



Semiautomatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik

Schlussbericht des Teilprojekts der
Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg

Projektleiter
Prof. Dr. Christine Bescherer
Prof. Dr. Christian Spannagel (PH Heidelberg)

Projektmitarbeiter: Marc Zimmermann M.A.
Projektmitarbeiterinnen: Dr. Andrea Hoffkamp, Gabriele Moll

Förderkennzeichen: 01PH08008A

Im Rahmen des Programms:
Hochschulforschung als Beitrag zur Professionalisierung der
Hochschullehre – Zukunftswerkstatt Hochschullehre
Projektlaufzeit: 10/2008 – 02/2012

Das diesem Bericht zugrundeliegende Vorhaben wurde mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung, und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01PH08008A gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

GEFÖRDERT VOM



**Bundesministerium
für Bildung
und Forschung**



Berichtsblatt

1. ISBN oder ISSN -	2. Berichtsart (Schlussbericht oder Veröffentlichung) Schlussbericht	
3. Titel SAiL-M: Semiautomatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik		
4. Autor(en) [Name(n), Vorname(n)] Bescherer, Christine Spannagel, Christian Zimmermann, Marc	5. Abschlussdatum des Vorhabens 29.02.2012	
	6. Veröffentlichungsdatum Online 30.9.2012	
	7. Form der Publikation Online unter http://sail-m.de/sail-m/Publikationen	
8. Durchführende Institution(en) (Name, Adresse) Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Reuteallee 46, 71634 Ludwigsburg	9. Ber. Nr. Durchführende Institution	
	10. Förderkennzeichen 01PH08008A	
	11. Seitenzahl 42	
12. Fördernde Institution (Name, Adresse) Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	13. Literaturangaben 26	
	14. Tabellen 3	
	15. Abbildungen 1	
16. Zusätzliche Angaben		
17. Vorgelegt bei (Titel, Ort, Datum) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Projektträger im DLR, Bonn, 31.08.2012		
18. Kurzfassung Die bildungswissenschaftliche Forschung von Hochschullehre steckt noch in ihren Anfängen, und zwar insbesondere diejenige, die auf fachspezifisches Lernen abgestimmt ist. Daher sollte die Entwicklung und Erforschung entsprechender erfolgreicher Lehr-Lernszenarien mehr gefördert werden. In dem Projekt SAiL-M wurde eine didaktische Konzeption entwickelt, die das aktive, individuelle Mathematiklernen an der Hochschule zu Beginn des Studiums verbessert. Der Schlussbericht beschreibt ausführlich diese Konzeption, die mit Hilfe des Ansatzes des semiautomatischen Assessments entwickelt wurde sowie und die damit verbundene Evaluation.		
19. Schlagwörter Mathematik, Hochschule, Hochschuldidaktik, Hochschulmathematik, Dozentenfortbildung, Tutorenfortbildung, Veranstaltungskonzeption, semiautomatisches Assessment		
20. Verlag	21. Preis 0 €	

Document Control Sheet

1. ISBN or ISSN -	2. type of document (e.g. report, publication) report	
3. title SAiL-M – Semiautomatic Analysis of Individual Learning Processes in Mathematics		
4. author(s) (family name, first name(s)) Bescherer, Christine Spannagel, Christian Zimmermann, Marc	5. end of project 29.02.2012	
	6. publication date 30.09.2012	
	7. form of publication Online http://sail-m.de/sail-m/Publikationen	
8. performing organization(s) (name, address) University of Education Ludwigsburg; Reuteallee 46, 71634 Ludwigsburg Germany	9. originator's report no.	
	10. reference no. 01PH08008A	
	11. no. of pages 42	
12. sponsoring agency (name, address) Bundesministerium Bildung und Forschung (BMBF) 53170 Bonn	für	13. no. of references 26
		14. no. of tables 3
		15. no. of figures 1
16. supplementary notes		
17. presented at (title, place, date) Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Projektträger im DLR, Bonn, 31.08.2012		
18. abstract Empirical research on higher education which is related to a specific domain is still in its infancy. The development and evaluation of subject-related teaching and learning scenarios should be fostered. In the project SAiL-M the mathematics courses for first-year students have been designed in order to support active, individualized learning. This report describes the development and evaluation of these concepts which have been realized using semi-automatic assessment.		
19. keywords Mathematics, higher education, university. academic learning, teacher training, tutor training, course design, semi-automatic assessment		
20. publisher	21. price 0 €	

I. Kurzdarstellungen

0. Vorbemerkung

Das Projekt SAiL-M war ein Verbundprojekt mit vier Standorten und unterschiedlichen Aufgabenbereichen (vgl. Schlussberichte der anderen Teilprojekte). Durch Rufe an andere Hochschulen beteiligter Projektleiter ergaben sich über den Projektzeitraum diverse Änderungen.

SAiL-M alpha an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg
2009 wechselte einer der Projektleiter auf eine Professur an der PH Heidelberg
(Förderkennzeichen 01 PH 08008 A)

SAiL-M beta an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd (2008-2010)
ab 2011 an der Pädagogischen Hochschule Karlsruhe
(Förderkennzeichen 01 PH 08008 B)

SAiL-M gamma an der Pädagogischen Hochschule Weingarten
(Förderkennzeichen 01 PH 08008 C)

SAiL-M delta an der RWTH Aachen
(Förderkennzeichen 01 PH 08008 D)

Das Teilprojekt SAiL-M alpha am Standort Ludwigsburg hatte die Sprecherrolle und die Gesamtprojektleitung inne. Inhaltlich war es v.a. für die Entwicklung und Beschreibung der Lehr-/Lernkonzepte sowie die Evaluation verantwortlich.

1. Aufgabenstellung

Mangelnde Kenntnisse in Mathematik sind für viele Studierende, die Mathematik nicht als Hauptfach belegt haben, darin aber Leistungsnachweise erbringen müssen, ein Grund, das Studium abzubrechen. SAiL-M (Semiautomatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik) hatte sich das Ziel gesetzt, aktivierende Umgebungen zum Mathematiklernen an der Hochschule zu gestalten.

Das Projekt nutzte computergestützte Medien und aktivierende Lehrformen, um Studierenden schwierigen Stoff auf innovative Art zu vermitteln: Dazu gehörten – und gehören noch – die Durchführung von Mathematikvorlesungen mit aktiven Diskussionen, Videoaufzeichnungen zum jederzeitigen Wiederholen der Vorlesung und Tutoren, die in Arbeitstreffen oder im „offenen Matheraum“ beraten anstatt vorrechnen. Darüber hinaus unterstützen Computer-Anwendungen die Lehrenden bei der Dokumentation und Analyse von Lernprozessen der Studierenden. Diese Konzepte werden auch noch nach Projektende in unterschiedlicher Ausprägung in Einführungsveranstaltungen für Lehramtsstudierende in Mathematik an den Pädagogischen Hochschulen Ludwigsburg, Heidelberg, Karlsruhe und Weingarten umgesetzt. Das Projektteam untersuchte die Auswirkungen dieser Maßnahmen auf Motivation, mathematische Fertigkeiten und die mathematische Selbstwirksamkeitserwartung der Studierenden.

Die Besonderheit bei den im Projekt entwickelten computerbasierten Anwendungen ist die Grundidee der semiautomatischen Analyse zur Unterstützung der Lernprozesse: Der Com-

puter identifiziert typische Lösungen und Fehler in den Bearbeitungen der Mathematikaufgaben und gibt den Studierenden zu ihren Lösungsvorschlägen eine direkte Rückmeldung. Alle Spezialfälle werden – einschließlich der schon erfolgten Lösungsschritte – an Menschen, also an Tutoren und Dozenten, weitergeleitet, die dann eine individuelle Rückmeldung geben können. Dieses Verfahren spart viel Zeit, da die meisten Fälle eben genau Standardfälle sind. Dadurch ist es möglich, auch eine große Anzahl an Studierenden individuell beim Lernen zu begleiten.

Auch andere Hochschulen können diese Lehrkonzepte und -umgebungen direkt nutzen oder an ihre Gegebenheiten anpassen. SAiL-M bot – und bietet noch – aber weitaus mehr als nur Lernen mit Hilfe des Computers: Die im Projekt entwickelten neuen Konzeptionen für Lehrveranstaltungen in Mathematik wurden in den letzten Jahren bereits durch Fortbildungen für Dozenten und Tutoren erfolgreich im Hochschulalltag um- und eingesetzt. Die Praxistauglichkeit ist die große Stärke der didaktischen Innovationen des Projekts. Im Projekt SAiL-M wurden didaktische Konzepte zur Stärkung der Lernerzentrierung beim Mathematiklernen in der Hochschule insbesondere in den ersten Semestern entwickelt.

Mathematik spielt, außer in den fachspezifischen Studiengängen, in vielen weiteren Studiengängen eine wesentliche Rolle, beispielsweise in den Ingenieurwissenschaften, in den Wirtschaftswissenschaften und in der Informatik. Neuere didaktische Ansätze betonen neben dem Erlernen der mathematischen Techniken vor allem auch die Entwicklung mathematischer Kompetenzen wie zum Beispiel Problemlösen, Argumentieren und Kommunizieren. Die traditionelle Hochschullehre im Bereich Mathematik konzentriert sich jedoch häufig auf die Vermittlung von Techniken und weniger auf den Aufbau mathematischen Verständnisses und auf die Förderung allgemeiner mathematischer Kompetenzen. Der Aufbau der Kompetenzen wird nicht explizit thematisiert, sondern es wird eher angenommen, dass dies ein automatischer Prozess ist. Es werden dadurch eher die Produkte von Lernprozessen thematisiert und weniger die Lernprozesse selbst.

Im Projekt SAiL-M wurde genau diese Problematik aufgegriffen. Es wurden

- didaktische Beschreibungsmuster für aktivierende, kompetenzorientierte Umgebungen zum Mathematiklernen in der Hochschule formuliert, implementiert und für andere nutzbar gemacht,
- Werkzeuge für das Assessment von Lernprozessen¹ – d.h. Werkzeuge für deren Dokumentation und Messinstrumente für deren Analyse – adaptiert und in diesen Lernkontexten bereitgestellt und
- die Wirksamkeit der entwickelten Modelle zu Lehr-/Lernszenarien und der Nutzen prozessbezogener Rückmeldungen mit verschiedenen Diagnosemethoden evaluiert.

Der Schwerpunkt des Teilprojekts am Standort Ludwigsburg lag auf der didaktisch-methodischen Konzeption reichhaltiger Umgebungen zum prozessorientierten Mathematiklernen und deren Evaluation in Hochschulveranstaltungen.

¹ Die Analyse mathematischer Lernprozesse lässt sich nicht ohne spezielle technische Hilfsmittel bewerkstelligen, insbesondere im Rahmen größerer Lehrveranstaltungen. Die technischen Komponenten und Werkzeuge wurden in erster Linie an den anderen drei Standorten des Verbundprojekts entwickelt, an die spezifischen Anforderungen angepasst und optimiert. Deshalb wird hier nicht ausführlich darauf eingegangen, Details finden sich in den Schlussberichten der anderen Teilprojekte.

2. Voraussetzungen, unter denen das Vorhaben durchgeführt wurde

Die Laufzeit des Projekts SAiL-M dauerte – einschließlich kostenneutraler Verlängerung – vom 1.10.2008 bis 29.2.2012.

Das Gesamtvolumen umfasste	270.443,08 € (incl. Projektpauschale)
davon wiss. Mitarbeiter/-rinnen	211.082,05 €

Darin enthalten ist die im September 2010 bewilligte Aufstockung des Projekts um 16 Personenmonaten zur Konzeption und Durchführung der Fortbildungen für Hochschullehrerinnen und -lehrer sowie Tutorenschulungen. Der Umfang dieser Aufstockung betrug 81.324 €.

An der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg werden – wie an allen Pädagogischen Hochschulen in Baden-Württemberg – sowohl die fachmathematischen wie auch teilweise die mathematikdidaktischen Veranstaltungen von denselben Personen durchgeführt. Hierbei wird die Diskrepanz zwischen der herkömmlichen Form der wöchentlichen Mathematikveranstaltungen mit 90 minütigem Vorlesungsteil ergänzt durch eine 90 minütige Übung sowie entsprechende Selbstlernphasen und dem Anspruch einer modernen Mathematikdidaktik besonders deutlich. Ausgehend von einem moderaten Konstruktivismus und mit dem Fokus auf das Lernen von Mathematik hat sich das lernerzentrierte Paradigma des entdeckenden Lernens etabliert. Hierbei wird davon ausgegangen, dass die Lernenden selbst entdeckte Zusammenhänge besser behalten und auch auf andere Gebiete transferieren können, als dies bei Inhalten gelingt, die ihnen „nur“ vorgeführt wurden. Dies bedeutet nicht, dass die Lernenden allein und ohne Unterstützung die Mathematik „nacherfinden“ müssen, sondern dass die Lehr-/Lernarrangements so gestaltet werden, dass – wann immer möglich – eigene Entdeckungen angeregt werden. Somit können auch Studienanfängerinnen und -anfänger in einer unterstützten „Lernumgebung“ echtes Mathematik-Treiben kennen lernen.

Speziell für das Fach Mathematik in den Lehramtsstudiengängen wird dies in dem 2008 veröffentlichten Beschluss der Kultusministerkonferenz „Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung“ sogar explizit gefordert: „Die Studienabsolventinnen und -absolventen verfügen über anschlussfähiges mathematisches und mathematikdidaktisches Wissen, das es ihnen ermöglicht, gezielte Vermittlungs-, Lern- und Bildungsprozesse im Fach Mathematik zu gestalten und neue fachliche und fächerverbindende Entwicklungen selbstständig in den Unterricht und in die Schulentwicklung einzubringen. Sie können mathematische Sachverhalte in adäquater mündlicher und schriftlicher Ausdrucksfähigkeit darstellen, mathematische Gebiete durch Angabe treibender Fragestellungen strukturieren, durch Querverbindungen vernetzen und Bezüge zur Schulmathematik und ihrer Entwicklung herstellen, können beim Vermuten und Beweisen mathematischer Aussagen fremde Argumente überprüfen und eigene Argumentationsketten aufbauen sowie mathematische Denkmuster auf praktische Probleme anwenden (mathematisieren) und Problemlösungen unter Verwendung geeigneter Medien erzeugen, reflektieren und kommunizieren,...“ (KMK, 2008, S. 22).

Um diese Grundhaltung zum Mathematiklernen auch in Fachvorlesungen umzusetzen, entwickelten Christine Bescherer und Christian Spannagel aufbauend auf verschiedenen theoretischen Konzepten ein Bündel von Maßnahmen, die in den Mathematikvorlesungen für den Studiengang Realschule an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg erprobt wurden.

Die theoretischen Grundlagen umfassten die Maßnahmen zur Steigerung der Selbstwirksamkeitserwartung nach Bandura (1998, 2001) oder die Steigerung der Motivation durch Kompetenzerleben und Autonomieerfahrung nach Deci und Ryan (1993).

Neben den beiden erwähnten Dozenten – Christian Spannagel wechselte 2009 auf eine Mathematikprofessur an der Pädagogischen Hochschule Heidelberg – übernahm Marc Zimmermann (Studium des Lehramts Realschule und Magister in Fachdidaktik Mathematik) die Weiterentwicklung der Konzeption und große Teile der Durchführung der Veranstaltungen. Zum Wintersemester 2011/12 trat in Baden-Württemberg eine neue Prüfungsordnung für die Lehrämter an Grundschulen bzw. Werkrealschulen, Hauptschulen und Realschulen sowie für Sonderpädagogik in Kraft. Dies führte zu einem veränderten Zuschnitt der Mathematikveranstaltungen und der entsprechenden Prüfungen. So wird z.B. die akademische Vorprüfung nicht mehr i.d.R. nach dem 1. Semester über die Inhalte der Veranstaltungen „Einführung in die Arithmetik einschl. Übungen“ und der „Einführung in die Mathematikdidaktik“ sondern über die Veranstaltungen „Mathematik betreiben I: Zahlen und Operationen“, „Mathematik betreiben II: Raum und Form“ und „Mathematik lehren und lernen I: Zahlen und Operation“, die über einen Zeitraum von 2 Semestern besucht werden. Trotzdem konnten fast alle Maßnahmen aus dem SAiL-M-Konzept übernommen werden, teilweise mit Ergänzungen bedingt durch den verlängerten Zeitraum, dessen Inhalte geschlossen abgeprüft werden.

Um die Erkenntnisse, die im Rahmen des Projekts gesammelt wurden, besser unter den Lehrenden an den Hochschulen in Deutschland zu verbreiten, dienten die speziell für das Projekt SAiL-M entwickelten Fortbildungen für Hochschullehrerinnen und -lehrer (vgl. Abschnitt II.1.2)

3. Planung und Ablauf des Vorhabens

Das Vorhaben wurde im Verbund von ursprünglich vier Hochschulen RWTH Aachen, Pädagogische Hochschule Ludwigsburg, Pädagogische Hochschule Schwäbisch Gmünd und Pädagogische Hochschule Weingarten geplant und auch bis in Jahr 2010 so durchgeführt. 2009 wechselte Christian Spannagel von Ludwigsburg an die PH Heidelberg und im Laufe des Jahres 2010 wechselte Prof. Dr. Ulrich Kortenkamp von der PH Schwäbisch Gmünd zur PH Karlsruhe. Dies führte ebenso wie der verspätete Arbeitsbeginn mancher der Projektmitarbeiterinnen und Projektmitarbeiter sowie Wechsel unter den Mitarbeitern zu Verzögerungen und teilweise zu Verschiebungen. Am Standort Ludwigsburg konnte der Projektmitarbeiter Marc Zimmermann erst 4½ Monate nach Projektbeginn im Februar 2009 eingestellt werden.

Geplant war die Arbeit im Verbundprojekt in sieben Arbeitspaketen, die gleichmäßig, aber zeitlich versetzt mit unterschiedlichen Verantwortlichkeiten auf die vier Standorte verteilt wurden. Diese sieben Arbeitspakete umfassten:

- Projektmanagement
- Entwicklung und Adaption von didaktischen Design Patterns für prozessorientiertes Lernen
- Entwicklung konkreter Lehr-/Lern-Arrangements / Konkretisierung der didaktischen Design Patterns
- Integration und Anwendung der Werkzeuge in existierenden Hochschulveranstaltungen und E-Learning-Infrastrukturen
- Evaluation der entwickelten Lehr-/Lern-Arrangements, Methoden und Werkzeuge
- Dissemination

Details hierzu sowie die Aufteilung auf die Standorte sind im Projektantrag ausführlich dargestellt. Änderungen in der Planung sowie teilweise Änderungen in den Projektzielen sind in den jeweiligen Zwischenberichten detailliert geschildert.

Für den Standort Ludwigsburg lässt sich aber konstatieren, dass trotz der Verzögerung zu Beginn, die Ziele weitgehend erreicht wurden. Einzige – im Jahr 2010 angezeigte – Änderung in den Projektzielen war der Verzicht auf die Entwicklung eines eigenen Instruments zur Kompetenzmessung der Studierenden. Die Gründe für den Verzicht waren wie folgt:

- Ein intensives Literaturstudium und der Austausch in der wissenschaftlichen Community (z.B. Lindmeier (2011)²; vgl. Verbundbericht 2009) kamen zu dem Ergebnis, dass es (noch) keine geeigneten und standardisierten Messinstrumente und -verfahren gibt, um mathematische Prozesskompetenzen (Argumentieren, Kommunizieren, Problemlösen, Modellieren, ...) zu messen.
- Bisherige Verfahren und Messinstrumente (z.B. aus dem Projekt TEDS-LT) würden mit den anderen im Projekt relevanten Datenerhebungen das zeitliche Kontingent der zu untersuchenden Personen übersteigen. Eine Kombination der Erhebungen von TEDS-LT und SAiL-M, die beide an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg stattfanden, scheiterte sowohl aus Datenschutzgründen wie auch wegen der unterschiedlichen Kohorten, die für die Untersuchungen ausgewählt wurden.
- Das Ministerium für Bildung und Forschung hatte zu diesem Zeitpunkt das Forschungsprogramm „Kompetenzmodellierung und Kompetenzerfassung im Hochschulsektor“ ausgeschrieben, in dem sich Projekte ausschließlich mit der Kompetenzmessung befassen. Dadurch wird nochmals hervorgehoben, dass sich zum einen die Problematik der Messung von Kompetenzen noch als ein weites Forschungsfeld darstellt. Zum anderen wird damit auch der Arbeitsumfang, der für eine solche Entwicklung notwendig ist, deutlich.

Da unsere Hauptprojektziele auf der Entwicklung und Implementierung aktivierender Mathematiklehrveranstaltungen sowie der Entwicklung und Umsetzung von Werkzeugen zur Dokumentation und Messung von Lernprozessen liegen, verwendeten wir für die vergleichende Evaluation einen Wissens- bzw. Fähigkeitstest als Vergleich der Treatment- und Kontrollgruppen.

Im Sommer 2010 ergab sich die Möglichkeit, einen Ergänzungsantrag zu stellen, der am 23.9.2010 bewilligt wurde. Das Ziel dieser Ergänzung war es, die im Rahmen von SAiL-M entwickelten Konzepte in Form von Weiterbildungsangeboten für Mathematikdozentinnen und -dozenten sowie durch Schulungen für Tutorinnen und Tutoren auch anderen Hochschulen leicht zugänglich zu machen. Dazu konnten in einem Umfang von 16 Personenmonaten zwei wissenschaftliche Mitarbeiterinnen mit jeweils einem Arbeitsumfang von 50% sowie ein erfahrener Erwachsenenbildner und Systemcoach beschäftigt werden. Diese Gruppe entwickelte zusammen mit den Projektmitarbeiterinnen und -mitarbeitern, die für die Entwicklung der SAiL-M Lehrkonzepte und Werkzeuge verantwortlich waren, Weiterbildungsveranstaltungen. Diese wurden an verschiedenen Hochschulen in ganz Deutschland durchgeführt, optimiert und auf dem Projekt-Wiki dokumentiert. Details dazu finden sich im Abschnitt II.1.2. Die kostenneutrale Verlängerung um 5 Monate ermöglichte es, die SAiL-M Maßnahmen unter den geänderten Bedingungen im Rahmen der neuen Prüfungsordnung einzusetzen und

² Inzwischen ist die Doktorarbeit von Anke Lindmeier erschienen. Deshalb wird sie in diesem Bericht in das Literaturverzeichnis aufgenommen. Zum damaligen Zeitpunkt war die Dissertation noch am Entstehen.

zu evaluieren. Dabei wurde ein Ergänzungsbedarf deutlich, der sich v.a. daraus ableitet, dass in der Modulprüfung die Inhalte von Veranstaltungen aus zwei Semestern in Form einer Klausur abgeprüft werden. Dies erfordert ein ergänzendes Unterstützungsangebot, in das Wissen und die Kompetenzen aus den länger zurückliegenden Veranstaltungen „am Leben“ erhalten werden.

4. Wissenschaftlicher und technischer Stand, an den angeknüpft wurde, insb.

4.1 Angabe bekannter Konstruktionen, Verfahren und Schutzrechte, die für die Durchführung des Vorhabens benutzt wurden

– nicht auf das Teilprojekt zutreffend

4.2 Angabe der verwendeten Fachliteratur sowie der benutzten Informations- und Dokumentationsdienste

Die Literatur, die als Grundlage für den Projektantrag 2008 diente, gibt einen sehr guten Überblick über den damaligen Stand der verwendeten Fachliteratur. Wie im Projektantrag gefordert wird hier zwischen der eigenen Literatur der Antragstellerin und Antragsteller des Gesamtprojekts und der Fremdliteratur unterschieden.

Eigene Literatur

Bescherer, Christine: (2004) Selbsteinschätzung der mathematischen Studierfähigkeit von Studienanfängerinnen und -anfängern, Dissertation, online veröffentlicht unter URN:nbn:de:bsz:93-opus-16269 bzw. URL: <http://opus.bsz-bw.de/phlb/volltexte/2004/1626/>, letzter Zugriff: 2.2.2008.

Bescherer, Christine (Hrsg.) (2005a): Einfluss der neuen Medien auf die Fachdidaktiken - Erfahrungen aus dem Projekt Virtualisierung im Bildungsbereich. Schneider Verlag, Hohengehren, 2005.

Bescherer, Christine (2005b): Kompetenzen beim Arbeiten in virtuellen und face-to-face Phasen. In Rose Vogel (Hrsg.): Didaktische Konzepte der netzbasierten Hochschullehre. S. 161-173. Münster, Waxmann.

Bescherer, C. (2005c). Eine kurze Geschichte der Bildungsstandards in Mathematik. In: J. Engel, R. Vogel, & S. Wessolowski (Eds.), *Strukturieren - Modellieren - Kommunizieren. Leitbilder mathematischer und informatischer Aktivitäten* (S. 313-341). Hildesheim: Franzbecker.

Bescherer, Christine (2007): Möglichkeiten alternativer Formen der Leistungsmessung. In Beiträge zum Mathematikunterricht 2007. Vorträge auf der 41. Tagung für Didaktik der Mathematik, Franzbecker, Hildesheim (2007).

Bescherer, C., Kortenkamp, U., Müller, W. & Spannagel, C. (in press). Intelligent Computer-Aided Assessment in Mathematics Classrooms. To appear in the IFIP WG 3.3 book *Theory and History, Questions and Methodology: Current and Future Issues in Research into ICT in Education*.

Bescherer, C., Müller, W., Heinrich, F. & Mettenheimer, S. (2004) Assessment and Semi-Automatic Analysis of Test Results in Mathematical Education. In *Proceedings of ED-MEDIA*

2004 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Lugano.

Bescherer, C. & Spannagel, C. (in Vorbereitung). Computerselbstwirksamkeit und Cognitive Playfulness in Lehrveranstaltungen mit Computernutzung.

Klaudt, D. & Spannagel, C. (2004). Computerunterstütztes Operieren am mentalen Zahlenstrahl. *Erziehung und Unterricht*, 154(3-4), 246-257.

Kortenkamp, U. & Richter-Gebert, J. (1998): *Geometry and education in the Internet age*. In: Ottmann, Thomas & Ivan Tomek (Hg.): Ed-Media & Ed-Telecom 98. Proceedings of the Tenth World Conference on Educational Multimedia and Hypermedia & World Conference on Educational Telecommunications, Freiburg, Germany, June 20-25, 1998, Charlottesville: AACE

Kortenkamp, U. (2005) Experimentieren und Publizieren. In: P. Bender, W. Herget, H.-G. Weigand & T. Weth (Eds.), *WWW und Mathematik - Lehren und Lernen im Internet?* Proceedings 21. Arbeitstagung des Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik in Dillingen/Donau, Franzbecker, Hildesheim.

Kortenkamp, U. (2007): *Guidelines for Using Computers Creatively in Mathematics Education*. In: Ko, Ki Hyoung & Deane Arganbright (Hg.): Enhancing University Mathematics: Proceedings of the First KAIST International Symposium on Teaching, *CBMS Issues in Mathematics Education*, Band 14, AMS, S. 129–138.

Kortenkamp, U. (2007): *Combining CAS and DGS – Towards Algorithmic Thinking*. In: Li, Shangzhi, Dongming Wang & Jing-Zhong Zhang (Hg.): Symbolic Computation and Education, World Scientific.

Lindmeier, A. (2011). Modeling and Measuring Knowledge and Competencies of Teachers. Münster: Waxmann

Müller, W. & Bescherer, C. (2005). Saraswati – Ein System zur elektronischen Leistungserfassung und semi-automatischen Fehleranalyse im Mathematikunterricht. In: J. Engel, R. Vogel & S. Wessolowski (Hrsg.), *Strukturieren – Modellieren – Kommunizieren. Leitbilder mathematischer und informatischer Aktivitäten* (S. 293–300). Hildesheim, Berlin: Franzbecker.

Müller, W., Bescherer, C., Kortenkamp, U. & Spannagel, C. (2006). Intelligent Computer-Aided Assessment in Math Classrooms: State-of-the-art and Perspectives. *Proceedings of the Joint Conference of the IFIP WG 3.1, 3.2 and 3.5 at Alesund, Norwegen, Juni 2006*.

Müller, Wolfgang; Spierling, Ulrike; Weiss, Sebastian (2005). Synchronizing Natural Language Conversation Between Users And Multiple Agents In Interactive Storytelling Applications, *Proc. Training, Education & Simulation International (TESI 2005), Maastricht, The Netherlands*, März 2005.

Schroeder, U. & Spannagel, C. (2003a). CleverPHL: focusing on the learning process by supplementing instructional software with digital recording and evaluation functionality. In: A. Rossett (Hrsg.), *World Conference on E-Learning in Corp., Govt., Health., & Higher Ed. 2003(1)* (S. 2413–2420). Norfolk, VA: AACE.

Schroeder, U. & Spannagel, C. (2003b). Implementierung von eLearning-Szenarien nach der Theorie der kognitiven Lehre. In: A. Bode, J. Desel, S. Rathmayer & M. Wessner (Hrsg.), *DeLFI 2003, Lecture Notes in Informatics, Gesellschaft der Informatik* (Vol. P-37, S. 195–204). Bonn: Köllen Druck + Verlag.

- Schroeder, U. & Spannagel, C. (2004a). Supporting Active Learning in E-Learning Scenarios. In: V. Uskov (Ed.), *Proceedings of the Seventh IASTED International Conference on Computers and Advanced Technology in Education*, August 16-18, 2004, Kauai, Hawaii, USA (pp. 124-129). Anaheim, Calgary, Zürich: ACTA Press.
- Schroeder, U. & Spannagel, C. (2004b). The Case for Action-Oriented E-Learning. In: L. Cantoni & C. McLoughlin (Eds.), *World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia and Telecommunications 2004(1)* (pp. 2449-2454). Norfolk, VA: AACE.
- Schroeder, U. & Spannagel, C. (2005). The Role of Interaction Records in Active Learning Processes. In: P. Isaías, M. B. Nunes, & A. P. dos Reis (eds.), *Proceedings of the IADIS Virtual Multi Conference on Computer Science and Information Systems (MCCSIS 2005)* (pp. 99-104)
- Schroeder, U. & Spannagel, C. (2006). Supporting the Active Learning Process. *International Journal on E-Learning*, 5 (2), 245-264.
- Spannagel, C. (2003). Computergestützte Erfassung und Analyse von Benutzerverhalten im Umgang mit Lehr-/Lernsystemen. In: V. Nordmeier (Ed.), *Didaktik der Physik. Beiträge zur Frühjahrstagung der DPG - Augsburg 2003*. Berlin: Lehmanns Media.
- Spannagel, C. (2007a). *Benutzungsprozesse beim Lernen und Lehren mit Computern*. Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Spannagel, C. (2007b). Eine Weblog-Umgebung zur Förderung selbstbestimmt motivierten Lernens. In C. Rensing & G. Rößling (Hrsg.), *Proceedings der Pre-Conference Workshops der 5. e-Learning Fachtagung Informatik DeLFI 2007, Siegen, September 2007* (S. 11-18). Berlin: Logos.
- Spannagel, C. (in press). Computerbasierte Aufgaben zum Vervollständigen von Teillösungen. Erscheint im Tagungsband des Arbeitskreises "Mathematikunterricht und Informatik" der GDM, Soest 2007.
- Spannagel, C., Girwidz, R., Löthe, H., Zandler, A. & Schroeder, U. (2008). Animated Demonstrations and Training Wheels Interfaces in a Complex Learning Environment. *Interacting with Computers* 20(1), 97-111.
- Spannagel C., Gläser-Zikuda, M., & Schroeder, U. (2005). Application of Qualitative Content Analysis in User-Program Interaction Research. *Forum Qualitative Sozialforschung / Forum: Qualitative Social Research*, 6(2). Art. 29
- Spannagel, C. & Kortenkamp, U. (2007): CleverPHL - ein Werkzeug zum flexiblen Umgang mit Konstruktionsprozessen in DGS. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2007* (S. 165-168). Hildesheim, Berlin: Franzbecker.
- Spannagel, C. & Kortenkamp, U. (in press). Prozesse beim Lernen mit DGS: Aufzeichnung, Wiedergabe, Analyse. Erscheint im Tagungsband des Arbeitskreises "Experimentelle Geometrie" der GDM.
- Spierling, Ulrike; Weiß, Sebastian; Müller, Wolfgang (2006): Towards Accessible Authoring Tools for Interactive Storytelling, 3rd International Conference on Technologies for Interactive Digital Storytelling and Entertainment (TIDSE 2006), Darmstadt, 2006.
- Spierling, Ulrike; Müller, Wolfgang; Vogel, Rose; und Iurgel, Ido (2004) Digital Conversational Storytelling Elements for Teaching Mathematics in Primary School, ED-MEDIA 2004 - World Conference on Educational Multimedia, Hypermedia & Telecommunications, Lugano, Schweiz, Juni 2004.

Stalljohann, P., Schroeder, U., Altenbernd-Giani, E. (in press): eAixessor – a modular framework for automatic assessments in weekly assignments in higher education, accepted for presentation and publication at the 7th international conference on Web-based Education (WBE 2008).

Ziefle, M., Schroeder, U., Strenk, J., and Michel, T. (2007): How younger and older adults master the usage of hyperlinks in small screen devices, Computer/Human Interaction Conference, CHI 2007.

Weiss, Sebastian, Müller, Wolfgang; Spierling, Ulrike (2005) Steimle, Florian: Scenejo – An Interactive Storytelling Platform. In: Subsol, Gérard (Ed.): Virtual Storytelling – Using Virtual Reality Technologies for Storytelling, Proc. ICVS, Strasbourg, 2005, S. 77-82.

Fremdliteratur

Alexander, Ch. (1977): Pattern Language: Towns, Buildings, Construction. Oxford Univ. Press.

Allal, L. (2001). Situated cognition and learning: from conceptual frameworks to classroom investigations. *Revue suisse des sciences de L'éducation*, 23(3), 407–422.

Bandura, A. (1998) *Self-efficacy. The Exercise of Control*. W. H. Freeman and Company, New York.

Bandura, A. (2001). Modeling. In W. E. Craighead & C. B. Nemeroff C. B. (Hrsg.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology and Behavioral Science* (S. 967–968). New York: John Wiley & Sons.

Barbeite F. G. & Weiss E. M. (2004) Computer self-efficacy and anxiety scales for an internet sample: testing measurement equivalence of existing measures and development of new scales. *Computers in Human Behavior* 20, 1-15.

Betz, N. E. & Hackett, G. (1983). The Relationship of Mathematics Self-Efficacy Expectations to the Selection of Science-Based College Majors. *Journal of Vocational Behavior* 23, 329-345.

Black, P., Harrison, C., Lee, C., Marshall, B. & Wiliam, D. (2004). Working Inside the Black Box: Assessment for Learning in the Classroom. *Phi Delta Kappan*, 86(1), 9-21

Bohl, T. (2005). *Prüfen und Bewerten im Offenen Unterricht*. Weinheim, Basel: Beltz.

Brown, W.J. et al. (1998) Anti-patterns. Refactoring Software, Architecture and Projects in Crisis. John Wiley & Sons, New York.

Buescher, M. (2005). *CAS for the "average" student*. CAME Symposium, Pécs, Hungary.

Cassidy S. & Eachus P. (2002) Developing the Computer User Self-Efficacy (CUSE) Scale: Investigating the Relationship between Computer Self-Efficacy, Gender and Experience with Computers. *Journal of Educational Computing Research* 26 (2), 133–153.

Collins, A., Brown, J. S. & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In: L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction. Essays in honor of Robert Glaser* (S. 453–494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223–238.

- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (2002). An overview of self-determination theory: an organismic-dialectical perspective. In: E. L. Deci & R. M. Ryan (Hrsg.), *Handbook of self-determination research* (S. 3–33). Rochester, NY: The University of Rochester Press.
- Dempsey, J. V. & Sales, G. C. (Hrsg.) (1993). *Interactive Instruction and Feedback*. Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Gamma, E.; Helm, R.; Johnson, R.; Vlissides, J. (1995); *Design Patterns. Elements of Reusable Object-Oriented Software*. Addison Wesley.
- Gerstenmaier, J. & Mandl, H. (1995). Wissenserwerb unter konstruktivistischer Perspektive. *Zeitschrift für Pädagogik*, 41(6), 867–888.
- Grunder, H.-U. & Bohl, T. (Hrsg.) (2001). *Neue Formen der Leistungsbeurteilung in den Sekundarstufen I und II*. Baltmannsweiler: Hohengehren. Schneider.
- Hannafin, K. M. & Hannafin, M. J. (2003). A framework for scaffolding performance in ADDL environments. In: *World Conference on E-Learning in Corp., Govt., Health., & Higher Ed. 2003(1)* (S. 1602–1605).
- Hense, J., Mandl, H. & Gräsel, C. (2001). Problemorientiertes Lernen. Warum der Unterricht mit neuen Medien mehr sein muss als Unterrichten mit neuen Medien. *Computer und Unterricht*, 44, 6–11.
- Herget, W., Heugl, H. Kutzler, B., & Lehmann, E. (2000). *Indispensable Manual Calculation Skills in a CAS Environment*. http://b.kutzler.com/downloads/art_indi.pdf (Stand: 2.2.2008)
- Hoska, D. M. (1993). Motivating Learners Through CBI Feedback: Developing a Positive Learner Perspective. In: J. V. Dempsey & G. C. Sales (Hrsg.), *Interactive Instruction and Feedback* (S. 105–132). Englewood Cliffs, NJ: Educational Technology Publications.
- Jackson, D. (2000). A Semi-Automated Approach to Online Assessment. In: D. Joyce (Hrsg.), *Proceedings of the 5th Annual SIGCSE/SIGCUE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITICSE2000)*, Helsinki, Finland, Juli 2000 (S. 164–167). New York: ACM.
- Kissane, B., Kemp, M. & Bradley, J. (1996) Graphics calculators and assessment. In P. Gomez & B. Waits (Hrsg.) *Roles of calculators in the classroom*, (Electronic proceedings of Topic Group 18), International Congress on Mathematics Education, Seville, Spain, <http://wwwstaff.murdoch.edu.au/~kissane/papers/icme8.pdf> (Stand: 2.2.2008)
- Krinke, J., Störzer, M. & Zeller, A. (2002). Web-basierte Programmierpraktika mit Praktomat. *Softwaretechnik-Trends*, 22 (3), 51–53.
- KMK – Kultusministerkonferenz (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den Mittleren Schulabschluss*. Bonn: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der Bundesrepublik Deutschland.
- Kranzler, J. H. & Pajares, F. (1997). An Exploratory Factor Analysis of the Mathematics Self-Efficacy Scale-Revised (MSER-R). *Measurement and Evaluation in Counseling and Development* 29, 215-228.
- Mandl, H., Gruber, H. & Renkl, A. (2002). Situiertes Lernen in multimedialen Lernumgebungen. In: L. J. Issing & P. Klimsa (Hrsg.), *Information und Lernen mit Multimedia und Internet* (3., vollst. überarb. Auflage, S. 139–148). Weinheim: Beltz.
- Mason, B. J. & Bruning, R. (1999). *Providing Feedback in Computer-based Instruction: What the Research Tells Us*. Center for Instructional Innovation, University of Nebraska-Lincoln, (<http://dwb.unl.edu/Edit/MB/MasonBruning.html>) Stand: 26.Juli 2005

Musch, J. (1999). Die Gestaltung von Feedback in computergestützten Lernumgebungen: Modelle und Befunde. *Zeitschrift für Pädagogische Psychologie*, 13(3), 148–160.

NCTM (2000) National Council of Teachers of mathematics: Principles and Standards for School mathematics. Reston, Virginia, USA.

OECD (2003). The PISA 2003 Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills. Paris: OECD.

Pajares, F. (1997). Self-efficacy beliefs in academic settings. *Review of educational research*, 66(4), 543-578.

Pajares, F. & Miller, M. D. (1995). Mathematics Self-Efficacy and Mathematics Performances: The Need for Specificity of Assessment. *Journal of Counseling Psychology* 42(2), 190-198.

Pintrich, P. R.; Schrauben, B. (1992). Students' Motivational Beliefs and Their Cognitive Engagement in Classroom Academic Tasks. In D. H. Schunk & J. L. Meece, J. L. (Hrsg.), *Student Perceptions in the Classroom* (S. 149–183). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Ass.

Prenzel, M & Drechsel, B. (1996). Ein Jahr kaufmännische Erstausbildung: Veränderungen in Lernmotivation und Interesse. *Unterrichtswissenschaft* 9, 217–234.

Prenzel, M., Kramer, K. & Drechsel, B. (2001). Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung - Ergebnisse eines Forschungsprojekts. In: K. Beck & V. Krumm (Hrsg.), *Lernen und Lehren in der beruflichen Erstausbildung. Konzepte für eine moderne kaufmännische Berufsqualifizierung* (S. 37-61). Opladen, Leske und Budrich.

Saikkonen, R., Malmi, L. & Korhonen, A. (2001). Fully Automatic Assessment of Programming Exercises. In: D. Finkel (Hrsg.), Proceedings of the 6th Annual SIGCSE/SIGCUE Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE2001), Canterbury, England, June 2001 (S. 133–136). New York: ACM.

Schauer, H. & Keller, F. (2004). *Individualized Assessments*. Proceedings of the ICL2004. Kassel: University Press.

Schiefele, U. (1996). *Motivation und Lernen mit Texten*. Hogrefe, Göttingen u.a.

Schwarzer, R. (1994). Optimistische Kompetenzerwartung: Zur Erfassung einer personellen Bewältigungsressource. *Diagnostica*, 40(2), 105–123.

Tscherter, V., Lamprecht, R. & Nievergelt, J. (2002). Exorciser: Automatic Generation and Interactive Grading of Exercises in the Theory of Computation. In: *Fourth International Conference on New Educational Environments (Lugano, Switzerland, May 2002)* (S. 3.1.47–50).

Vogel, Rose; Wippermann, Sven (2003): *Einsatz neuer Lehr-Lernformen an Hochschulen mit Hilfe Didaktischer Design Pattern*. In: Ludwigsburger Beiträge zur Medienpädagogik. 3/2003, S. 1-3.

Vogel, Rose; Wippermann, Sven (2004): *Communicating didactic knowledge in university education*. In: Cantoni, L.; McLoughlin, C. (Editor): Proceedings of ED-Media 2004. World Conference on educational multimedia, hypermedia; telecommunications, June 21th-26th, 2004, Lugano, Switzerland, pp. 3231-3235.

Vollstädt, W. (2005). Leistungen ermitteln, bewerten und rückmelden. Qualitätsinitiative SINUS. Weiterentwicklung des Unterrichts im Mathematik und den naturwissenschaftlichen Fächern. - Amt für Lehrerbildung - Frankfurt am Main. http://modelle.bildung.hessen.de/sinus/sinus_broschuere.pdf, (Stand: 2.2.2008)

Wikipedia (2008) Anti-Pattern. Online: <http://de.wikipedia.org/wiki/Anti-Pattern> (zuletzt besucht: 6.2.2008).

Wunderl, M. (1999). *SchülerInnenfehler in Mathematikaufgabeschriftlichen AHSMatura*. Hausarbeit im Fach Mathematik am Institut für Mathematik der Universität Wien, 1999. Abrufbar unter <http://www.mathe-online.at/dres/WUNDERL.DOC> (Stand: 11.2.2008)

Zur Information und Literaturrecherche wurden die Datenbanken der Bibliotheken an den verschiedenen Standorten, sowie das WWW genutzt und zur Dokumentation ein eigens für das Projekt erstelltes und über die Jahre ständig ergänztes Wiki (<http://www.sail-m.de>) verwendet, das auch über das Projektende hinaus an der RWTH Aachen gepflegt wird.

5. Zusammenarbeit mit anderen Stellen

Außer der Zusammenarbeit mit den anderen beteiligten Standorten fanden noch Kooperationen mit Prof. Dr. Rose Vogel, Goethe-Universität Frankfurt und Prof. Dr. Raimund Girwidz, LMU München statt.

Im Rahmen des Symposiums, das im November 2009 an der PH Ludwigsburg durchgeführt wurde, wurde die Gründung des Arbeitskreises „HochschulMathematikDidaktik“ der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)³ beschlossen. Eine der Sprecherinnen ist die SAiL-M Projektleiterin Christine Bescherer. In den regelmäßigen Treffen dieses Arbeitskreises sowohl auf den Jahrestagungen der GDM wie auch den jährlich stattfindenden Herbsttagungen findet ein reger Austausch zum Thema Hochschulmathematikdidaktik statt. Inzwischen zählt der Arbeitskreis über 100 Mitglieder bzw. Interessenten und gehört damit zu den großen Arbeitskreisen der GDM. Speziell über den Arbeitskreis findet auch ein regelmäßiger Austausch mit den Kolleginnen und Kollegen des KHDM („Kompetenzzentrum Hochschuldidaktik Mathematik“) statt.

Die Fortbildungen für Hochschullehrerinnen und –lehrer bzw. für Tutorinnen und Tutoren wurden bisher an den folgenden Hochschulen durchgeführt:

- Universität Koblenz-Landau, Campus Landau
- Universität Göttingen
- Universität Duisburg-Essen
- TU Berlin
- Universität Mannheim
- Hochschule Karlsruhe

³ Genaueres unter http://madipedia.de/wiki/Arbeitskreis_Hochschulmathematikdidaktik, Zugriff 30.8.2012

II. Eingehende Darstellung des Projektes

1. Verwendung der Zuwendung und Ergebnisse

In dem Projekt SAiL-M wurden Maßnahmen und Modelle entwickelt, welche die Qualität der Mathematikausbildung an Hochschulen zum Studienbeginn erhöhen. Neuere didaktische Ansätze betonen neben den mathematischen Techniken vor allem auch die Entwicklung mathematischer Kompetenzen wie zum Beispiel Problemlösen, Argumentieren und Kommunizieren. Die Lehre an Hochschulen im Bereich Mathematik konzentriert sich jedoch häufig nur auf die Vermittlung von Techniken und weniger auf den Aufbau mathematischen Verständnisses und auf die Förderung allgemeiner mathematischer Kompetenzen. Es werden eher die Produkte von Lernprozessen thematisiert und weniger die Lernprozesse selbst. Insbesondere bei Studierenden auf Lehramt (Primar- oder Sekundarbereich) ist diese jedoch sehr umstritten.

Im Projekt wurde deshalb genau diese Problematik aufgegriffen. Es wurden didaktische Beschreibungsmuster für aktivierende, kompetenzorientierte Umgebungen zum Mathematiklernen in der Hochschule formuliert, implementiert und so für andere nutzbar gemacht. Des Weiteren wurden Werkzeuge für das Assessment von Lernprozessen – d.h. Werkzeuge für deren Dokumentation und Messinstrumente für deren Analyse – adaptiert und in diesen Lernkontexten bereitgestellt. Die entwickelten Lehr-/Lernszenarien und Umgebungen sowie Werkzeuge wurden hinsichtlich der Wirksamkeit und des Nutzens prozessbezogener Rückmeldungen mit verschiedenen Diagnosemethoden evaluiert.

Im Folgenden werden die erzielten Ergebnisse im Projekt dargestellt. Diese werden in Bezug zu den vorgegebenen Zielen der Forschungshypothesen erläutert.

1.1 Entwicklung einer Konzeption zum aktivierenden, kompetenzorientierten Mathematiklernen in der Hochschule⁴

Ausgehend von theoretischen Grundlagen und der langjährigen Erfahrung in der Durchführung und Konzeption von Mathematikveranstaltungen wurden im Projekt SAiL-M Maßnahmen für die Verbesserung der Lehr- und Lernqualität in der Lehrerbildung an Universitäten entwickelt. Die Maßnahmen betreffen alle Teile einer Mathematikveranstaltung im Semester zum Studienbeginn. Den Kern bilden dabei Innovationen für die Vorlesung, die dazu begleitenden Übungen und die abschließende Prüfung. Weitere Angebote, die bereitgestellt werden können, unterstützen das Lehrarrangement. Einen Überblick über die Vielfalt der Maßnahmen und das Zusammenwirken verschiedener Komponenten bietet Abbildung 1.

⁴ Die Beschreibung dieser Konzepte findet sich auch in der „Langversion“ des Beitrages von Bescherer, Spannagel und Zimmermann „Neue Wege in der Hochschulmathematik – Das Projekt SAiL-M“, der unter <http://www.sail-m.de/publikationen> heruntergeladen werden kann.

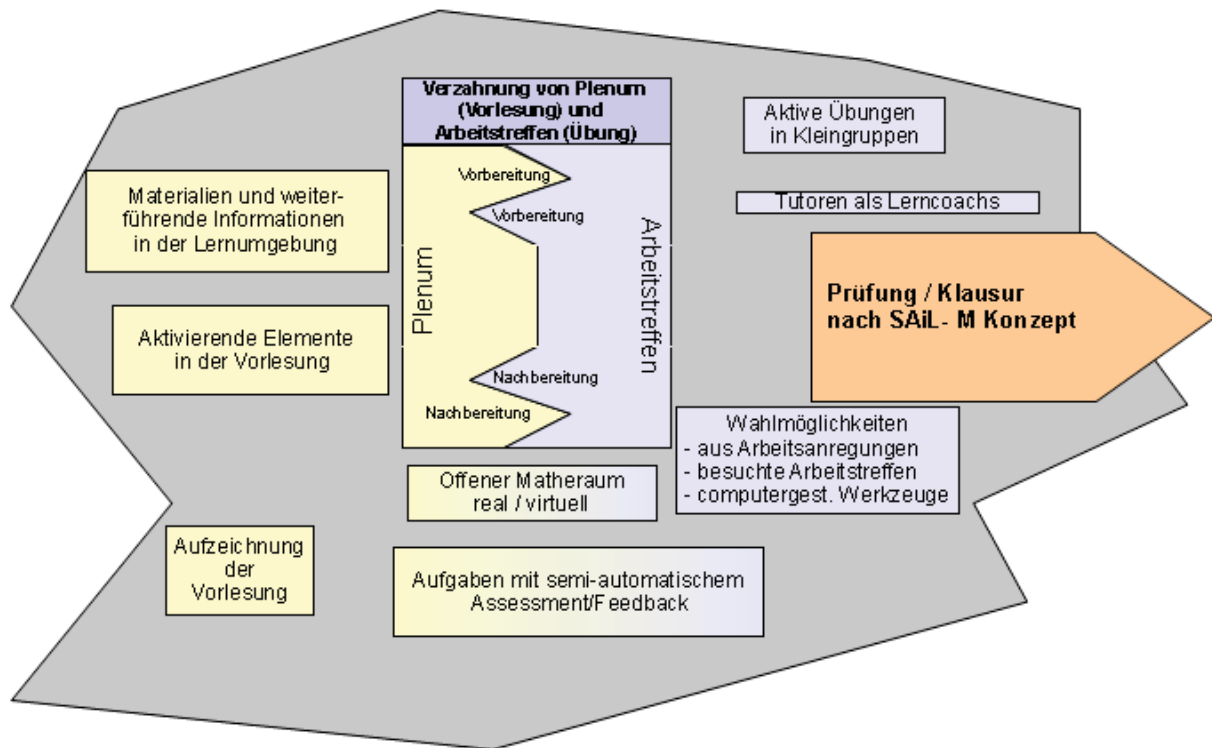


Abbildung 1: Übersicht über die entwickelten Maßnahmen zur Verbesserung der Lehr- und Lernqualität in Mathematik.

Die entwickelten Konzepte verfolgen konsequent ein „On Demand“-Prinzip, d. h. die Lernenden bekommen Feedback oder Hilfe nur dann, wenn sie es aktiv einfordern. Tutorinnen und Tutoren werden z. B. keine Lösungen vorrechnen, bevor die Studierenden die Aufgaben erstmals gelesen und bearbeitet haben. Erst auf konkrete Nachfragen der Studierenden, geben die Tutorinnen und Tutoren Hilfen, Unterstützung und Rückmeldungen zu der aktuell bearbeiteten Aufgabe. Ebenso bieten die entwickelten computergestützten Werkzeuge zum semi-automatischen Assessment automatische Hilfe erst an, wenn dies die Studierenden erwünschen und nicht sobald ein Fehler gemacht wird. Weiter können die Studierenden auch ein individuelles Feedback oder Hilfen über E-Mail von Tutoren verlangen. Dies ist eine der Grundideen des semi-automatischen Assessments. Hierbei sollen Rückmeldungen lediglich zu Standardlösungen und Standardfehlern automatisiert durch das Computerwerkzeug erfolgen. Alle Lösungen und Fehler, die auf diese Weise nicht erkannt werden können, werden an den menschlichen Betreuer zur Begutachtung weitergeleitet. Informations- und Kommunikationstechnologie wird im Rahmen des Projekt SAiL-M, wann immer es sinnvoll ist, eingesetzt. Dies umfasst die Verwendung von Software wie Tabellenkalkulation oder Dynamischen Geometriesystemen, die umfangreiche Nutzung der Lernplattform Moodle oder die Bereitstellung von Vorlesungsaufzeichnungen als Video. Hierbei steht es den Studierenden wieder frei, ob sie diese Programme und Technologien benutzen oder nicht.

Wichtige Eckpunkte des Konzeptes sind zum einen die Umgestaltung von Vorlesung und begleitenden Übungen sowie deren Verzahnung, so dass ein Lernen nach den Grundkategorien mathematischen Lernens (Zimmermann & Bescherer, 2011a) gewährleistet werden kann. Dies bedeutet, dass es zum einen, wie bisher üblich, Übungsaufgaben gibt, die die Inhalte und den Stoff der jeweiligen Veranstaltung nachbereiten. Zum anderen gibt es auch

Übungen, die auf die kommenden Veranstaltungen vorbereiten. Diese Aufgaben werden dann wieder in der Vorlesung aufgegriffen und dadurch neue Erkenntnisse erarbeitet.

Zusätzlich werden die Veranstaltungen durch viele niederschwellige Unterstützungsmaßnahmen begleitet. Durch die große Heterogenität der Studierenden muss es auch bei einer individualisierten Unterstützung der Mathematiklernprozesse eine Heterogenität von Unterstützungs- und Lernmaßnahmen geben. Muss bei manchen Studierenden das (Vor-) Wissen aktiviert, aufgefrischt und eventuell ergänzt werden, z.B. bei Studierenden, die das Studium auf dem zweiten Bildungsweg beginnen, ist dies bei anderen Studierenden, z. B. wenn sie direkt von der Schule kommen, nicht in diesem Maße der Fall. Ein anderes Beispiel ist das unterschiedliche Arbeiten der Studierenden an offenen problemorientierten Aufgabenstellungen in der Gruppe. Während einige Studierende evtl. aus der Schule oder dem Umfeld dieses Arbeiten bereits gewohnt sind, benötigen andere weitere Anreize, bevor sie überhaupt eine Chance haben die relativ offenen Aufgaben zu bearbeiten. Dabei muss häufig erst der Bedarf deutlich gemacht werden, indem z. B. Aufgaben gestellt werden, in denen bestimmte „alte“ Techniken und Verfahren für die Lösung benötigt werden. Ein Beispiel dafür sind der sinnvolle Umgang mit dem Taschenrechner oder geometrische Grundkonstruktionen in der Geometrie. Andere Studierende, die diese Grundtechniken beherrschen, benötigen vielleicht Unterstützung beim Einstieg in eine offene Problemlöseaufgabe, da sie nicht gewohnt sind, sich Fragestellungen durch „probieren“ zu erarbeiten. Hier könnte ein geeigneter Hinweis im passenden Moment durch einen Betreuer in der Übungsgruppe helfen.

In diesen Fällen spielt auch das Konzept der (mathematischen) Selbstwirksamkeit eine Rolle (Bandura, 1998; 2001), welche das Zutrauen einer Person in die eigene Fähigkeit beschreibt, (mathematische) Handlungen erfolgreich auszuführen. Eine niedrige mathematische Selbstwirksamkeitserwartung hat zur Folge, dass Studierende sich oft nicht an eine Aufgabe wagen, die ihnen auf den ersten Blick nicht bekannt vorkommt, oder deren Lösungsweg nicht sofort ersichtlich ist. Diese Studierenden benötigen dann etwas mehr Betreuung, in der die mathematische Selbstwirksamkeit dieser Studierenden durch verschiedene Maßnahmen wie kommentiertes „Vormachen“ befördert wird. In SAiL-M geschieht dies z. B. durch geschulte Tutorinnen und Tutoren in den Übungen oder auch an einzelnen Stellen in der Vorlesung durch Studierende, die an der Tafel ihren Lösungsweg zeigen. Wird eine Lösung von Studierenden präsentiert, hat dies eine höhere Wirkung auf Studierende mit niedriger Selbstwirksamkeit, da Studierende sich im Allgemeinen nicht mit der Expertise von Hochschullehrern identifizieren. Dagegen empfinden Studierende mit hoher mathematischer Selbstwirksamkeitserwartung dies stattdessen als Verhinderung ihres eigenen explorativen Lernens, sofern sie noch keine Lösung haben.

Das Lernen wird auch immer von der Motivation des Individuums beeinflusst, d.h. Personen sind eher bereit sich langfristig und intensiv mit einer Aufgabe zu beschäftigen, je mehr sie „von innen“ motiviert sind (Prenzel, Kramer & Drechsel, 2001; Deci & Ryan, 2002). Solch eine intrinsische Motivation ist in einer Veranstaltung, an deren Ende eine 90-minütige Klausur steht und die von Studierenden pflichtmäßig belegt werden muss, kaum zu erreichen. Studien in anderen Bereichen (Deci & Ryan, 1993) haben aber gezeigt, dass selbstbestimmte Formen der Motivation durch Autonomie, soziale Eingebundenheit und die eigene Kompetenzwahrnehmung gefördert werden können. Durch verschiedene Maßnahmen wie Wahlfreiheit bei Aufgaben sowohl in den Übungen wie auch der Klausur sowie der Wahl des Lernorts (zu Hause, in den Gruppenübungen oder im offenen Matheraum) oder der Lernzeit (es muss keine bestimmte Übungsgruppe besucht werden, es können auch mehrere Termine in Anspruch genommen werden) kann die wahrgenommene Autonomie gestärkt werden. Sozialen Eingebundenheit und Kompetenzerleben der Studierenden wird durch kleinere oder

größere Lerngruppen oder auch durch das Präsentieren eigener, ungewöhnlicher Lösungswege gefördert.

Manche entwickelten Komponenten hängen eng mit anderen zusammen, andere sind eher grundlegende bzw. isolierte Bausteine. So können z. B. die aktivierenden Elemente in der Vorlesung oder den Übungen völlig unabhängig von allen anderen Maßnahmen eingesetzt werden. Dagegen ist die starke Gewichtung der Erklärung und Beschreibung von Lösungswegen in der Klausur nur sinnvoll, wenn dies durchgehend in den Veranstaltungen gefordert und thematisiert wird. Im Idealfall sind jedoch Vorlesungen und Übungen dabei so aufeinander abgestimmt, dass ein Lernen nach den Grundkategorien mathematischen Lernens gewährleistet werden kann. Bei der Beschreibung der Bausteine der Konzeption im Folgenden lösen wir uns von den Begriffen „Vorlesung“ und „Übung“, weil deren ursprüngliche Bedeutung im SAiL-M-Kontext irreführend ist. Stattdessen verwenden wir die Begriffe „Plenum“ und „Arbeitstreffen“. Mit „Plenum“ wird die wöchentliche Veranstaltung im Hörsaal bezeichnet, mit „Arbeitstreffen“ die von Tutoren („Coaches“) geleiteten wöchentlichen Treffen in Kleingruppen. In den nächsten Abschnitten werden nun die einzelnen Veranstaltungsteile im Detail beschrieben.

Das Plenum

Das Plenum unterscheidet sich von der klassischen Vorlesung dadurch, dass hier nicht die methodische Monokultur des Vortrags übernommen wird. Stattdessen wechseln sich Vorträge und andere Methoden (beispielsweise Diskussionsrunden) ab. Welche Methode im Plenum gewählt wird, hängt unter anderem von den Lerninhalten und den intendierten Lernzielen ab (vgl. die Grundkategorien mathematischen Lernens; Zimmermann & Bescherer, 2011a). Vorträge werden im Plenum z. B. dann eingesetzt, wenn Verfahren vorgeführt und Prozesse modelliert werden sollen (vgl. Cognitive Apprenticeship, Collins, Brown & Newman, 1989; prozessorientierte Lösungsbeispiele, van Gog, Paas & van Merriënboer, 2008; Lernen am Modell, Bandura, 2001). Dabei sind die Vortragsteile des Plenums mit den studentischen Aktivitäten in den Arbeitstreffen verschränkt. Wird beispielsweise in einem Modellierungsvortrag eine Beweisstrategie vorgeführt, dann haben die Studierenden im Arbeitstreffen die Aufgabe, diese Strategie anhand ähnlicher Probleme zu üben. Vorerfahrungs-Aktivitäten in den Arbeitstreffen werden darüber hinaus in dem darauf folgenden Plenum aufgegriffen und mit den Studierenden besprochen.

An verschiedenen Standorten (PH Ludwigsburg, PH Heidelberg) wurden unterschiedliche Verfahren zur Vortragsaufzeichnung erprobt. In Ludwigsburg wurden die Vorlesungen „Einführung in die Arithmetik“, „Einführung in die Mathematikdidaktik“ und „Einführung in die Geometrie“ zunächst mit Hilfe des Videoaufzeichnungssystems Lecturnity aufgenommen und online zur Verfügung gestellt (Zimmermann, Jokiahö & May, 2011). Die Plenumsaufzeichnungen wurden dann im E-Learning-System Moodle den Teilnehmerinnen und Teilnehmern der Veranstaltung zur Verfügung gestellt. In Heidelberg wurde die Vorlesung „Einführung in die Arithmetik“ aufgezeichnet. Da hier als Vortragsmedium die Tafel verwendet wird, wird kein Werkzeug zum Aufzeichnen von Folienvorträgen verwendet. Videoaufzeichnungen werden unter anderem von Studierenden geschätzt, die aus unterschiedlichen Gründen nicht an der Plenumssitzung teilnehmen können (z.B. wegen einer Krankheit oder Kinderbetreuung). Darüber hinaus können Vortragsaufzeichnungen in folgenden Semestern dazu dienen, Vortragsanteile in Plenumssitzungen zu reduzieren: Studierende betrachten sich in Vorbereitung auf eine Plenumssitzung ein Video aus einem früheren Semester. Die Plenumssitzung kann dann dazu dienen, Inhalte vertieft aufzugreifen oder Aspekte des Videos gemeinsam mit den

Studierenden zu diskutieren (vgl. *inverted classroom* oder *flipped classroom*; Lage, Platt & Treglia, 2000).

In Plenumsitzungen wechseln sich Vortragsphasen mit Aktivitätsphasen ab, in denen die Studierenden aktiv beteiligt werden. Entweder werden Inhalte gemeinsam erarbeitet und diskutiert oder gerade erworbenes Wissen durch Übungen gefestigt. Hierfür gibt es vielfältige methodische Möglichkeiten. So bearbeiten Studierende beispielsweise Aufgaben zunächst in Einzelarbeit bzw. gemeinsam mit dem Sitznachbarn, um die Lösungen dann anschließend im Plenum gemeinsam zu besprechen (Methode „Think – Pair – Share“; Lyman, 1981). Eine andere Möglichkeit ist, zu Beginn einer Plenumsitzung Leitfragen zu stellen, welche von den Studierenden hinsichtlich eines Texts, der für die Plenumsitzung vorzubereiten war, beantwortet werden sollen (z. B. „Welche Gedanken kenne ich schon?“ – „Welche Gedanken sind mir neu?“ – „An welchen Stellen würde ich widersprechen?“ ...). Eine weitere Methode ist das „Aktive Plenum“. Hier übernehmen Studierende die Rolle des Dozenten an der Tafel, während der Dozent sich nach hinten in den Vorlesungsraum setzt. Die Studierenden bekommen – als Gesamtgruppe – zunächst eine Aufgabe gestellt. Die Aufgabe der Studierenden an der Tafel ist es „lediglich“, die vom Plenum genannten Aspekte anzuschreiben bzw. weitere Meldungen aus dem Plenum aufzunehmen. Die Gesamtgruppe löst hier gemeinsam ein Problem und wird dabei von Studierenden moderiert. Der Dozent verfolgt die Sitzung und schreitet bei Bedarf ein.

Die Arbeitstreffen

Die Arbeitstreffen sind ein ganz wichtiges Element im Lernprozess, weil hier die Möglichkeit besteht, in kleinen Gruppen die Studierenden bei ihren Arbeitsprozessen zu unterstützen und Feedback zu geben. Bei den Arbeitstreffen handelt es sich nicht – wie oft üblich – um Vorrechnenübungen, in denen der Tutor (Coach) die Lösungen der Aufgaben auf dem Arbeitsblatt präsentiert. Hierdurch kann die „Illusion des Verstehens“ entstehen: Studierende vollziehen den Lösungsweg nach und denken, sie hätten ihn verstanden – können ihn dann aber letztlich selbst nicht bei ähnlichen Aufgaben durchführen. Außerdem kann dabei der Effekt entstehen, dass Studierende mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeitserwartung den Eindruck haben, dass das Problem zwar lösbar ist, aber nur von Personen mit höherer mathematischer Kompetenz.

Die Aufgaben für die Arbeitstreffen sind dabei auf die Grundkategorien mathematischen Lernens (Zimmermann & Bescherer, 2011a) ausgerichtet, d.h. es gibt Aufgaben, welche die vorangegangene Veranstaltung nachbereiten aber auch solche, welche die kommende Veranstaltung der Folgeweche vorbereiten. Die Studierenden bekommen für jede Woche insgesamt drei Übungsblätter mit sogenannten Arbeitsanregungen. Das erste Übungsblatt („Vertiefung“) enthält Arbeitsanregungen um die Inhalte der vorangegangenen Vorlesung zu vertiefen. Dies können Aufgaben für das vertiefte Üben aber auch darüber hinaus sein. Das zweite Übungsblatt („Methode/Technik“) enthält Arbeitsanregungen, die v. a. dazu dienen mathematische Methoden zu üben und zu festigen. Diese beziehen sich auch auf die Inhalte der vergangenen Veranstaltung. Arbeitsanregungen, die auf die kommende Veranstaltung vorbereiten, sind auf einem dritten Übungsblatt („Erfahrung“) zu finden. Diese sind nicht hauptsächlich Bestandteil eines Arbeitstreffens, da die Studierenden hier Erfahrungen sammeln oder bereits vorhandenes Wissen aktivieren sollen. Diese werden dann in der folgenden Veranstaltung aufgegriffen.

In den Arbeitstreffen ist die Eigenaktivität der Studierenden wesentliches Element. Die Studierenden sitzen in kleinen Lerngruppen (ca. 4 Personen) beisammen und lösen Aufgaben,

während die Aufgabe des Coachs zunächst einmal darin besteht, anwesend zu sein. Die Studierenden sollten sich von jedem der drei Übungsblätter mit jeweils mindestens der Hälfte der Arbeitsanregungen beschäftigen, dies sind pro Woche drei bis fünf Arbeitsanregungen. Wenn Studierende Fragen haben oder bei einer Lösung nicht weiterkommen, dann haben sie die Möglichkeit, den Coach anzusprechen (HINT ON DEMAND; Zimmermann, Herding & Bescherer, im Druck; HELP ON DEMAND; Bescherer & Spannagel, 2009). Dieser ist angehalten, Antworten nach dem Prinzip der minimalen Hilfe (Wood & Wood, 1999; Aebli, 1983) und informatives Feedback zu geben (FEEDBACK ON DEMAND; Bescherer & Spannagel; 2009). Auf den Arbeitsanregungen sind zusätzlich zu den Aufgaben auch Hinweise für Lern- und Bearbeitungsstrategien enthalten. Dabei wird auch auf möglichen Werkzeuggebrauch hingewiesen, insbesondere auch auf den Gebrauch des Computers (Tabellenkalkulation, dynamische Geometrie, Internetrecherche...). Die Studierenden sind angehalten, Laptops mit zu den Arbeitstreffen zu nehmen, damit diese die Technologie bei Bedarf einsetzen können (TECHNOLOGY ON DEMAND, ebd.). Die studentischen Lerngruppen können beliebig oft zu Arbeitstreffen innerhalb einer Woche gehen, es gibt keine feste Zuteilung von Lerngruppen zu Arbeitstreffen. Die Studierenden erhalten zudem zu keinem Zeitpunkt sogenannte „Musterlösungen“ zu den Aufgaben. Dies erzeugt die Notwendigkeit, dass man sich wirklich eigenständig mit den Aufgaben auseinandersetzt und nicht warten kann, bis die Musterlösungen veröffentlicht sind.

Dieses Konzept entspricht den Forderungen der Theorie der Selbstbestimmung, die drei Bedürfnisse Autonomie, Kompetenz und soziale Eingebundenheit zu fördern: Die Studierenden können aus verschiedenen Arbeitsanregungen wählen, außerdem können sie sich entscheiden, zu welchen Arbeitstreffen sie gehen (Autonomie). Das Konzept führt außerdem dazu, dass die Studierenden sich selbst mit den Aufgaben auseinandersetzen müssen – niemand gibt ihnen Lösungen vor. So ist die Basis dafür geschaffen, dass sie an der Bearbeitung der Aufgaben neue Kompetenzen entwickeln und sich selbst durch das erfolgreiche Lösen von Aufgaben auch als kompetent erleben (Kompetenz). Wesentlich sind dabei adäquates Feedback und zahlreiche Unterstützungsangebote, damit die Gefahr gemindert wird, dass Studierende frühzeitig aufgeben und dadurch der gegenteilige Effekt erzeugt wird. Außerdem findet das Lernen in sozialen Kontexten statt (Lerngruppe; andere Lerngruppen auf den Arbeitstreffen; Coach; soziale Eingebundenheit).

Prüfung

Aus der Schulpolitik ist bekannt, dass sich Änderungen im Curriculum oder den Lehr-/Lernkonzepten nur dann durchsetzen, wenn sie durch Änderungen in den Prüfungen berücksichtigt werden. Wenn z. B. gewünscht wird, dass programmierbare Taschenrechner von den Lernenden verwendet werden, so dürfen sie auf keinen Fall in der Prüfung verboten werden. Analog werden die Klausuren, die im Rahmen der SAiL-M Veranstaltungen gestellt werden, an die Überlegungen und Maßnahmen angepasst.⁵

Im Sinne der Fortsetzung der Autonomieerfahrung – und da aufgrund der Wahlmöglichkeiten bei den Aufgaben der Arbeitsanregungen auch nicht davon ausgegangen werden kann, dass alle Studierenden jede Aufgabe bearbeitet haben – können die Studierenden auch in der Klausur Aufgaben auswählen. Die Klausuren in den Modulen 1 und 2 sollen jeweils neben den fachmathematischen Inhalten zu einem Drittel die mathematikdidaktischen Inhalte der entsprechenden Vorlesung umfassen, deshalb wird folgendes Auswahlmodell angeboten:

⁵ Die Prüfungsform Klausur ist in der derzeit geltenden Prüfungsordnung für die Lehramtsstudiengänge an den Pädagogischen Hochschulen in Baden-Württemberg für die Zwischenprüfung vorgeschrieben. Aber auch wenn dies nicht so wäre, würde diese Prüfungsform aufgrund der Anzahl der Studierenden voraussichtlich beibehalten werden.

Insgesamt stehen zehn einigermaßen gleichwertige Aufgaben zur Verfügung, davon sind drei Aufgaben aus der Mathematikdidaktik und sieben Aufgaben aus der Fachmathematik. Die Gleichwertigkeit wird sowohl nach dem Schwierigkeitsgrad wie auch dem Zeitaufwand bei der Bearbeitung angestrebt. Die Studierenden müssen davon fünf Aufgaben bearbeiten. Mindestens eine dieser Aufgaben muss aus dem Bereich Didaktik sein, es können aber auch alle drei Didaktikaufgaben bearbeitet werden. Nach dem didaktischen Prinzip der Unterscheidung von Lern- und Leistungsphasen (Bohl, 2005, S. 44ff) sind die Aufgaben in der Klausur im Vergleich zu den Arbeitsanregungen der Arbeitstreffen eher „langweilig“, d.h. aufgrund einer Leistungsbewertung weniger offen gestellt.

Eine Hürde, die Prüfungsform mit Auswahlmöglichkeiten zu übernehmen, kann sein, dass bei der Erstellung der Klausur ein Mehraufwand an Arbeit entstehen könnte. Durch die Auswahlmöglichkeit der Studierenden, müssen zum einen mehr Aufgaben pro Klausur gestellt werden, zum anderen müssen die Aufgabenstellungen das gleiche Niveau haben. Diese Hürde stellt nur auf den ersten Blick Probleme dar. Mit etwas Übung lässt sich die ungefähre Gleichwertigkeit der Aufgabenstellungen problemlos erreichen. Zudem ist ein großer Vorteil der Auswahl – neben der Übertragung von Verantwortung auf die Studierenden – die Vermeidung von Diskussionen des Tenors „Diese Aufgabe wurde aber in der Veranstaltung nicht behandelt.“ oder „Die Formulierung konnte man nicht verstehen.“

Selbstverständlich kann aus rechtlichen Gründen in der Leistungsfeststellung keine Kommunikation mit anderen Personen zugelassen werden, weder real noch mit Hilfe von mobilen Telefonen oder Internetzugang. Deshalb ist – leider – die Verwendung von Notebooks, TabletPCs oder Smartphones in der Klausur nicht erlaubt. Als Kompromiss wird aber den Studierenden gestattet, dass sie sämtliche Unterlagen, Mitschriften, Bücher usw. sowie alle Arten von Taschenrechnern in der 90-minütigen Klausur verwenden dürfen.

Bei den Lösungen spielen die Erklärungen und Begründungen des Lösungswegs eine so zentrale Rolle, dass z. B. rein rechnerische Lösungen mit korrektem Ergebnis, die ohne jegliche Erläuterung und Begründung des Vorgehens abgegeben werden, als „nicht ausreichend“ bewertet werden. Andererseits können Lösungen mit unbedeutenden Rechenfehlern, die zwar von der Studierenden erkannt und begründet werden, aber z. B. aus Zeitgründen nicht mehr verbessert werden können, durchaus eine gute Bewertung bekommen. Damit die Bewertung möglichst reliabel ist, korrigiert eine Person (Dozent oder Tutor) immer alle Bearbeitungen einer bestimmten Aufgabe. Zweifelsfälle werden in der Bewertergruppe und insbesondere mit dem verantwortlichen Dozenten direkt durchgesprochen und entschieden. Die Endnote ergibt sich dann aus dem arithmetischen Mittel der Noten der Aufgaben. Nicht bearbeitete Aufgaben werden mit einer 6,0 in die Bewertung aufgenommen.

Laut Prüfungsordnung soll den Studierenden die Möglichkeit der Einsicht in die Klausur zu Beginn des darauf folgenden Semesters gegeben werden. Um die Gründe für die Bewertung transparenter zu machen, werden bei der Korrektur direkt inhaltliche Anmerkungen in den Lösungen gemacht, mit deren Hilfe sich dann die Gründe für die Note rekonstruieren lassen.

Weitere Unterstützungsangebote

Unterstützungsangebote über das Plenum und die Arbeitstreffen hinaus sind fester Bestandteil der Konzeption. Gemäß der sozialen Eingebundenheit und der Kompetenzwahrnehmung der Selbstbestimmungstheorie haben die Studierenden immer die Möglichkeit Unterstützung zu erhalten und zu geben. Im Folgenden werden die weiteren Unterstützungsangebote dargestellt.

Offener Matheraum: Der offene Matheraum stellt ein niederschwelliges Unterstützungsangebot dar, welches in erster Linie während der ersten beiden Semester als mögliche Anlaufstelle bei Hilfe und Unterstützung gesehen werden kann. Es handelt sich um eine Lernumgebung zum Mathematiklernen, die vor allem den Studienanfängern die Woche über einen Raum bietet, in dem sie Lernen und Arbeiten und dabei Unterstützung erhalten können, wenn und wann sie diese benötigen. Die Hilfen und Unterstützung werden dabei meistens von einer Tutorin oder einem Tutor gegeben. Die Autonomie der Studierenden und das selbstständige Erarbeiten bzw. Wiederholen mathematischer Themen steht dabei immer im Vordergrund. Die Tutorin / der Tutor hat während des jeweiligen Lehrprozesses nur eine betreuende und stützende Funktion inne, er / sie greift also nur bei Bedarf ein. Wird tutorielle Unterstützung benötigt, muss dieser darauf achten, dass möglichst eine hohe Eigenaktivität seitens der Lernenden gewährleistet wird.

Virtuelle Unterstützung: Eine weitere Anlaufstelle bei Fragen und Problemen ist das Forum im E-Learning-Bereich der Mathematikveranstaltung. Studierenden wird von Anfang an deutlich gemacht, dass es sehr effizient ist, wenn dort Fragen gestellt und besprochen werden: So werden nicht immer wieder dieselben Fragen dem Dozenten oder den Tutoren gestellt, sondern Fragen werden einmal gestellt, gemeinsam besprochen und alle Teilnehmer wissen Bescheid. Studierende werden im Laufe des Semesters in konkreten Problemsituationen auch immer wieder auf das Forum hingewiesen („Stellen Sie diese Frage doch im Forum! Daran sind bestimmt auch Ihre Kommilitonen interessiert!“). Als Dozent muss man bei Fragen im Forum den richtigen Moment abpassen, an dem man sich einbringt: Wenn man zu früh antwortet, dann entsteht keine Diskussion unter den Studierenden. Bringt man sich zu spät oder gar nicht ein, werden die Studierenden verunsichert. Hierfür muss man als Dozent ein entsprechendes Gespür entwickeln.

Tools für semiautomatisches Assessment: Neben dem Einsatz und der Bereitstellung von Software wie Tabellenkalkulation oder Dynamischen Geometriesystemen, werden weitere im Projekt entwickelte Tools in das Veranstaltungskonzept integriert. Diese Tools sind in erster Linie zum Üben von Aufgaben oder Themengebieten mit der Unterstützung des semiautomatischen Assessments. Die genaue Beschreibungen der einzelnen entwickelten Werkzeuge werden in den Berichten der anderen Teilprojekte dargestellt.

- *ColProof-M* ist ein Werkzeug, mit dem Studierende das Führen geometrischer Beweise nach der Methode des 2-Spalten-Beweises erlernen können. Der Lernende kann Aussagen per Drag & Drop in seinen Beweis einfügen und Begründungen für die Aussagen auswählen. Eine mit Cinderella realisierte interaktive Abbildung hilft dabei, die Aussagen nachzuvollziehen. Entsprechend dem didaktischen Design Pattern FEEDBACK ON DEMAND kann der Lernende bei Bedarf seine Lösung automatisiert auf Fehler überprüfen lassen. Kommt er in seiner Lösung nicht weiter, kann er sich Tipps einholen, wie im Pattern HINT ON DEMAND beschrieben.
- *ComIn-M* ist ein webbasiertes Lernwerkzeug, mit dem Studierende das Führen von Beweisen mittels Vollständiger Induktion üben können. Aus einer Liste von verfügbaren Aufgaben wählt der Lernende zunächst die gewünschte Aufgabe aus. Es öffnet sich ein elektronisches Arbeitsblatt, in dem die für den Beweis notwendigen Schritte eingegeben werden müssen. Jeder Teilschritt des Beweises kann nach Bedarf überprüft werden. Als Ergebnis der Überprüfung erhält der Lernende umgehend eine automatische Rückmeldung zu seinem aktuellen Lösungsweg. Reichen die automatischen Rückmeldungen nicht aus, kann der Lernende zusätzlich Tipps anfordern oder

eine persönliche Rückmeldung zum individuellen Lösungsweg durch die Dozentin oder den Dozenten anfragen.

- *MoveIt-M* ist eine interaktive Lernsoftware zum besseren Verständnis von Kongruenzabbildungen. Das Tool ist in unterschiedlichen, aber aufeinander aufbauenden Laboren zum selbstständigen erforschenden Lernen mathematischer Gesetzmäßigkeiten unterteilt. Eine Einführung in die Benutzung des Tools macht den Studierenden den Einstieg leichter, Lösungs- und Bedienungshilfen unterstützen im Umgang, ein Glossar hilft bei Verständnisproblemen und eine direkte Verbindung zu den Tutoren und Professoren ermöglichen eine Lernkontrolle und einen sichtbaren Lernerfolg.
- *SetSails!* ist eine eLearning-Anwendung, mit der Studierende lernen, Terme in der Mengenalgebra oder der booleschen Algebra umzuformen. In verschiedenen Aufgaben geht es jeweils darum, die Korrektheit einer Äquivalenz zu beweisen. In jedem Schritt wählt man zunächst die Regel, die man anwenden möchte (z. B. Kommutativgesetz) und anschließend den Term, der sich durch Anwendung dieser Regel ergeben soll. Um die Lösung nicht zu einfach zu machen, stehen bei den Auswahlmöglichkeiten auch Distraktoren zur Auswahl. Zudem können auch eigene Terme eingegeben werden. Eine Besonderheit von *SetSails!* ist, dass der Lernende nicht gezwungen ist, die Gleichung „von links nach rechts umzuformen“, sondern kann auch umgekehrt vorgehen. Es ist sogar möglich, Umformungen parallel in beide Richtungen vorzunehmen. Dabei stehen dem Benutzer zahlreiche Hilfestellungen zur Verfügung. Zum einen wird die durch einen Term definierte Menge in einem Venn-Diagramm hervorgehoben. Zum anderen können in einem virtuellen Buch die Studierenden die Gesetze der Mengenalgebra oder der booleschen Algebra nachschlagen. Während des Lösungsvorgangs kann sich der Lernende jederzeit Feedback zu seinen bisherigen Umformungsschritten einholen. So kann er seine Fehler selbst entdecken (z. B. falsche Umformungen oder falsche Begründungen), aber auch unnötig komplizierte Lösungen erkennen (z. B. bei Zirkelschlüssen).
- *Squiggle-M* ist eine offene Experimentierumgebung für das Lernfeld von Funktionen und deren Eigenschaften. Hier werden in verschiedenen Laboren der Funktionsbegriff mit den Begriffsbausteinen Totalität und Eindeutigkeit sowie angrenzende Funktionseigenschaften wie Surjektivität, Injektivität und Bijektivität selbstständig erarbeitet.

Studierende verwenden auch hier die Tools selbstbestimmt, d.h. diese werden ihnen zum Üben und Entdecken und ohne Verpflichtung zur Verfügung gestellt. Wenn bei der Nutzung die Hilfestellungen der Software nicht ausreichen, kann per E-Mail Feedback vom Dozenten oder vom Tutor eingeholt werden. Dafür bieten die Tools die Möglichkeit, Lösungswege und Lernaktivitäten der Lernenden zu protokollieren und zu analysieren. Wird eine Frage an den Tutor oder den Dozenten geschickt, kann auch der aktuelle Lösungsweg dem Tutor mit übermittelt werden. Dieser kann den bisherigen Lösungsweg einsehen und dann entsprechend Feedback geben (im Sinne des semi-automatischen Assessments). Technisch geschieht dies über das Analyse-Programm SMALA (SAiL-M Architecture for Learning Analytics; Libbrecht, Müller, Rebholz, Thüs & Herding, im Druck). Zusätzlich können Statistiken über die Gesamtgruppe eingeholt werden, um sich einen Überblick über den Leistungsstand der Gruppe zu machen.

Evaluationsergebnisse

Die Ergebnisse der Evaluationen der entwickelten Konzeption können wie folgt zusammengefasst werden. Hinsichtlich der mathematischen Selbstwirksamkeitserwartung zeigt die konzipierte Veranstaltung signifikante Unterschiede gegenüber den „traditionellen“ Veranstaltungen. D.h. Studierende, die das SAiL-M Konzept erfahren haben, gewinnen mehr mathematische Selbstwirksamkeit hinzu bei gleichem Anfangsniveau. Die Studierenden haben

mehr Zutrauen in ihre mathematischen Handlungen. Dabei muss die Konzeption als Ganzes gesehen werden, einzelne Bausteine, die dafür evtl. einen stärkeren Einfluss haben könnten, werden momentan in einem Dissertationsvorhaben untersucht.

Untersucht man die Motivation der Studierenden, so kann zusammenfassend gesagt werden, dass es hier keine (signifikanten) Auswirkungen auf die Motivation gibt. Das Problem der Pflichtveranstaltungen und der daraus eher geringen Motivation, kann durch die entwickelte Veranstaltungskonzeption nicht abgedeckt werden. Inwieweit auch noch andere Faktoren eine Rolle spielen, wird noch ausgewertet. So ergibt sich aus dem studentischen Feedback die Vermutung, dass sich die Nichtveröffentlichung von Musterlösungen negativ auf die Motivation auswirkt.

Die Ergebnisse der Evaluation bestätigen jedoch die Hypothese, dass es keine bemerkenswerten Unterschiede hinsichtlich des Lernerfolgs gibt. Dies bedeutet aber auch, dass trotz der zusätzlichen Fokussierung auf mathematische Prozesskompetenzen, des zusätzlichen Einsatzes von Computerwerkzeugen und des stärkeren Vertrauens auf die Selbstverantwortung der Studierenden keine signifikante Verschlechterung bzgl. der mathematischen Fertigkeiten festzustellen ist.

Im Folgenden werden die Ergebnisse bzgl. der jeweiligen Forschungshypothesen aus dem Antrag analysiert. Die Hypothese bzgl. der Prozesskompetenzen konnte aufgrund der in den Abschnitten I.3 und II.3.4 dargestellten Gründe nicht getestet werden.

Hypothese: *Studierende mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeitserwartung erfahren eine Steigerung der Selbstwirksamkeit durch das Treatment. Hohe Werte in der mathematischen Selbstwirksamkeitserwartung bleiben erhalten.*

Zur Erhebung der mathematischen Selbstwirksamkeit wurde innerhalb des Projektes der Fragebogen „MaSE-T“ entwickelt und validiert. Dieser umfasst 15 Items, die sich in die drei Subskalen „Innermathematische Problemstellungen“, „Alltägliche mathematische Problemstellungen“ und „Problemstellungen zum Begründen“ aufteilen.

Der erste Evaluationsdurchlauf fand im Wintersemester 2008/09 und im Sommersemester 2009 statt. Dieser Durchlauf diente aber lediglich der Validierung der entwickelten Testinstrumente. Die Ergebnisse der Validierung wurden auf der CERME 2011 in Polen veröffentlicht (Zimmermann, Bescherer & Spannagel, 2011).

Im zweiten Evaluationsdurchlauf (Wintersemester 2009/10 und Sommersemester 2010) wurden die Studierenden des Studiengangs Lehramt an Realschulen an der PH Ludwigsburg (N=100) untersucht. Zu Beginn des ersten Semesters und jeweils am Ende der Semester wurden mittels Fragebogen die mathematische Selbstwirksamkeit und die Motivation der Studierenden erhoben. Parallel wurden auch die Studierenden an den Pädagogischen Hochschulen in Schwäbisch Gmünd, Weingarten, Karlsruhe und Weingarten untersucht, die nicht diese Veranstaltungskonzeption erlebten (N=1062).

Ursprünglich nahmen an der Studie 1162 Studierende (278 männlich, 884 weiblich, 3 ohne Angabe) teil. Aufgrund von personellen und organisatorischen Veränderungen innerhalb des Projekts und Bedingungen an den Hochschulen, konnten allerdings nur von 59 Studierenden (Treatmentgruppe: N=33) vollständige Datensätze über alle drei Messzeitpunkte hinweg gesammelt werden. Die Studierenden waren vorwiegend im ersten Semester (Median=1,00)

der Studiengänge für die Lehrämter an Grund-, Haupt- und Realschulen mit dem Fach Mathematik.

Tabelle 1. Mittelwerte der mathematischen Selbstwirksamkeit der Treatmentgruppe nach Schwerpunktwahl (N=33).

	Mittelwert MaSE-T (Messzeit- punkt 1) ¹⁾	Mittelwert MaSE-T (Messzeit- punkt 2)	Mittelwert MaSE-T (Messzeit- punkt 3)
Hauptfach	51,5	58,4	59,6
Leitfach	53,6	59,5	59,6
affines Fach	55,8	61,0	59,5

¹⁾ Minimum: 15; Maximum: 75

Tabelle 2. Mittelwerte der mathematischen Selbstwirksamkeit der Kontrollgruppe nach Schwerpunktwahl (N=26).

	Mittelwert MaSE-T (Messzeit- punkt 1)	Mittelwert MaSE-T (Messzeit- punkt 2)	Mittelwert MaSE-T (Messzeit- punkt 3)
Hauptfach	53,2	54,1	54,6
Leitfach	56,3	51,1	58,4
affines Fach	50,8	52,5	54,3

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen. Jedoch ergab sich ein signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) zwischen dem Messzeitpunkt 1 und Messzeitpunkt 2 bei den Hauptfachstudierenden der Treatmentgruppe (vgl. Tabelle 1). Insgesamt steigerten sowohl die Treatmentgruppe als auch die Kontrollgruppe ihre mathematische Selbstwirksamkeit innerhalb des Untersuchungszeitraumes. Die Treatmentgruppe steigerte sich durchschnittlich um 5,95 Punkte (vgl. Tabelle 1), während die Steigerung bei der Kontrollgruppe durchschnittlich 2,50 Punkte beträgt (vgl. Tabelle 2).

Im Wintersemester 2010/11 und Sommersemester 2011 erfolgte der dritte Evaluationsdurchlauf. Neben den Studierenden an der Pädagogischen Hochschule in Ludwigsburg, die das Konzept erfahren haben (Treatmentgruppe), wurden parallel die Studierenden der Pädagogischen Hochschulen in Karlsruhe, Weingarten und Heidelberg untersucht (Kontrollgruppe)⁶. Die Messzeitpunkte der zu untersuchenden Variablen „mathematische Selbstwirksamkeit“ und „Motivation“ waren: (1) zu Beginn des ersten Semesters, (2) und (3) jeweils am Ende der Semester. Als Messinstrument wurde wiederum der Fragebogen „MaSE-T“ eingesetzt. Auch bei diesem Untersuchungsdurchlauf ist die Ausfallquote sehr hoch. Dies liegt insbesondere daran, dass nur das erste Modul für die akademische Zwischenprüfung erforderlich ist, die Veranstaltungen im 2. Modul werden häufig von den Studierenden eher später besucht. Die Stichprobengröße zu den jeweiligen Untersuchungszeitpunkten kann Tabelle 3 entnommen werden.

⁶ Da sich die Zuschnitte der Mathematikveranstaltungen an den verschiedenen Pädagogischen Hochschulen unterscheiden, wurden insgesamt Studierende aller Lehramtsstudiengänge, also Grund- und Hauptschule, Realschule und Sonderschule untersucht. Je nach Hochschule allerdings in einer anderen Zusammensetzung.

Tabelle 3. Stichprobengrößen der untersuchten Gruppen im Zeitraum..

	Treatmentgruppe		Kontrollgruppe			
	n	Mittelwert ¹⁾	MaSE-T1	N	Mittelwert	MaSE-T1
Messzeitpunkt 1	97	53,9		252	54,7	
Messzeitpunkt 2	69	62,3		73	58,0	
Messzeitpunkt 3	43	59,8		22	57,1	

¹⁾ Minimum: 15; Maximum: 75

Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung – der Probanden, für die Messungen zu allen drei Zeitpunkten vorliegen – ergab auch hier jeweils einen signifikanten Unterschied über die drei Messzeitpunkte in beiden Gruppen und zwischen den Gruppen. Sowohl die Treatmentgruppe als auch die Kontrollgruppe steigerten im Untersuchungszeitraum ihre mathematische Selbstwirksamkeitserwartung ($p < 0.001$). Die leichte Abnahme von Messzeitpunkt 3 gegenüber dem Messzeitpunkt 2 (Tabelle 3) ist jedoch nicht signifikant. Die beiden Gruppen unterscheiden sich zudem zum Messzeitpunkt 2 hinsichtlich der mathematischen Selbstwirksamkeit signifikant ($p < 0.001$). Studierende, die das SAiL-M Konzept erfahren haben, weisen einen höheren Wert bzgl. der mathematischen Selbstwirksamkeit auf, als die Kontrollgruppe.

Hypothese: *Studierende der Treatmentgruppen haben eine höhere Lernmotivation als diejenigen in den Kontrollgruppen.*

Die Motivation wurde jeweils nur am Ende des ersten (Messzeitpunkt 2) und des zweiten Semesters (Messzeitpunkt 3) erhoben. Da die Motivation bezogen auf die Veranstaltung gemessen werden sollte, sind keine verwertbaren Erkenntnisse am Anfang des Studiums zu erwarten, da hier noch keine Veranstaltung besucht wurde.

Auch diese Ergebnisse müssen auf Grund der kleinen Stichprobengröße vorsichtig betrachtet werden. Vergleicht man die erhobenen Daten mittels einer multivariaten Varianzanalyse, so zeigen sich hinsichtlich der Motivation insgesamt keine Unterschiede bei allen Evaluationsdurchläufen. Tendenziell ergeben sich jedoch Unterschiede beim Kompetenzerleben und bei den negativen Emotionen. Studierenden, die das Veranstaltungskonzept erfahren haben, erleben sich kompetenter, haben aber mehr negative Emotionen. Dieser tendenzielle Unterschied bei den negativen Emotionen könnte darauf zurückgeführt werden, dass ein zu hohes Autonomieerleben sich wieder negativ auf die Studierenden auswirkt. Eine genaue Analyse der Ergebnisse wird momentan in einem Dissertationsvorhaben durchgeführt.

Eine weitere Ursache könnte in den gewählten Studiengängen (Grund- und Hauptschule, Realschule, Sonderschule) liegen. So mussten z.B. in der damals gültigen Studienordnung alle Studierenden des Lehramts Grund- und Hauptschule mindestens eines der Fächer Deutsch oder Mathematik wählen. Was in den anderen Studiengängen nicht der Fall war. Leider werden die Anzahlen für sinnvolle statistische Untersuchungen zu klein, wenn man nur die Studierenden des Lehramts Realschule, die Zielgruppe der Interventionen an der PH Ludwigsburg untersucht.

Hypothese: *Die Studierenden unterscheiden sich nicht in der Zunahme ihrer inhaltlichen mathematischen Fertigkeiten; dies bedeutet, die Intervention geht nicht auf Kosten inhaltlicher Fertigkeiten.*

Die Fertigkeiten der Studierenden der Treatment- als auch der Kontrollgruppe wurden mittels eines dichotomen Fragebogens erfasst. Dieser enthielt Fragen aus den Inhaltsbereichen, die an den beteiligten Pädagogischen Hochschulen im ersten Semester gelehrt werden, da hier das Curriculum der jeweiligen Hochschulen recht ähnlich ist. Die Studierenden bekamen

Aussagen über die Inhalte und mussten diese mit „wahr“ oder „falsch“ beantworten. Richtige Antworten wurden mit jeweils einem Punkt gewertet, falsche oder ausgelassene bekamen keinen Punkt. Anschließend wurde über die Summenwerte der jeweilige Mittelwert gebildet und diese miteinander verglichen. Eine Einschätzung des Niveaus der Fragen von Experten war indifferent. Die Fragen wurden jeweils als „zu leicht“ bis hin zu „zu schwer“ eingestuft, so dass das Niveau der Fragen als annehmbar gesehen werden kann.

Die Erhebung der Fertigkeiten fand nur zum Messzeitpunkt 2 (nach dem ersten Semester) statt und sollte nur den aktuellen Stand erheben. Da die Fragen ausschließlich aus den Inhalten dieser Veranstaltung bestanden, macht es keinen Sinn, die Daten nochmals nach dem zweiten Semester zu erheben, da aufgrund der anderen Veranstaltungsinhalte kein Zuwachs festzustellen wäre.

Zunächst wurden Items, die an den Kontrollhochschulen in den Veranstaltungen inhaltlich nicht behandelt wurden, entfernt (die Kenntnis darüber ergab sich erst am Ende des Durchgangs). Anschließend wurde eine einfaktorielle Varianzanalyse über alle an der Evaluation beteiligten Hochschulen gerechnet. Diese ergab mit $p=0,340$ keine signifikanten Unterschiede. D.h. die Treatment- und die Kontrollgruppen unterscheiden sich nicht hinsichtlich des Lernerfolgs im Bereich inhaltlicher Fertigkeiten.

1.2 Entwicklung einer Konzeption für Fortbildungen von Hochschuldozenten und Tutoren

Zu Beginn des Teilvorhabens wurden die hochschuldidaktischen Zentren und sonstigen hochschuldidaktischen Institutionen Deutschlands per E-Mail kontaktiert. Es sollte dadurch in einer ersten Annäherung erfasst werden, welche Konzeptionen der hochschuldidaktischen Weiterbildungsangebote speziell im Bereich Mathematik vorliegen. Dabei ergab sich, dass es Vielfalt von persönlichen Herangehensweisen gibt, es war aber keine klare Konzeption erkennbar. Oft werden Gastdozentinnen und -dozenten von außen eingeladen, die jeweils Fortbildungen anbieten. Dabei beruht die Konzeption auf der Sicht und Expertise der einzelnen eingeladenen Fortbildnerinnen und Fortbildner. Die Fortbildungsprogramme der Hochschuldidaktischen Zentren stellen aus diesem Grunde meist ein Konglomerat verschiedenster Angebote dar. Dies wurde auch, von dem am Projekt mitarbeitenden System-Coach bestätigt, der in verschiedenen Bildungseinrichtungen seit Jahren Weiterbildungsmaßnahmen durchführt.

Darüber hinaus lehnten einige Institutionen unsere Anfrage auch ab mit dem Argument, dass man nicht bereit sei die Expertise der Institution weiterzugeben. Im Zuge dieser Erfahrungen lag es nahe, das Konzept für die Fortbildungen eng mit dem Veranstaltungskonzept von SAiL-M (s.o.) zu verknüpfen und Fortbildungen im Sinne dieses Veranstaltungskonzeptes durchzuführen. Weiterhin wurde unser Konzept transparent und nachahmbar gemacht, indem es auf der Internetpräsenz des Projekts expliziert und offengelegt wurde. Die Workshop-Seiten sind unter folgender Internetadresse erreichbar: <http://www.sail-m.de/sail-m/WorkshopsHochschulmathematikdidaktik>

Ab Ende November 2010 wurde die Konzeption der Fortbildungen gemeinsam erarbeitet. Dabei wurden ein Workshop-Angebot für Tutorinnen und Tutoren und ein Workshop-Angebot für Dozentinnen und Dozenten der Mathematik an Hochschulen konzipiert. Hierbei arbeiteten die Mitarbeiterinnen Gabriele Moll und Andrea Hoffkamp eng mit dem System-Coach Alexander Rausch zusammen, der Ideen und Anregungen aus der Coaching-Perspektive und der Erwachsenenbildung – unabhängig von Fach Mathematik – einbrachte.

Da es an den Mathematikinstituten sinnvoller erschien, Fortbildungen zu Beginn eines Semesters anzubieten und durchzuführen, kam es in der Zeit der Konzeption von Januar bis

März 2011 zu keiner Durchführung von Fortbildungen. Stattdessen wurde in diesem Zeitraum ein Werbeflyer zu Akquisezwecken entworfen. Zudem wurde eine Vortragspräsentation für die GDM-Tagung Ende Februar 2011 an der PH Freiburg vorbereitet und durchgeführt. Die Konzeption wurde auch im Zuge der Tagung in einem Artikel veröffentlicht (Hoffkamp & Moll, 2011). Der Vortrag diente gleichzeitig der Akquise, und im Zuge dieser Tagungspräsentation erhielten wir die ersten Anfragen zur Durchführung von Workshops an verschiedenen Hochschulen Deutschlands, so dass im April 2011 der erste Workshop durchgeführt wurde.

Konzeption

Das SAiL-M Veranstaltungskonzept, welches an der PH Ludwigsburg umgesetzt und evaluiert wurde (siehe 2.1.1), ist u.a. durch ein vielfältiges Maßnahmenbündel charakterisiert, welches aus der Theorie verschiedener lerntheoretischen und mathematikdidaktischen Ebenen ableitet. Da sich das Konzept aufgrund unterschiedlicher Gegebenheiten und Strukturen von anderen Hochschulen nicht einfach kopieren lässt, erschien es angemessen zu sein, das Konzept nicht zu „dozieren“, sondern die Fortbildungen im Sinne des Konzeptes – also teilnehmerzentriert – durchzuführen. Flexibilität und Erfolg versprach bei der Konzeption eine Orientierung an der dem SAiL-M-Veranstaltungskonzept zugrunde liegenden Grundphilosophie. Dies entspricht auch einer der Hauptaussagen des Angebot-Nutzungs-Modells von Helmke (2006), dass die Erhöhung der *aktiven* Lernzeit der Lernenden wesentlich für den Lernerfolg ist.

In der Anwendung der Grundphilosophie des Veranstaltungskonzeptes auf die Fortbildungskonzeption wurde ein zweiteiliges Workshop-Format entworfen. Dabei werden und wurden sowohl ein Workshop für Dozentinnen und Dozenten als auch ein Workshop für Tutorinnen und Tutoren angeboten und dadurch der engen Verstrickung von Vorlesung und Übung in Veranstaltungskonzept von SAiL-M Rechnung getragen. Dabei galt es folgende Punkte zu bedenken: Wie kann man Hochschullehrende zum Umdenken bewegen und für innovative Lehrformen sensibilisieren? Wie löst man das Spannungsfeld zwischen Nachhaltigkeit und Zeitknappheit in den Fortbildungen? Wie schafft man es, Fortbildungen für eine große Bandbreite von Zielgruppen zu konzipieren (verschiedene Hochschularten, verschiedene Studierendengruppen)?

Die Workshops sind als gemeinsame Arbeitstreffen konzipiert, welche von der Aktivität der Teilnehmenden geprägt sind und die von den Workshop-Leiterinnen und -Leitern begleitet werden. Dabei werden die Teilnehmenden als Expertinnen und Experten für ihre Probleme und Lösungen betrachtet und wie in einem Coachingprozess von einer Mathematikdidaktikerin und einem Systemcoach auf dem Weg zu individuellen Lösungen unterstützt und begleitet. Die Kombination von Personen mit entsprechenden Hintergründen vereint die Expertise in der Lehre im Fach Mathematik mit allgemeinen Coachingprinzipien und stellt die besondere Stärke dieses Konzeptes dar.

Im Folgenden wird die Konzeption der Workshops im Einzelnen beschrieben.

Dozentenworkshop

Der Workshop gliedert sich in mehrere Teile. Im Vorfeld werden zunächst die Erwartungen der Teilnehmenden per E-Mail erhoben, so dass schon beim ersten Kontakt deutlich wird, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer mit ihren Anliegen im Mittelpunkt stehen. Im Anschluss daran erfolgt ein erstes Arbeitstreffen, in dessen Vorbereitung die E-Mail-Rückmeldungen mit einfließen. Dieser Vorgang orientiert sich an einem Coachingprozess.

Erste Sitzung (2 Zeitstunden): Bestandsaufnahme

Hauptziel der ersten Sitzung ist die Herausarbeitung der inhaltlich relevanten Themenkreise für die zweite Sitzung. Dabei ist es für den weiteren Verlauf des Workshops von Bedeutung, dass die individuellen Bedürfnisse und jeweiligen institutionellen Gegebenheiten vor Ort zutage treten, damit das weitere Programm passgenau abgestimmt werden kann.

Zunächst wird die SAiL-M Grundphilosophie dargestellt und die Konzeption des Workshops erläutert. Die erste Sitzung dient darüber hinaus dem Aufbau von Rapport – der "wertschätzenden Kontaktherstellung" der Workshop-Leitung zu den Teilnehmenden. Es werden die Hauptanliegen und Probleme der Teilnehmenden erhoben und diskutiert. Um zukunfts- und lösungsorientiertes Arbeiten zu initiieren, werden die Teilnehmenden aufgefordert, ihre Wunschvorstellung einer idealen Mathematikveranstaltung zu reflektieren. Anschließend wird gemeinsam exemplarisch an einer Problemsituation gearbeitet, um erste Erfahrungen mit der Erarbeitung von zukunfts- und ressourcenorientierten Lösungsstrategien zu vermitteln. Im Idealfall werden die Teilnehmenden mit einem gemeinsam erarbeiteten Arbeitsauftrag entlassen, den sie zwischen den beiden Arbeitstreffen in ihren Veranstaltungen umsetzen sollen. Die dabei gemachten Erfahrungen werden zu Beginn der zweiten Sitzung aufgegriffen.

In Nachbereitung der ersten Sitzung und Vorbereitung auf die zweite Sitzung werden die Ergebnisse und der Diskussionsstand in einem Workshop-Wiki aufbereitet und für die Teilnehmenden zur Verfügung gestellt. Weiterhin werden mit Hilfe des Wikis die Themen für die zweite Sitzung festgelegt und mit den Teilnehmenden abgestimmt. Die Teilnehmenden sind jeweils aufgefordert an dem Wiki kooperativ mitzuarbeiten.

Zweite Sitzung (4 Zeitstunden): Erarbeitung individueller Lösungen

Hauptziel des zweiten Arbeitstreffens ist die Erarbeitung konkreter Handlungsalternativen in Standardsituationen der Veranstaltungen. Dabei wird basierend auf der Coachinghaltung davon ausgegangen, dass es im Hinblick auf Nachhaltigkeit und Wirksamkeit Sinn macht, kleine konkrete äußere Änderungen vorzunehmen, die eventuell große innere Änderungen bewirken können. Im Workshop selbst werden zunächst passgenaue Impulse in Form von BestPractice-Beispielen und lerntheoretischem Hintergrund für die Themen der Teilnehmenden gegeben. Diese Impulse werden zum einen aus dem SAiL-M Veranstaltungskonzept entnommen und zum anderen gemeinsam mit den SAiL-M Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter entwickelt. Insofern wirkte sich die Durchführung der Workshops auch auf die Weiterentwicklung des SAiL-M Veranstaltungskonzeptes aus.

Nach einer vertieften Diskussion der Themen in Kleingruppen anhand von coachingspezifischen, offenen Diskussionsfragen sind die Teilnehmenden aufgefordert, einen Schritt in den „Mikrokosmos“ ihrer Veranstaltungen zu gehen und sogenannte Standardsituationen innerhalb der Veranstaltungen zu beschreiben. Für diese Standardsituationen werden anschließend vielseitige Handlungsalternativen entwickelt, die so gestaltet sind, dass sie individuell und direkt umsetzbar sind. Die Impulse, der Diskussionsstand und die erarbeiteten Lösungen werden wiederum im Workshop-Wiki aufbereitet und durch Material ergänzt. Darüber hinaus wird den Teilnehmenden individuelle Begleitung und kollegiales Feedback über den Workshop hinaus angeboten (Online).

Tutorenworkshop

Der Tutorenworkshop besteht aus einer fünfstündigen Sitzung. Auch hier werden im Vorfeld die Erwartungen und Anliegen der Teilnehmer erhoben. Diese werden dann in den einzelnen Teilen des Workshops entsprechend aufgegriffen.

Der erste praxisorientierte Teil des Workshops dient dazu, eigene Erfahrungen, sowohl aus der Perspektive des Tutors als auch aus der Perspektive des Studenten zu reflektieren. Ziel dieser Reflexion ist es, ein Bewusstsein für das Handeln in der Rolle des Tutors bzw. der Tutorin zu entwickeln und entsprechende positive Auswirkungen damit zu verknüpfen. Die negativen Erfahrungen werden diskutiert und mögliche positive Handlungsalternativen besprochen. Im weiteren Verlauf des praktischen Workshopteils werden, neben den Erfahrungen, zusätzlich die Überzeugungen der Teilnehmer in Bezug auf Lernen und Lehren ermittelt. Da solche impliziten Lerntheorien starke Auswirkungen auf den Lehrstil haben können, ist es wichtig diese aufzudecken und im Austausch mit anderen zu hinterfragen.

Auf dieser Reflexionsbasis wird dann im theoretischen Teil zunächst die Grundphilosophie des Projektes SAiL-M dargestellt und am Beispiel der Umsetzungen an der Pädagogischen Hochschule in Ludwigsburg verdeutlicht. Theoretische Schwerpunkte bilden hierbei: Autonomieerfahrung, Kompetenzwahrnehmung und soziale Eingebundenheit. Um den Teilnehmern das Konzept konkret erfahrbar zu machen, schließt sich an die kurze Informationsphase die Simulation einer typischen (aktivierenden) Übungssituation nach dem SAiL-M-Konzept an. Dabei kommt einem der Teilnehmer die Rolle des Tutors zu, während die anderen Teilnehmer die Rolle der Studierenden einnehmen. Der Coach begleitet den Tutor in seiner Rolle und es wird versucht, die Tutorenrolle mit Coachingkompetenz auszuführen: Ressourcen der Gruppe sichtbar machen, so wenig konkrete inhaltliche Hilfe wie möglich geben, den Prozess und die Gruppe in ihrer Handlung aktiv zu unterstützen.

Diese Praxisphase wird anschließend reflektierend ausgewertet und aus den beiden Perspektiven (Tutor, Gruppe) betrachtet. Ziel hierbei ist es, herauszuarbeiten, was sich positiv auf die Arbeit in der Gruppe durch die Interventionen des Tutors auswirkt und was nicht. Gleichzeitig gilt es ein Bewusstsein dafür zu schaffen, was eine Prozessbegleitung im Unterschied zur inhaltlich-fachlichen Begleitung ausmacht und was das für den Gruppenprozess bedeutet.

In der letzten aktiven Praxisphase werden in der Gruppe typische Standardsituationen im Tutorium ausgewählt, die nicht zu den gewünschten Ergebnissen führen. Diese werden ressourcenorientiert bearbeitet und entsprechende Handlungsalternativen generiert. Diese können dann im Tutorium bei der entsprechenden Situation angewendet werden.

Die Ergebnisse des Workshops werden auch hier im Workshop-Wiki aufgearbeitet und mit weiterführenden Materialien und Literaturhinweisen ergänzt. Auch den Tutorengruppen werden im Anschluss an den Workshop kollegiale Beratung bzw. Einzel-Coaching angeboten (Online).

Evaluationsergebnisse

Die Konzeption der Workshops erwies sich in der Grundanlage als erfolgreich. Der Erfolg resultiert vor allem aus der Tatsache, dass die Workshops relativ offen gestaltet sind und dadurch ein passgenaues Arbeiten bezüglich der Anliegen der Teilnehmenden möglich war. Eine Überarbeitung der Konzeption war insofern lediglich in Bezug auf Feinheiten notwendig.

Die Überarbeitung geschah auf Basis von reflexiven Prozessen der Workshopleitung im Anschluss an die Workshops und auf Basis der Rückmeldungen von Evaluationsbögen. Grundsätzlich konnte das Konzept optimal für verschiedene Hochschularten genutzt und umgesetzt werden. Durch die im Vorfeld erhobenen Anliegen, Probleme und Wünsche der Teilnehmer an die Inhalte des Workshops konnte von den Workshopleitern entsprechend reagiert und somit die inhaltliche Ausrichtung/Schwerpunkte jeweils angepasst werden.

Überarbeitung der Konzepte

Im Dozentenworkshop zeigte sich beispielsweise, dass es in der ersten Sitzung neben der Bestandsaufnahme wichtig war am Ende eine konkrete Handlungsanweisung bzw. einen Lösungsvorschlag stehen zu haben, den die Teilnehmenden zwischen den Sitzungen in ihren Veranstaltungen umsetzen konnten. Dies wurde in der Erstdurchführung aufgrund von Zeitmangel nicht gemacht, aber aufgrund der Rückmeldungen in der Zweitedurchführung umgesetzt und hat sich positiv auf den Workshop ausgewirkt. Weiterhin zeigte es sich bei den Dozentenworkshops, dass es bedingt durch die Zeitknappheit wichtig war die Gruppenarbeit beim zweiten Arbeitstreffen relativ straff zu moderieren, um tatsächlich ergebnisorientiertes Arbeiten zu ermöglichen. Diese Einsicht führte einerseits zur Weiterentwicklung der Konzeption, indem beispielsweise die Diskussionsleitfragen für die Kleingruppen sehr sorgfältig ausgewählt und umgesetzt wurden. Weitere Überarbeitungen betrafen Feinheiten im Zusammenspiel von Mathematikdidaktik und Coaching und die Aufteilung der Rollen innerhalb der Arbeitstreffen. Die Metareflexion der Workshopleiter über abgehaltene Workshops und deren Auswertung führte zu einem permanenten „Feintuning“ in Sachen Workshopgestaltung, Moderation und Kommunikationsstrategien für den nächsten Workshop.

Der Tutorenworkshop war in der ersten Durchführung auf 4 Stunden ausgelegt. Es zeigte sich aber, dass sowohl die Teilnehmenden als auch das Programm des Workshops mehr Zeit verlangten, so dass die weiteren Durchführungen auf 5 Zeitstunden ausgedehnt wurden. Dieser Workshop war von Anfang an geschlossener angelegt als der Workshop für Dozentinnen und Dozenten. Fester Bestandteil und „Herzstück“ des Workshops war stets eine Simulation einer aktivierenden Übung aus dem Ludwigsburger Modell. Der Workshop wurde im zweiten Teil im Laufe der Durchführungen immer offener gestaltet, indem durch eine E-Mail Nachfrage bei den Teilnehmenden und verantwortlichen Dozentinnen und Dozenten die Erwartungen und Wünsche in der Umsetzung berücksichtigt wurden. Dabei wurde im Laufe der Durchführungen die Formulierung von Standardsituationen mit dem damit verbundenen Arbeiten an konkreten Handlungsalternativen aus den Dozentenworkshops übernommen. Dies ist insofern ein erfolgversprechendes Mittel, als dass die Tutorinnen und Tutoren sich einen Pool von Handlungsmöglichkeiten selbst erschaffen (Ressourcen) und im Sinne von Selbstwirksamkeitserwartung sich auch dessen Durchführung zutrauen.

Allgemein lässt sich sagen, dass die Workshops lediglich einmal (Universität Göttingen) gemeinsam gebucht wurden und ansonsten immer nur einer der beiden durchgeführt wurde. Der Idealfall wäre es gewesen, dass zuerst ein Dozentenworkshop durchgeführt wird und anschließend im selben Sinne ein Tutorenworkshop, der den Ergebnissen des Dozentenworkshops Rechnung trägt. Dazu kam es aus organisatorischen Gründen leider nicht.

Dokumentation und Erstellung von Materialien

Die Dokumentation der Konzeption der Workshops findet über die Internetseiten des Projektes SAiL-M statt. Außerdem werden auf den Internetseiten einige Ergebnisse der Workshops exemplarisch dargestellt (<http://sail-m.de/sail-m/WorkshopsHochschulmathematikdidaktik>). Alle Ergebnisse und Materialien werden in den Workshop-Wikis dokumentiert, sind dort für die jeweiligen Teilnehmerinnen und Teilnehmer einsehbar und stehen zur kooperativen Bearbeitung zur Verfügung. Die Wikis bilden schon jetzt einen Pool sehr konkreter Ansätze und Lösungsvorschläge und können von den Teilnehmerinnen und Teilnehmern als Idee aufgegriffen und gegebenenfalls individuell angepasst und eingesetzt werden.

1.3 Literatur

Aebli, H. (1983). *Zwölf Grundformen des Lehrens*. Stuttgart: Klett-Cotta.

Bandura, A. (2001). Modeling. In W. E. Craighead & C. B. Nemeroff C. B. (Hrsg.), *The Corsini Encyclopedia of Psychology and Behavioral Science* (S. 967–968). New York: John Wiley & Sons.

Bandura, A. (1998) *Self-efficacy. The Exercise of Control*. W. H. Freeman and Company, New York.

Bescherer, C., Herding, D., Kortenkamp, U., Müller, W. & Zimmermann, M. (2011). ELearning Tools with Intelligent Assessment and Feedback for Mathematics Study. In S. Graf, F. Lin, Kinshuk & R. McGreal (Hrsg.), *Intelligent and Adaptive Learning Systems – Technology Enhanced Support for Learners and Teachers* (S. 151-163). Hershey: IGI Global.

Bescherer, C., Kortenkamp, U., Müller, W. & Spannagel, C. (2010). Intelligent Computer-Aided Assessment in Mathematics Classrooms. In A. McDougall, J. Murnane, A. Jones & N. Reynolds (Hrsg.), *Researching IT in Education: Theory, Practice and Future Directions* (S. 200-205). London, New York: Routledge.

Bescherer, C. & Spannagel, C. (2009). Design Patterns for the Use of Technology in Introductory Mathematics Tutorials. In A. Tatnall & A. Jones (Hrsg.), *Education and Technology for a Better World* (S. 427-435). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.

Bohl, T. (2005). *Prüfen und Bewerten im Offenen Unterricht*. 3. Auflage, Weinheim, Basel: Beltz Verlag.

Collins, A., Brown, J. S., & Newman, S. E. (1989). Cognitive apprenticeship: Teaching the crafts of reading, writing, and mathematics. In L. B. Resnick (Hrsg.), *Knowing, learning, and instruction: Essays in honor of Robert Glaser* (S. 453–494). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993): Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223–238.

Helmke, A. (2006). *Unterrichtsqualität: Erfassen, Bewerten, Verbessern* (4. Aufl.). Seelze: Kallmeyersche Verlagsbuchhandlung.

Heublein, U., Hutzsch, C., Schreiber, J., Sommer, D. & Besuch, G. (2010). *Ursachen des Studienabbruchs in Bachelor- und in herkömmlichen Studiengängen*. HIS:Projektbericht, Januar 2010.

Hoffkamp, A. & Moll, G. (2011): Fortbildungen für Hochschullehrende und Tutoren zu aktivierenden Veranstaltungskonzepten im Mathematikstudium. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*. Münster: WTM.

KMK – Kultusministerkonferenz (2008) *Ländergemeinsame inhaltliche Anforderungen für die Fachwissenschaften und Fachdidaktiken in der Lehrerbildung*. Bonn: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD.

KMK – Kultusministerkonferenz (2003). *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss*. Bonn: Sekretariat der Ständigen Konferenz der Kultusminister der Länder in der BRD.

Lage, M. J., Platt, G. J. & Treglia, M. (2000). Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. *The Journal of Economic Education*, 31(1), 30-43.

Libbrecht, P., Müller, W., Rebholz, S., Thüs, H. & Herding, D. (im Druck). SMALA: An Architecture for Logging and Analyzing E-Learning Events. In *Proceedings of the IEEE International Workshop on Multimedia Technologies for E-Learning (MTEL) 2011*.

Lyman, F. (1981). The responsive classroom discussion. In A. S. Anderson (Hrsg.), *Mainstreaming Digest*. College Park, MD: University of Maryland College of Education.
NCTM - National Council of Teachers of Mathematics (2000). *Principles and Standards for School Mathematics*. Reston, Virginia, USA.

OECD (2003): *The PISA Assessment Framework. Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.

Prenzel, M., Kramer, K. & Drechsel, B. (2001). Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung - Ergebnisse eines Forschungsprojekts. In: K. Beck & V. Krumm (Hrsg.). *Lernen und Lehren in der beruflichen Erstausbildung. Konzepte für eine moderne kaufmännische Berufsqualifizierung*. Leske und Budrich, Opladen.

Van Gog, T., Paas, F., & Van Merriënboer, J. J. G. (2008). Effects of studying sequences of process-oriented and product-oriented worked examples on troubleshooting transfer efficiency. *Learning and Instruction*, 18, 211–222.

Wood, H. & Wood, D. (1999). Help seeking, learning and contingent tutoring. *Computers & Education*, 33, 153-169

Zimmermann, M. & Bescherer, C. (2011a). Lernen für 2030 – Möglichkeiten in der Lehramtsausbildung. In U. Kortenkamp; H.-G. Wgand; T. Weth (Hrsg.), *Tagungsband der Arbeitstagungen des Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik (AKMUI) 2010*. Hildesheim, Franzbecker.

Zimmermann, M. & Bescherer, C. (2011b). (Um-)Wege in der Ausbildung von Mathematiklehrkräften. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*. Münster: WTM.

Zimmermann, M.; Jokiahho, A.; May, B. (2011). Vorlesungsaufzeichnungen in der Mathematik - Nutzung und Auswirkungen auf die Studienleistung. In DELFI 2011: *Tagungsband der 9. e-Learning Fachtagung Informatik*, September 2011, Gesellschaft für Informatik, S. 163-171.

Zimmermann, M. & Herding, D. (2010). Entwicklung einer computergestützten Lernumgebung für bidirektionale Umformungen in der Mengenalgebra. *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010*. Münster: WTM.

Zimmermann, M., Herding, D. & Bescherer, C. (im Druck). Pattern: Hint on Demand. In Y. Mor et al. (Hrsg.), *Practical Design Patterns for Teaching and Learning with Technology*. SensePublishers.

2. Zahlenmäßiger Nachweis

siehe Verwendungsnachweis vom 01.08.2012

3. Notwendigkeit und Angemessenheit der geleisteten Arbeit

Die Notwendigkeit der Entwicklung einer alternativen Veranstaltungskonzeption ergab sich durch den problematischen Stand der Hochschullehre im Fach Mathematik in Deutschland: Mathematik wird von Studierenden in der Regel aufgrund der Schwierigkeit oft als Hürde empfunden, die man „nehmen muss“, begleitet von hohen Durchfallquoten in Mathematikklausuren. Die Abbruchquote ist in mathematisch-naturwissenschaftlichen Fächern hoch, und in keiner anderen Disziplin spielen dabei Leistungsprobleme eine solch große Rolle (vgl. Heublein, Hutzsch, Schreiber, Sommer & Besuch, 2010). Darüber hinaus sollte sich insbesondere in den Lehramtsstudiengängen auch die Mathematik-Hochschullehre an didaktisch-methodischen Gestaltungsprinzipien orientieren, um den Studierenden diejenigen Lernerfahrungen zu bieten, die sie auch später in ihrer Arbeit an der Schule ihren Schülerinnen und Schülern ermöglichen sollen.

Die Notwendigkeit und die Angemessenheit zeigen sich unter anderem auch dadurch, dass in Deutschland in der Zeit der Projektförderung Arbeitskreise und Kompetenzzentren im Bereich Hochschul-Mathematikdidaktik gegründet wurden.

Die komplette Neukonzeption der Veranstaltung hinsichtlich Vorlesung, Übung und Prüfung (und nicht etwa nur Modifikationen in einem einzelnen Bereich) war notwendig, weil alle Teile didaktisch-methodisch aufeinander abgestimmt sein müssen, um eine kohärente Lernumgebung zu bieten.

4. Verwertbarkeit der Ergebnisse

Die Ergebnisse wurden in zahlreichen Publikationen veröffentlicht und stehen somit der Nutzung durch Hochschuldozentinnen und -dozenten (und zwar nicht nur den im Projekt beteiligten, sondern beliebigen interessierten Personen) jederzeit zur Verfügung. In der Regel müssen die entwickelten Konzepte und Methoden an die jeweilige Situation angepasst werden; hierbei unterstützen die didaktischen Entwurfsmuster, in denen die Grundprinzipien expliziert sind und die bei der Übertragung auf andere Lehr-/Lernsituationen leitend sein können.

5. Bekanntgewordene Fortschritte und Ergebnisse auf dem Gebiet

Während der Projektlaufzeit wurden neben dem GDM-Arbeitskreis „Hochschulmathematikdidaktik“ weitere Arbeitskreise und Gremien gegründet, die sich derselben oder ähnlichen Problematik annehmen. So wurde z. B. von den Vereinigungen der MNU, GDM und DVM ein

Schnittstellenarbeitskreis gebildet, der sich mit dem Übergang von der Schule zur Hochschule beschäftigt. Auch zu erwähnen sind die mittlerweile etablierten Kompetenzzentren für Hochschuldidaktik in Paderborn und Kassel sowie in Dortmund. Der auf dem Symposium „Verbesserung der Hochschullehre in Mathematik und Informatik“ gegründete Arbeitskreis HochschulMathematikDidaktik der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik trifft sich immer noch in regelmäßigen Abständen und erfährt weiter regen Zulauf in der Community.

In Bezug auf die Erfassung von (mathematischen) Prozesskompetenzen gibt es leider noch keine Fortschritte. Zwar wurden im Rahmen des im Förderprogramm Zukunftswerkstatt Hochschullehre geförderten Projekts TEDS-LT Erhebungsinstrumente entwickelt, diese konnten aber nicht für die Fragestellungen im Projekt angewandt werden. Auch eine mögliche Kooperation mit Anke Lindmeier, ehemalige wissenschaftliche Mitarbeiterin im Projekt KOMMA, führte zu keinem Ergebnis. Wie schwierig dieses Thema ist, zeigt sich auch darin, dass das BMBF 2010 eine Förderinitiative zur Kompetenzmessung gestartet hat.

6. Erfolgte und geplante Veröffentlichungen

Publikationen des Teilprojektes alpha

- Zimmermann, M. & Bescherer, C. (2012). Repräsentationen „on demand“ bei mathematischen Beweisen in der Hochschule. In J. Sprenger, A. Wagner & M. Zimmermann (Hrsg.), *Mathematik lernen – darstellen – deuten – verstehen. Sichtweisen zum Mathematiklernen vom Kindergarten bis zur Hochschule*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- Zimmermann, M., Bescherer, C. & Spannagel, C. (2012). *Mathematik lehren in der Hochschule – Didaktische Innovationen für Vorkurse, Übungen und Vorlesungen*. Hildesheim: Franzbecker.
- Bescherer, C., Spannagel, C. & Zimmermann, M. (2012). *Neue Wege in der Hochschulmathematik – Das Projekt SAiL-M*. In M. Zimmermann, C. Bescherer & C. Spannagel (Hrsg.), *Mathematik lehren in der Hochschule – Didaktische Innovationen für Vorkurse, Übungen und Vorlesungen*. Hildesheim: Franzbecker.
- Zimmermann, M. (2012). Der offene Matheraum als Baustein für aktives Mathematiklernen. In M. Zimmermann, C. Bescherer & C. Spannagel (Hrsg.), *Mathematik lehren in der Hochschule – Didaktische Innovationen für Vorkurse, Übungen und Vorlesungen*. Hildesheim: Franzbecker.
- Hoffkamp, A. (2012): *Zentrale Anliegen von Hochschullehrenden - Erfahrungen und Ergebnisse aus Workshops zur Hochschul-Mathematikdidaktik*. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012*, WTM.
- Zimmermann, M. & Bescherer, C. (2012). Zur Hochschullehre in der Lehramtsausbildung. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2012*. Münster: WTM.
- Zimmermann, M. & Bescherer, C. (2011). Lernen für 2030 – Möglichkeiten in der Lehramtsausbildung. In: U. Kortenkamp, H.-G. Weigand & T. Weth (Hrsg.), *Tagungsband der Arbeitstagungen des Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik (AKMUI) 2010*. Hildesheim: Franzbecker.
- Rebholz, S. & Zimmermann, M. (2011): Einsatz und Erfahrungen von Intelligentem Assessment bei Beweisen mit vollständiger Induktion. In: Friedrich, S., Kienle, A., Rohland, H. (Hrsg.): *DeLFI 2011: Die 9. e-Learning Fachtagung Informatik - Poster, Workshops, Kurzbeiträge*. Dresden, 2011.

- Hoffkamp, A., Moll, G. (2011): Fortbildungen für Hochschullehrende und Tutoren zu aktivierenden Veranstaltungskonzepten im Mathematikstudium. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*. Münster: WTM.
- Zimmermann, M. & Bescherer, C. (2011). (Um-)Wege in der Ausbildung von Mathematiklehrkräften. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2011*. Münster: WTM.
- Rebholz, S. & Zimmermann, M. (2011): Applying Computer-Aided Intelligent Assessment in the Context of Mathematical Induction. In: *eLearning Baltics 2011: Proceedings of the 4th International eLBa Conference*, S. 43-51, Stuttgart: Fraunhofer Verlag.
- Zimmermann, M., Bescherer, C. & Spannagel, C. (2011). A questionnaire for surveying mathematics self-efficacy expectations of Prospective teachers. Tagungsband der CERME 7 vom 9. – 12 März 2011 in Rzeszow, Polen. (<http://www.cerme7.univ.rzeszow.pl/WG/14/CERME7-WG14-Paper---Zimmermann,-Bescherer-&-Spannagel-REVISED-Dec2010.pdf>)
- Bescherer, C., Herding, D., Kortenkamp, U., Müller, W., Zimmermann, M. (2011): E-Learning Tools with Intelligent Assessment and Feedback. In S. Graf et al. (eds.): *Adaptivity and Intelligent Support in Learning Environments*. IGI Global.
- M. Zimmermann, D. Herding, C. Bescherer (in press): Pattern: Hint on Demand. In Y. Mor et al. (eds.): *Practical Design Patterns for Teaching and Learning with Technology*. SensePublishers.
- D. Herding, M. Zimmermann, C. Bescherer (in press): A Learning Tool for Mathematical Proofs with On-Demand Hints. In Y. Mor et al. (eds.): *Practical Design Patterns for Teaching and Learning with Technology*. SensePublishers
- Herding, D.; Zimmermann, M.; Bescherer, C.; Schroeder, U. (2010): Entwicklung eines Frameworks für semi-automatisches Feedback zur Unterstützung bei Lernprozessen. In *Proceedings der DeLFI 2010*. Bonn: GI.
- Zimmermann, M. & Herding, D. (2010): Entwicklung einer computergestützten Lernumgebung für bidirektionale Umformungen in der Mengenalgebra. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2010*. Münster: WTM.
- Bescherer, C., Kortenkamp, U., Müller, W., & Spannagel, C. (2010): Research in the field of intelligent computer-aided assessment. In A. McDougall (ed.), *Researching IT in Education: Theory, Practice and Future Directions*. London: Routledge.
- Fest, A. & Zimmermann, M. (2009): Werkzeuge für das individuelle Lernen in Mathematik. In: U. Kortenkamp; H.-G. Weigand, T. Weth (Hrsg.): *Tagungsband der Arbeitstagungen des Arbeitskreises Mathematikunterricht und Informatik (AK MU&I) 2009*. Hildesheim, Franzbecker.
- Bescherer, C. & Spannagel, C. (2009): Design Patterns for the Use of Technology in Introductory Mathematics Tutorials. In A. Tatnall & A. Jones (Eds.), *Education and Technology for a Better World* (pp. 427-435). Berlin, Heidelberg, New York: Springer.
- Spannagel, C. & Bescherer, C. (2009): Didaktische Entwurfsmuster für technologieunterstützte Mathematikübungen. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2009*. Münster: WTM.
- Bescherer, C. & Spannagel, C. (2008). Aktivierendes Mathematik-Lernen zum Studienbeginn. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2008* (S. 329-332). Münster: WTM.

Vorträge des Teilprojektes alpha

- "Zentrale Anliegen von Hochschullehrenden - Erfahrungen und Ergebnisse aus Workshops zur Hochschul-Mathematikdidaktik". Vortrag auf der GDM-Jahrestagung 2012 am 8.03.2012 in Weingarten (A. Hoffkamp).
- "Zur Hochschullehre in der Lehramtsausbildung". Vortrag auf der GDM-Jahrestagung 2012 am 8.3.2012 in Weingarten (M. Zimmermann).
- "Workshops für Hochschul-Mathematik-Lehrende: Zentrale Anliegen und konkrete Lösungsansätze in Standardsituationen". Vortrag bei der Herbsttagung des Arbeitskreises "Hochschul-Mathematikdidaktik" der GDM an der FU Berlin am 22.10.2011 (A. Hoffkamp).
- "Fortbildungen für Hochschullehrende und Tutoren zu aktivierenden Veranstaltungskonzepten im Mathematikstudium". Vortrag auf der GDM-Jahrestagung 2011 am 24.02.2011 in Freiburg (A. Hoffkamp & G. Moll).
- "(Um-)Wege in der Ausbildung von Mathematiklehrkräften". Vortrag auf der GDM-Jahrestagung 2011 am 22.02.2011 in Freiburg (M. Zimmermann).
- "eLearning-Komponenten und deren Einsatz in der Lehrerausbildung in Mathematik". Vortrag auf dem Fachforum 2011 – eLearning in Informatik & Mathematik am 14.1.2011 (M. Zimmermann).
- „oMa hilft - Der offene Matheraum als Unterstützungsangebot für das Mathematiklernen“ Vortrag im Rahmen des Tages des wissenschaftlichen Nachwuchses am 03.12.2010. (M. Zimmermann).
- „Lernen für 2030 – Möglichkeiten in der Lehramtsausbildung“ Vortrag im Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik der GDM am 24.09.2010 in Soest. (C. Bescherer)
- Zimmermann, M.: Entwicklung einer computergestützten Lernumgebung für bidirektionale Umformungen in der Mengenalgebra. Vortrag auf der GDM-Tagung in München, 8. - 12. März 2010
- Zimmermann, M.: „oMa hilft – der offene Matheraum als Baustein aktiven Mathematiklernens“ im Rahmen des Oberseminars des Instituts für Didaktik der Mathematik der Universität Würzburg am 02.12.2009. (Eingeladener Vortrag)
- Fest, A., Herding, D. & Zimmermann, M.: „SAiL-M: Semiautomatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik (SAiL-M)“ im Rahmen des Tages des wissenschaftlichen Nachwuchses der Pädagogischen Hochschulen Baden-Württemberg am 14.11.2009 in Schwäbisch Gmünd.
- Fest, A. & Zimmermann, M.: „SAiL-M: Werkzeuge für das individuelle Lernen in Mathematik“ im Arbeitskreis Mathematikunterricht und Informatik der GDM am 26.09.2009 in Soest.
- Bescherer, C. & Spannagel, C.: "Design Patterns for the Use of Technology in Introductory Mathematics Tutorials" Presentation at the WCCE, Brasil, 27.-31. July 2009.
- Bescherer, C. & Spannagel, C.: Learning mathematics in technology enhanced scenarios - SAiL-M. Presentation at the ICTMT 9, Metz, France, 6.-9. July 2009.
- Bescherer, C. & Zimmermann, M.: „Semi-automatische Analyse individueller Lernprozesse im Fach Mathematik (SAiL-M)“ im Rahmen des Forschungskolloquiums an der PH Ludwigsburg am 13.05.2009.
- Spannagel, C. & Bescherer, C.: Didaktische Entwurfsmuster für technologieunterstützte Mathematikübungen. Vortrag auf der GDM-Tagung in Oldenburg, 2.-6. März 2009
- Bescherer, C.: „Semi-automatische Analyse individueller Lernprozesse im Fach Mathematik (SAiL-M)“ im Rahmen des Forschungskolloquiums an der Universität zu Köln, Seminar für Mathematik und ihre Didaktik am 03.02.2009 mit anschließender Diskussion (Eingeladener Vortrag)

Die Veröffentlichungen der anderen Teilprojekte sind in deren Schlussberichten aufgeführt.