

KRISTINA REISS, München, MANFRED PRENZEL, München, HANS-DIETER RINKENS, Paderborn, JÜRIG KRAMER, Berlin

Konzepte der Lehrerbildung

Die Lehramtsausbildung ist im Gespräch. An vielen Universitäten hat es in den letzten Jahren Initiativen gegeben, zukünftige Lehrerinnen und Lehrer besser auf ihren Beruf vorzubereiten. In diesem Schnittstellensymposium wurden exemplarisch Konzepte diskutiert, die sich mit der Ausbildung von Lehrkräften am Gymnasium beschäftigen. Gemeinsam ist allen Konzepten das Ziel einer besseren Verzahnung von Fachwissenschaft und Fachdidaktik Mathematik insbesondere auch durch die Betonung von schulrelevantem Wissen und professionsbezogenen Kompetenzen. Daneben spielt auch die Aufbereitung eine wichtige Rolle, sodass universitäre Lehre zumindest teilweise auch ein Vorbild für den schulischen Unterricht sein könnte.

Im Folgenden soll eine kurze Zusammenfassung der einzelnen Beiträge einen Überblick über den konkreten Stand der Dinge geben. Dabei ist Vieles *work in progress*, auf deren Fortsetzung man sicher gespannt sein darf.

Mathematik Neu Denken

Albrecht Beutelispacher (Gießen) und Rainer Danckwerts (Siegen)

Das Projekt „Mathematik Neu Denken“ legt 2010 seine Empfehlungen zur Neuorientierung des gymnasialen Lehramtsstudiengangs vor, die im Rahmen der Diskussionen einer nationalen Expertengruppe (Beutelispacher, Gießen, Danckwerts, Siegen, Hefendehl-Hebeker, Essen, Neubrand, Oldenburg, Nickel, Siegen, Sjuts, Osnabrück, Walther, Gießen) entstanden sind.

Während die PISA-Studie einen starken Impuls für die Weiterentwicklung des Mathematikunterrichts brachte, ist inzwischen auch die fachbezogene Lehrerbildung im Blickpunkt des öffentlichen Interesses. Wissenschaftliche Studien belegen hier, dass die universitäre Phase der Lehrerbildung dringend neuer Impulse bedarf. In besonderem Maße gilt dies für das gymnasiale Lehramt, da es hier traditionell nur unzureichend gelingt, den berechtigten Interessen nach fachbezogener Professionalität Rechnung zu tragen: Das Fachstudium hinterlässt nur wenig Spuren, da insbesondere die Verbindung zur Schulmathematik kaum sichtbar ist und die Fachdidaktik als wenig verbunden mit der Fachwissenschaft wahrgenommen wird. Die einseitig instruktionsorientierten Lehr- und Lernformen unterstützen überdies die Professionsorientierung nur schlecht. Die Pilotphase des Projekts „Mathematik Neu Denken“ (2005-2008) hatte das Ziel, die Verbindung

zwischen Fach- und Berufsfeldbezug in einem begrenzten Rahmen – dem ersten Jahr des Grundstudiums – deutlich werden zu lassen.

Im Zentrum der vorliegenden Empfehlungen steht die Überzeugung, dass angehende Gymnasiallehrkräfte eine aktive Beziehung zur Mathematik als Wissenschaft und als Kulturgut haben müssen, um das Fach im Unterricht und darüber hinaus souverän vertreten zu können. Ziel der Lehrerbildung muss es sein, zum Aufbau eines angemessenen und belastbaren „Mathematischen Weltbildes“ beizutragen. Dafür muss das Fachstudium Erfahrungen ermöglichen, die neben einer fachmathematischen Seite auch zur Reflexion über Wesen und Bildungswert, die zentralen Ideen und Aufgaben des Fachs und über das Lehren und Lernen von Mathematik Anlass geben.

Daher wird dafür plädiert, bei einer Neuorientierung des Studiengangs – neben einer soliden fachwissenschaftlichen Ausbildung, konzipiert als authentische Begegnung mit Mathematik – auf folgende fach- und professionsbezogene Elemente zu setzen, nämlich auf

- eine starke elementarmathematische Komponente, die nach Möglichkeit an schulmathematische Erfahrungen anknüpft und Forschungserfahrungen „im Kleinen“ ermöglicht,
- eine Begegnung mit dem Reichtum der Disziplin, die zur Reflexion der für die Mathematik typischen Denk- und Arbeitsweisen anregt,
- Erfahrungen mit einer „Schulmathematik vom höheren Standpunkt“ als Schnittstelle zwischen Fachwissenschaft und Fachdidaktik, die in einem Rückblick auf die Oberstufenmathematik eine Standpunktverlagerung ermöglicht und von der vertrauten Beherrschung von Kalkülen zu einer verstehensorientierten begrifflichen Durchdringung führt,
- ein verbindliches Angebot zur historisch-genetischen oder philosophischen Reflexion über Mathematik,
- eine fachdidaktische Komponente, die eigene Forschungsparadigmen hat und neben dem Schwerpunkt, mathematische Inhalte zugänglich zu machen, einen Akzent auf die Lernerperspektive setzt, diagnostische Fragestellungen einbezieht und bildungstheoretische Aspekte umfasst.

Methodisch kommt es darauf an, Formen des Lehrens und Lernens zu bevorzugen, die Studierende in der eigenaktiven Konstruktion ihres Wissens nachhaltig unterstützen. Nur so werden die künftigen Mathematiklehrerinnen und -lehrer in der Lage sein, auch bei ihren Schülerinnen und Schülern prozessbezogene Kompetenzen zu entwickeln.

Die Empfehlungen sind abschließend in einem idealtypischen Studienplan konkretisiert, der auch unter vergleichsweise traditionellen Bedingungen realisierbar erscheint.

Mathematik Besser Verstehen

*Lisa Hefendehl-Hebeker, Christoph Ableitinger & Angela Herrmann
(Essen)*

Das von der Deutsche Telekom Stiftung unterstützte Projekt „Mathematik Besser Verstehen“ entwickelt ein Begleitprogramm für Studienanfängerinnen und Studienanfänger des Lehramts Mathematik an der Universität Duisburg-Essen. Die Studierenden fühlen sich zu Beginn ihres Studiums oft durch die Umstellung von der Schul- zur Universitätsmathematik - vor allem durch den sprunghaft ansteigenden Abstraktionsgrad - überfordert. Dieser „Abstraktionsschock“, die damit verbundene Sinnfrage der Lehramtsstudierenden „Warum muss ich das für meinen späteren Beruf überhaupt wissen?“ und auch das Gefühl, von Seiten der Universität allein gelassen zu werden, münden oftmals in Studienunzufriedenheit. Aber auch von den Dozentinnen und Dozenten hört man Klagen über das heterogene fachliche Niveau, das die Studierenden aus den Schulen mitbringen.

Ziel des Projekts ist, diesen Problemen gegenüber zu treten und den Studierenden der ersten beiden Semester vor allem Unterstützung auf fachlicher Ebene anzubieten. Des Weiteren soll die Kommunikation unter den Studierenden gestärkt und der Übungsbetrieb strukturell wie inhaltlich den Bedürfnissen besser angepasst werden. Parallel dazu soll die Schnittstelle zwischen Schule und Universität erforscht werden, indem versucht wird, die von Felix Klein proklamierte „doppelte Diskontinuität“ sowie ihre Ursachen präziser zu beschreiben und Maßnahmen zu entwickeln, die den Studierenden helfen, die Anfangshürden ihres Studiums zu überwinden.

Das Projekt gliedert sich in drei Phasen, nämlich Konzeption und Durchführung, ein revidierter zweiter Durchgang, dann Auswertung und Dokumentation. Im Gegensatz zum Projekt „Mathematik Neu Denken“ der Universitäten Gießen und Siegen soll das Projekt „Mathematik Besser Verstehen“ möglichst wenig Einfluss auf den bestehenden Lehrbetrieb nehmen, jedoch Ideen und Hilfsmittel entwickeln, wie auch Universitäten, die nicht die Möglichkeit separater Veranstaltungen für Lehramtsstudierende haben, die Studieneingangsphase stärker phänomenologisch orientiert und verständnisgeleitet gestalten können.

Die inhaltliche Konzeption des ersten Durchgangs enthält verschiedene Komponenten; die dafür entwickelten Materialien stehen den Studierenden auf einer E-Learning-Plattform zur Verfügung. Zum einen wird Begleitmaterial zu den Vorlesungen entwickelt, das den Studierenden das Durcharbeiten des Vorlesungsstoffs erleichtern soll. Darunter fallen Anleitungen,

Visualisierungen, Beispiele und Selbsttests zu den Kapiteln der Vorlesung. In den Anleitungen werden die Studierenden beispielsweise dazu angehalten, Beweise und Konzepte aus den Vorlesungen Stück für Stück zu analysieren und nachzuvollziehen, die dahinter stehenden Prinzipien zu rekonstruieren und sich diese für spätere Beweise nutzbar zu machen. Zum anderen gibt es die Übungen betreffende Maßnahmen. Auf jedes Übungsblatt der Analysis und der Linearen Algebra wird eine speziell konzipierte Aufgabe gesetzt, die den Schulstoff mit dem Universitätsstoff verbindet, den Fokus auf die spätere Lehrtätigkeit richtet oder zusätzliche Veranschaulichung liefert. Außerdem wurde der Übungsbetrieb in der Analysis zu Beginn und in der Linearen Algebra zur Mitte des Wintersemesters 2009/10 umgestellt: Die von den Studierenden zu bearbeitenden Aufgaben unterteilen sich in Präsenz- und Hausübungen. Außerdem werden zu den Musterlösungen ergänzende Anleitungen online gestellt, in denen vor allem die Ideen, die hinter den Lösungen stehen, herausgearbeitet werden. Diese vielleicht überraschende und etwas seltsam anmutende Maßnahme erschien uns notwendig, da die offiziellen Musterlösungen oft schon relativ viel mathematisches Know-How voraussetzen und so für die Studierenden nur schwer nachvollziehbar sind. Des Weiteren gibt es auf der E-Learning-Plattform ein Diskussionsforum und eine Materialsammlung aller Übungsaufgaben, Musterlösungen und Skripte der beiden Veranstaltungen. Ein wichtiges methodisches Standbein des Projekts ist das „Betreute Arbeiten“ im Lern- und Diskussionszentrum „LUDI“, bei dem sich Studierende mit Tutorinnen bzw. Tutoren und Projektmitarbeiterinnen bzw. Projektmitarbeitern über ihre Fragen und Übungsaufgaben austauschen können.

Gegen Ende des Semesters wurde unter den Studierenden eine Befragung zur Häufigkeit und Art der Nutzung der Projektangebote durchgeführt. Die Ergebnisse können hier nicht präsentiert werden, wir wollen aber exemplarisch einen Studenten zu Wort kommen lassen: „Das Projekt ist sehr hilfreich, und ich bin dankbar dafür. Ich wünschte, ich hätte noch viel mehr Zeit, mir alles anzusehen.“ Hier zeigt sich als eine erste Grenze die knappe Zeit, die den Studierenden für die Nutzung der Angebote zur Verfügung steht. Außerdem können systemimmanente Schwierigkeiten, wie etwa die Größe der Übungsgruppen, nicht behoben werden. Dass auf die Inhalte der Vorlesungen kein Einfluss genommen wird, ist eine programmatische Selbstbeschränkung des Projekts.

Und doch eröffnet das Projekt Chancen, die Frustration unter den Lehramtsstudierenden einzudämmen, Brücken zwischen Schul- und Universitätsmathematik zu schlagen und dem Bedürfnis an Unterstützungsangeboten von Seiten der Studierenden nachkommen zu können.

Impulse für die Lehramtsausbildung: TUM School of Education

Kristina Reiss und Manfred Prenzel (München)

Leider wird die Lehramtsausbildung allzu oft als „fünftes Rad am Wagen der Fachwissenschaft“ gesehen. Entsprechend schlecht (oder besser lieblos) werden künftige Lehrkräfte auf die Anforderungen von Schule und Unterricht vorbereitet. Dieser mangelnde Respekt vor dem Berufsfeld ist sicherlich auch ein Grund für das eher schlechte Image von Lehrerinnen und Lehrern in der Öffentlichkeit. Da es auf der anderen Seite aber an Lehrkräften gerade in der Mathematik und den Naturwissenschaften mangelt, hat die Technische Universität München mit der TUM School of Education ein Projekt auf den Weg gebracht, das explizit auf die Verbesserung der Ausbildungsqualität ausgerichtet ist und das Lehramtsstudium in den MINT- Bereichen attraktiv machen soll.

Ein wesentlicher Aspekt ist dabei, dass Studierende im Rahmen der Lehramtsausbildung ihre Expertise mit einem deutlichen Berufsfeldbezug entwickeln können. Es geht somit darum, fachliche, fachdidaktische und pädagogische Kompetenzen gleichermaßen und aufeinander abgestimmt zu entwickeln. Es soll so ein breites und vielfältig anwendbares Wissen aufgebaut werden, wobei Gelegenheiten zum Sammeln von Erfahrungen, zum Üben und Reflektieren gegeben werden und Rückmeldung ein wichtiger Bestandteil ist. Wesentliche Komponenten sind die Vermittlung von *Wissen*, das sich auf das Fach, die Fachdidaktik, die Pädagogik und die Psychologie bezieht, von *Routinen* wie Muster der Unterrichtsführung, Skripts oder das Handeln in Problemsituationen sowie eines *Berufsethos*, der Engagement, Reversibilität, Fürsorge und die Fähigkeit zum Diskurs umfasst. Die Ausrichtung auf das Berufsfeld umfasst die Thematisierung des Wissensbedarfs für die Handlungsebene von Lehrkräften, der Bedingungsfelder von Unterricht und Schule, des Umgangs mit wichtigen und häufigen Entscheidungssituationen und typischen, gravierenden Problemkonstellationen sowie des Wechselspiels von Wissen, Routinen und Berufsethos. Auch zentrale Aspekte der Professionalität von Lehrkräften (z.B. Standards, Zusammenarbeit, Qualitätssicherung) sind hier von Bedeutung.

Ein wesentliches Merkmal der TUM School of Education ist die explizite Verzahnung von Fach und Fachdidaktik bzw. Fachdidaktik und Erziehungswissenschaft im Curriculum. In Bezug auf die Mathematik heißt das konkret, dass von Anfang an schulbezogene Themen und die klassischen Vorlesungsinhalte etwa von Linearer Algebra, Analysis, Algebra, Geometrie oder Wahrscheinlichkeitstheorie aufeinander bezogen werden. Umge-

setzt wird so ein kumulativer Wissenserwerb, der eine Voraussetzung für solide und gut vernetzte Kompetenzen ist. Mindestens eine der beiden Anfangsvorlesungen in der Mathematik wird speziell für Studierende im Lehramt an Gymnasien angeboten, beide Vorlesungen werden durch die genannten schulbezogenen Vertiefungen ergänzt.

Forschung und Lehre werden an der TUM School of Education als Einheit gesehen. Dabei ist das Themenspektrum breit und reicht über die Beschäftigung mit dem Unterricht an Schulen und Hochschulen etwa in Bezug auf Muster, Wirkungen und Innovationen sowie Fragen von Kompetenzentwicklung und Assessment über Untersuchungen zu Lehrkräften bzw. allgemein dem pädagogischen Personal zur Betrachtung der Schule bzw. außerschulischer Lernorte. Dabei geht es um Diagnose im weitesten Sinn genauso wie um Interventionen oder Fragen von Qualitätsentwicklung oder um Bildungskonzepte und Lerneffekte.

Die Philosophie der TUM School of Education ist im Grunde sehr einfach. Jede Universität braucht interessierte und motivierte Studierende, denn nur aus ihnen können exzellente Absolventinnen und Absolventen werden. Solche Studentinnen und Studenten bekommt man gerade im MINT-Bereich nur, wenn bereits in den Schulen die richtigen Weichen gestellt werden. Es ist einsichtig, dass hier den Lehrkräften eine ganz wichtige Rolle zukommt. In diesem Sinn ist eine gute Lehramtsausbildung auf jeden Fall eine notwendige und lohnende Investition.

Fachinhaltliches Wissen und Können für fachdidaktisches Handeln verfügbar machen - Ergänzungsvorschläge für eine professionsorientierte fachinhaltliche Mathematik-Lehrerbildung

Susanne Prediger (Dortmund)

Der Vortrag gab eine Einordnung verschiedener didaktischer Orientierungen für die Weiterentwicklung der fachinhaltlichen Lehrerbildung und betonte einen bisher nicht konsequent mitgedachten Aspekt der Ausrichtung an didaktischer Handlungsfähigkeit. Vorrangig sind derzeit

1. Orientierung an der Reparatur noch nicht tragfähigen schulmathematischen Wissens
 - im Sinne des Nachholens: Lücken in didaktisch wichtigen Aspekten der Schulmathematik sollen gestopft werden (z.B. inhaltliche Vorstellungen, Anwendungen, systematischer Aufbau, ...),
 - im Sinne des eigenen Erlebens: Künftige Lehrkräfte sollen Mathematiktreiben so erleben, wie es didaktisch wünschenswert ist für

Schule (mathematische Grunderfahrungen in ganzer Breite, Prozessbezug, ...).

2. Orientierung an der Vertiefung schulmathematischen Wissens
 - im Sinne der Fundierung: Fachliche Grundlagen sollen erworben werden, um Schulmathematik vom höheren Standpunkt zu begreifen (z.B. Perspektiverweiterung, Präzisierung, Absicherung durch Axiomatik, breitere Anwendbarkeit durch implizite Definitionen ...),
 - im Sinne der Anschlussfähigkeit: Künftige Lehrkräfte sollen erleben, wie Hochschulmathematik aus Schulmathematik erwächst (z.B. Prozesse der Verallgemeinerung, Stufen der Exaktheit, ...).
3. Hinzu kommen sollte als weitere Orientierung die Restrukturierung (im Sinne von Hentigs), mit der die curriculare Diskussion für die fachinhaltliche Ausbildung auch an dem Ziel der didaktischen Handlungsfähigkeit ausgerichtet sein sollte. Künftige Lehrkräfte sollen, so die mit empirisch erprobten Beispielen im Vortrag konkretisierte Forderung, fachinhaltliches Wissen und Können so erwerben, dass es nutzbar ist für späteres didaktisches Handeln.

Mathematik-Lehrerbildung: HU-Modell

Jürg Kramer und Elke Warmuth (Berlin)

Als fundamentale Probleme der Lehrerbildung stellen sich nach wie vor das von Felix Klein bereits 1908 konstatierte „Problem der doppelten Diskontinuität“ sowie das Problem der Sinngebung, das René Thom 1973 mit den folgenden Worten beschrieb: „The real problem which confronts mathematics teaching is not that of rigour, but the problem of the development of ‚meaning‘, of the ‚existence‘ of mathematical objects.“

Die Lehrerausbildung an der Humboldt-Universität zu Berlin verfolgt das Ziel, die Kleinsche doppelte Diskontinuität zu überwinden sowie durch eine verstärkte Sinngebung die Praxisorientierung in der Lehrerbildung zu stärken und sieht folgende Leitlinien als erfolgversprechend auf dem Wege zur Erreichung dieser Ziele an:

- enge Kooperation von Schule und Universität,
- Einheit der Lehrerausbildung von der 1. bis zur 3. Phase,
- Verzahnung der Fachwissenschaft Mathematik mit der Schulmathematik und der Fachdidaktik.

Diese Leitlinien werden institutionell und projektgebunden verfolgt.

Auf institutioneller Ebene sind zu nennen:

1. Einführung konsekutiver Lehramtsstudiengänge an der Humboldt-Universität (in Kraft seit 2004). In diesen Lehramtsstudiengängen wurden neue Module an der Schnittstelle von Mathematik und Fachdidaktik eingeführt, z. B. Arithmetik und ihre Didaktik, Elementargeometrie und ihre Didaktik, Stochastik und ihre Didaktik. Darüber hinaus finden lehramtsspezifische Vorlesungen im Grundstudium Mathematik statt, z. B. Analysis I, II, Lineare Algebra I, II.
2. Kooperation mit Schulen, insbesondere dem Berliner Netzwerk mathematisch-naturwissenschaftlich profilierter Schulen. Das seit 2001 auf Basis einer Zielvereinbarung mit dem Berliner Senat arbeitende Netzwerk von derzeit vier Berliner Gymnasien fördert mathematisch begabte und interessierte Schülerinnen und Schüler ab der 5. Klasse. Elemente der Förderung sind u. a. die Arbeit nach speziellen Rahmenlehrplänen, der Unterricht durch Hochschulangehörige an den Schulen, die Anerkennung von besonderen Schulleistungen als Studienleistungen.
3. Jährlich fünf Lehrerabordnungen an das Institut für Mathematik der Humboldt-Universität zu Berlin. Diese Abordnungen dienen dem gegenseitigen Austausch von Wissen und Erfahrungen und werden insbesondere von den Studierenden sehr geschätzt.

Auf Projektebene sind wir in folgenden Feldern aktiv:

1. Bereich „Education“ des DFG-Forschungszentrums MATHEON mit den Projekten „Current mathematics at schools“, „Teachers at universities“, „Industry-driven applications of mathematics in the classroom“, Sommerschulen „Lust auf Mathematik“.
2. „Mathematik Anders Machen“, der bundesweiten praxisorientierten Lehrerfortbildung, gefördert von der Deutsche Telekom Stiftung.
3. Humboldt-ProMINT-Kolleg, einem ebenfalls von der Deutsche Telekom Stiftung geförderten Projekt zur neuen Professionalisierung der Lehrerbildung.

Kompetenzentwicklung in der Mathematik-Gymnasiallehrer- ausbildung – eine empirische Studie an fünf deutschen Universitäten

Gabriele Kaiser, Nils Buchholtz, Björn Schwarz (Hamburg), Sigrid Blömeke, Rainer Lehmann, Ute Suhl (Berlin), Johannes König (Köln), Hans-Dieter Rinkens (Paderborn)

Der Beitrag erscheint an anderer Stelle in diesem Band.