zeilen 131–142

Person	Verbalaussagen
B5:	[...] Hauptsatz der Integrations- und Differentiationsrechnung könnte man auch besprechen, also ich war da als Schüler ganz fasziniert davon, dass das eigentlich die Umkehroperationen voneinander sind und habe nie erklärt bekommen, warum das eigentlich so ist.
I:	Mhm. Also, ist dir das abgegangen, auch wirklich in der Schule dann. (B5: Irgendwie schon.) Oder hast du es dann erst auf der Uni gemerkt?
B5:	Nein, ich habe das in der Schule eigentlich, habe mir das ein paar Mal gedacht, interessant eigentlich, dass das genau das andere sozusagen, herum macht. Und bei dem einen geht es um Steigung und beim anderen um Flächen, also jetzt rein in der Anschauung, die man vermittelt bekommt. Und das habe ich eigentlich nicht verstanden. Also da wäre zum Beispiel ein Beweis vielleicht, vielleicht hätte mich das sogar wirklich in der Schule interessiert.

lerdings nicht sprechen.

Abhilfe könnte hier nur ein Beweis oder zumindest eine plausible, anschauliche Begründung des Hauptsatzes der Differential- und Integralrechnung schaffen. Auf die Frage, wie dies im Unterricht konkret geschehen soll, hat die Fachdidaktik vielfältige Antworten und Vorschläge gefunden. Blum (1995) geht etwa in einer Entwicklung allgemeiner Lernziele für den Schulunterricht in der Analysis konkret auf das Beispiel des Hauptsatzes der Differential- und Integralrechnung ein (vgl. [7, S. 4–8]). Eine anschauliche Thematisierung des Hauptsatzes ist auch auf Schulniveau durchaus möglich (vgl. [1] und Abschnitt 4.2.3 in [13]).

Die Fachdidaktik stellt also für die inhaltlichen Probleme der Schulanalysis fundierte Lösungsmaßnahmen zur Verfügung. Im Zusammenhang mit den Zielen dieser empirischen Untersuchung ist vor allem die Frage interessant, ob die universitäre Ausbildung eine Verknüpfung zwischen schulischer Problematik und didaktischen Lösungsideen bewerkstelligen kann.

Eine Studentin gab an, in der von ihr besuchten Schulmathematik-Vorlesung zur Differential- und Integralrechnung sei die für die Schule relevante Mathematik „mit einem Blick darüber, höher“ (Interview 2, Zeile 54) thematisiert worden. Sie spricht damit den bei Danckwerts genannten erstrebenswerten „höheren Standpunkt“ von Lehramtsstudierenden direkt an.

Die Aussagen der Interviewten lassen darauf schließen, dass sich dieser Sichtweisenwechsel hin zu einem „höheren Standpunkt“ jedenfalls nicht sofort zu Beginn des Studiums einstellt, was auch ein Grund dafür ist, warum die Abstraktion der fachlichen Veranstaltungen am Anfang für viele abschreckend wirkt. Erst wenn man mit dem hochschulmathematischen Habitus vertraut ist, wird auch dessen Sinn und Nutzen (für den späteren Lehrberuf) gesehen (vgl. Tabelle 4.10). Der Fortschritt des Studiums spielt dabei also eine wichtige Rolle.

Diskrepanzen

Auch wenn sich bei manchen Frageblöcken des Interviews klare Tendenzen zeigten, machte die Auswertung auch deutlich, dass ein eindeutiger „Königsweg“, ein Erfolgsmodell eines Lehramtsstudiums, das jede Studierende und jeden Studierenden zu jedem Zeitpunkt des Studiums zufrieden stellt, nicht realisierbar ist. Zu verschieden sind die Erwartungen an bestimmte Veranstaltungen.

Die Problematik der doppelten Diskontinuität, von der besonders der erste Teil auch in den Interviews häufig zur Sprache kam, stellt auch für die Studienplanung eine Schwierigkeit dar: Eine gleichzeitige Betonung beider Teile der Diskontinuität durch die Zeitplanung von Lehrveranstaltungen im Curriculum ist kaum möglich. Ein frühes Ansetzen der fachmathematischen Vorlesungen im Studium hat zur Folge, dass die Studierenden für spätere Veranstaltungen (etwa solche mit verstärkt didaktischem Hintergrund) das nötige fachliche Basiswissen bereits mitbringen. Dies kann sich aber auch nachteilig auswirken, weil dadurch die fachliche Ausbildung beim Einstieg in das Berufsleben in bestimmten Themengebieten schon sehr weit zurückliegt. Positioniert man fachliche und didaktische Veranstaltungen zu ähnlichen Inhalten gleichzeitig, können die Vortragenden die Vorlesungen besser aufeinander abstimmen (so wie dies im Falle der Koppelung der Vorlesung „Einführung in die Analysis“ und „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung“ an der Universität Wien geschah, vgl. Abschnitt 2.4.2). Ein größerer zeitlicher Abstand zwischen solchen Lehrveranstaltungen könnte wiederum dazu dienen, einen Themenbereich über einen längeren Zeitraum des Studiums präsent zu halten oder wenigstens – realistischer – wieder aufzufrischen.

Verschiedene Ansichten zur inhaltlichen Bedeutung gewisser Themen, aber auch zu den Rahmenbedingungen des Studiums machen deutlich, dass es für die Ausbildung auch allein hinsichtlich der behandelten Inhalte unmöglich ist, alle Wünsche und Bedürfnisse der Studierenden gleichermaßen zu erfüllen: Während von manchen Interviewten das oftmalige Wiederholen bereits gehörter Inhalte in weiterführenden Veranstaltungen als sinnvoll und hilfreich angesehen wurde, fanden andere, dass man die kurze Zeit, die im Studium zur Verfügung steht, nutzen sollte, um ein möglichst breites Feld an

Tabelle 4.10: Transkriptionsausschnitt zum erfolgten Sichtweisenwechsel mit fortschreitender Studiendauer, Interview 2, Zeilen 409–422, Interview 6, Zeilen 281–283 und Interview 8, Zeilen 273–275

Person	**Verbalaussagen**
B2:	Ich meine, im Nachhinein kommt man eh einmal drauf, dass man die Sachen schon braucht, nur am Anfang des Studiums...
I:	Wann? Wann kommt man da drauf?
B2:	Wann kommt man da drauf.
I:	Oder wann bist du draufgekommen, wenn du jetzt sagst, man kommt dann eh drauf, dass, dass man es braucht?
B2:	Man kommt glaube ich wirklich erst dann drauf, wenn man einmal einen Durchblick hat, wenn man, wenn man einmal einen Großteil verstanden hat, was an der Tafel vorn passiert in einer Vorlesung. Oder zumindest dann beim Lernen für die Prüfung. Weil es ist einfach sehr lange so, dass man nicht versteht, was man lernt. Also, nicht bei allen, natürlich nicht, aber es gibt viele, die wirklich das lernen und keine Ahnung haben, die ersten paar Semester.
I:	Du meinst, man braucht einen Überblick über das Ganze, bevor man überhaupt beurteilen kann, wie viel einem das bringt.
B2:	Ja.
B6:	Spannend wäre es jetzt, wenn man Zeit hätte, das noch einmal von vorne, wenn man es dann abgeschlossen hat, von vorne wieder anfängt, dass man dann doch viel mehr mitnimmt glaube ich, als am Anfang.
B8:	Also ich habe mir am Anfang immer gedacht, es ist total viel Fachmathematik, Fachmathematisches viel zu viel, aber im Prinzip, wenn man es im Nachhinein betrachtet, finde ich eigentlich nicht mehr, dass es viel ist.

Fachwissen zu erwerben, wodurch Wiederholungen als störend empfunden wurden.

4.3 Fazit der Studierendeneinschätzung

Die Erfahrungen der Befragten verdeutlichen, dass die Problematik der Diskontinuität zwar nicht von allen Studienanfängerinnen und -anfängern, doch aber von vielen selbst in all ihren Facetten erlebt und auch in Erinnerung behalten wird. Die konkreten Studienverläufe nahmen dabei sehr unterschiedliche Formen an, weil die Studiendauer keineswegs bei allen befragten Studierenden gleich war und auch die erlebten Lehrenden in den Veranstaltungen variierten (insgesamt wurden 20 Vortragende namentlich von den Befragten erwähnt).

Interessant ist dabei, dass die meisten der beschriebenen Schwierigkeiten zu Studienbeginn angesiedelt sind. Folgerichtig beziehen sich viele der genannten Wünsche für Änderungen an der Ausbildung auf einen sanfteren Einstieg ins Studium. Kann man die Aussagen zum Übergang von der Schule zur Hochschule noch relativ genau den in Abschnitt 4.2.1 erläuterten „Problemtypen" zuordnen, so verschwimmen diese Kategorien mit fortschreitender Studiendauer. Der „Pragmatiker", der das Studium über weite Teile als nicht relevant empfindet, tritt bei einer abschließenden Reflexion der Befragten über das ganze Studium nicht mehr auf, auch wenn vereinzelte Veranstaltungen oder Inhalte in dieser Hinsicht kritisiert werden.

Für die universitäre Ausbildung bedeutet das, dass bei der Problematik der Diskontinuität die kritischste Phase für Lehramtskandidatinnen und -kandidaten der Studieneinstieg ist. Hier muss besonderes Augenmerk auf die „Hilflosigkeit" vieler Neulinge in Bezug auf die fachmathematische Arbeitsweise gelegt werden. Der zweite Teil der doppelten Diskontinuität, der Übergang von der Hochschule zurück zur Schule, wurde von den Befragten hingegen kaum als problematisch eingeschätzt, was nicht bedeutet, dass er das nicht ist.

Die Gesamtbeurteilung des Studiums (und auch die Einschätzung der Fähigkeit, die im Studium vermittelten Ideen in den Unterricht weiter zu transportieren) fällt größtenteils positiv aus, nicht zuletzt durch später im Studienverlauf besuchte Vorlesungen, bei denen die Fachinhalte mit didaktischem, in der Schule anwendbarem Hintergrundwissen verknüpft werden. Solche Veranstaltungen werden allerdings auch verstärkt zusätzlich gefordert.

Häufig gefordert wird ein notwendiger engerer Praxisbezug zu einem früheren Zeitpunkt des Studiums. Dies bedeutet aber nicht, dass die fachmathematische Ausbildung nicht auch als relevant angesehen wird – eine Ansicht, die viele Studierende offenbar erst nach einigen Semestern des Lehramtsstudiums vertreten. Die betont fachmathematische Ausbildung am Beginn des Studiums wird im Nachhinein nicht verdrängt, sondern als Bestandteile der Ausbildung akzeptiert. Es zeichnet sich ab, dass im Laufe des Lehramtsstudiums das Bewusstsein, sowohl die Fachwissenschaft als auch die Didaktik als wesentliche Säulen der Ausbildung wahrzunehmen, wieder etwas zunimmt.

Der Stellenwert eines umfassenden fachlichen Überblicks als Bestandteil des Lehrberufs wurde in mehreren Interviews immer wieder explizit angesprochen. Für diese größere nachträgliche Akzeptanz der Fachausbildung können unterschiedliche Faktoren verantwortlich sein:

- Die Relevanz der fachlichen Inhalte für den Schulunterricht wird im Nachhinein stärker gesehen bzw. wird von didaktischen Veranstaltungen betont: An der Universität Wien finden die meisten Lehrveranstaltungen mit engerem Bezug zur Fachdidaktik erst nach den ersten Semestern statt. Auch die Schulmathematik-Vorlesungen, die von einem Großteil der Interviewten besonders positiv hervorgehoben werden, werden mehrheitlich im zweiten Studienabschnitt absolviert. Den Studieneinstieg hingegen bilden Vorlesungen mit verstärkt fachmathematischem Hintergrund, die einen besonders starken Gegensatz zum aus der Schule bekannten Mathematikunterricht darstellen. Die Einbettung des fachlichen Wissens in den schulischen Kontext erfolgt daher in den meisten Fällen erst einige Semester nach Studienbeginn.
- Fachvorlesungen, die vermehrt zu Studienbeginn absolviert wurden, sind nach bestandener Prüfung keine Hindernisse mehr, weshalb der Gewinn dieser Veranstaltungen eher gesehen wird: Der enge emotionale Bezug zu den fachmathematischen Vorlesungen, die für viele eine große Kluft zu Studienbeginn darstellen (beispielsweise der Stress aufgrund einer noch bevorstehenden Prüfung), ist im weiteren Studienverlauf bzw. bei einer nachträglichen Reflexion der eigenen Ausbildung nicht mehr in diesem Ausmaß gegeben. Das kann dazu führen, dass die Inhalte der Fachvorlesungen nicht mehr ausschließlich als Hürden, die es bei einer Prüfung zu überwinden gilt, angesehen werden, sondern als Erweiterung des eigenen mathematischen Repertoires.
- Studierende stehen teilweise schon selbst in den Schulen und erkennen, dass die Fachvorlesungen hilfreich sind: Die eigene Unterrichtserfahrung kann den angehenden Lehrkräften vor Augen führen, welche Bereiche der universitären Ausbildung auch in der Schule verwendet werden können. Neben dem von einigen Interviewten genannten „allgemeinen Überblick“ über schulrelevante Inhaltsbereiche samt fundiertem Hintergrundwissen werden auch Situationen abseits des Regelunterrichts angesprochen (Wahlpflichtfach Mathematik, Mathematikolympiade, Förderung besonders Interessierter), in denen die in den Fachvorlesungen angeeigneten Fähigkeiten als wichtig gesehen werden.

Die Bereitschaft und der Wunsch, sich auch in Fachvorlesungen mit Inhalten mit Bezug zum Schulunterricht auseinander zu setzen, deutet darauf hin, dass Brückenschläge zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik seitens der Studierenden durchaus willkommen sind. Die schulische Relevanz hat von Studienbeginn an einen hohen Stellenwert bei der Motivation für die Auseinandersetzung mit Fachinhalten.

Dass das Unterrichtsfach Mathematik sich von der Mathematik als Fachwissenschaft besonders zu Studienbeginn deutlich unterscheidet, steht außer Frage. Im Gegensatz zu fast allen anderen Studienrichtungen des Lehramts bleibt die Wissenschaft Mathematik aber auch einer fertig ausgebildeten Lehrerin oder einem fertig ausgebildeten Lehrer größtenteils verschlossen, weil sie ein zu großes und zu spezialisiertes Forschungsgebiet ist, das seine eigene Sprache entwickelt hat. Neue Erkenntnisse, die den Unterricht beeinflussen, kommen daher in erster Linie von Seiten der *Mathematikdidaktik*. Gerade deshalb ist es wichtig, diese auch im Verlauf des Studiums als selbstständige, ernst zu nehmende Wissenschaft zu positionieren. Lehramtsstudierende sollten erkennen, dass die didaktische Auseinandersetzung mit mathematischen Inhalten durchaus eine professionelle Tätigkeit ist und keine „Abschwächung" der Hochschulmathematik, um den Lehramtskandidatinnen und -kandidaten das Studium zu erleichtern.

Nicht nur die Studienpläne an der Universität Wien sind durch die gerade stattfindende Umwandlung des Lehramtsstudiums in ein Bachelorstudium, starken Änderungen unterworfen. Auch der gesamte Schulunterricht befindet sich insbesondere durch die Einführung der standardisierten Reifeprüfung in Mathematik im Wandel. Gerade im Fach Analysis herrscht ein besonders großes Spannungsfeld zwischen dem „klassischen", kalkülorientierten Unterricht und Zugängen, die tragfähige Vorstellungen in den Vordergrund rücken. Das liegt nicht zuletzt daran, dass der in der Analysis gewonnene Kalkül ein mächtiges und historisch gewachsenes mathematisches Werkzeug darstellt. Kalkül und Analysis sind also eng miteinander verknüpft – eine Tatsache, die sich etwa auch im englischen Begriff „calculus" widerspiegelt. Im Schulunterricht gilt es aber, die richtige Balance aus Anwendund und anschaulichen Vorstellungen in der Analysis zu finden.

Wie sich diese Veränderungen auf den schulischen Unterricht auswirken, wird erst in einigen Jahren absehbar sein. Fest steht aber, dass jede Neuerung für den Mathematikunterricht letztlich von den Lehrpersonen mitgetragen werden muss: „Der wichtigste Einflußfaktor für das unterrichtliche Geschehen ist die individuelle *Lehrperson*. Mit und durch Lehrer – unterstützt durch Lernmaterialien – sind Veränderungen [...] *wirklich* realisierbar, und *nur* so" [7, S. 17]. Die Lehramtsausbildung trägt damit einen großen Teil dazu bei, theoretische Ideen aus der Fachdidaktik in den tatsächlichen Schulunterricht zu transportieren.

Es ist davon auszugehen, dass sich für die freiwillige Befragung im Rahmen der Interviews in erster Linie jene Studierenden meldeten, die sich in gewissem Maß schon Gedanken zu ihrer Ausbildung gemacht hatten. Wie erreicht man jene Studierenden, die nicht so häufig dazu neigen, die eigenen Erfahrungen zu reflektieren? Eine möglichen Zugang zu diesem Problem stellen die in Abschnitt 1.3 genannten Ideen dar. Sichtweisen, die Studierende zu Studienbeginn haben, können so von Anfang an aufgegriffen und als Denkanstöße und Motivation für eine breite Zielgruppe in einschlägigen

Lehrveranstaltungen verwendet werden.

Anhang A

Interviewtranskripte

A.1 Interview 1

- Geschlecht: männlich
- Studienfortschritt: 11. Semester
- Unterrichtserfahrung: 1 Schuljahr, unterrichtete Mathematikklassen: -

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	Ausbildung von LAK
☐ Vollständigkeit	☒ Vollständigkeit
☒ Folgen	☒ Folgen
☐ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☐ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☐ Komplexe Analysis

Interview 1, 05.04.2014:

I: Gut, also als Einstieg… ich habe dich als Interviewpartner gewählt, weil du ja als Lehramtsstudierender kurz vor deinem Studienabschluss stehst und gleichzeitig auch schon unterrichtest. Worum wird es gehen in dem Interview: Ich möchte dich um eine Einschätzung bitten, in wieweit dir die Analysisausbildung auf der Uni eine Grundlage bzw. eine Hilfestellung für deinen späteren Unterricht, bzw. für deinen jetzigen Unterricht ist, ja. Das ist keine Prüfungssituation, du brauchst dich nicht fürchten, dass das irgendwie unanonymisiert veröffentlicht wird.

B1: Zum Beispiel auf einem rumänischen Server landet.

I: Genau, sondern es geht rein darum, dass du deine Meinung anonymisiert wiedergibst. Okay, danke schon mal fürs Ausfüllen vom Fragebogen.

B1: Gerne.

I: Mich würd als erstes interessieren: Welche Vorerfahrungen hast du zum Begriff Analysis schon gehabt, bevor du dich an der Uni damit auseinandergesetzt hast?

B1: Ich glaube, ich habe den Begriff vorher noch nie gehört gehabt. Ja, das war es.

I: Hast du, hast du es dann in, auf der Uni relativ schnell dich daran gewöhnt an die Analysis, hast du das schnell verstanden, worum es da geht?

B1: Ja, ich habe es schon, ich habe, in den ersten Wochen war es natürlich ein bisschen noch eine Überraschung, ja, was da auf einen zukommt, und man hat noch nicht genau Algebra und Analysis unterscheiden können. Aber ab dem ersten Epsilon war es dann eigentlich schon klar.

I: Okay, was, was mit was gemeint ist.

B1: Ja.

I: Wie würdest du heute den Begriff Analysis jemandem, den das interessiert, im mathematischen Sinn, in einem Satz kurz erklären?

B1: (…) Das ist, das ist schwierig in einem Satz, obwohl es in mehreren Sätzen auch nicht so einfach ist. Ähm, die Griechen werden schon einen Grund gehabt haben, warum sie, warum sie den Begriff gewählt haben, den kryptischen. (…) Darf ich eh noch nachdenken?

I: Natürlich.

B1: Ja. (…)

I: Du kannst dir auch überlegen, was macht man hauptsächlich in der Analysis, und das dann versuchen irgendwie umzumünzen in eine Art Definition von Analysis.

B1: Ja, man, man versucht quasi, ja, also mir fallen als erstes Begriffe über Funktionen ein, also, also Zuordnungen, und in der Analysis überprüft man halt dann, ahm, den Werdegang dieser Zuordnung. Man schaut sich halt dann Grenzwerte an, ähm, man schaut sich gewisse, gewisse Punkte an bei so einer Zuordnung, also grob würd ich dann einfach halt sagen, Analysis ist für mich, sind für mich Zuordnungsvorschriften, wo man, die man quasi, ähm, nach Ereignissen im Verlauf analysiert. Da ist zwar analysieren wieder drin… aber untersucht, ja.

I: Okay, danke.

B1: Aber das ist eine schwierige Frage finde ich.

I: Du hast dich ja schon ein bisschen auseinandergesetzt mit den Inhaltsbereichen der Analysis (B1: Ja.) und dem Fragebogen, wie ich da sehe, da möchte ich dich kurz halt fragen, warum du gewisse ausgewählt hast und warum für dich gewisse weniger wichtig erscheinen. Fangen wir einmal an mit Analyis in der Schule.

B1: Ja.

I: Warum würdest du zum Beispiel Vollständigkeit und Reihen, am Anfang, also wenn man die Folgen behandelt, warum würdest du diese zwei Themenbereiche da ausklammern?

B1: Also, äh, ich fang einmal bei Reihen jetzt einmal an.

I: Mhm.

B1: Äh, und ich würd einmal sagen, Reihen ist ja mehr oder weniger dann schon eine Folgerung von den Folgen, also man muss ja, man braucht zuerst einmal die Folgen um die Reihen, äh, zu haben. Äh, und wenn man halt, man will ja doch eher auf… bei einem komplexen Thema, wenn man das jetzt eigentlich betrachtet, den Folgen, schon schauen, dass, dass ein tiefergreifendes Verständnis da ist. Und ich glaub man kann mit Folgen, äh, schon sehr viel machen, und das sehr ausgiebig behandeln, um unter anderem, äh, sich für den Grenzwertbegriff, äh, schon wichtige Grund, äh, Grundüberlegungen, äh, zu machen, dass jetzt die Reihen, ähm, nicht mehr wirklich weiterhelfen für andere Kapitel. Also zusätzlich, dass es eher dann so, eher wieder ein Stückchen Sackgasse dann ist. Ja, man hat wieder Anwendungen, aber es führt dann weniger zu etwas, zu etwas Weiterem dann. Ah, zum Thema Vollständigkeit, ah, natürlich ist es bis zu einem gewissen Grad wichtig, dass man es kurz bespricht, aber ich würde jetzt nicht, äh, als Inhaltsbereich abhandeln. Ich würde einfach kurz erwähnen, ah, kurz die Zahlenbereiche erwähnen, und dann einfach nur, einfach darüber sprechen, wie schaut es jetzt aus zwischen Q und R. Aber dem würde ich jetzt nicht einen eigenen großen Inhaltsbereich zuordnen, wie ich jetzt zu Folgen oder eventuell zu Reihen sagen würd, wo man halt wirklich mehrere Stunden damit beschäftigt. Ich glaube, Vollständigkeit genügt ein intuitives Verständnis.

I: Okay. Und ich sehe da, für die Lehramtsausbildung, sind da alle Themenbereiche bis auf die komplexe Analysis wichtig.

B1: Genau, ähm, einfach zu sagen einmal, eben bei Reihen als Ausblick zu Folgen, was jetzt zwar nicht unbedingt find ich jetzt relevant ist für die Schule weil man es jetzt, weil es weder einen wirklich großen, eine große Alltagsanwendung hat, beziehungsweise außer man bemüht sich natürlich, aber das kann man bei allen Sachen wieder machen, ähm, und ja weil es in der

Schule bis zu einem gewissen Grad auch eine Sackgasse mit dem roten Faden halt darstellt. In, in der Uni ist es insofern sinnvoll, es zu lernen, weil man halt selbst als Lehrer dann auch wieder einen Ausblick hat, ahm, was könnte man dann mit den Folgen dann machen, das könnte man dann vielleicht zusätzlich irgendwie besprechen, wenn, wenn da ein besonderes Interesse da ist, ahm und deshalb würde ich auch sagen Vollständigkeit, dass man es wirklich als Lehrperson, äh, durchgehend verstanden hat, ja.

I: Mhm.

B1: Damit man eben gerade bei anderen Kapiteln dann noch so wirklich, äh, Grenzfälle oder, oder besondere, äh, Fälle auch verstehen kann, was man in der Schule eigentlich nicht durchmacht.

I: Ja.

B1: Wenn du weißt was ich meine.

I: Und die komplexe Analysis? Warum hast du die ausgeklammert oder ausgelassen bei der Ausbildung für Lehramtskandidaten?

B1: Ähm, es kommt eben, äh, eine Abstraktionsstufe dazu, und ich glaube einfach, dass diese zusätzliche Abstraktionsstufe in der Schule wirklich in keiner Form gebraucht wird. Ah, das ist was, wo ich, äh, also die komplexe Analysis, die kann ich nirgends irgendwo knapp dazugeben als Ausblick, oder einmal, ahm, ja, wirklich als Anwendung vielleicht zusätzlich irgendwo dazu bringen wie ich zum Beispiel die Reihen ein bisschen als Anwendung zu Folgen bringen kann. Äh, das geht finde ich bei der komplexen Analysis gar nicht. Da habe ich eine zusätzliche Dimension, eine zusätzliche Abstraktions, einen zusätzlichen Abstraktionsgrad, ah, was glaube ich, und gleichzeitig habe ich auch nicht, äh, eine direkte unmittelbare Anwendung. Natürlich kann ich dann wieder, ähm, kann man dann wenn man das Ganze weit fasst, zur Alltagsanwendung kommen.

I: Mhm.

B1: Aber eben nicht so schnell, dass es einerseits in der Schule gehen würd, und andererseits dass man es als Lehrperson brauchen würde oder brauchen, wirklich gut brauchen könnte.

I: Okay, verstehe, ja.

B1: Und andererseits, ich hab nie komplexe Analysis gehört, beim X1 selber bei der Prüfung damals hab ich es noch nicht gehabt, und bei meiner Diplomprüfung streichen wir es auch (lacht).

I: (lacht) Gibt es noch irgendwelche Inhaltsbereiche, die du noch dazu, ahm, hinzufügen würdest? Die da jetzt noch nicht vorkommen?

B1: (kurze Pause) Na was, ah, also für die Schule nicht, aber in Richtung Analysis würde mir noch die Topologie einfallen.

I: Die Topologie. Für die Ausbildung.

B1: Ja. Ja, genau. Wobei, bei der Topologie, da hat man wieder einen Teil Folgen drinnen, da hat man einen Teil Vollständigkeit drinnen, also kann man das eh sagen dass die eigentlich da eh drin wäre in dem Ganzen, also sonst fällt mir eigentlich nichts ein.

I: Okay.

B1: Aber höchstens als Schlagwort, höchstens noch.

I: Mhm. Gut, danke. Jetzt zum mathematischen Arbeiten in der Schule, auch wieder auf die Analysis bezogen, ja? Du weißt ja, in der Hochschulmathematik ist die fachliche Genauigkeit sehr, sehr wichtig, hat einen hohen Stellenwert, und, und man schaut immer, dass man beim mathematischen Arbeiten begrifflich exakt bleibt.

B1: Mhm.

I: Jetzt ist die Frage, wie, wie wichtig schätzt du das für die Schule ein? Also, dieses Verhältnis zwischen mathematisch exaktem Arbeiten, und auf der anderen Seite aber Vereinfachungen, die ich machen muss, weil Schüler sich das dann besser vorstellen können. Auf welcher Seite stehst du da einerseits, oder, oder fallen dir irgendwelche Themenbereiche aus der Analysis ein, wo man den einen oder den anderen Weg gehen kann?

B1: Ahm, prinzipiell bin ich eher dafür, ahm, Kapitel sehr kurz zu halten, und dann dafür als Ausgleich andere Kapitel, die man vielleicht selber als wichtiger erachtet, oder vielleicht im Kollegium als wichtiger erachtet, dass man die dafür, ahm, mit einer größeren Vehemenz durchzieht und schaut, dass man sich da halt zusätzliche Zeit dafür nimmt, damit man das auch möglichst exakt und genau machen kann, ja. Weil, ahm, im Endeffekt ist der Kern der Mathematik ja die Exaktheit, und der Blick sollte halt auch nicht verloren gehen, ja, weil für mich macht genau die Exaktheit, macht die Mathematik aus.

I: Mhm. Fallen dir da irgendwelche Beispiele ein, irgendwelche konkreten, wo du jetzt demonstrieren könntest, wie man mathematisch exakt arbeitet in der Schule?

B1: Ah, meinst du, dass es jetzt quasi so weit geht, dass man den Grenzwertbegriff sogar auf Epsilon-Delta hinschreibt, oder?

I: Das wäre zum Beispiel ein Beispiel, wie da an der Uni mathematisch exakt gearbeitet wird, genau.

B1: Ja.

I: Und, und eben, ah, so wie ich die Frage gemeint hab, war, was von dieser Arbeitsweise kannst du auf die Schule übertragen?

B1: Ja.

I: Was kannst du dir vorstellen, das, das man auf die Schule auch ummünzen könnte?

B1: Ahm, ich würde bei Herleitungen und Beweisen eigentlich so lange warten, bis ich das notwendige Rüstzeug habe, zum Beispiel um, ah, Pi jetzt herzuleiten, oder wirklich zu sagen, okay, also ungefähr herzuleiten, ja, ah, und nicht, ah den Schülern schon eine ungefähre geometrische Adaption von einem Beweis, ah, da gibt es ja das mit den Dreiecken, was dann so hinwächst, also wo du glaub ich Achtel machst, und dann legst du es verkehrt hin…

I: Ah, für die Herleitung von Pi.

B1: Für Pi, ja, dass man ihnen so etwas nicht als Beweis verkauft, das würd ich einfach sagen, ja. Dass man halt von Anfang an auch wirklich sagt, das ist nicht das Exakte, wir haben die Mittel die wir haben, mit denen probieren wir es ungefähr, aber von Beweis würde ich erst dann reden, wenn man wirklich etwas Exaktes, also mit Differentialrechnung oder so irgendwie, zeigen kann.

I: Mhm. Aber in der Schule schon noch möglich, im Rahmen vom Schulunterricht.

B1: Ja, ja. Also von da her würd ich einfach meinen, die richtige Analysis fängt für mich in der Oberstufe an.

I: Mhm.

B1: Und dann kann man durchaus finde ich, ah, so exakt wie möglich halt dann vorgehen. Man muss nicht unbedingt runter auf Epsilon-Delta, aber man kann dieses Epsilon-Delta ja auch verbal sagen, ohne dass man einen, also ohne dass man einen, ohne dass man etwas vereinfachen muss.

I: Und, am Ende der Oberstufe dann, also was sollten Schülerinnen und Schüler am Ende von ihrer ganzen Schullaufbahn, wenn sie die Matura hinter sich haben, was sollten die über den Bereich Analysis deiner Meinung nach wissen?

B1: Ähm…

I: Also sowohl Inhalte, aber auch Methoden aus der Analysis. Da kannst du jetzt beides sagen.

B1: Ja, ja. Dass in der Analysis, dass man da immer, ähm, wie soll ich es denn sagen, also, so exakt man ist, ahm, man braucht diverse Mittel, um wirklich etwas genau zu bestimmen. Da rede ich jetzt hauptsächlich jetzt von Differentiation, ahm, da braucht man halt wirklich so Techniken wie das Differenzieren, um sich was zu bestimmen. Also das Differenzieren würde ich einmal generell als, ahm, wichtig erachten, wobei da muss ich dazu sagen, ist, ahm, wirklich das zu verstehen als Änderungsrate mit, ahm, mit Beispielen dazu, ja. Und wenn man schon mit Graphen und so weiter arbeitet, damit man auch das Ganze graphisch interpretieren kann, was heißt jetzt der Hochpunkt für, äh, warum ist da ein Hochpunkt, wie schaut das in einer, in einem Graphen aus, solche Sachen, ja, also wirklich Verständnis dahinter. Ahm, dann, ahm, was noch alles. Generell einmal ist das Wesen, dass man sich immer möglichst kleine Abschnitte anschaut. Das passt wieder zum Differenzieren und zum Integrieren, kann man aber genauso sagen, es passt zur Vollständigkeit, es passt zu Folgen, also das kommt eigentlich zu allem ein bisschen durch, auch bei Funktionen, ja, dass man in der Analysis, ah, zwar ein großes Ganzes hat, dass sich das aber aus vielen minimalen Einzelteilen zusammensetzt, und in der Analysis schaut man sich halt gerade diese minimalen Details immer an, nur halt extrem oft, ja. Ja, ah, fallen mir sonst noch Inhaltsbereiche ein, die… ah, ja, wichtig find ich einfach insofern auch den Grenzwertbegriff, weil das halt, ah, weil der, weil auf dem sehr viel aufbaut, die Stetigkeit, ja, Funktionen, Stetigkeit, Integrieren, Differenzieren, ahm, Folgen, der ist zentral, den sollten die Schüler auch verstanden haben, da sollte man halt auch, ah, kann man ruhig mehrere Stunden investieren, das ist schon wichtig, dass sie das dann mitnehmen von der Mathematik. Ah, was ich aber am allerwichtigsten finde, dass sie mitnehmen sollten, ist, dass man mit der Mathematik auch etwas anfangen kann, dass das jetzt nicht etwas ist, wo ich einen Zettel bekomme, da sind ein paar Zahlen oben, ich weiß, ich hab einmal gelernt, ah, zuerst mach ich das, dann das, dann das, das mach ich, es kommt was heraus, und das unterstreiche ich. Wichtig ist, dass sie verstehen, dass man mit dem auch wirklich etwas anfangen kann, und sie sich auch kritisch mit Ergebnissen auseinandersetzen können. Das ist finde ich das Allerwichtigste, weil wenn sie das verstanden haben, dann ist der Rest meiner Meinung nach schon einmal nicht so schief gegangen.

I: Und so, wie du die Analysisausbildung in der Schule jetzt siehst, fühlst du dich jetzt…

B1: In der Schule?

I: In der Schule, genau, jetzt haben wir ja über die Analysis in der Schule gesprochen.

B1: Ach so, ah, ich hab mir gedacht du meinst Fortbildung in der Schule, okay, gut, ja.

I: Und jetzt möchte ich von dir wissen, wie die Uni dich darauf vorbereitet als angehender Lehrer, also welche Lehrveranstaltungen, wenn du jetzt an die Veranstaltungen denkst, die da schon von dir absolviert worden sind, welche haben dir im Bereich Analysis als Vorbereitung oder als Hilfestellung auf den Beruf jetzt, am meisten geholfen?

B1: Hm, was halt, also, also als Grundlage natürlich einmal die Einführung, ohne der geht natürlich nichts, da hat man überhaupt einmal herausgefunden, was ist die Analysis, auf was baut die auf, sonst hätte ich jetzt natürlich auch andere Antworten gegeben vermutlich, ja.

I: Ja.

B1: Ah, das war eher also die Grundlage für mich. Dann sobald diese, ah, für Lehramtskandidaten, die, ahm, die Vorträge angefangen haben, ah, da waren halt dann, waren auch schon Dinge dabei, wo man sich überlegt, okay, ahm, da hat man vielleicht einmal einen anderen Gesichtspunkt gesehen, eine andere Zugangsweise, das könnte man vielleicht sogar in der Schule einmal, einmal einbringen, auch wenn es jetzt auf der Uni dann noch zu komplex ist, aber das ist jetzt schon anwendungsorientierter, ist ja keine Überraschung, ist ja für Lehramtskandidaten, und das jetzt einfacher herunter zu brechen für die Schüler. Ahm, Differentialgleichungen, ahm, muss ich ehrlich sagen, kenne ich den Oberstufenlehrplan zu wenig, ahm, ich glaube, Differenzengleichungen kommen im Lehrplan glaub ich vor, aber was ich weiß, in der, ahm, bei der Matura ja nicht.

I: Mhm, da müsste ich selber auch noch einmal nachschauen, ja.

B1: Also, von daher, für mich waren Differentialgleichungen interessant, und ich finde, man hat sehr viele Anwendungen drinnen gehabt, aber, ah, es ist halt dann doch eine Sackgasse wenn das dann nicht in der, in der, ah, im Schulalltag stattfindet. Also würd ich einmal sagen, vom Gefühl her, hat mir die am wenigsten gebracht. Ah, na und das Seminar zur Analysis für

Lehramtskandidaten, weil, ahm, erstens einmal haben wir da nur irgendwelche Vorträge gemacht, ah, die waren jetzt nicht so besonders…

I: Worum ist es da gegangen?

B1: Es ist weniger um die, also es ist schon teilweise um die Analysis gegangen, aber auch so um rechtliche Hintergründe vom BIFIE, wie das jetzt mit der neuen Matura ausschaut, hat jetzt nicht unbedingt so viel mit der Analysis zu tun gehabt, wir haben Schulbuchanalysen gehabt, ah, ja. Und dann haben wir noch, ah, irgendwelche Analysissätze in Latex schreiben müssen.

I: Als Latex-Übung.

B1: Als Latex-Übung zusätzlich, ja. Also das hat mir für die Analysis jetzt eigentlich nichts gebracht, ja. Ich hab ein bisschen Latex-Schreiben gelernt, hab ich aber seitdem auch schon wieder ein bisschen vergessen ehrlich gesagt, kaum. Ah, ja, Differential- und Integralrechnung vom X2 hab ich sehr interessant gefunden, ah, inwieweit das anwendbar ist, werde ich halt erst dann wirklich sehen, wenn ich dann selbst, ah, eine siebte oder achte Klasse in Mathematik unterrichte, das sind sehr interessante Ansätze, die Frage bleibt bei solchen Sachen dann halt immer, wie viel Zeit hat man.

I: Mhm.

B1: Wenn man viel Zeit hat, ah, findet man sicher bei den, ahm, Schulmathematikvorlesungen sehr viel hilfreiche Sachen. Wobei ich dazu sagen muss, ah, ich sag jetzt einmal X3, ahm, die, da hab ich zwar auch Übungen gemacht, jetzt nicht zu Analysis, aber ich hab so gesehen was sie so macht, und das waren eigentlich nur eins zu eins Rechnungen, die wir in der Schule auch gemacht haben, das hätt mir jetzt nicht wirklich zusätzlich etwas gebracht. Das würd höchstens den Leuten etwas bringen, die nie Nachhilfe gegeben haben und seit der Schule dann komplett weg sind von der Schulanalysis.

I: Mhm.

B1: Ja, das war es.

I: Ahm, und würdest du das für eine gute Idee halten, ahm, wenn man diese Schulmathematikvorlesung, die du ja zum Beispiel weit nach deiner eigentlichen Analysisausbildung im fachlichen Bereich gehört hast…

B1: Ja.

I: Wenn man die gleichzeitig, wenn du die gleichzeitig gehört hättest?

B1: Hm, das ist, glaub ich, unwesentlich. Wobei, ich find es eigentlich, so in der Nachbetrachtung, gar nicht so schlecht, dass man im zweiten Abschnitt erst drei Schulmathematikvorlesungen machen muss, insofern, weil da ist man dann wieder näher, ahm, am Schulgeschehen dran, da sind, da unterrichten schon manche, und da können sie direkt etwas mitnehmen, und man ist dann nicht fertig mit der Uni und die Schulmathematikvorlesungen sind drei bis vier Jahre zurück.

I: Mhm.

B1: Von daher finde ich es jetzt nicht wirklich notwendig, dass das jetzt, ah, gleichzeitig abläuft.

I: Ja, okay. Und du hast ja die Einführung in die Analysis zum Beispiel gemeinsam mit den Bachelorstudenten gehört.

B1: Ja.

I: Wie das halt zu der Zeit noch üblich war. Hältst du eine Trennung von Bachelor- und Lehramtsstudium von Anfang an, von Studienbeginn an, für sinnvoll?

B1: Ahm, also ich finde, das eine Semester parallel, ahm, war kein Problem für mich, ja. Also, der Vorteil ist natürlich, falls irgendwer, also ich sag einmal so: Prinzipiell, jetzt nicht unbedingt die Analysisausbildung, ich würd vorher schauen, dass die Personen irgendwann an die Schule kommen. Und wenn die dann im dritten Semester draufkommen, die Schule interessiert sie nicht, haben sie immer noch, ah, haben sie immer noch die Möglichkeit, ah, Mathematik Bachelor zu machen und sind jetzt nicht zu geschockt wenn sie dann umsteigen von Lehramt auf, auf Bachelor. Äh, ja, das einmal. Und zweitens: Ja, es ist hart für manche. Es ist insofern hart für manche, weil es einfach die grobe Umstellung ist von Schule auf, ähm, auf Uni, aber gerade wenn man davon ausgeht, ah, dass man, dass es ja immer wieder heißt, die besten Leute sollen an die Schule kommen, sollte man auch zumindest von den Leuten verlangen, dass sie das erste Semester parallel mit den Bachelorleuten machen, weil es ja keine unterschiedlichen Voraussetzungen gibt in dem Semester.

I: Mhm, das stimmt, die kommen eigentlich alle von der Matura, meistens.

B1: Ja.

I: Gut, würdest du an deiner Analysisausbildung, so wie du sie gehört hast da jetzt an der Uni, du bist ja jetzt schon fertig mit deinen Lehrveranstaltungen, würdest du da im Nachhinein irgendetwas ändern wollen noch? Ergänzungen, oder Wünsche, oder was ist dir überflüssig erschienen?

B1: Ahm, ja gerade in der Analysis muss ich sagen, habe ich gefühlsmäßig immer recht gute Vortragende gehabt, wenige Ausnahmen gibt es immer, ahm, von da her würd ich jetzt nicht unbedingt sagen, dass etwas überflüssig ist. Ahm, ja. Ergänzungen, weil wenn man sich das so anschaut: Man hat kaum, also eigentlich, ja, wirklich kaum Vorlesungen, die verpflichtend sind für Studenten, die sich auf die Schule beziehen, wie zum Beispiel die Schulmathematikvorlesung, die muss ich nicht machen, beziehungsweise auch das Seminar für Lehramtskandidaten, das dann auch in Richtung Schule geht, muss ich nicht machen. Ah, da ist halt dann die Frage, ob man das halt nicht schon ein bisschen aufteilen sollte, und schaut, dass man zumindest in jedem Block, also Algebra, ähm, was, Angewandte Mathematik, dass man da immer, immer ein bisschen etwas hat, ja. Weil sonst, ja. Ansonsten, von der Aufteilung her ist es natürlich schwierig, man hat nur eine begrenzte Anzahl an, an Vorlesungen. Ah, ich finde die Fachvorlesungen ebenfalls wichtig, die Tendenz geht ja eher weg davon, ah, ja. Eventuell schon noch, äh, die eine Übungsstunde würde ich einmal fast sagen, in, bei der Schulmathematik mehr, ja.

I: Mhm.

B1: Muss nicht unbedingt eine Vorlesungsstunde sein, aber eine Übungsstunde würde ich eher meinen, ja. Und die Seminare, zumindest so wie sie ich so gehabt hab, da könnte man dafür die Stunde wieder einsparen.

I: Das war zweistündig bei dir, das Seminar, ja?

B1: Ja, weil ich finde gerade im zweiten Abschnitt geht es schon viel mehr, ah, selbst sollte man viel praktisch machen, und viel sich über Beispiele Gedanken machen, das hab ich mir mehr, hätt ich mir mehr bei Übungen gemacht als bei Seminaren.

I: Mhm, okay. Ja, und damit sind wir schon am Ende des Interviews. Willst du noch irgendetwas ergänzen, irgendetwas anbringen?

B1: (kurze Pause) Ich glaub generell, es ist wichtig, dass die Lehrveranstaltungsleiter sich untereinander auch ein bisschen absprechen, dass man dann auch im Endeffekt wirklich weiß, was ein Student, der fertig ist mit dem Studium, ah, kann. Ob das jetzt Analysis oder sonst irgendetwas ist, ist egal, ja, wobei mir ist es ehrlich gesagt in der Analysis weniger so aufgefallen, ich hab, ah, zum Beispiel zweimal X1 gehabt hintereinander, und da war es auch natürlich, ah, aufeinanderfolgend. Aber, ah, es gibt schon teilweise so Kombinationen von Professoren, wo es sich immer wieder wiederholt.

I: Mhm.

B1: Und es ist bei mir eher in der Algebra gewesen, dass ich manches auch dreimal gehört hab. Und das ist dann wirklich schon eine Verschwendung von Zeit. Als Student, ganz ehrlich, ja, ist man dann wieder froh, man muss weniger lernen.

I: Ja.

B1: Aber als Uni gesehen, wär es natürlich sinnvoller, wenn sich die Professoren abreden, damit man halt wirklich weiß, in dem, bei der Vorlesung wird wirklich das behandelt, und auch wenn der Vortragende jetzt gerne irgendetwas anderes machen würde, sollte er sich bitte daran halten, damit man wirklich als Univerantwortlicher sagen kann: Meine Studenten können das, ja.

I: Okay. Dann vielen Dank, dass du dir Zeit genommen hast, und damit wären wir schon am Ende.

B1: Gut.

A.2 Interview 2

- Geschlecht: weiblich
- Studienfortschritt: 12. Semester
- Unterrichtserfahrung: im fachbezogenen Praktikum (FAP)

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☐ Vollständigkeit	☒ Vollständigkeit
☒ Folgen	☒ Folgen
☒ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☐ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☐ Komplexe Analysis

Interview 2, 28.04.2014:

I: Also, zuerst einmal als Intervieweinstieg: Warum habe ich dich gewählt, oder warum war ich damals im Seminar? Du studierst Lehramt, und damit wird sich das Interview befassen. Ich möchte dich nämlich hauptsächlich um eine Einschätzung bitten, inwiefern halt die Analysis-Ausbildung auf der Uni dir eine Hilfestellung ist für deinen zukünftigen Beruf. Du unterrichtest ja glaube ich noch nicht?

B2: Nein.

I: Okay. Als erstes würde ich einmal ganz gerne wissen: Welche Vorerfahrungen hast denn du vor dem Studium, also bevor du auf der Uni zum ersten Mal dich mit Analysis auseinandergesetzt hast, welche Vorerfahrungen hast du da mit dem Themenbereich schon gehabt?

B2: Eigentlich nicht so wirklich. (…) Eigentlich jetzt nicht so viele an sich, wenn man jetzt bedenkt den Begriff Analysis, weil ich habe in der Schulzeit noch nicht gewusst, dass gewisse Themen zu Analysis gehören. Ich habe nicht gewusst, dass es diese Trennung gibt, habe ich einfach in der Schulzeit nicht gewusst, habe das dann auf der Uni quasi erfahren. Und sonst, ja, halt (…) Schulstoff, ja. Außerhalb von der Schule nirgends.

I: War die Gewöhnung schnell, an die Analysis? (B2: Nein.) An die Einführung? Das war ja die erste Analysisvorlesung wahrscheinlich.

B2: Ja, vorher war nur die Einführung ins mathematische Arbeiten und, äh, ich war ehrlich gesagt ziemlich, hu, überfordert. Wie soll ich das jemals schaffen, dass ich Mathe studiere, das ist ja ganz anders als in der Schule. Also, ich habe mir das Studium auch ganz anders vorgestellt gehabt, weil ich habe mir gedacht, naja, das geht jetzt so weiter wie in der Schule und man macht die Sachen, die man in der Schule gemacht hat.

I: Ja. War das nur während der Einführung in die Analysis so, oder war das dann in der ganzen Fachausbildung so?

B2: Nein, das war generell, generell in der Fachausbildung war das so.

I: Okay. Was hätte dir da, was hättest du dir da gewünscht am Anfang?

B2: Ganz am Anfang (…) Es war inhaltlich eh gar nicht so schlecht, aber ich hätte mir, ähm, gewünscht, dass ein etwas sanfterer Einstieg quasi ist, weil, ähm, ich habe die Einführung, ja, siehst eh bei wem ich sie gemacht hab, und das war ziemlich, ähm, naja, ich bin mir schlecht behandelt vorgekommen, weil es ist sehr viel so vorausgesetzt worden, es war dann so (höhere Stimmlage) nein, und das ist das und das, und nein, das ist alles trivial und das ist banal, nein da machen wir den Beweis nicht, das braucht man nicht, weil das ist eh ganz trivial und so. Und das war ziemlich stressig, weil da bin ich viel nicht mitgekommen einfach, und man hat auch in dieser Vorlesung bei diesem Vortragenden ein bisschen das Gefühl gehabt, Lehramtskandidaten sind sowieso nicht recht viel wert. War auch nicht unbedingt förderlich, dass man sich jetzt so auseinandersetzt noch mit dem Stoff. Also der Einstieg an sich war nicht unbedingt sehr gut. Ich habe mir dann auch sehr schwer getan in den weiteren Analysisvorlesungen, ähm, die ich zuerst beim X4 besucht habe (I: Ja, ich sehe schon.) und habe aber dann die, nur die Übung gemacht und habe mich nicht drübergetraut über die Prüfung, ich habe sehr lang keine mündlichen Prüfungen machen können in Mathe, weil ich mich das nicht getraut habe durch den Einstieg von der Einführungsvorlesung in Analysis, die ich zwar auf Anhieb geschafft habe, aber nur mit einem Vierer, und das war, ich hab mich dann gefürchtet einfach vor mündlichen Matheprüfungen.

I: Wie waren dann die folgenden Prüfungen?

B2: Ja, das war dann, ich hab dann die Prüfungen recht spät gemacht dann, beim X5, und das war super, weil erstens (…) ähm, weil ich erstens einmal dann wirklich viel mehr verstanden habe, ähm, beim Skript durchackern, und es war für mich der Aufbau auch viel logischer und schlüssiger einfach, also weil ich habe dann einfach auch schon andere Vorlesungen besucht gehabt und Übungen gemacht, und das war für mich einfach am Beginn, gleich als Einstieg, noch zu schwer. Ich habe ein bisschen länger gebraucht, dass ich hineinkomme.

I: Und, du hast ja dann so ein bisschen didaktischere Vorlesungen auch gemacht, also zum Beispiel die Schulmathe-Vorlesung. Hast du da gefunden, dass die Schulmathematik, die du in der Schule brauchst, dass die gut thematisiert worden ist?

B2: Ja. Die ist sogar sehr gut thematisiert worden, nur, äh, mit einem Blick darüber, höher. Also es gibt auch Schulmathevorlesungen, wo, wo auch sehr viel von den Beispielen jetzt in der Übung, die du rechnest, die Aufgaben, sehr schulorientiert und schulnahe sind und eben in der Lehrveranstaltung war es eigentlich nicht so, sondern das war schon höher angelegt, dass das eher das Studierendenniveau ist, und dann kann man darüber diskutieren. Aber es ist sehr gut darauf eingegangen, auch auf Schwierigkeiten und Probleme, die sich da ergeben können, und verschiedene Ansätze, wie kann man es jetzt wirklich Schülern erklären.

I: Also, findest du, dass die Schulmathematik-Vorlesung, so wie du sie gehört hast, die du gerade beschrieben hast, sinnvoll? Oder würdest du da etwas ergänzen?

B2: Ähm, sie ist sinnvoll. Nur, zu dem damaligen Zeitpunkt, weil die hab ich auch als allererstes gemacht, also gleich im zweiten Semester glaube ich, oder im dritten, und war da eben auch noch nicht so fest. Und das war schon auch eine Herausforderung dann für mich, weil da waren dann doch die Aufgaben auch sehr schwer für mich. Das ist erst mit der Zeit gekommen, dass es leichter geworden ist, dass ich wirklich einen Durchblick gehabt habe. Aber das ist natürlich eine persönliche Geschichte.

I: Ja, und hast du Verbindungen gesehen zwischen dieser Schulmathe-Vorlesung und der Fachvorlesung? War das für dich irgendwie (B2: Ja.) hilfreich, dass du beides gehört hast?

B2: Ja, es war, es war schon hilfreich, weil vor allem dann mit mehreren Variablen, ähm, das auch thematisiert wurde, was ich eben vor der Uni noch gar nicht gekannt habe. Weil ich war in einem Oberstufenrealgymnasium, da ist das halt nicht vorgekommen, und habe ich auch nicht gekannt vor der, vor der Uni und das war dann schon hilfreich. Und auch generell, ähm, gewisse inhaltliche Punkte, die man einfach aus der Schulzeit nicht gekannt hat von der Differential- und Integralrechnung, die dann schon einmal thematisiert worden sind in der

Theorievorlesung, die dann doch noch ein bisschen schulbezogener in der Schulmathe-Vorlesung gekommen sind, das war dann schon, schon hilfreich.

I: Also zeitgleich mit der Schulmathematik hast du die, die reelle Analysis (B2: Genau.) in mehreren Variablen gemacht.

B2: Die habe ich besucht, ja.

I: Okay. Gut, ich würde jetzt zuerst einmal ganz gerne von dir wissen: Wie würdest du den Begriff Analysis jetzt, im mathematischen Sinn, jemandem erklären, der auch halt frisch auf der Uni ist, vielleicht vom Schulwissen inhaltlich ein bisschen etwas weiß, aber halt mit dem Begriff Analysis nichts anfangen kann?

B2: Oje (lacht). Ja, wie würde ich das erklären. Ganz unmathematisch, würd ich es jemandem erklären, der nicht Mathematik studiert, würde ich es ihm erklären mit was kommt drin vor, eben dass die Differential-Integral-Rechnung drin vorkommt, und dass das noch mehr das Fassbare und Konkretere ist, dass, wo man sich noch etwas vorstellen kann darunter. Algebra ist halt doch mehr abstrakt, was man sich nicht mehr so gut vorstellen kann. Und, ja, so würde es ich jetzt in meinem Alltag erklären.

I: Okay. Dann schauen wir einmal zu diesen Inhaltsbereichen, die du da angekreuzt hast. Da sehe ich, dass die komplexe Analysis weder auf der Uni noch im Schulunterricht bei dir wichtig ist. (B2: Mhm.) Warum?

B2: Weil ich die komplexe Analysis erstens einmal nicht viel gemacht habe, weil in der Vorlesung, in der Prüfung ist das nur noch ein Kapitel gewesen und das ist zur Prüfung gar nicht gekommen. Ähm, das heißt, ich habe selber wenig Einblick darin, und habe es bis jetzt noch nie gebraucht, weder im Schulischen noch jetzt auf der Uni, deswegen würde ich es auch für sinnvoll finden, dass man es gleich weglässt, weil ich habe es nicht gebraucht, und, ja. Ich denke auch, das geht schon etwas darüber hinaus, was man Schülern mitgeben sollte, und ich kann mir nicht vorstellen, dass man die komplexe Analysis irgendwo in der Schule braucht, aber ich habe auch keinen Einblick in HTL oder so, ich weiß nicht, wie weit man es dort macht, oder wie es im Lehrplan (I: Okay.) verankert ist.

I: Du hast vorher die mehrdimensionale Analysis kurz angesprochen, dass die bei dir in der Schulmathe sogar thematisiert worden ist, oder hab ich das?

B2: Ja, teilweise, ja.

I: Die habe ich da jetzt einmal nicht dazugeschrieben gehabt. Würdest du die da im Schulunterricht oder in der Ausbildung für, für Lehramtler, sinnvoll finden?

B2: In der Ausbildung ja. In der Ausbildung schon, also da finde ich das schon wichtig, dass man mehr lernt, also, dass man sich auch, einfach mehr weiß, als ich den Schülern dann vermittle. In der Schule finde ich nicht, dass es notwendig ist, nicht unbedingt. Wenn, dann eher in so Spezialisierungen wie einem Wahlpflichtfach oder so, dass man vielleicht, wenn man eine gute Gruppe hat, das einmal anschneidet, aber…

I: Okay. Dann sehe ich da noch, sonst waren alle Themenbereiche für die Ausbildung wichtig, Vollständigkeit und Stetigkeit aber in der Schule nicht.

B2: Ja.

I: Kannst du das auch irgendwie begründen, warum, warum du dich für die beiden Sachen gar nicht entschieden hast?

B2: Weil ich sehe das so, dass das (…) ich weiß nicht. Ich finde, sie sind, sie sind einmal prinzipiell nicht so wichtig, zumindest nicht so wichtig, dass sie jedes Mal pingelig und penibelst genau angewendet wird von den Schülern, weil es gibt so viel mehr, das sie einmal verstehen sollten. Natürlich ist es wichtig, dass ich auf, auf Vollständigkeit einen Wert lege, und dass ich auch mit dem Begriff Stetigkeit etwas anfangen kann, aber nur bis zu einem gewissen Grad in der Schule, finde ich.

I: Also würdest du, erwähnen würdest du es schon?

B2: Ja. Erwähnen würde ich es, und, aber ich würde es jetzt nicht ihnen unbedingt da mit formalen Definitionen und das müssen sie hinunterrattern, das, ich finde da gibt es einfach genug rundherum, das noch wichtiger ist.

I: Das heißt, vom Stellenwert her findest du die anderen Themenbereiche, dass man die genauer machen soll.

B2: Ja, ja. Weil es eher praktischer sind, Vollständigkeit und Stetigkeit ist schon wieder ein bisschen ein abstrakter Begriff, wo man sich als Schüler nicht unbedingt sich so viel darunter vorstellen kann, ja, mit Tricks und, ja, dann schon.

I: Ja. Ja, das passt ganz gut zu meiner nächsten Frage eigentlich schon, weil, man hat ja in der Hochschulmathematik, ich glaube das merkt man am, am Studieneinstieg eh sehr schlagartig, dass da halt die formale Genauigkeit sehr wichtig ist und die Exaktheit von den Begriffen. Wie wichtig schätzt du diese Fachsprache, diese mathematische, im Schulunterricht ein?

B2: Hm, wichtig dahingehend, dass ich erwähnt habe, wie es richtig gehört. Ich muss nur auch wiederum, so halt meine Einstellung, ich, es reicht mir, dass sie wissen, was es ist, und dass sie es verstehen, auch wenn ihnen aber dann diese exakten Begriffe nicht einfallen, aber sie können sie anwenden und verstehen, was da der Hintergrund ist, ist mir das Wichtige.

I: Aber sie sollten auf jeden Fall einmal gehört haben.

B2: Ja, schon.

I: Bei welchen Analysisthemen würdest du sagen, da sollte man mathematisch exakt arbeiten, so wie man es auf, also in die Richtung, in die man es auf der Hochschule macht, und bei welchen Themenbereichen würdest du sagen, da brauche ich Vereinfachungen, oder da sind Vereinfachungen das bessere Mittel? Wenn du dir die da jetzt anschaust? Oder wenn dir andere einfallen, kannst du sie natürlich auch sagen.

B2: (…) Das ist eine schwierige Frage. Weil prinzipiell, ja. Ich würde prinzipiell eher, naja, schon exakt einführen, dass quasi das alles gesehen wurde, und so gehört es, aber dann in der Anwendung muss nicht immer jedes Mal wieder das Formale so exakt und detailliert angeführt werden. Also, gerade Differentiation, Integration, beim Einführen, wie funktioniert das überhaupt, muss ich exakt sein, und dann in der Anwendung müssen sie es nur verstanden haben, wie sie es tun, so.

I: Das heißt, mit dem Hintergrundwissen, dass man es eh schon einmal exakt gehört hat (B2: Ja, genau.) kann man dann ein bisschen unbeschwerter arbeiten.

B2: Ja, genau. Also ich finde auch diese Exaktheit ist halt einfach so der Vollständigkeit halber, dass sie das gehört haben, und dann nicht, wenn sie es irgendwo anders hören, wenn sie Schule wechseln oder so, dass sie dann aufgeschmissen sind, dahingehend würde ich das schon einführen, aber ich finde es nicht wichtig, dass Schüler jedes Mal wieder formale Definitionen hinschreiben, oder bei Schularbeiten dass das abgeprüft wird, das find ich nicht sinnvoll. Ja, Folgen und Reihen, das sehe ich auch immer wieder bei Studienkollegen, die andere Fächer studieren, aber die auch die Mathevorlesungen durchkämpfen: Die sind auf dem Schulniveau natürlich, und haben auch wieder viel vergessen, und die haben gerade auch bei Folgen und Reihen mit Konvergenz und so ganz starke Probleme, aber denen hilft viel mehr, wenn man es ihnen nicht in der mathematischen Fachsprache erklärt, sondern einfach nur sagt, so geht das, und das ist wichtig, weil, aber ein bisschen simpler erklärt, quasi sich auch an den Wortschatz anpasst.

I: Und genau den Weg würdest du für den Schulunterricht auch wählen?

B2: Ja.

I: Okay. Dann noch eine letzte Frage zum, zur Analysis in der Schule: Was sollten Schülerinnen und Schüler deiner Meinung nach, wenn sie die Schullaufbahn abgeschlossen haben, also mit der AHS-Matura, mit der Gymnasiummatura, was sollten die über Analysis wissen?

B2: Ja, sie sollten die Basiskenntnisse und die Basiskompetenzen beherrschen. Sie sollten wissen, wie kann ich an alltägliche Probleme herangehen und das mit Hilfe der Analysis, wie jetzt Differentialrechnung oder, ähm, ja, oder auch Integral, also zum Beispiel nur, wär schon schön wenn jemand dann denkt: Ah, wie kann ich mir jetzt da von diesem aufblasbaren Swimmingpool das Volumen ausrechnen, und wenn dann nur ein Gedanke an (höhere Stimmlage) oh, ich könnte ja eine Funktion, und ein Integral, passt, sie müssen es nicht machen, aber nur wenn sie es verbinden können. Und dass einfach die Basis da ist.

I: Okay.

B2: Aber willst du etwas Konkretes wissen?

I: Nein, nein. Nur was, was dir du halt darunter vorstellst, wenn du dir vorstellst, du entlässt deine Schüler dann einfach ins Leben halt nach der, nach der Matura.

B2: Mit den Begriffen etwas anfangen können.

I: Okay. Mit allen, die da stehen, oder?

B2: Ja, sie sollten einfach das übertragen können und, ähm, damit etwas anfangen können, weil es einfach auch, heißt ja nicht umsonst allgemeinbildend, das gehört auch zur Allgemeinbildung, wenn man Gymnasialreife erlangt, dass man auch mit diesen Begriffen etwas anfangen kann, meiner Meinung nach.

I: Also über die Begriffe hast du jetzt gerade gesprochen, würdest du irgendwelche speziellen Methoden da auch noch nennen?

B2: Ja, einmal, für mich gehört es auch dazu dass ich noch etwas anfangen kann damit, mit einer, äh, sagen wir Kurvendiskussion, die einzelnen Schritte, damit, dass sie irgendwie wieder das Basiswissen haben, ah, ich weiß, die Steigung, ah, das ist ganz easy, weil da brauche ich eh nur die Ableitung, und dass das einfach verankert ist.

I: Und glaubst du, das brauchen sie dann nach der Matura noch sehr oft?

B2: Ich glaube, ehrlich gesagt, im Alltag nicht unbedingt, und sie vergessen auch ganz viel, aber sie werden genau auf diese Analysissachen immer wieder treffen, weil es ist relativ egal, was für einen Weg sie einschlagen, wenn sie studieren wollen, Wirtschaft, Medizin, ja, Medizin weiß ich nicht, aber eigentlich egal was, sie werden wieder darauf stoßen, und es hilft ihnen einfach, wenn sie es in der Schule schon, schon einmal verstanden haben.

I: Zumindest diese wesentlichen.

B2: Und fast in jedem Studium kommt nochmal Mathematik vor, und es kommen genau diese Analysis-Basics kommen.

I: Okay. Dann gehen wir zur Uni. (B2: Mhm.) Wir haben eh schon vorher kurz geredet über deine Veranstaltungen. Hast du da zum Beispiel die zusätzlichen, die habe ich da jetzt nicht hingeschrieben, hast du Angewandte Mathematik gemacht, (B2: Achso, ja.) war da Analysisbezug oder so?

B2: Angewandte Mathematik habe ich gemacht, aber war mit Algebra und nicht, (I: Okay.) also hauptsächlich Algebrabezug.

I: Und das Computerpraktikum?

B2. Ja.

I: War da ein Analysisbezug dabei? Das ist nur, das sind die Sachen, (B2: Ja.) wo es sein könnte, dass Analysis vorkommt, und die da jetzt in der Liste aber nicht genannt worden sind.

B2: Schon, bei anderen Gruppen, aber, weil wir haben Gruppenpräsentationen gemacht, und unser Thema war aber auch aus der Algebra. (16:56)

I: Aha.

B2: Ja. Ansonsten (…)

I: Und welche von den Veranstaltungen hat dir deiner Meinung nach am meisten geholfen, wenn du jetzt denkst, du steigst jetzt nach dem Studium dann ins Unterrichtsgeschehen, ins Berufsleben ein?

B2: Hm, das Seminar für Lehramtskandidaten.

I: Ja, wie hat das ausgeschaut, was habt ihr da gemacht?

B2: Wir haben Präsentationen gemacht über verschiedene, ähm, Themen, Schulthemen, aber auch viele Themen, die man so im Regelunterricht nicht macht. Also, zum Beispiel die, mit, ähm, die Logarithmustabellen, von denen eben auch viele dann das erste Mal gehört haben, und, ähm, hauptsächlich Themen für Wahlpflichtfach, aber es war eigentlich ganz spannend, weil es waren halt meistens Unterrichtsentwürfe und auch Einbettungen in den Lehrplan, wo könnte man das machen und so. Das war sehr schulbezogen, was mir gut gefallen hat, und (…) ja, und die, schon auch die beiden Vorlesungen Analysis in einer und mehreren, ähm, ja, Variablen, die im Nachhinein, die das erste Mal besuchen, hat es mir gar nichts gebracht, weil ich nicht mitgekommen bin, aber wie ich es dann wirklich noch gelernt habe für die Vorlesung ein paar Semester später, das hat wirklich viel gebracht, weil dann sind mir auch wiederum, ist wieder ein Knopf aufgegangen. Also auch für mich selbst. (I: Okay.) Weil…

I: Also du hast sie noch einmal zuerst beim X4 gemacht, und dann beim X5.

B2: Genau. Also, die, genau. Besucht hab ich sie beim X4, Prüfung gemacht beim X5, und mit seinem Skript, und die Übung habe ich auch beim X4 gemacht. Aber es hat mir einfach das vom X5, ähm, mehr gebracht, aber kann eben auch sein, dass das nur daran liegt, dass ich dann schon ein paar Semester fortgeschritten war. Also ich persönlich habe immer noch nicht ausgelernt in der Analysis, ich brauch da (I: Hast noch vor?) immer wieder. Ja, die Differentialgleichungen muss ich noch machen, die Übung habe ich schon, ich muss nur die Prüfung noch machen.

I: Okay. Also, gehört hast du sie schon?

B2: Ja.

I: Und hast du da das Gefühl, dass sie dir geholfen hat? Oder findest du Differentialgleichungen überhaupt wichtig halt, in der Schule, die stehen jetzt da in der Liste auch nicht dabei?

B2: Hm, ja, Differentialgleichungen finde ich sehr wichtig für HTL, und für AHS eigentlich gar nicht. Da finde ich, dass sie eigentlich nichts beitragen. Aber das, ich bin halt in einer AHS noch nicht auf sie gestoßen. Also, ich, wird auch nicht gemacht meines Wissens nach, dass Differentialgleichungen gebraucht werden.

I: Jetzt muss ich mir wirklich den Lehrplan herlegen, weil das war beim letzten Interview dann auch schon, dass wir das gemacht haben, (B2: Aber…) ob das jetzt eigentlich verpflichtend zu machen ist.

B2: Differentialgleichungen kommen im AHS-Lehrplan glaube ich nicht vor, meines Wissens. Aber ich, ich bin mir nicht sicher, aber ziemlich sicher.

I: Findest du es gut, dass es in der Ausbildung dann überhaupt einen Stellenwert hat?

B2: Ja.

I: Also so als eigene Vorlesung?

B2: Ja. Ich finde es schon gut, weil Differenz, erstens, Differentialgleichungen brauchst du halt ganz viel in den angewandten, ähm, Geschichten. Also eigentlich fast überall, wo viel Mathematik zur Anwendung kommt, vor allem wenn man ins Technische schaut, oder mit Physikbezug, ähm, braucht man Differentialgleichungen. Und wenn ich als Mathestudent selbst mit, um jetzt X13 zu zitieren, nur Lehramt-Mathestudent, ähm, finde ich es schon wichtig, dass man das gehört hat, weil einfach auch jetzt viel um irgendwie mithalten zu können in der Scientific Community, und dass man irgendwas versteht, muss man diese Basics einmal gehört haben. Man versteht eh trotzdem noch nichts (lacht) von, aber.

I: Aber zur, zur Allgemeinbildung würdest du es nicht dazuzählen?

B2: Nein. Nein, (I: Weil man es sonst ja auf einer AHS wahrscheinlich, einen höheren Stellenwert zuordnen würde.) eigentlich nicht. Ja, aber es kann auch sein, dass ich da nur geprägt bin von meiner eigenen Schulzeit, weil das hat es halt bei uns nicht gegeben. Ich kenne Differentialgleichungen auch nur von der Uni. Ich weiß nur, dass man es in der HTL macht, und da ist es sehr, sehr wichtig, gerade für Elektrotechnik und so, aber, ja.

I: Mhm. Gehen wir vielleicht wieder ein auf die Einführung in die Analysis, auf die Vorlesung. Da hast du ja keine besonders guten Erfahrungen damit gemacht (B2: Nein.) hast du vorher geschildert. Wie kannst dir du vorstellen, wäre der Uni ein besserer Übergang von der Schule auf die Uni in der Analysis gelungen, bei dir jetzt? Was hätte die Uni machen müssen, damit du dich schneller zurechtfindest?

B2: Es hätte einfach, ich glaube in dem Fall hätte es einfach nur gereicht, wenn der Vortragende ein anderer gewesen wäre. Weil das war einfach wirklich Horror, und das war so richtig, nicht vom Inhalt, ja, das kann ruhig sein, dass das so ist und dass das ein schwieriger Stoff ist, nach der Schule direkt. Das ist schon klar, weil wenn du dann das erste Mal deine Definitionen hast, was heißt jetzt eigentlich Stetigkeit und was, was ist das mit Epsilon, oh Gott, dann, hm, hm. Ich meine, das ist einfach schwierig, nach der Schule, und, aber es ist da glaube ich wirklich nur einmal um dieses Behandeln der Studierenden gegangen. Das war das, was mich so abgeschreckt hat dann.

I: War das in der Übung auch so?

B2: Nein. Nein, in der Übung gar nicht. In der Übung war ein recht ein freundlicher Umgang, ein wirklich offenes Klima, wo man Fragen stellen kann und so. Aber es war einfach in der Vorlesung zu schnell und zu konfus für Erstsemestrige. Weil das war schon Mathematikerniveau, das man einfach nicht hat im ersten Semester, weil da hat man noch zu kämpfen, dass man überhaupt einzelne Wörter versteht, was die heißen sollen.

I: Ist das bei der Einführungs, also, Vorlesung, also bei der Einführung in das mathematische Arbeiten, ist da sich halbwegs bemüht worden um einen Übergang?

B2: Ja, ja. Ja, eigentlich schon. Weil da ist sehr ausführlich und lange erklärt worden, was die einzelnen Begriffe eigentlich jetzt heißen, und da war auch noch ein bisschen offener, dieses, ich kann auch nachfragen, das, solche Sachen.

I: Ist es da teilweise auch um Analysisbegriffe gegangen?

B2: Ja, auch. Auch.

I: Bei wem hast die du gehört? Dann schreib ich mir das vielleicht dazu.

B2: X6. (…) Ja, das hat mir gut gefallen. Und da bin ich auch gut mitgekommen. Ich meine, auch nicht von Anfang an, aber das habe ich lernen können, und das war nicht so ein Problem. Nach dem habe ich mir eigentlich auch gedacht, ja, das wird, Mathestudieren wird. Und dann ist die Einführung in das Analysisstudium, äh, die Vorlesung gekommen.

I: Also da hat dich dann der Schock zum ersten Mal so richtig getroffen.

B2: Ja. Das war, und das war für mich persönlich wirklich ein massiver Schock. Weil wie gesagt, ich hab dann sicher drei Semester keine mündliche Prüfung machen können, und ich habe mich wirklich gefürchtet vor Matheprüfungen.

I: War das in Algebra auch so?

B2: Ähm, in Algebra prinzipiell auch so, weil das hat einfach auch gezehrt. Ich habe auch die ersten zwei Semester noch nicht großartig unterscheiden können zwischen Analysis und Algebra. Ja, aber es ist dann eh wieder gekommen. Ja, haben aber auch wieder eigene, die einzelnen Persönlichkeiten der Lehrveranstaltungsleiter dazu beigetragen.

I: Okay. Also immer sehr vom Vortragenden abhängig.

B2: Ja, sehr.

I: Ja, nur ganz kurz zusammenfassend: Was würdest du im Nachhinein ändern wollen jetzt an, an der Analysisausbildung an der Uni?

B2: Manchmal doch ein bisschen herabsteigen von dem (höhere Stimmlage) ja, Mathematischen, sondern auch einmal ein bisschen simpler erklären. So, wirklich dieses, lieber ich kriege etwas fünfmal erklärt und ich fadisiere mich kurzzeitig, weil ich es eh weiß, als ich komme gar nicht mit, weil gar nicht darauf eingegangen wird, dass man das noch nicht wissen kann.

I: Ja. Und bis auf die komplexe Analysis, würde dir da noch etwas einfallen, was man inhaltlich jetzt noch wegkürzen könnte, von dem was du da gehört hast bis jetzt? Weil du hast ja gesagt, diese Logarithmustabellen zum Beispiel, die ihr da im Seminar thematisiert habt, das war ja eine gute Erfahrung für dich eigentlich?

B2: Ja, ja, genau. (I: Dass da mehr gemacht worden ist als man in der Schule dann eigentlich braucht.) Ja. Ja, und die, ich meine diese, wiederum diese Logarithmustabellen hätte man wahrscheinlich auch nicht verstanden mit reinem Schulstoff. Also, jetzt von vornherein.

I: Mhm. Das heißt, da war dann vielleicht auch die Zeit, die im Studium schon vergangen ist, ein bisschen wichtig dafür?

B2: Genau. Weil, einfach auch durch die Basisausbildung die vorher schon da war, hat man da kein Problem gehabt, dass man sich da einliest und das versteht. Und das hätte man halt vielleicht auch direkt nach der Schule noch nicht gekonnt.

I: Findest du, dass man das am Anfang gleich lernen sollte, wie man in etwas einliest, wie man sich zurechtfindet (B2: Ja.) oder glaubst du, kommt, muss das einfach mit der Zeit kommen?

B2: Vielleicht auch so Techniken. Es wäre vielleicht gar nicht schlecht, wenn man einfach auch einmal so, vielleicht noch mehr Unterstützung hat im Sinne von, naja, wie macht man das überhaupt. Wie geht man heran an ein Matheskript. Wie, vielleicht Lerntipps. Ich weiß es nicht, so ein Methodenrepertoire, wie, wie gehe ich einfach heran an das. Weil es ist auch ganz schwierig, wenn man immer gewohnt ist, man liest Texte, und die lernt man, ähm, dass man plötzlich nur noch lernt: Definition, Satz, Beweis, Definition, Satz, Beweis. Oder: Wie merkt man sich Beweise, habe ich irrsinnig schwierig gefunden, selbst wenn ich beim Lesen verstanden habe, was passiert, ich habe es mir nicht merken können.

I: Hast du dich überhaupt schnell mit der, mit der, mit der Technik, mit der mathematischen Arbeitsweise zurechtgefunden? (B2: Nein.) Das Schlussfolgern, das logische?

B2: Nein. Gar nicht.

I: Mittlerweile?

B2: Nicht immer, aber häufiger (lacht). Also ich tu mir, also ich generell tu mir schwer mit Beweisführungen, auch wenn ich es nachvollziehen kann, aber ich würde, ich komme nicht selber drauf sehr oft einfach.

I: Würdest du so etwas in der Schule machen, so einen, einen Beweis führen?

B2: Simpel, ja. Also, das ist auch bei mir der Unterschied, irgendwelche Beweise, die für mich komplett logisch nachvollziehbar sind, ja. Wenn das aber dann Beweisführungen sind, die für mich schon ins Abstrakte gehen, mit (höhere Stimmlage) ah, da nehmen wir halt jetzt einfach einmal irgendeine Zahl, und die tun wir dazu, das ist für mich nicht mehr logisch. Weil es ist ja sehr oft dann auch nicht begründet, sondern da merkst du, okay, die haben nicht ohne Grund da hundert Jahre daran gefeilt, dass sie genau auf diese Zahl kommen, die sie einsetzen müssen. (I: Ja, ja.) Und so kann ich es mir dann oft dann nicht merken. Aber in der Schule, (I: Weil man keinen Einblick hat, meinst du?), genau, aber in der Schule schon Beweisführungen, aber eben simpel und auf einem passenden Niveau. Also ich habe auch im FAP mit ihnen einen Beweis gemacht, ganz einen simplen, und habe ihnen dann auch erklärt, wie können sie überhaupt selber etwas zeigen. Äh, ist gut angekommen, haben sie auch total schnell verstanden, aber sehr komplizierte Sachen würde ich nicht machen mit ihnen.

I: Also hast du schon das Gefühl gehabt in der Schule, dass das den Schülern auch taugt, wenn sie das sehen, (B2: Ja.) wie das Strenge funktioniert.

B2: Ja, das war einfach dieses, ähm, herzeigen, und ausprobieren. Das war so ein bisschen noch dieses, ähm, Herumprobieren und ah, das braucht man ja nur ausrechnen und einsetzen da in die Definition. Das hat ihnen dann schon gefallen, weil quasi dann das da war, dieses Lob, wow, sie haben es jetzt geschafft, dass sie selbst was zeigen, und das hat ihnen schon recht getaugt.

I: Mhm, hast du das Gefühl gehabt dass das dann einen höheren Stellenwert gehabt hat als das normale Rechnen dann, für die Schüler? Also dass sie dann gemerkt haben, da ist irgendwie schon mehr passiert?

B2: Hm, ja, irgendwie schon. Weil es mehrere Schritte waren. Es war dann nicht nur eine Rechnung, also es war konkret bei den Änderungsmaßen von Funktionen.

I: Also eh ein Analysisbezug, super.

B2: Genau.

I: Du hast ja die Einführungsvorlesung, die erste, gemeinsam mit den Bachelorstudenten (B2: Ja.) gehört.

B2: Genau.

I: Hältst du es für sinnvoll, wenn man das von Anfang an trennen würde? Von Studienbeginn an, oder?

B2: Nein, ich finde nicht. Nein, ich weiß es nicht, hm, nein weiß ich wirklich nicht, weil ich denke Bachelor- und Lehramtsstudenten geht es ähnlich, kommen beide auf die Uni und haben beide gleich viel Ahnung, gleich viel Vorahnung. Also das finde ich nicht so schlecht, dass da einfach die ersten Sachen noch gemeinsam sind. Das stört mich nicht, stört mich gar nicht. Weil da ist es auch noch nicht so konkret, weil das sind ja wirklich nur einmal Basics, und Einführung ins mathematische Arbeiten, und aus, also.

I: Also inhaltlich sagst du, das was da Bachelor brauchen am Anfang, das ist absolut auch das (B2: Genau.), was auch die Lehramtler brauchen.

B2: Genau, also da finde ich wirklich keinen Unterschied in den Einführungsvorlesungen. Das ist exakt das, was man braucht.

I: Und wenn man in die Zukunft schaut, also angenommen, du bist jetzt in einer Einführungsvorlesung als Lehramtskandidat, dann willst du ja doch vielleicht schon den Schulbezug schon eher drinnen haben.

B2: Ja.

I: Denkst du, dass der für Bachelorkandidaten auch sinnvoll ist, wenn die das hören?

B2: Nein.

I: Okay.

B2: Denke ich nicht, ich glaube auch, ich glaube auch nicht, dass das sinnvoll ist, weil die interessiert das vielleicht auch einfach nicht. Manche vielleicht schon, aber nicht alle. Aber es ist, ja, durchaus sinnvoll, wenn man eine Einführungsvorlesung vielleicht dann auch so umändert oder abwandelt, dass sie gleich mit Schulbezug arbeiten, weil dann ist es vielleicht auch wirklich noch einmal ein schönerer Einstieg und man fragt sich nicht semesterlang, hm, brauche ich das wirklich? Ich meine, im Nachhinein kommt man eh einmal drauf, dass man die Sachen schon braucht, nur am Anfang des Studiums…

I: Wann? Wann kommt man da drauf?

B2: Wann kommt man da drauf.

I: Oder wann bist du draufgekommen, wenn du jetzt sagst, man kommt dann eh drauf, dass, dass man es braucht?

B2: Man kommt glaube ich wirklich erst dann drauf, wenn man einmal einen Durchblick hat, wenn man, wenn man einmal einen Großteil verstanden hat, was an der Tafel vorn passiert in einer Vorlesung. Oder zumindest dann beim Lernen für die Prüfung. Weil es ist einfach sehr lange so, dass man nicht versteht, was man lernt. Also, nicht bei allen, natürlich nicht, aber es gibt viele, die wirklich das lernen und keine Ahnung haben, die ersten paar Semester.

I: Du meinst, man braucht einen Überblick über das Ganze, bevor man überhaupt beurteilen kann, wie viel einem das bringt.

B2: Ja.

I: Okay, ja damit sind wir eigentlich schon am Ende vom Interview. Möchtest du von deiner Seite noch irgendetwas hinzufügen, ergänzen?

B2: Hm, ja, (lacht) ein bisschen darauf eingehen, dass es Studierende sind, und keine fertigen Mathematiker und Doktoren, das wäre schon ein Anliegen.

I: Das spricht jetzt den Studienbeginn vor allem an, oder?

B2: Ja, vor allem den Studienbeginn, weil man kann einfach viel noch nicht wissen. Und es entmutigt wirklich unheimlich, gerade in der Mathematik. Im Zweitfach war der Einstieg nichts anderes wie jetzt, das ist, da war das nicht so ein Riesensprung von der Schule.

I: War im Zweitfach der Sprung von der Schule auf die Uni auch überhaupt nicht so groß wie in Mathe?

B2: Absolut nicht, gar nicht. Da kommst du von vornherein mit, das sind zwar neue Inhalte, die man hört, aber man kommt mit, weil es ist dieselbe Sprache. Mathematik ist halt trotzdem noch einmal eine neue Sprache, die man lernen muss. Also, das ist schon ein Riesensprung, und es, ja, ich habe mit hundertfünfzig Kollegen angefangen, und es sind jetzt nur fünfzig ungefähr, die übrig geblieben sind.

I: Ja. Im Zweitfach auch nicht so, dass so viele abspringen?

B2: Niemand.

I: Mhm, mhm. Ja, das ist wahrscheinlich schon.

B2: Mathe springen irrsinnig viele ab, weil es ist wirklich, ich finde, es ist irrsinnig schwer, dass man sich einmal zurechtfindet da drin. Und wenn man, ich habe auch nur durchgehalten, weil ich mir gedacht habe, nein, irgendwann geht mir ein Knopf auf, irgendwann, auch wenn ich jetzt nichts verstehe, aber irgendwann werde ich es verstehen.

I: Und hätte das für dich immer auch einen Sinn gemacht, also wenn du es verstanden hättest, wärst du zufrieden gewesen damit, oder hast du dich oft gefragt, okay, wofür brauche ich das überhaupt?

B2: Ja, habe ich mich sehr oft gefragt, ja. Habe ich mich wirklich oft gefragt. Aber es ist dann tatsächlich gekommen. Ich habe halt jetzt viel mehr Verständnis dafür, warum man alles lernen muss, weil es einfach alles zusammenhängt und man muss einfach das einmal gehört haben. Und man muss das wissen, woher das überhaupt kommt.

I: Also, fühlst du dich jetzt im Nachhinein betrachtet schon so, als hättest du ein bisschen einen höheren Blick auf das Ganze bekommen? (B2: Ja, ja.) Auch wenn du es damals nicht so empfunden hast.

B2: Das schon, ja.

I: Okay. Ja gut, also, wenn du keine Ergänzungen mehr hast sonst.

B2: (…) Hm, nein. Nein, eigentlich jetzt nicht.

I: Dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast.

B2: Bitte.

A.3 Interview 3

- Geschlecht: männlich
- Studienfortschritt: abgeschlossen
- Unterrichtserfahrung: 1 Schuljahr, unterrichtete Mathematikklassen: Unterstufe

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE) (äquivalente VO auf der Fakultät für Physik besucht)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)

Angekreuzte Inhaltsbereiche: Der Befragte nahm eine zusätzliche Abstufung vor: Mit ☑ versehene Inhaltsbereiche wurden als nicht ganz so wichtig eingeschätzt wie solche, die mit ⊠ gekennzeichnet wurden.

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☑ Vollständigkeit	⊠ Vollständigkeit
☑ Folgen	⊠ Folgen
☑ Reihen	⊠ Reihen
⊠ Grenzwertbegriff	⊠ Grenzwertbegriff
⊠ Funktionen	⊠ Funktionen
□ Stetigkeit	⊠ Stetigkeit
⊠ Differentiation	⊠ Differentiation
☑ Integration	⊠ Integration
□ Komplexe Analysis	□ Komplexe Analysis

Interview 3, 29.04.2014:

I: Gut, warum habe ich dich als Interviewpartner überhaupt gewählt? Ja, dadurch, dass du als Lehramtsstudierender ja schon fertig bist, entsprichst du der Zielgruppe von Leuten, die das Studium noch nicht so lange hinter sich haben und gleichzeitig aber auch schon im Schulgeschehen stehen und das beruflich ein bisschen einschätzen können, was ihnen die Ausbildung dann bringt. Meine erste Frage ist einmal: Welche Vorerfahrungen hast du zum Begriff Analysis oder allgemein zur Analysis gehabt, bevor du dich auf der Uni zum ersten Mal damit auseinandergesetzt hast?

B3: Naja, unter dem Begriff der Analysis eigentlich gar nichts. Weil die Analysis ja eigentlich, also den Begriff hatten wir in der Oberstufe oder so nie. Das war halt, was weiß ich, Differenzieren, Integrieren, aber es war halt nie unter dem Thema Analysis. Aber grundsätzlich, die Punkte, die du auch am ersten Zettel draufgeschrieben hast, also, wir haben im Gymnasium natürlich, also ich war in einem Realgymnasium, wir haben natürlich differenziert, wir haben integriert, Funktionsbegriffe auch gehabt, Folgen und Reihen kam bei uns auch, Grenzwerte genauso, ja eh, bei Stetigkeit und Vollständigkeit würde ich denke ich sehr sicher auch sagen, dass wir das hatten, aber halt nicht unter diesem Begriff der Analysis. Aber grundsätzlich, all die Dinge, die ich da auch angekreuzt oder angekreist habe, haben wir im Unterricht eigentlich besprochen bei uns.

I: Okay, hat dir da nichts gefehlt am Anfang?

B3: Hm, nein, eigentlich nicht. Wobei ich eben dazusagen muss, die Einführung in die Analysis habe ich auch in der Physik gemacht, das heißt, weiß nicht, ob sich das unterscheidet auf der Mathe, diese Einführungsvorlesung von der Physik, weil ich habe sie mir ja anrechnen lassen. Aber grundsätzlich ist mir die Vor, also Einführung in die Analysis auch auf der Physik relativ einfach gefallen, oder relativ verständlich, das war noch nicht so kompliziert.

I: Hast du dann später, wie du die Folgevorlesungen gemacht hast, hast du da das Gefühl gehabt dass dir da etwas fehlt? Weil du die Einführung ja jetzt nicht auf der Mathe gemacht hast, sondern auf der Physik?

B3: Nein, das nicht, wobei ich allgemein finde, also, dass beim X4 das relativ übersichtlich und relativ einfach war, also ich glaube, es gibt sicher schwierigere Vortragende. Weiß nicht, inwiefern das vielleicht auch davon abgehangen ist.

I: Okay. Also…

B3: Also ich habe nämlich zum Beispiel auch, ich hab Analysis II, das hat bei uns geheißen Analysis I und Analysis II, Analysis I beim X8 war extrem einfach, da habe ich einen Einser gehabt, Analysis II war eine Katastrophe, das habe ich auf der Physik gemacht, da habe ich gleich einmal eingefetzt bei der ersten Prüfung.

I: Wie bist du überhaupt auf die Idee gekommen, dass du das auf der Physik machst, statt auf der Mathe?

B3: Weil ich mit Physik Bachelor eigentlich begonnen habe. (I: Ach so.) Lehramt habe ich dann erst nach einem Jahr gewechselt.

I: Aha, okay. Warum hast du gewechselt?

B3: Weil ich mir nicht vorstellen konnte, dass das, einerseits das Physikstudium etwas für mich ist und andererseits habe ich mir dann auch nicht wirklich vorstellen können, wie ich da mein, mein Brot irgendwie damit dann später verdienen soll, sodass das ein erfüllender Beruf ist. Lehre hat mich nicht wirklich interessiert auf der Uni, und ja, ich habe da ein bisschen wenige Perspektiven gesehen, die mich eben erfüllen.

I: Okay, und du hast da eh schon angekreuzt, auf dem Fragebogen, welche Inhaltsbereiche du wichtig findest.

B3: Ja.

I: Fangen wir einmal mit der Schule an. Warum würdest du da die komplexe Analysis komplett ausschließen?

B3: Weil ich glaube, dass es einfach im Gymnasium sowieso nicht vonnöten ist, dass jemand diese Fähigkeiten besitzt. Und selbst im Realgymnasium, wenn es einen naturwissenschaftlichen Schwerpunkt gibt, glaube ich einfach, dass das Dinge sind, die einerseits von dem Anspruch und vom Niveau nicht unbedingt in, in die Schule passen, andererseits auch aus zeitlichen Gründen. Also wenn ich sagen würde, grundsätzlich ist es ja schon so, dass man immer wieder auch auf die Zeit schauen muss, wie komme ich voran mit dem Stoff, und dann sage ich auf jeden Fall, das ist das, was ich als erstes entbehren würde, weil die anderen einfach viel grundlegendere Dinge sind.

I: Und gibt es da irgendwelche Inhaltsbereiche, die du noch hinzufügen würdest, wenn du jetzt an die gesamte Analysisausbildung in der Schule einmal denkst?

B3: Mir würde jetzt nichts einfallen, nein.

I: Und warum sind Vollständigkeit, Folgen und Reihen und dann Integration vor allem später, nicht so wichtig wie zum Beispiel Differentiation?

B3: Weil Differentiation glaube ich eher Dinge sind, die man vielleicht auf Alltagsbezüge noch über, ummünzen kann.

I: Was wäre das zum Beispiel?

B3: Naja, so, also grundsätzlich wie man auch vielleicht das Differential einführt über Grenzgeschwindigkeiten oder so.

I: Mhm. Und bei der Integration (B3: Momentangeschwindigkeiten.) siehst du die Möglichkeit nicht so?

B3: Naja, schon auch. Aber es ist eben halt nur eine, es ist ja auch eher nur eine, als eine leichte Staffelung gedacht. Ich würde jetzt, ich würde jetzt nie auf die Idee kommen, dass ich sage, Integration soll aus dem Schulunterricht raus, ich sage nur, wenn ich vielleicht mangelnde Zeit habe, würde ich diesen vier Punkten wahrscheinlich eher mehr Zeit oder mehr Fläche einräumen als, als den anderen vier.

I: Alles klar. Und bei der Lehramtsausbildung? (B3: Ja, da…) Da hast du ja alles als recht wichtig eingeschätzt.

B3: Ja, weil, ich finde, das sind halt alles Dinge, die zur Analysis dazugehören, und wo man fundierte Ausbildung haben sollte, damit man den Kindern das auch irgendwie beibringen kann, wobei ich eben auch wieder die komplexe Analysis da ein bisschen herausnehmen würde, weil ich denke nicht, dass das ein zwingendes Werkzeug ist, das ein AHS-Lehrer besitzen muss, um den Schülern das irgendwie vermitteln oder beibringen zu können.

I: Ja. Und diese Begriffe, die dir da wichtig sind, kommen ja alle in der Schule selbst schon vor. (B3: Mhm.) Gibt es da noch irgendetwas in der Ausbildung, was darüber hinausgehen sollte, über die, über die…

B3: Naja, also von den Themenblöcken finde ich nicht, die Frage ist halt immer, wie intensiv man Dinge dann betreibt. Weil bei Integration ist es ja zum Beispiel so, also wie ich das jetzt bei mir im Schulgeschehen mitkommen würde, ist das eher auch ein Themengebiet, das glaube ich immer kleiner geschrumpft werden wird durch die neue Matura. Also, was wir zwei noch gelernt haben, Substitutionsmethoden, Partialbruchzerlegungen, ich glaube, so etwas wird man einfach, werden wir seltener noch unterrichten.

I: Findest du das eine gute Entwicklung, die die Ausbildung in der Schule da jetzt gerade macht?

B3: Naja, (…) teils, teils. Ich finde es schon gut, dass halt versucht wird, mehr in Richtung Verständnis zu arbeiten. Also, so sture Kurvendiskussionen, wofür man das wirklich braucht, wenn ich einen Laptop oder Computer habe, ist wirklich fragwürdig, da ist es mir eben lieber, jemand weiß, was die erste Ableitung überhaupt bildlich bedeutet oder was ein Integral überhaupt bildlich bedeutet, als er kann ein extrem kompliziertes Integral mit zweifacher Substitution und Partialbruchzerlegung lösen.

I: Und wie weit sollte dann die Lehramtausbildung über dieses Schulwissen hinausgehen?

B3: Naja, grundsätzlich muss ich da schon sagen, also, dass ich den Eindruck gewonnen habe, dass da die Analysisausbildung auf der Mathe eigentlich eh relativ gut war. Also, es reicht sicher nicht, wenn man Schulbuchwissen hat und dort aufhört, weil eben dann Hintergrundwissen fehlt, oder vielleicht auch Alternativmöglichkeiten, wie man Dinge erklären kann, wenn jemand eben irgendetwas nicht versteht, also das, da sollte natürlich die Universitätsausbildung doch wesentlich tiefgreifender sein als…

I: Ja. Gibt es da noch irgendwelche Bereiche, die du hinzufügen würdest? Also, ich denke zum Beispiel jetzt an mehrdimensionale Analysis, das man normalerweise vielleicht macht in der Ausbildung, das ich da jetzt nicht draufgeschrieben habe.

B3: Ja, wobei (…), ja ich, also das Mehrdimensionale sehe ich auch irgendwie ein bisschen auch in den Dingen bereits drinnen, also Differenzieren kann ich ja auch bereits mehrdimensional betrachten. Also es ist ja da für mich eben ein bisschen inkludiert. Oder so habe ich es zumindest verstanden.

I: Die Inhaltsbereiche sind dieselben wie in der Schule, die wichtig sind, aber man kann trotzdem (B3: Genau.) noch weit mehr machen.

B3: Mhm.

I: Jetzt haben wir uns kurz mit den Inhaltsbereichen auseinandergesetzt. Wie würdest du den Begriff Analysis jetzt im, im mathematischen Sinn, möglichst kurz und prägnant zusammenfassen?

B3: Das ist eine… (I: Auf den Punkt bringen.) ja, das ist eine sehr interessante Frage, weil das habe ich mich auch schon oft gefragt (lacht), (I: Ja (lacht).) wie man das machen würde, und ich habe es mit ehrlich gesagt nie überlegt, und, wie könnte ich das. (…) Hm, das ist eine sehr gute Frage. Dass ich das jetzt beim Interview machen muss, ist blöd (lacht). (…) Naja, es ist irgendwie eine Lehre von den, ich würde sagen, eine Lehre von den Zahlenmengen und funktionalen Zusammenhängen oder funktionalen Strukturen, wenn ich ganz kurz und bündig machen müsste.

I: Ja genau, so war es gedacht. Möglichst, möglichst (B3: Genau.) bündig einfach.

B3: Ja, da würde ich sagen, die Lehre von Zahlenmengen und funktionalen Zusammenhängen oder Strukturen.

I: Okay. Gehen wir zum mathematischen Arbeiten in der Schule jetzt, wo wir vorher eh schon kurz waren. Du wirst dich ja von deiner Uniausbildung noch daran erinnern können, dass das auf der Hochschule einfach sehr wichtig ist, dass man möglichst exakt ist (B3: Mhm). Dass man die fachliche Genauigkeit betont. Wie wichtig schätzt du diese Fachsprache für den schulischen Unterricht ein?

B3: Ähm, schon sehr wichtig, wobei ich auch sagen würde, dass es altersstufenabhängig ist. Also, und adäquat eben auch vermittelt werden sollte. Ein, ein Erstklässler muss natürlich nicht fachlich fundiert und logisch argumentieren können, aber ich glaube auch dort, dass, dass man dort bereits beginnen kann, zumindest fachliche Formulierungen, dass der Flächeninhalt eines Rechtecks das Produkt der Seiten ist, sodass man die Seiten multiplizieren muss, dass zumindest solche Dinge formuliert werden können, und das von der Ersten bis zur Achten dann halt immer dementsprechend auch gesteigert wird.

I: Und würdest du diese Epsilon-Delta-Sprache, die jetzt in der Analysis vorkommt, (B3: Okay.) beim Grenzwert zum Beispiel, würdest du die, oder bei der Stetigkeit, würdest du die in der Schule auch, dass es, für wichtig empfinden?

B3: Dadurch, dass ich es noch nicht unterrichtet habe, habe ich mich damit noch nicht so beschäftigt, wie ich das eben vermitteln würde. Aber ich glaube, ich würde zumindest versuchen, dass, möglichst simpel, also eher davon wegzukommen, es sei ein Epsilon größer Null oder so, von diesen Problemkreisen, von denen ist man doch auch vom Studium ziemlich geprägt. Also, aber die Frage ist halt, ich weiß nicht ob so etwas überhaupt möglich ist, weil ich es mir noch nicht (I: Ja.) so überlegt habe, aber ich…

I: Gut, das, das wäre gleich meine nächste Frage gewesen, also, welche von diesen Themenbereichen würdest du jetzt einmal vermuten, wo kann man möglichst exakt oder wo sollte man möglichst exakt arbeiten, und wo kann man doch eher Vereinfachungen treffen.

B3: Ja, (I: Oder wo muss man Vereinfachungen treffen.) was, was mir bei möglichst exakt vielleicht gleich einfällt, wäre der Grenzwertbegriff, dass man da eben, weil da, da dieser dynamische Prozess glaube ich oft nicht verstanden wird, dass eben ein Grenzwert eben etwas Dynamisches ist, wo ein, ein Index, eine Variable erst gegen etwas strebt und das Endprodukt dann eben erst der Limes ist. Sonst eben, ja Stetigkeit, bei Stetigkeit glaube ich, würde mir reichen jetzt eher eine unexakte Formulierung. Also, wenn ein Schüler sagt, dass ich halt, wenn ich mit dem Stift oder so die Funktion entlang gehe, ohne absetzen zu müssen, ist das stetig, wäre das für mich schon, der hat was verstanden, da wäre für mich (I: Würde das für dich schon, schon reichen?) Jetzt, ohne es unterrichtet zu haben, würde ich einmal sagen, ja, das ist.

I: Würdest du im Schulunterricht dann darauf hinweisen, dass es die, die fachlich exakte Version von, von der Stetigkeitsdefinition, dass die (B3: Ich würde wahrscheinlich sagen…) doch in eine andere Richtung geht?

B3: Ich würde sagen, für uns reicht das, aber es ist nicht das hundertprozentig Exakte und Richtige. Aber das ist eben die Frage, inwiefern man da wirklich. Mir ist lieber, sie haben die Stetigkeit verstanden, als sie können die Stetigkeit exakt formulieren, sagen wir es so.

I: Ja, ja. Was, was meinst du mit Stetigkeit verstehen dann?

B3: Dass die ein Bild davon eben haben. Sie können sich vorstellen, oder sie können, sie können anhand vorgegebener Funktionen bestimmen, ob die stetig sind oder nicht. Aber ob das jetzt wirklich fachlich fundiert ist oder ob sie da vielleicht irgendetwas vergessen haben, das wäre mir jetzt glaube ich nicht, nicht so wichtig. Also eher mehr das Umsetzen auf richtige Aufgaben oder Probleme, als es theoretisch formulieren zu können.

I: Wenn du dir jetzt vorstellst, deine Schülerinnen und Schüler in der Zukunft dann stehen am Ende von ihrer Schullaufbahn nach der Matura. Was sollten die von der Analysisausbildung in der Schule mitgenommen haben, was sollte ein Schüler am Ende von seiner Laufbahn wissen?

B3: Naja, er sollte (…) eigentlich alle diese Punkte, die jetzt angekreuzt oder angeringelt sind, sollte er eigentlich verstanden haben, was die bedeuten, was dahinter steckt, und sollte sie eben auf konkrete Probleme anwenden können. Also bei Differentiation zum Beispiel wäre mir, wäre jetzt nicht wichtig dass er, also, sollte er theoretisch auch können, eine komplette Kurvendiskussion in zwanzig Minuten abarbeiten kann, aber er soll eben tiefergreifende, bildliche Vorstellungen haben, was ist eine erste Ableitung, was bedeutet die, wie kann ich sie auf konkrete Problemstellungen anwenden.

I: Mhm. Und von den Methoden her, also wir haben jetzt hauptsächlich über Inhalte gesprochen, aber von Methoden her, fällt dir da auch etwas ein?

B3: Wie meinst du, welche?

I: Was, was ein Schüler jetzt wissen sollte am Ende der Schule?

B3: Ich glaube, ich verstehe die Frage nicht ganz. Welche, wie meinst du, welche Methoden?

I: Methoden, mit denen man in der Analysis arbeitet. Also entweder eh diese, diese Epsilon-Delta-Technik, (B3: Achso, achso, so meinst du das.) über die wir vorher geredet haben, oder, oder irgendwelche anderen, zum Beispiel die Approximation als, als Näherungsmethode zum Beispiel.

B3: Grundsätzlich, so Näherungsmethoden finde ich grundsätzlich extrem wichtig, weil die auch die Grundlage von eigentlich jedem technischen Gerät sind. Also, ein bisschen auch weg von dieser Vorstellung dieser Exaktheit und dass, dass man eine Funktion einklopft, und es gibt da wirklich vielleicht einen, einen ganz exakten Wert für eine Nullstelle, der ist genau zwei Komma drei, sondern zu verstehen, dass eben der Computer auch eigentlich nur, was weiß ich, Newton'sche Näherungsverfahren oder irgendwelche derartige Methoden verwendet, um Nullstellen zu bestimmen. Und da ist grundsätzlich glaube ich auch, was, was Methoden angeht, ist eben, für mich wäre eher auch wichtig, so in Richtung, so ein bisschen dieses Modellbildens. Dass man auf praktische Probleme verallgemeinern kann und eigenständig dann weiß, oder hinterfragen kann, welche Werkzeuge sinnvoll sind zur Bearbeitung einer, einer Problemstellung.

I: Mhm. Also mehr der praktische Zugang.

B3: Genau, so könnte man es sagen.

I: Okay. Jetzt noch zur Analysisausbildung auf der Uni, also zu deiner Analysisausbildung. Wenn du so zurückschaust, (B3: Ja.) auf die Dinge, die du gemacht hast: Welche Lehrveranstaltungen haben dir da, in Bezug auf deinen jetzigen Beruf, am meisten geholfen?

B3: Hm, würde ich sagen, war die Schulmathematikvorlesung, weil eben da, wie du eh auch schon gesagt hast, dieser Praxisbezug halt ganz extrem ist. Ich glaube, dass das sicher da auch mit dem Vortragenden zusammenhängt, aber dass man da einfach ganz vieles mitgenommen hat, wo man sagt, okay, das kann ich praktisch eins zu eins umsetzen. Das ist sicher für mich die, die, die beste, oder die, die auch vielleicht am meisten in Erinnerung geblieben ist.

I: Mhm. Und die rein fachliche Ausbildung?

B3. Von der rein fachlichen Ausbildung, ja, würde ich da jetzt gar nicht viel unterscheiden, da würde ich generell sagen, dass die, die Analysisausbildung, also Einführung, in einer Variablen und mehrere, für mich da irgendwie zusammengehören, und dass die einfach ein Paket bilden bei einer fundierten Analysisausbildung. Die Differentialgleichungen, wenn ich eine von denen streichen müsste, wäre das sicher die, weil sie einfach nicht das Fundament bildet, sondern schon weiterführend ist. Aber, die, die drei, da würde ich, da würde ich keine

Staffelung machen, die war jetzt besonders wichtig. Die sind einfach ein Paket für eine fundierte Analysisausbildung.

I: Hast du viele Verbindungen gesehen zwischen der Fachausbildung und der Schulmathematik?

B3: Naja, in der Schulmathe haben wir uns halt, äh, es ist halt so ein bisschen, einerseits ein Parallellaufen, das heißt, du hörst eigentlich alles zweimal, vielleicht sogar dreimal. Dadurch ist eben allein schon die Verbindung gegeben.

I: Findest du das gut, dass man das immer wieder aufgreift?

B3: Ja, ich habe mich im Studium halt schon oft gefragt, wofür das jetzt eigentlich notwendig ist, weil ich glaube im Studium fünfzig Prozent der Lerninhalte wird eben mindestens doppelt vermittelt, und ich habe jetzt nicht das Gefühl, dass, dass das an einer Hochschule unbedingt notwendig wäre. Da könnte man die Zeit besser nützen, gerade so im praktischen, schulbezogenen Bereich, da die didaktische Ausbildung noch intensiver voranzutreiben. Also, das hat mich schon immer ein bisschen gestört.

I: Gibt es irgendwelche Veranstaltungen, wo du dir irgendeine Änderung wünschen könntest? Du hast da jetzt gerade die didaktischen Veranstaltungen erwähnt, würdest du da irgendetwas ergänzen an dem Angebot?

B3: Ergänzen, ich würde halt eher eben schauen, dass ich noch mehr Schulbezug einfach hineinbekomme.

I: Auch schon in den Fachvorlesungen?

B3: Das ist die Frage. Das ist halt immer so eine Sache, man hat nur ein gewisses Kontingent an Stunden, und das soll irgendwie halt ein vernünftiges Studium bilden. (I: Ja.) Ich hab mir, das ist halt irgendwie problematisch, habe mir immer gewünscht, mehr praktische Ausbildung oder praxisbezogene Ausbildung. Andererseits würde es mir aber auch schwer fallen, irgendwie zu sagen, ja, Analysis in einer Variable könnte man einfach ersatzlos streichen. Also, ich habe den, die Weisheit auch nicht mit dem Löffel gefressen (lacht), dass ich da jetzt, (I: Ja, es geht ja nur um die Einschätzung.) ja eh, eh aber, ich, ich könnte weder sagen, dass ich jetzt irgendetwas einfach streichen lassen, oder streichen oder fallen lassen würde.

I: Aber, hast du gefunden, dass bei diesen Veranstaltungen der Schulbezug da war für dich?

B3: Hm, gering. Gering bis gar nicht. Also er ist natürlich indirekt immer gegeben, weil ich diese ganzen Werkzeuge einfach brauche. Aber die Anwendung dessen vielleicht in der Schule war nicht gegeben, oder wie man das vermitteln könnte, das, da sehe ich jetzt aber auch nicht unbedingt die Aufgabe in diesen reinen Fachvorlesungen, sondern eben dann in der Schulmathematik. Was eben vielleicht eine Möglichkeit wäre, dass man sagt, dass man einfach sich ein bisschen Stundenplan spart, weil ich glaube, die, die reelle in mehreren ist ja fünfstündig, (I: Die ist fünfstündig, ja.) und in einer Variable dreistündig, ob man da nicht vielleicht beide zusammenlegt zu einer sechsstündigen, und noch eine zweistündige eben in Richtung Fachdidaktik, mehr praxisorientiert auslegt.

I. Also solche schulischen Einbindungen würdest du grundsätzlich schon, (B3: Ja, auf jeden Fall.) wenn es sich zeitlich ausgeht.

B3: Ja.

I: Was hältst du von einer Trennung von Bachelor- und Lehramtsstudium, von Studienbeginn an? Also, du hast ja diese Einführungsvorlesung gemeinsam mit anderen Physik-Bachelorstudierenden auch gehört. Oder wenn du es dir jetzt in Mathe vorstellst, da wird auch die EMA und die Einführung in die Analysis ja gemeinsam mit Bachelorn momentan noch besucht.

B3: Ja, also ich glaube, das erste Jahr ist ja ziemlich gleich oder, ab dann glaube ich (I: Genau, dann trennen sie sich) geht es ja auseinander.

I: Würdest du sagen, dass Lehramtskandidaten von Anfang an andere Bedürfnisse haben als Bachelor, also als Fachstudierende?

B3: Nein, ich glaube eben, so ein Grundsockel an fachlicher fundierter Theorie sollte für jeden gegeben sein. Die braucht ein Lehramtskandidat genauso wie ein angehender Doktor, der das machen möchte. Ich glaube, ich habe da zu wenig Einblick in die, in das Curricula von den Bachelorstudenten, wie sehr sich das dann unterscheidet, um sagen zu können, ob man das vielleicht zusammenhauen könnte oder nicht?

I: Ich glaube das hängt dann auch stark vom Vortragenden ab, (B3: Wahrscheinlich auch.) was da dann gemacht wird in den Folgevorlesungen.

B3: Da würde ich mich nicht sagen trauen, ob das jetzt gut oder schlecht wäre.

I: Was hältst du grundsätzlich, darüber haben wir noch nicht so gesprochen, von den Rechenübungen, die immer dabei sind bei den, bei den Vorlesungen?

B3. Ja, unbedingt notwendig. Unbedingt notwendig. Etwas theoretisch zu lernen, oder praktisch zu tun, sind für mich zwei völlig verschiedene Dinge, also die sind, die sind gut, sind super, da glaube ich lernt man auch am meisten eben dann erst, wie man damit umgehen kann mit diesen Werkzeugen. Also die gehören auf jeden Fall zwingend dazu finde ich.

I: Okay, und was hat dir von den Übungen da am meisten geholfen? Wenn du jetzt an die Übungen, die du besucht hast, zurückdenkst, was hat dir für, für deine?

B3: Am meisten hat, ich weiß auf jeden Fall, dass Einführung in die Analysis, die Übungen glaube ich am kompliziertesten waren. Ich glaube, dass ist allerdings auch wieder Vortragender-spezifisch, also ich glaube Verallgemeinerungen sind da eben sehr schwierig, aber beim X4 war das eigentlich immer ziemlich, ziemlich angenehm, sagen wir einmal so, die Übungsaufgaben waren sehr an, an der Theorie, an der Vorlesung angekoppelt. Ähm, allgemein, da finde ich auch wieder die Praxis in der Schulmathematik hat mir am meisten gebracht, weil das eben zum Beispiel beim, beim X7 immer schon sehr ausformulierte Beispiele waren, die man wirklich auch eins zu eins in den Schulunterricht übernehmen kann. Sie haben interessante Inhalte, interessante Fragestellungen, also ich habe jetzt auch für Maturabeispiele habe ich mich da immer wieder in Übungsbeispielen oder Skripten durchgelesen. (I: Hast du Maturabeispiele erstellt?) Wir erstellen gerade an der Schule, ähm, so einen Aufgabenkatalog (I: Achso, im, im Kollegium.) im Kollegium und da habe ich mich, da war ich heilfroh, dass ich diese Übungsbeispiele gehabt habe, weil an die habe ich mich anlehnen können und hatte zumindest eine Idee, wie kann ich da irgendetwas Interessantes formulieren mit Alltagsbezug. Wollte nicht irgendein Schulbuchbeispiel halt einfach einmal ein bisschen umformulieren. Also da waren immer wieder sehr, sehr interessante Impulse und Reize da.

I: Ja, ja. Ja, und damit wären wir eigentlich schon am Ende vom Interview. Gibt es von deiner Seite noch irgendwelche Ergänzungen, was du jetzt noch, vor allem jetzt auch zur Ausbildung, über die wir jetzt gesprochen haben, die du noch machen würdest?

B3: Nein, grundsätzlich nicht. Was man noch ergänzen kann, ist, dass allgemein, ich weiß nicht inwiefern das für dich überhaupt von Bedeutung ist, aber grundsätzlich so Arbeitsklima und Aufgeschlossenheit der Professoren gegenüber Studenten finde ich hat auf der Matheuni extrem gut funktioniert und positiv ist. Also es ist nicht mehr so ein Professoren da und Studenten auf der anderen Seite, sondern halt eben mehr so fast so in die Richtung kollegiales Miteinander, und das habe ich immer extrem geschätzt auf der Mathe.

I: War das im Zweitfach nicht so?

B3: Nicht so sehr, habe ich den Eindruck gehabt. Also da war mehr so, da war diese Grenze zwischen, zwischen Lehrenden und Lernenden, habe ich gehabt irgendwie das Gefühl, dass das, die größer wäre, diese Distanz zwischen den beiden Seiten.

I: Also grundsätzlich auch kleinere Übungsgruppen, kleinere Vorlesungsgruppen, soweit das möglich ist, ist sinnvoll.

B3: Ich meine, da sind wir ja auf der Physik und Mathe relativ gesegnet, was das angeht. Also wenn ich in einer X7-Übung zu acht drin gesessen bin, da, das ist natürlich anders, als wenn ich da zu dreißigst da irgendwie drinnen sitze. (I: Mhm, ist klar, ja.) Das ist, ist ganz klar. Und ich glaube auch so, grundsätzlich, dass die Ausbildung in Mathe und Physik relativ gut funktioniert, wenn ich sie jetzt mit anderen Fächern auch vergleiche. Das ist die Frage, ob das bei den anderen so schlecht funktioniert, oder bei uns sehr gut, oder ob es ein bisschen etwas von beidem ist, aber ich fühle mich jetzt in der, in der Schule recht gut vorbereitet gerade, und insbesondere gerade im Fach Mathematik. Also da habe ich nie das Gefühl irgendwie, dass mir da jetzt etwas gefehlt hat, oder dass ich da Probleme habe im Unterricht.

I: Mhm, mhm. Okay. Gut, ja dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast.

B3: Bitte, bitte. Alles klar. Das Datum habe ich noch nicht ausgefüllt.

A.4 Interview 4

- Geschlecht: weiblich
- Studienfortschritt: 20. Semester
- Unterrichtserfahrung: 1 Schuljahr, unterrichtete Mathematikklassen: -

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
⊠ Vollständigkeit	⊠ Vollständigkeit
⊠ Folgen	⊠ Folgen
⊠ Reihen	⊠ Reihen
⊠ Grenzwertbegriff	⊠ Grenzwertbegriff
⊠ Funktionen	⊠ Funktionen
☐ Stetigkeit	⊠ Stetigkeit
⊠ Differentiation	⊠ Differentiation
⊠ Integration	⊠ Integration
☐ Komplexe Analysis	⊠ Komplexe Analysis

Interview 4, 05.05.2014:

I: Wir sitzen heute da für dieses Interview, weil du ja als Lehramtsstudentin zur Zielgruppe von meinem Interview gehörst, das heißt, du stehst ja schon ein bisschen im Berufsleben zumindest und hast aber auch schon einen Großteil von deiner Analysisausbildung hinter dir. Ja, ich möchte dir nur am Anfang gleich sagen, es handelt sich da um keine Prüfungssituation, du wirst nicht abgeprüft, sondern nur (B4: Sehr nett. (lacht)), nur um eine Einschätzung deiner Ansichten. Als erstes würde ich ganz gerne von dir wissen: Welche Vorerfahrungen hast du zum Begriff Analysis gehabt, oder zu Inhaltsbereichen aus der Analysis (B4: Vorm Studium?), bevor du dich auf der Uni, genau, bevor du dich auf der Uni zum ersten Mal mit dem Thema auseinandergesetzt hast?

B4: Naja, wir haben in der Schule haben wir den Grenzwertbegriff im Prinzip gemacht, Differenzieren, Integrieren ist natürlich vorgekommen, ähm, Integrieren halt die verschiedenen Methoden und Differenzieren auch die verschiedenen Methoden. Was noch? Funktionen, ja, allgemein halt, Folgen, Reihen.

I: Okay, und dass das alles unter dem Begriff Analysis läuft dann?

B4: Analysis, das ist die Überschrift vom Buch, aber darauf wird nicht wirklich eingegangen.

I: Genau. Hast du auf der Uni dann schnell gewusst am Anfang, worum es geht in der Analysis?

B4: Du hast am Anfang einmal die Workshops gehabt, wo der Schulstoff aufgearbeitet wird.

I: Haben die dir geholfen?

B4: Teils, teils. Es war halt…

I: Warum?

B4: Weil sie meine Kollegen auch mitgemacht haben.

(Kellner nimmt im Hintergrund Bestellungen auf.)

B4: Das war im Prinzip so, dass wir unsere Gruppe gewesen sind, wir haben uns kennen gelernt auf der Uni, und dann haben wir halt die Lehrveranstaltungen gemeinsam gemacht. Und, ob sie mir wirklich geholfen haben, ja. Es waren gut, großteils schon auch Studenten dabei, die das ganze halt ziemlich abstrakt gebracht haben. Also ob sie mir wirklich geholfen haben…

I: Also mit teils, teils meinst du nicht, dass es teilweise Workshops gegeben hat, die sehr hilfreich waren, und andere wieder nicht, sondern eher, dass, dass halt alle allgemein vielleicht ein bisschen geholfen haben.

B4: Es war im Prinzip Wiederholung und vom, was man schon gehört hat, und teilweise halt Vertiefung und Festigung von den Sachen.

I: Okay. Und haben dir diese Workshops dann auch für die Analysisvorlesung geholfen? Für die erste Analysisvorlesung?

B4: Analysis war so eine Geschichte. Wir haben einen ziemlich interessanten Vortragenden gehabt, der jetzt nicht mehr lesen darf (lacht) oder der nur mehr für Diplomanden im Prinzip eingesetzt wird.

I: Also, ist der schon in Rente oder?

B4: Nein, nein. Aber er hat das Niveau ziemlich hoch angesetzt gehabt, das heißt.

I: Aha. Ein ziemlicher Sprung also.

B4: Ja.

I: Hast du vorher die Einführung in das mathematische Arbeiten gehört?

B4: Das habe ich auch gehabt, beim X9. Und, ja, das ist immer gegangen vom Tempo her. Und dann Analysis war, ja, ein Quantensprung, kann man sagen. Ich weiß auch, dass ziemlich viele Studenten damals aufgehört haben, und Analysis III waren wir dann nur mehr, naja, so zehn, fünfzehn Leute. Aber er hat in der Analysis II dann Banachräume schon gebracht, also, es war vom Niveau her ziemlich hoch. Deshalb habe ich die Prüfung bis jetzt auch nicht wirklich gemacht.

I: Ja. Ja, wir werden dann eh später noch auf die Uniausbildung konkret zu sprechen kommen. Okay, also, wenn du es kurz einmal noch vergleichst, Analysis und Algebra, wo hast du dir leichter getan von den zwei großen Säulen jetzt am Studienanfang?

B4: Rein einmal von, rein von der Thematik her Lineare Algebra. Weil mir Vektoren eigentlich mehr liegen.

I: Mhm. War das auch so umfangreich? Dass das am Anfang gleich drei Vorlesungen waren?

B4: War beim X10, der hat bei der Prüfung nur verlangt, dass jedes Komma da steht, wo er es gesetzt hat, also war im Prinzip zum Auswendiglernen. Dafür hat man es halt genauer können müssen. Wohingegen der X11 dann so gewesen ist, dass er das Ganze überblicksmäßig und mehr auf Verständnis geprüft hat, also dem war das egal, ob das. (…)

I: Mhm. Okay, dann schauen wir uns einmal da diesen Infobogen an, welche Inhaltsbereiche dir da wichtig waren. Du hast da Vollständigkeit und komplexe Analysis nicht angekreuzt für den Schulunterricht. Warum sind dir diese beiden Inhaltsbereiche nicht so wichtig wie die restlichen?

B4: Weil die komplexen Zahlen im Prinzip, ja, das ist der Schulstoff, der normale, und ich denke, dass die komplexe Analysis dann wirklich ein Stoff ist, den man auf der Uni dann machen sollte. Das ist in der Schule zu viel.

I: Okay. Für die Lehramtsausbildung findest du aber komplexe Analysis schon wichtig. (B4: Ja.) Warum?

B4: Da sollte man schon ein tiefergehendes Verständnis haben, und da finde ich es halt schon für sinnvoll.

I: Wie schaut es mit mehrdimensionaler Analysis aus? Das habe ich da jetzt nicht draufgeschrieben auf den Fragebogen.

B4: Mehrdimensionale Analysis, ja, das braucht man schon. Nachdem mein Zweitfach ja Physik ist, brauchst du das sehr wohl, gerade für Maxwell-Gleichungen und das brauchst du auch in den Physikvorlesungen, deshalb ist es auf jeden Fall sinnvoll.

I: Und, und für allgemeine Mathe-Lehramtskandidaten, die jetzt nicht unbedingt Physik als Zweitfach haben? Also jetzt nur rein (B4: Ist sicher auch nicht schlecht.) auf die, auf die Matheausbildung bezogen. Okay. Und im Schulunterricht, kannst du dir da vorstellen, dass, dass man irgendetwas mit mehrdimensionaler Analysis zu tun hat?

B4: Möglicherweise in einem Wahlpflichtfach irgendwann einmal, aber im Schulunterricht kannst du es nicht bringen.

I: Okay. Und die Vollständigkeit?

B4: Vollständigkeit, da wollte ich den Begriff eigentlich noch genau googeln, was das heißt (lacht).

I: Mhm, okay. Also es ist dir nicht mehr so in Erinnerung, das mit der Vollständigkeit der reellen Zahlen. Ja, grob gesagt, dass die reellen Zahlen halt die Zahlengerade vollständig ausfüllen (B4: ja, okay.) während es in den rationalen Zahlen halt Lücken gibt.

B4: Das kann man irgendwann einmal in der, im Unterricht kann man es sehr wohl bringen, aber. Sollte ich es vielleicht noch ankreuzen (lacht).

I: Bitte?

B4: Sollte ich es vielleicht noch ankreuzen.

I: Achso. Naja, es geht ja darum, was du nach deiner Ausbildung für eine Einschätzung treffen würdest, also…

B4: Na, das wäre dann schon wichtig.

I: Okay. Die restlichen Begriffe sind dir von der Ausbildung her noch in Erinnerung?

B4: Ja ja, klar. Und die sind auch wichtig. Folgen und Reihen ist, das braucht man. Gerade wenn du dann auf Rentenrechnung, was ja gerade modern ist, darauf eingehst, da ist das extrem wichtig. Jeder, der Matura hat, sollte integrieren und differenzieren können, zumindest die Grund, die Basics. Stetigkeit ist gerade ziemlich modern, was ich von der Nachhilfe mitbekomme, dass man da darauf eingeht.

I: Ja, inwiefern meinst du modern? Das verstehe ich jetzt nicht ganz.

B4: Wir sind damals nicht so, in unserem Unterricht nicht so explizit darauf eingegangen, was jetzt wirklich eine stetige Funktion ist. Das ist dann eher auf der Uni gekommen, aber ich weiß eben von meinen Nachhilfeschülern, dass es gerade ziemlich stark gemacht wird in der Schule.

I: Findest du das gut? Oder was glaubst du, was das für einen Hintergrund hat, dass man Stetigkeit jetzt so hervorhebt im Schulunterricht?

B4: (…)

I: Also wenn dir du aussuchen könntest…

B4: Ob es den Schülern im Alltag etwas bringt, das bezweifle ich, aber in einer Oberstufenmathematik gehört es schon dazu.

I: Zu dem ganzen Paket.

B4: Ja.

I: Okay. Für die Lehramtsausbildung hast du da ja alle Inhaltsbereiche angekreuzt, dass sie wichtig sind. Gibt es da noch welche, die du ergänzen würdest?

B4: (lacht) Oje. Naja, die mehrdimensionale haben wir ja schon gesagt, mehrdimensionale Analysis. Was ist noch wichtig? Keine Ahnung.

I: Wenn dir du, wenn dir du das anschaust, diese Inhaltsbereiche, wäre für dich die Lehramtsausbildung schon im Großen und Ganzen komplett?

B4: Das sollte zumindest machbar sein.

I: Okay. Dann habe ich noch eine Frage zur Einschätzung der Analysis, und zwar: Wenn du dir jetzt diese ganzen Inhaltsbereiche da anschaust, wie würdest du jetzt den Begriff Analysis, der jetzt vielen Studienanfängern vielleicht noch gar nichts sagt, wie würdest du den zum Beispiel halt einem Studienanfänger oder irgendjemandem, den das interessiert im mathematischen Sinn, in einem Satz oder möglichst kurz, prägnant, erklären?

B4: Eine gute Frage. (…) Ja, es geht um, um Funktionen. Um, Funktionenbegriff ist denke ich einer der grundlegenden Dinge in der Analysis. Was die Folgen und Reihen nicht ganz mit einschließt, aber.

I: Ja, also, würdest du Folgen und Reihen als, als getrenntes Thema sehen, wo man keine Verbindungen zu Funktionen sehen kann?

B4: Das hängt natürlich schon zusammen. Aber, ja.

I: Mhm. Also für dich sind Funktionen einfach der zentrale Begriff da, von denen, die da stehen.

B4: Würde ich schon sagen.

I: Okay. Gut, kommen wir zur Analysis in der Schule, oder zum mathematischen Arbeiten in der Schule. Du weißt ja, dass in der Hochschulmathematik die fachliche Genauigkeit einen sehr hohen Stellenwert hat. (B4: Mhm.) Dass diese Exaktheit beim mathematischen Arbeiten einfach wichtig ist. Wie wichtig schätzt du diese mathematische Fachsprache, dieses Exakte, für den Schulunterricht ein?

B4: Das hängt von der Klasse ab. Wenn ich jetzt eine Sportklasse habe, werde ich darauf wahrscheinlich weniger Wert, oder weniger genau darauf eingehen als wenn ich eine Klasse habe mit mathematischem oder naturwissenschaftlichem Schwerpunkt.

I: Mhm. Das heißt, auch immer an die Schüler angepasst. Gehen wir jetzt von einer AHS aus, wo jetzt vielleicht nicht unbedingt der Schwerpunkt auf Sport liegt, sondern von einem gewöhnlichem Gymnasium, das halt dann zur AHS-Matura hinführt dann.

B4: Gut, also wenn ich an meine Vierte denke, die jetzt nächstes Jahr dann wahrscheinlich damit anfängt, die ist mathematisch extrem schwach. Das heißt, am Anfang von der Fünften geht man natürlich darauf ein, mit mathematischer Sprache.

I: Inwiefern geht man darauf ein?

B4: Da gibt es dieses Extrakapitel, wo du die Verneinungen, dass du da ziemlich genau argumentieren musst, Verneinung, und…

I: Also so logische Schlussfolgerungen.

B4: Ja, diese, genau, die Schlussfolgerungen. Ähm, man muss es halt immer wieder bringen. Es ist schon wichtig. Sie sollten schon argumentieren können, auch im mathematischen Hinblick.

I: Okay. Findest du grundsätzlich mathematische Exaktheit wichtiger, oder dass man, dass man das halt (B4: Das Grundkonzept verstanden hat?) mit eigenen Worten irgendwie beschreibt. Ja genau, das Grundkonzept verstanden haben, oder es mit eigenen Worten irgendwie dann so, vielleicht etwas ungenau, aber doch beschreiben können. Was findest du da wichtiger, das Schüler können sollten?

B4: Ich finde wichtiger, dass ich das Grundkonzept beschreiben kann. Das ist mir wichtiger. Aber das ist individuell vom Lehrer abhängig.

I: Und, wenn du dir die Inhaltsbereiche da anschaust aus der Analysis, bei welchen Themen denkst du, sollte man möglichst exakt arbeiten, sollte man schon sehr genau sein? Und bei welchen Themen denkst du, dass Vereinfachungen das bessere Mittel sind?

B4: Beim Grenzwertbegriff muss man ziemlich sicher genau sein. Differentiation und Integration kann man dann, ja wenn man die Theorie halt am Anfang macht muss man schon genau arbeiten, aber dann, wenn du auf die Methoden eingehst, kann man schon Vereinfachungen sehr wohl machen.

I: Und so diese Epsilon-Sprache, die man von der Uni kennt?

B4: In der Schule? Nein. (I: Aber auch nicht beim Grenzwertbegriff oder bei anderen.) Nein, würde ich nicht.

I: Wie würde dann der Zugang zum Grenzwertbegriff bei dir ausschauen? Oder hast du da irgendwie eine Vorstellung schon davon? Du hast das ja noch nicht unterrichtet, glaube ich, oder?

B4: Nein. Da habe ich, wir waren jetzt in Deutschland, und habe ich noch mit Mathematikern geredet. Und da, ich habe vorher nämlich gehört, dass man sich den Grenzwert so vorstellen kann wie die wahre Liebe. Man, man nähert sich immer weiter an, und man erreicht sie aber nie. So kann man es im Prinzip den Schülern ein bisschen verständlicher machen, weil da können sie sich ein bisschen etwas vorstellen.

I: Für einen Großteil, ja. Aber ganz genau ist man da ja auch nicht mehr. (B4: Ja, okay.) Wenn man sich eine konstante Folge anschaut, die hat die wahre Liebe immer schon gefunden dann in dem Sinn.

B4: Ja, okay (lacht). Aber die Ausnahmen gibt es ja auch. (I: Also, das wäre ja dann wieder eine Vereinfachung.) Ja, klar.

I: Würdest du, würdest du sagen, das ist mir fachlich zu ungenau, oder würde dir das schon reichen für den Schulunterricht?

B4: Klassenabhängig (I: Okay.) Wenn es eine mathematisch starke Klasse ist, kann man genauer darauf eingehen, kann man eventuell auch die Epsilon-Umgebung bringen, aber…

I: Mhm. Auf der Uni findest du es gut, dass, dass man von Anfang an so mit der fachmathematischen Sprache konfrontiert ist?

B4: Denke ich schon. Das ist schon wichtig.

I: Und wenn du jetzt denkst, dass deine Schülerinnen und Schüler in der Zukunft am Ende ihrer Schullaufbahn stehen (B4: An die Uni gehen.) oder, bleiben wir einmal bei der, bei der Matura, ja, bei der AHS-Matura einfach. Was sollten die über den Bereich Analysis deiner Meinung nach dann wissen. Was sollten sie über die Schule hinweg mitnehmen, auch wenn sie jetzt nicht etwas Mathematisches machen, sondern ganz, ganz grundsätzlich?

B4: (…) Naja, im Alltag brauchst du im Prinzip davon nicht wirklich viel. Sie können es für ein weiterführendes Studium, können sie es dann großteils verwenden. Also gerade, wenn sie in den naturwissenschaftlichen Bereich gehen, oder, Psychologie, da brauchst du Statistik dann, das ist nicht wirklich Analysis natürlich, aber.

I: Mhm. Und so, für den Alltag, für die Allgemeinbildung? Kann, können da diese Inhaltsbereiche irgendetwas dazu beitragen?

B4: (…) Gut, du brauchst die Differentiation natürlich, kannst du schon, wenn du in die Wirtschaft gehst, kannst du sie teilweise verwenden. Also, da kann man sicher etwas mitnehmen.

I: Okay. Also, ganz grob jetzt einmal, wenn du es zusammenfassen würdest: Was, was für einen Anspruch hast du, das deine Schüler dann nach der Matura wissen im Bereich Analysis?

B4: Ich habe noch keine Klasse gehabt, also keine Ahnung, kann ich schwer einschätzen.

I: Okay. Gibt es irgendetwas, das dir persönlich wichtig wäre, dass es da nicht ausgelassen wird, oder ist da gar nichts mehr?

B4: Naja, bringen werde ich es auf jeden Fall, ich meine, Folgen und Reihen, du hast es ja im Lehrplan stehen, also machen musst du es auf jeden Fall. Das sind lauter Begriffe, die vorkommen sollten.

I: Ja, natürlich, aber das kann man ja trotzdem auch hinterfragen, oder man kann ja trotzdem auch dagegen sein.

B4: Ja mit der neuen Zentralmatura, nein.

I: Das stimmt, ich meine, man muss es vielleicht machen, aber man muss es ja nicht als unbedingt notwendig erachten, das meine ich damit. (B4. Ja, okay.) Okay, wir haben da jetzt über Inhalte gesprochen hauptsächlich. Gibt es auch irgendwelche Methoden aus der Analysis, die dir einfallen, die wichtig sind, jetzt auch für den Schulunterricht?

B4: Naja, die Beweismethoden, die du lernst am Anfang vom Studium. Also Induktion kann man irgendwann einmal sicher bringen.

I: Würdest du so etwas in der Schule auch schon streifen?

B4: Einen Induktionsbeweis würde ich schon machen, ja. Irgendwann sollte er schon vorkommen. Oder einmal einen direkten, indirekten Beweis. Den kann man in einer Fünften schon einmal bringen.

I: Was können die Schüler deiner Meinung nach lernen, wenn sie, wenn du Beweise mit ihnen machst?

B4: Dass es in Mathematik nicht immer nur Beispielrechnen ist, sondern eigentlich auch anders funktioniert. Also, sie fragen auch teilweise schon in der Unterstufe, wie Mathematik auf der Universität dann ausschaut, dann zeige ich es ihnen einmal, dann sind sie wieder abgeschreckt.

I: Hast du das Gefühl, dass sie eher abgeschreckt sind, (B4: Sie sind eher abgeschreckt.) als dass sie, als dass sie fasziniert sind von dem dann? Aha, okay. Sind sie dann wieder froh, wenn sie zu Zahlen zurückkommen.

B4: Ja, das auf jeden Fall.

I: Okay. Gut, also Beweise können in der Schule schon vorkommen.

B4: Ja, aber nur am Rande halt. Ich habe auch schon erlebt, dass ein Lehrer Beweise zur Schularbeit verlangt hat, so weit würde ich dann nicht gehen.

I: Okay, also nur einmal hineinschnuppern in die höhere Mathematik. Dann gehen wir vielleicht weiter zur Analysisausbildung an der Uni. Du hast ja da schon markiert, welche Lehrveranstaltungen du schon gemacht hast, beziehungsweise halt gehört hast. Welche von diesen Lehrveranstaltungen, die du da gehört hast, haben dir im Bereich Analysis als Vorbereitung jetzt auf deinen Unterricht, also wenn du denkst, du übernimmst jetzt nächstes Jahr vielleicht diese fünfte Klasse, die dann sicher schon einige Bezüge zur Analysis im Schulunterricht gehört hat. Welche Lehrveranstaltung hat, oder welche Lehrveranstaltungen haben dir da am meisten geholfen?

B4. Naja, die Schulmathematik, die sicherlich. Das wird zwar erst siebte, achte Klasse relevant werden, aber, weil sie eben direkt auf den Schulbezug eingeht. Differentialgleichungen nur, wenn man an eine HTL geht, das wird eben an der AHS nur gestreift.

I: Und die Fachvorlesungen an und für sich? Weil die Schulmathematikvorlesung war jetzt eine der wenigen.

B4: Naja, dass man im Prinzip vertieft, vertieft auf die Begriffe, die im Unterricht halt vorkommen. Also, sie bringen dir sicher etwas, wenn man mehr Hintergrundwissen hat.

I: Hast du da einen Schulbezug teilweise gesehen, von der, vom Fach?

B4: Bei der die ich gehört habe, oder die, die ich gemacht habe?

I: In beiden. Also ganz allgemein in deiner Analysisausbildung.

B4: Analysisausbildung, die ich gehört habe, nein. Da haben wir zwar auch eben in den Übungsbeispielen teilweise Beispiele gerechnet, die auch in der Schule vorkommen, also Logarithmus und so etwas, das kommt sehr wohl vor, oder Sinus-, Kosinussätze. Aber in der Vorlesung definitiv nicht. Das hängt aber auch mit dem Vortragenden natürlich zusammen. Und bei der, die ich jetzt gemacht habe, teilweise. Also, X12 geht da schon, der hält glaube ich eher die Vorlesungen für Lehramtsstudenten, deshalb geht er da sehr wohl darauf ein.

I: Besucht haben sie aber schon beide, oder? Also Lehramtskandidaten und Fachmathematik-Bachelorstudierende?

B4: Die Zweier nicht mehr. Das ist dann nur mehr für LAK. (I: Achso, die Zweier, genau. Aber, aber die Einführung.) Ich habe nur die, die ein, die Einser, ja ich habe sie nie gehört bei ihm, also. Ich habe nur das Skriptum gehabt und habe gelernt danach.

I: Okay. Wie hat das mit dem Seminar ausgeschaut?

B4: Das Seminar?

I: Hat dir das für den Schulunterricht geholfen?

B4: Das ist lange her, das Seminar. (…) Das war auch eher vertiefend, also nicht irgendetwas, was schon vorgekommen ist. Das würde ich jetzt nicht sagen, dass man das wirklich brauchen kann. Aber es ist halt weitere Vertiefung, die man möglicherweise in einem Wahlpflichtfach dann bringen kann.

I: Was würdest du an deiner Analysisausbildung, so wie du sie absolviert hast jetzt, also alles was du gehört oder was du geprüft worden bist, was würdest du da im Nachhinein ändern wollen?

B4: Den Vortragenden (lacht), auch wenn er extrem nett gewesen ist und man im Prinzip immer die Prüfungen machen kann bis an sein Lebensende (I: Von dem Vortragenden?), ja, vom X11. Also, er war für eine Einführungsvorlesung nicht wirklich geeignet, so hart es klingt, aber, und …

I: Und inhaltlich?

B4: Naja, das Niveau war einfach viel zu hoch. Er hat einfach Sachen gebracht, die man auch im Unterricht dann nicht mehr verwenden kann. Also gerade, was fange ich in einer Oberstufe mit Banachräumen an?

I: Mhm, okay. Würdest du schulische Mathematik, also würdest du es für sinnvoll halten, wenn man schulische Mathematik in den Fachvorlesungen einbindet?

B4: Das hängt davon ab, ob das jetzt dezidiert für Lehramtskandidaten ist, oder für die Allgemeinheit. Wenn das dezidiert Lehramtskandidaten sind, dann auf jeden Fall.

I: Ja, dann komme ich gleich vielleicht zur nächsten Frage: Du hast ja die Einführung in die Analysis zum Beispiel dann mit den Bachelorstudenten gemeinsam gehört, oder auch die Einführung in das mathematische Arbeiten. (B4: Ja.) Hältst du da eine Trennung von Bachelor- und Lehramtskandidaten von Anfang an für sinnvoll?

B4: (…) Hm. Eine gute Frage. Sehr gute Frage. Ich war einmal in der Studienkonferenz, das heißt, ich weiß, dass es budgetär nicht möglich ist, die wirklich auseinander zu dividieren.

I: Ja, im, im neuen Studienplan, also im zukünftigen Studienplan ist es aber schon so gedacht, dass die Lehramtskandidaten eigene Module haben, die sie dann, die dann nur die Lehramtskandidaten selbst hören (B4: Ah, okay.), soweit ich das jetzt weiß momentan.

B4: Ich weiß, dass Lehramtsstudien normalerweise als Studien zweiter Klasse verschrien sind, das heißt, die halt weniger zählen als die normalen Lehrveranstaltungen. Also, ich würde, wäre schon dafür, dass man am Anfang Sachen gemeinsam hat. Weil gerade die, die Grundlagen, die man in Einführung in die Analysis hört, das denke ich, das geht für beide, sowohl für Lehramt als auch für Diplom, Diplomanden.

I: Mhm. Findest du, sollte man da auch schon Schulbezug einbauen?

B4: Hm. Es schadet sicher nicht.

I: Also auch für die Bachelorstudenten?

B4: Ja.

I: Warum?

B4: Weil viele Bachelorstudenten irgendwann in der Schule landen (lacht).

I: Achso, also du denkst dann wieder so an das zurück, an den Weg zurück quasi ins Berufsleben.

B4: Es gibt eine Menge Quereinsteiger zurzeit.

I: Natürlich, aber wenn man, wenn man jetzt anschaut, als Bachelorstudent hat man jetzt wahrscheinlich nicht von Anfang an das Ziel, in der Schule zu landen. Wie schaut der umgekehrte Weg aus, also der Übergang von der Schule zur Uni. Glaubst du, wird der auch erleichtert?

B4: Für die Diplomanden?

I: Für, für alle zwei. Also für Bachelor- und Lehramtskandidaten.

B4: Ja sicherlich. Gerade der Umstieg von der Schule auf die Uni ist, naja, wie Tag und Nacht.

I: Woran liegt das? Oder woran hat das bei dir zum Beispiel, wenn du dich zurückerinnerst, an diesen Umstieg, der vielleicht jetzt schwierig war, woran hat das hauptsächlich gelegen, dass dieser, dieser Umstieg so ist wie Tag und Nacht, eben wie du sagst?

B4: Naja, dass du in der Schule im Prinzip darauf getrimmt wirst, dass du Beispiele lösen kannst, und auf der Universität hast du eine Definition und einen Satz nach dem anderen. Also im Prinzip die ganze Theorie, die du auf der Uni machst, das wird ja auf der Schule einfach aufgeteilt und so vertieft, dass man eben Beispiele halt übt.

I: Siehst du da irgendwie eine Lösung zu dem Problem? (B4: Dass man in der Schule?) Genau, Schule sehr kalküllastig und, und Uni doch eher sehr theoretisch?

B4: Ich habe das Gefühl, dass die Schüler nichts anderes wollen, also die wären überfordert damit. Und auch die Eltern sind das gewohnt von ihrer Schulzeit her, dass das immer so ist und immer so sein muss, und da hat man einen Ansturm der Eltern, denke ich.

I: Es hat sich ja viel getan in letzter Zeit in der, in der Schule, in der Mathematik, jetzt durch, durch standardisierte Reifeprüfung und so weiter. Findest du das eine gute Entwicklung, die Richtung, in die das jetzt geht?

B4: Die Zentral, also die?

I: Genau, oder auch halt, die Unterrichtskultur sage ich jetzt einmal, also, glaubst du hat sich der Unterricht dadurch verändert? Oder wird er sich verändern dadurch?

B4: Teilweise. Es wird schon mehr Theoriefragen werden gebracht werden, Schularbeiten. Man muss darauf eingehen.

I: Findest du das eine gute Entwicklung?

B4: Von der Lehrersicht oder von der Schülersicht?

I: Hm, aus deiner Sicht her, also (B4: Aus der Lehrersicht.) aus der Lehrersicht. Oder, du kannst es natürlich auch aus Schülersicht sagen.

B4: Also, aus der Schülersicht ist es sicher schwieriger, eine positive beziehungsweise eine gute Note zu bekommen, weil man sich wirklich mit dem Thema auseinandersetzen muss und nicht mehr dieses Methoden-Rechnen können muss. Aus der Lehrersicht: Es ist sicher nicht schlecht, wenn die Schüler, ähm, verstehen müssen, um was es geht. Ob sie das jetzt wollen, ist wieder eine andere Frage.

I: Und denkst du, dass sich die Uni auch ein bisschen mehr auf die Schule zu bewegen sollte, wenn dieser Übergang, wie du eben gesagt hast, (B4: Das Niveau absenken?) so ist wie Tag und Nacht? Wenn man so will, ja, aber es muss vielleicht nicht unbedingt mit einer Niveauabsenkung zu tun haben.

B4: Was würdest du sonst anders machen?

I: Nein, aber man kann ja das Inhaltliche zum Beispiel ändern.

B4: Die Inhalte werden sich nicht ändern. Du kannst die Methoden, kannst du vielleicht ändern, aber die Inhalte…

I: Würdest du die Methoden ändern, ganz am Anfang von der Uni?

B4: Ich denke, dass man mit den Einstiegsworkshops das schon tut. Aber es hängt viel von den Vortragenden ab, wie sie das bringen. Also du brauchst auf jeden Fall erfahrene Leute, die auf die Studenten eingehen können. Also ich weiß zum Beispiel von einer Mitstudentin, dass sie gerade am Anfang in den ersten Semestern ziemlich viel, ziemlich oft beim X9 gewesen ist. Der hat sich extrem viel Zeit für sie genommen, und dadurch ist dann wirklich eine gute Studentin geworden. Das heißt, ich glaube die hat von der Woche hat sie zehn, zwanzig Stunden bei ihm verbracht und hat dadurch viel mitgenommen. Und dann muss das Betreuungsverhältnis wahrscheinlich anders sein.

I: War das jetzt Betreuung außerhalb der Vorlesungen dann auch oder wie?

B4: Ja, auch, während der, außerhalb der Vorlesungen.

I: Hast du das Gefühl gehabt, dass das bei dir auch so war, dass es der Uni gelungen ist, dass sie dich ausbilden zu einer, zu einer Studentin, die halt das, sich mit dem auseinandersetzen kann, sinnvoll?

B4: Ich war ja die faule Studentin, das heißt, ich habe nicht besonders viel mitgenommen. Und jetzt möchte ich halt die Prüfungen absolvieren.

I: Mhm. Das heißt, jetzt ist hauptsächlich der Zeitdruck da, dass, dass schnell ein (B4: Ja, natürlich.) Ende herausschaut.

B4: Ich habe damals, habe ich die Übungsbeispiele natürlich versucht, zu lösen, das heißt, da habe ich mich selber mit dem Stoff auseinandersetzen müssen.

I: Mhm. Also die Rechenübungen hast du alle abgeschlossen, damals schon?

B4: Rechenübungen habe ich damals alle abgeschlossen, das heißt, ich habe mich zwangsweise mit dem Stoff auseinandersetzen müssen, aber…

I: Was hältst du da von den Übungen? Sind die ein wichtiger Bestandteil für dich, vom Lehramtsstudium?

B4: Ja, natürlich. Was fange ich mit dem Stoff an, wenn ich nicht rechnen kann?

I: Und war das da zu theorielastig, die Rechenübungen, oder hat das, hat das schon gepasst?

B4: Das hat schon gepasst.

I: Okay. Würdest du dir mehr Praxis wünschen, also mehr Übungen, sage ich jetzt einmal.

B4: Das ist schon, in dem Ausmaß ist es schon okay.

I: Mhm. Gut, dann sind wir eigentlich schon am Ende des Interviews. Gibt es von deiner Seite noch irgendwelche Ergänzungen?

B4: Nicht wirklich.

I: Okay. Gut, dann bedanke ich mich herzlich dafür, dass du dir Zeit genommen hast.

B4: Gerne.

A.5 Interview 5

- Geschlecht: männlich
- Studienfortschritt: 12. Semester
- Unterrichtserfahrung: -

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☐ Vollständigkeit	☒ Vollständigkeit
☒ Folgen	☒ Folgen
☒ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☒ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☒ Komplexe Analysis

Interview 5, 06.05.2014:

I: Okay. Also, zuerst einmal als Intervieweinstieg: Warum habe ich dich überhaupt gewählt als Interviewpartner? Weil du halt als Lehramtsstudierender, eh schon wie ich vorher erklärt habe, kurz vor dem Studienabschluss stehst und damit schon kurz vor dem Sprung in das Berufsleben bist, und trotzdem aber noch ziemlich nahe an der Uniausbildung eigentlich bist. Und es wird in diesem Interview gehen um, um eine Einschätzung von der Analysisausbildung auf der Uni Wien, wie hilfreich und wie gut sie dich vorbereitet hat auf deinen zukünftigen Unterricht, wie du das einschätzt. Als erstes einmal, die erste Frage: Welche Vorerfahrungen hast du denn zur Analysis oder zum Begriff Analysis auch überhaupt gehabt, bevor du dich auf der Uni zum ersten Mal damit auseinander gesetzt hast?

B5: Also, ja. (I: Also, von der Schule her.) Alles, was man halt in der Schule, was im, was im Lehrplan vorgesehen ist, bzw. in der HTL haben wir auch ein bisschen mehr Differentialgleichungen gehabt, (I: Mhm, ah, du warst in einer HTL.) was man in der AHS glaube ich eher weniger hat. Aber zum Begriff, also für den Begriff habe ich gröberes, oder kein, kein genaueres Verständnis gehabt, oder gar kein Verständnis, weil ich da einfach nie so in verschiedene Bereiche differenziert habe der Mathematik.

I: Mhm. Auf der Uni wird das ja am Anfang schon in die zwei großen Säulen, jetzt, Analysis und Lineare Algebra, am Anfang, geteilt. War das für dich am Anfang gleich klar, was da mit Analysis gemeint ist?

B5: Also, hundertprozentig klar wahrscheinlich nicht, aber ich habe doch ein gewisses Bild gehabt, wo, wie ich genau zu dem Bild gekommen bin, weiß ich nicht, aber schon ein ziemlich treffendes. Schon eine ziemlich treffende Vorstellung irgendwo dann. Vielleicht hat sich das einfach innerhalb der ersten paar Tage bald eingestellt, das weiß ich nicht mehr genau.

I: Ja. Und hast du es verknüpfen können mit dem, was du aus der Schule schon (B5: Ja, das auf jeden Fall.) gewusst hast über die Themen. Okay, dann schauen wir uns einmal diese Inhaltsbereiche an, die du da angekreuzt hast. Du hast da zum Beispiel angegeben, dass die Vollständigkeit und die komplexe Analysis für den Schulunterricht jetzt einmal nicht wichtig ist. Warum?

B5: Weil sie im Lehrplan nicht vorkommt, meines Wissens nach.

I: Okay, ja, den, den habe ich jetzt leider nicht da.

B5: Also komplexe Analysis sicher nicht, und Vollständigkeit würde ich glauben, wird auch nicht irgendwo erwähnt.

I: Mhm. Jetzt unabhängig vom Lehrplan: Findest du sie so auch nicht wichtig genug für den Schulunterricht, also wenn es den Lehrplan jetzt nicht gäbe als gesetzliche Grundlage?

B5: (…) Hm, ja, komplexe Analysis würde ich sagen, finde ich weniger wichtig beziehungsweise ist kaum Platz dafür wahrscheinlich. Vollständigkeit ist vermutlich schon wichtig, aber ist irgendwie, wie soll ich sagen, von dieser angewandten, also von der Seite der angewandten Mathematik her, nicht so essentiell. Beziehungsweise stellt sich das ganze halt, geht es zu sehr um die theoretischen Grundlagen glaube ich, als dass, für den Mathematikunterricht, wo eher die Anwendungsorientierung im Vordergrund steht, dass das zu behandeln wäre.

I: Und wieso findest du es dann wichtig, dass ein Lehramtskandidat das in seiner Ausbildung aber sehr wohl hört?

B5: Ja, weil man natürlich mehr wissen sollte, als man den Schülern oder Schülerinnen dann vermittelt. Weil man halt doch zu einem gewissen Grad, in dem Bereich zumindest, in dem man agiert, Fachmann sein sollte.

I: Okay. Was ich da jetzt nicht draufgeschrieben habe, ist die mehrdimensionale Analysis, die fehlt da noch. Würdest du die zu einem von den zwei Teilbereichen dazu tun?

B5: Nein, eher nicht. Also für den, für die Ausbildung der Lehramtskandidaten schon, für den Bereich der Schule auch eher nicht.

I: Okay. Und die anderen Bereiche sind dir alle wichtig, gibt es da welche die, die besonders essentiell sind für dich, oder sagst du, die haben alle den gleichen Stellenwert?

B5: Ich würde sagen, für den Schulunterricht ist das Prinzip der Funktion glaube ich sehr wichtig. Und vor allem ist es auch ein Prinzip, also wirklich eines der essentiellen Prinzipien der Analysis und wird glaube ich von ziemlich vielen Schülern nicht richtig verstanden.

I: Woran liegt das glaubst du? (B5: Weiß ich nicht. Gute Frage (lacht).) Dass das Prinzip in der Schule nicht so wirklich herüberkommt? Ja, schwierig wahrscheinlich.

B5: Also, die Schüler hinterfragen es wahrscheinlich einfach zu wenig, und ja, da wären irgendwie die Lehrer gefragt vielleicht, diese, diese, ja, diesen Fehler da auszugleichen irgendwie.

I: Ja. Wenn du dir jetzt vorstellst, du hast ja schon gesagt, du hast mit dem Begriff Analysis vor deiner Uniausbildung eigentlich nicht wirklich etwas anfangen können, weil es einfach nicht vorgekommen ist, der Begriff. Wie würdest du jetzt den Begriff Analysis, im mathematischen Sinn, jemandem, den das interessiert, möglichst kurz und prägnant erklären? Worum geht es in der Analysis?

B5: Ja, gute Frage (lacht). (I: Gemein, gell?) Das ist ziemlich gemein. (…) Kann sein, dass das ein ziemlicher Blödsinn ist, und es ist, reicht auf jeden Fall nicht als Definition aus, aber ich würde sagen, einen großen Teil der Analysis geht es um Funktionen auf der Menge der reellen Zahlen, beziehungsweise darüber hinaus.

I: Mhm, also auch wieder dieses Funktionsprinzip, das du vorher schon gesagt hast, (B5: Das ist ziemlich elementar.) das im Schulunterricht eigentlich wesentlich ist, ist dann auch für die Uni eigentlich das Elementare? Okay. Dann gehen wir ein bisschen, wieder zur, zur Analysis in der Schule, und auch zum mathematischen Arbeiten überhaupt in der Schule. Du wirst ja wahrscheinlich auch am Studienbeginn gemerkt haben, dass es in der Hochschulmathematik, vielleicht auch im Gegensatz zur Schule, im Unterschied zur Schule, ganz besonders um die fachliche Genauigkeit geht und um die Exaktheit von den Begriffen. Wie wichtig schätzt du diese Fachsprache für den Schulunterricht ein?

B5: (…) Hm (lacht). Die Fachsprache oder die Exaktheit?

I: Ja, ich habe das eigentlich da synonym verwendet. Also, für mich war die mathematische Fachsprache eben diese exakte Formulierungsweise.

B5: Und auch die exakte Herangehensweise allgemein.

I: Genau, aber du kannst auch gerne unterscheiden zwischen den zwei Sachen, also ob ich jetzt in der ganz offiziellen Fachsprache formuliere, oder ob ich nur auf eine andere Weise exakt bin. Das bleibt dir überlassen.

B5: Na, ich glaube, das ist allgemein in der Mathe, in der Mathematik irgendwie schwierig, dass man, dass es dann doch immer wieder so eine intuitive Komponente auch gibt. Und dann, zumindest im fachlichen Bereich, versucht man das halt immer wieder streng abzusichern. Im schulischen Bereich hat es sicher eine gewisse Wichtigkeit, und sollte man das den Schülern vermitteln, dass das ein, ein prinzipielles Anliegen der Mathematik ist, aber man sollte es halt auf jeden Fall nicht übertreiben und Schüler nicht damit verschrecken. Also, das maßvoll einsetzen.

I: Mhm. Bei welchen von diesen Inhalten, die du da jetzt für die Schule als wichtig angekreuzt hast, könnte man deiner Meinung nach möglichst exakt arbeiten? Oder sollte man möglichst exakt arbeiten vielleicht?

B5: Na, beim, beim Prinzip der Funktion glaube ich, kann man auf jeden Fall exakt arbeiten, weil das eigentlich nicht allzu kompliziert ist, und weil genau in dieser, im Detail halt wirklich das, das drinnen steckt, und weil das auf jeden Fall machbar und schaffbar ist.

I: Ja, wie, wie würdest du da ins Detail gehen, bei Funktionen? Kannst du das irgendwie konkret machen?

B5: (lacht). Nein, weiß ich nicht, wie, wie das jetzt genau, wie man das genau machen kann.

I: Oder, oder fallen dir irgendwelche Fehler ein, die entstehen könnten, wenn das, wenn man das ungenau macht, Funktionen? Irgendetwas, dass du halt verhindern willst, dass deine Schüler glauben vom Funktionsbegriff?

B5: (…) Was genau zu verhindern ist, welche Fehlvorstellung?

I: Genau, so etwas. Also, wenn du sagst, Funktionen, Funktionen sind , sind ein Thema wo man sehr genau sein muss, dann muss es ja auch irgendetwas geben, das du befürchtest, das passiert, wenn man es nicht genau macht, zum Beispiel jetzt Funktionen, ja? Und da wollte ich halt nur wissen, ob dir da jetzt irgendetwas Konkretes einfällt.

B5: (…)

I: Oder wenn nicht, sonst, gibt es noch irgendwelche Themen, wo, wo Exaktheit dir sehr wichtig wäre für den Schulunterricht?

B5: Ja, wichtig ist sie überall, aber wie gesagt, wie, wie exakt man es dann wirklich betreiben kann, sieht man glaube ich erst, wenn man es selbst unterrichtet.

I: Ja, okay. Das heißt, da müsstest du selbst wahrscheinlich schon eine Analysisklasse gehabt haben, also eine Oberstufenklasse.

B5: Da muss man einfach das richtige Maß halt finden.

I: Gibt es Themenbereiche, wo du jetzt schon einschätzen würdest, dass man Vereinfachungen brauchen würde im Vergleich jetzt zu dem universitären Zugang?

B5: Es ist ja da auch immer eine Frage, wie man das ganze ausformuliert. Also, man muss ja zum Beispiel beim Begriff der, des Grenzwerts muss man ja nicht die, äh, komplett formale Definition hinschreiben in Form von Symbolen, sondern kann das ja auch vielleicht graphisch veranschaulichen zum Beispiel, und diese graphische Veranschaulichung kann ja trotzdem exakt sein. Also, dass man da halt irgendwie unterscheidet, verschiedene Darstellungen sozusagen verwendet.

I: Okay, und würdest du beweisen im Schulunterricht?

B5: (…) Prinzipiell, oder?

I: Auch wieder mehr auf die Analysis bezogen halt, wenn man, wenn man, inhaltlich.

B5: Ja, schon auf jeden Fall. Schon, ja.

I: Welche Beweise sollte ein Schüler gehört haben, deiner Meinung nach, in der Schulzeit?

B5: Naja, zum Beispiel, Differentiation von, ähm, Exponentialfunktion, Potenzfunktion, könnte man schon zum Beispiel, also beweisen, aber zumindest herleiten. Oder Hauptsatz der Integrations- und Differentiationsrechnung könnte man auch besprechen, also ich war da als Schüler ganz fasziniert davon, dass das eigentlich die Umkehroperationen voneinander sind und habe nie erklärt bekommen, warum das eigentlich so ist.

I: Mhm. Also, ist dir das abgegangen, auch wirklich in der Schule dann. (B5: Irgendwie schon.) Oder hast du es dann erst auf der Uni gemerkt?

B5: Nein, ich habe das in der Schule eigentlich, habe mir das ein paar Mal gedacht, interessant eigentlich, dass das genau das andere sozusagen, herum macht. Und bei dem einen geht es um Steigung und beim anderen um Flächen, also jetzt rein in der Anschauung, die man vermittelt bekommt. Und das habe ich eigentlich nicht verstanden. Also da wäre zum Beispiel ein Beweis vielleicht, vielleicht hätte mich das sogar wirklich in der Schule interessiert.

I: Hast du das Gefühl, dass die Uni das gut geschafft hat, dass du dies, diese Denkweise, die du jetzt halt hast, dass die Verknüpfungen dich interessieren und so, ist das auf der Uni passiert hauptsächlich? Oder hast, hast du schon in der Schule das Gefühl gehabt, dass das eigentlich hergehören würde, diese Verbindungen?

B5: In der Schule habe ich nicht davon gewusst, eigentlich, wie man so etwas beweisen kann oder wie das, welche Verbindungen es gibt. Aber für gewisse Korrelationen sozusagen, war ein Interesse oder eine gewisse Faszination da.

I: Ja. Bleiben wir noch kurz bei der Schule: Wenn du dir vorstellst, dass deine zukünftigen Schülerinnen und Schüler dann die Schullaufbahn beendet haben, also ich bin da jetzt immer von einer AHS-Matura ausgegangen, also die Schule, wo du jetzt dann hinkommst, ist auch ein Gymnasium glaube ich?

B5: Mhm.

I: Ja. Was sollten die am Ende von ihrer Schullaufbahn über den Bereich Analysis deiner Meinung nach wissen? Was sollten sie mitnehmen, jetzt über, über die Schule hinaus und auch über, über den Schulinhalt da hinaus?

B5: Ja, also, von diesen, von den klassischen Bereichen, wo ich jetzt einmal Differenzieren und Integrieren eben dazuzähle, eine gewisse Grundvorstellung dazu zumindest, die wirklich sitzt, sozusagen (lacht). Und, insofern vielleicht eh diese Idee, die mit der Zentralmatura verfolgt wird, dass man eben weggeht von dem rezeptartigen Lösen und sondern stattdessen ein paar wirkliche, ein paar wirkliche, äh, grundlegende Einsichten, die man mitnimmt. Welche genau das dann sind, muss man sich eben überlegen.

I: Findest du das grundsätzlich eine gute Entwicklung, die der Schulunterricht jetzt gerade geht, eben durch so neue Maßnahmen wie die Zentralmatura?

B5: Die Idee an sich finde ich ganz gut, ja. Wie es dann eben realisiert wird, ist eine andere Sache.

I: Das wird man dann wahrscheinlich erst sehen. Okay, gibt es irgendwelche Methoden, die man im Schulunterricht lernt, die man auch nach der Matura noch wissen sollte, also am Ende von der Schulzeit?

B5: Methoden?

I: Oder, ich denke daran, an die Approximation, die in der Analysis oft, oft ganz wichtig ist zum Beispiel. Würdest du sagen, dass das da auch einen Stellenwert hat, oder sind dir diese Grundvorstellungen zu den Inhalten da wichtiger?

B5: (…) Hm. Das kann ich so jetzt nicht beantworten (lacht).

I: Mhm, okay. Ist es bei dir in der Schule ein Thema gewesen?

B5: Also, Taylorreihenentwicklung fällt mir da jetzt zum Beispiel ein, weiß nicht ob du (I: Das habt ihr in der Schule schon gemacht.) das jetzt unter Approximation eben verstehst. Das haben wir in der Schule gemacht zum Beispiel, ja, und zumindest in der, in der, in der HTL eben, wo dieser technische Aspekt eine große Rolle spielt, hat das auf jeden Fall seine Daseinsberechtigung gehabt. Und das war in der Schule, zumindest habe ich mir das eben gedacht, aha, das ist etwas, was man wirklich braucht eben, dass man sozusagen dem Computer irgendeine Funktion beibringen kann.

I: Glaubst du, dass dir, (B5: Da war es sicher angebracht.) glaubst du, dass dir die Schulzeit in der HTL geholfen hat beim Einstieg an der Hochschule, im Vergleich jetzt zu Gymnasiasten?

B5: Das weiß ich nicht unbedingt. Das kommt dann immer, glaube ich, eher auf den Lehrer an als auf den, auf die Schulform eigentlich.

I: Okay. Dann gehen wir zur Analysisausbildung auf der Uni. Du hast ja da eh schon deine ganzen Sachen angekreuzt, du bist ja schon fertig auch mit deinen Lehrveranstaltungen in Mathe, oder, du wirst jetzt auch nichts mehr machen?

B5: Nein, in Mathe sollte ich ganz fertig sein.

I: Okay, wenn du jetzt an, an den Einstieg ins Berufsleben jetzt denkst im Herbst dann. Welche Lehrveranstaltungen, glaubst du, haben dir am allermeisten geholfen in Bezug auf das Unterrichtsleben dann?

B5: Na, auf jeden Fall Schulmathematik.

I: Warum? Was waren da die hilfreichen Sachen?

B5: Im Endeffekt hat es inhaltlich eigentlich so ziemlich alles abgedeckt aus dem Bereich, das ich in der Schule brauchen werde, und es sind einfach unterrichtsrelevante Aspekte angesprochen worden, was in den anderen Vorlesungen halt nicht vorgekommen ist.

I: Mhm. Also, die Fachvorlesungen, da war wenig Unterrichtsrelevanz drinnen?

B5: Ja, also, muss man ja vielleicht auch bedenken, also dass eben ich die, die Schulmathematik nach den ganzen Fachvorlesungen gemacht habe, insofern war da vielleicht schon eben diese, diese fachliche Komponente eben, schon befriedigt, quasi.

I: Mhm. Findest du das gut, dass das so zeitlich getrennt war voneinander? Also zuerst die fachliche Ausbildung, so wie es bei dir war, und dann das Ganze noch von der didaktischen Seite?

B5: Das habe ich eigentlich nicht so schlecht gefunden, ja. Weil dann ist das Fachliche sozusagen einmal geklärt und man kann sich danach auf das Schulrelevante besinnen. Also, man muss dann in der Schulmathematikvorlesung eigentlich nicht mehr allzu sehr darüber nachdenken über die fachliche Seite.

I: Siehst du diese zwei Dinge, also Fachvorlesungen und Schulmathematikvorlesungen, als zwei getrennte Sachen oder war das für dich schon immer etwas, wo man Verknüpfungen ziehen kann sehr gut?

B5: Nein, es ist überhaupt nicht getrennt. Es beschäftigt sich ja mit denselben Inhalten, also, auf der fachlichen Seite.

I: Mhm. Also war das in der Schulmathematik schon auch so, dass die fachlichen Inhalte übers Schulniveau hinausgegangen sind?

B5: In der Schulmathe, Mathematikvorlesung war es eigentlich so, dass so ziemlich alles an, an fachlichen Inhalten, was für die Schule relevant ist, eigentlich besprochen worden ist, eben auch auf einer, auf einer fachlichen Basis, dann ein bisschen darüber hinaus und nachher eben noch die didaktische Komponente. Es war eigentlich so gesehen eigentlich ziemlich viel Inhalt insgesamt.

I: Mhm. Würdest du es sinnvoll finden, wenn man in den Fachvorlesungen auch schulrelevante Inhalte mehr miteinbezieht?

B5: Würde ich schon so sehen, ja. Wobei ich sagen muss, dass allgemein, nicht glaube ich, in dieser, in dieser, sind ja eigentlich drei Blöcke Analysisausbildung. Ich glaube, dass man das allgemein wesentlich effizienter gestalten könnte, und dass dann eben auch für mehr, also für schulische Aspekte zum Beispiel Platz wäre.

I: Was würde man dann wegkürzen müssen, wenn du sagst, effizienter gestalten?

B5: Ja, das ist halt leider doch schon einige Jahre her teilweise, aber ich glaube dass es sich wirklich oft ziemlich stark überschnitten hat, also dass Bereiche doppelt behandelt worden sind.

I: Okay, du würdest die Sachen also alle nur einmal hören wollen.

B5: Doch eher, ja.

I: Ja, was würdest du an der Analysisausbildung, so wie du sie absolviert hast, im Nachhinein jetzt ändern wollen?

B5: Das gerade Angesprochene, ja. Also, dass die Vorlesungen besser aufeinander abgestimmt sind, also die drei Fachvorlesungen. Die sollten besser aufeinander abgestimmt sein.

I: Hat es da auch schon viele Überschneidungen gegeben?

B5: Gerade in denen, ja. Also ich habe jetzt eigentlich die drei Fachvorlesungen eben gemeint.

I: Mhm, okay. Und bei den restlichen, waren die so, wie du sie dir vorgestellt hast oder gibt es da auch noch irgendwelche Ergänzungen?

B5: Die Differentialgleichungen für LAK habe ich eigentlich sehr genossen. Das war auch, ich meine, ist ja für die Schule eher nicht so vorgesehen, das Thema, aber eigentlich auf einem Niveau, so dass man es eigentlich für die Schule zum Teil übertragen oder verwenden könnte. Also, es ist jetzt nicht direkt auf die Schule eingegangen worden dabei, aber vom Niveau her war es halt schon natürlich über das Niveau hinausgehend, wie man es in der Schule unterrichten würde. Aber von den Beispielen und so weiter war es eigentlich einigermaßen schultauglich, oder die, die Themenbereiche könnte man in der Schule so auch behandeln.

I: Und, wie war bei dir jetzt dann überhaupt der Einstieg jetzt von der Schule zur Uni, im, im Bereich Analysis? Ist dir der leicht gefallen?

B5: Hm, ja der Einstieg war beim X13, wie man da lesen kann, der war halt schon irgendwie sehr, sehr verwirrend. Jetzt, wobei da glaube ich eben nicht der Inhalt, sondern eher der Vortragende ein bisschen Schuld daran war (lacht).

I: Okay, also denkst du, dass man schon diese Fachinhalte so bringen kann, dass, dass der Schock am Anfang nicht so groß ist.

B5: Ja, also.

I: Ohne da jetzt wirklich etwas Grundlegendes zu ändern.

B5: Das glaube ich schon, ja, eigentlich, dass das in meinem Fall zumindest, also, mich hat es jetzt auch nicht allzu sehr geschockt.

I: Mhm. Hast du davor ja auch die, die EMA gehört, oder? Die Einführung in das mathematische Arbeiten, hat es ja damals?

B5: Ja, die habe ich glaube ich, war die vorher oder war die parallel sogar? Nein, wahrscheinlich war sie vorher einfach.

I: Ich denke, ja. Sollte, sollte vorher gewesen sein, vor der Analysis.

B5: Ich habe sie zumindest in dem Semester gemacht.

I: Mhm. Bei wem?

B5: Einer mit langen Haaren, wie hat der geheißen? Oder wie heißt der?

I: Hm, X9 vielleicht? Oder X14? Die haben das Buch gemacht dazu, zumindest.

B5: Nein. X6, glaube ich.

I: Mhm. Der hat sie glaube ich zu der Zeit gehalten, ja. Da schreibe ich mir das dazu. War da schon viel Analysisbezug drinnen?

B5: Ich glaube nicht.

I: Ist schon lange her, wahrscheinlich.

B5: Das ist schon lange her.

I: Du hast ja die, die EMA und auch die Einführung in die Analysis gemeinsam mit Bachelorstudenten (B5: Mhm.) gehört, mit Fachstudenten. Findest du da eine Trennung von Bachelor- und Lehramtsstudium von Studienbeginn an sinnvoll?

B5: (…) Nein, ich glaube nicht unbedingt. Aber ich kann es jetzt eigentlich nicht genauer begründen. Aber hätte ich mir jetzt nicht unbedingt gewünscht oder so.

I: Dass das getrennt wäre, also du hast schon?

B5: Nein.

I: Wie schaut es mit den Übungen aus, ist da die Situation anders, oder?

B5: Dass da eine Trennung sinnvoll wäre?

I: Genau, dass da eine Trennung sinnvoll wäre zuerst einmal.

B5: Nein, würde ich auch nicht unbedingt so sehen.

I: Hättest du dir gewünscht, dass du länger parallel mit den Bachelorn in diesen Lehrveranstaltungen drinnen sitzt?

B5: Ich weiß nicht genau, wie es bei denen dann weitergegangen ist.

I: Mhm, ich glaube, die haben dann auch Analysis-Fortsetzungsvorlesungen, aber wie die ausschauen, weiß ich auch nicht genau.

B5: Naja, dann kann ich das nicht beantworten.

I: Ja. Aber hast du da in den, in den zwei letzten Vorlesungen von diesem Analysiszyklus, hast du da dieses „für LAK“ im Titel, hast du das irgendwie bemerken können an den Inhalten? War die Vorlesung so aufbereitet, dass man erkannt hat, dass sie für Lehramtskandidaten ist?

B5: Naja, wirklicher Schulbezug war nicht drinnen, oder eigentlich war gar kein Schulbezug drinnen. Ich weiß nur nicht, ob es vom Niveau her abgeschwächt war im Vergleich zum, zu den Bachelorvorlesungen, das weiß ich nicht, aber vermutlich.

I: Ja. Okay, was, was hältst du grundsätzlich jetzt noch, zum Abschluss, von den Rechenübungen, die du dazu gehört hast? Also du hast ja zur Schulmathevorlesung und zu allen anderen Fachvorlesungen ja auch immer Rechenübungen dazu gehabt. Findest du die sinnvoll, so wie sie gehalten worden sind?

B5: Auf jeden Fall.

I: Würdest du dir da mehr wünschen, oder weniger, oder?

B5: Hat genau so gepasst (lacht).

I: Okay, passt, ja. Gut, und Seminar hast du da keines gehört, habe ich gesehen.

B5: Nein.

I: Okay. Ja, damit sind wir eigentlich eh schon am Ende. Möchtest du von deiner Seite noch irgendetwas ergänzen, jetzt auch vor allem auf die Uniausbildung in Analysis bezogen?

B5: Nein, das habe ich glaube ich alles erwähnt, was es zu sagen gibt.

I: Fühlst du dich gut vorbereitet, im Großen und Ganzen, auf den Schulunterricht?

B5: Würde schon meinen, ja.

I: Okay. Gut, dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast.

B5: Bitte.

A.6 Interview 6

- Geschlecht: männlich
- Studienfortschritt: 35. Semester
- Unterrichtserfahrung: über 10 Schuljahre, unterrichtete Mathematikklassen: Oberstufe, Maturaschule

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☐ Vollständigkeit	☐ Vollständigkeit
☒ Folgen	☒ Folgen
☒ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☐ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☐ Komplexe Analysis

Interview 6, 20.05.2014:

I: Als Einstieg zuerst einmal, warum habe ich dich als Interviewpartner überhaupt gewählt? Du studierst ja Lehramt und unterrichtest ja auch schon (B6: Mhm.) und dadurch bist du für das Interview insofern interessant, weil ich eben Leute suche, die auf der einen Seite das Studium noch halbwegs in Erinnerung haben und auf der anderen Seite aber auch schon wissen, wie das im, im Schulgeschehen ausschaut.

B6: Okay, ja. Nicht, dass ich das Studium noch sehr in Erinnerung habe, aber es ist egal (lacht).

I: (lacht) Was halt noch da ist.

B6: Ja (lacht).

I: Und, ja. Es ist wie gesagt halt keine Prüfungssituation da, sondern einfach nur eine Einschätzung von deinen Ansichten. Als erstes einmal: Welche Vorerfahrungen hast du gehabt, wenn du dich zurückerinnerst, bevor du auf der Uni eingestiegen bist in die Analysis? Welche Vorerfahrungen zu den Inhalten aus der Analysis, aber auch zum Begriff „Analysis“ hast du aus deiner Schulzeit schon gehabt?

B6: Naja, das ist schwer zu sagen, aber Folgen und Reihen sicher, äh, Funktionen ist klar. Ja, dann wird es eh ziemlich, ja, natürlich Differential-Integralrechnung, also Folgen, Reihen (…) das wären sicher die Hauptvorerfahrungen gewesen sein, wie man sie halt in der Schule damals gemacht hat.

I: Mhm. Und der Begriff „Analysis“, hat der dir auch schon etwas gesagt, dass das alles unter diesem Namen zusammenfällt?

B6: Schwer zu sagen, aber ich glaube nicht.

I: Ist das auf der Uni dann recht schnell gegangen, dass du dich orientieren hast können?

B6: Naja, das war ein ziemlicher Wechsel, weil damals hat es noch keine Einführungsphase gegeben. Das ist einfach „straight“, nach der Reihe, so wie es halt so ist, (I: War das von Anfang an also sehr axiomatisch.) Definition-Satz-Beweis durchgezogen, ganz axiomatisch, genau, und natürlich mit Beispielen von den Übungen, aber im Prinzip hat die Übung nicht sehr viel mit der Axiomatik zu tun gehabt. Hat schon, natürlich, aber das sieht man nicht gleich am Anfang.

I: Mhm. Waren da bei allen Analysisvorlesungen auch Rechenübungen dabei?

B6: Ja.

I: War das für dich ein ziemlicher Umstiegsschock, würdest du sagen?

B6: (…) Ja, war auf jeden Fall ein Umstiegsschock. Nachdem ich ja auch noch nicht genau gewusst habe, ob das das Richtige ist und so.

I: Hat sich das dann gelegt mit der Zeit?

B6: Äh, naja, es ist schwer zu sagen, nachdem ich es ja jetzt schon so lange studiere (I: Ja.) ist immer, ist immer die Frage ob es dann eh das Richtige ist, ich meine, mich interessiert es sehr, aber ich bin jetzt sicher nicht der „Hardcore-Mathematiker“, also.

I: Mhm. Aber so die, die Frustrationsphase, wo du gesagt hast, warum mache ich das überhaupt, oder?

B6: Ja, die ist dann zwischendurch wieder einmal gekommen, die ist hoffentlich jetzt beendet. Also, am Anfang, erst, ersten Abschnitt habe ich eh relativ flott glaube ich, in fünf Semestern gemacht, was glaube ich damals eh ziemlich, vier, vier plus irgendetwas war.

I: Ich glaube, ja, momentan ist es glaube ich auch noch so.

B6: Das zieht sich halt dann im zweiten schon eh seit Ewigkeiten.

I: Liegt das an den Inhalten, oder, an den Vorlesungsinhalten, oder?

B6: Das weiß ich selber nicht, ich meine, ich habe mich ziemlich lange mit der Algebra herumgeplagt, aber das hat jetzt weniger mit Analysis zu tun, und dann halt immer mehr gearbeitet, und immer mehr drausgekommen.

I: Unterrichtsarbeit nebenbei immer schon?

B6: Unterrichtsarbeit, ja. Also diverse, vom BIFIE angefangen über Maturaschulen, über Hauptschulabschlusskurse, und ja, man kommt dann immer weiter weg vom eigentlichen Studium.

I: Ja. Also, die Analysis hast du relativ früh schon abgeschlossen gehabt, diese Fachausbildung.

B6: Naja, die höhere Analysis war damals später, die ist im zweiten Abschnitt erst gekommen, (I: Achso.) die ist, seit 2004 gibt es das, ich glaube ich habe es eh dazugeschrieben, bin mir aber nicht sicher, irgend so etwas. Irgendeine war da halt, ja.

I: Okay. Schauen wir einmal zu diesem Fragebogen, den du da angekreuzt hast. Du hast da für die Schule zum Beispiel Vollständigkeit und Stetigkeit und komplexe Analysis ausgelassen.

B6: Genau. Stetigkeit habe ich heuer probiert, hat aber glaube ich nicht wirklich etwas gebracht. Eben Stetigkeit im, ein bisschen im Sinne von Differentialrechnung mache.

I: Mit einer siebten Klasse?

B6: Mit einer siebten Klasse, genau. Das war so ein Aufstand ein bisschen dann mehr oder weniger, und ich sehe auch für die neue Matura nicht, man braucht sie nicht. Ich meine, ob man sie braucht, ist eine andere Frage, aber für die, im Sinn der neuen Matura nicht.

I: Auf welche Schwierigkeiten bist du da gestoßen wie du das probiert hast in der Schule?

B6: Naja, das ist, die Abstraktion ist schon sehr, sehr, sehr groß in dem, in diesem. Also, zu viel Abstraktion auf für Siebtklässler, finde ich. Vielleicht auch für mich, teilweise (lacht). Nein, also es ist so, wahrscheinlich wenn ich, wenn mich das mehr zusagen würde, hätte ich mich auch mehr hineingetigert, dann hätte ich auch mehr überlegen können, wie ich es besser aufbereite. Genau, also das war zur Stetigkeit.

I: Vollständigkeit? Die hast du nämlich bei der Lehrerausbildung ja eigentlich auch nicht angekreuzt.

B6: Ja, ich habe dann noch lange überlegt, ich habe aber nicht nachgeschaut: Vollständigkeit, geht es da um die komplexen Zahlen, oder?

I: Da geht es eigentlich um die reellen Zahlen, also, was zum Beispiel die reellen Zahlen von den rationalen Zahlen unterscheidet.

B6: Ach so, naja, das. Ich habe es deshalb wahrscheinlich nicht angekreuzt, weil es schon sehr, sehr lange her ist bei mir, ja. So, genau.

I: Also, wäre jetzt auch kein Thema, das bei dir im Schulunterricht vorkommen würde?

B6: Nein. Also, momentan ist, was das betrifft, Thema ist eher, nachdem wir die Versuchskaninchen für die neue Matura sind, wirklich sich auf diese Begriffe, die damals, da definiert sind, zu, vorzubereiten, aber nicht jetzt irgendwie mit anderen abstrakten Begriffen. Bringt, vielleicht bringt es etwas, auch für manche Schüler und Schülerinnen sicher auch, aber momentan sind wir in der Versuchsphase der neuen Matura, und da muss man sich einmal auf die Sachen konzentrieren.

I: Mhm. Also auch ein, ein Zeitmangel dann wahrscheinlich auch im Endeffekt.

B6: Ja. Und bei mir auch speziell in der Schule sicher auch, habe ich jetzt nicht die lernstärksten Schüler, deshalb fange ich jetzt nicht mit Vollständigkeit oder Stetigkeit. Ich habe es eh probiert, das war halt kurz dann, aber ich habe es dann bei der Schularbeit glaube ich wieder gelassen.

I: Okay, also der Versuch war da, aber es hat keine Früchte getragen.

B6: Ja, das, es ist, ich glaube, das müsste man viel, in einem viel größerem Zeitraum machen, und das ist einfach, geht lehrplanmäßig nicht, wie es momentan ist.

I: Folgen und Reihen waren bei dir da zum Beispiel schon wichtig, hast du die mit der restlichen Analysis, also auch mit, mit dem Grenzwertbegriff dann, verknüpft?

B6: Naja, Folgen ist natürlich Teil des Lehrplans der sechsten Klasse rein, ich habe sie aber (…) sechste Klasse, ja. Ich habe es trotzdem, ich finde sie wichtig, und die mag ich persönlich jetzt wieder lieber. Äh, ich habe sie jetzt nicht sehr tiefgehend gemacht, letztes Jahr, aber schon, ich finde sie sollte man gehört haben. Vor allem auch im Hinblick auf Grenzwerte, man braucht sie ja dann auch wieder zum Beispiel in der Finanzmathematik, wenn man dann irgendwelche Sachen ausrechnet. Also, finde ich jetzt persönlich wichtiger, aber es liegt wahrscheinlich auch daran, dass ich das an der Schule ziemlich viel gemacht habe. (I: Ja.) Das ist halt immer, genau.

I: Und das ist ihnen auch nicht so schwer gefallen wie zum Beispiel jetzt die Stetigkeit?

B6: Nein, bei Folgen und Reihen kann man, kann man sehr schnell, sehr schnell einmal sehr schwer machen. Wenn man dann mit Quadraten und Kreisen zum Einschreiben anfängt, dann steigen manche ziemlich schnell aus.

I: Mhm. Hast du das versucht?

B6: Ich habe ein leichtes Beispiel glaube ich, klassisch, Quadrat mit Kreis eingeschrieben, und dann wieder ein Quadrat und so, aber viel schwieriger darf man es dann nicht mehr machen, also bei meinen halt zumindest. Man kann das dann auch dreidimensional machen. Sie scheitern dann meistens gar nicht so an Folgen und Reihen, am Begriff, sondern eher an das, geometrischen Hintergrund, was kann ich jetzt anwenden, zum Beispiel Satz des Pythagoras, so etwas, oder so. Weil die es dann nicht verknüpfen, dass man das auch anwenden kann.

I: Dass man überhaupt die Folge einmal aufstellt, oder so etwas in der Richtung. (B6: Ja.) Okay. Komplexe Analysis hast du da jetzt auslassen bei beiden.

B6: ja, ich bin einfach kein Freund der komplexen Analysis, ich gebe es zu. Äh, war auch nicht sehr gut auf der Uni, mit dem Zeug. Äh, bin ich wahrscheinlich auch zu wenig in der Anwendung drinnen.

I: Okay. Aber komplexe Zahlen an und für sich in der Schule, ist schon ein Thema?

B6: Ja, es ist, es ist, in der Schule ist es ein Thema. Es ist im Lehrplan noch drinnen, für die neue Matura ist es kein Thema.

I: Mhm. Also, da ist auch wieder die ähnliche Orientierung wie bei der Stetigkeit und bei der Vollständigkeit.

B6: Mhm, wobei die Stetigkeit natürlich generell im Lehrplan nicht wirklich viel, also komplexe Zahlen ist viel mehr drinnen. (I: Mhm.) Genau, also, wie schon gesagt, bei der Matura haben sie es ja gestrichen jetzt wieder, also haben wir es auch eher reduziert, ich habe schon alles gemacht bis auf die komplexen Wurzeln, habe ich nicht gemacht.

I: Ja, ja. Okay. Ja, wenn dir du jetzt anschaust, was da alles zur Analysis dazugehört, abschließend zu dem ersten Teil: Wie würdest du den Begriff „Analysis“ im mathematischen Sinne jetzt jemandem möglichst kurz und prägnant eigentlich erklären, wenn dich jemand fragt, was versteht man eigentlich unter dieser Säule „Analysis“?

B6: (…) Naja, ist eine von den (…) historisch wichtigen, sage ich einmal, Entwicklungen in der Mathematik. Ich weiß jetzt gar nicht, von wo sie ausgegangen ist, ob das jetzt von der, vom Differenzieren und Integrieren oder eher vom Funktionenbegriff ausgegangen ist historisch. Ich schätze, eher von der Differential-Integralrechnung. Und das hat man halt zu diversen Sachen verknüpft dann, in der Analyse quasi von Zahlen. Weiß ich nicht, gibt es sicher einen korrekten, eine korrekte Definition?

I: Ja, es, man findet relativ wenig, eigentlich. Also es wird meistens über die Inhaltsbereiche eigentlich aufgeschlüsselt, das Ganze. Darum hat mich das halt auch interessiert.

B6: Gibt es sicher irgendeine Definition, aber, also, ja, also eher so das, ja, Anschauliche kann man gar nicht sagen. Ich meine, im Vergleich zur Algebra, Algebra ist eher kurz und prägnant, wenn man es schafft, und die Analysis, das ist immer für mich immer so ausschweifend, ausschweifend gewesen. Der Grenzwert von links und von rechts, und von oben und von unten, und von vier Seiten, und irgendwann kann nur mehr das übrig bleiben. Also das ist für ein bisschen das, ja, für die Tüftler.

I: Aber du hast gesagt, du hast dich in der Analysis ja besser zurechtgefunden eigentlich als in der Algebra, oder?

B6: Nein, ich habe mich, mir ist eigentlich die Algebra lieber, habe aber ziemlich mit der, in einer Prüfung gekämpft.

I: Achso, okay. Also nicht unbedingt mit dem Inhalt zu tun, sondern.

B6: Nein, das, ich bin da nicht sehr (lacht) prüfungsresistent (I: Okay.) Nein, also inhaltlich tue ich mir mit der Algebra leichter. Nicht dass ich es besser kann, aber ich fühle mehr Verwandtschaft zur Algebra als zur Analysis.

I: Aha, okay. Wirkt sich das auch irgendwie auf den Schulunterricht aus bei dir?

B6: Nein, also nicht, also von, von der Uni-Analysis rede ich jetzt. (I: Okay.) Also so, was ich in der Schule brauche, Differenzieren, Integrieren, Folgen und Reihen, das ist schon okay, aber dann, wenn es dann mit irgendwelchen, äh, Grenzwertsätzen und, und, äh (…) wie heißen die Bedingungen, Wurzelkriterium und…

I: Mhm, also das aus der Hochschulanalysis dann schon.

B6: Und ich sage auch persönlich dann, äh, Wegintegrale und so, ich tue mir schon mit der Vorstellung sehr, sehr schwer.

I: Mhm. Aber das geht dann eh über den Schulunterricht, also über das, was du im Unterricht brauchst, hinaus.

B6: Eben. Also für die… Es ist ja witzig, weil, weil, weil in der Schule, da hat man relativ viel Analysis, und von, von der Algebra eher da weniger finde ich, schon Gleichungslösen und so Geschichten, aber, aber dann eigentlich ist es, in Summe ist sicher mehr Analysis in der Schule das Thema.

I: Mhm. Ja, ich denke auch, im Vergleich zur Algebra. Gehen wir zur Analysis in der Schule und auch zum mathematischen Arbeiten in der Schule. (B6: Ja.) Du wirst ja gesehen haben, in der, in der Hochschule ist, im Vergleich zur Schule, viel mehr Wert darauf gelegt worden, dass, dass man exakt ist, dass man, dass man alles möglichst genau formuliert. Wie wichtig schätzt du diese Fachsprache für den Schulunterricht ein? Oder diese Exaktheit, im Allgemeinen?

B6: Die Exaktheit ist auf jeden Fall etwas, das den Schülern irrsinnige Probleme bereitet. Selbst wenn du schreibst „Löse die zwei, äh, kreuze die zwei Lösungen an“, sage ich jetzt einmal, schaffen es manche, dass sie wieder drei ankreuzen (lacht).

I: Also schon alleine von der Aufgabenstellung her, was jetzt für die Zentralmatura kommt.

B6: Äh, überfordert manche sicher. Es ist bei manchen Gebieten sicher wichtig, dass man exakt ist. Man sollte es aber andererseits exakt erklären können finde ich, aber auch in eigenen Worten, ein bisschen so umgangssprachlich finde ich, ist die zweite Sorte, dass man das ein bisschen auch wechseln kann, finde ich, zwischen „da hat der das gesagt, weil“ und wirklich „für alle gilt“ und was weiß ich was.

I: Wenn du dir die Inhaltsbereiche da anschaust, bei welchen sollte man deiner Meinung nach exakt sein?

B6: Naja, da muss man eigentlich eh bei allen exakt sein, das ist, ergibt sich so aus der Analysis würde ich sagen. Weil, Differenzieren darf ich nicht die innere Ableitung vergessen, also das meinst du jetzt wahrscheinlich nicht, aber, äh, (I: Wäre auch eine Art, genau zu arbeiten.) nein, aber das ist jetzt nicht gemeint. Also Funktionen, glaube ich halt zumindest (lacht), Funktionenbegriff ist halt, naja, das sind zwei Sachen, also jetzt. Ist vielleicht für den Schulunterricht sogar wichtiger, dass sie eine Grafik richtig interpretieren können, wie das exakt eine Gleichung dann zuordnen, ob da jetzt ein R fehlt oder ein Z oder nicht, ob es eine Abbildung auf die reellen Zahlen ist oder nur auf eine Teilmenge. Es wird wahrscheinlich nur die wirklich, die besseren Schüler, äh, eine Hilfe oder auch ansprechen generell. Also, für die anderen ist es halt, reelle Zahlen ist R, ja, steht da R, ja, in die Menge der positiven Zahlen, ist egal. (I: Mhm.) Also es ist schwierig, glaube ich, dass man, dass man allen Schülern eine Exaktheit beibringt.

I: Ja. Aber du findest es schon wichtig?

B6: Ich finde es grundsätzlich schon wichtig, weil es ja auch das Denken schult, in gewisser Hinsicht, weil da auch im Alltag halt Begriffe dann, ich meine, passiert jedem, natürlich, aber mehr oder weniger, Begriffe ständig durcheinander gewirbelt werden, die eigentlich etwas anderes heißen.

I: Ja, das stimmt. Das kann man glaube ich in Mathematik schon auch mitnehmen.

B6: Mhm, bis zu einem gewissen Grad, ja. Dass man genau sein muss, zumindest eine Zeit lang.

I: Und gibt es da irgendetwas, wo du sagst, da brauche ich zuerst einmal einen vereinfachenden Zugang, da?

B6: Wie, äh wie meinst du das?

I: Wenn du dir vorstellst, du erarbeitest manche von diesen Inhaltsbereichen. Da hast du ja dann grundsätzlich einmal die Wahl, dass du gleich mit einer exakten, mit einer fachmathematischen Formulierung einsteigst, oder dass du zuerst einmal schaust, dass du in erster Linie eine Grundvorstellung dazu aufbaust, die vielleicht dann mit einer Vereinfachung durchgeführt werden muss.

B6: Ja, ja, das habe ich auch schon öfter überlegt, wie, was da gescheiter ist. Ob man es einfach und prägnant und exakt macht, oder mit vielen Beispielen.

I: Aber dass da verschiedene Inhalte irgendwie unterschiedlich sind, siehst du jetzt momentan nicht?

B6: Wie meinst du das?

I: Dass man manche Inhalte jetzt von Anfang an exakt bearbeiten könnte, wenn du dir die jetzt anschaust, und andere vielleicht nicht.

B6: Naja, zum Beispiel den Grenzwertbegriff kann ich, natürlich könnte ich jetzt gleich beinhart sein und sagen „das ist so, mit dem Limes", aber da ist schon einmal gut, dass man glaube ich ein bisschen mit Folgen und Reihen arbeiten kann, oder mit Folgen vor allem, dann halt Reihen daraus, weil sonst wird das nichts, wenn man gleich sagt „Definition Limes" und vier Beispiele dazu, glaube ich. Man muss da schon ein paar so, äh, Begriffe schon haben. Funktionen fange ich dann auch meistens schon an, eben mit, sage ich jetzt, exakt ist wieder etwas anders, aber, „jedem y wird genau ein x", da finde ich schon wichtig, dass das genau zugeordnet wird.

I: Also da ist dann auch wieder die Exaktheit im Vordergrund.

B6: Ja. Also da schon, finde ich. Natürlich, die Beispiele dann muss man dann wieder nicht so exakt, aber, aber da soll man zumindest, damit man unterscheiden kann, eine Funktion von einer Relation, da ist also die exakte Sprache wichtig.

I: Und das steht dann auch ziemlich am Anfang beim Funktionsbegriff wahrscheinlich.

B6: Ja. Also manchmal kann man schon wirklich eine Definition hinwerfen, sage ich, und dann Beispiele bringen, aber, immer schwer zu sagen.

I: Mhm, okay. Wenn du dir jetzt vorstellst, du entlässt dann deine Schülerinnen und Schüler nach der Schulzeit (B6: Ja.) aus der Schule. Was sollten die deiner Meinung nach von der Analysis wissen, von diesem Bereich?

B6: Wenn ich mir das anschaue… Geht es um die Begriffe?

I: Es kann um Begriffe, um Inhalte gehen, aber auch um Methoden, oder auch um, um etwas Grundsätzliches.

B6: Ich finde, was wichtig ist, sind Funktionen. Funktionen, damit soll, nicht das Exakte, dass sie dann mitnehmen, sondern eher, dass sie halt ein Diagramm lesen können, eine Statistik dann lesen können, in der Hinsicht, hat auch viel mit Funktionen, mit Zuordnungen zu tun. Äh, Folgen und Reihen schulen ein bisschen das logische Denken finde ich, das ist auch ganz gut.

I: Inwiefern?

B6: Na, dass man so Knobelaufgaben vielleicht lösen kann. Und vielleicht von Differential- und Integralrechnung sollte man schon einmal etwas gehört haben, dass das ja doch eine relativ wichtige Entwicklung ist, vom Flächeninhaltsproblem dann, dass man damit Flächen ausrechnen kann. Ich, ich persönlich bin dann der Meinung, wie überall, ich meine, was jeder dann braucht, das muss eh jeder selbst entscheiden. Man kommt sicher, wenn man nach der Matura keine Ahnung mehr von Differenzieren und Integrieren hat, und ganz etwas anderes macht, macht das keinen schlechteren Menschen dadurch. Das ist einfach, ja. Was sie mitnehmen können sollten, ist vielleicht einfach die Denkweise. Wie man etwas mathematisch löst, dass das vielleicht in anderen Situationen auch helfen kann. Aber ich weiß andererseits auch, dass das natürlich vielen den Schulalltag ein bisschen vermiest, die Mathematik, und die dann nicht so viel mitnehmen.

I: Okay, gehen wir noch zur Analysisausbildung auf der Uni.

B6: Mhm. Jetzt wird es schwierig, ja (lacht).

I: (lacht) Versuche dich halt einfach so gut wie möglich zurückzuerinnern. (B6: Ja.) Wenn du dir die Veranstaltungen da anschaust: Welche haben dir, denkst du, jetzt im Bereich Analysis für die Vorbereitung auf deinen Beruf am meisten geholfen?

B6: Ja, wahrscheinlich die schulmathematischen. Aber gut, habe ich jetzt nicht, Differential- und Integralrechnung habe ich nicht gemacht, irgendetwas mit Funktionen habe ich einmal gemacht glaube ich.

I: Mhm. Die waren ja früher glaube ich auch noch anders. Die waren ja früher aufgeteilt, teilweise.

B6: Genau, das kann auch sein, aber waren ähnlich, glaube ich. Also, ich habe, dann habe ich Proseminar Analysis glaube ich gemacht, das hat früher Proseminar geheißen, jetzt weiß ich nicht wie es jetzt heißt.

I: War das ein Übungsbetrieb eher?

B6: Das war damals eher ein Übungsbetrieb, ja. Das glaube ich, war eh beim X15, oder war das? Ich weiß es, weiß es nicht mehr genau. Äh, geholfen ist immer die Frage. Ich tue mir heute noch ein bisschen schwer mit dem Einstieg, weil der X10 fängt zuerst mit dem Integrieren an und dann steigt er aufs Differenzieren um, der macht es also quasi umgekehrt (I: Ach so, okay, ja.) und teilweise mit ein bisschen anderen Notationen. Na, geholfen hat es auf jeden Fall, also das, das Denken, aber leider habe ich wieder das meiste vergessen. Spannend wäre es jetzt, wenn man Zeit hätte, das noch einmal von vorne, wenn man es dann abgeschlossen hat, von vorne wieder anfängt, dass man dann doch viel mehr mitnimmt glaube ich, als am Anfang.

I: Warum glaubst du, dass man am Schluss mehr mitnimmt?

B6: Weil man schon viel mehr im Denken drinnen ist, auch viel mehr, auf was es ankommt. Am Anfang war halt Analysis I, II, III, hat es noch geheißen damals, und das war halt auf einer sehr abstrakten Ebene direkt nach der Schule einfach. Die Prüfung war dann nicht so schlimm, aber…

I: Mhm, war die schriftlich?

B6: Die war schriftlich, ja. Aber es ist relativ locker zugegangen. Ich habe wahrscheinlich auch zu wenig gelernt, Analysis, insgesamt.

I: Würdest du jetzt etwas anders machen im Studium, von deiner Arbeitsweise, vom Zugang her?

B6: Ja, ich würde die, würde die Grundlagen besser lernen, dass ich es nachher leichter hätte. Aber das weiß man ja oft nicht, wie die Schüler halt (lacht). Das hängt alles nach dann irgendwann.

I: Und die Differentialgleichungen?

B6: Ja, da kann ich… Die habe ich glaube ich beim X16 gehört, das war damals noch zusammen, also Differentialgleichungen war zusammen mit komplexen Zahlen. (I: Aha, okay) Das war noch nicht getrennt. Ja, wenn ich es wieder gut anschaue, kann ich sie wieder lösen. Aber aus dem Effeff könnte ich glaube ich die wenigsten lösen, das ist, die Methoden müsste ich mir halt anschauen, welche, käme man wieder hinein, aber die Theorie, muss ich ehrlich sagen, habe ich nicht wirklich sehr gut kapiert, gebe ich zu. Also in der, von der Anwendung, ja.

I: Ist das bei dir ein Thema im Schulunterricht?

B6: Äh, das ist eine gute Frage. Müsste, in der achten Klasse, es kommen da Differenzengleichungen und ganz einfache Differentialgleichungen. (I: Da wirst…) Aber nicht HTL- irgendwie mäßig, dass du sie auf verschiedene Arten lösen müsstest, sondern wirklich nur die ganz, Trennung der Variablen und so.

I: Und wenn du da jetzt ein analysisbezogenes Thema jetzt für den Schulunterricht vorbereitest, schaust du da ab und zu noch in die Unterlagen von der Uni? (B6: Nein.) Läuft das hauptsächlich über andere Quellen?

B6: Das sind hauptsächlich andere Quellen, Schulbücher. Das liegt auch einfach daran, dass, erstens, mit Skripten war es damals noch ganz schlecht. Äh, Mitschriften bin ich nicht der Meister, und ich habe einfach lieber ein Buch. Und ich habe generell lieber anschauliche Bücher, und da habe ich mich jetzt noch nicht damit beschäftigt, weil das schon so ewig her ist, ob es jetzt anschauliche Analysisbücher gibt. Also jetzt, da bist du wahrscheinlich jetzt mehr.

I: Also es gibt schon ein paar so Lehrbücher, aber die habe ich persönlich auch nicht.

B6: Ja. Aber die meisten sind auch zu trocken, von den Büchern. Das ist so.

I: Wie war das Seminar aufgebaut, noch einmal?

B6: Welches?

I: Dieses Seminar zur Analysis, das du da gemacht hast?

B6: Beim X15 glaube ich, das war so, dass halt immer zwei Studenten, Studentinnen und Studenten, vorgetragen haben zu einem gewissen Thema, das man sich glaube ich mehr oder weniger selbst aussuchen hat können, weiß ich aber nicht mehr.

I: Hast du das Gefühl, dass dir das etwas geholfen hat?

B6: Ja, was habe ich denn damals geredet, ich glaube, Zusammenhang zwischen Differential- und Integralrechnung. Äh, wobei ich, ja schon, ich meine, der X15 war dann relativ kritisch auf die Performance quasi. Wenn jemand zu lange auf die Tafel geschaut hat und zu wenig in, dann war er grantig (lacht). Aber so wirklich, ja, helfen ist immer, weiß ich nicht. Es würde mehr helfen, wahrscheinlich, wenn die Inhalte, das hat es damals noch nicht gegeben, dann vielleicht auf eine Moodle-Plattform oder so.

I: Mhm. Da hat man heute natürlich andere Möglichkeiten.

B6: Als, das war damals anders, Zusammenfassung gehabt hätte, dass man dann alle auf das zugreifen kann, wenn du es im Unterricht brauchst, dass du es dann gleich herunterladen und nicht mehr selbst erarbeiten oder nur mehr teilweise selbst erarbeiten musst. Das war damals anders, ich meine, da hat halt jeder vorgetragen, und hat man dann zugehört, hat gepasst, aber was so die anderen noch vorgetragen haben, dass ich da etwas mitgenommen hätte, nein.

I: Also kaum eine Sicherung von dem, was jetzt die anderen gemacht haben.

B6: Nein. Gut, wie schon gesagt, wenn man eine gescheite Plattform macht, weiß nicht ob das, heute ist es wahrscheinlich besser. Aber auch, wahrscheinlich, auch nicht, dass du es dir dann ewig behältst.

I: Also bei dir dominieren schon auf jeden Fall die Schulbücher bei der Unterrichtsvorbereitung.

B6: Ja, auf jeden Fall.

I: Wenn du dir jetzt die Ausbildung anschaust, die du in Analysis jetzt gehört hast, was würdest du dann aus heutiger Sicht daran ändern wollen? Wenn du irgendwelche Wünsche hättest?

B6: Naja, das ist jetzt schwer. Ich meine, inzwischen gibt es ja auch eine Einführungsveranstaltung, Einführung in das mathematische Arbeiten. (I: Genau, ja.) Das kann ich jetzt nicht beurteilen, wie sinnvoll das ist. Ob das etwas bringt, dass der Schock nicht ganz so groß ist, oder hängt wahrscheinlich auch wieder sehr vom Vortragenden ab, oder von der Vortragenden. (…) Ich weiß nicht, ob ich es nicht ein bisschen lebhafter machen würde, auch mit mehr Beispielen für die Schule. Aber das ist nicht der Anspruch von der Analysis I, weil das ist ja für alle, das war damals, ist wahrscheinlich heute auch, für alle gleich. (I: Mhm, genau, da, da komme ich dann eh noch kurz dazu, zu dem Thema, ja.) Also schätze ich, ist, ist schwer zu sagen. Da kenne ich mich auch zu wenig in Analysis aus, dass ich weiß… Anschaulicher wäre eine gute Idee, aber nicht ganz so dogmatisch, so habe ich es halt lieber.

I: Ja, da wäre nämlich auch meine Frage dazu gewesen, die nächste: Hältst du das Einbinden für, von schulischer Mathematik im, im Studium, in den Fachveranstaltungen, für sinnvoll?

B6: Naja, das ist immer die Frage, weil diese Veranstaltungen sind ja für, sowohl für, für Mathematiker als auch für, für Lehramtskandidaten, das ist die Frage: Was haben jetzt Mathematiker davon? Naja, auf der anderen Seite könnte man natürlich sagen, wenn man eine Verbindung zur Schule herstellt, ist natürlich, alle, alle kommen da von der Schule, „so wird das in der Schule gemacht“, und dann halt vielleicht „das ist der Hintergrund“, so. Könnte auch für Nicht-Lehramtskandidaten vielleicht sinnvoll sein, einfach, dass man den Konnex wieder hat, zu, was man in der Schule bringen kann, oder wie es in der Schule gebracht wurde, und dann, wie es halt auf der Uni, wie es wirklich, oder sagen wir, man weiß nicht, wie es wirklich ist.

I: Also du als Lehramtskandidat hättest dir so etwas auf jeden Fall?

B6: Mich würde es nicht stören.

I: Was hältst du, eine Trennung von Bachelor und Lehramt, so wie es halt momentan jetzt ist, oder allgemein von Fachmathematik-Studenten und Lehramtskandidaten von Anfang an, hältst du so etwas für sinnvoll?

B6: Das weiß ich nicht. Also, momentan, gut, Bachelor glaube ich betrifft ja alle, oder wie ist das? Ja. Erster Abschnitt heißt Bachelor jetzt, mehr oder weniger?

I: Genau, das ist jetzt dann der zukünftige Plan. (B6. Ah, ist es noch nicht.) Aber, aber so wie es momentan ist, ist das Lehramtsstudium noch ein Diplomstudium, also die, die bis jetzt angefangen haben, und Fachmathematik ist halt ein Bachelorstudium. Darum rede ich halt jetzt immer von Lehramtskandidaten und Bachelorkandidaten.

B6: Also wahrscheinlich, vom Unterrichten her, später dann, würde es mit weniger Inhalten, das Lehramtsstudium, auch auskommen. Das ist einmal ganz klar. Schwieriger wird es dann, wenn man besonders Gute fördern will, äh, da stört es wahrscheinlich nicht, wenn man ein sehr breites Hintergrundwissen hat. Das heißt also, diese sehr speziellen Sachen, speziellen, also was man dann nicht in der Schule braucht, ist immer ein gutes Hintergrundwissen, wird aber wahrscheinlich sehr, sehr wenig gebraucht werden, außer man ist in einer Hochbegabtenschule oder so.

I: Mhm. Also, hast du im Unterricht das, das Gefühl, dass das, was du von der Vorbereitung in den Schulbüchern, dich vorbereitest, dass das völlig reicht eigentlich?

B6: Na, das ist schwer zu sagen, weil ich nicht weiß, das weiß ich nicht, weil, ich finde es schon gut, dass man mehr Hintergrundwissen hat. Vor allem zumindest schon einmal irgendwo, wenn es dann wieder einmal Thema ist, das habe ich schon irgendwann einmal so gehört, und zumindest kann man dann einen Wikipediaartikel, sage ich böse formuliert, zur Analysis verstehen, wenn man sich ein bisschen bemüht. Also, es ist schon gut, dass man mehr weiß.

I: Also auch schon alleine für das Abschätzen.

B6: Für das Abschätzen einfach, dass man, äh, das ist immer gut, dass man mehr weiß, viel mehr weiß eigentlich, als man dann braucht, einfach, dass man dann einen Überblick hat, was noch mehr geht, weil natürlich dann andere noch viel mehr einen Überblick haben, das ist eh klar.

I: Hast du diese Einstellung am Studienbeginn auch schon gehabt, also hast du das akzeptiert, dass diese fachliche Ausbildung auf der Uni notwendig ist?

B6: Ja, das habe ich jetzt nicht, da geht es jetzt nicht um akzeptieren oder nicht akzeptieren, weil man kann, oder ist jetzt nicht engagiert, dass ich jetzt den Lehrplan ändere oder so. Ich habe halt gesehen, das braucht man, aber ich habe schon gesehen, manche Sachen braucht man, aber es werden viele nie wieder auftauchen wahrscheinlich.

I: Ja, ja. Gut, ja, damit sind wir eigentlich eh schon am Ende von diesem Interview. Gibt es von deiner Seite noch irgendwelche Ergänzungen, was die Analysis betrifft?

B6: Nein, eigentlich, nein, eigentlich nicht. Wie, wie heißt denn dein Diplomarbeitsthema, das würde mich jetzt noch interessieren.

I: Habe ich noch keinen fixen Titel festgelegt.

B6: Aber so in welche Richtung, und was, du willst jetzt untersuchen, wie viel hängen bleibt quasi?

I: Genau, also es geht so in Richtung „Sinnstiftung“ in der Analysis, vor allem auch in der Analysisausbildung.

B6: Und willst du damit irgendetwas bezwecken, oder weil es dich einfach interessiert?

I: Es hat begonnen, während ich das bearbeitet habe, mich immer mehr zu interessieren eigentlich. Bezwecken, ist halt die Frage, was, was die Uni dann daraus macht.

B6: Also glaubst du, dass sich dann das, die Verantwortlichen dann deine Diplomarbeit noch anschauen, oder wenn, weiß ich nicht?

I: Ich glaube jetzt nicht, dass ich damit etwas Riesengroßes ins Rollen bringen kann, weil gerade jetzt ist eben der Umbruch sowieso wieder da gewesen, im nächsten Wintersemester ändern sich ja die Studienpläne.

B6: Schon wieder?

I: Jetzt ist die Umstellung auf das Bachelorstudium, jetzt wird, ab, ab Wintersemester wird umgestellt auf das Bachelorstudium.

B6: Echt? Wie lange kann man jetzt noch im alten studieren? Jetzt muss ich mich wirklich beeilen.

I: Das weiß ich nicht genau, aber ich glaube, (B6: Ein bisschen eine Übergangsfrist gibt es.) es, es ist auf jeden Fall noch eine Frist.

B6: Jetzt muss ich wirklich fertig werden, weil sonst kann ich eine Bachelorarbeit auch noch schreiben (lacht).

I: Nein, also ich glaube, diese Sorge brauchst du nicht zu haben. Und da ist halt dann auch die Frage, also das wird sicher jetzt eine Zeit lang brauchen, bis das Modell einmal einläuft.

B6: Und wird da vieles anders sein? Oder nur halt die, die Nummernschilder anders?

I: Ich kann dir, ich kann dir dann kurz die Studienpläne zeigen, wenn ich sie da habe, also so ein Curriculumsvorschlag ist das. Es geht so in Richtung Module zu gewissen Inhaltsbereichen.

B6: Nein, ist egal, aber nur so als… und die gleichen Inhalte wieder anders aufgeteilt werden? Schon wahrscheinlich?

I: Ja, da hätte ich noch eine Frage gehabt: Du hast die ja zeitlich relativ, wahrscheinlich, verstreut gehört, diese ganzen Sachen?

B6: Na die, Moment, (I: Die waren schon gemeinsam.) die waren komplex, da habe ich noch eine zweite.

I: Würdest du das gut finden, wenn jetzt so ein Analysisblock, also alles, was du in deinem Studium über Analysis hörst, wenn das zeitlich auch sehr nahe beieinander wäre, oder würdest du es eher gut finden, wenn das über das ganze Studium verteilt wird?

B6: Naja, es hat Vor- und Nachteile. Wenn es zeitlich kompakt ist, ist man einfach im Denken besser drinnen. Der Nachteil ist, so wie bei mir, wenn es dann irgendwann abgeschlossen ist, und man braucht es nicht mehr, dann braucht man es wirklich nicht mehr. (I: Ja.) Das heißt, wenn es mehr verstreut ist, wird es halt öfter wiederholt. Die Frage ist natürlich, wie sehr das wiederholt wird. Ich bin sowieso ein Fan von viel mehr Wiederholung auf der Uni.

I: Mhm, also, wenn man das später wieder aufgreift dann?

B6: Dass man später einfach wieder Grundlagenveranstaltungen macht, das wichtigste aus Analysis I bis, weiß ich nicht wie es heißt jetzt.

I: Ja, das ist dieser, dieser Analysiszyklus, (B6: Analysiszyklus, ja.) momentan besteht der aus drei Vorlesungen, ist im zukünftigen Studienplan aber auch wieder anders.

B6: Dass das, was weiß ich, dann zwei, drei Jahre später wiederholst, nicht so detailliert, aber wo man es braucht. Vielleicht von einem anderen Professor wieder anders vor, nicht so jetzt, nicht jetzt auf die Theorie hundertprozentig, aber einfach, wo kann man das brauchen, was sind die wichtigsten, da wäre eine Wiederholung gar nicht schlecht. Aber es ist bei mir wahrscheinlich ein bisschen speziell, weil ich sehr lange gestreut habe.

I: Natürlich, aber halt auch interessant, weil es gibt eben auch solche.

B6: Genau.

I: Fühlst du dich im Großen und Ganzen gut vorbereitet von der Uni, in Bezug auf die Analysis jetzt?

B6: Ja, von der Uni auf jeden Fall. Für mich zu wenig. Ich würde gerne, oder ein Buch würde ich gern haben. „Kompakte Analysis“, also nicht kompakt wie „kompakte Räume“, sondern das wichtigste noch einmal in einem Buch zusammengefasst, und ohne dass zu sehr, sondern einfach, welche Rechnungen gibt es, wie kann ich sie anwenden, die Theorie kurz dahinter, aber nicht so, „der Satz“. Warum vielleicht kurz einmal erwähnt…

I: Also weniger der axiomatische Zugang, sondern eher der praktische.

B6: Der praktische Zugang, wäre mir recht, weiß ich nicht, gibt es vielleicht eh.

I: Ja, da müsste man sich umschauen.

B6: Muss man sich halt umschauen, je nachdem was ich dann brauche zur Diplomprüfung (lacht).

I: Okay, dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast.

B6: Ja bitte, bitte.

A.7 Interview 7

- Geschlecht: männlich
- Studienfortschritt: 10. Semester
- Unterrichtserfahrung: 1 Schuljahr, unterrichtete Mathematikklassen: Unterstufe, Oberstufe

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☒ Vollständigkeit	☒ Vollständigkeit
☒ Folgen	☒ Folgen
☒ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☐ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☒ Komplexe Analysis

Interview 7, 21.05.2014:

I: Also, zuerst einmal: Warum habe ich dich überhaupt ausgesucht als Interviewpartner? Du unterrichtest ja schon und studierst gleichzeitig noch Lehramt, und das ist halt genau meine Zielgruppe von diesem Interview, weil ich Leute suche für eine Einschätzung von der Analysisausbildung auf der Uni, und zwar in der Richtung halt, dass ich dich darum bitten möchte, dass du einschätzt, wie sehr dir die Analysisausbildung auf der Uni geholfen hat für den jetzigen Beruf oder für, für das Unterrichtsleben.

B7: Ja, fürs Unterrichtsleben… Die Begriffe, die ich im Unterricht bis jetzt zu unterrichten gehabt habe, waren eigentlich schon davor da, also vor dem Studium.

I: Zuerst einmal, also, ich komme dann eh noch zur Uni-Ausbildung konkret, später, zuerst einmal würde mich eh interessieren: Was hast du, bevor du mit dem Studium angefangen hast, für Vorerfahrungen gehabt zu den Inhalten aus der Analysis, aber auch zum Begriff „Analysis“ an und für sich?

B7: Ja, also prinzipiell, ich habe eine intensive Analysisausbildung gehabt, die ich aber nicht verstanden habe. Also es war so: Ich habe eine HTL gemacht, und bei dem ist es so, es war so, man hat irgendwelche Begriffe in Mathe hingeknallt bekommen, hat sie auswendig gelernt und angewendet. Also, ich habe mich mit Folgen, Reihen, Differentiation, Integralrechnung, Differentialgleichungen, allem Möglichen schon auseinandergesetzt gehabt, und auch so, ich habe es auch formal schon einmal so gesehen, wie ich es dann an der Uni gesehen habe. Nur bin ich halt dann an der Uni draufgekommen, dass es davor nicht so wirklich, also, nicht auf dem Niveau, also, weil Beweisen hat es da praktisch nicht gegeben. Da war einfach, da hat man es aufgeschrieben, und dann war es so.

I: Das Formale waren die Definitionen dann?

B7: Ja, formale Definitionen und so, und es waren auch Sätze formuliert, die dann halt ohne Beweis da waren, was an der Uni teilweise auch noch passiert, also so ist es ja nicht.

I: Ist dir das damals in deiner Schulzeit schon abgegangen, der größere Zusammenhang?

B7: Ich habe, meine ich, also, bei mir war es eben so: Die ersten zwei Jahre in der HTL habe ich einen Lehrer gehabt, der hat Mathematik unterrichtet, also der wollte, der hat irgendetwas unterrichtet, und da wollte er aber, dass man selber draufkommt. Das hat dann sehr vielen Leuten nicht gefallen, aber es war eben so: Mir hat das extrem gefallen, dass er da die ganze Zeit, also, er hat Wert darauf gelegt, auf ein tieferes Verständnis, also man hat irgendwie mitbekommen, dass man, also eine Begründungshaltung und so, also, gescheit Mathematik unterrichtet. Und danach habe ich eben einen Lehrerwechsel gehabt, und dann war es eben genau so, dass die die Begriffe hin, ja, sie hat auch durch den Stoff durchkommen müssen, und ich habe die ganze Zeit gefragt, ja warum ist denn das so, und könnte uns das einmal jemand erklären. Und sie: „Nein, ist keine Zeit.“

I: Okay, also sie hat das schon mit der Zeit begründet, und nicht, dass es nicht möglich ist oder so, grundsätzlich.

B7: Ja, ja. (I: Also, du hast dann schon gewusst…) Nein, fachlich war sie schon, also, sie hätte das schon machen können, glaube ich. Weiß ich jetzt nicht, teilweise sind auch Sachen dabei, halt, so zu Differentialgleichungen, wie man Differentialgleichungen löst, praktische Anwendungen, da reicht unsere Differentialgleichungsvorlesung teilweise nicht einmal, was man da macht, weil da machst du irgendwie, zweiten Grades, mit inhomogenem Glied. Und dann irgendwie so, wie in Physik halt, alle Sachen, die wir in Physik irgendwie gelöst haben, deckt unsere Differentialgleichungsvorlesung vielleicht schon ab, im Detail, aber jetzt nicht, dass man dann die Anwendungen im konkreten Fall machen könnte.

I: Also bei den Anwendungsbeispielen seid ihr in der Schule schon über das hinausgegangen?

B7: Genau, glaube ich. Natürlich, diffuse Erinnerungen, kann auch sein, dass es, wie es da ausgeschaut hat damals.

I: Ist klar, aber es ist zumindest schon einiges noch da. Und zum Begriff „Analysis“ selbst, hast du aus der Schulzeit schon irgendwie gewusst, was man unter „Analysis“ versteht?

B7: Nein, ich habe bis an der Uni nicht, also, den Unterschied zwischen Analysis und, also, Algebra und Geometrie, die Trennung habe ich nie mitbekommen, also das habe ich nicht wirklich bemerkt.

I: Ist das dann am Anfang vom Studium schnell passiert?

B7: Ja, durch das, dass die zwei Einführungsvorlesungen, die großen, Algebra und Analysis gegeben hat, also das war für mich nicht so…

I: Also, wenn diese Namen nicht gewesen wären dafür, hättest du das nicht zuordnen können.

B7: Nein, also, bin ich mir heute, also, ich glaube, dass da der Übergang da relativ flüssig ist, als fließend, ich weiß nicht.

I: Ja, wie würdest du den Begriff „Analysis“ jetzt jemandem, den das interessiert, im mathematischen Sinn, möglichst kurz und prägnant erklären? Also was grenzt die Analysis von anderen Teilgebieten der Mathematik ab oder was ist die Rolle der Analysis in der Mathematik?

B7: (…) Verwendet Grundbegriffe und wendet Rechentechniken an, ist aber dann wieder mit der Algebra verknüpft an vielen Stellen, also, sie sind zwar aufeinander angewiesen, aber ich glaube, also, Analysis ist eher anwendungsbezogener, sagen wir so, in meinen Augen. Also, die analytischste, das analytischste Verfahren für mich sind das Integrieren und das Differenzieren, das verbinde ich halt sehr mit Analysis.

I: Mhm, okay. Also hauptsächlich auch auf diese zwei Inhalte bezogen.

B7: Für einen Physiker, glaube ich, ist Analysis wichtiger als Algebra, hätte ich gesagt, so anwendungsorientiert. Was ist denn eigentlich die richtige Definition?

I: Naja, man findet eigentlich relativ wenig. Es gibt viele Lehrbücher, die das einfach nur anhand von diesen Inhalten, also, was wird behandelt, Grenzwerte, Integration, Differentiation, ja, das Änderungsverhalten von Funktionen spielt da meistens eine große Rolle in der Analysis.

B7: Ja, ja, Funktionen. Obwohl, Funktionen sind ja auch etwas, Algebra, etwas Hauptsächliches.

I: Eben, da ist halt die Unterscheidung dann wieder schwieriger. Aber es wird ja trotzdem auf der Uni in diese zwei großen Säulen gegliedert. Schauen wir uns einmal diesen Infobogen da an, was du da angekreuzt hast. Du hast für den Schulunterricht alles angekreuzt bis auf Stetigkeit und komplexe Analysis. Warum ist, fangen wir einmal bei der Stetigkeit an, warum ist die nicht wichtig für dich im Schulunterricht?

B7: Weil ich nicht glaube, das man es schafft, Stetigkeit gescheit zu motivieren. Ich habe sehr lange gebraucht, bis ich Stetigkeit irgendwie, also… Wenn man die Vollständigkeit der Zahlen irgendwie richtig versteht, ist es zur Stetigkeit nicht mehr weit, aber ich glaube, dass die, das unendlich Kleine brauchst du bei allen anderen Sachen auch. Aber das ist philosophisch für mich halt ein großer Schritt da.

I: Vom Grenzwert zur Stetigkeit?

B7: Genau. Ja ich weiß jetzt nicht, ob es… ja, Stetigkeit, sicher wichtig, weil sonst funktionierten die anderen Sachen ja nicht.

I: Hast du es unterrichtet? Du hast ja eine fünfte Klasse ja schon unterrichtet?

B7: Nein, überhaupt nicht, Stetigkeit.

I: Beziehungsweise, da wirst du den Grenzwertbegriff wahrscheinlich noch brauchen.

B7: Ja, genau. Grenzwert ist erst (I: Der kommt dann ja erst in der Sechsten, Siebten.) Sechste, glaube ich. Sechste fängst du mit Folgen und Reihen an, wobei es sowieso so ist, dass sie teilweise Kapitel aus der Fünften in die Sechste schieben, also es ist halt so.

I: In der Fünften wirst du hauptsächlich Funktionen wahrscheinlich konzentriert haben?

B7: Genau, also den Funktionsbegriff generell. Und da habe ich halt andere Probleme als (lacht).

I: Und die komplexe Analysis hast du da auch nicht angekreuzt, für den Schulunterricht.

B7: Ja. Also, wenn man Vektorrechnung macht, dann finde ich es nicht unbedingt.

I: Mhm. Für die Lehrerausbildung ist bei dir aber alles wichtig?

B7: Ja, halt, weil es, weil sich die Begriffe, also, wieso komplexe Analysis und Stetigkeit, damit man das ganze Gerüst versteht, und komplexe Analysis in dem Sinn, damit du halt einmal etwas anderes siehst außer Zahlen, also die üblichen bekannten reellen Zahlen. Aber, also, vor allem weil es eine mathematische Begriffsbildungskultur dahinter irgendwo gibt, also wo es aktive, oder, wo es viel gibt in der Mathematik, da sollte ein Lehramtsstudent schon einmal etwas davon gehört haben.

I: Also, du meinst, Stetigkeit kommt einfach oft vor, auch wenn man, also glaubst du, dass man die Stetigkeit dann Lehrer noch oft braucht für den Unterricht, selbst wenn man sie nicht unterrichtet, so wie du sie für den Schulunterricht nicht für wichtig hältst?

B7: (…) Ich hätte sie einfach ankreuzen sollen (lacht).

I: (lacht) Nein, nein.

B7: Nein, halt, ich glaube, die Schulbildung soll halt auf eine, sie sollte verständnisorientiert sein, aber mit den Sachen, die man, also die man unterrichten soll, muss man Vereinfachungen machen, dass sich das ausgeht.

I: Okay. Und das wäre bei dir halt zum Beispiel, gewisse Inhaltsbereiche einfach auszusparen.

B7: Ja, also, geschickt darüber hinwegzutäuschen, also, wird ja an der Uni auch gemacht. Es gibt viele Sachen, wo ich genau weiß, wenn ich mich da jetzt intensiver mit dem auseinander setzen würde, dann würde es wieder so komplex werden, dann würde es wieder so… also, um bei Vorlesungsprüfungen irgendwie eine gute Note zu bekommen, warst du nie darauf angewiesen, dass du alles verstehst.

I: Ja, da komme ich dann eh später vielleicht noch einmal darauf zu sprechen, auf die Uniausbildung. Okay, danke. Gehen wir einmal zur Analysis in der Schule und allgemein zum mathematischen Arbeiten in der Schule. Du weißt ja, dass in der Hochschulmathematik oft die fachliche Genauigkeit sehr oft betont wird, Exaktheit hat einen sehr hohen Stellenwert. Wie wichtig schätzt du dieses exakte Arbeiten für, für den Schulunterricht ein?

B7: Total wichtig, weil ich glaube, das ist die einzige, also, wirklich praktische Tätigkeit, die man aus dem Mathematikunterricht für das Leben mitnimmt. Dass man irgendwo systematisch arbeiten lernt und erkennt, an welchen Stellen Exaktheit wichtig ist, und an welchen nicht.

I: Wenn du dir die Inhaltsbereiche, die du jetzt in der Schule für wichtig hältst, anschaust, wo würdest du sagen, dass man exakt arbeiten muss?

B7: Wo man exakt arbeiten muss. (…) Funktionsbegriff von einer Ding unterscheiden, vom Zuordnungsbegriff zum Beispiel, musst du exakt, ja, exakt musst sicher überall arbeiten, was soll denn das heißen?

I: Ja, die andere Frage wäre halt: Gibt es irgendwelche Inhaltsbereiche, wo du sagst, da braucht man halt einfach vor allem am Anfang einmal Vereinfachungen.

B7: Na, jetzt zum Beispiel für die Vollständigkeit brauche ich nicht den mathematischen, exakten Formalismus, von dem man spricht, ich glaube, das ist auch davor verständlich. Aber ich finde es wichtig, dass man da lange darüber diskutiert, oder dass man sich damit auseinandersetzt. Also, was ist „exakt“?

I: Ja, sagen wir einmal, bei Exaktheit hast du ja dann auch die Möglichkeit, ob du irgendetwas anschaulich beschreibst, und schaust, dass es möglichst der formalen Definition entspricht, oder du wählst gleich die formale Definition, so wie du es in einer Hochschulvorlesung auch machen würdest. Die Möglichkeiten hat man ja grundsätzlich.

B7: So, aufbaumäßig fange ich mit der Definition an, aber…

I: Genau, zum Beispiel. Gibt es da irgendwie unterschiedliche Zugänge für dich?

B7: Ja, also bei, beim Integrationsbegriff würde ich es schon zuerst einmal anschaulich motivieren, also, vom Flächenberechnen her. Ist das nicht eh ein exakter Zugang, ich glaube, ich kenne eh keinen anderen.

I: Ja, also, so wie wir es in der Hochschule gehört haben, glaube ich, in der Vorlesung, war es ja auch zuerst einmal motiviert durch Rechtecksflächen, soweit ich mich erinnern kann. Okay, und, am Beispiel vom Grenzwertbegriff zum Beispiel: Würdest du den mit der exakten, also mit der Epsilon-Delta-Sprache, mit dieser Epsilontik, einführen? Oder würdest du da Vereinfachungen setzen?

B7: Eher schon auf Vereinfachungen, denke ich. Vielleicht ist es, also, ich glaube, das kann schon sein, dass es einen Teil der Klasse gibt, der sich mit dem anderen Grenzwertbegriff dann wohler fühlt, oder zu einem tieferen Verständnis führt. Aber ich glaube, dass es halt für einen Großteil der Klasse in Anbetracht dessen, dass sich die Menschen in der Schule nicht intensiv mit den Sachen auseinandersetzen, was sie im Mathematikunterricht hören, es nicht viel Sinn macht. Also, ich glaube eher, dass es so wichtig ist, die Message von dem herüberzubringen als „Epsilon-Delta" genau so hinzuformulieren. Aber es ist halt schwierig, die Message zu vermitteln, wenn man nicht (…)

I: Ja, es kommt halt darauf an, welche Message man im Unterricht vermitteln will. Also, wenn du dir vorstellst, deine Schüler sind jetzt am Ende von ihrer Schullaufbahn, nach der AHS-Matura jetzt zum Beispiel. Was sollten die mitnehmen aus dem Bereich Analysis?

B7: Funktionsbegriff, Differenzieren und Integrieren sollen sie können.

I: Und, also das waren jetzt Inhalte, konkrete. Gibt es irgendwelche Methoden oder irgendwelche Arbeitsweisen?

B7: Ja, Arbeitsweisen oder Methoden… ja, also, was jemand können soll: Eine Gleichung umformen, so, hat die oberste Priorität, verschiedene Zahlen kennen, also, dass ein Bruch auch eine reelle Zahl, als reelle Zahl dargestellt werden kann, Prozentrechnen, was halt im Leben sehr wichtig ist.

I: Denkst du, dass der Funktionsbegriff, oder Differentiation und Integration dann im Leben auch so wichtig ist, einen Stellenwert hat?

B7: Funktionsbegriff denke ich schon, weil es viele Situationen gibt, die funktional irgendwie sind. Rechnungen, also, Rechnungen, wie nennt man eine Rechnung, die von einem Unternehmen gestellt wird? Ähm, also, eine Rechnung ist ja auch ein Begriff… die Rechnungen, die mit der Post zugeschickt werden, so Gas, Strom und diese Sachen funktionieren halt alle so. Deswegen wäre es schon ganz interessant, wenn man das versteht, wie das funktioniert. Differenzieren, Integrieren, glaube ich eher so für die, das sind so Allgemeinbildungsbegriffe, die, jeder irgendwie gebildete Mensch muss wissen, was Integralrechnung ist. Und, praktischen Nutzen, ja… es gibt wenig Situationen, wo ich es nicht ausreichend nähern kann, durch irgendwelche Körper beim Flächenberechnen.

I: Das kann ja dann auch schon wieder etwas sein, das man mitnehmen kann aus der Schule.

B7: Ja, ja.

I: Okay, gibt es noch irgendwelche Inhaltsbereiche, das habe ich dich vorher noch nicht gefragt, die du da hinzufügen würdest? Die dir da in der Liste gefehlt haben?

B7: Also, nur analysismäßig?

I: Genau, nur im Bereich Analysis. Sowohl in der Schule als auch auf der Uni.

B7: Ich kenne ja nur das, was in der Schule ist (lacht) weil ich das andere noch nie gelernt habe, also.

I: Was ich da jetzt nicht zum Beispiel draufgeschrieben habe, was aber teilweise doch, zumindest in der Ausbildung, öfters vorkommt, ist die mehrdimensionale Analysis zum Beispiel. Hat die für dich da irgendwo einen Stellenwert?

B7: Je nachdem, womit man sich beschäftigt. Also ich glaube schon, dass es Situationen gibt, die in der Schule auf keinen Fall, also da ist man mit den Sachen reichlich beschäftigt, aber mehrdimensionale Analysis sollte ein Mathematikstudent schon einmal gehört haben.

I: Also auch ein Lehramtskandidat.

B7: Ja, auch ein Lehramtskandidat, der ja eigentlich kein richtiger Mathestudent ist (lacht).

I: Naja, der es vielleicht nicht so braucht wie ein Fachmathematiker, könnte man sagen.

B7: Ja aber halt, hat wenig Sinn, in der Schule Leute Mathe lehren zu lassen, die nicht einmal wissen, was es ist, also so irgendwie ein Überblickswissen dann haben.

I: Also, die mehrdimensionale würde zu diesem Überblickswissen als Lehramtskandidat für dich schon dazugehören.

B7: Ja, also, die Lehramtsausbildung soll für mich einen Einblick in alle wichtigen Kapitel der Mathematik geben. Und halt, so mehrdimensionale Analysis, physikalisch brauchst du es, also bis zum dreidimensionalen, also, vielleicht mehr Wert auf den R^3 legen, als auch den R^n, oder so, aber das halt schon.

I: Also das, was man praktisch dann relativ unmittelbar braucht?

B7: Ja.

I: Okay. Gehen wir zur Uniausbildung in Analysis. Du hast da vorher eh schon ein bisschen etwas darüber gesagt. Wenn du dir jetzt deine Lehrveranstaltungen anschaust, die du da absolviert hast. Welche haben dir jetzt im Bereich Analysis als Vorbereitung auf den jetzigen Lehrberuf am meisten geholfen?

B7: Die Schulausbildung (lacht). Nein, also Einführung in die Analysis sicher. Da hat man einmal so Intervallschachtelungen, das hat schon gut getan, dass man das einmal gesehen hat.

I: Also, das hast du aus der Schule noch nicht gehört gehabt.

B7: Doch, also, gehört habe ich es schon gehabt, aber es war halt so: Man hat das erste Mal, ich zumindest, an der Uni zum ersten Mal Zeit gehabt, sich nur mit einer Sache zu beschäftigen, also nur mit Mathe sich zu beschäftigen, und dann macht man halt, dann setzt man, dann versteht man halt auch mehr, und hat auch mehr davon. Obwohl es mir in den Vorlesungen um einiges zu schnell gegangen ist. Also, außer, Vorlesung Einführung in die Analysis vom X17 bin ich hineingegangen, habe mitgeschrieben, und habe danach gleich viel gewusst, aber wenn ich mir das danach noch einmal durchgelesen habe, hat es schon anders ausgeschaut.

I: War das einfach grundsätzlich das Tempo, oder war das einfach auch die Abstraktion und die Inhalte an und für sich?

B7: Kann ich jetzt nicht mehr genau sagen. Also, sicher die Inhalte, ja, nein, aber mit den Inhalten hat man sich beschäftigt. Irgendwie auch das Hinterkopfgefühl „ja, das kann ich schon, und von dem weiß ich eh Bescheid", und in Wirklichkeit ist es halt so, dass ich es überhaupt nicht weiß.

I: Obwohl du den formalen Zugang ja aus der Schule schon irgendwo gewohnt warst.

B7: Ja, genau.

I: Wie war das dann mit den Folgevorlesungen? War da diese, diese Kluft quasi schon überwunden?

B7: Ja, da war nicht die Kluft, die überwunden war, sondern da war einfach das Niveau gesenkt. Also, die Prüfungen zu Einführung in die Analysis und zu Analysis in einer Variablen für LAK, das waren einfach, man hat einfach gemerkt, dass man LAK-Vorlesungen macht, was ich irgendwie schade finde, aber wird schon so für geeignet befunden worden sein.

I: Ja, dann würde ich ganz gerne gleich von dir wissen: So wie du das ja gehört hast, war die, die EMA und die Einführung in die Analysis war ja noch gemeinsam mit Bachelorkandidaten. Findest du da eine Trennung zwischen Bachelor und Lehramt von Studienbeginn an sinnvoll?

B7: Nein, eigentlich nicht, also das finde ich recht gut, dass man einmal irgendwann zusammen, also, es ist ein bisschen heavy, dass die, also, weil ich habe am Anfang, also, ich würde es wichtig finden, dass sich Studienvertreter, oder keine Ahnung wer das machen soll, irgendwie eine Vorgabe, oder einen Vorschlag gibt, was man wann machen soll, der auch publik ist. Nicht irgendwie so „ja, kann man". Bei mir war das erste Semester komplett überlastet, weil ich habe gleichzeitig Einführung in die Analysis, Einführung in die lineare Algebra und die ganzen Physiksachen, wo man irgendwie viermal um acht in der Früh in der Woche auf die Uni muss. Also, das ist ein bisschen, also im Nachhinein hätte ich das ein bisschen anders eingeteilt, wenn ich das gewusst hätte. Aber ich habe mir halt gedacht, das muss so sein (lacht).

I: Ja, man hat halt die Freiheiten, aber noch nicht die Erfahrung.

B7: Genau.

I: Und wenn du sagst, okay, eine Trennung ist vielleicht gar nicht so sinnvoll: Würdest du, hättest es du gut gefunden, wenn die beiden Anschlussvorlesungen auch noch gemeinsam besucht worden wären von Bachelor- und Lehramtskandidaten?

B7: Ja, ich habe jetzt keine Ahnung, also ich habe momentan eben den Eindruck, dass Bachelor-Lehrveranstaltungen um einiges schwerer sind, aber ich glaube, das sind einfach die Einführungsvorlesungen, die für Bachelor auch schwerer sind. Ich bin mir eben nicht sicher, ich bin daran interessiert, ob die Niveauunterschiede, also, ob das Niveau bei den anderen Bachelorsachen auch höher ist, also um einiges. Und ich glaube halt, dass die Vorlesungen für LAK irgendwie darauf ausgelegt sind, mehr zu umfassen.

I: Wie meinst du „mehr zu umfassen"?

B7: Überblick über mehr Sachen zu geben.

I: Ach so, überhaupt mehrere Themen anzuschneiden.

B7: Ja, genau, und dafür halt nichts so wirklich genau zu behandeln. Halt, ehrlich gesagt, fühle ich mich da jetzt irgendwie ziemlich asozial, dass ich da jetzt darüber herziehe, weil ich eigentlich überhaupt nicht mehr weiß, was ich da genau gemacht habe, in den ganzen Vorlesungen. Also, ich weiß schon so ungefähr die groben Themengebiete, aber…

I: Aber wenn du jetzt sagst, du bereitest etwas vor für den Unterricht, oder du liest irgendeinen mathematischen Text, hast du da den Eindruck, dass dir die Uniausbildung irgendwie geholfen hat dazu?

B7: Also, die Unisachen habe ich, die einzigen Sachen, die ich für den Unterricht hergenommen habe, waren die Schulmathe-Sachen, die ich gemacht habe.

I: Hast du aber in der Analysis nicht. (B7: Nein, da habe ich in der Analysis nichts gemacht.) Würdest es du gut finden, wenn man, vor allem am Anfang jetzt, in den Einführungsvorlesungen, wenn man da schulbezogene Themenbereiche stärker einbindet?

B7: Am Anfang finde ich nicht. Irgendwann sollte es halt passieren. Also, am Anfang finde ich es schon gut, dass einmal alle „Mathe" lernen, also weil, die kommen ja aus der Schule, und jemand, der danach in der Schule Mathe unterrichten soll, sollte auch einmal mit richtiger Mathe zu tun gehabt haben.

I: Geht das nicht mit schulrelevanten Inhalten, dass man „richtige Mathematik", unter Anführungszeichen, betreibt?

B7: Vermutlich schon, ja. Geht wahrscheinlich auch.

I: Aber dir ist es nicht abgegangen, zu Studienbeginn.

B7: Nein, also, zu Studienbeginn nicht. Ich fände es nur irgendwann, also, ich finde es nicht sinnvoll, dass unser ganzes Mathematikstudium darauf ausgerichtet ist, adäquat für den Schulunterricht ausgebildet zu sein. Ich finde es schon wichtiger, dass man einmal einen mathematischen Überblick bekommen soll, und dann irgendwie konkretisieren auf die Sachen, die in der Schule unterrichtet werden. Also, praktisch wird ja eh alles unterrichtet…

I: Ja, du willst wahrscheinlich, wenn ich dich richtig verstehe, einen größeren, umfassenden wissenschaftlichen Überblick auch, den jeder Lehrer braucht, auch wenn das deutlich über die Schule hinausgeht.

B7: Genau.

I: Was würdest du jetzt an deiner Analysisbildung, Ausbildung… über das Seminar, Entschuldigung, über das Seminar haben wir noch gar nicht geredet. Hast du da den Eindruck gehabt, dass dir das geholfen hat?

B7: Nein. Also, das Seminar war glaube ich die sinnloseste Lehrveranstaltung, die ich je an der Uni gemacht habe. Das war irgendwie, weil der, also konkret weil der Vortragende einfach kein Vortragender war, sondern, naja, es waren Referate von Studenten, wo genau das vorgelesen worden ist, was ihnen der Vortragende in die Hand gedrückt hat. Die Studenten haben es zu 95 Prozent nicht verstanden, was sie da vorgetragen haben, und es war halt komplett sinnlos, weil es hat auch niemand irgendwelche Fragen gestellt, also man hat genau gemerkt, niemand bekommt etwas aus dem Seminar mit, und niemand hat etwas dagegen unternommen, und am Ende hat jeder einen Einser bekommen.

I: Ja, was würdest du an der Analysisausbildung, so wie du sie jetzt gehört hast, was würdest du da ändern wollen im Nachhinein?

B7: Was würde ich ändern wollen… Ja, irgendwo in einer Vorlesung vielleicht, Analysis im Schulunterricht, was davon genau wann wie relevant ist. Also, aus der Fachvorlesung, nachdem man das hat, das herauspicken und noch einmal so zusammentragen.

I: Also erst im Anschluss daran (B7: Ja.), nicht gleichzeitig oder so. (B7: Nein.) Könnte das auch eine Aufgabe der Schulmathematik-Vorlesung sein oder wäre das für dich wieder etwas Eigenes?

B7: Ja, nein, macht eh Sinn, dass das die Schulmathe-Lehrveranstaltung macht. Dann hätte ich eh die Lehrveranstaltung machen sollen.

I: Hast du die nicht gemacht, weil du die anderen einfach alle schon gehabt hast, oder hat es da irgendwelche speziellen Gründe dafür gegeben, dass du gerade die nicht gemacht hast?

B7: Nein, also, ich brauche drei, und ich habe halt irgendwelche drei gemacht, die gerade geschickt angeboten waren.

I: Also waren es mehr so Studienplanungsgründe, und nicht inhaltliches Interesse. (B7: Genau.) War das grundsätzlich bei den anderen Wahlfächern auch so, also dass du dich hauptsächlich daran orientiert hast, was ist frei, was bietet sich gerade an.

B7: Ja, genau. Wo gibt es etwas, und was kann ich machen.

I: Also das inhaltliche Interesse an irgendeinem Fachbereich hat dich da nicht geleitet oder so.

B7: Nicht wirklich, nein. Sicher gibt es Überlegungen, ja, da sollte ich jetzt das, weil, aber auch so irgendwie begleitend, das schon, also jetzt mache ich gerade die Algebravorlesung, da sollte ich ein Seminar zur Algebra machen oder so. Aber nicht jetzt wirklich, so dass ich gesagt hätte „das klingt voll interessant". Außer bei Geschichte der Mathematik und Logik, und dann bin ich da hingegangen, und das war schlecht, und dann habe ich das gelassen (lacht).

I: Insofern, einmal eine schlechte Erfahrung mit dem Zugang gemacht. (B7: Okay, ja, das reicht.) Ja, damit sind wir eigentlich schon am Ende von diesem Interview. Möchtest du noch irgendetwas ergänzen dazu?

B7: Ich möchte irgendwie mir auf alles das Recht vorbehalten, es zurückzunehmen (lacht).

I: Das kann man immer, ja (lacht). Fühlst du dich im Großen und Ganzen jetzt, wenn du sagst, du bist jetzt mit der Uniausbildung im Fachbereich Analysis ja ziemlich fertig. (B7: Mhm.) Fühlst du dich gut vorbereitet auf deinen eigenen Analysis-Schulunterricht? Oder sagst du, die Uni könnte, hätte mehr machen können?

B7: Ja, mehr geht immer, aber ich finde jetzt nicht…

I: Was würde da mehr gehen, zum Beispiel, konkret?

B7: Ich hätte einfach gezwungen werden können, mehr Beweise zu lernen und besser beweisen zu lernen, damit ich halt besser bin (lacht).

I: War das nur am Anfang so, oder hat sich das mittlerweile schon wieder eingestellt, dass du das Gefühl hast, du bist formal auch so sattelfest einfach, dass das reicht?

B7: Ja, für die Schule reicht es schon, also dafür bin ich schon sattelfest, da habe ich keine Bedenken, bezüglich Formalismus. Halt, das kann ich nicht sagen, da fragst du mich in zehn Jahren noch einmal, also wenn ich zehn Jahre unterrichtet habe, dann.

I: Natürlich, aber dann wird die Analysisausbildung noch weiter weg sein.

B7: Ja, ja, stimmt auch wieder.

I: Okay, ja dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast, wenn es von deiner Seite nichts mehr gibt.

A.8 Interview 8

- Geschlecht: weiblich
- Studienfortschritt: 11. Semester
- Unterrichtserfahrung: 1 Schuljahr, unterrichtete Mathematikklassen: Unterstufe

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☒ Vollständigkeit	☒ Vollständigkeit
☒ Folgen	☒ Folgen
☒ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☐ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☐ Komplexe Analysis

Interview 8, 06.06.2014:

I: Okay, zuerst einmal als Einstieg: Warum habe ich dich gewählt überhaupt als Interviewpartnerin? Ja eben, weil du Lehramt studiert hast bzw. jetzt schon fertig bist und also mitten im Einstieg vom Berufsleben stehst, und daher vielleicht auch schon ein bisschen einschätzen kannst, wie dich die universitäre Ausbildung vorbereitet auf den Beruf. Das ist, wie gesagt, keine Prüfungssituation, (B8: Ja.) das ist einfach nur eine Einschätzung von deiner Meinung zur Ausbildung in der Analysis. Als erstes möchte ich von dir wissen: Welche Vorerfahrungen hast du gehabt, in Analysis, (B8: Vorerfahrungen?) nachdem du die Schullaufbahn abgeschlossen hast, und bevor du auf die Uni gekommen bist?

B8: Okay, also, ich muss sagen, wir haben das alles sehr genau gemacht in der Oberstufe, Differentialrechnung, wir haben das ziemlich viel auch hergeleitet, auch Differenzenquotient.

I: In welcher Schule warst du?

B8: BRG.

I: Okay, ja.

B8: Ja. Ähm, wir haben sogar Stetigkeit gemacht in der Schule.

I: Also hast du dich an das auch noch wirklich erinnern können.

B8: Ja, eigentlich schon. Ja, aber ich habe auch immer gerne Mathe gehabt (lacht).

I: Und hast du dir etwas vorstellen können unter dem Begriff „Analysis“? Weil auf der Uni läuft das ja alles unter „Analysis“.

B8: Nein, nein überhaupt nicht. Ich habe nicht gewusst, dass das so heißt.

I: Ist das auf der Uni dann schnell gegangen, dass du dich, dass du dich orientieren hast können?

B8: Nein, also erst ziemlich zum Schluss, dass ich das unterscheiden habe können, zwischen Analysis, Algebra und so weiter.

I: Zum Schluss von der Vorlesung oder zum Schluss vom Studium eigentlich erst?

B8: Nein, ja eher vom Studium.

I: Okay. Wie war bei dir überhaupt der Einstieg?

B8: Ins Studium?

I: Ins Studium, jetzt vor allem auch auf die Analysis bezogen.

B8: In der Vorlesung habe ich sehr wenig verstanden eigentlich am Anfang. Aber es ist, also im Laufe der ersten Vorlesung besser geworden, und mit jeder Vorlesung dann auch.

I: War das schon ein Umstieg am Anfang, von der Schule auch?

B8: Ja, sehr. Ganz anders.

I: Gehen wir vielleicht gleich zu den Inhaltsbereichen, die du da angekreuzt hast am Fragebogen. (…) Du hast da für die Schule Vollständigkeit und komplexe Analysis ausgelassen einmal. (B8: Ja.) Warum sind diese zwei Dinge deiner Meinung nach für die Schule nicht wichtig?

B8: Also, komplexe Analysis ist zu weit weg für die Schüler. Ist schon toll, wenn man irgendwann einmal komplexe Zahlen macht, aber komplexe Analysis ist…

I: Also komplexe Zahlen würdest du schon machen in der Schule?

B8: Ja, wenn es sich, ja eigentlich schon. Vollständigkeit, weil es einfach nicht möglich ist. Ich glaube nicht einmal, dass das bei uns an der Uni hundertprozentig möglich war.

I: Mhm, okay. Ja, wir haben zum Beispiel, also ich weiß das jetzt nur, weil es mir gerade einfällt, in der Schulmathevorlesung zum Beispiel nur so eine kleine Unterscheidung von den rationalen Zahlen und den reellen Zahlen angesprochen, also dass die reellen Zahlen die Zahlengerade ausfüllen. (B8: Ja.) Also, das wäre denke ich vielleicht schon im Schulunterricht möglich grundsätzlich, aber, also, du findest es jetzt nicht so wichtig, oder war es in deinem Schulunterricht auch kein Thema?

B8: Nein, also soweit ich mich erinnern kann, glaube ich nicht, und da gibt es einfach wichtigere Sachen, die man ausprägen kann, glaube ich.

I: Okay. Stetigkeit zum Beispiel hast du in deiner eigenen Schulausbildung gehört, hast du vorher gesagt?

B8: Ja, aber natürlich nicht sachlich definiert.

I: Sondern, wie war das?

B8: Sondern mehr so, „wenn man es mit einem Strich durchzeichnen kann, wenn sie nicht unterbrochen ist, wenn sie überall definiert, also, wenn sie durchgehend definiert ist auf einem Intervall“.

I: Findest du, das reicht für den Schulunterricht auch?

B8: Denke ich schon, weil man sich, mit dieser Epsilon-Definition, muss man glaube ich lange daran arbeiten, in der Schule, dass sie sich da etwas vorstellen können darunter.

I: Okay, da habe ich dann eh noch eine eigene Frage dann dazu, zu dem Arbeiten. Auf der Uni war für dich aber alles wichtig, für die Lehrerausbildung?

B8: Äh, ja, bei komplexe Analysis, ist das einzige, was ich überlegt habe.

I: Warum hast du da überlegt?

B8: Weil es eigentlich mit dem Stoff von der Schule nichts zu tun hat, aber ich finde trotzdem, dass man das Hintergrundwissen schon haben sollte, dass es weiter darüber hinausgeht.

I: Gibt es noch andere Bereiche, wo du sagen würdest, die fehlen dir da jetzt in der Auflistung? Die in der Schule, oder aber auch für die Lehramtsausbildung wichtig sind?

B8: (…) Was gibt es denn da noch? Du hast da eh ziemlich viel…

I: Ich habe einen Großteil draufgeschrieben, was ich da jetzt nicht draufgeschrieben habe, ist zum Beispiel die mehrdimensionale Analysis, die kommt auf der Uni manchmal vor.

B8: Ja. Für die Schule auf keinen Fall. Na, wobei (…) ja, in der HTL, mit Differentialgleichungen, naja, nein, ich weiß auch nicht. Oder, oder, ja, es wird schon gemacht, glaube ich, in der HTL, oder?

I: Ich weiß es jetzt ehrlich gesagt auch nicht genau, (B8: Ich glaube, dass schon einmal ein Nachhilfeschüler mit dem zu mir gekommen ist.) inwiefern das im Lehrplan jetzt drin ist.

B8: Ja. Für eine AHS sicher nicht. Und für die Ausbildung finde ich schon auch, einfach ein etwas weiter gehendes Wissen.

I: Du hast gesagt, du hast dich dann am Ende vom Studium schon ein bisschen orientieren können, was mit Analysis gemeint ist. (B8: Ja.) Wie würdest du jetzt jemandem, den das interessiert, den Begriff „Analysis“ möglichst kurz und prägnant erklären?

B8: Der aber auch Matura gemacht hat in Mathe?

I: Genau. (B8: Okay, das ist schwierig.) Also, ein bisschen mathematisches Vokabular kannst du voraussetzen. Oder quasi, was unterscheidet die Analysis von anderen Teilbereichen der Mathematik?

B8: Ja, ich würde einmal sagen, dass einer der wichtigsten Begriffe halt, äh, Grenzwertbegriff mit Differentialrechnung und Integration ist. Aber das ist halt nur ein großer Bereich davon, nicht wirklich die Erklärung.

I: Ja. Aber es trifft ja den Kern. Wäre das für dich das Wesentliche, der Grenzwertbegriff, die Anwendungen?

B8: Ja. Und Stetigkeit und so, ist natürlich Voraussetzung. Und der Unterschied zur Algebra zum Beispiel… ja, oder bei Zahlentheorie. Da wird halt sehr, da gibt es zuerst Sätze über (lacht) über irgendwelche Teilbarkeitsregeln, Primzahlen, und so weiter. (I: Also du meinst jetzt Zahlentheorie in Abgrenzung zur Analysis.) Genau. So etwas kommt halt in der Analysis zum Beispiel gar nicht vor.

I: Mhm. Ja, wobei, der axiomatische Aufbau ist natürlich in beidem.

B8: Ja, ja. Und der Unterschied zur Algebra…

I: Ist jetzt nichts, wo man richtig oder falsch liegen kann, (B8: Ja, ja, aber es ist total schwierig.) sondern nur, was trifft den Kern am besten, das ist glaube ich wirklich schwierig.

B8: Algebra ist das Wichtigste, ähm, ja, mehr das Numerische, ein bisschen, also vielleicht Lösen von Gleichungen mit den verschiedensten Verfahren, (I: Ja.) Matrizen gehören da natürlich dazu. Aber richtig erklären kann ich es eigentlich noch immer nicht, was „Analysis“ ist.

I: Okay, ja. Ja, in der Literatur ist meistens das Änderungsverhalten von Funktionen halt im Mittelpunkt, aber das trifft der Grenzwertausdruck ja eigentlich auch schon, (B8: Ja.) beziehungsweise die Methoden. Gehen wir zum mathematischen Arbeiten in der Schule, das haben wir vorher bei der Stetigkeit schon kurz angesprochen. Du weißt ja von deiner Uniausbildung noch, dass es auf der Hochschule ziemlich wichtig ist, möglichst exakt zu arbeiten, möglichst genaue Formulierungen zu treffen. Wie wichtig hältst du diese Exaktheit in der Schulmathematik?

B8: Also ich habe es am Anfang für sehr wichtig gehalten (lacht).

I: Am Anfang vom Unterrichten?

B8: Ja, vom Unterrichten. (I: Okay, ja.) Ich wollte in der ersten Klasse schon eher mathematische Schreibweisen haben, das funktioniert aber überhaupt nicht.

I: Haben sie sich da gewehrt dagegen?

B8: Ja, total. Und du kannst es ihnen hundertmal ausbessern, sie schreiben es wieder anders an. Aber ich finde es eigentlich schon wichtig, und ich beharre noch immer darauf, aber…

I: Bist du auf dem Weg geblieben, aber es verlangt dir einiges ab?

B8: Ja, nicht mehr so extrem, aber schon, ja.

I: Wie, wie zeichnet sich das irgendwie aus bei dir in der ersten Klasse zum Beispiel, in der Unterstufe? Was ist da für dich mathematische Exaktheit?

B8: Ja in der Unterstufe, okay, zum Beispiel wenn sie irgendeine Textaufgabe haben, und sie rechnen „fünf mal drei ist fünfzehn“, und dann schreiben sie zu fünfzehn gleich „Kilogramm“ dazu. Das heißt, wenn sie zuerst keine Einheiten haben und nachher plötzlich eine Einheit da ist.

I: Ach so, quasi, das Anschreiben und so auch schon als Exaktheit.

B8: Ja, oder diese Rechenketten immer: „fünf mal zwei ist zehn“, und dann schreiben sie gleich „plus drei ist dreizehn“, aber das verstehen sie noch nicht, dass das irgendwie, diesen Gleichungsaspekt, das verstehen sie glaube ich noch nicht.

I: Aber du hast es versucht, ihnen irgendwie mitzuteilen (B8: Ja, hundertmal.) und wirst das auch beibehalten, bis sie es halt irgendwann einmal verinnerlicht haben?

B8: Ja, und es gibt auch schon manche, die das verstanden haben, und manche werden es wahrscheinlich einfach so machen, ohne dass sie das verstanden haben warum, aber…

I: Ja. Gut, die Gefahr hat man in der Schule natürlich immer. (B8: Mhm (lacht).) Oder auch auf der Uni. Wenn du dir jetzt die Themenbereiche von der Analysis anschaust, ich glaube, so wirkliche Analysis, Oberstufenanalysis, hast du ja noch nicht unterrichtet, aber, wenn du dir nur die Inhaltsbereiche anschaust: Wo denkst du, dass, dass man mathematisch exakt arbeiten kann, und wo denkst du, dass vielleicht Vereinfachungen das richtige Mittel wären, oder notwendig wären?

B8: (…) Also bei Reihen und Folgen, das weiß ich von meinen Nachhilfeschülern, ist extrem vereinfacht worden.

I: Inwiefern?

B8: Die haben eine Formel, und mit der machen sie alles, und die wird nie wirklich erklärt.

I: Ach so, das heißt, vereinfacht heißt, mit vereinfacht meinst du jetzt, dass man nicht die Hintergründe aufdeckt, sondern einfach die Formel an und für sich als Vereinfachung hernimmt.

B8: Was meinst du jetzt mit vereinfacht da?

I: Ich habe vereinfachen eher von der Anschauung irgendwie gemeint her, also, man kann es entweder, ein mathematisches Thema, streng axiomatisch über seine Definition und die Eigenschaften einführen, oder man überlegt sich vorher, wie kann ich das möglichst anschaulich darstellen, auch wenn es nicht ganz exakt ist.

B8: Ja beim Grenzwert, vielleicht als Einführung, auf alle Fälle einmal anschaulich darstellen. Man kann es dann mit guten Klassen glaube ich schon noch genauer machen.

I: Würdest du beim Grenzwertbegriff so bis zur Epsilon-Definition vom Grenzwert gehen, die man auf der Uni hat?

B8: Mit einer halbwegs guten Klasse schon, ja.

I: Mhm. Bei der Stetigkeit?

B8: Nein, da nicht, weil ich glaube, man kann sich doch viel mehr unter dem Grenzwertbegriff vorstellen.

I: Was ist denkst du die Schwierigkeit zwischen Grenzwertbegriff und Stetigkeit, wenn man den streng formalen Zugang wählt?

B8: Was jetzt schwierig ist bei welcher?

I: Genau, also was bei der Stetigkeit jetzt der gravierende Unterschied ist, dass man den nicht formal machen kann.

B8: Weil man ihn sich schon schwieriger vorstellen kann, glaube ich, und weil das, dass Funktionen nur auf gewissen Intervallen definiert sind, das ist glaube ich auch noch schwierig für die Schüler.

I: Okay, ja. Das heißt, man hat da eigentlich zwei Dinge?

B8: Ja, so quasi.

I: Es kommt ja dann ein Delta eigentlich auch noch dazu.

B8: Ja, ja stimmt.

I: Und bei anderen Themen? Also, beim Grenzwertbegriff würdest du beides mischen, oder beides machen auf jeden Fall, ja? Und…

B8: Ja, Differentiation würde ich auf alle Fälle die Hintergründe auch machen, und nicht nur die, die Regeln. Und anschaulich, ja, ich meine mit graphischem Ableiten und so kann man es schon anschaulich auch machen.

I: Okay, ja, da kann man sich dann etwas darunter vorstellen vielleicht, aber der Vorgang, der, Änderungsrate ist da wahrscheinlich dann auch nicht so drin, weiß jetzt nicht genau, geht dann wahrscheinlich also schon auch. Wenn du dir jetzt vorstellst, deine Schüler stehen dann in Zukunft nach der Matura halt am Ende von ihrer Schullaufbahn. Was sollten die deiner Meinung nach mitgenommen haben von der Analysisausbildung in der Schule?

B8: (…) Was sollten sie mitgenommen haben? Ganz wichtig, Funktionen, dass sie sie lesen können, dass sie vielleicht selber einfache aufstellen können.

I: Denkst du, das braucht man, unabhängig von…

B8: Ja, auf alle Fälle.

I: Wo zum Beispiel?

B8: Ähm, super (lacht)… Ja, das braucht man in der Wirtschaft, irgendwelche biologischen, irgendwelche Wahrscheinlichkeit…

I: Das heißt, an die, an die weitere Fortbildung quasi schon gedacht.

B8: Ja, ja. Okay, was noch, was sollten sie noch behalten haben. Was passiert, wenn man differenziert und integriert.

I: Die mathematischen Hintergründe meinst du, oder wie?

B8: Genau, dass das halt eben die Änderung ist und nicht die, nicht dass sie wissen, sie müssen jetzt, „Cosinus wird Sinus“, und fertig.

I: Das es nicht einfach nur auf Regeln reduziert ist, sondern eine Vorstellung auch dahinter?

B8: Genau, ja. Ja, zu Reihen und Folgen weiß ich nicht, ob sie da so viel brauchen. Das ist jetzt ziemlich stark drin im Oberstufenstoff, aber ich bin nicht so überzeugt davon, dass das wirklich so wichtig ist.

I: Ist für dich ein Zusammenhang da, ein sehr enger, zwischen Folgen und Reihen und den restlichen Themen der Analysis, die da stehen?

B8: Ja, der Grenzwert natürlich, kommt da dazu. Nein, aber sonst, sonst eigentlich weniger.

I: Mhm. Aber gehört schon alles für dich zur „Analysis“, oder?

B8: Ja, ich wüsste nicht, wo man es sonst hingeben sollte. Ja, wegen dem Grenzwertbegriff.

I: Okay, ja, weil du ja vorher schon gesagt hast, der ist sehr zentral. Also hauptsächlich Funktionen und zusätzlich dann halt auch noch, spezieller, Folgen und Reihen. Okay, gehen wir zu deiner eigenen Uniausbildung im Bereich Analysis. Ich sehe, du hast da alles gehört, was eigentlich angeboten worden ist von der Uniseite aus mit Analysisbezug. Wenn du dich jetzt zurückerinnerst an diese Ausbildung: Was schätzt du als besonders hilfreich ein für deinen jetzigen Beruf?

B8: Ja, natürlich einmal die Einführung in die Analysis, weil man da die Grundlagen einmal richtig versteht. Dann eigentlich die zwei Vorlesungen vom X1. Also, in einer Variablen und in mehreren Variablen, und komplexe. Einfach weil der das, (I: Also schon die Fachausbildung.) ja, einfach weil der das sehr gut gemacht hat, und ich habe auch die Diplomprüfung über das Thema gemacht, und er ist auch immer wieder auf Sachen eingegangen, die ich dann in der Schule vielleicht können müsste.

I: Was war das zum Beispiel?

B8: Ähm, was war das zum Beispiel… ja, Grenzwertbegriff ganz stark, und, ah genau, Folgen, ja stimmt, ob Folgen konvergieren oder eben nicht, die ganzen Sätze.

I: Also das war bei dir auch fachlich schon sehr eng verknüpft dann.

B8: Ja. Dann, Schulmathematik 6 habe ich sehr gut gefunden, das habe ich aber leider zweimal machen müssen (lacht).

I: Ach so, okay.

B8: Ja, weil der X7 hat das wirklich sehr gut gemacht.

I: Warum hast du es zweimal machen müssen?

B8: Ja, weil ich einen Fünfer gehabt habe beim X7.

I: Ach so, und du hast dann einfach gewechselt.

B8: Genau. Er hat das sehr gut gemacht, nur habe ich das schon im dritten Semester gemacht, und es war mit viel zu steil, und ich glaube auch, dass das für, weil er ist schon davon ausgegangen, dass man da einiges für die Schule, dass man da einige seiner Beispiele in der Schule verwenden kann, glaube ich aber, dass da der Großteil zu schwer ist.

I: Aha, also du denkst, es ist zu ambitioniert?

B8: Ja.

I: Hat dir für deinen Unterricht denkst du aber schon etwas gebracht?

B8: Ja, glaube ich schon.

I: Und die anderen beiden, die du da jetzt noch nicht genannt hast, also das Seminar und die Differentialgleichungen?

B8: Ja, also bei Differentialgleichungen, da habe ich mir am Anfang sehr schwer getan, weil ich mir überhaupt nichts darunter vorstellen habe können.

I: War bei dir in der Schule kein Thema, oder?

B8: Nein, überhaupt nicht. Ist dann aber eigentlich immer besser geworden, im Laufe der Vorlesung, und auch im Laufe der Übung, also ich habe es dann halbwegs hinbekommen.

I: Woran liegt das, hast du dich an die Inhalte gewöhnt, oder?

B8: Ja, ich habe am Anfang eigentlich nicht gewusst, was das jetzt soll, Differentialgleichungen. Und das Seminar für LAK war recht lustig (lacht).

I: Warum?

B8: Ja, erstens war es mit den beiden (lacht), X18 und X19.

I: Ach so, ich kenne die beiden gar nicht so wirklich.

B8: Okay. Das war über, über mehrdimensionale Analysis, nein, über komplexe glaube ich. Und da haben wir uns selbst ein Thema erarbeiten müssen. Und das war auch nicht schlecht, weil das ein ganz neues Thema war, ziemlich, ziemlich kompliziert, und, ich weiß aber nicht mehr welches. Das haben wir halt dann selber, wirklich so ein Latex-File schreiben müssen.

I: Mhm. Was denkst du, bringt dir das dann für den Unterricht, was da gemacht worden ist?

B8: Vielleicht dass ich mich mehr in den Schüler hineinversetzen kann (lacht), der vielleicht auch irgendetwas bekommt, was er einmal überhaupt nicht versteht.

I: Ja, du warst also ein bisschen in der Schülerrolle da drinnen.

B8: Genau, ja.

I: Du hast also insgesamt eigentlich die Uniausbildung sehr positiv bewertet, im Großen und Ganzen.

B8: Zur Analysis, ja, eigentlich schon.

I: Gibt es da große Unterschiede, weil du jetzt sagst „zur Analysis“, also, zur Algebra zum Beispiel oder zu anderen Teilgebieten?

B8: Ja, Algebra war irgendwie nie so meines.

I: Hat das am Inhalt gelegen oder eher an den Vortragenden?

B8: Das weiß ich nicht genau. Ich glaube an beidem. (I: Okay.) Ja. Und Zahlentheorie, ja, ist jetzt nicht so schwer, aber ist halt, finde ich jetzt nicht so interessant.

I: Analysis war persönliches Interesse auch mehr da?

B8: Genau, das war einfach mein Lieblingsbereich immer.

I: Wenn du jetzt die Uniausbildung Revue passieren lässt, gibt es im Nachhinein bei dir irgendwelche Wünsche, also, gäbe es Wünsche von dir für irgendwelche Änderungen?

B8: Fachlich?

I: Fachlich, oder auch, was die Uni anders machen könnte, um dich noch besser vorzubereiten?

B8: (…) Mal nachdenken… Also ich habe mir am Anfang immer gedacht, es ist total viel Fachmathematik, Fachmathematisches viel zu viel, aber im Prinzip, wenn man es im Nachhinein betrachtet, finde ich eigentlich nicht mehr, dass es viel ist. Weil es ja, weiß ich jetzt nicht wie ich das erklären soll.

I: Warum glaubst du hat sich das geändert während des Studiums?

B8: Meine Meinung?

I: Ja.

B8: Weil das am Anfang glaube ich so unüberschaubar war für mich alles. Und jetzt habe ich ungefähr, natürlich habe ich auch schon wieder sehr viel vergessen, aber, jetzt kenne ich mich schon ungefähr einmal aus, und es sind ja auch interessante Sachen dabei.

I: Findest du das notwendig, dass Studienanfänger so intensiv mit diesen Sachen konfrontiert?

B8: Ja, eigentlich schon. Obwohl es nicht besonders angenehm war, muss ich sagen. Dass man, also ich glaube, wenn ich nicht sofort Freunde gefunden hätte, weiß ich nicht, ob ich weitergemacht hätte.

I: Also war bei dir wirklich eine sehr große Kluft zu überwinden am Übergang von der Schule zur Hochschule?

B8: Ja, ja. Ich habe nur geschaut, dass ich die Zeichen richtig abschreibe von der Tafel und (lacht).

I: Findest du, das sollte man, findest du, dass sich das irgendwie annähern sollte, also sollte sich da eher die Hochschule am Anfang an die Schule annähern oder umgekehrt?

B8: Naja, die Schule an die Hochschule annähern, ist glaube ich ein bisschen zu ambitioniert. Umgekehrt, ja, man könnte irgendwelche Workshops machen, so wie sie eh, wir haben sie eh gehabt, aber das war halt mehr wie Schule finde ich, das war auch viel zu weit weg. Und ja, ich meine, man muss eh danach auch immer wieder zeigen, dass man, also man wird dann danach auch gefordert, also das macht nichts wenn man am Anfang auch einmal gleich gefordert wird. Aber angenehmer wäre es wahrscheinlich schon, wenn das ein bisschen, bisschen sanfter wäre.

I: Und die Rechenübungen zu diesen ganzen Veranstaltungen? Wie hast du die empfunden?

B8: Die drei Analysis immer sehr angenehm, die Schulmathe auch sehr angenehm. Ja, Differentialgleichungen sehr schwierig. Also, vielleicht war das ein bisschen zu…

I: Einfach vom Anspruch, von den Beispielen her?

B8: Ja.

I: Aber grundsätzlich so ein Übungsbetrieb zusätzlich zur Ausbildung?

B8: Muss schon absolut sein. Ist vielleicht sogar ein bisschen zu wenig. Gerade in Differentialgleichungen, war das nur einstündig?

I: Die Übung war glaube ich nur einstündig.

B8: Ja. Vielleicht hilft das, es besser zu verstehen, wenn man das, wenn man da mehr Zeit investieren würde.

I: Und weil du am Anfang jetzt schon erwähnt hast, dass die fachliche Ausbildung am Anfang ein ziemlicher Schock vielleicht sogar war: Fändest du es gut, dass man in Fachvorlesungen schulmathematische Relevanz einbindet?

B8: Naja, das würde einmal voraussetzen, dass das von Anfang an getrennt wird, oder, Bachelorstudium und Lehramt?

I: Ja, das wäre meine nächste Frage gewesen, ob du für eine Trennung bist zwischen Bachelor und Lehramt. Schulmathemaische Bezüge einbinden muss ja jetzt nicht unbedingt eine Trennung bedeuten.

B8: Ja, okay. Also, es ist schon für einen selber schon nett, aber im Prinzip geht es ja um die, um das, dass man einmal den ganzen Hintergrund weiß. Aber ja, eigentlich ist es schon gut, wenn man ein bisschen weiß immer, wozu man das vielleicht später einmal brauchen wird. Das ist vielleicht ein bisschen eine Motivation.

I: Dann vielleicht gleich meine nächste Frage, weil eben, so wie es momentan ist, Bachelor und Lehramtskandidaten gemeinsam in der Einführungsvorlesung sitzen. (B8: Ja.) Würdest du da eine Trennung für sinnvoll halten?

B8: Muss nicht sein, finde ich, weil viele wissen es eh noch nicht so genau, was sie jetzt wirklich machen wollen.

I: Ach so, du meinst, vom Studienplan her.

B8: Ja. Nein, und wie gesagt, am Anfang wird ja eher geschaut, dass einmal die Hintergründe aufgebaut werden.

I: Glaubst du, dass Bachelor und Lehramtskandidaten die gleichen Bedürfnisse und die gleichen Einstellungen haben?

B8: Ja, ja. Weil sonst würde irgendwie, sonst geht das wieder mehr in die Richtung, dass die Lehramtskandidaten immer weniger lernen.

I: Fändest du das eine gute Entwicklung, (B8: Nein.) also wenn man sich dafür mehr auf andere Dinge konzentrieren kann?

B8: Ja, das kann man eigentlich eh später.

I: Das heißt, dieser fachliche Grundstock, der ist für dich schon ganz wichtig.

B8: Ja, das finde ich schon, das erste Semester, ja.

I: Fühlst du dich, wenn du jetzt zurückschaust, insgesamt gut vorbereitet von der Analysisausbildung?

B8: Von der Analysisausbildung für den Mathematikunterricht? Ja, eigentlich schon.

I: Okay, ja, von meiner Seite wäre es das eigentlich schon (B8: Ja.) Hast du noch irgendwelche Ergänzungen?

B8: Ähm, nein, ich glaube nicht (lacht).

I: Okay, ja, dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast.

B8: Ja, gerne.

A.9 Interview 9

- Geschlecht: weiblich
- Studienfortschritt: abgeschlossen
- Unterrichtserfahrung: 6 Schuljahre, unterrichtete Mathematikklassen: Unterstufe, Oberstufe

Ausbildung im Fach Analysis:

- VO Einführung in die Analysis (+UE)
- VO Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Reelle Analysis in mehreren und komplexe Analysis in einer Variablen für LAK (+UE)
- VO Differentialgleichungen für LAK (+UE)
- VO Schulmathematik: Differential- und Integralrechnung (+UE)
- SE Seminar für LAK (Analysis)

Angekreuzte Inhaltsbereiche:

Schulunterricht	**Ausbildung von LAK**
☐ Vollständigkeit	☒ Vollständigkeit
☐ Folgen	☒ Folgen
☐ Reihen	☒ Reihen
☒ Grenzwertbegriff	☒ Grenzwertbegriff
☒ Funktionen	☒ Funktionen
☒ Stetigkeit	☒ Stetigkeit
☒ Differentiation	☒ Differentiation
☒ Integration	☒ Integration
☐ Komplexe Analysis	☒ Komplexe Analysis

Interview 9, 11.06.2014:

I: Ja, zuerst einmal als Einstieg: Es geht bei diesem Interview rein um eine Einschätzung von deinen persönlichen Ansichten, also das ist erstens anonymisiert und zweitens ist das auch keine Prüfungssituation, (B9: Naja (lacht).) sondern halt einfach nur eine Einschätzung. Ich muss kurz den Leitfaden da noch suchen…

B9: Ja, ja. Kein Problem. Ja, wie gesagt, ich habe halt, also, zwei Klassen habe ich bisher unterrichtet, eine zweite Unterstufe und eine sechste, aber auch nur ein halbes Jahr.

I: Okay, aber in der sechsten war da schon ein bisschen ein Analysisbezug wahrscheinlich drinnen sogar.

B9: Ja, ich habe, ahm, Exponentialfunktionen habe ich fertig machen müssen, und die Grenzwerte habe ich dann noch gemacht, und das war es eigentlich. Also, Folgen und Reihen habe ich auch noch fertig machen müssen, da bin ich genau eingestiegen, wie ich gerade zu dieser, zur Schularbeit hin war, mit Exponentialfunktion und Reihen, Folgen.

I: Aha, okay, das ist interessant, weil du hast es schon unterrichtet eigentlich, aber hast es da nicht angekreuzt, also, da komme ich dann eh gleich drauf zu sprechen.

B9: Ja, weil ich mir nicht sicher bin, ob das noch immer relevant ist angesichts der neuen Reifeprüfung. Da weiß ich jetzt nicht, wie es gehandelt wird.

I: Okay. Als erstes würde ich einmal gerne von dir wissen: Welche Vorerfahrungen hast du im Bereich Analysis gehabt, bevor du auf die Uni gekommen bist, also nachdem du deine Schule abgeschlossen gehabt hast, und bevor du dich auf der Uni zum ersten Mal damit auseinander gesetzt hast.

B9: Äh, ja, halt nur das, was ich in der Schule einmal bewusst wahrgenommen habe. Sonst, ich meine, da war nicht viel Zeit dazwischen, weil ich habe ja halt maturiert und bin im Herbst gleich hergegangen. Ich habe es ja gleich als Zweitfach gewählt gehabt, insofern war da nur der Sommer. Und, also, bewusst damit auseinandergesetzt habe ich mich da dann nicht mehr.

I: War dir, war dir klar, was man unter dem Begriff „Analysis“ versteht, oder was man da zusammenfasst?

B9: Nein, zu diesem Zeitpunkt nicht. Ich wollte ja eigentlich gar nicht Mathematik machen als Zweitfach, das ist ja eigentlich nur daraus gekommen, weil, äh, die Mathematik gleich neben der Chemie war, und Biologie noch nicht kombinationspflichtig war (I: Ach so, das heißt…) und deswegen habe ich dann Mathematik gewählt, weil Physik liegt mir nicht so wirklich, und ich habe mir gedacht, naja, Mathematik fängst du halt einmal an, das eine Jahr, bis dann Biologie kombinationspflichtig wird, und ich bin dann hängen geblieben, weil es mir dann Spaß gemacht hat eigentlich.

I: Also es hat dir dann erst angefangen, Spaß zu machen?

B9: Ja, ich habe nicht wirklich eine gute Mathematiklehrerin gehabt. Also ich habe ja, meine Eltern sind beide Mathematikprofessoren, und insofern kann ich das dann schon einschätzen ein bisschen, wie gut oder schlecht meine Lehrerin war, und die hat einfach genug Mankos gehabt.

I: Mhm, welche Mankos waren das, was würdest du da heute?

B9: Äh, wissensmäßig, also dass sie einfach bestimmte Sachen nicht gewusst hat, und wenn man sie dann darauf hingewiesen hat, hat sie halt auch völlig so reagiert „nein, und, überhaupt nicht“ und, ja, abweisend. Und es war halt Tatsache, dass sie in ihren Übungsblättern dauernd Fehler drinnen gehabt hat und das nicht zugeben wollte zum Beispiel, oder sie hat einfach auch vom Wissen her, also Kegelschnitte oder so irgendetwas, das war alles, was sie nicht so wirklich können hat.

I: Also hat man das als Schüler schon auch bemerkt, diese fachlichen Unsicherheiten?

B9: Ja, ich habe es halt bemerkt, weil ich halt Eltern daheim habe, und dann reden habe können, wie ist das, wie funktioniert das, und wenn dann wieder ganz eine andere Info dahergekommen ist, dann habe ich mir halt dann schon meinen Teil gedacht.

I: Mhm. Und ist das auf der Uni dann schnell gegangen bei dir, dass du dich orientieren hast können, dass du gewusst hast, welche von diesen Inhalten, die du da aus der Schule gelernt hast, welche da jetzt wirklich zum Bereich Analysis dazugehören?

B9: Ja, eigentlich schon, weil das in den Übungen, also, durch die Übungen, ich meine, natürlich hast du diese Sätze und Beweise, in die du einmal hineinkommen musst. Ich habe ja diese Einführungsphase noch gar nicht gehabt damals, also wir sind wirklich hineingestoßen worden.

I: War da die Analysis I die erste Vorlesung?

B9: Genau, die Analysis I und die Algebra I, genau, die Lineare Algebra. Und, ich meine, ich habe die parallel angefangen, und habe sie aber dann aufhören müssen, eben weil ich mit Chemie, äh, ins Schleudern gekommen bin, weil da ist es ja so, dass du in der Früh bis zu Mittag die Vorlesungen hast und am Nachmittag die Praktika, und dazwischen solltest du noch irgendwie Mathematik machen.

I: Ja.

B9: Und ich habe dann, äh, also die Lineare Algebra habe ich ziemlich noch untertags gemacht, aber die Analysis habe ich aufhören müssen und habe sie dann im Abendstudium gemacht, und da ist es dann eigentlich relativ gut gewesen, ich glaube, dass es aber auch am X20 gelegen ist, weil der einfach schon im Unterricht gestanden ist, der hat einfach auch gewusst, wie er das bringen muss für jemanden, der von der Schule kommt. Ich glaube, dass das schon einen Unterschied macht.

I: Waren aber da trotzdem damals Fachmathematiker und Lehramtskandidaten gemeinsam in der Vorlesung?

B9: Ich glaube schon, ja. Ja, ziemlich sicher.

I: Gehen wir einmal zu den Inhaltsbereichen, die du da angekreuzt hast. Da ist interessant, dass du ja Folgen und Reihen schon unterrichtet hast, (B9: Ja, ich weiß.) es aber da nicht angekreuzt hast, also Vollständigkeit… gehen wir einmal zur Vollständigkeit vielleicht am Anfang. Warum ist die für den Schulunterricht deiner Meinung nach nicht wichtig?

B9: Na, ich bin mir nicht sicher, ob es für Schüler wichtig ist, zu sehen, dass irgendetwas vollständig ist. Also, ich meine, ich gehe jetzt von meinen Schülern aus, da bin ich froh, wenn sie die Techniken können und ein bisschen etwas verstehen, und da ist Vollständigkeit nicht wichtig genug, dass ich das jetzt unterrichten würde explizit jetzt, und sagen würde…

I: Mhm. Und die komplexe Analysis, die hast du da auch ausgelassen?

B9: Ja, ich glaube, dass die auch immer weniger kommt. Ich meine, natürlich, man hat dieses „i“ irgendwann einmal, also mit Wurzelziehen, aber das ist eigentlich schon ziemlich, was man im Schulunterricht macht, oder? Also, ich habe nie glaube ich gezeichnet, das habe ich halt auf der Uni gemacht, und das war es.

I: Also, in der Gauß’schen Zahlenebene eine komplexe Zahl zeichnen?

B9: Ja, genau, genau. (I: Okay.) Also, in dem Fall geht es wirklich nur dann um das Wurzelziehen, und deswegen habe ich es jetzt einmal nicht angekreuzt, weil ich mir gedacht habe, wegen einem Teil, weil das ist ja eigentlich ein großer Teilbereich, die komplexe Analysis. Und, ich meine, natürlich ist „i“ nicht uninteressant (lacht), nicht unwichtig, aber man kann Beispiele auch so stellen, dass man gar nicht einmal in die Situation kommt, und das ist halt, das ist halt jetzt auch die Frage, ich bin nicht ganz so momentan auf dem Laufenden, was jetzt bei der, äh, neuen Reifeprüfung im Bereich Analysis genau für Kompetenzbereiche abgefragt werden bei den Grundkompetenzen. Ich bin mir nicht sicher, ist das drinnen, die, also bei den Grundkompetenzen jetzt?

I: Ich weiß es jetzt ehrlich gesagt auch nicht. Ich habe das jetzt auch nicht parat.

B9: Ja, das weiß ich nämlich auch nicht. Ich bin mir gar nicht sicher, ob sie es nämlich überhaupt noch hineingenommen haben.

I: Also würdest du sagen, wenn das für die Reifeprüfung nicht relevant ist, dann ist es dir für den Schulunterricht auch nicht den Zeitaufwand wert?

B9: Ahm, an unserer Schule nicht, nein, weil wir haben zu tun, wir haben so viele nicht-deutsche Muttersprache, dass das, also ich habe wirklich zu tun, dass ich den Grundstoff durchbringe. Und wenn ich dann noch wirklich Zeit habe, irgendetwas zu machen, dann glaube ich mache ich nicht die komplexe Analysis expliziter, sondern da würde ich mir irgendetwas anderes nehmen, das die Schüler mehr liegen würde, wo sie sich mehr vorstellen können.

I: Okay, ja. Kommen wir zu den Folgen und Reihen.

B9: Ja, die Beispiele sind eh nett (lacht).

I: Also, du hast sie selbst schon unterrichtet, und wie waren da deine Erfahrungen damit?

B9: Ja, mies. Also, sie haben sich überhaupt nicht ausgekannt. Ich meine jetzt nicht, weil ich es nicht erklären hätte können, aber weil es, ah, also ich meine, die Klasse war sowieso nicht so wirklich gut, muss man jetzt auch sagen, also vom, von dem, also sie wollten einfach nicht. Sie hätten schon können, es waren wirklich gute drinnen, aber sie haben es einfach, ja, also sie haben die Schularbeiten bewusst zum Wiederholen gebracht und, also sie waren einfach faul. Und dahingehend haben sie natürlich dann auch verpasst, wo jetzt der Unterschied zwischen einer Folge und einer Reihe ist, und dass es da unterschiedliche gibt, und wie das mit diesem Einschreiben ist, und ja, also ich weiß nicht, wie es dann in der Siebten weitergegangen ist, ob der Kollege dann dieselben Probleme gehabt hat, wenn es ums Einschreiben von, weiß ich nicht, äh, einem Quader in einer Kugel oder was auch immer, ob sie es da dann auch nicht können haben. Weil im Endeffekt ist das ja die Vorstufe, dass man es einmal im Zweidimensionalen macht und dann halt ins Dreidimensionale…

I: Ja, ja. Den Grenzwertbegriff hast du ja auch gemacht mit dieser sechsten Klasse.

B9: Den würde ich aber auch machen.

I: Wie würdest du dann, ohne Folgen und Reihen quasi, wie würdest du dann den Grenzwertbegriff einführen?

B9: Puh. Weiß ich jetzt ehrlich nicht. Da bin ich jetzt einfach auch zu weit weg, wie es, ich weiß auch gar nicht mehr, wie ich den genau eingeführt gehabt habe, (I: Okay, ja.) das ist drei Jahre her. Aber vermutlich wird es schwierig werden, ich gebe dir Recht, deswegen, das war ja das, wo ich so unschlüssig bin, weil, ich meine man hat natürlich diese netten Aufgaben, wo du es ineinander schachtelst und so, die sind natürlich für Schüler auch nett zu sehen, aber ich habe da einfach teilweise andere Schwierigkeiten dann mit ihnen, dass sie es verstehen. Und ich glaube, beim Grenzwertbegriff kannst du leichter argumentieren, dass du halt dann eine Kurve zeichnen lässt, also irgendeinen Graphen zeichnen lässt, und dann sagst „hey, ich sehe, deine e hoch minus x-Funktion geht da hinunter, in welche Richtung geht das“. Dass ich es auf dieser Ebene machen würde, wahrscheinlich mehr.

I: Mhm. Also mehr die Anschauung einfach, dass man etwas sieht und das dann interpretiert?

B9: Genau, ja. Also ich würde es viel auf Interpretation machen, weil das ist das, was meine Schüler auch mehr greifen können.

I: Für die Lehramtsausbildung war bei dir da alles wichtig, was ich da aufgeschrieben habe.

B9: Ja, also ich finde, ich finde, also, ich meine, ich habe auch alle Schulmathematik gemacht, obwohl man sie nicht hätte machen müssen, aber ich glaube, es ist wichtig, dass man ein Gesamtbild von allem hat. Gerade auch, wenn man dann, äh, irgendwann einmal Mathematik vertiefend macht oder von mir aus auch die Mathematikolympiade oder so, da sind einfach Teilbereiche dabei, die ich im Schulunterricht natürlich nie haben werde, weil ich nicht dazu komme, aber ich denke, für mich als Lehrer ist es wichtig, dass ich da ein großes Bild habe, und da ist jeder Teilbereich wichtig von der Mathematik. Also ich möchte überall mitreden können quasi und möchte das auch wissen. Ich meine, natürlich vergisst man das dann wieder, aber wie gesagt, ich habe auch alle Schulmathematik gemacht, weil es einfach wichtig ist, finde ich, dass ich das als Lehramtskandidat habe.

I: Da werde ich dann nachher eh noch darauf zu sprechen kommen, auf die Ausbildung an der Uni. Ich würde jetzt noch gerne von dir wissen, jetzt wo du die Analysisausbildung auf der Uni ja hinter dir hast: Wie würdest du den Begriff „Analysis“ jetzt möglichst kurz und prägnant zusammenfassen, im Nachhinein gesehen?

B9: Puh, oh Gott, kurz und prägnant (lacht). Ähm (…) alles, was irgendwie mit Funktionen zu tun hat. Also Funktionen selber, Berechnungen mit Funktionen, von Funktionen, eben auch, wohin tendieren Funktionen, wenn man sie sich anschaut, also Grenzwerte, ist das eine „Null-Geschichte“ oder unendlich, ich meine, das ist ja nicht uninteressant teilweise zu wissen. Also ich würde es mehr so in diese Richtung sehen.

I: Okay, also Funktionen als der zentrale Begriff.

B9: Ja, ich würde schon.

I: Gehen wir zur Analysis in der Schule wieder, und zum mathematischen Arbeiten im Allgemeinen in der Schule. Du wirst ja wissen von der Hochschule noch, dass es da sehr, sehr wichtig ist, dass man fachliche Genauigkeit betont, dass man möglichst exakt arbeitet. Wie wichtig schätzt du das für den Schulunterricht ein?

B9: Ich glaube, dass es auch wichtig ist, dass man Funktionen immer definiert, wo sie einen Definitionsbereich haben zum Beispiel oder so, also das ist, sonst kennen sich die Schüler auch teilweise nicht aus. Weil einmal machst du es so, bei den Gleichungen zum Beispiel machst du es auch immer so, dass du immer sagst „ja, und das ist jetzt die Lösung in N oder in R“ und dann schreibst du die Lösungsmenge auf, und gerade bei Funktionen, wo man es sehen muss, weil manche ja in bestimmten Bereichen gar nicht definiert sind, finde ich es wichtig, dass man da von Anfang an, also gleich einmal sagt wo ist das definiert, und was kann ich mit der Funktion dann überhaupt machen.

I: Jetzt gibt es ja Themen, wo der Zugang vielleicht gar nicht so einfach ist, wenn du dir jetzt da die Inhaltsbereiche anschaust. Gibt es da Themen aus der Analysis für dich, wo du sagst, da brauche ich am Anfang Vereinfachungen, und gibt es andere Themen, wo du sagst, da kann ich von Anfang an Exaktheit demonstrieren in der Mathematik?

B9: (…) Also, wenn ich mir den Stetigkeitsbegriff anschaue, so wie er auf der Uni ist, mit diesem Epsilon und so weiter, also das würde ich wahrscheinlich vereinfachen, da würde ich jetzt nicht sagen, da gibt es irgendeine Zahl, und kleiner, und hin und her, also das bringt bei meinen Schülern Null. Das würden sie auswendig lernen und nicht anwenden können. Also da zum Beispiel.

I: Und beim Grenzwertbegriff, der ja von der Formulierung her im Fachmathematischen ähnlich ist?

B9: Ja, eh, da ist es auch, also, ich meine, das habe ich dir eh gesagt, ich würde es wahrscheinlich eher einmal auf das Graphische aufhängen, und dann von dort ausgehen. Aber das würde ich beim Differenzieren auch machen, also ich würde das auf jeden Fall einmal, eh, macht man eh, mit dem Differenzenquotienten, und dann Differentialquotient und so, also so in die Richtung, weil da können sich die Schüler etwas vorstellen, das können sie selber machen, das können sie selber zeichnen, oder es zeichnet der Computer oder der Taschenrechner oder was auch immer, ist ja egal, aber da haben sie etwas vor Augen, und mit dem können sie immer mehr anfangen, als wenn ich ihnen da irgendwelche Variablen hinknalle, die sie eh nicht verstehen.

I: Würdest du also die Variablen, also das Epsilon jetzt zum Beispiel, oder was auch immer, komplett auslassen?

B9: Nein, ich würde ihnen schon irgendwann dann den gesamten Begriff zeigen und sagen, so schaut das aus und das heißt das, aber nicht von Anfang an, also ich würde es nicht auf dem aufbauend machen.

I: Mhm. Und das zieht sich bei dir durch, durch alle Inhaltsbereiche, die Vorgehensweise?

B9: Ja, aus meiner momentanen Sicht schon, aber ich weiß halt nicht, wie viel ich wirklich dann Zeit haben werde im Unterricht, aber ich würde es schon so machen, dass ich, ich meine, ich mache es ja in Chemie auch so, dass ich ihnen einmal ein paar Paradebeispiele gebe und dann sage, dort könnt ihr es dann brauchen, in dem Bereich, weil, weiß ich nicht, da gibt es Analysen dazu oder was auch immer. (I: Ja, ja.) Einfach, dass sie auch diese Verbindung haben zu dem, wie es wirklich dann formuliert ist, weil wenn irgendwer einmal Mathematik studieren gehen möchte, dann wäre gut, wenn er so etwas schon einmal gesehen hätte. Ich meine, natürlich gibt es jetzt diese Einführungsphase, und die finde ich auch gar nicht schlecht, ahm, aber es ist trotzdem, wenn ich das nie vorher gesehen habe, und ich habe es nie vorher gesehen, dann tust du dir einfach hart, weil du von der, mit der Formulierung nichts anfangen kannst. Also ich habe nie vorher einen Stetigkeitsbegriff gesehen gehabt.

I: Mhm. Und auch allgemein diese…

B9: Ja, ich meine, wir haben schon irgendwann einmal diese Treppenfunktion gezeichnet gehabt, und ja, aber es ist nie so wirklich angesprochen worden, ob das stetig oder nicht stetig ist im Endeffekt.

I: Hat dir das auf der Uni dann gefehlt, zum, zu Beginn?

B9: Ja. Also mir hat einiges auf der Uni gefehlt, wenn wir ganz genau sind, und da habe ich viel zum Nachholen gehabt. (I: Bleiben wir noch kurz bei der Analysis in der…) Was aber auch daran liegt, dass ich im Französischzweig war, das heißt überhaupt einmal eine Stunde weniger Mathematik gehabt habe.

I: Ach so, also du warst eher im sprachlichen Zweig in der Schule.

B9: Genau, das hat sicher auch noch mitgewirkt.

I: Wenn du dir vorstellst, deine Schülerinnen und Schüler in Zukunft stehen am Ende von ihrer Schullaufbahn, nach der Matura. Was sollten die deiner Meinung nach vom Bereich Analysis mitgenommen haben?

B9: (…) Also das, was sie hoffentlich mitgenommen haben, sind diverse Denkprozesse, zum Beispiel beim Integrieren. Das ist einfach eine ganz eigene Denkmechanismus, da, da, also ich glaube, dass es in Mathematik gar nicht so viel darum geht, dass sie so viel Fachwissen mitnehmen sollen, sondern dass einfach bestimmte Connections passiert sein sollen. Und ich glaube, dass da gerade in der Analysis viel passiert, weil ich meine, Zahlentheorie, ja, das machst du schon auch, aber es ist vom, vom Vorstellen her sind diese Sachen, wo du Funktionen hast, immer ein bisschen schwieriger, finde ich, für die Schüler. Es ist auch, wenn es dann um, um Vektorrechnung, Zeichnung geht und so weiter, auch da merkst du dann, da müssen sie etwas dazu lernen. Und mein Ziel wäre, dass sie halt viele Verknüpfungen machen können, dass sie sagen können „ah okay, das habe ich einmal so“, und, und auch vorstellen können, also ich glaube, dass das das Wichtigere ist. Vom Inhaltlichen her… ja, ich meine, sie sollten halt schon wissen, dass wenn irgendetwas exponentiell wächst, dass das halt wirklich schnell bergauf geht und nicht so gemütlich dahin geht, also so…

I: Also mit gewissen Formulierungen dann auch (B9: Ja.) umgehen können. Aber für dich sind schon mehr die Methoden und die Denkweisen dahinter eigentlich wichtiger, von der Nachhaltigkeit her, als, als konkrete Inhalte?

B9: Ich, ich würde schon sagen, weil ich meine, wenn ich mir anschaue, wie viel das, ich habe in der Vierten Chemie, und ich habe dann in der Siebten wieder Chemie, wie viel dass sie sich von der Vierten in die Siebte gemerkt haben, kann ich nicht darauf aufbauen. Und ich denke, dass ist einfach so, wenn man sich dann nicht mehr damit beschäftigt, dann vergisst man das Fachliche leichter, aber diese Denkprozesse und so, die hast du irgendwann dann schon intus, die helfen dir aber dann auch im späteren Leben. Ich würde jetzt einmal einfach sagen, dass der Oberstufenstoff nicht wirklich, also, Unterstufe mit Prozentrechnung, das hast du im alltäglichen Leben dauernd, dass du es brauchst oder so. Und der Oberstufenstoff hat da glaube ich eine andere Wertigkeit, weil da ist nicht etwas, was ich jetzt hernehme, und so schnell „ich integriere jetzt einmal eine Funktion, weil ich brauche das jetzt schnell“, ich meine Techniker, ja, aber wenn du halt dann, keine Ahnung, als Hausfrau daheim bist, wirst du kaum ein Integral machen eine Zeit lang, wenn du es überhaupt wieder einmal brauchst.

I: Aber trotzdem hat es für dich einen Stellenwert?

B9: Genau. Ja, und trotzdem denke ich, dass es einfach von, von dem, eh, von der Vorstellungsgabe glaube ich lernen sie da extrem viel, und ich glaube, dass das extrem wichtig ist, weil sie über ihre Grenzen da einmal drüber schauen.

I: Mhm, okay. Gehen wir zur Analysisausbildung auf der Uni, also zu deiner Analysisausbildung. Du hast vorher schon kurz angesprochen, dass das für dich eine ziemlich großer, eine ziemlich große Kluft war am Anfang.

B9: Ja, das war es definitiv. Also ich habe mit Sätzen und Beweisen nichts anfangen können. Nämlich auch mit dem, wie Beweise geführt werden, habe ich nichts anfangen können, weil ich das nie in der Schule gemacht gehabt habe.

I: Ja, wie, wie lange hat das gedauert, bist du dich daran gewöhnt gehabt hast, an das?

B9: Naja, ähm, das ist jetzt schwer zu sagen, weil bei mir das alles so gesplittet war, aber ich würde einmal sagen, wie ich die Analysis dann im Abendstudium angefangen habe, bin ich auch in eine Gruppe mit anderen Studierenden hineingekommen, die vor derselben Problematik im Endeffekt gestanden sind, und wo wir uns dann öfters zusammengesetzt haben, und irgendwer hat dann immer irgendwie einen Teil weiter gewusst im Beweis, und so hast du es halt dann gemeinsam erarbeitet, auch für die Übungen und so. Und irgendwann ist das zum Laufen geworden. Also, es hat zwar gedauert, aber ich schätze einmal, weiß ich nicht, also, nach dem ersten Jahr muss es gewesen sein, weil ich bin dann bei der Mathematik geblieben, und ich habe im zweiten Semester im Abendstudium dann die Analysis noch einmal von vorne angefangen quasi.

I: War das am Anfang frustrierend, dieser Übergang von der Schule zur Uni?

B9: Ja, einerseits frustrierend, weil ich mir denke, andere haben das können, also die, die sind auch wie ich von einer AHS gekommen, und die haben sich da viel leichter getan, weil sie einfach viele andere, also viel mehr andere Sachen in den Bereichen schon gemacht gehabt haben, die ich noch nicht einmal gesehen gehabt habe. Und, aber andererseits habe ich ja sowieso den Ehrgeiz, dass ich das dann kann, und das, was bei mir auch noch dazu gekommen ist, ist, dass ich einen Vater daheim habe, der glaube ich jetzt noch von seinem Studium alles weiß. Also, ich meine, da habe ich mir halt dann die Heuser-Bücher gekauft und habe halt dann so „Papa, wie ist das mit diesen Beweisen?“, und mein Vater hat ein Gedächtnis, das ist unglaublich, also, und der hat mir halt dann schon viel weiterhelfen können, einfach auch, wie ich in dieses Denken hineinkomme, wie das zum, wie die Formulierungen zu lesen sind und lauter solche Sachen.

I: Hat dich das auch von Anfang an begeistert, oder hat dich das überhaupt jemals begeistert, (B9: Was, das mit dem beweisen?) diese, genau, dieser axiomatische Aufbau in der Mathematik? Du hast ja gesagt, es hat dich dann gleich interessiert eigentlich?

B9: Ja, nein eh, sonst hätte ich es nicht weiter gemacht. Also, wenn ich nicht diesen Zugang gefunden hätte und mir gedacht hätte „hey, eigentlich, das ist cool“, dann hätte ich es nicht gemacht, dann wäre ich auf Biologie umgestiegen.

I: Du sagst, du hast ja nicht unbedingt von deiner schulischen Vorbildung profitiert jetzt, am Unieinstieg.

B9: Kann man leider nicht sagen (lacht).

I: Was würdest du jetzt anders machen, was würdest du jetzt anders machen wollen, damit deine zukünftigen Schülerinnen und Schüler, falls es denen so geht, falls die auch ein Mathestudium anfangen, dass die das leichter haben am Anfang. Was, was für Maßnahmen würdest du jetzt in der Schule konkret setzen?

B9: Ich würde ihnen vollständige Induktion zumindest näher bringen (lacht), also das ist eines, was man am Anfang relativ häufig vorfindet und das kann man in der Schule auch leicht machen, denke ich, also das ist etwas, was leicht geht. Ahm, ansonsten würde ich ihnen halt wie gesagt auch diese Begriffe eben zeigen, wie sie mathematisch formuliert sind, ich meine, teilweise sind sie in den Schulbüchern auch schon mathematisch drinnen, eben mit diesem kleinen Epsilon und hin und her, ah, und ich würde das halt auch wirklich ihnen zeigen, wie das ausschaut, und dass sie mit dem arbeiten müssen. Und wenn sich etwas ergibt, dann würde ich auch, also wenn es sich zeitlich ergibt, dann würde ich auch vielleicht dann einen einfachen Beweis machen. Also ich, ich meine, ich mache jetzt, ich lerne jetzt gerade die Wahrscheinlichkeit, und da haben wir diese Mengen am Anfang zum Beispiel, wo du halt dann, äh, beweist, wenn das zwei Mengen sind, die sich nicht überschneiden, dass es natürlich keine Schnittmenge gibt, die du irgendwie noch abrechnen musst.

I: Also mit so logischen Verknüpfungen umgehen das erste Mal?

B9: Genau, dass sie in das hineinkommen.

I: Okay. Wenn du dir die Lehrveranstaltungen anschaust, die du absolviert hast, die du absolviert hast, welche ist deiner Meinung nach, oder welche sind deiner Meinung nach die hilfreichsten für die, für deinen jetzigen Beruf?

B9: Auf jeden Fall das Seminar für LAK, das war sehr interessant. Es ist zwar etwas, was ich nie unterrichten werde, aber ich finde, dass X12 das extrem cool gemacht hat. Einfach auch wie…

I: Wie war das aufgezogen?

B9: Ja, er hat Beispiele gebracht, die man, die er ganz bewusst so gewählt hat, dass er gewusst hat, dass man viel Grundwissen braucht, das man wahrscheinlich zu dem Zeitpunkt, weil ich, wir haben das alle relativ spät gemacht, zu dem Zeitpunkt wahrscheinlich nicht mehr so parat hat, und er hat uns immer dann darauf hin geführt, dass die, diese Verknüpfungen von der ersten Vorlesung da dann wieder brauchbar sind und so, also das, er hat das wirklich cool gemacht, hat mir gefallen.

I: Waren das nur Rechenaufgaben, Übungsaufgaben, oder waren das Seminarvorträge und so auch?

B9: Naja, es war beides. Also, er hat immer zwischenzeitlich, also er hat meistens mit einem Beispiel angefangen, was ich mich halt so erinnern kann, und hat dann die Theorie dann hinten nach noch einmal so quasi zusammengefasst, was da verwendet ist, und ein bisschen darüber hinaus auch noch, wenn irgendetwas war. Und es war wirklich cool, also hat mir gefallen.

I: Und die anderen Lehrveranstaltungen?

B9: Naja, bei mir war die höhere Analysis, ahm, waren extrem viele Ringintegrale, das ist etwas, was ich eher weniger brauche jetzt würde ich sagen, also, ich meine, vielleicht wenn ich irgendwann einmal Vertiefendes habe, aber, also diese über Gebiete, also, nicht diese einfachen Integrale, sondern das, was halt dann schon wirklich komplizierter ist, das werde ich wahrscheinlich, also an dieser Schule wahrscheinlich gar nicht brauchen, würde ich jetzt schätzen. Und ja, ich meine, natürlich die Grundlagen, also die Analysis I bis III, da ist schon viel drinnen, was ich eindeutig jetzt brauche im Unterricht jetzt.

I: Ja.

B9: Vor allem auch, weil ich halt die Verknüpfungen im Hintergrund wissen sollte. Also, was manche Sachen halt dann heißen, wenn das als Ergebnis da steht, dass das halt von dort und da kommt.

I: Wenn du irgendwelche Wünsche jetzt äußern könntest, wenn du jetzt überlegst, wie deine Analysisausbildung ausgeschaut hat, gibt es da irgendetwas, was du ergänzen, oder was du ändern würdest an deiner Ausbildung?

B9: Naja, sie haben ja schon viel geändert, das ist ja, also, ich weiß ja gar nicht, wie es jetzt momentan ist, also das, was ich auf jeden Fall wie gesagt super finde, ist, dass sie die Einführungsphase gemacht haben, die finde ich extrem wichtig.

I: Die zielt denke ich auch genau auf diese Problematik ab, die du vorher angesprochen hast.

B9: Ja. Also ich habe, ich meine, ich habe sie ja dann nicht machen müssen, weil ich rechtzeitig mit dem ersten Studienabschnitt fertig war, aber ich habe mir ein Skript besorgt gehabt von der Einführungsvorlesung, weil ich mir gedacht habe, ja, vielleicht ist da auch etwas dabei für die Schule, damit ich eben auch sehe, was dort gemacht wird quasi. Ich meine, ist ja für mich als Lehrer auch interessant, dass ich meine Schüler auch in das hin bringe, dass die dahingehend es ein bisschen leichter haben. Und, also, diese Sachen die da gemacht worden sind, waren natürlich auf so, quasi auf einheitliches Niveau bringen, aber es, das finde ich eindeutig wichtig. Ich weiß nicht, wie es jetzt mit dieser Aufteilung in, äh, komplexe, also in diese mehreren und komplexe Analysis und Differentialgleichungen ist, ich weiß nicht, was jetzt, also ob das jetzt vom Umfang her genauso ist dann wie meines, was ich mit der höheren gehabt habe oder mit der, da kann ich jetzt schwer etwas sagen.

I: Also bei dir (B9: Aufteilen…) war alles zusammengefasst, also Differentialgleichungen und komplexe Analysis war in einer höheren Analysisvorlesung?

B9: Ja, wobei, komplexe habe ich glaube ich gar nicht, also, mit mehreren Variablen habe ich schon gemacht, aber komplexe weiß ich gar nicht, wie viel das da… nein, doch, war schon, ja. Doch, nein, war drinnen in der.

I: Und die Rechenübungen? Welchen Stellenwert haben die für dich in deiner Ausbildung?

B: Ja, die würde ich auf jeden Fall beibehalten. Also, ohne Übungen glaube ich kommst du auch gar nicht so schnell hinein in das Ganze. Also mir haben die Übungen viel weiter geholfen, weil da hast du Paradebeispiele, die du beweist in der Vorlesung, und dann kommen halt noch ähnliche Beweise, wo du es quasi dann auch übst, das ist, also ich finde das sehr wichtig. Ich meine, ich habe es jetzt nicht aufgeführt, aber ich denke, du hast immer das Proseminar dazu gemeint.

I: Genau, das, immer die Übung dabei, das ist dann in Klammer da. (B9: Ja, hast du da eh dazu geschrieben.) Du hast vorher kurz angesprochen, dass der, dass es dem X20 gelungen ist, dass er das auch für Lehramtskandidaten gut aufbereitet, diese einführende Vorlesung.

B9: Ja, damals war es ja noch wichtig, dass er das macht, weil da hat es ja keine Einführungsphase gegeben.

I: Ach so, du denkst, also heute, ja.

B9: Ja ich weiß nicht, wie gesagt, ich kann das schwer einschätzen, weil ich einfach die Einführungsphase nie machen habe müssen, aber ich denke, er hat das dahingehend auch geschickt gemacht, weil er gewusst hat, wie weit man in der Schule kommen „könnte“ unter Anführungszeichen, vom Wissen her, und auf das halt dann aufgebaut hat. Ich meine, er hat ja auch Schulbücher geschrieben, wo, wo er dann schon weiß, wie der Überblick ist über das Ganze.

I: Und würdest du sinnvoll finden, wenn man in so Fachvorlesungen, so wie es diese ersten Analysisvorlesungen jetzt sind auf der Uni, wenn man da wirklich konkrete schulrelevante Themen einbaut von Anfang an?

B9: Ja, eigentlich könnte ich mir das auch gut vorstellen.

I: War das bei dir so?

B9: Teilweise, ja. Also, er hat das dann schon, es hat auch der X16 jetzt in der Wahrscheinlichkeit wieder gemacht. Ich finde es einfach praktisch, wenn du dann gleich die, die Verbindung hast, weil manchmal kannst du dir zu dem Satz jetzt auch nicht so wirklich etwas vorstellen, und wenn du dann ein konkretes Beispiel hast, dann denkst du dir, ah, ja stimmt eigentlich. Und da tust du dir dann schon wesentlich leichter.

I: Mhm. Und sind das dann immer Dinge, die man schon im Vorwissen irgendwo drinnen hat?

B9: Ja, hoffentlich, also ich habe sicher nicht alles im Vorwissen gehabt, aber ich weiß von Kollegen, dass das bei denen relativ gut funktioniert hat, also dass die wesentlich breiter gefächertes Wissen gehabt haben als ich. Aber es war nicht nur die Analysis, es ist quer durch die Bank gewesen.

I: Ja. Und denkst du, dass das für Fachmathematiker und für Lehramtskandidaten gleichermaßen wichtig ist am Anfang? Weil am Anfang ja beide gemeinsam in den Vorlesungen gesessen sind.

B9: Also ich glaube, dass auch Fachmathematiker davon profitieren könnten, wobei die, die wirklich Diplommathematik machen, sowieso schon wahrscheinlich, äh, ganz einen anderen Zugang zum größten Teil auch dazu haben. Also, ich meine, ich kann es jetzt nur von den Fachmathematikern sagen, die ich so kennen gelernt habe, die dann Mathematik Lehramt auch noch dazu genommen haben, und das, die haben andere Ansätze schon irgendwie, ich weiß nicht warum, aber das ist, ich als Lehramtskandidat bin ganz anders an die Sachen heran gegangen, (I: Von Anfang an?) vielleicht auch, von Anfang an auch irgendwie, ja, vielleicht auch im Hinblick auf das, wie, wie man es in der Schule dann machen könnte. Ich weiß nicht, ob es bei allen so ist, aber, also ich habe einen großen Unterschied zwischen mir als Lehramtskandidat gesehen und einem Fachmathematiker.

I: Also hast du, wenn du etwas Fachmathematisches gelernt hast, hast du auch immer überlegt, inwiefern das irgendwie wichtig sein könnte für, für den Beruf dann?

B9: Ja, doch auch, weil für mich war klar, dass ich irgendwann in dem Beruf stehen werde, wenn ich das auswähle, insofern mache ich mir da schon Gedanken, ob ich das brauchen kann, ob das interessant wäre, dass ich das vielleicht einmal in Mathematik vertiefend machen könnte oder so irgendwas, oder wie ist das bei einer Mathematikolympiade, also ich habe irgendwann einmal Beispiele von der Mathematikolympiade von einem Kollegen, ähm, also einem Lehrerkollegen, da haben wir, also ich habe irgendeine Fachdidaktik-Geschichte machen müssen, und da waren wir bei einem, und der hat Mathematikolympiade gehalten und hat uns da die Beispiele zukommen lassen, und, also, die sind, haben es schon intus teilweise, also da muss man schon einiges können. Und von daher, ja, also ich, ich habe mir eigentlich, ich mache mir immer Gedanken über das, wie ich es dann eventuell in der Schule machen könnte, auch wenn ich weiß, dass ich in dieser Schule sicher nicht dazu kommen werde, aber ja. Ich meine, das ist vielleicht auch nicht meine letzte Schule.

I: Also kannst du dir schon vorstellen, dass du dann auch einen etwas höheren Anspruch haben willst einmal, in deinem Unterricht?

B9: Ja, den habe ich sowieso. Also, ich glaube, für diese Schule habe ich einen zu hohen. Aber ich glaube, das ist normal, wenn du von der Uni kommst, weil da hast du einfach dieses Riesenwissen und denkst dir, ach, das ist alles interessant, und das möchtest du alles bringen (lacht), und, äh, ja, an dieser Schule wirst du halt relativ schnell auf den Boden der Tatsachen zurückgeholt, weil einfach durch diese Sprachbarriere viel Zeit schon draufgeht, dass sie Textbeispiele verstehen vom Lesen her, jetzt nicht einmal vom mathematischen Denken, weil damit haben eh alle Schüler Schwierigkeiten, sondern einfach, weil sie bestimmte Worte nicht kennen. Da brauchst du so viel Zeit, um das zu verdeutlichen, was da jetzt wirklich gemeint ist, dass einfach zu viel Zeit liegen bleibt, dass ich irgendetwas noch als Grundkompetenzen jetzt machen könnte (lacht).

I: Wir haben ja vorher kurz schon gesagt, Bachelor und Lehramtskandidaten, beziehungsweise halt Fachmathematiker, damals war das Diplom halt, und Lehramtskandidaten, sind am Anfang ja, so wie es momentan auch noch ist, gemeinsam in den Lehrveranstaltungen. (B9: Mhm.) Würdest du da eine Trennung von Anfang an für sinnvoll halten?

B9: Nein, nein, würde ich gar nicht.

I: Warum?

B9: Weil wir, also als Lehramtskandidaten, von den Denkweisen von den Bachelorn profitieren und umgekehrt. Also ich denke, dass es trotzdem, also ich weiß noch, wir haben einfach in unserer Gruppe auch zwei drinnen gehabt, die dann weiter gegangen sind in Diplommathematik halt dann, also bei denen war es zuerst nicht ganz sicher, ob sie jetzt Lehramt oder Diplom wollen, und haben beides noch gehabt, und sind aber dann schlussendlich Diplom weiter gegangen, und ich glaube, dass wir da gegenseitig gut profitiert haben davon, von den Herangehensweisen und so weiter. Also, nein, ich würde es, ich würde es glaube ich nicht trennen. Ich weiß, dass da einmal angedacht ist, dass sie das machen wollen, aber ich glaube, ich glaube nicht, dass es notwendig ist. Es sind auch gar nicht so viele Studierende, die auf einmal kommen.

I: Ja, die Frage ist halt eher die, ob sie die gleichen Bedürfnisse haben, deiner Meinung nach, oder, oder?

B9: Ja, ich glaube, gerade nachdem es bei allen mit demselben Level quasi daher kommen, glaube ich, kann man das schon machen. Weil danach geht es ja dann eh auseinander, nach dem ersten Abschnitt, wo sie dann, oder im ersten glaube ich, ist im Bachelor jetzt sowieso schon eine Änderung drinnen gewesen oder?

I: Genau, also so wie es momentan ist, glaube ich, die gemeinsamen Vorlesungen, ist die Einführung in das mathematische Arbeiten, diese allererste Einführungsvorlesung (B9: Ja, ja, genau.) und dann die beiden Einführungen in Lineare Algebra und Analysis, was gemeinsam, von den, von den großen Vorlesungen her, und dann trennt es sich schon. (B9: Ja, okay.) Würdest du so eine Gemeinsamkeit dann länger beibehalten, wenn du sagst, das hat Vorteile für beide Seiten?

B9: Ja, es ist schwierig zu sagen, weil ich nicht weiß, äh, wie es mir gegangen wäre, wenn ich die andere Seite kennen gelernt hätte, mit Einführungsphase und so. Aus meiner Sicht kann ich sagen, dass ich auf jeden Fall bis zur Analysis III oder Linearen Algebra II davon profitiert habe, dass wir das alles gemeinsam irgendwie gehabt haben. Aber, ja. Es hat sicher alles seine Vor- und Nachteile. Nur, wie gesagt, ich glaube einfach, dass die Anzahl der Studierenden, die anfangen, jetzt nicht so riesig ist, oder? Ich meine, wie viele fangen da denn an?

I: Ich weiß es ehrlich gesagt auch nicht. Also, im zukünftigen Studienplan ist es aber schon so vorgesehen, dass von Anfang an eine Trennung da ist zwischen Fach und Lehramt.

B9: Ja, da ist es, ja, das ist, ja. Das hängt aber auch damit zusammen, dass ja generell jetzt im Bachelor für Lehramt ganz andere Sachen schon drinnen brauchen.

I: Mhm, da haben sie ja einiges auch geändert.

B9: Da haben sie, da haben sie Stunden verschieben müssen, das war klar, dass sie da etwas ändern müssen. Aber, ich meine, ich weiß noch, Chemie haben wir mit, also wir haben die, allgemeine Chemie war die erste Vorlesung mit Lehramt und Diplomstudenten zusammen, und ich glaube sogar Ernährungswissenschaftler waren da noch drinnen, und das waren 140 Leute, die im Hörsaal gesessen sind, so viele haben wir ja in Mathematik nie. Ich meine, da würde keiner mehr profitieren, wenn es so viele wären.

I: Also du sagst, wenn es kleine Gruppen sind, dann hat man da auch Vorteile.

B9: Ja, aber wenn es so 50 sind oder so, ich weiß ja nicht, die da gleichzeitig laufen, glaube ich, geht das schon. Es ist halt dann auch ein Kostenfaktor für die Uni, ob ich jetzt zweimal quasi dasselbe lesen lasse, nur von zwei verschiedenen Leuten.

I: Mhm, ja, das stimmt auch. Ja, und ich glaube, damit sind wir eigentlich auch schon am Ende vom Interview. Möchtest du noch irgendetwas ergänzen, zu deiner Ausbildung, zur Analysis im Großen und Ganzen?

B9: Nein, also ich glaube, ich bin insgesamt, mit dem, was ich alles gemacht habe, gut genug darauf vorbereitet worden. Ich meine, Schulmathematik würde ich mehr verpflichtend machen. Also, ich weiß, es sind jetzt glaube ich drei Vorlesungen oder so irgendetwas, die man machen muss. Ich glaube, zwei Oberstufen, eine Unterstufe oder so.

I: Ich glaube ja, momentan ist, es gibt sechs zur Auswahl glaube ich, und im Laufe vom Studium musst du vier machen, drei im ersten und eine im, im zweiten dann.

B9: Okay, dann sind es jetzt vier, ja. Ja, ich bin der Meinung, dass man als Lehramtskandidat ruhig alle machen könnte (lacht).

I: Was war da für dich so der große Vorteil an den Schulmathevorlesungen?

B9: Einerseits machen das, meistens zumindest, ehemalige Lehrer, oder welche, die noch immer Unterrichten, je nachdem, wie lange sie schon dabei sind, das heißt, die wissen auch einfach, mit welcher Problematik dass man im Schulunterricht zu kämpfen hat, äh, und wie man manche Sachen aufbauen sollte, damit es nicht zu Missverständnissen kommt. Also ich glaube, dass einfach diese, jetzt, das ist in Chemie auch so, diese Fehlvorstellungen, die Schüler haben, glaube ich, könnte, kann man viel mehr ausmerzen, wenn man das schon im Studium einmal gehört hat und gesagt hat, ah, da könnte man, und da gibt es eine Falle, und da muss man aufpassen, und das hat man in jeder, in jedem Bereich im Endeffekt. Und das war auch der Grund, warum ich alle Schulmathe gemacht habe, ich habe damals sowieso noch mehr gemacht, weil da hat es ja acht gegeben plus noch römische, da waren, da war dieser Übergang zwischen römischen Schulmathematik und äh, die, (I: Ach so, okay.) die danach gekommen sind quasi, und ich habe da alle acht plus ich glaube noch zwei römische gemacht, also ich bin ja sowieso absolut gebildet (lacht). Aber ich habe von jeder Schulmathematik profitiert im Endeffekt. Ich glaube, ich habe auch fast jede abgeschlossen, obwohl ich sie gar nicht gebraucht hätte. Ich meine halt, Wahlfächer kannst du es dir dann anrechnen lassen. Also, die Übungen habe ich auf jeden Fall zu jeder abgeschlossen, weil die habe ich immer dazu gemacht.

I: Und du würdest das verpflichtend auch vorschlagen, oder dem einen höheren Stellenwert geben?

B9: Ja, ich glaube dass das… Aber ich glaube, dass es sowieso jetzt mehr in die Richtung gehen wird, mit Bachelor-Master. Dass es mehr in diese Richtung geht, wie ist das im Unterricht, und so. (I: Ja, so wie es momentan ausschaut…) Und das, was halt auch irgendwie ist, ist dieses, aber das haben sie auch schon geändert, ich, ich bin halt auch relativ spät erst das erste Mal in die Schule gegangen. Also da war ich schon am Ende vom ersten, ja, nein, war ich da, ich war so spät dran, aber eigentlich war das schon im zweiten Abschnitt irgendwann das erste Mal. In Chemie ist es so, dass die, und das ist eigentlich nicht schlecht, das könnte man vielleicht wirklich in Mathematik auch übernehmen, dass du einmal so im ersten Jahr verpflichtend machen kannst, musst, sollst, also in Chemie ist es glaube nicht verpflichtend, oder ist es mittlerweile… ich weiß jetzt gar nicht, ob sie es mittlerweile haben, also bei mir war es damals nicht verpflichtend, es war nur so, dass du dir dann irgendetwas gespart hast, wenn du das gemacht hast. Da bist du, äh, in den Semesterferien, also in diesem Monat hast du halt dann einen Lehrer halt einmal begleitet für ein paar Tage und verschiedene

Klassen, so dass du halt dann auch gesehen hast, wie der Unterricht sich fortgesetzt hat in der nächsten Stunde und so. Und also, das war so, da hast du viel mitbekommen dann im Endeffekt, also wie der das in manchen Klassen so macht, in anderen so, und ich glaube, da bekommst du dann ein Gefühl, ob dir das vielleicht auch liegen könnte, weil du bist nicht mehr als Schüler drinnen, sondern du siehst es aus der Lehrerperspektive dann schon, und, also das wäre zum Beispiel auch noch etwas, das ich mir vorstellen könnte, das man in Mathematik, falls es nicht eh jetzt im neuen Studienplan drinnen ist, dazu nehmen.

I: Es, es gibt so eine Praxisphase, ich glaube, ich weiß nicht nach wie vielen Semestern das zum ersten Mal auftaucht dann.

B9: Da wird eh vielleicht irgend so etwas dabei sein, ja.

I: Okay, ja dann, wenn du keine Ergänzungen mehr hast sonst?

B9: Nein, ich glaube, das war es.

I: Dann sage ich danke, dass du dir Zeit genommen hast.

B9: Ja bitte, bitte.

Anhang B

Fragebogen zur Vorlesung „Einführung in die Analysis“

Der folgende Fragebogen, auf den sich die Auswertung in Abschnitt 3.2 bezieht, wurde im Rahmen der Vorlesung „Einführung in die Analysis“ von Evelyn Süss-Stepancik und Roland Steinbauer erstellt.

Freiwillige Befragung zur Einführung in die Analysis (Sommersemester 2012)

Evelyn Süss-Stepancik und Roland Steinbauer

Liebe Studentin! Lieber Student!
Wir sind an Fragen im Umfeld der AnfängerInnenausbildung im Mathematikstudium interessiert und bitten dich, den folgenden Fragebogen auszufüllen und nach der mündlichen Prüfung abzugeben. Die Daten werden selbstverständlich anonym verarbeitet.
Vielen Dank!

Bitte kreuze das Zutreffende an!

☐ Weiblich ☐ Männlich
☐ Bachelor ☐ Lehramt ☐ Sonstiges bitte angeben: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Studienbeginn im ☐ Wintersemester 11/12 ☐ Sommersemester 12
☐ Sonstiges bitte angeben: _ _ _ _ _ _ _

Einführung in das math. Arbeiten gehört bei: ☐ Karl Sigmund ☐ Bernhard Lamel
☐ Sonst bitte angeben: _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _ _

Motivation und Erwartungen in Bezug auf das Mathematikstudium

Ich habe das Studium begonnen, weil (Mehrfachantworten möglich):
- ☐ ich in der Schule immer gut in Mathematik war
- ☐ ich eine konkrete Berufsvorstellung (Lehrer/in, Wissenschaftler/in, anderes) mit dem Studium verbinde
- ☐ mir die Mathematik in der Schule leicht gefallen ist und Spaß gemacht hat
- ☐ ich die Mathematik so richtig von Grund auf verstehen will
- ☐ ich in der Schule Mitschülern/innen gerne den Stoff erklärt habe
- ☐ ich von den Anwendungen/Anwendungsmöglichkeiten der Mathematik fasziniert bin
- ☐ mich die Mathematik weit über den Schulstoff hinaus interessiert
- ☐ Sonstiges bitte angeben:

_ _

Meine Erwartungen zu Studienbeginn waren:

1. Dass an mein Vorwissen konkret angeknüpft wird.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu
   Diese Erwartung wurde erfüllt.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

2. Dass ich viel Neues und Unbekanntes lerne.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu
   Diese Erwartung wurde erfüllt.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

3. Dass die Hochschulmathematik der Schulmathematik ähnlich ist.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu
   Diese Erwartung wurde erfüllt.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

4. Dass mir die Mathematik als Wissenschaft näher gebracht wird.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu
   Diese Erwartung wurde erfüllt.
   ☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

5. Dass ich zu Studienbeginn eine Durststrecke zu überwinden habe.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu
Diese Erwartung wurde erfüllt.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

----

Fragen zur Vorlesung „Einführung in die Analysis“:

Die Vorlesung knüpft gut an mein Schulwissen an.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Die Vorlesung knüpft gut an die „Einführung in das mathematische Arbeiten“ an.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Mir gefällt der deduktive Aufbau der Vorlesung.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Ich schätze die vollständige Darstellung der Beweise in der Vorlesung.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Die Beispiele und Gegenbeispiel in der Vorlesung waren hilfreich.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Ich hätte mir mehr zusätzliche Beispiele in der Vorlesung erwartet.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Mir gefällt die Motivation der Begriffe in der Vorlesung.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Die „Warnungen“ in der Vorlesung sind hilfreich.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

Ich schätze die Querverweise innerhalb der Vorlesung.
☐ trifft völlig zu ☐ trifft eher zu ☐ trifft weniger zu ☐ trifft gar nicht zu

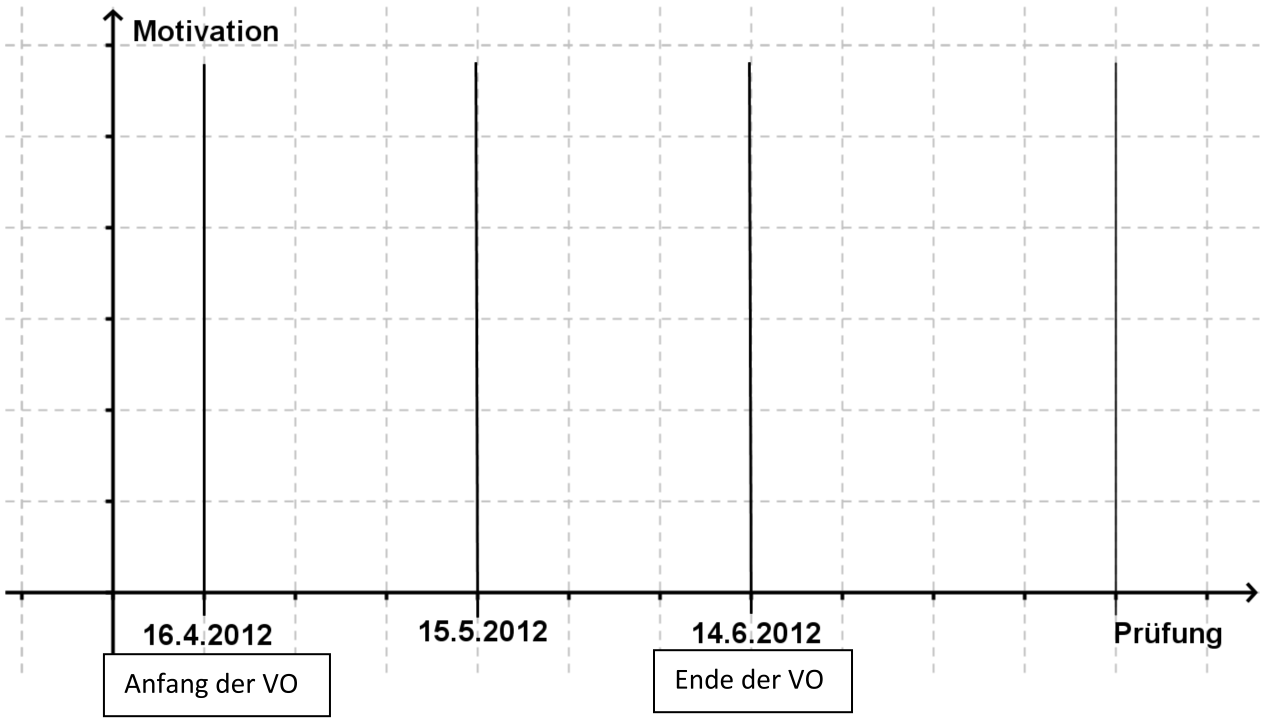
Welche Materialien hast du zur Prüfungsvorbereitung verwendet?

Vorlesungsmitschrift	☐ gar nicht	☐ geringfügig	☐ ausgiebig	☐ sehr viel
Vorlesungsausarbeitung von R.S.	☐ gar nicht	☐ geringfügig	☐ ausgiebig	☐ sehr viel
Skriptum von Günther Hörmann	☐ gar nicht	☐ geringfügig	☐ ausgiebig	☐ sehr viel
Bücher aus der Literaturliste	☐ gar nicht Titel/Autor:	☐ geringfügig	☐ ausgiebig	☐ sehr viel
Andere Quellen (bitte nennen)	☐ gar nicht	☐ geringfügig	☐ ausgiebig	☐ sehr viel

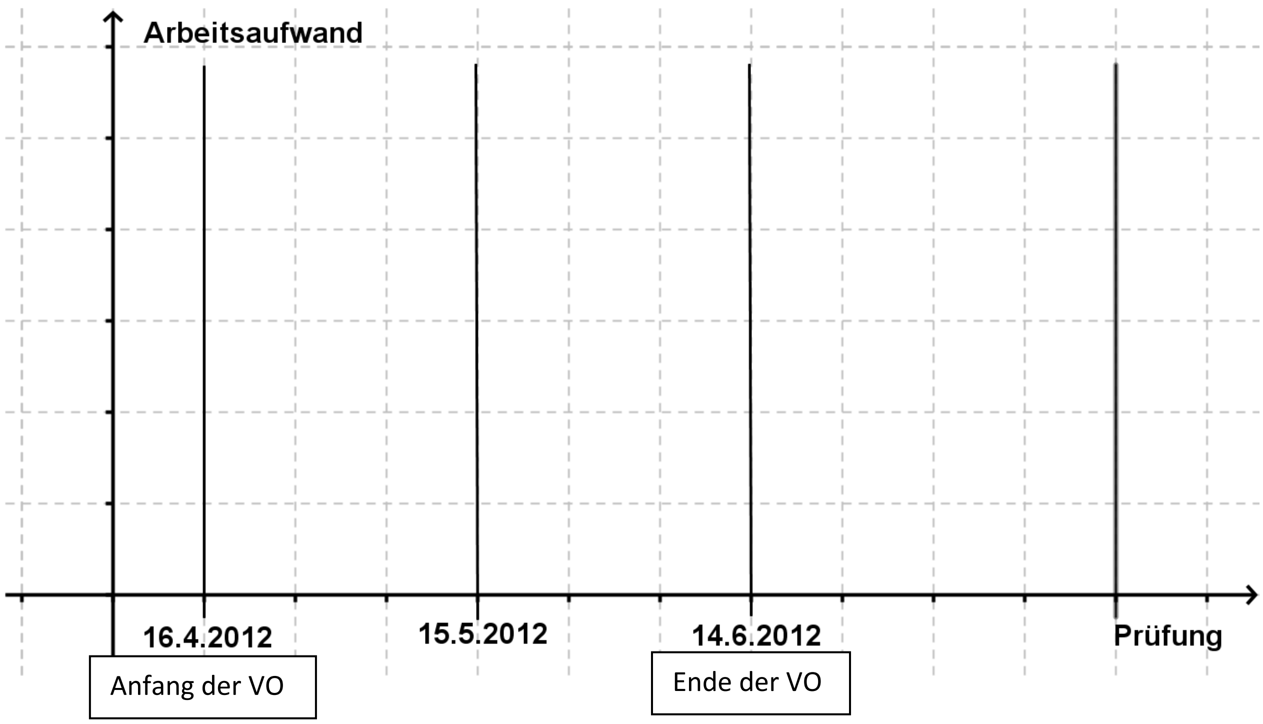
Hast du beim Lernen für die Prüfung „Einführung in die Anaylsis“ vorwiegend alleine, zu zweit oder in Gruppen gelernt? Schätze den jeweiligen Anteil ab! (Summe = 100%)

%	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
alleine											
Zu zweit											
Gruppe											

Zeichne im unteren Koordinatensystem deine Motivationskurve im zeitlichen Verlauf ein!



Zeichne im unteren Koordinatensystem deinen Arbeitsaufwand im zeitlichen Verlauf ein!



Bitte beschreibe kurz deine Motivation und deine Erwartung an das Mathematikstudium!

____

____

____

____

____

____

____

____

In wieweit wurden deine Erwartungen erfüllt?

____

____

____

____

____

____

____

____

Bitte nicht ausfüllen!

Note schriftlich: _ _ _ Note gesamt: _ _ _ Antritt: _ _ _ Prüfungstermin: _ _ _ _ _ _ _ _ _

Quellenverzeichnis

Literatur

[1] Christoph Ableitinger. *Mitschrift zur Vorlesung „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung", Universität Wien.* Wintersemester 2013 (siehe S. 43, 87, 95).

[2] Christoph Ableitinger, Jürg Kramer und Susanne Prediger. *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung.* Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2013 (siehe S. 11).

[3] Thomas Bauer. *Analysis – Arbeitsbuch. Bezüge zwischen Schul- und Hochschulmathematik, sichtbar gemacht in Aufgaben mit kommentierten Lösungen.* Wiesbaden: Springer Spektrum, 2012 (siehe S. 11).

[4] Thomas Bauer und Ulrich Partheil. „Schnittstellenmodule in der Lehramtsausbildung im Fach Mathematik". In: *Mathematische Semesterberichte* 56.1 (2009), S. 85–103 (siehe S. 5, 6, 8, 11, 12, 14, 26).

[5] Albrecht Beutelspacher u. a. *Mathematik Neu Denken. Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten.* Wiesbaden: Vieweg+Teubner, 2011 (siehe S. 15, 18, 23–25).

[6] Hans-G. Bigalke. „Was heißt und zu welchem Ende studiert man Mathematikdidaktik?" In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 20.1 (1999), S. 56–61 (siehe S. 10).

[7] Werner Blum. „Quo vadis Analysisunterricht? Aktuelle Entwicklungen und Perspektiven für das Jahr 2000". In: *ÖMG-Didaktik-Reihe* 24 (1995), S. 3–19 (siehe S. 95, 100).

[8] Werner Blum und Hans-Wolfgang Henn. „Zur Rolle der Fachdidaktik in der universitären Gymnasiallehrerausbildung". In: *MNU. Der mathematische und Naturwissenschaftliche Unterricht* 56.2 (2003), S. 68–76 (siehe S. 9).

[9] Peter Borneleit u. a. „Expertise zum Mathematikunterricht in der gymnasialen Oberstufe". In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 22.1 (2001), S. 73–90 (siehe S. 4, 15, 19, 32).

[10] Nils Buchholtz und Björn Schwarz. „Professionelles Wissen im Bereich der Elementarmathematik vom höheren Standpunkt von Mathematik-Lehramtsstudierenden“. In: *Mathematikunterricht im Kontext von Realität, Kultur und Lehrerprofessionalität.* Hrsg. von Werner Blum, Rita Borromeo Ferri und Katja Maaß. Wiesbaden: Vieweg+Teubner Verlag, 2012, S. 238–248 (siehe S. 36).

[11] Beate Curdes u. a. „Attribution von Erfolg und Misserfolg bei Mathematikstudierenden: Ergebnisse einer quantitativen empirischen Untersuchung“. In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 24.1 (2003), S. 3–17 (siehe S. 46).

[12] Rainer Danckwerts. „Plädoyer für eine „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ im ersten Semester“. In: *Realitätsnaher Mathematikunterricht – vom Fach aus und für die Praxis. Festschrift für Hans-Wolfgang Henn zum 60. Geburtstag* (2006) (siehe S. 8, 14–16, 18, 19).

[13] Rainer Danckwerts und Dankwart Vogel. *Analysis verständlich unterrichten.* Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 2006 (siehe S. 30, 31, 42, 95).

[14] Franz Embacher. „Self-Assessment-Test-Mathematik für Studierende der Physik an der Universität Wien“. In: *Mathematische Vor- und Brückenkurse.* Hrsg. von Isabell Bausch u. a. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014, S. 359–373 (siehe S. 45).

[15] Otto Forster. *Analysis I: Differential- und Integralrechnung in einer Veränderlichen.* Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2013 (siehe S. 35).

[16] Stefan Götz (Hrsg.) u. a. *Mathematik 6.* Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch, 2010 (siehe S. 86).

[17] Stefan Götz (Hrsg.) u. a. *Mathematik 8.* Wien: Österreichischer Bundesverlag Schulbuch, 2013 (siehe S. 31).

[18] Stefan Götz. „Ein Versuch zur Analysis-Ausbildung von Lehramtsstudierenden an der Universität Wien“. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht.* Hrsg. von Gilbert Greefrath, Friedhelm Käpnick und Martin Stein. 2013, S. 364–367 (siehe S. 42–44, 87).

[19] Stefan Götz. *Notizen zur Vorlesung „Schulmathematik Differential- und Integralrechnung“, Universität Wien.* Wintersemester 2012 (siehe S. 42).

[20] Lisa Hefendehl-Hebeker. „Aspekte eines didaktisch sensiblen Mathematikverständnisses“. In: *Mathematische Semesterberichte* 45.2 (1998), S. 189–206 (siehe S. 6, 7, 10, 81).

[21] Lisa Hefendehl-Hebeker. „Doppelte Diskontinuität oder die Chance der Brückenschläge“. In: *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung*. Hrsg. von Christoph Ableitinger, Jürg Kramer und Susanne Prediger. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2013, S. 1–15 (siehe S. 4, 79).

[22] Harro Heuser. *Lehrbuch der Analysis 1. Mit 810 Aufgaben, zum Teil mit Lösungen*. Stuttgart: Teubner, 2006 (siehe S. 28).

[23] Felix Klein. *Elementarmathematik vom höheren Standpunkte aus, Teil I: Arithmetik, Algebra, Analysis*. Leipzig: B.G. Teubner, 1908 (siehe S. 3, 7).

[24] Nikola Leufer und Susanne Prediger. „„Vielleicht brauchen wir das ja doch in der Schule“ – Sinnstiftung und Brückenschläge in der Analysis als Bausteine zur Weiterentwicklung der fachinhaltlichen gymnasialen Lehrerbildung“. In: *Realitätsnaher Mathematikunterricht – vom Fach aus und für die Praxis. Festschrift für Hans-Wolfgang Henn zum 60. Geburtstag* (2006) (siehe S. 7, 9, 10, 18–22).

[25] Philipp Mayring. *Einführung in die qualitative Sozialforschung: eine Anleitung zu qualitativem Denken*. Weinheim (u. a.): Beltz, 2002 (siehe S. 70).

[26] Rudolf Scharlau. „Curriculare und didaktische Überlegungen zur Linearen Algebra an der Universität“. In: *Realitätsnaher Mathematikunterricht – vom Fach aus und für die Praxis. Festschrift für Hans-Wolfgang Henn zum 60. Geburtstag* (2006) (siehe S. 25).

[27] Hermann Schichl und Roland Steinbauer. *Einführung in das mathematische Arbeiten*. Berlin, Heidelberg: Springer, 2012 (siehe S. 37).

[28] Roland Steinbauer, Evelyn Süss-Stepancik und Hermann Schichl. „Einführung in das mathematische Arbeiten – der Passage-Point an der Universität Wien“. In: *Mathematische Vor- und Brückenkurse*. Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik. Wiesbaden: Springer Fachmedien, 2014, S. 410–423 (siehe S. 7, 37, 46, 47, 61, 93).

[29] Heinrich Winter. „Mathematikunterricht und Allgemeinbildung“. In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik* 61 (1995), S. 37–46 (siehe S. 17, 19, 32, 33).

Online-Quellen

[30] BMUKK. *Lehrplan AHS-Oberstufe Mathematik*. 2004. URL: https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_07_11859.pdf?4dzgm2 (besucht am 26. 07. 2014) (siehe S. 30, 31, 91).

[31] BMUKK. *Lehrplan AHS-Unterstufe Mathematik*. 2000. URL: https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/ahs14_789.pdf?4dzgm2 (besucht am 26. 07. 2014) (siehe S. 29).

[32] BMUKK. *Lehrplan Wahlpflichtgegenstand Mathematik*. 2004. URL: https://www.bmbf.gv.at/schulen/unterricht/lp/lp_neu_ahs_29_11884.pdf?4dzgm2 (besucht am 26. 07. 2014) (siehe S. 31).

[33] Kerncurriculum Mathematik der Universität Marburg. 2010. URL: https://www.uni-marburg.de/administration/amtlich/73_2010.pdf (besucht am 10. 05. 2014) (siehe S. 12, 26).

[34] Curriculum Unterrichtsfach Mathematik der Universität Wien. 2007. URL: http://www.univie.ac.at/mtbl02/2006_2007/2006_2007_159.pdf (besucht am 10. 05. 2014) (siehe S. 37).

[35] Teilcurriculum für das Unterrichtsfach Mathematik im Rahmen des Bachelorstudiums Lehramt an der Universität Wien. 2014. URL: http://www.univie.ac.at/mtbl02/2013_2014/2013_2014_208.pdf (besucht am 26. 07. 2014) (siehe S. 40).

[36] BIFIE Wien. *Die standardisierte schriftliche Reifeprüfung in Mathematik*. 2013. URL: https://www.bifie.at/system/files/dl/srdp_ma_konzept_2013-03-11.pdf (besucht am 21. 06. 2014) (siehe S. 84).

Martin Nikodim

Lebenslauf

Zu meiner Person

Geboren	am 8.11.1989 in Lilienfeld
Geschlecht	männlich
Familienstand	ledig

Studium

Lehramtsstudium Unterrichtsfach Physik/Unterrichtsfach Mathematik

10/2011	Abschluss des ersten Studienabschnitts *(mit Auszeichnung bestanden)*
10/2009	Beginn des Studiums an der Universität Wien

Zivildienst

7/2008 - 3/2009	Ableistung des Zivildienstes beim Samariterbund Wilhelmsburg

Schulbildung

9/2000 - 6/2008	Bundesgymnasium/Bundesrealgymnasium Lilienfeld, Reifeprüfung *(ausgezeichneter Erfolg)* im Juni 2008
9/1996 - 7/2000	Volksschule Wilhelmsburg

Sonstige Erfahrungen

ab 09/2013	Unterrichtstätigkeit am BG/BRG Lilienfeld
3/2014 - 6/2014	Tutorium: Übungen zur Vorlesung "Schulmathematik: Vektorrechnung"(Universität Wien)
10/2013 - 1/2014	Tutorium: Übungen zur Vorlesung "Schulmathematik: Arithmetik und Algebra"(Universität Wien)
3/2013 - 6/2013	Tutorium: Übungen zu "Theoretische Physik für das Lehramt L1"(Universität Wien)
11/2012 und 4/2013	Assessorentätigkeit: Feldtestungskorrektur zur Zentralen Reifeprüfung aus Mathematik (BIFIE Wien)
10/2012 - 1/2013	Tutorium: Übungen zu "Theoretische Physik für das Lehramt L2"(Universität Wien)

Dörfelstraße 14/1/9 – 1120 Wien
0650 / 3047741 • *martin.nikodim@gmx.at*