

E-Learning in der Lehramtsausbildung am Beispiel des Seminars „Anwendungs- orientierter Mathematikunterricht“

Konzept, Entwicklungsprozess und Erfahrungsbericht

von

Regina Bruder, Darmstadt

Kurzfassung: Im Rahmen der fachdidaktischen Lehramtsausbildung für Mathematik für Gymnasien und berufliche Schulen wurde an der TU Darmstadt eine Lehrveranstaltung zum Verständnis, zur Gestaltung und zur Reflexion eines anwendungsorientierten Mathematikunterrichts im Wahlpflichtangebot installiert. Diese zunächst eher klassisch seminaristische Veranstaltung wurde in den letzten beiden Jahren zu einer E-Learning-Veranstaltung weiter entwickelt. Über diesen Prozess, das Konzept der Veranstaltung und den derzeit erreichten Entwicklungsstand sowie erzielte Arbeitsergebnisse der Studierenden wird in diesem Beitrag berichtet.

Abstract: As part of the pedagogical education of teachers in mathematics for high schools and vocational schools an elective course has been established at Darmstadt University of Technology about the concept, shape and reflections of practically oriented lessons in mathematics. During the last two years this course, which initially was offered in form of a seminar, has been developed into a computer based course. This is a report about the development and the concept of the computer based course as well as the present status and the results obtained.

E-Learning steckt in der Lehramtsaus- und -fortbildung noch in den Kinderschuhen. Was E-Learning sinnvollerweise bedeuten und in den einzelnen Fachkulturen tatsächlich leisten kann, ist bislang kaum empirisch belegt. Es wird noch viel experimentiert. Vor diesem Hintergrund gliedert sich der vorliegende Beitrag, der keinen neuen theoretischen Überblick¹, sondern einen Erfahrungsbericht geben will, in vier Abschnitte: Im ersten Abschnitt wird die Entwicklung einer wahlobligatorischen fachdidaktischen Lehrveranstaltung in der ersten Ausbildungsphase für das gymnasiale und berufliche Lehramt zu einer E-Learning-Veranstaltung beschrieben. Im zweiten Teil wird das inhaltliche Konzept der Veranstaltung dargestellt und begründet, im dritten anschließend die Durchführung näher beschrieben. Im

¹ Diesbezüglich sei verwiesen auf z. B. Arnold/Kilian/Thillosen/Zimmer (2004).

vierten Teil werden einige der mit den beteiligten Studierenden erzielten Ergebnisse diskutiert.

1 Von der klassischen Lehre zum E-Learning – Umfeld, Ziele und Entwicklungsprozesse

1.1 Umfeld

Seit 2003 wird in Darmstadt konsequent an der Verwirklichung der Vision einer *Dual Mode University* gearbeitet.² Danach sollen bis zu 30 % der Lehrveranstaltungen pro Studiengang in den nächsten Jahren zu E-Learning-Veranstaltungen weiter entwickelt werden. Grundlage dieser Vision ist die Vorstellung, dass der konstruktive Einsatz neuer Informations- und Kommunikationstechnologien ein diversifiziertes Lernen und Lehren ermöglicht, das dem Leben und Arbeiten in einer vernetzten Welt Rechnung trägt. So wie die neuen Medien unsere Arbeits- und Informationsprozesse zunehmend durchdringen, so werden sie zukünftig auch für unsere Bildungs- und Weiterbildungssysteme von herausragender Bedeutung sein. In der *Dual Mode University* sollen Präsenzlehre und E-Learning sinnvoll miteinander verknüpft werden.

Etwas konkreter ist mit dieser Vision gemeint, dass in 10 Jahren

- alle Studierenden im Laufe ihres Studiums mindestens eine E-Learning-Veranstaltung besuchen und somit für das lebenslange Lernen notwendige Qualifikationen erwerben;
- das technische und didaktische Know-how der Lehrenden so weit entwickelt ist, dass die Kombination aus E-Learning und der um digitale Elemente angereicherten Präsenzlehre zum Alltag gehören;
- Studierende und Lehrende die meisten administrativen Aufgaben online erledigen können.

Zur Unterstützung der hierfür notwendigen Prozesse, insbesondere für den Support und zur Schaffung von Anreizsystemen für E-Learning-Aktivitäten in allen Fachbereichen, wurde das *e-learning center* (elc) gegründet.

Im Rahmen einer ersten Ausschreibung 2003 konnten zwei fachdidaktische Lehrveranstaltungen im Fachbereich Mathematik gefördert werden – ein „Aufgabenpraktikum online“ (Bruder 2003a) und die in diesem Beitrag näher beschriebene Blended-Learning-Veranstaltung „Anwendungsorientierter Mathematikunterricht“.

Zur Qualitätssicherung der E-Learning-Aktivitäten wurde am elc eine Arbeitsgruppe *Labelling/Qualität* eingerichtet, die für eine fachbereichsübergreifende Definiti-

² www.elc.tu-darmstadt.de.

on von Kriterien für eine E-Learning-Lehrveranstaltung zuständig ist und die Evaluation solcher Lehrveranstaltungen koordiniert. Der zugrundegelegte lernerorientierte Qualitätsansatz wurde über die Lehrveranstaltungen an der TU Darmstadt hinaus zu einem *Gütesiegelkonzept* verarbeitet.³

1.2 Ziele

Während in vielen Berufen mit universitärem Abschluss bereits heute schon computer- bzw. internetgestützte Fort- und Weiterbildungen an der Tagesordnung sind, muss sich die Lehrerfortbildung als dritte Phase der Lehramtsausbildung erst noch als Selbstverständlichkeit etablieren.⁴ Es bieten sich gute Möglichkeiten individueller Zeiteinteilung für die interessierten Lehrkräfte an, wenn im Internet eine bedarfsgerechte Fortbildung z. B. auch für weit voneinander entfernt arbeitende Kollegen auf entsprechenden Plattformen angeboten wird. Neben den Bildungsservern der Bundesländer mit solchen Angeboten sei auch unsere Plattform pro Lehre + x⁵ genannt, die ein Angebot zur Betreuung von Lehrkräften zu verschiedenen Themen bereit hält, zu denen Erprobungen im eigenen Unterricht während eines längeren Zeitraumes (mindestens ein Schulhalbjahr) vorgesehen sind. Hierfür wurde das System moodle⁶ ausgewählt.

Im Sinne der Argumentation in Abschnitt 1.1 zur Vorbereitung auf lebenslanges Lernen wäre es jedoch sinnvoll, auch in der ersten Phase der Lehramtsausbildung E-Learning so zu integrieren, dass es künftig für die jungen Lehrkräfte selbstverständlich ist, sich wichtige Informationen aus dem Internet herunterzuladen. Darüber hinaus sollen sie vielfältige weitere Möglichkeiten der neuen Technologien zur Unterstützung ihrer Arbeit und Weiterentwicklung ihrer Professionalität kennen und nutzen lernen – aber auch kritisch reflektieren.

Beispielsweise sollten auch die Entwicklungen auf dem Markt der digitalen Lernprogramme (Computer Based Training, CBT) für Schüler den Lehramtsstudierenden ansatzweise vertraut sein, um ihre Beratungsaufgaben an der Schule im Kontakt mit den Eltern möglichst vielseitig und kompetent erfüllen zu können. Eine kritische Reflexion dieser Entwicklungen erfordert eine vertiefte didaktische und Medienkompetenz.

³ www.tud-guetesiegel.de.

⁴ In Hessen beispielsweise wurde 2005 mit dem neuen Lehrerbildungsgesetz die Lehrerfortbildung verpflichtend ausgewiesen und sowohl mit zu erzielenden Creditpunkten vom Umfang her definiert als auch mit Kontrollmechanismen versehen.
<http://www.hessisches-kultusministerium.de/downloads/Lehrerbildungsgesetz.pdf>

⁵ www.problemloesenlernen.de

⁶ www.moodle.de

Ein starkes inhaltliches Argument für E-Learning-Elemente in der Lehramtsausbildung ist die Chance, mit den neuen Technologien die Unterrichtspraxis in die Universität zu holen (z. B. Videomitschnitte oder gescannte Arbeitsprodukte von Schülern) und dann theoriegestützt z. B. Interaktionsprozesse im Unterricht oder die Qualität von unterschiedlichen Lösungswegen zu analysieren. Solche anspruchsvollen und effektiven Lerngelegenheiten eröffnen sich erst mit Hilfe der neuen Medien und Technologien.

Darüber hinaus gibt es noch pragmatische studienorganisatorische Gründe, E-Learning stärker in das Lehramtsstudium in der ersten Ausbildungsphase zu integrieren, um die Lehre damit professionsbezogener zu gestalten: Die Ausbildungskapazitäten in den Fachbereichen reichen oft nicht aus oder werden einfach weniger bereitwillig eingesetzt, um für die zahlenmäßig relativ kleine Gruppe der Lehramtsstudierenden für das Gymnasium und die beruflichen Schulen gesonderte fachspezifische Lehrveranstaltungen anzubieten. Hier kann mit E-Learning ein individueller Zuschnitt von Lehrveranstaltungen realisiert werden. Eine exzellente Inhaltsaufbereitung zu dafür geeigneten Themen, gekoppelt mit sorgfältig abgestimmten Betreuungs- und Kommunikationsangeboten, kann langfristig durchaus die nach wie vor auf die Präsentation von Inhalten fixierten Lehrkapazitäten reduzieren. Damit werden zwar die Anforderungen an die Betreuung erhöht, die anteilig frei werdende Dozentenkapazität könnte jedoch wieder auf innovative Entwicklungen in der Aus- und Fortbildung gerichtet werden.

1.3 Entwicklungsprozesse

Wir konzentrieren uns im Folgenden auf die für die fachdidaktische Ausbildung weit verbreitete Veranstaltungsform der Seminare.

Nach unseren bisherigen Erfahrungen gibt es im Wesentlichen zwei Wege vom klassischen Seminar zum E-Learning:

- Der radikale Weg beinhaltet die *komplette Virtualisierung und Restrukturierung der Lerninhalte*, so dass aus der reinen Präsenzveranstaltung eine betreute Online-Veranstaltung wird. Das „Aufgabenpraktikum online“ ist dafür ein lebendiges Beispiel.
- Der moderate Weg geht über eine *schrittweise Anreicherung der Präsenzveranstaltung mit E-Learning-Elementen* bis hin zur Ersetzung von einzelnen Präsenzzeitblöcken durch Online-Angebote. Die so entstandene Veranstaltungsform wird auch als *Blended Learning* bezeichnet.

Eine zentrale inhaltliche Frage ist dabei folgende: Welche Lerntätigkeiten der Studierenden lassen sich sinnvoll aus einem Seminar „auslagern“ als unverzichtbare individuelle Auseinandersetzung mit bestimmten Lerninhalten?

Beobachtungen von Kleingruppendiskussionen zeigen immer wieder, dass fokussierter und mit mehr Tiefe argumentiert wird, wenn sich zunächst jeder einzelne Teilnehmer selbst mit dem Thema auseinander gesetzt hat. Für den Unterricht wird ein solch gestuftes Vorgehen für eine hohe kognitive Aktivierung möglichst aller Beteiligten mit dem „Ich-Du-Wir-Prinzip“ beschrieben (vgl. Gallin/Ruf 1998). Dieses Prinzip besitzt auch für die universitäre Ausbildung Gültigkeit. So lassen sich individuelle Erarbeitungsphasen zu Begriffen, Konzepten und Aufgabenlösungen computergestützt installieren. Ein erster Austausch bzw. eine Diskussion erfolgen über einen Chat oder ein Forum, und in der Präsenzveranstaltung werden schließlich gemeinsam abschließende Reflexionen, Systematisierungen und Einordnungen vorgenommen. Diese letzte Phase ist aus Sicht der Studierenden besonders wichtig, um im sozialen Kontext Standpunkte und Lösungswege einzuordnen und zu begründen.

Ist eine Entscheidung für den „radikalen“ oder für den „moderaten“ Weg der Anreicherung der Präsenzlehre mit E-Learning-Elementen gefallen, geht es um deren Umsetzung. Hierbei zeigt die Lehrpraxis nicht nur an der Schule, sondern auch an der Universität, dass eine Methode der kleinen Schritte gut geeignet ist, nachhaltige Veränderungen in der Lehre herbeizuführen. Für E-Learning bedeutet das z. B. die Nutzung einer Internet-Lernplattform, auf der sonst schwer zugängliche Materialien zu der Veranstaltung verfügbar gemacht oder interaktive dynamische Visualisierungen bereit gestellt werden.

Dann können Übungsaufgaben und gegebenenfalls Tests online gestellt werden und von den Studierenden wird schließlich erwartet, dass sie ihre Arbeitsprodukte digitalisieren. Das erfordert für die Mathematik das Erlernen der Nutzung von spezieller Software (Dynamische Geometriesoftware DGS, Computeralgebrasysteme CAS), die ohnehin Relevanz für den Mathematikunterricht hat.

Werden längerfristig zu bearbeitende Hausübungen gestellt, bietet es sich an, ein Forum zu integrieren, das den Studierenden einen Austausch und gegenseitige Hilfestellung bietet. Ein weiterer Schritt in Richtung E-Learning ist die Virtualisierung einzelner Lerninhalte – aufbereitet als Lernumgebung mit hohem didaktischem Anspruch, also nicht nur als E-Book. Das ist die Stelle, an der die Lehrenden besonders gefordert sind, weil Inhalte gegebenenfalls neu definiert oder zumindest neu strukturiert werden müssen. Zudem entstehen in der Regel nicht unerhebliche Kosten für die digitale Realisierung einer konkreten Lernumgebung.

An der TU Darmstadt stehen professionelle Lernplattformen allen interessierten Lehrkräften mit technischem und didaktischem Support durch das elc zur Verfügung (der Start erfolgte 2003 mit WebCT⁷, seit 2004 wird CLIX⁸ favorisiert), so

⁷ www.webct.com

⁸ www.clix.de

dass es ohne größere Mühe möglich ist, die Präsenzlehre mit den genannten Tools und Betreuungsfunktionen anzureichern. Oft bringt bereits ein Lernplattformeinsatz einen Qualitätszuwachs für die Lehre allein durch den Zwang zur Strukturierung der Lerninhalte, Übungen und ergänzenden Materialien sowie den Zwang zur Vollständigkeit. Die Studierenden sparen wertvolle Zeit für das Beschaffen von Materialien und können sich konzentrierter auf ihre Prüfungen vorbereiten. Aber das allein würden wir noch nicht als E-Learning bezeichnen, sondern als digitale Anreicherung der Präsenzlehre.

An der TU Darmstadt wird von einer medienpädagogisch orientierten Vorstellung ausgegangen, nach der ein E-Learning-Potenzial einer Lehrveranstaltung in seiner Förderung von Lernerorientierung und der Selbstbestimmung der Lernenden im Lehr- und Lernprozess erkennbar wird. Dabei sollen die eingesetzten E-Learning-Elemente mediendidaktisch sinnvoll konzipiert sein und einen wesentlichen Teil der Lernzeit bzw. Lernaktivität binden sowie curricular zweckmäßig eingebunden sein. Der Technikeinsatz der Lehrkraft und die technischen Anforderungen bei den Nutzern sollten in einem angemessenen Verhältnis zum curricularen Stellenwert und zur erwarteten Lernunterstützung durch die E-Learning-Elemente stehen.

2 Durchführung der E-Learning-Veranstaltung

Ziel der projektartigen Wahlpflichtveranstaltung „Anwendungsorientierter Mathematikunterricht“ ist es, Kenntnisse und Handlungskompetenzen zur Vorbereitung und Reflexion eines anwendungsorientierten Mathematikunterrichts zu erwerben. Der Besuch einer solchen Veranstaltung ist eher zum Ende des Hauptstudiums vorgesehen. Die Veranstaltung wird mit vier Semesterwochenstunden ausgewiesen und findet jeweils im Wintersemester wöchentlich zweistündig als Präsenzseminar statt. Die anderen beiden Stunden sind für die Arbeit mit einer webbasierten Lernplattform vorgesehen. Vor- und Nachbereitungszeit eingerechnet, wird erwartet, dass wöchentlich neben der Präsenzzeit ca. vier Stunden individuell an den über die Plattform gestellten Aufgaben und Materialien gearbeitet wird. Die Teilnehmerzahl ist auf 15 begrenzt. Für die Betreuung der Studierenden während der Kleingruppenarbeit im Präsenzseminar und online im Forum steht entweder eine wissenschaftliche Hilfskraft oder eine befristet zur Hälfte an die Universität abgeordnete Lehrkraft zur Verfügung.

Am Ende der Veranstaltung werden von den Studierenden einzeln oder auch zu zweit jeweils zwei zu präsentierende Arbeitsergebnisse erwartet: Ein Aufgabenset für einen Mathematikunterricht mit „eingestreuten“ Anwendungsaufgaben zu einem selbst gewählten Stoffgebiet und ein Konzept für eine projektartige anwendungsorientierte Unterrichtsreihe – möglichst im gleichen Anwendungskontext wie das Aufgabenset. Beides soll auf einer jeweils selbst erstellten Homepage präsen-

tiert werden. Die erforderlichen Grundlagen dafür werden im Rahmen der Lehrveranstaltung bereit gestellt – ebenso eine eigene Domain⁹.

Die besten Arbeitsergebnisse werden auch in der Aufgabendatenbank für Lehrer¹⁰ veröffentlicht. Sie bietet gleichzeitig Anregung und Unterstützung für das Erstellen eines eigenen Aufgabensets und für eine kritische Auseinandersetzung mit anwendungsorientierten Aufgaben.

Ein Aufgabenset in unserem Konzept umfasst verschiedene Anforderungen zu einem Thema. Sie reichen von der Grundaufgabe, deren Abwandlung und Erweiterung bis zur Komplexaufgabe mit Standardcharakter der Teilaufgaben und aufsteigender Offenheit der Fragestellung (Blütenmodell) und schließlich bis zur Komplexaufgabe mit Problemcharakter (Trichtermodell; vgl. auch Bruder 2003b).

Um diese Arbeitsprodukte erfolgreich entwickeln zu können, wird in der ersten Veranstaltung der Zeitrahmen definiert und in Form von vier Hausübungen im 14-tägigen Rhythmus angesetzt. Diese Zwischenergebnisse werden dann im Präsenzseminar bzw. in der Zwischenzeit auch im Forum auf der Lernplattform diskutiert. Darüber hinaus dient das Präsenzseminar dazu, spezifische Erfahrungen in der Bearbeitung von anwendungsorientierten Fragestellungen in einer Gruppe zu ermöglichen, die im virtuellen Raum so nicht gelingen können.

In der ersten Veranstaltung wird ein gedrucktes Skript ausgegeben, das einen Überblick über die insgesamt zu behandelnden Inhalte gibt und einige Beispielaufgaben für den gemeinsamen Einstieg enthält. Alle im Laufe des Kurses notwendigen Theorieelemente, erarbeiteten Materialien und zu bearbeitenden Aufgaben mit Hinweisen werden auf der Lernplattform schrittweise eingestellt. Dazu gehören u. a. Ausschnitte aus Unterrichtsvideos mit spezifischen Diskussionsaufgaben und html-basierte Musterlernumgebungen als Orientierung für die Entwicklung der eigenen Produkte.

Zum Abschluss der Lehrveranstaltung präsentieren die Studierenden Teile ihrer Homepage mit ihren Arbeitsprodukten an zwei Nachmittagen vor Referendaren und Studienseminar- bzw. Fachleitern aus dem Darmstädter Umkreis. Ziel der Präsentation ist, neben der Information der Referendare und einer Präsentationsübung für die Studierenden, dass sich Tandems zwischen Studierenden und Referendaren bilden, die gemeinsam die entwickelten Aufgaben und Konzepte im Unterricht erproben. Eine Betreuung erfolgt durch die Fachleiter vor Ort. Auf diese Weise kann eine für alle Beteiligten motivierende und inhaltlich sinnvoll eingebundene Kooperation zwischen erster und zweiter Ausbildungsphase realisiert werden. Die Erfahrungsberichte werden nachträglich in die Homepage eingefügt.

⁹ www.amustud.de

¹⁰ www.madaba.de

3 Zum Konzept der Lehrveranstaltung

Dieser Veranstaltung liegt ein weites Verständnis von einem anwendungsorientierten Mathematikunterricht zugrunde, der sich überwiegend über das Arbeiten mit geeigneten Aufgaben realisiert. Arbeiten mit Aufgaben meint hier alle einschlägigen Lehrtätigkeiten wie das Auswählen, Entwickeln, Anordnen, Stellen, Variieren, Reflektieren und Beurteilen von Aufgaben einschließlich der Art der Begleitung des Aufgabenbearbeitungsprozesses sowie der Gestaltung der Auswertungsphase, (vgl. Bruder 2003b). Aufgaben werden hier ebenfalls weit verstanden als Aufforderungen zum Lernhandeln.

3.1 Ziele der Veranstaltung

In den an Weinert (1999) orientierten drei Kategorien – *Intelligentes Wissen*, *Handlungskompetenzen* und *Metakompetenzen* – werden mit der Lehrveranstaltung folgende Ziele verfolgt:

- Intelligentes Wissen
 - begriffliche Vorstellungen von anwendungsorientierten Aufgaben mit unterschiedlichen Kontextformaten
 - konzeptionelle Vorstellungen von anwendungsorientiertem Mathematikunterricht
 - Kenntnis der erforderlichen Teilhandlungen des Bearbeitens anwendungsorientierter Aufgaben und methodischer Möglichkeiten, diese Teilhandlungen gezielt auszubilden (Modellieren und Problemlösen lernen)
 - Kenntnis über Schwierigkeitsmerkmale von anwendungsorientierten Aufgaben in der Schülerwahrnehmung
 - Kenntnis über Möglichkeiten effektiver Lehrer-Schüler-Interaktionen und entsprechende Schwierigkeiten in den drei Konzeptvariationen anwendungsorientierten Mathematikunterrichts
 - Kenntnis über Möglichkeiten der Beurteilung und Bewertung von Schülerleistungen im anwendungsorientierten Mathematikunterricht
 - Kenntnis über Möglichkeiten der Lernunterstützung im anwendungsorientierten Mathematikunterricht mit neuen Medien und Technologien – insbesondere Kenntnisse zum Aufbau einer nutzerfreundlichen Homepage und zur methodischen Aufbereitung von netzbasierten Lernumgebungen³

³ Dieses Ziel wurde bisher als freiwilliges Lernziel angeboten und soll in den nächsten Jahren noch stärker berücksichtigt werden.

- Handlungskompetenzen
 - Beispiele für anwendungsorientierte Aufgaben angeben, auswählen, kritisch reflektieren und selbst entwickeln können
 - Beispiele für die Gestaltung von anwendungsorientiertem Mathematikunterricht in mindestens zwei Variationen angeben, auswählen und selbst entwickeln bzw. aufbereiten können
 - Analysekompetenz für anwendungsorientierten Mathematikunterricht (Videoauswertung)
 - Befähigung zur effektiven Lehrerinstruktion beim Auffordern zu Lernhandlungen und für das Einstiegsmanagement eines anwendungsorientierten Mathematikunterrichts
- Metakompetenzen
 - Entwicklung eines ausgewogenen, ganzheitlichen Bildes von Mathematik in Relation zum Alltag und von entsprechender Unterrichts- und Aufgabenqualität
 - Stärken und Schwächen anhand von Videoaufzeichnungen in eigenen Präsentationssituationen erkennen (Selbstreflexionsfähigkeit)

3.2 Lernmethodik

Im Folgenden wird exemplarisch gezeigt, mit welchen Lerninhalten und anhand welcher Aufgabenstellungen die Studierenden schrittweise befähigt werden sollen, die gestellten Ziele zu erfüllen und die angestrebten Arbeitsprodukte zu entwickeln. Dabei ist das Zusammenspiel von Präsenzphasen und E-Learning-Elementen mit einer spezifischen Funktion für den Lernprozess von besonderer Bedeutung.

Zu Beginn der *ersten Veranstaltung* steht eine kurze Vorstellung und Diskussion des Veranstaltungskonzeptes mit der Entwicklung des Arbeitsprogramms über das gesamte Semester (alle Studierenden waren vorab über e-Mail und die Lernplattform bereits informiert). Dann werden Trends und Entwicklungen des Mathematikunterrichts bezüglich Anwendungsorientierung vorgestellt und aktuelle Probleme beschrieben. Es wird eine begriffliche Fixierung für anwendungsorientierte Aufgaben und einen entsprechenden Unterricht vorgenommen.

Anschließend findet ein „Rundgang mit der Mathematikbrille“ um das Unigebäude statt, um Ideen zu sammeln, wo in unserer Umwelt überall Mathematik „versteckt“ ist. Diese Selbsterfahrung wird bezüglich ihrer analogen Einsatzmöglichkeit in der Schule diskutiert.

Die erste Hausübung zum Thema „Anwendungsorientierte Aufgaben mit Realitätsbezug“ (wie alle Hausübungen für einen Zeitraum von 14 Tagen) lautet:

Bitte beantworten Sie zunächst (knapp und aussagekräftig) folgende Fragen:

1. Warum gehören solche Aufgaben in den Mathematikunterricht aller Schulstufen?
2. Welche Anforderungen stellen Sie an solche Aufgaben?
3. Welche Schwierigkeiten könnte es geben, solche Aufgaben im Mathematikunterricht einzusetzen? Was vermuten Sie?
4. Führen Sie eine Internetrecherche und Literaturrecherche durch [...] zu Beispielen für *gute* realitätsbezogene Aufgaben und zu Gegenbeispielen (mit Begründung, was jeweils gut und was weniger gelungen ist an den Aufgaben). Da es dazu bereits sehr viel Material gibt, versuchen Sie jeweils zwei gute und zwei weniger gute Aufgabenbeispiele für die S I und ebenso für die S II zu finden. Wählen Sie aber bitte mindestens zwei Aufgaben auch aus Lehrbüchern oder anderen Druckerzeugnissen aus.
5. Erfinden Sie selbst eine „gute“ realitätsbezogene Aufgabe und geben Sie mögliche Lösungen dafür an. Es sollte eine Aufgabe sein, die auch in www.madaba.de eingestellt werden könnte.

Posten Sie Ihre Arbeitsergebnisse bis zum Vortag der Seminarsitzung in das Forum und stellen Sie sich auf eine kurze Vorstellung ihrer Statements im Seminar ein.

Anhand der eingestellten Ergebnisse konnten wir vor der Veranstaltung auswählen, wer seine Überlegungen allen anderen im Seminar vorstellen sollte, denn für alle Beiträge reicht die Zeit nicht. Die besonders originellen Aufgabenerfindungen werden mit der Veröffentlichung in der Aufgabendatenbank *madaba* gewürdigt. Alle Studierenden erhalten ein individuelles Feedback per E-Mail.

Die *zweite Hausübung* zum Thema „Analyse von Unterricht mit realitätsbezogenen Aufgaben“ lautet:

Im Skript finden Sie den Abdruck einer Verlaufsbeschreibung zu einer Unterrichtsstunde zu einer anwendungsorientierten, offenen Aufgabe und dazu einen Videoausschnitt auf der Plattform. Arbeiten Sie die Verlaufsbeschreibung dieser Unterrichtsstunde sorgfältig durch und beantworten Sie dann die folgenden Fragen.

1. Was gefällt Ihnen gut und was weniger gut an dieser Stunde? Tauschen Sie Ihre Statements im Forum aus – es wird erwartet, dass sich jede(r) wenigstens einmal äußert bzw. auf Statements reagiert!
2. Erarbeiten Sie sich jetzt Kriterien für eine theoriegestützte Analyse anwendungsorientierter Unterrichtsstunden. Sie können kooperieren, indem Sie z. B. eine kurze Inhaltsangabe aus der von Ihnen gefundenen Literatur ins Forum stellen, dann können auch andere davon profitieren. Stellen Sie Ihren Kriterienkatalog ins Forum ein!
3. Analysieren Sie die Aufgabe aus der Unterrichtsstunde [...] mit Hilfe der zur Lösung erforderlichen Schülertätigkeiten. Tauschen Sie sich darüber im Forum aus!
4. Suchen Sie sich eine beliebige zumindest ansatzweise realitätsbezogene Aufgabe aus einem Mathematikerlehrbuch aus und variieren Sie die Aufgabe einmal nach dem *Blütenmodell* und einmal nach dem *Trichtermodell* offener Aufgaben! Posten Sie Ihre Beispiele in das Aufgabenforum. Gegenseitige Kommentare sind erwünscht!

Mit der *dritten Hausübung* wurden folgende Aufgaben gestellt:

In dieser Hausübung haben Sie die Möglichkeit, Mustermodellierungen aus ganz unterschiedlichen Bereichen kennen zu lernen mit dem Ziel, Vorstellungen über mögliche Herangehensweisen zu gewinnen und schließlich Ideen zu formulieren, mit welchem speziellen Anwendungsfeld Sie sich in der nächsten Zeit beschäftigen möchten.

Arbeiten Sie das Theoriekapitel 4.1 durch mit der Aufbereitung des Themenfeldes Mittelwerte (Bruder 2005) sowie das Theoriekapitel 4.2 zur Brückenmodellierung.

Dann bearbeiten Sie die folgenden Fragen:

1. Welche Unterschiede sehen Sie in den beiden dargestellten Konzepten? Posten Sie Ihre Sichtweise im Forum!
2. Suchen Sie nach einem geeigneten Themenfeld, das Sie bis zum Ende der Lehrveranstaltung ausgiebig verfolgen möchten. Skizzieren Sie erste Ideen, was Sie daran untersuchen wollen und posten Sie eine Ideenskizze ins Forum. Dann können die anderen gleich feststellen, welche Themenfelder schon „vergeben“ sind. Sie können dieses Themenfeld aber auch zu zweit bearbeiten! Wie eine solche Ideenskizze aussehen könnte, finden Sie im Beispiel „Ideenskizzen – Muster“ auf der Lernplattform.

In der *vierten Hausübung*, der letzten vor der Entwicklung der eigenen Arbeitsprodukte, geht es um das Durcharbeiten einer Lernumgebung zur Unterrichtsvorbereitung für Lehrkräfte zum Thema *Kirchenfenster*¹¹. Diese html-Umgebung enthält alle Elemente einer professionellen fachlichen Unterrichtsvorbereitung für dieses Thema und kann als Muster für die eigene Vorbereitung dienen. Zum inzwischen gewählten eigenen Thema sollte dann noch eine Einstiegsmotivation entwickelt werden, die im Seminar allen anderen vorgestellt wird. Die Videoaufnahme dieser Präsentation wird mit den einzelnen Studierenden individuell ausgewertet.

4 Lern- und Arbeitsergebnisse der E-Learning-Veranstaltung

Zum Ende der Veranstaltung wurde eine *Evaluation in Form einer Studierendenbefragung* vorgenommen. Hierbei ging es um Akzeptanz, Erwartungen, Probleme und Schwierigkeiten in der Lehrveranstaltung bzw. mit den E-Learning-Elementen sowie um differenzierte Selbsteinschätzungen zum eigenen Lernaufwand und Lernzuwachs.

Alle Studierenden brachten in der Evaluation zum Ausdruck gebracht, dass sie auch viel Lernzeit in diese Veranstaltung investiert haben, meist mehr als erwartet wurde. Sie schätzen sich selbst als hoch motiviert für diese Veranstaltung ein und stellen übereinstimmend fest, dass ihre Berufsmotivation weiter gestärkt wurde und sie einen hohen Lernzuwachs in verschiedenen Bereichen für sich verbuchen kön-

¹¹ Diese Lernumgebung wurde von Jan Schuster im Rahmen seiner wissenschaftlichen Hausarbeit erstellt.
http://home.arcor.de/jan_schuster/kirchenfenster/

nen. Sie sehen als Ursache für diesen Erfolg neben dem Praxisbezug der Veranstaltung vor allem die klare Ergebnis- und Produktorientierung. Im Internet sowie in der Abschlussveranstaltung möchte jeder eine akzeptable Leistung präsentieren.

Das Blended-Learning-Konzept besitzt eine hohe Akzeptanz unter den Studierenden wegen der zeitlichen Flexibilität und der Möglichkeit, im Präsenzseminar in eine direkte Kommunikation zu treten. Nach wie vor werden Fragen an die Dozenten lieber direkt gestellt (besonders von den Quereinsteigern im beruflichen Lehramt, die bereits einen Beruf gelernt haben), und es wird der persönliche Kontakt gesucht – auch zu den Mitstudierenden.¹²

Für die Diskussion von Texten, Aufgaben, Videos hat sich ein gestuftes Format inzwischen als am meisten konsensfähig und effektiv für die Studierenden erwiesen: Zunächst schaut sich jeder selbst die Inhalte zu Hause auf dem Rechner an, postet Statements ins Forum und im nächsten Seminar wird die Diskussion reflektiert und gemeinsam zusammen gefasst. Insbesondere für die Videoanalysen ist dieses Vorgehen wichtig, weil eine Gruppendiskussion in der Präsenzphase gleich nach dem ersten Ansehen oft in oberflächlichen Wahrnehmungen stecken bleibt und zurückhaltende Studierende ihre Meinungen nicht artikulieren bzw. sich leichter durch bereits geäußerte Statements beeinflussen lassen. Hier erweist sich die Distanz in der Arbeit mit den digitalen Medien als lernförderlich.

Das Posten von Zwischenergebnissen im Rahmen der Hausübungen hatte für viele Studierende eine starke Orientierungswirkung. Sie konnten bereits vor der Seminarpräsentation im Forum nachsehen, was die anderen entwickelt haben, und ihr eigenes Statement für das Seminar noch einmal verbessern und anreichern – vor der Veranstaltung.

Ein grundsätzliches Problem, das jedoch wenig mit den neuen Medien zu tun hat, ist die Qualität der Argumentationen der Studierenden. Es ist immer wieder mühsam, eine theoriegestützte Diskussion in Gang zu setzen – erfahrungsbasierte, oberflächliche Argumentationen bleiben lange dominant. Ein modularisiertes Theorieangebot auf der Lernplattform, das im Präsenzseminar nur in kurzen Stichworten vorgestellt und dann anhand von konkreten Beispielen entwickelt wird, scheint hier erfolgversprechend zu sein.

Von besonderem Interesse ist natürlich die *Qualität der Arbeitsprodukte der Studierenden*, die auf der Homepage¹³ dokumentiert und dort auch frei verfügbar sind. Die Entwicklung einer eigenen Homepage führte dazu, dass die Studierenden besondere Sorgfalt aufwandten, weil sie sich der Öffentlichkeit stellen mussten, und

¹² Der insgesamt hohe Betreuungsaufwand für ein solches Seminar durch die beteiligten Lehrkräfte relativiert sich etwas durch die auch hier vorhandene zeitliche Flexibilität.

¹³ www.amustud.de

stärkte ihr Selbstvertrauen deutlich. Zwar ließe sich aus der Sicht von Gütekriterien für Internetplattformen noch einiges verbessern – aber die Zielschwerpunkte lagen zunächst in anderen Bereichen.

Bei der Beurteilung von Arbeitsprodukten in der Lehreraus- und -fortbildung lassen sich verschiedene Ebenen theoretischer Fundierung bzw. Orientiertheit im Sinne von Galperin (1967) unterscheiden. Von besonderer Bedeutung ist die Frage nach der Transferfähigkeit von Handlungsorientierungen. Eine für nachhaltiges Lernen geeignete Lernumgebung in einer Lehrveranstaltung würde dann solche Lernaufforderungen beinhalten, mit denen die Lernenden die Möglichkeit erhalten, nicht nur etwas auszuprobieren sondern tragfähige Musterbeispiele für Problemlösungen kennen zu lernen und darüber hinaus durch Reflexion der verwendeten Theorieelemente und Vorgehensstrategien innerhalb eines Themen- oder Kompetenzfeldes eine transferfähige *Feldorientierung* zu erwerben.

Es kann festgestellt werden, dass etwa der Hälfte der Studierenden Eigenproduktionen zu einem anspruchsvollen anwendungsorientierten Mathematikunterricht gelangen. Das ist ein deutlich höherer Anteil als in Lehrerfortbildungen über ein halbes Schuljahr mit ähnlichen Intentionen. Die Bereitschaft, theoretische Grundlagen für die eigene Arbeit zu nutzen, ist unter den Lehramtsstudierenden auch noch deutlich höher als bei den schon langjährig praktizierenden Lehrkräften. Die andere Hälfte der Studierenden hat noch Mühe, aus ihren bereits fest gefahrenen Vorstellungen über eine „schöne Rechenaufgabe“ herauszukommen und mit den Kontexten und mathematischen Inhalten freier umzugehen. Hier sind in den Eigenproduktionen oft Adaptionen zu bereits als Muster gegebenen Aufgaben und Unterrichtsskizzen zu erkennen.

Eine Erprobung der entwickelten Ideen durch die Studierenden hat im WS 2004/2005 erstmals stattgefunden. Die Hälfte der Konzepte wurde bereits in verschiedenen Varianten ausprobiert – für die anderen muss noch der geeignete Unterrichtszeitpunkt abgewartet werden. Diese Kooperation mit der 2. Ausbildungsphase wurde von allen Beteiligten als besonders wertvoll herausgestellt. Im kommenden Wintersemester werden deshalb die Referendare bereits in die Themenfindung mit einbezogen, um eine praktische Erprobung an den Schulen auch sicher stellen zu können.

Im neuen Ausbildungskonzept nach dem aktuellen hessischen Lehrerbildungsgesetz wird die Veranstaltung „Anwendungsorientierter Mathematikunterricht“ als Blended-Learning-Konzept ihren festen Platz behalten und den jeweiligen Voraussetzungen angepasst werden.

Literatur

- Arnold, P./Kilian, L./Thilloßen, A./Zimmer, G. (2004): E-Learning. Handbuch für Hochschulen und Bildungszentren. BW-Verlag: Nürnberg
- Bruder, R. (2005): Ein aufgabenbasiertes anwendungsorientiertes Konzept für einen nachhaltigen Mathematikunterricht – am Beispiel des Themas „Mittelwerte“. In: Henn, H.-W./Kaiser, G. (2005) (Hrsg.): Mathematikunterricht im Spannungsfeld von Evolution und Evaluation. Festschrift für Werner Blum. Franzbecker: Hildesheim
- Bruder, R. (2003a): Internetgestützte Lernumgebungen für die Lehramtsausbildung. In: Beiträge zum Mathematikunterricht 2003, 157–160
- Bruder, R. (2003b): Konstruieren – auswählen – begleiten. Über den Umgang mit Aufgaben. In: Ball, H. u. a. (2003) (Hrsg): Aufgaben. Lernen fördern – Selbstständigkeit entwickeln. Friedrich Jahresheft XXI 2003. Friedrich: Seelze, 12–15
- Gallin, P./Ruf, U. (1998): Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik, Kallmeyer: Seelze
- Galperin, P. J. (1967): Die Psychologie des Denkens und die Lehre von der etappenweisen Ausbildung geistiger Handlungen. In: Budilova, E. A. u. a. (1967) (Hrsg): Untersuchungen des Denkens in der sowjetischen Psychologie. Berlin: Volk und Wissen, 81–119
- Weinert, F. E. (1999): Die fünf Irrtümer der Schulreformer. Welche Lehrer/innen, welchen Unterricht braucht das Land? In: Psychologie heute 26(7), 28–34

Anschrift der Verfasserin

Prof. Dr. Regina Bruder
TU Darmstadt
FB Mathematik
AG Fachdidaktik der Mathematik
Schlossgartenstr. 7
64289 Darmstadt
bruder@mathematik.tu-darmstadt.de