

Aktive Mathematik für Lehrerinnen und Lehrer

Antrag auf Förderung eines Studienreformprojekts

Prof. Dr. Andreas Unterreiter* und Dr. Etienne Emmrich
Technische Universität Berlin
Fakultät II, Institut für Mathematik
Arbeitsgruppe Modellierung, Numerik, Differentialgleichungen
Sekt. MA 6-3, Straße des 17. Juni 136, 10623 Berlin
Telefon: (030) 314-24884 (-24351), Fax: (030) 314-21110
{unterreiter, emmrich}@math.tu-berlin.de

26. März 2004

Inhalt

1	Zusammenfassung	3
2	Ausgangssituation	3
2.1	Mathematik in der Lehrerbildung	5
2.2	Mathematik in der Praxis	5
2.3	Mathematik in der Schule	6
3	Fernziel: Schwerpunktverschiebung im Mathematikunterricht	6
3.1	Intention und Gegenstand	6
3.1.1	Mathematik als Technologie	6
3.1.2	Mathematik als Kulturgut	6
3.1.3	Mathematik als Schule des Denkens	7
3.1.4	Fazit	7
3.2	Pädagogisch-didaktische Aspekte	7
4	Gegenstand und Durchführung des Reformvorhabens	8
4.1	Modellierungsseminare und Projektkurse	8
4.1.1	Projektthemen	9
4.1.2	Projektkataloge und Dokumentation	11
4.2	Arbeitsprogramm	11

*Vorsitzender des Prüfungsausschusses für das Lehramt Mathematik der TU Berlin und Mitglied der Facharbeitsgruppe Mathematik zur Reform des Lehramtsstudiums an den Berliner Universitäten.

5	Vorarbeiten	12
5.1	Pilotseminar im Wintersemester 2003/2004	12
5.2	Planungen für das Sommersemester 2004	13
5.3	Internetauftritt	13
6	Einordnung in Studien- und Prüfungsordnungen	14
6.1	Derzeit geltende Bestimmungen	14
6.2	Ausblick: Bologna-Prozeß	14
7	Einordnung in die Berliner Lehrlandschaft	14
7.1	Kooperationen	14
7.1.1	Sozialpädagogisches Institut Berlin	14
7.1.2	Arbeitsgruppe Modellierung, Numerik, Differentialgleichungen und Projektgruppe Praktische Mathematik (PPM)	15
7.1.3	DFG-Forschungszentrum „Mathematik für Schlüsseltechnologien“	15
7.2	Standortvorteil für die TU Berlin	15
8	Personelle, sächliche und finanzielle Auswirkungen	16
8.1	Personelle und sächliche Voraussetzungen am Institut für Mathematik	16
8.2	Antrag auf Zuweisung personeller und finanzieller Mittel	16
8.2.1	Mitarbeiterstelle	17
8.2.2	Wissenschaftliche Hilfskraft	17
8.2.3	Honorarmittel	17
8.2.4	Reisekosten	17
9	Nachhaltigkeit	18
9.1	Evaluation	18
9.2	Übernahme in die Regelausbildung, Selbstfinanzierung der Weiterbildung	18
10	Zustimmende Beschlüsse	18
10.1	Institutsrat für Mathematik	18
10.2	Ausbildungskommission Mathematik	18
10.3	Fakultätsrat der Fakultät II – Mathematik und Naturwissenschaften	19
11	Literatur	19
12	Anlagen	20

1 Zusammenfassung

Zahlreiche Studien belegen einen alarmierenden Zustand der Schulbildung, zu dessen Behebung ein Umdenken insbesondere in der Lehreraus- und -weiterbildung zwingend erforderlich ist. Die in der Mathematiklehrerbildung vermittelten Inhalte werden in aller Regel nicht in Bezug zur Realität des Alltags gesetzt. Die Form der Ausbildung widerspricht oftmals lerntheoretischen Erkenntnissen. Eine an den heutigen Anforderungen orientierte Lehrerweiterbildung findet an den Universitäten und Hochschulen nicht statt.

Der Mißstand der Aus- und Weiterbildung ist im Fach Mathematik umso bedenklicher als kaum ein anderes, in der Schule vertretenes Fach in unserer modernen Industriegesellschaft so dringend und umfassend gebraucht wird wie Mathematik.

Das vorliegende Reformvorhaben zielt auf die Entwicklung und Überprüfung neuer, innovativer, praxisbezogener, interdisziplinärer Formen der Lehrerbildung ab. In Modellierungsseminaren sowie Vorlesungen und Übungen integrierenden Veranstaltungen sollen

- eine aktive Mathematik vermittelt,
- eine Reflexion des Lehrens und Lernens aus psychologischer Sicht ermöglicht und
- die Kluft zwischen Aus- und Weiterbildung überwunden

werden.

Aktive Mathematik heißt, sich die für die Lösung eines praktischen Problems erforderliche Mathematik zu erarbeiten. Nicht der zu vermittelnde mathematische Stoff ist gegeben und ein „praktisches Anwendungsbeispiel“ ist gesucht, sondern umgekehrt: Ein Problem ist gegeben und soll mit Hilfe von Mathematik gelöst werden. Die technologische Bedeutung und der Gebrauchswert von Mathematik stehen im Vordergrund.

Reflexion aus psychologischer Sicht heißt, den Problemlösungsprozeß zu beobachten und zu hinterfragen, die Interaktion und Psychodynamik der Projektarbeit zu reflektieren, die Übertragbarkeit auf die Schule zu diskutieren und Interventionsmöglichkeiten bei Konflikten zu trainieren.

Überwindung der Kluft zwischen Aus- und Weiterbildung heißt, StudentInnen und LehrerInnen aus der Praxis zusammenzubringen. LehrerInnen bringen ihre Praxiserfahrungen ein; StudentInnen ihr gerade erlerntes Fachwissen. Frühzeitig wird ein Austausch zwischen StudentInnen und LehrerInnen aus der Berufspraxis initiiert. LehrerInnen und StudentInnen erproben sich selbst in dem, was von SchülerInnen gefordert wird: **Probleme lösen in gemeinsamer Projektarbeit.**

Aus diesen Lehrveranstaltungen sollen *Projektkataloge* hervorgehen und in der Aus- und Weiterbildung, gegebenenfalls in der Arbeit mit Schülerinnen und Schülern, eingesetzt werden.

2 Ausgangssituation

Bereits 1997 belegte Deutschland gemäß der 41 Länder vergleichenden Third International Mathematics and Science Study (TIMSS) nur Platz 23 bei den Siebt- und Achtklässlern im Fach Mathematik, vgl. [4]. Es zeigte sich, daß deutsche SchülerInnen mathematische Routineverfahren zu nach Lehrplan zentralen Stoffen einigermaßen sicher ausführen könnten, vgl. auch [12]. Im Problemlösen und dem Anwenden mathematischer Modelle und Verfahren auf Alltagsprobleme würden deutsche SchülerInnen eher schlechter abschneiden, denn im Erinnern von Formeln und der Beherrschung von Routineverfahren. In Japan, einem der Spitzenländer, würden LehrerInnen eher auf selbstreguliertes Lernen und auf Unterstützungsleistungen setzen.

Als eine der Ursachen des schlechten Abschneidens von Deutschland wird auf Grund von Videoaufnahmen von Unterrichtsstunden genannt, daß der deutsche Unterricht angelegt sei auf das Erarbeiten neuen Stoffes in einem Unterrichtsgespräch, welches schließlich nur eine Lösung zulasse. In Japan dagegen würde zu Beginn den Schülern ein anspruchsvolles Problem gestellt, um anschließend verschiedene Zugänge zu diskutieren.

Die Gefahr derart einengender Unterrichtsgespräche wurde jüngst in Hefendehl-Hebeker [7] beleuchtet; schon bei Aebli [1] findet sich ein Vergleich verschiedener Unterrichtsgespräche. Für den Bereich der Vorschule erörtert Bolland [5] die Problematik und plädiert für einen experimentierenden Ansatz, der Raum zum „Erfinden“ von Mathematik gibt.

Gemäß der PISA-Studie im Jahre 2000 belegt Deutschland im Fach Mathematik den 20. Platz unter 41 Ländern. Bermerkenswert ist, daß die nationale Mathematikexpertengruppe Ergänzungen der internationalen Rahmenkonzeption der *Mathematical Literacy* vorschlägt, die „der vorherrschenden Kalkülorientierung des deutschen Mathematikunterrichts durch stärkere Berücksichtigung technischer Fertigkeiten Rechnung tragen“, vgl. [3].

Jedoch geht es vorliegend keineswegs um ein besseres Abschneiden im internationalen Vergleich: Die Untersuchungen belegen, daß das deutsche Schulsystem nicht in der Lage ist, den individuellen Möglichkeiten von SchülerInnen gerecht zu werden. Dies behindert gesamtgesellschaftliche als auch individuelle Entwicklungen. Einen Hinweis hierauf geben ebenso die Klagen von Arbeitgebern bei der Lehrplatzvergabe und die Aussage von Bildungswissenschaftlern, etwa 20 % eines Schulabgangjahrgangs seien berufsbildungsunfähig.

Zusammenfassend muß gesagt werden, daß das heutige Bildungssystem in Deutschland nur unzureichend in der Lage ist, Menschen auf die Herausforderungen der kommenden Dekaden vorzubereiten.

Zu diesem bildungspolitischen Problem tritt erschwerend ein sozialer Aspekt im Umgang mit Mathematik hinzu. In stärkstem Gegensatz zu der vitalen Bedeutung, die Mathematik für den Wirtschaftsstandort Deutschland einnimmt, steht das Ansehen von Mathematik in der öffentlichen Meinung. Es gilt heutzutage geradezu als schick, sich damit zu brüsten, „in der Schule schlecht in Mathematik gewesen zu sein“.

Das hier offensichtlich vorliegende Versagen kann nicht den LehrerInnen angelastet werden. Es müssen grundlegende Änderungen in der fachlichen Ausbildung erfolgen.

Ein Blick in die aktuellen Lehrpläne zeigt: **Es wird alte bis uralte Mathematik vermittelt.** Pointiert formuliert: Während der kombinierte Einsatz von hochverfeinerten mathematischen Methoden und Computern die Restaurierung des Gesichts eines bei einem Unfall verstümmelten 16jährigen Jungen ermöglicht, wird in deutschen Klassenzimmern Euklids Geometrie von vor 2500 Jahren vorgetragen. Leider erhellen auch die neuen nationalen Bildungsstandards nur wenig, vgl. insbesondere die in [6] propagierte Übernahme des kanadischen Systems mit „Änderung, Konstanz bzw. Invarianz, Dimension, Zahl, Muster, Quantität, Relation, Form und Unsicherheit“ als mathematische Grundideen oder das als Bildungsziel in [10] von der KMK beschlossene unbeschränkte (!) Wachstum eines Holzbestandes um jährlich 2.5 %, welches für 20 Jahre tabellarisch darzustellen ist.

Daß **Mathematik eine immanent technologische Bedeutung** hat, ist mittlerweile eine unter Fachleuten unbestrittene Tatsache – der DFG war sie die Schaffung eines Forschungszentrums „Mathematik für Schlüsseltechnologien“ Wert –, doch in den Schulalltag und in die Lehrerausbildung hat diese Erkenntnis bislang keinen Einzug gehalten.

Es besteht dringender Handlungsbedarf an einer grundlegenden, innovativen und an modernen Bedürfnissen orientierten Reform der Lehreraus- und Lehrerweiterbildung an deutschen Universitäten.

2.1 Mathematik in der Lehrerbildung

Die an deutschen Universitäten praktizierte Lehrerausbildung führt zu sehr viel passivem und zu sehr wenig aktivem Wissen. Die vermittelten Inhalte werden in aller Regel nicht in Bezug zur Realität des Alltags gesetzt. Damit fehlt in der Lehrerbildung jener Praxisbezug, der die Lehrinhalte erst zu einem wertvollen Bestandteil des Lebens macht. Diese Schiefelage in der Ausbildung kann vom einzelнем Lehrer im Schulalltag nicht kompensiert werden.

Seitens der ausbildenden Universitäten erhalten die LehrerInnen wenig Unterstützung. Im Speziellen fehlt es an weiterführenden, auf Lehrerinnen und Lehrer zugeschnittenen, weiterbildenden Seminaren und Projektkursen. Die nicht vorhandene Anbindung an die Universitäten bewirkt eine sich ständig erweiternde Kluft zwischen dem aktuellen, praxisbezogenen Wissensstand und den im Schulalltag präsenten Inhalten.

Hinzu kommt, daß in der Lehrerausbildung jede Disziplin (Fachwissenschaft, Fachdidaktik, Erziehungswissenschaften) für sich gelehrt wird (was nicht weiter verwundert, da es doch drei Teilstudienordnungen gibt) und es an disziplinübergreifender Lehre fehlt. Der spätere Alltag von LehrerInnen sieht jedoch ganz anders aus: Zwischen zu vermittelndem Fachwissen, der konkreten Unterrichtssituation und der pädagogisch-psychologischen Dimension kann hier nicht getrennt werden, denn dies sind nur verschiedene Aspekte eines am gleichen Ort zur gleichen Zeit stattfindenden Prozesses.

Ein weiteres Problem besteht darin, daß die Hauptform der Hochschulausbildung, nämlich Vorlesung als strengste Form des Frontalunterrichts, völlig überholt ist und nicht den Erkenntnissen über Lehren und Lernen als selbstgesteuerten Kommunikations- und Kooperationsprozeß entspricht (vgl. diesbezüglich auch das Konzept des kooperativen Lernens nach Norm Green [13], der für die erfolgreichen Wandlungen des kanadischen Schulsystems verantwortlich zeichnet). Sollen LehrerInnen moderne Unterrichtsmethoden in der Schule einsetzen, so müssen sie diese in ihrer Ausbildung selbst erleben!

Der Mißstand in der Aus- und Weiterbildung von LehrerInnen ist – von allzu wenigen Ausnahmen abgesehen – im Fach Mathematik besonders ausgeprägt.

2.2 Mathematik in der Praxis

Kein anderes in der Schule vertretenes Fach wird in unserer modernen Industriegesellschaft so dringend und umfassend gebraucht wie Mathematik. Um nur ganz wenige Beispiele zu nennen:

- Autohersteller benötigen ausgefeilte mathematische Methoden, um die Funktionsweise von Motor und Chassis zu optimieren, damit die Konkurrenzfähigkeit erhalten bleibt und neue Produkte den gewachsenen ökologischen Anforderungen genügen.
- Mikrochirurgische Eingriffe werden in zunehmendem Maße mit mathematischen Simulationen vorbereitet.
- Banken führen Risikoabschätzungen für Finanzgeschäfte basierend auf mathematischen Analysen durch.
- Mobilkommunikationsbetreiber legen ihre Kommunikationsnetze mit modernster Mathematik aus, damit sie diese den sich ständig verändernden Parametern des Marktes anpassen können.

2.3 Mathematik in der Schule

Erfahrungsgemäß sind Schülergruppen hinsichtlich der Motivationslage und Einstellung, der bisherigen Erfahrungen mit Mathematik und Schule, der Vorkenntnisse sowie hinsichtlich der Begabung äußerst heterogen.

Zum Teil treten Aversionen gegen Mathematik und mathematisches Denken auf. Ursache hierfür sind entsprechende Erfahrungen in der Schule. Gelegentlich ist davon auszugehen, daß das Versagen in Mathematik als normal hingenommen wird und es der Bedürfnisstruktur des Einzelnen entspricht, dieses Versagen immer wieder zu bestätigen.

Dies ist umso bedauerlicher als die meisten SchülerInnen in ihrem späteren Berufsleben mit Mathematik in Berührung kommen (siehe die oben genannte Beispiele); insbesondere werden sie konkretes mathematisches Wissen, konkrete mathematische Fertigkeiten und konkrete mathematische Problemlösungsstrategien zur Bewältigung vielfältiger Aufgaben einsetzen – gelegentlich ohne es Mathematik zu nennen.

Auf der anderen Seite wird der Mathematikunterricht mathematisch begabten SchülerInnen ebenso nicht gerecht.

Sowohl Inhalt als auch Form des Mathematikunterrichts an deutschen Schulen unterstreicht geradezu die im deutschen Bildungssystem beheimatete Selektion und verhindert individuelle Förderung.

3 Fernziel: Schwerpunktverschiebung im Mathematikunterricht

3.1 Intention und Gegenstand

Den SchülerInnen soll Mathematik als lebendiges und präzises Instrumentarium zum Lösen alltäglicher und fachspezifischer Fragen vermittelt werden. Es soll durch Freude am Entdecken der Mut zum Irrtum forciert werden; die gewonnenen Erkenntnisse sollen in der exakten Sprache der Mathematik formuliert werden.

Der zukünftige Mathematikunterricht fußt auf drei Säulen:

3.1.1 Mathematik als Technologie

Mathematik ist kein einmal gefundenes, abstraktes Gebäude, das in starrer Weise gewußt werden kann und nur auf Anwendung wartet. Vielmehr ist Mathematik eine präzise Methode zur Problemlösung. Mathematik wird von niemandem auf Anhieb gewußt, sondern entwickelt sich wie jede Technologie an Hand der Anforderungen. Ständiges Überprüfen, Verwerfen oder Beibehalten neuer Einsichten und Ansätze gehören genauso zur Mathematik wie die exakte Formulierung der gewonnen Einsichten.

Mathematik wird als Technologie in vielfältiger Weise zur Lösung von Fragestellungen aus Wirtschaft, Biologie, Medizin, Naturwissenschaften, Sozial- und Kommunikationswissenschaften usf. eingesetzt. Ohne Mathematik wären viele Wirtschaftsbetriebe nicht konkurrenzfähig.

3.1.2 Mathematik als Kulturgut

Mathematik ist eine der ältesten und heutzutage eine der umfangreichsten Wissenschaften. Mit Mathematik wird jenes Abbild der Welt geformt, das für unsere Kultur prägend ist und die Welt erfahrbar macht. Mathematik dient als exakte Universalsprache.

Das Beherrschen der Grundrechenarten und das überschlagsmäßige Erfassen von Größenordnungen, vor allem in Geldangelegenheiten sowie bei Zeit und Entfernung, sind elementare Voraussetzungen für die aktive Teilhabe am heutigen Leben und zugleich grundlegende individuelle Verantwortlichkeiten in unserer modernen Industriegesellschaft.

Aufgabe der Schule ist es, diese beiden mathematischen Grundfertigkeiten nachhaltig zu vermitteln.

3.1.3 Mathematik als Schule des Denkens

Die Art und Weise, in der mathematische Ergebnisse gewonnen, formuliert und rezipiert werden, unterscheidet sich wesentlich von der anderer Wissenschaften.

Mathematisches Denken und mathematische Sprache sind untrennbar miteinander verbunden. Ihre Charakteristika sind strukturelles, funktionales, logisch-abstraktes, geometrisch-figürliches, algorithmisches sowie analytisches Denken und Sprechen. Es sollte zumindest exemplarisch gelingen, diese Fähigkeiten zu entwickeln und zu fördern.

Mathematik ist im status nascendi kantig und unelegant; es gehört zum Alltag der Mathematik „für den Papierkorb zu arbeiten“, Fehler zu machen und ganze Gedankengebäude zum Einsturz zu bringen.

Wird dieses, der Mathematik Immanentes in der besonderen Situation des Unterrichts den SchülerInnen nahegebracht, so wird die Angst vor dem eigenen Versagen verringert, das Kreative, der Versuch und die eigenen Ideen werden befördert und alles Starr-Mechanische und das stereotype „Auswendiglernen“ werden auf ein Minimum reduziert.

3.1.4 Fazit

Dieser dreiteilige Ansatz – Mathematik als Technologie, als Kulturgut und als Denkschule – steht ganz im Einklang mit den Erkenntnissen aus PISA und TIMSS, wonach das **problemorientierte Arbeiten** im Vordergrund stehen und das automatisierte Abarbeiten genau eines erlernten Lösungsalgorithmus vermieden werden sollte.

Die jüngste PISA-Studie benutzt hier den Terminus **Mathematical Literacy**, vgl. [3], unter den die Fähigkeit, *„die Rolle, die Mathematik in der Welt spielt, zu erkennen und zu verstehen, begründete mathematische Urteile abzugeben und sich auf eine Weise mit der Mathematik zu befassen, die den Anforderungen des gegenwärtigen und künftigen Lebens einer Person als konstruktiven, engagierten und reflektierenden Bürgers entspricht“*, subsumiert wird.

Ob die bisher in Deutschland anzutreffenden Ansätze in der Bildungsreform der Stärkung der „Mathematical Literacy“ gerecht werden, darf bezweifelt werden, da Modellierungsaspekt und Mathematik als „Methodenkompetenz“ nach wie vor zu kurz kommen.

3.2 Pädagogisch-didaktische Aspekte

Lernende unterscheiden sich stark in der Art der Aufnahme als auch der Verarbeitung mathematischen Wissens. Dies wird neben der Erfahrung auch durch die Forschung zu neuropsychologischen Zusammenhängen bei mathematischen Denkprozessen bestätigt. Es kommt dem Einzelnen zugute, wenn er sich gewissermaßen „sein“ Thema auswählen kann und verschiedene mathematische Themen und Aspekte neben- statt nacheinander behandeln kann.

Problembezogene Mathematik und Projektarbeit ermöglichen es, genau dieser Vielfältigkeit Rechnung zu tragen und zugleich Teamarbeit und mithin soziale Kompetenz zu befördern.

Werden stets verschiedene Lösungswege und Zugänge aufgezeigt und diskutiert, so stellen Schülerinnen und Schüler sehr schnell fest, daß der eine eher den einen, der andere eher den anderen Weg „leichter“ und zugänglicher findet und es nicht nur das Eine, das Richtige gibt, vgl. auch Hefendehl-Hebeker [7], wo zwischen SchülerInnen unterschieden wird, die eher prädikatives oder eher funktionales Denken bevorzugen.

Es kommt nicht so sehr auf die (im deutschen Mathematikunterricht noch immer vorherrschende) Ausbildung von Fertigkeiten an, sondern auf die Ausbildung von Fähigkeiten insbesondere zum Problemlösen. Das Einüben von Fertigkeiten ist immer dann gerechtfertigt, wenn diese im Rahmen des Problemlösens als Hilfsmittel erfolgreich eingesetzt werden können.

Es besteht die Überzeugung, daß Lernen, insbesondere das Erlernen der Mathematik, stets einer gewissen Überforderung bedarf. Überforderung ist aber nur dann statthaft, wenn Scheitern erlaubt ist. Auch dies spiegelt sich im Problemlösen wieder: Nicht immer wird es gelingen, eine zufriedenstellende mathematische Beschreibung und Problemlösung zu finden, die alle in der Praxis aufgeworfenen Aspekte beleuchtet.

Wie beim Lesen eines fremden Textes geht es beim Erlernen und Begreifen von Mathematik keineswegs darum, sofort alles „zu verstehen“. Mathematik braucht Zeit und muß sich „setzen“: Ein und derselbe mathematische Gegenstand wird im Laufe der Beschäftigung mit diesem wieder und wieder erneut verarbeitet und anders aufgenommen. Es ist dem mathematischen Wissen immanent, daß der Lernende (und auch Forschende) meint, etwas verstanden zu haben und tatsächlich auch einen Aspekt des Gegenstands begriffen hat – durchaus im Sinne von Zugreifen und Festhalten –, dann wieder glaubt, überhaupt nichts verstanden zu haben (eine Negation, die die erneute Beschäftigung mit dem Gegenstand überhaupt ermöglicht), um schließlich zu einer gedanklichen Durchdringung auf höherer Stufe zu gelangen. Die Aneignung von Mathematik erfolgt schichtweise und nicht sequentiell.

Schließlich ist es eine der Hauptaufgaben des Mathematikunterrichts, die vermeintliche Implikation „Das habe ich noch nie gehört, das kann ich – deshalb – nicht.“ zu durchbrechen, und zwar durch die stete Konfrontation mit Neuem, Ungelöstem, Unstrukturiertem. Die SchülerInnen sollen erfahren, daß etwas Neues, etwas Fremdes nicht Angst (vor Versagen etc.) auslösen muß, sondern Neugierde und Spannung wecken darf. Wenn es dann gelingt, zur Problemlösung auf bereits Vorhandenes zurückgreifen zu können, so dürfte dies nicht nur der Wissensvermittlung dienen, sondern SchülerInnen in ihrem Selbstwertgefühl bestärken. Unter Vorhandenem sind dabei wiederum nicht (nur) konkrete Fertigkeiten und konkretes Wissen zu verstehen, sondern Denkansätze und Problemlösungsstrategien.

Hinsichtlich des Lehrer-Schüler-Verhältnisses sollte schülerzentriertes Arbeiten bevorzugt werden. Widmen sich Schüler und Lehrer gemeinsam einer praktischen Fragestellung, für die auch der Lehrende noch keine Antwort parat hat, so *müssen* Schüler und Lehrer *gemeinsam* arbeiten und nach Lösungen suchen. Der Lehrer kommt hier genau in die Rolle, die ihm im pädagogischen Prozeß nach heutiger Auffassung zukommt: Er bietet den Schülern seine Kenntnisse und Erfahrungen an, gibt Anregungen und Vorschläge und schafft einen Raum zum Lernen.

So sehr auch Problemlösung im Team stattfinden kann und muß – das Begreifen von Mathematik ist und bleibt ein sehr individueller Prozeß.

4 Gegenstand und Durchführung des Reformvorhabens

4.1 Modellierungsseminare und Projektkurse

Unter dem Titel

Modellieren mit Mathematik

beschreiben * berechnen * begreifen

werden Vorlesungen und Übungen integrierende Projektkurse sowie aufbauende Modellierungsseminare angeboten.

Die Veranstaltungen finden blockweise mit 12 bis 16 TeilnehmerInnen (Studierende und LehrerInnen aus der Praxis) statt. Für die gemeinsame Bearbeitung eines Projektes ist jeweils ein Block von etwa 2×4 Zeitstunden vorgesehen.

Die jeweils über ein Semester laufenden Projektkurse gliedern sich in die Bearbeitung der konkreten Projekte und in begleitende Veranstaltungen, die Raum für eine Einführung, Wiederholung oder auch Weiterführung des mathematischen Stoffes bieten. In unterschiedlichem Komplexitätsgrad sollen etwa 5 Projekte im Laufe des Semesters bearbeitet werden. Zu jedem Einzelprojekt sind begleitende Veranstaltungen im Umfang von etwa 6 Unterrichtsstunden vorgesehen. Dies entspricht zusammen einer Belastung von 6 SWS.

Die Projektkurse (bis auf die begleitenden Veranstaltungen) werden in Form des Co-Teachings angeboten. Pro Semester ist deshalb von einer Lehrbelastung im Umfange von etwa 10 SWS auszugehen, die durch den erstgenannten Verfasser (anteilig etwa 2 SWS), den Projektmitarbeiter (4 SWS), eine wissenschaftliche Hilfskraft (2 SWS) und auf Honorarbasis (für den pädagogisch-psychologischen Bereich) abgedeckt werden.

Im Rahmen der aufbauenden Modellierungsseminare wird ein anspruchsvolles Praxisproblem gemeinsam bearbeitet. Im Anschluß daran vertiefen die Studierenden das Erarbeitete selbständig und fertigen – jeweils zu zweit – im Verlaufe des Semesters eine Belegarbeit an. Die Belegarbeiten sollen sich verschiedenen Aspekten widmen und auch Möglichkeiten der Umsetzung in der Schule mit einbeziehen. In der Regel wird es die erste mathematische Arbeit sein, die die Studierenden anfertigen. Intensive Beratung und Konsultationen sollen die Studierenden in dieser selbständigen Arbeit unterstützen.

Die Modellierungsseminare (bis auf die Konsultationen) werden in Form des Co-Teachings angeboten. Pro Semester ist von einer Lehrbelastung im Umfange von etwa 6 SWS auszugehen.

4.1.1 Projektthemen

Immer ausgehend von einer praktischen Fragestellung sind zunächst Fakten und Daten zu sammeln, die eine mathematische Modellierung erst ermöglichen. Alsdann ist ein Modell zu entwickeln (oder gar mehrere Modelle) oder auf aus der Literatur bekannte Modelle zurückzugreifen. Soweit es der Wissensstand zuläßt, soll eine innermathematische Lösung des Problems angestrebt werden, um sodann numerische Simulationen durchführen zu können. Für die Simulationen soll auf MATLAB (gegebenenfalls FEMLAB) zurückgegriffen werden.

Folgende Projektthemen (unterschiedlichen Schwierigkeitsgrades) sind bereits angedacht:

- Regelmäßige Einnahme von Medikamenten: Bei vielen Krankheiten sind über eine lange Dauer regelmäßig Medikamente einzunehmen. Es stellt sich die Frage, in welchem Abstand, zu welchen Zeiten und in welcher Menge die Medikamente zu applizieren sind, um stets eine ausreichende Wirkstoffmenge zu garantieren und zugleich Spitzen oder ein „Hochschaukeln“ des Wirkstoffspiegels zu vermeiden.
- Wachstum von Populationen: Bei entsprechender Aufbereitung können logistisches Wachstum und Räuber-Beute-Modelle bereits in der Schule behandelt werden. Dies kann mit experimentellen Beobachtungen und zugänglichen statistischen Daten verknüpft werden.

- Epidemiologische und immunologische Modelle zur Krankheitsausbreitung: Die Diskussion um die von Infektionskrankheiten, sei es HIV oder SARS, ausgehende Gefahr will nicht abreißen. Hier kann Mathematik einen wesentlichen Beitrag zur Versachlichung leisten, aktuelle Daten in die Modellierung einbeziehen und interdisziplinäres Arbeiten befördern.
- „Warum bieten Reiseveranstalter – unter anderem die Deutsche Bahn – je nach Buchungsdatum dieselbe Reise zu so unterschiedlichen Preisen an?“ Hier sollen zunächst in Eigenregie verschiedene Angebote eingeholt werden. Die Modellierung erfordert Grundkenntnisse aus der Wahrscheinlichkeitsrechnung und die Einsicht, daß jedes Unternehmen den Gewinn maximieren möchte. Modellrechnungen mit verschiedenen Annahmen über die verwendeten Wahrscheinlichkeiten erläutern das gefundene Modell.
- „Wie kann ich den ESt-Bescheid verstehen?“ Aktuelle Steuertabellen, reale, anonyme Bescheide – eventuell von Finanzämtern einzuholen – und Grundkenntnisse der Zinsrechnung kommen zum Einsatz. Eine graphische Aufarbeitung der Erkenntnisse soll helfen, Schwankungen in Steuersätzen und Einkommen in bezug auf die zu zahlende Steuer besser zu verstehen.
- „Ein Bauer hat eine Ziege und ein kreisförmiges Grundstück mit Rasen. Der Bauer bindet die Ziege mit einem Strick am Hals an einem Pflock am Rand seines Grundstücks an. Wie lang muß der Strick sein, damit die Ziege genau 50% der Rasenfläche abgrasen kann?“ Die Modellierung kann mit elementaren Methoden – Fläche von Kreissegmenten – erfolgen. Wahlweise wählt man die Länge des Stricks oder den maximalen Öffnungswinkel eines Kreissektors als gesuchte Größe. Es wird eine transzendente Gleichung – vergleichbar mit „ $\phi + \cos \phi = 0.5$ “ – erhalten. Diese Gleichung kann unter Einsatz der zur Verfügung stehenden Computerausstattung näherungsweise gelöst werden. Erweiterungen der Fragestellung – statt „50%“ fragen wir nach „ $A\%$ “ mit $0 \leq A \leq 100$ – bieten sich bei besonders erfolgreichen Bearbeitungen an.
- „Welchen Aussagewert haben Tests in Medizin und Biologie?“ Jeder kennt die meist auf dem Nachweis von Antikörpern basierenden Tests auf Vorliegen einer infektiösen Erkrankung – sei es im Bereich der Humanmedizin oder auch im Bereich des Verbraucherschutzes (z. B. BSE-Nachweis). Die moderne medizinische Diagnostik ist ohne testbasierte Entscheidungen kaum mehr denkbar. Doch welchen Aussagewert haben derartige Tests? Wie groß ist die Wahrscheinlichkeit, bei einem positiven Testergebnis tatsächlich erkrankt zu sein? Dieses Projekt ermöglicht einen Einstieg in das hochinteressante Gebiet der Biometrie.
- „Wie groß ist das Schnittvolumen zweier sich schneidender Zylinder?“ Bei der Modellierung müssen zunächst die relevanten Größen – Radien der Zylinder, Winkellage, Versetzung der Achsen – identifiziert werden. Hilfestellung bei der analytischen Erfassung des Volumens wird gegeben. Es ergibt sich ein Integral mit mehreren Parametern. Explizites Lösen gelingt nur in Spezialfällen. In den anderen Fällen sind Näherungsverfahren (Taylorformel) zu verwenden. Numerische Berechnungen runden die Diskussion ab.
- „Wie können Schiffswracks – wie das der ‚Titanic‘ – am Meeresgrund mit Sonarmethoden lokalisiert werden?“ In der Modellierungsphase wird die Dynamik der Schallausbreitung erarbeitet. Dies ist natürlich nur mit Hilfestellung möglich. Dann werden vereinfachte Modelle hergeleitet und entsprechende Geometrien definiert. Die Modellgleichungen werden mit Computereinsatz simuliert. Das eigentliche Problem – nämlich die Lage des Schiffswracks aus den reflektierten Wellen zu rekonstruieren – wird als Ausblick präsentiert.
- „Wie funktioniert ein Bioreaktor?“ Das Ausgangsmodell wird aus kinetischen Reaktionsmechanismen hergeleitet. Es ergibt sich ein System gewöhnlicher Differentialgleichungen.

Verzögerungen die durch Wachstumsvorgänge bedingt sind, werden durch Terme mit nach-eilendem Argument berücksichtigt. Computersimulationen schließen die Projektarbeit ab. Als Ausblick wird auf strömungsmechanische Effekte verwiesen.

- „Wieso sind im Sommer die Tage in Schweden länger als in Deutschland?“ Die Modellierung erfordert vor allen Dingen räumliches Vorstellungsvermögen. In Zusammenarbeit mit betreuenden LehrerInnen – eventuell unter Anleitung – soll eine Formel zur Berechnung der Tageslänge für ein Kugelmodell der Erde entwickelt werden. Die Formel soll numerisch ausgewertet werden. Die Interpretation der Resultate – z. B. warum es Länder mit Mitternachtssonne gibt – rundet die Projektarbeit ab.
- „Wieso kann beim Fußball ein Eckstoß direkt zum Torerfolg führen?“ Die notwendigen aerodynamischen Hilfsmittel werden in geeigneter Form zur Verfügung gestellt. Die Modellgleichung ist ein Anfangswertproblem für eine gewöhnliche Differentialgleichung. Wie der Ball beim Eckstoß zu treten ist, damit er im Tor landet, kann nur unter Einsatz numerischer Methoden beantwortet werden.

Es ist geplant, weitere Projektthemen in Zusammenarbeit mit anderen an der TU Berlin vertretenen Fächern oder mit Privatfirmen zu entwickeln.

4.1.2 Projektkataloge und Dokumentation

Aus der Projektbearbeitung und den von den Studierenden angefertigten Belegarbeiten sollen mathematische Projektkataloge für die Lehreraus- und -weiterbildung entstehen.

Die gemachten Erfahrungen sowie die Bemerkungen, die Kritik und die Kommentare der beteiligten Studierenden und LehrerInnen sollen Bestandteil der Kataloge sein.

Die Dokumentation der durchgeführten Veranstaltungen dient – neben Fragebögen an die TeilnehmerInnen – der Evaluation. Es soll insbesondere dokumentiert werden, welche nachhaltige Wirkung die Veranstaltungen auf die TeilnehmerInnen hatte und wie diese in ihren Einstellungen zur Mathematik oder der Art des Unterrichtens von Mathematik beeinflusst wurden.

4.2 Arbeitsprogramm

In einer ersten Phase sind etliche organisatorische Vorbereitungen zu erledigen. Insbesondere sind Kontakte zu interessierten StudentInnen, LehrerInnen, MathematikerInnen und zu Schulen und Schulämtern zu knüpfen und bereits bestehende Kontakte (wie zum Sartre-Gymnasium und der Lise-Meitner-Schule) auszubauen.

Alsdann sind die einzelnen Projekte so aufzubereiten, daß sie von den TeilnehmerInnen adäquat in der recht kurzen Zeit von jeweils 8 Zeitstunden bearbeitet werden können. Nach den Erfahrungen mit dem Pilotseminar ist diese Vorbereitung sehr aufwendig, denn es bedarf nicht nur einer mathematischen Aufbereitung. Vielmehr müssen intensive Recherchearbeiten geleistet werden, um den TeilnehmerInnen eine relevante Auswahl der verfügbaren Informationen bereitstellen zu können. Es müssen im vorhinein verschiedene mögliche Modelle durchdacht werden, denn es soll den TeilnehmerInnen nicht vorgeschrieben werden, welchen Weg sie einschlagen. Da die Zeit zu kurz ist, die TeilnehmerInnen sämtliche Teile einer numerischen Simulation selbst programmieren zu lassen, müssen entsprechende Computerprogramme vorbereitet werden.

Nach der Projektbearbeitung im Rahmen der Modellierungsseminare kommt auf die betreuenden Dozenten eine intensive Beratungstätigkeit und Anleitung zum wissenschaftlichen Arbeiten zu: Die Studierenden sollen eine Belegarbeit anfertigen, die über die bereits erfolgte Projektbe-

arbeitung hinausgeht. Sie sollen sich – unter Anleitung – in die einschlägige Literatur einarbeiten und selbständig wissenschaftlich arbeiten.

Bei den Projektkursen kommen die begleitenden, einführenden Veranstaltungen hinzu.

Hinsichtlich der teilnehmenden LehrerInnen ist nicht zu erwarten, daß diese über ausreichende Kenntnisse der englischen Sprache verfügen. Jedoch ist die einschlägige Literatur fast ausschließlich auf Englisch abgefaßt. Dies stellte sich bereits beim Pilotseminar als ein Hindernis heraus. Deshalb sind im Vorfeld auch Übersetzungsarbeiten erforderlich.

Sofern möglich, sollen ergänzend Veranstaltungen für SchülerInnen stattfinden. Schon jetzt haben an dem Pilotseminar teilnehmende LehrerInnen angefragt, ob die Veranstalter nicht auch einmal an die Schule kommen könnten, um auch den Schülern einen etwas anderen Eindruck von Mathematik zu vermitteln. Des weiteren soll angeregt werden, daß die teilnehmenden LehrerstudentInnen Arbeitsgemeinschaften oder Wochenendseminare für SchülerInnen gestalten und hierfür selbstverständlich die Verfasser beratend zur Seite stehen.

Neben die Vorbereitung und Durchführung der Projekte tritt die Nachbereitung, Dokumentation und Erstellung von Projektkatalogen. Das hier vorgestellte Studienreformprojekt ist nicht statisch. Sowohl Inhalt als auch Form entwickeln sich an Hand der Anforderungen, die letztlich die teilnehmenden StudentInnen und LehrerInnen formulieren. Ein derartiger Prozeß ist aber nur bei einer genauen Reflexion und Nachbereitung möglich.

Deshalb ist die in der Schlußphase vorzunehmende Evaluation von großer Bedeutung.

Die vorgenannten Aufgaben können nur im Team erfolgreich bearbeitet werden, wobei der umfänglich größte Anteil auf den wissenschaftlichen Mitarbeiter zukommt. Es ist zu bedenken, daß der erstgenannte Verfasser Lehrveranstaltungen sowohl im Service als auch im Grund- und Hauptstudium des Mathematikstudiums abzuhalten hat, derzeit der einzige Vertreter des Gebiets Differentialgleichungen ist, für zwei Vertiefungsrichtungen im Mathematikstudium verantwortlich zeichnet, Vorsitzender des Prüfungsausschusses für das Lehramt Mathematik und stellvertretender Geschäftsführender Direktor des Instituts für Mathematik ist. Schon jetzt haben beide Verfasser über ihre Verpflichtungen hinaus Lehre wahrgenommen, so daß keine freien Kapazitäten vorhanden sind.

Die Aufgaben können nicht allein nur durch einen wissenschaftlichen Mitarbeiter erledigt werden. Deshalb wird zumindest eine wissenschaftlichen Hilfskraft (60 Stunden mntl.), die einen Teil der Lehre übernimmt, Recherchearbeiten eigenständig durchführt, Programmierarbeiten ausführt und sich an der Dokumentation und der Gestaltung der Web-Seite beteiligt, dringend benötigt.

5 Vorarbeiten

5.1 Pilotseminar im Wintersemester 2003/2004

Am 1. und 4. Dezember 2003 wurde von den Verfassern in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Birgit Hoppe, Sozialpädagogisches Institut Berlin, ein Projektseminar durchgeführt (Ankündigung siehe Anlage), welches es zum Ziel hatte, ein biomathematisches Modell zur Beschreibung von SARS zu entwickeln.

Unter den 12 TeilnehmerInnen waren 4 LehrerstudentInnen, 4 LehrerInnen und 4 Studierende der Mathematik bzw. Wirtschaftsmathematik.

In kleineren Gruppen wurden verschiedene Modelle erarbeitet bis hin zur Umsetzung auf dem Rechner. Begleitend wurden die Formen der Kommunikation und Kooperation sowie das Schaffen von Lernräumen erörtert.

Die heterogene Gruppenstruktur erwies sich als voller Erfolg. Die Studierenden der (Wirtschafts-

) Mathematik schafften es in kürzester Zeit, mehrere anspruchsvolle Modelle zu entwickeln, zu analysieren und an Hand der zur Verfügung gestellten Software erfolgreich zu simulieren. Die LehramtskandidatInnen arbeiteten in effektiver und wißbegieriger Weise und zum Vorteil aller Beteiligten mit den (Wirtschafts-) MathematikerInnen zusammen und die LehrerInnen erweiterten ihren mathematischen Horizont, indem ihnen – für alle erstmalig – Mathematik als Technologie begegnete.

Die abschließenden Präsentationen ergänzten sich in angestrebter Weise. Die MathematikerInnen erläuterten die analytischen Aspekte der bearbeiteten Modelle, die LehramtskandidatInnen verknüpften anspruchsvolle Modellierung mit didaktischer Aufarbeitung zu lebendigen Vorträgen und die LehrerInnen konzentrierten sich auf die im Schulalltag vermittelbaren Inhalte und legten praktikable Konzepte vor, wie das neu Gelernte in den übervollen Lehrplänen untergebracht und SchülerInnen gelehrt werden kann.

Außerdem betonten die TeilnehmerInnen, daß diese Art des Lehrens und Lernens für sie neu und sehr effektiv sei. Die ersten spontanen Reaktionen waren durchwegs positiv; eine genaue Analyse wird an Hand von Fragebögen vorgenommen.

5.2 Planungen für das Sommersemester 2004

Für das kommende Sommersemester ist – vorbehaltlich der Zuweisung einer Mitarbeiterstelle – eine Vorlesungen und Übungen integrierende Lehrveranstaltung geplant, in der blockweise an verschiedenen Tagen 5 Projekte bearbeitet werden sollen, und zwar:

- Ziegen am Seil am Pflock
- Tage ohne Nächte und Nächte ohne Tage
- Abbau von Medikamenten und Medikationsregime
- Wachstum von Metastasen
- Wieviel Musik paßt auf eine CD?

Begleitend zur eigentlichen Projektbearbeitung werden Veranstaltungen zur Einführung, Wiederholung und Vertiefung des mathematischen Stoffes angeboten.

Eine erste Ankündigung (siehe Anlage) wurde über das Schulverwaltungsamt bereits an Schulen verteilt.

5.3 Internetauftritt

Seit einigen Wochen ist bereits eine Web-Seite eingerichtet:

<http://www.math.tu-berlin.de/~emmrich/MmM.htm>

Dort werden nicht nur Informationen zu den geplanten Lehrveranstaltungen vorgehalten. Vielmehr wird ein Forum geschaffen, welches es erlaubt, sich über einzelne Projekte, weiterführende Literatur bis hin zu geeigneten Computerprogrammen zu informieren. Die von den TeilnehmerInnen angefertigten Belegarbeiten und sonstigen Materialien werden dort veröffentlicht, um so einen Multiplikatoreffekt zu erreichen.

6 Einordnung in Studien- und Prüfungsordnungen

6.1 Derzeit geltende Bestimmungen

Das Lehrerstudium ist bislang dreigeteilt und durch drei Teilstudien- und Teilprüfungsordnungen (Erziehungswissenschaften, Fachdidaktik, Mathematik) geregelt. Im folgenden beziehen wir uns ausschließlich auf die fachwissenschaftliche Ausbildung, wengleich dieses Reformvorhaben gerade den Versuch unternimmt, die künstliche Trennung aufzuheben.

Gemäß Teilstudienordnung Mathematik müssen sowohl die „60-“ als auch „80-Stunden-Lehrer“ Wahlpflichtveranstaltungen aus den Bereichen I: Analysis und VI: Numerik/Mathematik in Anwendungen besuchen. Die im Rahmen der hier vorgesehenen Veranstaltungen erbrachten Leistungen können ohne weiteres innerhalb dieser beiden Bereiche zur Anrechnung kommen.

6.2 Ausblick: Bologna-Prozeß

Die hier vorgesehenen Veranstaltungen können (je nach Schwierigkeitsgrad und Projektthemen) ohne weiteres auch in einen Bachelor- oder Master-Studiengang integriert werden.

Für den Projektkurs sind 10 Leistungspunkte anzusetzen. Für das Modellierungsseminar sind 6 Leistungspunkte anzusetzen.

Insoweit kann das Reformvorhaben in die im Gesetzentwurf für ein „Zwölftes Gesetz zur Änderung des Lehrerbildungsgesetzes“, vgl. [2], bereits zum Wintersemester 2004/2005 vorgesehenen Änderungen hin zu einer gestuften Bachelor- und Master-Ausbildung eingeordnet werden (vgl. hierzu auch Lenzen et al. [8]).

7 Einordnung in die Berliner Lehrlandschaft

7.1 Kooperationen

7.1.1 Sozialpädagogisches Institut Berlin

Die Modellierungsseminare und Projektkurse werden in Zusammenarbeit mit Frau Dr. Birgit Hoppe, stellvertretende Direktorin der Stiftung SPI – Sozialpädagogisches Institut „Walter May“ Berlin und Leiterin des Geschäftsbereichs Fachschulen, Qualifizierung und Professionalisierung, durchgeführt. Frau Dr. Hoppe arbeitet seit vielen Jahren theoretisch als auch praktisch zu Lehr- und Lernbedingungen und der Gestaltung adäquater Lernsituationen.

Als Psychologin wird Frau Dr. Hoppe sich insbesondere den Fragen der Interaktion, Kommunikation und Psychodynamik bei der Projektarbeit widmen und die Reflexion des eigenen Tuns begleiten. Ziel dabei ist es, die Mechanismen des Zusammenarbeitens und die Etappen des Lernens zu erkennen sowie Hemmendes und Widerstände aufzudecken. Dies ist Voraussetzung für die Übertragung auf schulische Situationen.

Mathematische Grunderfahrungen sind nunmehr auch im Berliner Bildungsprogramm für die Bildung, Erziehung und Betreuung von Kindern in Tageseinrichtungen bis zu ihrem Schuleintritt, vgl. [11], als einer von sieben Bildungsbereichen aufgeführt. Gegenwärtig erarbeitet Herr Dr. Emmrich ein Konzept, wie eine mathematische Ausbildung in die Aus- und Weiterbildung von ErzieherInnen am SPI integriert werden kann.

7.1.2 Arbeitsgruppe Modellierung, Numerik, Differentialgleichungen und Projektgruppe Praktische Mathematik (PPM)

Zur Arbeitsgruppe Modellierung, Numerik, Differentialgleichungen des Instituts für Mathematik der TU Berlin, in der der erstgenannte Verfasser eine Professur mit der Arbeitsrichtung Modellierung mit Differentialgleichungen innehat und in der der zweitgenannte Verfasser derzeit als wissenschaftlicher Mitarbeiter beschäftigt ist, gehören 7 weitere Professuren zu den Gebieten Differentialgleichungen, Funktionalanalysis, Numerische Mathematik, Numerik partieller Differentialgleichungen, Wissenschaftliches Rechnen, Nichtlineare Optimierung und Steuerung sowie Numerik der nichtlinearen Optimierung.

Innerhalb des Fachgebiets Numerische Mathematik arbeitet seit vielen Jahren sehr erfolgreich die Projektgruppe Praktische Mathematik (PPM). Diese bietet in Ergänzung der Vorlesung Numerische Mathematik I für Ingenieure die Möglichkeit, unter Anleitung über ein Semester in einer festen Gruppe ein ingenieurmathematisches Problem zu bearbeiten. Dabei geht es vordergründig um die Aneignung von Kenntnissen und Erfahrungen auf dem Gebiet der Numerischen Mathematik. Begleitend werden Programmierkurse angeboten.

Obleich Gegenstand und Zielstellung der PPM und dieses Vorhabens sich unterscheiden, wird eine punktuelle Zusammenarbeit hinsichtlich von Projektthemen und ein Austausch über die Erfahrungen angestrebt. Denkbar ist eine gemeinsame Bearbeitung bei geeigneten Projektthemen und ein gemeinsames Symposium, in dem sowohl Ingenieur- als auch Lehrer- und MathematikstudentInnen die von ihnen bearbeiteten Projekte vorstellen.

7.1.3 DFG-Forschungszentrum „Mathematik für Schlüsseltechnologien“

Der erstgenannte Verfasser ist Gründungsmitglied im DFG-Forschungszentrum „Mathematik für Schlüsseltechnologien“ (FZT 86) und zeichnet derzeit für das Projekt D10 “Entropy Decay and Shape Design for Nonlinear Drift Diffusion Systems” verantwortlich.

Innerhalb der Application Area G: Education werden derzeit 4 Projekte betrieben, die sich vornehmlich der Begabtenförderung, dem Multimedia-Einsatz in der Hochschulausbildung und der Wirksamkeit von Mathematik in der Öffentlichkeit widmen. Die Intention dieses Reformvorhabens ist eine andere und stellt mithin eine sinnvolle Ergänzung der derzeitigen Angebote dar.

7.2 Standortvorteil für die TU Berlin

MathematiklehrerInnen werden an allen drei Berliner Universitäten ausgebildet. Allein die TU Berlin mit ihrem technischen Profil und ihrer sehr angewandten Ausrichtung bietet die Möglichkeit, in die Lehrerausbildung das Wechselspiel zwischen Ingenieurwissenschaften und Mathematik einzubringen und Mathematik als Technologie zu vermitteln.

Da Weiterbildungsangebote bislang von keiner der drei Universitäten regelmäßig oder in einem größeren Rahmen angeboten werden, stellt dieses Reformvorhaben auch diesbezüglich einen Vorteil für die TU Berlin dar. Die überall geforderte Aufhebung der künstlichen Trennung zwischen Aus- und Weiterbildung wird mit diesem Reformvorhaben praktiziert.

Die mathematikdidaktische Forschung in Berlin widmet sich bislang vornehmlich den Fragen der Begabtenförderung und des Einsatzes des Computers (multimediale Lernumgebungen), an der HU auch der Thematik offener Aufgaben im Mathematikunterricht. Dagegen setzt dieses Reformvorhaben auf die Befähigung von LehrerInnen, sowohl begabte als auch weniger begabte SchülerInnen individuell zu fördern. Daß in den Projektkursen nicht nur handfeste Mathematik vermittelt wird, sondern auch lerntheoretischen und psychologischen Fragen nachgegangen

wird, ist eine entscheidende Neuerung. Es ist ein besonderes Anliegen dieses Reformvorhabens, LehrerInnen zur Projektarbeit mit SchülerInnen zu ermuntern, denn die Verfasser sind der Auffassung, daß diese die beste Chance für einen differenzierten Unterricht bietet, in dem Aversionen und Ängste abgebaut und aktive Kenntnisse vermittelt werden.

8 Personelle, sächliche und finanzielle Auswirkungen

8.1 Personelle und sächliche Voraussetzungen am Institut für Mathematik

Expertise des erstgenannten Verfassers. Das wissenschaftliche Arbeitsgebiet des Antragstellers ist die mathematische Modellierung mit Differentialgleichungen. Damit wird genau die Kompetenz eingebracht, die zur Schaffung einer interdisziplinären Mathematikausbildung dringend gebraucht wird. Im Speziellen war der Antragsteller von 1997 bis 2001 mit technologischen und physikalisch-chemischen Projekten befaßt, die am (einzigen) Fraunhofer Institut für Mathematik, dem Institut für Techno- und Wirtschaftsmathematik ITWM, bearbeitet werden. In dieser Zeit wurden die ersten Erfahrungen bei der Betreuung von Wochenendseminaren mit Lehrer-Schüler-Gruppen (in Lambrecht) gesammelt. Diese Erfahrungen bildeten die Grundlage des an der TU Berlin abgehaltenen Modellierungsseminars. Bei diesem Seminar wurden jeweils ein Projekt aus der Biotechnologie (Funktionsweise eines Bioreaktors) und ein Projekt aus der Hydrogeologie (Modellierung des Grundwasserspiegels in einem brasilianischen Urwaldgebiet) zunächst umgangssprachlich an die Studentinnen und Studenten herangetragen und dann von diesen **mit mathematischen Methoden problemlösend** bearbeitet.

Wissenschaftliche Geräte. Großgeräte werden für die Durchführung des Vorhabens nicht benötigt. Auf die Rechentechnik des Instituts für Mathematik kann zurückgegriffen werden. Insbesondere stellt das Institut für Mathematik mehrere Notebooks nebst der erforderlichen mathematischen Software zur Verfügung.

Verbrauchsmaterial und laufende Mittel für Sachausgaben werden durch das Institut für Mathematik bereitgestellt.

Sonstige Voraussetzungen. Der erstgenannte Verfasser kann anteilig auf eine Sekretärin zurückgreifen.

8.2 Antrag auf Zuweisung personeller und finanzieller Mittel

Es wird beantragt, aus zentralen Mitteln für die Dauer von zwei Jahren zuzuweisen:

- 1 Stelle Wissenschaftlicher Mitarbeiter BAT IIa
- 1 Stelle Wissenschaftliche Hilfskraft mit Lehraufgaben (60 h mntl.)
- EUR 5.000 für Honorare und Organisation
- EUR 2.500 für die Teilnahme an wissenschaftlichen Konferenzen

Die Förderung soll mit dem Sommersemester 2004 beginnen.

8.2.1 Mitarbeiterstelle

Für die Projektbearbeitung bedarf es eines selbständig arbeitenden Mitarbeiters, der neben fundierten mathematischen Kenntnissen mit Anwendungsbezug Kenntnisse aus dem Bereich Schule und eigene Lehrerfahrung (sowohl in der Schule als auch an der Hochschule) vorweisen kann. Der Mitarbeiter muß weiterhin in der Lage sein, eigenständig die Projektarbeit zu koordinieren und mit Lehrern und Schülern zusammenzuarbeiten.

Für die Besetzung der beantragten Stelle ist der zweitgenannte Verfasser, Herr Dr. Etienne Emmrich, geb. 27. April 1970 in Magdeburg, vorgesehen.

Herr Dr. Emmrich hat sein zunächst in der Fachrichtung Diplomlehrer für Mathematik und Physik begonnenes Studium als Diplommathematiker abgeschlossen. Gegenstand der Dissertation war die Analysis von Diskretisierungsverfahren zur Lösung von in der Strömungsmechanik auftretenden Differentialgleichungen. Sein mathematisches Arbeitsgebiet liegt im Bereich der Numerischen Analysis.

Im Rahmen seines Studiums hat Herr Dr. Emmrich die im Lehrstudium üblichen pädagogisch-psychologischen und mathematikdidaktischen Fächer absolviert und Erfahrungen in schulpraktischen Übungen und Schülerarbeitsgemeinschaften gesammelt. Seit dem Wintersemester 1997/98 war Herr Dr. Emmrich mit Lehraufgaben an der Universität Magdeburg bzw. der TU Berlin (insbesondere im Bereich der Angewandten Mathematik, sowohl im Service als auch im Hauptstudium der mathematischen Studiengänge) betraut, seit dem Sommersemester 2002 auch mit dem eigenverantwortlichen Abhalten von Vorlesungen.

Derzeit ist Herr Dr. Emmrich als wissenschaftlicher Mitarbeiter am Institut für Mathematik aus Haushaltsmitteln beschäftigt.

Seit Oktober 2001 unterrichtet Herr Dr. Emmrich das Fach Mathematik an der Fachschule für Altenpflege der Stiftung SPI Berlin zum Erlangen des Realschulabschlusses, wofür das zuständige Schulamt eine unbefristete Unterrichtsgenehmigung erteilt hat.

8.2.2 Wissenschaftliche Hilfskraft

Die Aufgaben der wissenschaftlichen Hilfskraft wurden bereits im Arbeitsprogramm beschrieben. Für die Stelle ist eine Studentin/ein Student gesucht, der bereits erste Erfahrungen im Bereich der mathematischen Modellierung besitzt, unter MATLAB programmieren kann und möglichst Lehrerfahrung mitbringt.

8.2.3 Honorarmittel

Um den fächerübergreifenden, interdisziplinären Charakter der Modellierungsseminare und Projektkurse zu gewährleisten, ist die Zusammenarbeit mit Nicht-Mathematikern vonnöten, die auf Honorarbasis beschäftigt werden sollen. Im Verlauf der zweijährigen Förderung ist Co-Teaching für 12 Einzelprojekte zu jeweils ca. 10 Unterrichtsstunden vorgesehen. Bringt man ein Honorar von EUR 40,- je Unterrichtsstunde in Ansatz, ergibt dies Honorarkosten iHv. 120 UStd. \times EUR 40,- = EUR 4.800,-. Weitere EUR 200,- sind für Unterrichtsmittel und Organisation gedacht.

8.2.4 Reisekosten

Die Ergebnisse dieses Vorhabens sollen auf nationalen und gegebenenfalls internationalen Fachtagungen und Konferenzen vorgestellt werden; mit Fachkollegen außerhalb Berlins sollen Erfahrungen ausgetauscht werden.

Werden je Semester Reisekosten von 625,- EUR (Fahrt-, Übernachtungskosten, Tagegelder, Konferenzgebühren) in Ansatz gebracht, ergeben sich Gesamtaufwendungen iHv. EUR 2.500.

9 Nachhaltigkeit

9.1 Evaluation

Sowohl die einzelnen Veranstaltungen als auch das Reformvorhaben insgesamt wird mit einer Evaluation durch die TeilnehmerInnen begleitet. Für das Pilotseminar ist ein entsprechender Fragebogen bereits an die TeilnehmerInnen versandt worden. Die Evaluation soll Aufschluß darüber geben, ob und in welchem Umfange die TeilnehmerInnen einen Erkenntniszuwachs hatten, ob die Angebote adäquat und effektiv waren und welcher Anpassungen es für künftige Veranstaltungen bedarf. Sämtliche TeilnehmerInnen werden zu einem späteren Zeitpunkt (in etwa zwei Jahren) noch einmal befragt, um eine Aussage über die Langzeitwirkung und über die Umsetzung in der Schule zu erhalten.

9.2 Übernahme in die Regelausbildung. Selbstfinanzierung der Weiterbildung

Nach Abschluß des Reformvorhabens und positiver Evaluation werden die Veranstaltungen Teil der Regelausbildung und stehen auch den LehrerInnen aus der Praxis regelmäßig für ihre Weiterbildung offen.

Die dann teilnehmenden LehrerInnen sollten eine Teilnahmegebühr in Höhe von 5 bis 10 EUR je Unterrichtsstunde entrichten, wovon die Honorarausgaben bestritten werden könnten. Außerdem soll bei der zuständigen Senatsverwaltung auf eine Anerkennung als Weiterbildung im Sinne des Berliner Bildungsurlaubsgesetzes hingewirkt werden.

10 Zustimmende Beschlüsse

10.1 Institutsrat für Mathematik

Mit Beschluß IR 4/8 - 08.10.03 vom 08.10.03 hat der Rat des Instituts für Mathematik den Antrag ausdrücklich befürwortet:

Der Institutsrat des Instituts für Mathematik befürwortet nachdrücklich die Initiative von Herrn Prof. Unterreiter zur Verbesserung der Ausbildung im Lehramt Mathematik und bittet die LSK um Genehmigung des beigefügten Antrags auf Zuweisung einer Stelle eines/r wissenschaftlichen Mitarbeiters/in "Lehrinnovation" für zwei Jahre.

Abstimmungsergebnis: einstimmig.

10.2 Ausbildungskommission Mathematik

Mit Beschluß AK Math. Inst. 1/1-11.02.04 vom 11.02.04 hat die Ausbildungskommission Mathematik das Reformvorhaben ausdrücklich befürwortet:

Die Ausbildungskommission Mathematik begrüßt ausdrücklich die vorgestellten Maßnahmen zur Aus- und Weiterbildung der Mathematik-LehrerInnen und empfiehlt

dem Präsidium der TU Berlin die Befürwortung des Antrags. Nach positivem Abschluß des Reformvorhabens in zwei Jahren wird sich die Ausbildungskommission Mathematik dafür einsetzen, die Lehrveranstaltungen in die Regelausbildung zu übernehmen.

Abstimmungsergebnis: einstimmig.

10.3 Fakultätsrat der Fakultät II – Mathematik und Naturwissenschaften

Mit Beschluß FKR II - 16/02 - 25.02.2004 vom 25.02.2004 hat der Fakultätsrat der Fakultät II - Mathematik und Naturwissenschaften das Reformvorhaben ausdrücklich befürwortet:

Der Fakultätsrat der Fakultät II begrüßt ausdrücklich die vorgestellten Maßnahmen zur Aus- und Weiterbildung der Mathematik-LehrerInnen und empfiehlt dem Präsidium der TU Berlin die Befürwortung des Antrags. Vorbehaltlich einer positiven Evaluation des Reformvorhabens in zwei Jahren, werden die Lehrveranstaltungen in die Regelausbildung übernommen.

Abstimmungsergebnis: einstimmig.

11 Literatur

In Ergänzung der hier aufgeführten Literatur sei auf die unter www.math.tu-berlin.de/~emmrch/MmM.htm genannten Titel verwiesen.

- [1] H. Aebli: Psychologische Didaktik. Klett, Stuttgart, 1951.
- [2] Antrag der Fraktion der SPD und der Fraktion der PDS im Berliner Abgeordnetenhaus für ein Zwölftes Gesetz zur Änderung des Lehrerbildungsgesetzes.
- [3] J. Baumert et al.: OECD PISA: Programme for International Student Assessment. Schülerleistungen im internationalen Vergleich. Berlin, 2001.
- [4] J. Baumert et al.: TIMSS – mathematisch-naturwissenschaftlicher Unterricht im internationalen Vergleich: deskriptive Befunde. Leske + Budrich, Opladen, 1997.
- [5] A. Bolland: Aller Anfang ist leicht. Mit Kindern auf dem Weg zur Mathematik. In: Theorie und Praxis der Sozialpädagogik 10 (2003), S. 16-23.
- [6] E. Bulmahn et al.: Zur Entwicklung nationaler Bildungsstandards – Eine Expertise. Berlin, Februar 2003.
- [7] L. Hefendehl-Hebeker: Didaktik der Mathematik als Wissenschaft. DMV-Jahresbericht 105 (2003) 1, 3 – 29.
- [8] D. Lenzen et al.: Lehrerbildung an Universitäten – ein Reformmodell der Kooperation zwischen Universität und Schule. Berlin, Juli 2002.
- [9] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (Hrsg.): Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluß. Beschluß der KMK vom 04.12.2003.

- [10] Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder (Hrsg.): Vereinbarung über Bildungsstandards für den Mittleren Schulabschluß (Jahrgangsstufe 10). Beschluß der KMK vom 04.12.2003.
- [11] Senatsverwaltung für Bildung, Jugend und Sport (Hrsg): Das Berliner Bildungsprogramm für die Bildung, Erziehung und Betreuung von Kindern in Tageseinrichtungen bis zu ihrem Schuleintritt. Entwurf Juni 2003.
- [12] H.-G. Weigand: Überlegungen zur TIMSS-Studie. Ergebnisse - Ursachen - Konsequenzen. Math. Schule 35 (1997) 10, S. 513-526.
- [13] <http://www.learn-line.nrw.de/angebote/greenline>

12 Anlagen

Ankündigung für das Wintersemester 2003/2004
Ankündigung für das Sommersemester 2004