

Mathematik Neu Denken

**Ein Projekt zur Neuorientierung der universitären
Lehrerbildung im Fach Mathematik
für das gymnasiale Lehramt**

gefördert durch die

Deutsche Telekom Stiftung

und die

Universität Siegen

**Abschlussbericht
Zweite Projektphase**

Laufzeit: 2007-2008

Siegen

Leitung:

Prof. Dr. R. Danckwerts / Prof. Dr. G. Nickel

Impressum

Prof. Dr. Rainer Danckwerts

Didaktik der Mathematik
Universität Siegen/ FB 6 (Mathematik)
Walter-Flex-Str. 3
57068 Siegen
danckwerts@mathematik.uni-siegen.de

Prof. Dr. Gregor Nickel

Arbeitsgruppe Funktionalanalysis und Philosophie der Mathematik
Universität Siegen/ FB 6 (Mathematik)
Walter-Flex-Str. 3
57068 Siegen
nickel@mathematik.uni-siegen.de

Inhaltliche Gestaltung, Satz:

Susanne Spies, Universität Siegen/ FB 6 (Mathematik)

Siegen 2009

Inhalt

1	Zielsetzung	3
2	Durchführung und Ergebnisse: Zweite Projektphase	5
2.1	Schul分析 vom höheren Standpunkt	7
2.1.1	Konzeption.....	7
2.1.2	Ergebnisse.....	8
2.2	Didaktik der Analysis.....	10
2.2.1	Konzeption.....	10
2.2.2	Ergebnisse.....	12
2.3	Analysis I/II.....	14
2.3.1	Konzeption.....	14
2.3.2	Ergebnisse.....	20
2.4	Projektwochenende	25
2.5	Begleitende Untersuchungen.....	26
2.5.1	Mathematisches Weltbild	26
2.5.2	Interviews.....	28
2.6	Externes Interesse	30
3	Fazit und Ausblick	32
3.1	Rückblick.....	32
3.2	Ausblick	33
3.2.1	Programmarbeit	33
3.2.2	Buchprojekt.....	34
	Das Team des Siegener Teilprojekts: Zweite Projektphase.....	35
	Literatur.....	36

1 Zielsetzung

In der ersten Projektphase, den Studienjahren 2005-2007, konnte das Projekt „Mathematik Neu Denken“ zur Neuorientierung der universitären Lehrerbildung im Fach Mathematik erfolgreich dem berechtigten Anspruch von Lehramtsstudierenden nach fachbezogener Professionalität Rechnung tragen und die Verbindung zwischen Fach- und Berufsfeldbezug deutlicher werden lassen¹.

Ein besonderes Kennzeichen der bisherigen Projektarbeit war, dass alle Veranstaltungen des ersten Studienjahres exklusiv für Studierende des gymnasialen Lehramtes zugänglich waren. Dabei konnte unter „Laborbedingungen“ gezielt auf die Zielgruppe des Projektes eingegangen werden. Für Studierende des Bachelorstudienganges Mathematik und Physik (kurz: Bachelorstudierende), in deren Studienordnung die jeweilige Veranstaltung ebenfalls vorgesehen ist, wurden bisher vom Fachbereich Mathematik der Universität Siegen entsprechende Parallelveranstaltungen angeboten. Im Studienjahr 2007/08 wurde nun das Experiment unternommen, die Veranstaltungen für Studierende anderer Studiengänge zu öffnen, um die gewonnenen Erfahrungen in die Organisation eines „normalen“ Studienverlaufes zu integrieren und somit einen explizit neuen Schritt zu wagen.

Ziel war es somit, die positiven Ergebnisse hinsichtlich der Identifikation der Lehramtsstudierenden auch außerhalb der exklusiven Bedingungen zu erreichen. Ein besonderes Augenmerk lag dabei auf den in der ersten Phase zum Erfolg beitragenden inhaltlichen und methodischen Grundsätzen:

- Einer elementarmathematisch orientierten „Schulmathematik vom höheren Standpunkt“ für die Lehramtsstudierenden soll weiterhin ein starkes Gewicht zukommen. Zugleich ist die fachdidaktische Ausbildungskomponente früh zu integrieren.
- Für die Entstehung eines gültigen, prozessorientierten Bildes von Mathematik sollen historisch-genetische und philosophische Sichtweisen durchgängig einbezogen werden.
- Methodisch gilt es, zu einer Balance zwischen Instruktion (durch die Lehrenden) und

¹ Gerade der beklagte Mangel an sinn- und identitätsstiftenden Erfahrungen von Lehramtsstudierenden der Mathematik war ein Anlass des Projekts. (vgl. hierzu auch im Anhang die programmatische Vorstudie Beutelspacher / Danckwerts, 2005)

aktiver Konstruktion des Wissens (durch die Lernenden) zu kommen sowie heuristischen Aktivitäten genügend Raum zu geben.

- Insgesamt geht es auch im integrierten Studienmodell um einen *Paradigmenwechsel* im Umgang mit der Mathematik: Nicht nur die fertige Disziplin Mathematik, sondern gleichgewichtig die Beziehung Mensch-Mathematik soll im Mittelpunkt des Interesses stehen.

Wie in den ersten beiden Projektjahren, konnte auch im dritten Jahr die Zusammenarbeit mit der Universität Gießen weitergeführt werden. Dort wurde unter der Leitung von Prof. Beutelspacher ein drittes Projektjahr, finanziert aus Landesmitteln, durchgeführt, so dass die ursprüngliche Zielsetzung eines Tandemprojektes der Universitäten Gießen und Siegen auch im Studienjahr 2007/08 verfolgt werden konnte.

2 Durchführung und Ergebnisse: Zweite Projektphase

Im Wintersemester 2007/08 wurde die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ (Prof. Danckwerts) für Studierende des Lehramtes „Haupt- und Realschule“ (GHR-HR) als Wahlpflichtveranstaltung im Hauptstudium geöffnet und die „Analysis I“ (Prof. Nickel) wurde als Pflichtveranstaltung auch für alle Bachelorstudierenden der Mathematik und der Physik im ersten Semester geöffnet. Die Lehramtsstudierenden (GYM) waren dabei allerdings in beiden Veranstaltungen zahlenmäßig deutlich in der Mehrheit. Beibehalten wurde das erprobte Konzept der Kombination von Hochschulanalysis und Elementarer Analysis für Lehramtsstudierende im ersten Semester, während die Bachelorstudierenden mit „Analysis I“ und „Lineare Algebra I“ begannen². Damit soll beiden Studierendengruppen, in Übereinstimmung mit den unterschiedlichen Studienordnungen, ein möglichst interessen- und berufsbezogener Einstieg in das Mathematikstudium ermöglicht werden.

Beibehalten wurde auch die immer wieder positiv bewertete Gestaltung der Übungsgruppen zur Analysis, welche somit auch den Bachelorstudierenden zu Gute kommen konnte. Ergänzt wurde der zweistündige Übungsbetrieb durch zwei weitere so genannte Präsenzübungsstunden, in denen die Studierenden unter Anleitung in kleinen leistungshomogenen Gruppen ihre Hausübungen sowie ähnliche Zusatzaufgaben bearbeiten konnten. Auch die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ erhielt für ihren Übungsbetrieb ein verbindliches zweistündiges Tutorium. Diese Neuerungen gingen unter anderem auf die Arbeit einer mit Mitgliedern des Fachbereichs Mathematik besetzten Curricularkommission zurück, die als Reaktion auf die besonderen Ergebnisse des Projektes ihre Arbeit zum Ende des Wintersemesters 2006/07 aufgenommen hatte. Dem Engagement dieser Kommission war auch eine weitere, vor allem für die Lehramtsstudierenden relevante Änderung des Curriculums in der bisherigen „Linearen Algebra“ zu verdanken. So enthielt nun bereits im Wintersemester 2007/08 das Studienangebot des Fachbereiches eine einsemestrig konzipierte „Einführung in die Analytische Geometrie und Lineare Algebra“, die vor allem den Studierenden des zweiten Projektjahrgangs zu Gute kommen konnte.³

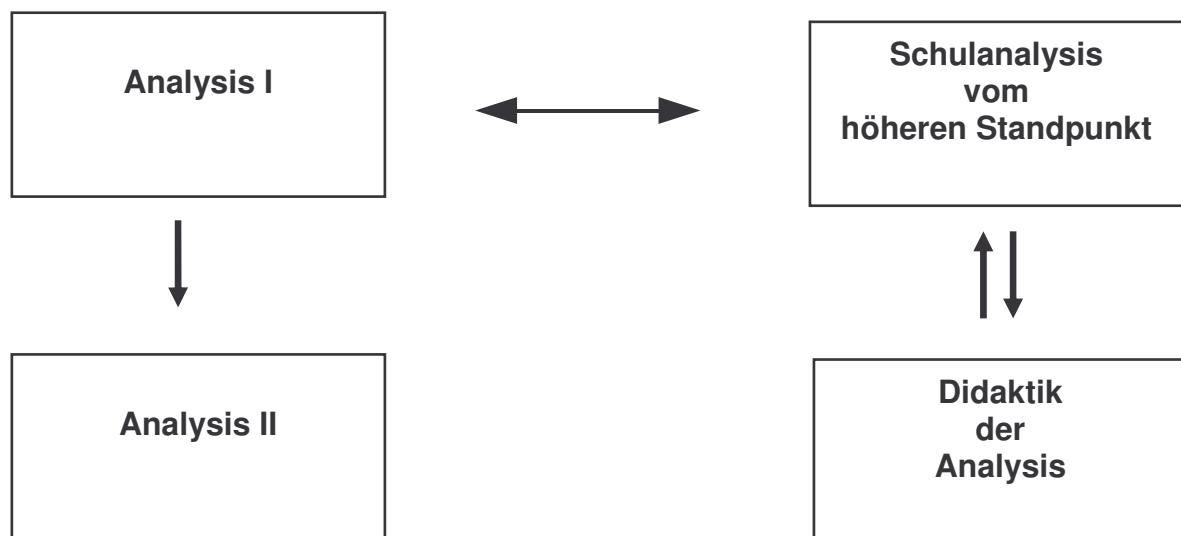
Auf der im Wintersemester gelegten Grundlage bauten im Sommersemester 2008 die

² Dieser traditionelle Studienanfang war vor Projektbeginn auch für Lehramtsstudierende die Regel und führte zur Entkopplung von Hochschulmathematik und Schulmathematik und der daraus folgenden Sinnproblematik der angehenden Lehrer.

³ Vgl. dazu auch, die im Abschlussbericht der ersten Phase beschriebene, besonders für die Belange von Lehramtskandidaten zugeschnittene Veranstaltung, die im Rahmen des Projektes im Wintersemester 2006/07 gehalten wurde.

Veranstaltungen „Analysis II“ (Prof. Nickel) und die „Didaktik der Analysis“ (Prof. Danckwerts) auf. Zusätzlich ermöglichte der Fachbereich auch in diesem Semester das Angebot einer einsemestrig konzipierten „Einführung in die Analytischen Geometrie und Linearen Algebra“ speziell für die Studierenden des gymnasialen Lehramtes.

Somit konnte auch im integrativen Modell für die Lehramtsstudierenden (GYM) die bewährte Studienstruktur der ersten beiden Projektdurchläufe (2005-2007) als organisatorische Basis beibehalten werden:



Auch inhaltlich und methodisch wurde in den die Lehramtsstudierenden betreffenden Veranstaltungen weitestgehend an den erprobten Konzepten festgehalten⁴. Im Folgenden sollen nun hauptsächlich die notwendigen Veränderungen reflektiert werden. Besonderes Augenmerk wird dabei auf den Auswirkungen für die eigentliche Zielgruppe von „Mathematik Neu Denken“, den Studierenden für das gymnasiale Lehramt, liegen. Aufgrund der veränderten Voraussetzungen wurde gerade in dieser Projektphase viel Wert auf die semesterbegleitende Evaluation gelegt, wobei sowohl die einzelnen Veranstaltungen als auch das „mathematische Weltbild“ der Studierenden thematisiert wurden.

⁴ Vgl. dazu die ausführlichen Beschreibungen im Abschlussbericht der ersten Phase.

2.1 Schulanalysis vom höheren Standpunkt

„Man weiß nicht nur das, was man in der Schule mitbekommen hat, sondern hat einen andern Blickwinkel zu den verschiedenen Themen bekommen.“
(Evaluation zu „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ 2008)

2.1.1 Konzeption

Analog zum zweiten Projektdurchlauf kommt der Veranstaltung „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ (Prof. Danckwerts) im Projekt „Mathematik Neu Denken“ eine Schlüsselrolle zu. Sie befindet sich im Spannungsfeld von schulanalytischen Vorerfahrungen auf der einen und der fachwissenschaftlichen Vertiefung im Rahmen der kanonischen Hochschulanalysis sowie einer anschließenden fachdidaktischen Reflexion auf der anderen Seite.

Der thematische Aufbau der Veranstaltung aus dem Vorjahr wurde im dritten Durchgang übernommen. Der Verzicht auf eine isolierte Behandlung des Themenbereiches "Reelle Zahlen" hatte sich bereits im Wintersemester 2006/07 bewährt. Zugehörige Inhalte wurden im Rahmen der anderen Themenbereiche integriert. Auch die Gestaltung der Arbeitsblätter wich aufgrund der positiven Vorerfahrung kaum von der des Vorjahres ab. Es wurden lediglich kleinere Änderungen vorgenommen und einige Aufgaben ausgetauscht. Die bewährte Aufgabenkultur blieb davon allerdings unbeeinflusst. Wie auch in den beiden vorigen Durchläufen stand ein genau passendes Textbuch zur Verfügung⁵, auf dessen Grundlage gegenwärtig ein detailliertes Skript zur Vorlesung entsteht.

In methodischer und organisatorischer Hinsicht wurde die Vorlesung optimiert. Die eher seminaristische Auslegung wurde beibehalten. In Abweichung zum Vorjahr wurden allerdings auf freiwilliger Basis Tutorien zu sechs verschiedenen Terminen angeboten. In diesem Rahmen wurde unter Anleitung von studentischen und wissenschaftlichen Hilfskräften (Achim Klein, Florian Kraft, Julia Lübcke, Henner Metz, Louisa Sippel und Christian Villwock) Übungszettel in der Gruppe nachbereitet und auf Wunsch der Studierenden auch Vorlesungsinhalte vertieft besprochen. Die hohen Teilnehmerzahlen blieben über das gesamte Semester konstant, so dass sich stets pro Tutorium eine Gruppe von 6 bis 13 Studierenden zusammenfand. Die Tutorien boten die Möglichkeit längerer kooperativer Arbeitsphasen der eigenaktiven Auseinandersetzung mit dem Stoff der Vorlesung und ergänzten damit auch methodisch die seminaristisch angelegte Veranstaltung selbst. Diese durchzogen mehrere, dafür kürzere Gruppenarbeitsphasen, die danach in die

⁵ Danckwerts / Vogel 2005.

Bündelung im Plenum und Einbettung in den Fachkontext mündeten. Zur Straffung trug dabei wesentlich das stärkere Eingreifen des Dozenten, insbesondere in den Bündelungs- und Begriffsfindungsphasen, bei. Wie im zweiten Durchgang bildeten die sorgfältig konzipierten Arbeitsmaterialien⁶ die Basis für die Arbeit in den Kleingruppen.

Im Gegensatz zu den beiden ersten Projektjahren war die Veranstaltung im dritten Durchgang nicht exklusiv den GYM-Studierenden vorbehalten, sondern stand auch für Studierende in anderen Lehrämtern offen. Allerdings nahm dies lediglich eine Studentin des Studiengangs Haupt- und Realschullehramt (GHR-HR)⁷ wahr. Die Veranstaltung wurde von ihr allerdings nicht erfolgreich abgeschlossen.

Die Anforderungen zur Erlangung eines Leistungsnachweises wurden aus dem Vorjahr beibehalten. Pflicht war die regelmäßige Teilnahme an der Veranstaltung, die Abgabe der Übungen sowie die obligatorische Teilnahme an Test und Klausur. Die Ergebnisse der schriftlichen Leistungen (Übungen, Test, Klausur) flossen dabei nach einem zuvor festgelegten Schlüssel in die Gesamtnote ein.

2.1.2 Ergebnisse

Auch in der zweiten Projektphase wurde die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ im Laufe des Semesters durch mehrere Erhebungen begleitet.

Die fachinhaltlich orientierten Eingangs- und Enderhebungen dienten dazu, den Zuwachs des professionellen Wissens bei den Studierenden im Laufe des ersten Hochschulseesters zu messen. Inhaltlich orientieren sie sich an den in der Lehrveranstaltung thematisierten Aspekten und sind bzgl. der Items parallel aufgebaut, um die Vergleichbarkeit zu gewährleisten. Sie erfordern in hohem Maße verstehens- und vorstellungsorientiertes und nicht lediglich auf isolierte Fakten bezogenes Wissen. Hierbei bestätigten sich sowohl zu Beginn des Semesters als auch am Ende die Ergebnisse der ersten Projektphase. Wieder konnte eine starke Verbesserung vor allem in den Bereichen festgestellt werden, die Fähigkeiten im prozess- und verstehensorientierten Umgang mit schulanalytischen Inhalten erhoben, was erneut für den Erfolg des thematischen und methodischen Aufbaus der

⁶ Sämtliche Arbeits- und Übungsblätter sowie Klausur und Test befinden sich im Anhang. Die Autoren sind R. Danckwerts und D. Vogel. Die exemplarischen Kommentare zu den Arbeitsblättern dienen der Orientierung für die Tutoren.

⁷ Für den Studiengang GHR-HR ist die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ eine Wahlpflichtveranstaltung. Im Wintersemester 2007/08 gab es breites Angebot an Veranstaltungen, die statt dessen gewählt werden konnten.

Veranstaltung spricht.

Der zur Mitte des Semesters als Zwischenkontrolle des erreichten Standes und für die Studierenden als Selbstkontrolle und Diagnoseinstrument angesetzte Zwischentest orientierte sich inhaltlich an den bis dato in der Veranstaltung verhandelten Themengebieten. Er enthielt insbesondere auch verstehensorientierte Fragen und interpretative Aspekte, was einen beweglichen Umgang mit den thematisierten Begriffen und Methoden erforderte. Die Abschlussklausur am Ende des ersten Studiensemesters des dritten Projektjahres prüfte in voller Breite den behandelten Stoff und spiegelte vom Stil der Aufgaben die Erfahrungen aus den Übungsblättern und dem Zwischentest. Die Ergebnisse sind in den Tabellen 1 und 2 dargestellt:

Note	Sehr gut (1,0 – 1,3)	Gut (1,7 – 2,3)	Befriedigend (2,7 – 3,3)	Ausreichend (3,7 – 4,0)	Nicht bestanden
Anzahl der Personen (N=47)	5	22	7	4	9

Tabelle 1: Ergebnis des Zwischentests

Note	Sehr gut (1,0 – 1,3)	Gut (1,7 – 2,3)	Befriedigend (2,7 – 3,3)	Ausreichend (3,7 – 4,0)	Nicht bestanden
Anzahl der Personen (N=47)	17	14	9	3	4

Tabelle 2: Ergebnis der Abschlussklausur

Für drei der in dieser Klausur nicht erfolgreichen Studierenden gab es die Möglichkeit zur Nachklausur, die von zwei Studierenden auch wahrgenommen wurde. Eine Wiederholerin aus dem Vorjahr, die auch bezüglich der abgegebenen Übungen sowie des ebenfalls nicht bestandenen Tests seitens der Mitarbeiter Zweifel an ihrer fachlichen Kompetenz aufkommen ließ, nahm die Möglichkeit wahr, ihr Können in einem Kolloquium unter Beweis zu stellen. Hieran scheiterte sie allerdings. Da die Nachklausur ebenfalls von keinem der Teilnehmer bestanden wurde, blieb es dabei, dass 4 der 47 Teilnehmer die Veranstaltung ohne Leistungsnachweis abschlossen.

Das im Vergleich zum Vorjahr deutlich bessere Abschneiden der Studierenden insgesamt ist sicher auch auf die regelmäßige Teilnahme an den Tutorien zurückzuführen. Dies bekräftigen die Ergebnisse der Veranstaltungsevaluation. Dort hielten 2/3 der Studierenden die Tutorien für hilfreich um ein vertiefteres Verständnis des Stoffes zu erlangen und die Übungen besser lösen zu können. Die Gesamtqualität der Tutorien wurde von nahezu allen Studierenden mit

„gut“ oder „sehr gut“ bewertet.

2.2 Didaktik der Analysis

„Ich habe viele neue Hintergründe kennen gelernt, die zur Beurteilung von Aufgaben und Mathebüchern sehr gut beitragen können.“

(Veranstaltungsevaluation „Didaktik der Analysis“ 2008)

2.2.1 Konzeption

Die inhaltliche und methodische Zielsetzung der „Didaktik der Analysis“ (Prof. Danckwerts) des ersten Projektjahrs wurde auch in der zweiten Projektphase von „Mathematik Neu Denken“ aufgegriffen und optimiert. Der zentrale Ankerpunkt war wiederum die frühest mögliche Anbahnung eines fachdidaktischen Standpunkts der Studierenden in enger zeitlicher und thematischer Anbindung an die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“, um den dort verhandelten Inhalten einerseits eine mathematikdidaktische Dimension geben und andererseits bereits angestoßene didaktische Betrachtungen aufgreifen und systematisch vertiefen zu können.

Die Öffnung dieser Veranstaltung für Studierende anderer Studiengänge bzw. anderer Vorerfahrungen wurde stärker angenommen als es die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ aus dem vorangegangenen Wintersemester vermuten ließ. So gab es zahlreiche Studierende, die nicht die in der ersten Phase obligatorische Biographie „Gymnasiales Lehramt im 2. Semester, anschließend an die „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ mitbrachten, sondern diese Veranstaltung im Hauptstudiumsmodul "Mittel- und Oberstufenunterricht planen und analysieren" belegten. Dies machte zusätzliche Formen des Leistungsnachweises nötig.

Bei der Konzeptionierung der „Didaktik der Analysis“ wurden die im zweiten Durchlauf gesammelten Erfahrungen und Eindrücke, die sich durch die evaluatorische Begleitung der Veranstaltung ergeben haben, berücksichtigt. Es ergab sich sowohl in thematischer als auch in methodischer Hinsicht eine teilweise Umstrukturierung der Veranstaltung, die im Folgenden genauer erläutert werden soll. Die folgende Tabelle enthält eine Übersicht über die im Laufe des Semesters behandelten Themengebiete.

Termine	Themen der Sitzungen
01.04.08	<i>Einführung</i> (Moderation durch den Dozenten)
04.04.08	
Themenblöcke (Moderation durch Studierende):	
11.04.08/ 15.04.08/ 18.04.08/ 22.04.08/	<i>Materialerkundung zum Ableitungsbegriff</i>
25.04.08/ 29.04.08/ 02.05.08/ 06.05.08/ 16.05.08/ 20.05.08	<i>Grundpositionen</i> <i>(Konzept der Grunderfahrungen nach Winter vorgestellt durch den Dozenten)</i>
23.05.08	<i>Lehrerinterview</i>
27.05.08/ 30.05.08/ 03.06.08	<i>Kurvendiskussion</i>
06.06.08/ 10.06.08	<i>Modellieren im Analysisunterricht</i>
13.06.08/ 17.06.08/ 20.06.08	<i>Analysisunterricht hat Geschichte</i>
24.06.08/ 27.06.08	<i>Zentralabitur</i>
01.07.08/ 04.07.08	<i>Lesen eines fachdidaktischen Aufsatzes</i>
08.07.08	<i>Abschlussplenum</i> (Moderation durch Mitarbeiter)

Tabelle 3: Übersicht über die Veranstaltung "Didaktik der Analysis" im SoSe 08

Änderungen zum Vorjahr ergaben sich besonders aus der Erfahrung, dass dort zentrale Themen aufgrund von Zeitmangel nicht in der ihnen gebührenden Ausführlichkeit behandelt werden konnten. Da die Veranstaltung im dritten Projektjahr um drei Sitzungen reicher war als im zweiten und zudem das *Lehrerinterview* auf eine Sitzung beschränkt blieb, konnten Themenblöcke wie *Materialerkundung zum Ableitungsbegriff*, *Grundpositionen*, *Kurvendiskussion* und das *Lesen eines fachdidaktischen Aufsatzes* um eine, bzw. zwei Sitzungen aufgestockt werden. Außerdem wurde zusätzlich innerhalb von zwei Sitzungen das Thema *Modellieren im Analysisunterricht* behandelt.

Um ein einheitliches Verständnis sicherzustellen, wurden zentrale Inhalte, wie beispielsweise das "Winter-Konzept", vom Dozenten selbst referiert. Auch im Verlaufe von Sitzungen, welche von Studierenden abgehalten wurden, fasste der Dozent oftmals wesentliche Aspekte

klärend und ergebnissichernd zusammen. Damit wurde der Kritik aus Befragungen in den letzten Durchgängen begegnet, zentrale Begriffe seien zu lange vage geblieben.

Die methodische Ausrichtung der „Didaktik der Analysis“ war, wie bereits im zweiten Projektjahr, durch die Maxime der eigenaktiven und eigenverantwortlichen Wissenskonstruktion in sozialen Lernkontexten geprägt. Die Gestaltung der Sitzungen nach der Einführungsphase durch den Dozenten oblag somit den Studierenden. Dabei wurden sie durch sorgfältig ausgearbeitete Begleitmaterialien, ein passendes fachdidaktisch orientiertes Textbuch⁸ und eine enge Betreuung durch die Tutoren begleitet.

Um den Zusammenhang der im Semester thematisierten Inhalte zu verdeutlichen und den roten Faden, der die Sitzungen durchzog, noch einmal in aller Deutlichkeit herauszustellen, war für den letzten Veranstaltungstermin eine Zusammenschau aller Themen angesetzt. Jede Gruppe sollte dazu in fünf Minuten die Kernaussagen ihres Themas bzw. ihrer Sitzungen vortragen.

Um in der Veranstaltung insgesamt 4 Kreditpunkte zu erwerben, die sich je zur Hälfte auf das Modul "Mittel- und Oberstufenunterricht vertieft verstehen I" und "Mittel- und Oberstufenunterricht planen und analysieren" aufteilen, musste neben dem Handout zur gestalteten Sitzung jeweils vier Wochen nach der letzten Sitzung eines Themenblockes eine zehn- bis zwanzigseitige Ausarbeitung von jeder Gruppe abgegeben werden.

Im Gegensatz zu den beiden vorherigen Durchgängen bildeten die Teilnehmer der Veranstaltung in diesem Jahr keine homogene Gruppe aus Projektstudierenden im zweiten Semester. Es gab Studierende, die das Seminar als zweistündige Veranstaltung im Hauptstudium besuchten. Für den Erwerb von zwei Kreditpunkten im Modul "Mittel- und Oberstufenunterricht planen und analysieren" musste, neben der Gestaltung einer Seminarsitzung, das entsprechende Handout verfasst werden.

2.2.2 Ergebnisse

Die strengere Regelung bezüglich der Anwesenheitspflicht, welche höchstens zweimal unentschuldigtes Fehlen erlaubte, und die stetige Aufforderung zur aktiven Mitarbeit innerhalb der Seminarsitzungen, auch durch die verantwortlichen Gruppen, empfanden einige Studenten als negativ. In diesem Zusammenhang waren deutliche Unterschiede zwischen

⁸ Danckwerts / Vogel, 2006.

einigen Projektstudierenden im zweiten Semester und Lehramtsstudenten im Hauptstudium festzustellen. Letztere kamen dem Geist der Veranstaltung mit einer seriöseren und reiferen Haltung entgegen, während es unter den Studierenden im Grundstudium Teilnehmer und Teilnehmerinnen gab, die eine Art Schülerverhalten an den Tag legten und sich nicht in der Verantwortung sahen, aktiv zum Gelingen der Veranstaltungen beizutragen. Ähnliche Vergleiche konnten auch bezüglich der Qualität der eigenverantwortlichen Sitzungsgestaltung gezogen werden.

Die schriftlichen Ausarbeitungen konnten bis auf wenige Ausnahmen mit „sehr gut“ oder „gut“ bewertet werden (siehe nachstehende Tabelle). Positiv anzumerken ist dabei, dass größtenteils recht sorgfältig mit wissenschaftlicher Literatur gearbeitet wurde. Defizite gab es im sauberen Umgang mit Begrifflichkeiten sowie im Bereich der inhaltlichen Stringenz und Kohärenz.

Note	Sehr gut (1,0 – 1,3)	Gut (1,7 – 2,3)	Befriedigend (2,7 – 3,3)	Ausreichend (3,7 – 4,0)	Nicht bestanden
Anzahl der Personen (N=36)	11	20	3	2	-

Tabelle 4: Endnoten schriftliche Ausarbeitung

Festzuhalten ist, dass das Seminar vom Großteil der Studierenden sowohl thematisch als auch organisatorisch als gelungen eingeschätzt wurde. Teilnehmer, die zuvor außerhalb des Projektes studierten, beklagten explizit das Versäumnis, die Veranstaltung "Schulanalysis vom höheren Standort" nicht besucht zu haben.

Diesen Befund bestätigt die Erhebung, die zum Ende der Veranstaltung durchgeführt wurde. Besonders positiv Herausgestellt wurde auch dabei die offene und anregende Atmosphäre, die Struktur der Veranstaltung, die Begeisterung des Dozenten sowie die gute Betreuung durch die Tutoren. Das oben beschriebene verstärkte bündelnde Eingreifen des Dozenten auch während der Vorträge, mit dem der Kritik der letzten Jahrgänge entsprochen wurde, empfanden die Studierenden nun als zu raumgreifend und störende Vorwegnahme. Inhaltlich wurde die Veranstaltung durchweg als lohnend für angehende Lehrer beurteilt, wenngleich sich häufig die Frage nach der Möglichkeit der praktischen Umsetzung des Gelernten stellte. Eine offene Antwort aus der Veranstaltungsevaluation fasst dies zusammen:

„Ja, ich denke es stellt einen guten und wichtigen Teil [der Mathematiklehrausbildung] dar, jedoch wäre eine weitere Veranstaltung mit praktischen Methoden noch sehr sehr wünschenswert! Die behandelten Themen sind jedoch genauso wichtig und sollten auch weiterhin an Lehrämter weitergegeben werden.“

2.3 Analysis I/II

„Man betrachtet nun Analysis von einer anderen Seite. Sie besteht nicht nur aus Auf- oder Ableitungen, Extrema und Wendepunkten. Die Hintergründe und die Entstehung der Analysis wurden gut an den Studenten gebracht.“

(Veranstaltungsevaluation Analysis I 2008)

2.3.1 Konzeption

Im Studienjahr 2007/08 wurde das Experiment gewagt, die Veranstaltungen Analysis I und II im Rahmen des Projektes auch für Studierende der Bachelorstudiengänge zu öffnen, so dass keine Parallelveranstaltung für diese Studierendengruppe mehr durch den Fachbereich angeboten wurde. Neben den Studierenden im gymnasialen Lehramt wurde die Analysis also auch von angehenden Fachmathematikern, Physikern und Informatikern mit Nebenfach Mathematik besucht. Dadurch erhöhte sich die Teilnehmerzahl auf insgesamt 116 Anfänger. Die Lehramtsstudierenden stellten aber mit 73 Studentinnen und Studenten den größten Anteil.

Die Lehrveranstaltung „Analysis“ gehört zum Fundament eines jeden Mathematikstudiums, sowohl für das gymnasiale Lehramt wie auch für das mathematische Fachstudium; darüber hinaus stellt die Analysis auch für Physiker ein unverzichtbares Instrumentarium bereit. Unterteilt in „Analysis I“ und „Analysis II“ (Prof. Nickel) durchzieht die Analysis auch in der zweiten Projektphase das gesamte erste Studienjahr. Als solche hat die Analysis zumindest drei Funktionen:

- Sie ist Grundlagendisziplin für das weitere Fachstudium,
- ein wesentlicher Bestandteil der Unterrichtspraxis in der Schule,
- paradigmatisch für die überragende Bedeutung der Mathematik in der Wissenschafts- und Kulturgeschichte.

Aus der Funktion 1 ergeben sich inhaltlich im Wesentlichen die weitgehend kanonisierten Themengebiete der Analysis, die für Lehramts- und Bachelorstudierende gleichermaßen obligatorisch sind. Dennoch wurden die Inhalte darauf hin gesichtet, ob es nicht berechtigt ist, stoffliche Änderungen oder auch Abstriche (etwa zugunsten einer Darstellung der Funktion 3) zu machen. In jedem Falle wurde wiederum der breite Spielraum hinsichtlich der Art und Weise, *wie* an diese Inhalte und die damit verbundenen Methoden herangeführt werden kann,

ausgenutzt.

Mit Blick auf die Schulpraxis (Funktion 2) ist zunächst festzuhalten, dass im Vergleich zur Hochschulmathematik eher elementare, dafür jedoch souverän beherrschte Inhalte benötigt werden. Bezogen auf den für die Schule elementaren Allgemeinbildungsaspekt der Mathematik, ist auf eine Ausweitung des Horizontes über die lediglich fachimmanente Dimension hinaus zu achten. Wichtiger als ein formal stringenter Aufbau ist zu diesem Zweck, dass sich der Stellenwert der jeweiligen Definitionen, Sätze etc. für das Ganze aus dem jeweiligen Kontext heraus (selbst) erklärt und motiviert. Ein solches Verständnis für Aspekte, die einem reinen Beherrschen des Kalküls übergeordnet sind, kommt allerdings auch den Fachstudierenden wesentlich zu gute.

Schließlich kommt es (Funktion 3) auf eine Einbeziehung der Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte an. Diese prozessorientierte Darstellung anstelle einer Präsentation des „fertigen Produkts“ dient nicht als Selbstzweck; es sollte also keine Mathematikgeschichte veranstaltet werden. Allerdings ist die historisch-genetische Darstellung ein zentrales Hilfsmittel, die oben genannten Ziele zu erreichen und darüber hinaus die gesellschaftliche und allgemein kulturelle Relevanz der Mathematik (zumindest in unserer heutigen technisch naturwissenschaftlichen Welt) zu verdeutlichen. Die historische (Rück-)Sicht fördert zudem den Vorrang des Prozesshaften vor dem Produktorientierten. Für das mathematische Fachstudium gehören die hier in die Analysis integrierten historischen und philosophischen Aspekte sicherlich nicht zum kanonischen Repertoire, wohl aber zu einem umfassenden Verständnis für das Fach Mathematik. In dieser Hinsicht wurden sie von vielen Studierenden als eine Bereicherung erfahren.

Insgesamt wurde das thematische Spektrum im Vergleich zum Vorjahr nur wenig in Richtung fachmathematischer Inhalte verschoben. Die Erfahrungen des weiteren Studienverlaufs zeigen, dass sich Bachelor- wie Lehramtsstudierende erfolgreich in weiterführenden Veranstaltungen bewähren. Die Faustregel: „Was den Lehramtsstudierenden nützt, wird auch den Bachelorstudierenden nicht schaden“ hat sich dabei weitgehend bestätigt. Auch wenn die Trennung der Veranstaltungen für Lehramts- und Bachelorstudierende in den ersten beiden Projektjahren vor allem mit Blick auf den dadurch initiierten Kulturwandel sicherlich eine essentielle Maßnahme war, zeigen die Erfahrungen des Verlängerungsjahres, dass sich eine wohlverstandene Integration der Interessen *beider* Gruppen realisieren lässt. In Zukunft wird allerdings immer wieder darauf zu achten sein, dass die Gruppe der Lehramtsstudierenden

nicht übersehen wird.

Vorlesung Analysis I

Die Vorlesung hatte das Ziel, die Studierenden mit den grundlegenden Methoden und Resultaten der (eindimensionalen) Differential- und Integralrechnung und den dazu notwendigen Hilfsmitteln bekannt zu machen. Hierdurch sollen die Studierenden befähigt werden, das weitere Studium erfolgreich zu absolvieren, um sich ggf. auch in ausgewählten Disziplinen am aktuellen Forschungsdiskurs beteiligen zu können. Einige Besonderheiten der Veranstaltung seien nochmals betont:

- Von Anfang an waren Gesprächsanteile in die Vorlesung integriert, um die Studierenden in die Entwicklung der Begriffsbildungen mit einzubeziehen. Hierdurch sollte die Einsicht in die Sinnhaftigkeit, das Verständnis und somit die Akzeptanz der Theorieentwicklung gestärkt werden sowie die Motivation entstehen, diese Einstellung in der späteren Schulpraxis weiterzuvermitteln.
- Eine wichtige Komponente war die Einbeziehung der Entstehungs- und Entwicklungsgeschichte sowie eines kulturhistorischen und philosophischen Kontextes. Dabei wurde die Geschichte nicht als Selbstzweck vermittelt, sondern als Hilfsmittel, die genannten Ziele zu erreichen.
- Exkurse betrafen etwa die Themen:
 - a) Die Genese des Zahlbegriffes von den Griechen bis Dedekind.
 - b) Die Mengenlehre Georg Cantors; das Unendliche in Mathematik und Philosophie.
 - c) Die Riemannsche Vermutung.

Zum Gebrauch neben der Vorlesung wurde ein Skriptum ausgegeben, das die zentralen Definitionen und Sätze, sowie die historischen und philosophischen Exkurse enthielt.

Vorlesung Analysis II

Die Vorlesung Analysis II ist im kanonischen Vorlesungszyklus die direkte Fortsetzung der

Analysis I. Dabei gehen – im Unterschied zur Analysis I – die Inhalte erstmals wesentlich über den Schulstoff hinaus. Der Sprung von der Schulmathematik zur Analysis I bezieht sich vor allem auf die Präzision und Strenge der Darstellung, nicht so sehr auf die verstehensorientierte Vertiefung von bereits aus der Schule bekannten Themen der Differential- und Integralrechnung (dies ist die Aufgabe der „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“). In der Analysis II werden nun Inhalte verhandelt – etwa das Konzept der gleichmäßigen Konvergenz von Funktionenfolgen und die mehrdimensionale Analysis –, die nicht in den Lehrplänen der gymnasialen Oberstufe auftauchen, für das weiterführende Mathematikstudium allerdings unverzichtbar sind.

Die durch die Siegener Curricular-Kommission eingeführte einsemestrige „Lineare Algebra“ konnte den Studierenden des Lehramtes, die diese parallel zur Analysis II besuchten, die für die mehrdimensionale Analysis benötigten Begriffe und Methoden zur Verfügung stellen.

Die Komplexität der darzustellenden Konzepte erschwerte eine konsequente historisch-genetische Perspektive wesentlich. Als Ausgleich wurden einzelne Themen zum historischen und kulturellen Hintergrund in Exkursen dargestellt bzw. in einzelnen Übungsaufgaben thematisiert. Im Einzelnen wurden Exkurse zu den folgenden Themen in die Vorlesung integriert:

- a) Zur Genese des Begriffes der gleichmäßigen Konvergenz (Die Methode der Beweisanalyse nach Imre Lakatos).
- b) René Descartes und die Arithmetisierung der Geometrie.
- c) Johann Bernoulli und das Brachystochronen-Problem: die Zykloide.

Hausübungen

Die Studierendengruppe wurde, um die gezielte Betreuung einzelner zu gewährleisten, auch in diesem Projektjahr in kleinere Arbeitsgruppen für die sogenannten Übungen unterteilt. Methodisch wurde dabei das im ersten Projektjahr erprobte Konzept für den Übungsbetrieb⁹ weitgehend übernommen und weiterentwickelt. So wurde durch die Besprechung der Übungslösungen in Gruppen die Eigenaktivität der Studierenden gefordert und die Mathematik als diskursive Wissenschaft erfahrbar. Dies wurde dadurch unterstützt, dass die wöchentlich zu bearbeitenden Übungsaufgaben in Kleingruppen von zwei oder drei Personen

⁹ Eine ausführliche Beschreibung der Übungen neuen Stils von Susanne Spies und Gabriele Wickel mit Beispielen, Begründungen usw. befindet sich im Anhang.

abgegeben werden mussten. Auch gab es immer wieder Aufgaben, die die eigenständige Reflexion von mathemathikhistorischen oder -philosophischen Themen erforderten.¹⁰ Damit kam den Übungen nicht nur die Aufgabe zu, den Vorlesungsstoff zu vertiefen, sondern auch der eher instruktiv verlaufenden Vorlesung eine die Konstruktion von Wissen anregende Lernumgebung zur Seite zu stellen.¹¹

Trotz der großen Teilnehmerzahl überstiegen die Übungsgruppen die optimale Größe von 20 Teilnehmern nicht wesentlich. Die so entstandenen fünf Übungsgruppen wurden durch ein entsprechend vergrößertes Team von studentischen Hilfskräften (Kathrin Büdenbender, Michael Fuss, Simon Meyer, Jennifer Mockenhaupt, Dorothee Schammelt) und einer wissenschaftlichen Mitarbeiterin (Susanne Spies) betreut. Auf eine Trennung der Übungsgruppen nach Studiengängen wurde aus organisatorischen Gründen verzichtet. Allerdings ergaben sich vor allem durch die Gestaltung der sonstigen Stundenpläne Häufungen von Studierenden mit dem gleichen Fach. Da auch die betreuenden Tutoren unterschiedliche fachliche Hintergründe hatten, konnte diesem Phänomen gut begegnet werden.

Präsenzübungen

Ergänzt wurde der zweistündige Übungsbetrieb durch zwei weitere sogenannte Präsenzübungsstunden, in denen die Studierenden die Gelegenheit bekamen, unter Anleitung in kleinen Gruppen ihre Hausübungen sowie ähnliche Zusatzaufgaben zu bearbeiten und den Stoff zu wiederholen. So sollte dem oft zu Beginn des Studiums beschriebenen Frustrationserlebnis, allein vor einem scheinbar unlösbaeren Problem zu stehen, begegnet werden. Auch sollte das Angebote die Möglichkeit bieten, schon früh gemeinsam fachspezifische Problemlösestrategien einzuüben und auf individuelle Fragen zum Vorlesungsstoff einzugehen¹².

Um diese Ziele zu erreichen, wurde auch hier darauf geachtet, die Gruppengröße nicht über 20-25 Personen pro Gruppe anwachsen zu lassen. Außerdem wurde jede Gruppe von zwei Tutoren betreut, so dass vor allem in Phasen der Auseinandersetzung mit dem Stoff in

¹⁰ Die in Analysis I und Analysis II ausgegebenen Übungen, Tests und Klausuren befinden sich im Anhang..

¹¹ Im Folgenden sollen die hier beschriebenen Übungen als „Hausübungen“ bezeichnet werden, um sie so von den neu dazu gekommenen „Präsenzübungen“ (s.u.) abzugrenzen.

¹² Dies war u.a. ein Wunsch, der in den Evaluationen der ersten Projektphase immer wieder zum Ausdruck gebracht wurde, auf den aber in den Übungsgruppen bisher aus Zeitgründen eher selten eingegangen werden konnte.

Kleingruppen eine schnelle und individuelle Betreuung möglich war. Dies bedeutete einen großen zusätzlichen organisatorischen Aufwand, wurde aber von den Studierenden als echte Hilfe empfunden.

Inhaltlich bestanden die Präsenzübungsstunden im Wesentlichen aus drei Komponenten, die je nach individuellen Bedürfnissen der Gruppe unterschiedlich gewichtet wurden:

- Arbeit zu den abzugebenden Übungsaufgaben *vor* der Abgabe (Was bedeuten die Begriffe?, Was ist gefragt?, Wie schreibe ich meine Idee richtig auf? usw.), ohne allerdings die Lösung vorwegzunehmen.
- Bearbeitung von „Fragen zur Vorlesung“ um so zentrale Inhalte unter Anleitung zu wiederholen und zu vertiefen und dabei individuell Lücken aufzudecken und eigene Fragen zu entwickeln.¹³
- Bearbeitung von weiteren Aufgaben, um beispielsweise bestimmte Techniken einzuüben.

Ergänzt wurde dieser Katalog durch je eine umfassendere Fragestunde in Vorbereitung auf Test und Klausur.

Methodisch kamen hauptsächlich verschiedene Formen der Kleingruppenarbeit zum Einsatz, in denen die Tutoren noch stärker als in den Hausübungsgruppen die Rolle von Moderatoren und im Hintergrund zur Verfügung stehenden Experten übernahmen. So trat in diesem Teil der Veranstaltung die Instruktion durch die Übungsleiter nahezu ganz zu Gunsten einer eigenaktiven konstruktiven Auseinandersetzung der Studierenden mit der Analysis zurück.

Um auch die studentischen Hilfskräfte bei dieser neuen Art des Übungsbetriebs zu unterstützen, wurde auf Initiative der Curricularkommission vom Fachbereich Mathematik eine Tutorenschulung (Prof. B. Dreseler, Susanne Spies) angeboten. Hier bestand neben Hilfestellungen zur methodischen Gestaltung und der Reflexion der persönlichen Rolle im Übungsbetrieb auch die Möglichkeit zum Austausch über die eigenen Erfahrungen als Übungsleiter. Die Schulung fand gemeinsam mit den Tutoren der „Einführung in die Lineare Algebra und analytische Geometrie“ statt.

Hausarbeiten

¹³ Die dazu ausgegebenen Materialien befinden sich im Anhang.

Neben der regelmäßigen und aktiven Teilnahme in den Übungsgruppen und der Abgabe von Lösungen zu den Übungsblättern wurde auch im Wintersemester 2007/08 von den Studierenden eine kurze Hausarbeit geschrieben. Von dieser Regelung waren auch die Bachelorstudierenden nicht ausgenommen. Um auch hier der unterschiedlichen Interessenslage der Studierenden entgegen zukommen und der vergrößerten Anzahl an Studierenden gerecht zu werden, wurde das bisher hauptsächlich historisch geprägte Themenspektrum vor allem durch Vorschläge zur Bearbeitung fachmathematischer, physik- und informatiknaher Inhalte aus dem Bereich „Analysis I“ erweitert¹⁴. Dabei wurden die Themenvorschläge aus den ersten Projektjahren überarbeitet und durch weitere ergänzt. Die Bearbeitung hatte vor allem das Ziel, den Studierenden die Möglichkeit zu geben, die Mathematik auch als Geisteswissenschaft begreifen zu lernen und erste Erfahrungen bei der Formulierung wissenschaftlicher Texte zu machen. Methodisch gesehen ist diese Hausarbeit also auch eine „Vorübung“ zur Verfassung der Hausarbeit im Seminar „Didaktik der Analysis“ bzw. einer wissenschaftlichen Arbeit im Fach Mathematik allgemein. In die Bewertung der Arbeit ging dementsprechend nicht nur die inhaltliche, sondern auch die sprachliche und methodische Leistung ein.

2.3.2 Ergebnisse

Auf die umfassende Evaluation der Analysisveranstaltungen wurde wegen der beschriebenen Veränderungen bezüglich der Teilnehmerstruktur und des Übungsbetriebs in der zweiten Projektphase besonderer Wert gelegt. Es gab jeweils eine Zwischenerhebung in der Mitte sowie eine Abschlusserhebung am Ende des Semesters. Des Weiteren wurde in den Interviews zum Ende des Wintersemesters besonderes Augenmerk auf die Situation der Lehramtsstudierenden in der Veranstaltung gelegt. Zusammen mit den Ergebnissen, die auf fachlicher Ebene durch schriftliche Leistungserhebungen (ein Test in der Mitte und eine Klausur am Ende der Vorlesungszeit) sowie die Bewertung der wöchentlich abzugebenden Übungsaufgaben und der Hausarbeiten, entsteht so ein umfassender Überblick über die Erfolge der Veranstaltungen.

Erhebungen

Die über beide Semester regelmäßig durchgeführten Erhebungen zeigen insgesamt ein ähnlich positives Bild wie bereits in den beiden vorhergehenden Projektjahren. Besonders positiv

¹⁴ Eine Auflistung der vorgeschlagenen Themen mit ausführlicher Beschreibung befindet sich im Anhang.

hervorgehoben wurde immer wieder die Gestaltung der Vorlesung durch den Dozenten sowie die angenehme, offene Atmosphäre in der gesamten Gruppe. Eine nach Studiengängen getrennte Auswertung der Abschlusserhebung zeigt, dass es gelungen ist, das Interesse am Thema in beiden Studierendengruppen gleichermaßen zu wecken. Auch die Einschätzung des Wertes der Veranstaltung in Bezug auf das weitere Mathematikstudium sowie die Motivation der Berufswahl fallen in den Gruppen ähnlich aus.

Unterschiede dagegen sind in der Beurteilung von Stofffülle, Schwierigkeitsgrad und Tempo auszumachen. So empfand ein deutlich höherer Anteil der Lehramtsstudierende die Inhalte als tendenziell zu schwer sowie Stofffülle und Tempo als eher hoch¹⁵. Die Bachelorstudierenden dagegen beurteilten diese Bereiche dagegen in wesentlich höherer Zahl als „genau richtig“. Dieser Befund ist insbesondere im Vergleich mit den in Übungen, Test und Klausur erbrachten Leistungen (s.u.) erstaunlich. Bemerkenswert ist weiter, dass sich die Einschätzung, inwieweit Bezüge zwischen Analysis I/II und der Schulmathematik bzw. anderen Veranstaltungen bestehen, unterscheidet. Solche Querverbindungen wurden von den Lehramtsstudierenden wesentlich häufiger wahr genommen als von ihren Kommilitonen. Eine mögliche Erklärung dafür ist, dass es den angehenden Lehrern durch den parallelen Besuch von Analysis I/II und „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ bzw. „Didaktik der Analysis“ leichter fällt hier Beziehungen zu sehen¹⁶. Dies würde auch erklären, warum sich die Lehramtsstudierenden durch die Analysisveranstaltung tendenziell besser auf ihr späteres Berufsleben vorbereitet fühlen¹⁷. Eine offene Antwort zur Begründung solch einer Einschätzung illustriert dies und fasst gleichzeitig viele andere Antworten zusammen:

„Ja, insofern, dass Zusammenhänge vertieft wurden und man ein tieferes Verständnis entwickelt hat. Jein, weil man manches ja doch nicht so tiefsinnig in der Schule praktiziert.“¹⁸

Der auf die Hausübungen bezogene Teil der Erhebungen zeigt ein relativ homogenes Bild der Lerngruppe. Studierende aller Studiengänge beurteilten die Gesprächsmöglichkeiten in den Übungsgruppen als gleichermaßen ausreichend und lobten in den Freitextkommentaren die offene Atmosphäre sowie das stets für Fragen zur Verfügung stehende Übungsleiterteam. Dies kann sicher als Folge des konstruktiven Ansatzes in den Übungsgruppen gesehen

¹⁵ Die Möglichkeit „zu schwer“, „zu schnell“, „zu viel“ wurde dabei jedoch nur von einer sehr kleinen Anzahl der Lehramtsstudierenden (eine bis drei Personen) gewählt.

¹⁶ Hinweise in diese Richtung liefern auch die am Ende des Wintersemesters geführten Interviews mit ausgewählten Lehramtsstudierenden (s.u.).

¹⁷ Dieser Befund ist insofern erstaunlich, als die Analysis I/II eine Veranstaltung aus dem traditionellen Fachmathematikkanon ist. Die eher negative Bewertung der Bachelorstudierenden könnte aber auch auf ein häufig indifferentes Berufsbild zu Beginn eines Fachstudiums zurück geführt werden.

¹⁸ Abschlusserhebung zu Analysis II.

werden. Im Gegensatz dazu steht allerdings die Forderung einzelner aus beiden Studierendengruppen nach weniger Gruppenarbeit und nach dem Vorrechnen von „Musterlösungen“ durch den Übungsleiter. Festgehalten werden kann, dass Unterschiede in der Bewertung der Qualität der Hausübungen insgesamt, wie auch des methodischen Vorgehens, eher am jeweiligen Übungsleiter als an der Studiengangszugehörigkeit festzumachen sind¹⁹.

Ein etwas anderes Bild zeigt die nach Studiengängen getrennte Auswertung der Erhebung zu den Präsenzübungen. Diese wurden in der Abschlusserhebung von den Lehramtsstudierenden nahezu durchweg positiv bewertet, wohingegen $\frac{3}{4}$ der Bachelorstudierenden die Qualität der Präsenzübungen mit „mittelmäßig“ bis „sehr schlecht“ bewerteten. Diese beurteilten auch die Präsenzübungen sowohl für die Vorbereitung der Übungslösungen als auch der Nachbereitung der Vorlesungsinhalte als wenig hilfreich. Die Lehramtskandidaten dagegen beurteilten die Gesamtqualität der Veranstaltung zu $\frac{3}{4}$ mit „gut“ bis „sehr gut“ und betonten vor allem die Hilfestellung beim Nachvollziehen des Vorlesungsstoffs. Der Effekt auf das bessere Verständnis der Inhalte wurde aber auch von dieser Gruppe höher eingeschätzt als auf die Vorbereitung zur Bearbeitung der Übungszettel. In den Freitextantworten wurde, wie schon für die Hausübungen beschrieben, im Bereich der Präsenzübungen vor allem der offene Umgang mit Fragen und die gute Atmosphäre sowie die Materialien „Fragen zur Vorlesung“ gelobt. Dass offensichtlich auch im zweiten Semester das Stellen relevanter Fragen zum Verständnis nicht für jeden selbstständig möglich war – wie zunächst vom Übungsleiterteam vermutet -, zeigt dann auch das Bedauern darüber, dass diese Materialien zur Analysis II seltener zur Verfügung gestellt wurden.

Festgehalten werden kann, dass jedenfalls für Lehramtsstudierende die neu eingerichtete Form der Präsenzübungen eine sinnvolle Ergänzung zum bisherigen Angebot darstellt. Sie überzeugt insbesondere durch eine Atmosphäre, die Raum für individuelle Fragen und Probleme zum Stoff schafft und so als eine die individuelle Wissenskonstruktion betonende Erweiterung der Vorlesung gesehen werden kann. Das Ziel, nicht nur indirekt durch eine Verbesserung des Verständnisses, sondern auch direkt eine Hilfestellung für die Bearbeitung der Übungszettel zu liefern, konnte nach Einschätzung der Studierenden noch nicht weitgehend genug erreicht werden. Es ist also zu überlegen, wie etwa die Materialien zur Vorlesung so ergänzt werden könnten, dass sie auch Übungen zum formalen Aufschrieb von

¹⁹ Bei der Auswertung getrennt nach Studiengängen wurde, um die Anonymität zu wahren, nicht mehr nach Übungsgruppenzugehörigkeit unterschieden.

Lösungen zu den Übungsaufgaben²⁰ usw. bieten.

Leistungen Analysis I

Die Abbrecherquote lag mit 14% weit unter der sonst in Mathematikveranstaltungen im ersten Semester zu beobachtenden und sogar etwas unter der des Projektjahres 2006/07. Dabei verließen 13% der Lehramtsstudenten und 16% aus anderen Studiengänge die Veranstaltung, ohne an der Abschlussklausur teilzunehmen. Die Gründe hierfür waren so unterschiedlich, wie die Zeitpunkte des Abbruchs. So gab es Studiengangwechsler bereits vor dem ersten Test, wie auch Studierende, die auf Grund großer Schwierigkeiten in Test und Übungen um den Jahreswechsel herum entschieden, die gesamte Veranstaltung ein weiteres Mal zu belegen.

Von den 99 Studierenden (63 Lehramt, 36 andere), die sich bis zum Ende des Semesters an allen zu erbringenden Leistungen (Test, Klausur, Abgabe der Übungsaufgaben, Hausarbeit) versuchten, konnten 17% der Bachelorstudierenden und nur 14% der Lehramtsstudierenden die Anforderungen nicht in ausreichendem Maße erfüllen²¹ und somit die Veranstaltung Analysis I nicht erfolgreich abschließen. Die von den erfolgreichen Studierenden erreichten Endnoten zeigen ein ausgewogenes Bild im Vergleich der beiden Studierendengruppen. So erreichten insgesamt 2/3 der Teilnehmer die Noten „Sehr gut“ oder „Gut“ wobei hier anteilmäßig unter den Bachelorstudierenden mehr Kandidaten mit sehr gutem Abschneiden zu finden waren. Die folgenden Tabellen zeigen einen Spiegel der Endnoten unterteilt nach Lehramtsstudierenden und anderen:

Note	Sehr gut (1,0 – 1,5)	Gut (1,6 – 2,5)	Befriedigend (2,6 – 3,5)	Ausreichend (3,5 – 4,0)	Anforderungen nicht erfüllt
Anzahl der Personen (N=63)	21	21	10	2	9

Tabelle 5: Endnoten Analysis I Lehramt

Note	Sehr gut (1,0 – 1,5)	Gut (1,6 – 2,5)	Befriedigend (2,6 – 3,5)	Ausreichend (3,5 – 4,0)	Anforderungen nicht erfüllt
Anzahl der Personen (N=36)	14	10	5	1	6

Tabelle 6: Endnoten Analysis I sonstige

²⁰ Dies war über beide Semester hinweg in den offenen Antworten auf die Frage nach den „größten Problemen“ mit der Veranstaltung immer wieder zu finden.

²¹ Hierunter zählt sowohl das Nichtbestehen der Klausur bzw. der angebotenen Nachklausur wie auch die nicht ausreichend bewertete Bearbeitung des Hausarbeitsthemas.

Leistungen Analysis II

Die Veranstaltung Analysis II wurde von Beginn an von 95 Studierenden besucht. D.h. einige der im Wintersemester nicht erfolgreichen Studierenden entschieden sich, entweder den Studiengang ganz zu wechseln oder sich in einem nächsten Durchgang ein weiteres Mal auf die Analysis I zu konzentrieren. Von diesen 34 Bachelor- und 61 Lehramtsstudierenden nahmen 3 Bachelorstudierende nach nicht bestandenem Test und nicht ausreichenden Übungsleistungen nicht an der Abschlussklausur teil.

Die Studierenden, die bis zum Ende an der Veranstaltung teilnahmen und die Abschlussklausur mitschrieben, erreichten bessere Ergebnisse als im letzten Studienjahr. Der Anteil der im oberen Notenspektrum liegenden Abschlüsse war sogar höher als im ersten Semester (ca. 70% der Teilnehmer lagen im Bereich „gut“ bis „sehr gut“). Die folgenden Tabellen zeigen die Endnoten (zusammengesetzt aus Test, Klausur und abgegebenen Übungen) unterschieden nach Lehramtsstudierenden und anderen:

Note	Sehr gut (1,0 – 1,5)	Gut (1,6 – 2,5)	Befriedigend (2,6 – 3,5)	Ausreichend (3,5 – 4,0)	Anforderungen nicht erfüllt
Anzahl der Personen (N=61)	26	16	13	1	5

Tabelle 7: Endnoten Analysis II Lehramt

Note	Sehr gut (1,0 – 1,5)	Gut (1,6 – 2,5)	Befriedigend (2,6 – 3,5)	Ausreichend (3,5 – 4,0)	Anforderungen nicht erfüllt
Anzahl der Personen (N=31)	13	9	4	0	5

Tabelle 8: Endnoten Analysis II sonstige

Auffällig ist die wesentlich höhere Durchfallquote bei den Bachelorstudierenden (16%) im Vergleich zu der der Lehramtsstudenten (8%), wobei die Verteilung der sonstigen Noten wiederum nahezu keinen Unterschied aufweist. Zu bemerken ist dabei, dass vor allem die Übungsleistungen, also das Engagement über einen längeren Zeitraum, bei den Lehramtsstudenten deutlich besser waren als die von Studierenden anderer Studiengänge. Dies erstaunt umso mehr, wenn man bedenkt, dass die Analysis-Noten für Bachelorstudierende in die Studienabschlussnote eingehen, für Lehramtsstudierende aber nicht.

Fazit

Insgesamt zeigt sich, dass auch unter veränderter Studierendenzusammensetzung die Studierenden im Lehramt nicht minder erfolgreich waren als ihre Kommilitonen in anderen Studiengängen, sie sogar die geringeren Abbrecher- und Durchfallquoten aufwiesen. Auch verglichen mit den Endergebnissen der Veranstaltungen in der ersten Projektphase²² sind keine signifikanten Änderungen zu beobachten. Der Übergang von den exklusiv für Lehramtsstudierende angebotenen Veranstaltungen in der ersten Phase zur gemeinsamen Vorlesung mit anderen Studiengängen hatte also unter den gegebenen Rahmenbedingungen keine sichtbaren Auswirkungen auf den messbaren Erfolg der Lehramtsstudierenden. Dass aber gerade diese Rahmenbedingungen eine wesentliche Rolle für den Gesamterfolg spielen, legt die deutliche Verbesserung der Ergebnisse im Vergleich zu gemeinsamen Veranstaltungen vor Projektbeginn²³ nahe. Die deutlich unterschiedlichen Wahrnehmungen des Schwierigkeitsgrades und des Tempos des dargebrachten Stoffes trotz eines ähnlichen Leistungsspektrums, zeigen weiterhin, dass eine besondere Aufmerksamkeit für die Gruppe der Lehramtsstudierenden in gemeinsamen Veranstaltungen geboten ist. Dies kann veranstaltungsintern durch Übungsformate wie die Präsenzübungen erreicht werden. Bezogen auf die Studienorganisation trägt dazu in besonderem Maße auch die Parallelität von hochschulmathematischen und exklusiv für Lehramtskandidaten angebotenen Veranstaltungen mit Schulbezug bei.

2.4 Projektwochenende

Exklusiv für die Studierenden des gymnasialen Lehramts konnte auch in diesem Projektjahr wieder ein Austausch unter den Projektstudierenden der Standorte Gießen und Siegen ermöglicht werden. Dazu trafen sich Studierende und Mitarbeiter vom 28.03. bis zum 30.03.2008 zu einer gemeinsamen Tagung auf der Freusburg.

Zur Einstimmung führte Prof. Dr. Wolfgang Hein (Siegen) mit einem Gastvortrag unter dem Titel „*Zwischen Mythos und Logos – Ein mathemathikhistorischer Abendspaziergang*“ die Teilnehmer in die Geschichte ihres Faches. So wurde gleichzeitig ein zentraler Gedanke des Projektes, die Vermittlung der Fachmathematik auch aus historisch-genetischer Sicht, herausgestellt. Das inhaltliche Programm am Samstag wurde ausschließlich von den

²² Vgl. Abschlussbericht 2005-2007 (Anhang).

²³ Hier wurde die hohe Abbrecherquote insgesamt und das signifikant schlechtere Abschneiden der Lehramtsstudierenden im Besonderen immer wieder beklagt. (vgl. dazu auch die Programmatische Vorstudie im Anhang.)

Studierenden des ersten Fachsemesters gestaltet. So konnten sie von der Veranstaltung nicht nur mathematisch-inhaltlich profitieren, sondern auch Vortragstechniken erlernen und ihre Kommunikations- bzw. Diskussionsfähigkeit verbessern. Dazu hatten die Gießener Studierenden im Rahmen eines semesterbegleitenden Praktikums für die Tagung Workshops mit dem Computeralgebrasystem Derive erstellt und ausgearbeitet. Sie stellten den Siegener Studierenden ihre Themen vor und boten ihnen die Möglichkeit, aktiv am PC erste Erfahrungen mit dem System zu machen. Im Gegenzug präsentierten die Studierenden aus Siegen den Bereich Analysis in Vorträgen – basierend auf den im Wintersemester besuchten Veranstaltungen „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ und „Analysis I“. Das Themenspektrum reichte dabei von elementarmathematischen Fragestellungen wie: „*Extremwertprobleme: Warum einfach, wenn's auch differenziert geht?*“ bis hin zu den Anfängen der Analysis mit „*Isaac Barrow – Ein Hauptsatz der Infinitesimalrechnung?*“. Ein zentraler Aspekt des Projektes, die Reflexion und Thematisierung des eigenen Lernprozesses in der Schulzeit und im Studium, war Anlass zu einem weiteren Höhepunkt: Die Studierenden hatten die Möglichkeit in einer Podiumsdiskussion mit praktizierenden Mathematiklehrer(innen), Referendaren und Leitern der zweiten Ausbildungsphase (Astrid Dusendann, Bastian Thielmann, Henner Metz, Daniel Funken, Bernd Sensenschmidt) unter der Leitung von Herrn Dr. Dankwart Vogel (Bielefeld) über die Anforderungen an Lehrerinnen und Lehrer und die Kompetenzen, die die Studierenden als zukünftige Lehrende während ihres Studiums erwerben sollten, zu diskutieren.

Den spannenden Beiträgen und Diskussionen mit Gästen und Mitarbeitern und nicht zuletzt dem Engagement und der Motivation der Studierenden ist es zu verdanken, dass auch in diesem Jahr das Wochenendseminar für alle Beteiligten vielfältig anregende Erfahrungen bot. Vor allem die spezielle Ausrichtung der Veranstaltung auf das Arbeitsfeld „Schule“, unterstrich die weiterhin besondere Wahrnehmung der Lehramtsstudierenden als eigene Lerngruppe.

2.5 Begleitende Untersuchungen

2.5.1 Mathematisches Weltbild

Mathematikunterricht soll den Schülerinnen und Schülern ein adäquates, gültiges Bild der Disziplin Mathematik vermitteln. Der Facettenreichtum des Faches soll - exemplarisch an zentralen Punkten und Fragestellungen aufgezeigt - beleuchtet werden, um anhand dieser Beispiele in die Arbeits- und Denkweisen der Mathematik einzuführen und herauszuarbeiten,

was die Mathematik in ihrem Wesen ausmacht.

Neben fachlichem Können hat sich in den letzten Jahren besonders eine Einflussgröße, genauer eine ganze Gruppe von Einflussfaktoren, auf die Qualität mathematischer Lehr- und Lernprozesse herauskristallisiert, das so genannte „Mathematische Weltbild“²⁴. Das Mathematische Weltbild, ein vielschichtiger Komplex „von Einstellungen gegenüber (Bestandteilen) der Mathematik“, beinhaltet „subjektiv implizites Wissen über die Mathematik, das ein weites Spektrum an Vorstellungen umfasst“²⁵: Was macht das Wesen von Mathematik aus? Was sind deren zentrale Ideen und Aufgaben? Wie geschieht Lehren und Lernen von Mathematik?

Beobachtungen zeigen, dass sich mathematische Einstellungen selbst reproduzieren, indem sie vom Lehrer über den Unterricht und die darin stattfindenden mathematischen Erfahrungen an den Schüler weitergegeben werden. Für die Lehrerbildung im Sinne „ganzheitlicher“ mathematischer Erfahrungen bedeutet dies, das mathematische Weltbild, das die Studierenden aus den Schulen mitbringen, möglichst früh auszudifferenzieren und zu relativieren, um auf diese Weise alte Denkmuster aufzubrechen und zur Erweiterung der zumeist eingeschränkten Sichtweise auf die Mathematik anzuregen. Dieser Ansatz wird im Projekt „Mathematik Neu Denken“ konsequent verfolgt.

Zur Erfassung des mathematischen Weltbildes der Studierenden und dessen Veränderung im Laufe des Projekts wurden mehrere Erhebungen quantitativer Natur angesetzt. Insgesamt fanden über das Projektjahr verteilt drei Erhebungen mittels Fragebögen statt. Weitere qualitative Anteile fanden sich jeweils in den Zwischenerhebungen und Veranstaltungsendevaluationen in Form von offenen Fragen, sowie in Interviews, die nach dem ersten Studiensemester mit ausgewählten Studierenden durchgeführt wurden. Die Fragebögen als quantitatives Erhebungsinstrument basierten auf den Entwürfen des ersten Durchgangs. In einem, die Daten und Erfahrungen der ersten beiden Jahrgänge kritisch untersuchenden, Staatsarbeitsprojekt²⁶ erarbeitete Gabriel Nelle Optimierungsvorschläge, die in die Gestaltung der Fragebögen für das Studienjahr 2007/08 mit eingingen. Als weitere Neuerung ist die Gestaltung der Evaluationen als Onlineerhebung zu nennen. Damit wurde dem Befund Rechnung getragen, dass vor allem gegen Ende des Semesters die Rücklaufquoten der manuell auszufüllenden Fragebögen sehr niedrig waren.

²⁴ Siehe dazu etwa die Arbeiten von Berger, Grigutsch, Huntley, Köller, Raatz, Tietze, Törner, oder Schoenfeld.

²⁵ Törner, G. / Grigutsch, S., 1994.

²⁶ Vgl. Nelle, 2008.

2.5.2 Interviews

Als Ergänzung zu den quantitativ angelegten Onlineevaluationen der Veranstaltungen und den Erhebungen zum Mathematischen Weltbild gab es auch in der zweiten Projektphase eine begleitende qualitative Untersuchung. Dazu wurden im Frühjahr 2008 mit sechs ausgewählten Lehramtsstudierenden Interviews durchgeführt. Die Auswahl erfolgte dabei so, dass das Leistungsspektrum wie auch die Geschlechterverteilung der Veranstaltung im Wintersemester in etwa abgebildet wurde. Außerdem sollten die interviewten Studierenden beide Projektveranstaltungen besucht haben. Die Fragen spannten dabei einen Bogen vom erlebten Mathematikunterricht über das aktuelle Mathematikbild bis hin zu den zentralen Anliegen des Projektes. Ergänzt wurde der Katalog im dritten Projektjahr durch Fragen zu den Folgen des Integrationsmodells.²⁷ Einige exemplarische Antworten sollen im Folgenden die Ergebnisse der Interviews illustrieren. Die Erinnerungen zum eigenen Mathematikunterricht und die beschriebenen Veränderungen des Mathematikbildes über das erste Studiensemester entsprechen dabei im Wesentlichen den Ergebnissen der vergangenen Projektjahre und der quantitativen Erhebungen, so dass hier der Schwerpunkt besonders auf Aussagen zu den Veränderungen im dritten Projektjahr liegen soll.

Offensichtlich ist es gelungen, dass sich die Lehramtsstudierenden auch in der gemeinsamen Veranstaltung zur Hochschulanalysis mit anderen Studiengängen nicht, wie so häufig beschrieben, als Studierende „zweiter Klasse“ fühlten. Häufig wurde die inhomogene Teilnehmerzusammensetzung von den Studierenden gar nicht wahrgenommen oder sogar besonders positiv erlebt:

„Da ich mich mit den Physikern gut verstehe, finde ich das nicht schlimm. Ich fände es allerdings gerade schlimm, wenn wir getrennt würden. Kommt auch darauf an, wer sich dann als das Bessere ansieht, oder wer meint, die bessere Analysis bekommen zu haben. Dann finde ich das Prinzip, dass man jetzt alle zusammensetzt, doch wesentlich besser. Ich persönlich mache da überhaupt keine Unterscheidung zwischen Lehramt und Bachelor. Bei vielen Kommilitonen weiß ich das auch gar nicht.“

„Ich finde es interessant, auch mal mit Physikern zusammen zu arbeiten, z. B. haben wir auch in unserer Lerngruppe Physikstudenten und die sind viel weiter in Mathe als ich. Und deshalb hilft es mir, mit denen zusammen zu arbeiten. Wenn jetzt nur Lehramtsstudenten in dieser Gruppe wären - da gibt es bestimmt auch welche, die besser oder schlechter sind – wäre das auch nicht schlimm, aber ich empfinde es eigentlich als Bereicherung, wenn verschiedene Studenten in der Mathevorlesung sitzen, die sich auch gegenseitig austauschen können.“

²⁷ Der Interviewleitfaden befindet sich im Anhang.

Den Interviewaussagen zu Folge ist es gelungen, eine Atmosphäre zu schaffen, in der alle Studierenden gleichermaßen angesprochen wurden und keine der Studierendengruppen für sich einen besseren Stand reklamierte:

„Es ist ja auch nicht so, dass immer nur auf die Bachelorstudenten eingegangen wird, sondern es werden immer alle angesprochen und deshalb fühle ich mich auch nicht ausgeschlossen oder bevorzugt. Da müssen wir jetzt alle durch. Ich muss nicht unbedingt eine Veranstaltung nur mit Lehramtsstudenten haben.“

„Die Bachelorstudenten haben das auch nicht "raushängen lassen“, so von wegen: Du bist ja nur Lehramtler... [...] Wenn wir miteinander gesprochen haben, dann haben die anderen Kommilitonen einen schon ernst genommen und ich wusste auch nicht unbedingt weniger.“

Dass trotz der gemeinsamen Analysisveranstaltung identitätsstiftende Erfahrungen der Lehramtsstudierenden als Gruppe gemacht werden konnten, wird explizit mit der Kombination von Hochschulanalysis und „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ begründet:

„ Ich fühle mich als Lehramtskandidat nicht „unwahrgenommen“. [...] Erstens durch die „Schulanalysis“ – Vorlesung. Die hat schon mal dazu beigetragen zu sagen: Du bist ein Lehrämter. Das ist eine gesonderte Vorlesung. Es ist auch etwas Schönes, dass nur wir, die Lehrämter, das hören dürfen oder können.“

So wurde dann auch gerade in dieser Kombination der besondere Wert des ersten Semesters für den angestrebten Lehrerberuf gesehen:

„Zum Anderen war es auch am Ende so, dass ich Verknüpfungen zwischen den beiden Vorlesungen gesehen habe, was mir dann auch geholfen hat. Ein Beispiel ist mir besonders aufgefallen: Auf dem zweiten oder dritten Übungszettel sollten wir die Mittelungleichung beweisen. Da habe ich das bewiesen und damit war die Sache für mich erledigt. Bei dem Herrn Danckwerts haben wir dann gelernt, was man mit der Mittelungleichung alles machen kann. Das man auch ohne Analysis Hoch- und Tiefpunkte bestimmen kann. Das ist in der Analysis - Vorlesung überhaupt nicht klar geworden. Deshalb fand ich es gut, dass ich die beiden Veranstaltungen zusammen gehört habe. Das war jetzt eine Verbindung, die mir im Gedächtnis geblieben ist.“

Teilweise wurde dieser Berufsbezug sogar bereits in der Praxis erlebt:

„Es ist schon klar, dass man mehr wissen muss als die Schüler in den Leistungskursen. Aber gerade in „Schulanalysis“ finde ich es gut, dass der höhere Standpunkt reflektiert wird. Ich habe auch im Praktikum gemerkt, dass das wirklich etwas bringt, gerade wenn man in der Oberstufe unterrichtet.“

„Was ich beim Praktikum an der Schule bemerkt habe, ist, dass mir diese Vorlesung [„Schulanalysis“] am Meisten geholfen hat, weil genau diese Themen, die in der Berufsschule durchgenommen werden, nochmals wiederholt wurden. Ohne diese

Vorlesung wäre ich da ziemlich aufgeschmissen gewesen.“

So lag dann auch der von verschiedenen Interviewteilnehmern geäußerte Wunsch nach einer Ausweitung der Projektideen auf andere Fachgebiete nahe:

„Das Projekt unterstützt ja nur diese Analysis- und Schulanalysivorlesungen. Dann wäre es schon nicht schlecht, dies auf Stochastik und Lineare Algebra auszuweiten. Oder Geometrie auch noch.“

2.6 Externes Interesse

Während der gesamten dreijährigen Laufzeit des Projekts (Pilotphase 2005-2007 und Verlängerungsjahr 2007-2008) wurde die Projektidee fortgesetzt öffentlich kommuniziert:

- Sichtbarer Ausdruck der Wahrnehmung des Projekts durch die einschlägigen wissenschaftlichen Fachverbände waren
 - die Vorstellung des Projekts durch Prof. Danckwerts auf der Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) in Osnabrück (März 2006)
 - die zentrale Präsentation des Projekts durch Prof. Beutelspacher und Prof. Danckwerts im Rahmen der Jahrestagung der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV) in Bonn (September 2006)
 - die Präsentation des Projekts durch Prof. Beutelspacher und Prof. Danckwerts im Rahmen der gemeinsamen Jahrestagung von DMV und GDM in Berlin (März 2007)
- Auf Einladung stellte Prof. Danckwerts das Projekt an folgenden Hochschulstandorten vor:
 - Universität Duisburg-Essen (November 2005)
 - Universität Saarbrücken (Juni 2006)
 - Universität Oldenburg (Juni 2006)
 - Universität Kassel (November 2006)
 - Universität Marburg (Dezember 2006)

- Didacta Köln (März 2007)
- Universität Dortmund (Mai 2007)
- Universität Würzburg (Juni 2007)
- MNU Köln (September 2007)
- Universität Hannover (November 2007)
- Universität Freiburg (Mai 2008)
- Universität Karlsruhe (Juni 2008)
- Universität Wien (Juni 2009)
- Auf Einladung stellte Prof. Nickel das Projekt an der Universität Tübingen vor (Januar 2008)
- Presseberichte und Interviews gab es mehrfach in den Gießener und Siegener Tages- und Universitätszeitungen, in der FAZ, im Bonner General-Anzeiger, in der NRZ, in der Deutschen Universitätszeitung (DUZ) und im WDR.

3 Fazit und Ausblick

3.1 Rückblick

Im Projektjahr 2007/08 wurden die Projektideen und die Gesamtkonzeption unter der Fragestellung, inwiefern die exklusive Öffnung der Veranstaltungen für die Gruppe der Lehramtsstudierenden des gymnasialen Lehramtes notwendig für den in den ersten beiden Projektjahren beobachtbaren Erfolg ist, erneut auf die Probe gestellt. Hierzu konnten vor allem in den Veranstaltungen Analysis I und II (Öffnung für Bachelorstudierende der Mathematik, Physik und Informatik) sowie Didaktik der Analysis (Öffnung für Studierende höherer Semester ohne „Projektbiographie“) erste Erfahrungen gesammelt werden. In der Veranstaltung „Schulanalysis vom höheren Standpunkt“ blieben die exklusiven Bedingungen erhalten, da die Öffnung für Studierende des Lehramts für Haupt- und Realschule nicht angenommen wurde.

Die Erfahrungen, die mit der Öffnung der Veranstaltungen für Studierende außerhalb der Projektzielgruppe bei gleichzeitigem weitestgehendem Erhalt des sonstigen Projektkonzeptes, gemacht wurden, können als durchaus positiv bewertet werden. Der in den ersten Projektjahren erprobte Studienplan ermöglichte den angehenden Gymnasiallehrern durch die Kombination von Hochschulmathematik und Schulmathematik im ersten Semester bzw. Didaktik im zweiten Semester von Beginn an einen starken Berufsfeldbezug und wurde somit zugleich als sinn- und identitätsstiftend erlebt. Als weiteres sinnstiftendes Element konnte außerdem, die Einbindung historischer und philosophischer Elemente in der Fachveranstaltung erhalten werden. Dies ermöglichte auch den Bachelorstudierenden, die Grundlagen eines tragfähigen Mathematikbildes zu entwickeln. Methodisch waren die Veranstaltungen weiterhin gekennzeichnet durch das Bestreben, eine Balance von Instruktion und Konstruktion herzustellen. Die konstruktiven Elemente wurde durch eine Aufwertung der Tutorien zur Schulanalysis und der Einführung einer ergänzenden Übungsform zur Analysis I/II im dritten Projektjahr sogar erweitert. Dies wurde gerade von der Zielgruppe des Projektes besonders positiv angenommen und trug so wesentlich zu den guten Leistungen dieser Studierenden und einer sehr geringen Abbrecherquote bei. Insgesamt gelang es den Dozenten und dem Projektteam trotz veränderter Zusammensetzungen eine Atmosphäre herzustellen, in der sich die Anfänger im Studium für das gymnasiale Lehramt als Individuen, aber auch als eigene Gruppe mit besonderen Bedürfnissen ernst genommen fühlten. Es wurde aber auch durch die Möglichkeit des direkten Vergleichs erneut deutlich, dass es

studiengangspezifische Bedürfnisse und Einstellungen, wie etwa die leistungsunabhängige sehr verschiedene Wahrnehmung von Stoffumfang und Präsentationstempo im Bereich der Hochschulanalysis, gibt, auf die es zu reagieren gilt.

Die Erfahrungen des dritten Projektdurchgangs zeigen also, dass es möglich ist, die positiven Effekte der ersten beiden Jahrgänge auch in einem Integrationsmodell zu erhalten. Sie weisen aber gleichzeitig darauf hin, dass ein gelingender Start im Studium für das gymnasiale Lehramt nicht allein durch strukturelle Veränderungen im Studienplan möglich ist, sondern auch einer inhaltlichen und methodischen Neuorientierung bedarf.

3.2 Ausblick

Bisher wurde in der ersten Projektphase (2005-2007) das Programm der Neuorientierung der universitären Lehrerausbildung im Fach Mathematik (gymnasiales Lehramt) für das *erste* Studienjahr konzipiert und als Pilotprojekt realisiert. Auch wurde mit der hier beschriebenen zweiten Projektphase (2007-2008) erste Schritte unternommen, die Erkenntnisse in einen Studienanfang unter „Normalbedingungen“ zu integrieren, in dem die Veranstaltungen nicht mehr exklusiv für Studierende der Projektzielgruppe geöffnet waren. Die daraus resultierende Neuorganisation des Studienanfangs für das gymnasiale Lehramt, ohne für diese Zielgruppe spezielle Veranstaltungen anzubieten, sowie die Neustrukturierung des Übungsbetriebs wird auch im kommenden Studienjahr im Fachbereich Mathematik der Universität Siegen beibehalten. Dabei wird sich zeigen, inwiefern sich die Bindung der Veranstaltungen an die Projektdozenten und die speziellen Projektbedingungen auf den Erfolg auswirken.

Außerdem wird im Winter 2008 mit der Programmarbeit und einem Buchprojekt eine dritte Phase von „Mathematik Neu Denken“ beginnen:

3.2.1 Programmarbeit

Nach dem Erfolg des Projektes wurde – auch über die beiden Projektstandorte hinaus – zunehmend gefragt, wie die konsequente Ausdehnung der Projektidee auf ein *volles* Mathematikstudium für das gymnasiale Lehramt aussehen könnte.

Dies ist eine herausfordernde Entwicklungsaufgabe, bei der die traditionell gelehrt Hochschulmathematik unter dem Aspekt der Professionalisierung der Zielgruppe tatsächlich „neu gedacht“ werden muss. Zentrale Punkte sind der fachmathematische Kanon, die Stellung der Didaktik der Mathematik sowie die Lehr- und Lernformen. Hierzu müssen konkrete

Empfehlungen erarbeitet und konzeptionell begründet werden.

Um der Arbeit die nötige bundesweite Akzeptanz zu sichern, wurde eine überregionale Expertengruppe berufen, die neben den bisher an beiden Standorten verantwortlichen Hochschullehrern weitere einschlägig ausgewiesene Fachmathematiker und Mathematikdidaktiker aus der DMV/GDM umfasst. Die Programmarbeit wird bis Anfang 2010 beendet und von der Deutschen Telekom Stiftung und den Universitäten Siegen und Gießen großzügig unterstützt.

3.2.2 Buchprojekt

Zu dem erklärten Ziel, die Projektidee breit zu kommunizieren und die ermutigenden Erfahrungen bundesweit zugänglich zu machen, soll ein überzeugend gestaltetes Projektbuch beitragen. Es soll neben einem programmatischen Teil einen Erfahrungsbericht aus der dreijährigen Projektarbeit in Gießen und Siegen sowie ausgewählte kommentierte Materialien enthalten. Ein weiteres Element sind – mit Bezug auf die vorangegangene Programmarbeit – die Perspektiven der Weiterentwicklung der Projektidee. Auch dieses Vorhaben wird von den Projektpartnern großzügig gefördert. Zwei Verlage haben bereits ihr Interesse an diesem Buch bekundet.

Darüber hinaus sollen die im Rahmen der Analysisveranstaltungen von Prof. Hein und Prof. Nickel entstandenen Skripte als Grundlage eines Lehrbuches der „Analysis für das gymnasiale Lehramt“ dienen. Erste Vorgespräche mit einem einschlägigen Verlag wurden hierzu bereits geführt.

Das Team des Siegener Teilprojekts: Zweite Projektphase

(2007-2008)

Hochschullehrer

Prof. Dr. Rainer Danckwerts

Prof. Dr. Gregor Nickel

Wissenschaftliche Mitarbeiter

Susanne Spies

Wissenschaftliche und Studentische Hilfskräfte

Kathrin Büdenbender

Michael Fuss

Andrej Garanza

Achim Klein

Jan Thomas Kölzer

Julia Kohles

Florian Kraft

Julia Lübcke

Henner Metz

Simon Meyer

Jennifer Mockenhaupt

Dorothee Schammelt

Louisa Sippel

Christian Villwock

Adrian Weber

Dennis Ziegler

Literatur

- Beutelspacher, A./ Danckwerts, R. (2005): Neuorientierung der universitären Lehrerbildung im Fach Mathematik für das gymnasiale Lehramt. Programmatische Vorstudie für die Deutsche Telekom Stiftung. Gießen/ Siegen.
- Beutelspacher, A./ Danckwerts, R. (2008): Mathematik Neu Denken. Ein Projekt zur Neuorientierung der universitären Lehrerbildung im Fach Mathematik für das gymnasiale Lehramt. Abschlussbericht 2005-2007. Gießen/ Siegen.
- Danckwerts, R. / Vogel, D. (2005): Elementare Analysis. Nordstedt.
- Danckwerts, R. / Vogel, D. (2006): Analysis verständlich unterrichten. München.
- Grigutsch, S. / Raatz, U. / Törner, G. (1998): Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. In: Journal für Mathematikdidaktik 19 (1), S. 3-45.
- Huntley, R. (2004): Mathematical beliefs of trainee teachers during the first year of higher education. In: McNamara, O. (Ed.) (2000): Proceedings of the British Society for Research into Learning Mathematics 24(2). London.
- Köller, O. / Baumert, J. / Neubrand, J. (2000): Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In: Baumert, J. / Bos, W. / Lehmann, R. (Hrsg.) (2000): Dritte internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie - Mathematische und naturwissenschaftliche Bildung am Ende der Schullaufbahn. BandII: Mathematische und physikalische Kompetenzen am Ende der gymnasialen Oberstufe. Opladen.
- Metz, H. (2007): "Schulanalysis vom höheren Standpunkt" - Konzept und Konkretisierung am Beispiel der Kurvendiskussion. Siegen.
- Nelle, G. (2008): Mathematisches Weltbild von Lehramtsstudierenden. – Konzept und Auswertung einer Projektbegleitenden Studie. Dickendorf.
- Pehkonen, E./ Törner, G. (1999): Introduction to the abstract book for the Oberwolfach meeting on belief research. Quelle: http://www.uni-duisburg.de/FB11/PROJECTS/MFO_abstracts.pdf. Stand: 27.09.2007.
- Tietze, U. (1986): Der Mathematiklehrer in der Sekundarstufe II. Bad Salzdetfurth.
- Tietze, U. (1990): Der Mathematiklehrer an der gymnasialen Oberstufe Zur Erfassung berufsbezogener Kognitionen. In: Journal für Mathematikdidaktik 11 (1990), Heft 3, S. 177-243.

Törner, G. / Grigutsch, S. (1994): „Mathematische Weltbilder“ bei Studienanfängern - eine Erhebung. In: Journal für Mathematikdidaktik 15 (3/4), S. 211-251.

Schoenfeld, A. H. (1989): Explorations of Students' Mathematical Beliefs and Behaviour. In: Journal for Research in Mathematics Education 20 (4), S. 338-355.