

MITTEILUNGEN

DER GESELLSCHAFT FÜR DIDAKTIK DER MATHEMATIK



3.14159265358979323846
2643383279502884197169
3993751058209749445923
0781640628620899862803
4825342117067982148086
5132823066470938446095
5058223172535940812848
1117450284102701938521
1055596446229489549303
8196442881097566593344
6128475648233786783165
2712019091456485669234
6034861045432664821339
3607260249141273724587
0066063155881748815209
2096282925409171536436
7892590360011330530548
8204665213841469519415
1160943305727036575959
1953092186117381932611
7931051185480744623799
6274956735188575272489
1227938183011949129833
6733624406566430860213
9494639522473719070217
9860943702770539217176
2931767523846748184676
6940513200056812714526
3560827785771342757789



107
Juli 2019

EMPIRISCHE STUDIEN ZUR DIDAKTIK DER MATHEMATIK

herausgegeben von Aiso Heinze und Marcus Schütte



2019, 428 Seiten, br., 44,90 €,
ISBN 978-3-8309-3920-7

E-Book: 39,99 €,
ISBN 978-3-8309-8920-2

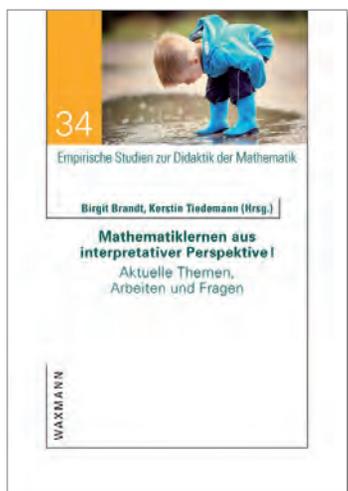
BAND 33

Andrea Simone Maier

Geometrisches Begriffsverständnis von 4- bis 6-jährigen Kindern

In England und Deutschland

Ein Kreis ist wie ein Stern ohne Zacken – Kreative Beschreibungen ebener geometrischer Figuren wie diese von Vorschulkindern lassen bei genauer Betrachtung Rückschlüsse auf das Begriffsverständnis zu. Gegenstand dieser Untersuchung ist die Beschreibung der geometrischen Kompetenzen von Kindern im Elementar- und Primarbereich in England und Deutschland. Auf dieser Grundlage wird der Einfluss unterschiedlicher curricularer Rahmenbedingungen auf die Kompetenzen der Kinder diskutiert und dargestellt, welche Rolle prototypische Darstellungen geometrischer Formen für die Vorstellungen der Kinder haben können. Daraus leitet die Autorin Konsequenzen für die Förderung geometrischer Kompetenzen ab.



2019, 314 Seiten, br., 34,90 €,
ISBN 978-3-8309-3975-7

E-Book: 30,99 €,
ISBN 978-3-8309-8975-2

BAND 34

Birgit Brandt, Kerstin Tiedemann (Hrsg.)

Mathematiklernen aus interpretativer Perspektive I

Aktuelle Themen, Arbeiten und Fragen

Die Interpretative Forschung hat sich zu einem festen Teilgebiet der mathematikdidaktischen Forschung entwickelt, das das Mathematiklernen und -lehren über Jahrgangsstufen und Inhaltsgebiete hinweg aus einer theoretisch inspirierten Perspektive in den Blick nimmt. In diesem Band sind neuere Arbeiten versammelt, die das verstehende Nachvollziehen des Mathematiklernens und -lehrens als eine Form der alltäglichen Interaktion umsetzen. Jede Leserin und jeder Leser ist eingeladen, ganz unterschiedliche Stimmen anzuhören und dann nach interpretativer Tradition selbst zu entscheiden, inwiefern das Gehörte Resonanz in der eigenen Arbeit finden kann und soll.



WAXMANN

Steinfurter Str. 555
48159 Münster

Fon 02 51 – 2 65 04-0
Fax 02 51 – 2 65 04-26

info@waxmann.com
www.waxmann.com

Editorial: Neues Heft – neue Schwerpunkte

Liebe Leserinnen und Leser, seit nun etwas über einem Jahr habe ich das Amt der Schriftführerin inne. Bei der Zusammenstellung der ersten zwei von mir herausgegebenen Heften der Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik kam bei mir immer wieder die Frage auf, welche Ziele eine solche Vereinszeitschrift mit dem Namen „Mitteilungen“ verfolgen sollte. Was haben wir uns als Mitglieder dieser Gesellschaft bzw. dieses Vereins mitzuteilen? Meinungen und individuelle Ansichten sind im Bereich „Diskussionen“ herzlich willkommen und stets vertreten. Ebenso gehören Berichte aus den Arbeitskreisen, von Tagungen oder vom Nachwuchs auf jeden Fall in ein solches Heft. Aber was sind Themen, die im Magazin auftauchen sollten? Was haben wir uns in diesem Bereich mitzuteilen? Und nicht zuletzt: Welche koordinierende Funktion sollte ich dabei als Schriftführerin übernehmen?

Im Zuge der letzten GDM Tagung und angeregt durch Diskussionen mit dem Beirat, hat sich daher eine kleine Gruppe bestehend aus Beiratsmitgliedern und meiner Person zusammengesetzt und überlegt, wie sich die Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik insbesondere im Magazinteil weiterentwickeln kann. So stellte sich recht schnell heraus, dass die zunehmende Anzahl an (großen) Drittmittelprojekten zwar von allen wahrgenommen wird – nicht zuletzt durch die massiv steigende Zahl der Nachwuchswissenschaftlerinnen und Nachwuchswissenschaftler in unserem Verein –, was aber in diesen Projekten im Detail passiert und welche Ziele sie verfolgen, bleibt vielen verborgen. Die Zeit, sich jede Projektwebseite im Detail durchzulesen, hat wohl eher niemand. Somit startet mit diesem Heft die neue Reihe der Projektberichte. Dazu wird als ein erster Fokus die Qualitätsoffensive Lehrerbildung adressiert. Diese startete mit der ersten Förderphase bereits im Jahre 2014 an insgesamt 59 Hochschulen bundesweit. Die Projekte setzen unterschiedliche Schwerpunkte. Besondere Fokussierungen sind vor allem die bessere Abstimmung fachlicher und didaktischer Studieninhalte, die enge Kooperation mit der Schulpraxis oder auch die Vorbereitung der Studierenden auf den Umgang mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen (Fokus: Inklusion und sprachliche Vielfalt). Die zweite Förderphase hat für die 48 Projekte der zweiten Bewilligungsrunde am 1. 7. 2019 begonnen und wird am 31. 12. 2023 enden.

Durchsucht man unter www.qualitaetsoffensive-lehrerbildung.de/de/projekte.php die Projekt-

skizzen gezielt nach Maßnahmen für das Unterrichtsfach Mathematik (oder für den Lernbereich mathematische Grundbildung), so bleibt das Resultat dieser Suche leider ergebnislos. Es ist kaum möglich, sich schnell und überblicksartig über die Maßnahmen im Allgemeinen und vor allem mit Schwerpunkt Mathematik zu informieren. Die mit diesem Heft startende Reihe gibt in einem ersten Teil daher einen Einblick in die eher im Süden Deutschlands liegenden Standorte und deren Projekte (vgl. Abb. 1). Das Lesen dieser knapp aber extrem informativ verfassten Projektberichte hat mich persönlich direkt dazu veranlasst, bei dem ein oder anderen Projekt im Detail weiter nachzulesen. Ich hoffe, bei Ihnen wird ebenso das Interesse geweckt. In den kommenden Heften folgen dann weitere Standorte, die über ihre Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung berichten werden.

Ein weiterer Schwerpunkt des Magazinteils wird im folgenden Grußwort des ersten Vorsitzenden näher eingeleitet. Die Handlungsempfehlung von DMV, GDM und MNU für einen leichteren Übergang von der Schule an die Hochschule sind bereits im Februar 2019 erschienen. Sie haben zwar in der Presse noch recht wenig Aufmerksamkeit erfahren, sind aber von der KMK und anderen Verbänden durchaus wahrgenommen worden. So haben sich bis April 2019 die Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM), die Konferenz der Mathematischen Fachbereiche (KMathF) sowie die Cooperation Schule: Hochschule (COSH) diesen Handlungsempfehlungen angeschlossen. Die in den Handlungsempfehlungen aufgeführten 19 Maßnahmen sind im Magazinteil dieses Heftes abgedruckt. Diesen folgt eine von der Kommission Übergang Schule-Hochschule in Auftrag gegebene Darstellung relevanter Fakten zum Übergang Schule-Hochschule von Jeremias Moser-Fendel und Lena Wessel – eine sicherlich bisher einzigartige Zusammenstellung bezüglich der jeweiligen Voraussetzung von Studierenden in den jeweiligen Bundesländern, den Studienfächern mit mathematischen Anteilen, der Teilnahmequoten der Vorkurse, der Abbruchquoten im Studium, der Unterstützungsangebote der jeweiligen Hochschule sowie deren Begleitforschung.

Das Magazin, aber auch die anderen Teile dieses Heftes, haben Ihnen somit einiges mitzuteilen – viel Spaß!

Daniela Götze

Inhalt

- 1 Editorial: Neues Heft – neue Schwerpunkte
 4 Vorwort des 1. Vorsitzenden

Magazin

- 6 Mathematik: 19 Maßnahmen für einen konstruktiven Übergang Schule–Hochschule
 8 *Jeremias Moser-Fendel und Lena Wessel*
 Relevante Fakten am Übergang Schule–Hochschule in Mathematik
 22 *Daniela Götze*
 Die Qualitätsoffensive Lehrerbildung – Start der Berichtsreihe
 23 *Volker Ulm*
 Diversität als Entwicklungsimpuls für Lehrerbildung – Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Bayreuth
 27 *Regina Bruder und Burkhard Kümmerer*
 Mathematik verbindet – Ein neuer Vernetzungsbereich für das gymnasiale Lehramt im Darmstädter Projekt MINT^{plus} in der Qualitätsoffensive Lehrerbildung
 33 *Martin Bracke, Claudia Gómez Tutor, Jochen Kuhn und Stefan Ruzika*
 Unified Education: Medienbildung entlang der Lehrerbildungskette – Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung der TU Kaiserslautern
 39 *Heiner Klock, Jennifer Lung, Katharina Manderfeld und Hans-Stefan Siller*
 Unterstützungsmaßnahmen aus dem Projekt MoSAiK – Förderung professioneller Kompetenzen von Mathematik-Lehramtsstudierenden im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Koblenz-Landau
 45 *Daniel Weißmüller und Esther Brunner*
 Entwicklung der Fachdidaktiken im Rahmen des Projekts edu⁴
 47 *Constanze Schadl, Alexander Rachel und Stefan Ufer*
 Stärkung des Berufsfeldbezugs im Lehramtsstudium Mathematik – Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung der LMU München
 52 *Andreas Datzmann, Matthias Brandl und Tobias Kaiser*
 Vernetzendes Lehren und Lernen in Mathematik – Konzeption und Evaluation eines neuen Lehr-Lern-Formats im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Passau
 56 *Alexandra Franke-Nanic und Astrid Rank*
 KOLEG2: Kooperative Lehrkräftebildung Gestalten – Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Regensburg
 60 *Nina Beck, Thorsten Bohl, Frank Loose und Walther Paravicini*
 Neukonstitution der Lehrerbildung der Universität Tübingen – Aufbau der Tübingen School of Education und forschungsorientierter Fachdidaktiken im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Tübingen am Beispiel der Mathematik

Diskussion

- 65 *Peter Bender*
 Drei Jahrzehnte wissenschaftliche und praktische Aufarbeitung des didaktischen Konstrukts „Grundvorstellungen (und Grundverständnisse) mathematischer Inhalte“ (GVV) – Eine Ergänzung

Arbeitskreise

- 68 *Gabriella Ambrus und Johann Sjuts*
Arbeitskreis: Mathematiklehren und -lernen in Ungarn
- 69 *Thomas Borys, Matthias Brandl und Astrid Brinkmann*
Arbeitskreis: Vernetzungen im Mathematikunterricht
- 70 *Judith Blomberg und Lena Frenken*
Arbeitskreis: Empirische Bildungsforschung in der Mathematikdidaktik
- 72 *Jürgen Roth, Katja Lengnink und Holger Wuschke*
Arbeitskreis: Lehr-Lern-Labore Mathematik
- 73 *Benjamin Rott und Nina Sturm*
Arbeitskreis: Problemlösen – Einladung zur Herbsttagung
- 73 *Renate Motzer und Jörn Steuding*
Arbeitskreis: Frauen und Mathematik – Einladung zur Herbsttagung
- 74 *Elke Binner, Marcus Nührenbörger, Barbara Ott und Elisabeth Rathgeb-Schnierer*
Arbeitskreis: Grundschule – Einladung zur Herbsttagung

Tagungseinladungen

- 75 Jahrestagung der GDM 2020

Tagungsberichte

- 77 *Ralf Nieszporek und Holger Wuschke im Namen der GDM-Nachwuchsvertretung*
GDM 2019 – Nachwuchsförderung inmitten von Altstadt, Dom und Donau

Personalia

- 80 *Helmut Postel und Werner Blum*
Nachruf auf Heinz Griesel
- 83 *Manfred Möller und Berthold Schuppar*
Nachruf auf Jürgen Floer
- 85 *Horst Hischer*
Peter Yff und die Dreiecksgeometrie — zu seinem 95. Geburtstag
- 88 Die GDM/Impressum

Vorwort des 1. Vorsitzenden

Liebe GDM-Mitglieder, der Übergang von der Schulmathematik zur Hochschulmathematik genießt seit einiger Zeit besondere Aufmerksamkeit. In der Meinungsvielfalt zu diesem Thema sind sich die Akteure zumindest in dem Punkt einig, dass der Übergang insbesondere für das Fach Mathematik nicht so reibungslos verläuft wie man es den angehenden Studierenden wünschen würde. Zu diesen Studierenden gehört die Gruppe derjenigen, die das Fach Mathematik gewählt haben, aber ebenso die erheblich größere Gruppe der Lehramtsstudierenden mit dem Fach Mathematik sowie die im Vergleich zu den vorherigen beiden Gruppen sehr deutlich größere Gruppe von Studierenden aller stark mathemathikhaltiger Ingenieursstudiengänge. Ohne alle anderen Studierenden, die ebenfalls einen deutlichen Anteil Mathematik einschließlich Statistik benötigen wie beispielsweise die Wirtschaftswissenschaften oder die Psychologie, machen die genannten drei Gruppen fast die Hälfte eines Studierendenjahrgangs aus. Das bedeutet, die Gestaltung eines möglichst gut gelingenden (mathematischen) Übergangs von der Schule zur Hochschule ist keine Randfrage, sondern ein gesellschaftlich bedeutsame, die umso wichtiger wird, je mehr man die seit Jahren konstant hohen Abbruchraten in mathemathikhaltigen Studiengängen mit einbezieht.

Eine der gängigen aber überdenkenswerten Reaktionen in den mathematikbezogenen Communities in der Vergangenheit war mitunter das Schuldig-Sprechen der anderen. Mal war die Schule schuld, mal die Hochschule, mal die Fachdidaktik, mal die Fachwissenschaft. Und neben der Zuweisung von Institutionen oder Gruppen als Ursache allen Übels wurde der Begriff der „Kompetenz“ als Hauptschuldiger gejagt.

Ein viel mühsamerer, aber doch viel sinnvollerer, zielführenderer Weg wäre es, einen Ansatz für den nicht ausreichend ausgestalteten Übergang zu entwickeln, der vor allem konstruktiv Verbesserungsmöglichkeiten vorschlägt. Dieser Aufgabe haben sich seit rund zwei Jahren die Verbände GDM, DMV (Deutsche Mathematikervereinigung) und MNU (Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts) gestellt. Ergebnis eines intensiven, manchmal kontroversen, aber stets auf ein gemeinsames Ergebnis zielenden Prozesses ist der Maßnahmenkatalog der

drei Verbände „für einen konstruktiven Übergang Schule–Hochschule“ (madipedia.de/images/o/o2/Massnahmenkatalogv1.pdf). Der Maßnahmenkatalog selbst ist in dieser Ausgabe der Mitteilungen enthalten.

Eine für mich wesentliche Grundidee des Maßnahmenkatalogs ist, dass alle Beteiligten eines Übergangs, also Schule, Schuladministration und Hochschule gleichermaßen adressiert und gefordert werden. Das, was der Maßnahmenkatalog enthält, repräsentiert vielfach das Wechselspiel von banal und revolutionär. Natürlich sollten sich Schulen und Hochschulen zum Übergang verständigen und beide Seiten die jeweils andere Seite wirklich intensiv kennen. Dieser oberflächlich doch obligatorisch wirkenden Forderung (Punkt 13) hat bisher nur Baden-Württemberg mit der COSH-Gruppe Raum gegeben. Niedersachsen zieht gerade nach, für andere Bundesländer mag die Forderung dagegen noch revolutionär sein. Dass für alle Lehrenden für Mathematik, also in Schule und Hochschule, Fortbildungsmaßnahmen zugunsten der Qualität mathematischer Lehre eingefordert wird (Punkt 2 und 15), unterstreicht deutlich den Grundsatz, dass alle Mathematiklehrenden gefordert sind und nicht nur ein Teil.

Im Maßnahmenkatalog sind ausschließlich grundsätzliche Forderungen artikuliert, und er enthält damit erste konstruktive Vorschläge für die Gestaltung des Übergangs Schule–Hochschule. Die konkrete Ausarbeitung, die bundesland- oder auch hochschulspezifisch sein kann oder muss, steht dagegen noch aus. Dieser wichtige erste Schritt ist wesentlich von der gemeinsamen Kommission der Verbänden GDM, DMV und MNU „Übergang Schule-Hochschule“ entwickelt und von allen drei Verbänden unterschrieben worden. Der Maßnahmenkatalog ist gleichermaßen an die Presse wie auch die Politik versendet worden. In der Presse ist das Echo erwartungsgemäß eher bescheiden. Die Rückmeldungen aus der Politik und anderen mathematikbezogenen Institutionen sind dagegen ermutigend. Andere Verbände wie beispielsweise die „Konferenz der Mathematischen Fachbereiche“ (KMathF) unterstützen den Katalog, die Ministerien der Bundesländer haben sich ebenfalls in dem Sinne geäußert, dass der Maßnahmenkatalog begrüßt wird und der Dialog aufrechterhalten werden soll.



Pressegespräch am 6. Mai 2019 anlässlich der Übergabe des Maßnahmenkatalogs von GDM, DMV und MNU an die Kultusministerkonferenz: Gerald Heckmann, Vorsitzender des MNU, Andreas Eichler, 1. Vorsitzender der GDM, Friedrich Götze, Präsident der DMV, Udo Michallik, Generalsekretär der Kultusministerkonferenz, Torsten Heil, Pressesprecher Kultusministerkonferenz (v.l. n. r., Foto: Charles Yunck)

Schließlich ist der Maßnahmenkatalog auch von der KMK im Zuge eines Pressetermins offiziell entgegengenommen worden.

Es besteht also Hoffnung, dass der Maßnahmenkatalog der drei Fachverbände insgesamt einen positiven Effekt im Sinne eines besser gelingenden

Übergangs von der Schule zur Hochschule im Bereich Mathematik bewirken kann, und das Modell eines gemeinsamen Vorgehens der Fachverbände weiter befördert.

Andreas Eichler
(1. Vorsitzender der GDM)

Mathematik: 19 Maßnahmen für einen konstruktiven Übergang Schule–Hochschule

Im Wintersemester 2017/18 gab es rund 2,8 Mio. Studentinnen und Studenten an Universitäten und Hochschulen, davon rund 47% in Studienfächern der Wirtschafts-, Ingenieur- und Naturwissenschaften, der Mathematik und der Informatik, die mathematisches Wissen und Können verlangen und deshalb prüfungsrelevante Anteile in Mathematik beinhalten. Das mathematische Wissen und Können der Studienanfängerinnen und -anfänger jedoch ist divers und oftmals unzureichend. Die Ursachen sind vielfältig und dabei nicht allein begründet durch Unterschiede in Schulart, nach Bundesland oder im Umfang des erlebten Mathematikunterrichts. Deshalb gelingt der Übergang von der Schule zur Hochschule allzu oft nicht oder fällt schwer.

Es bedarf einer gemeinsamen Anstrengung von Politik in Bund und Ländern, von Schule, Hochschule und Wissenschaft, um Bedingungen für einen konstruktiven Übergang von der Schule zur Hochschule zu schaffen. Die Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV), die Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) und der Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU) empfehlen die Umsetzung der nachstehenden Maßnahmen, die von der gemeinsamen Mathematik-Kommission Übergang Schule–Hochschule erarbeitet wurden.

Nachhaltiger Mathematikunterricht

1. Alle Schülerinnen und Schüler erhalten durchgehend mindestens vier Wochenstunden Mathematikunterricht von professionell aus- und fortgebildeten Mathematiklehrkräften.
2. Alle Lehrkräfte qualifizieren sich regelmäßig und systematisch zu fachlichen und fachdidaktischen Inhalten weiter. Entsprechende Angebote werden geschaffen, genügen dabei grundlegenden Standards (z. B. den Gestaltungsprinzipien effektiver Fortbildungen des Deutschen Zentrums für Lehrerbildung Mathematik DZLM) und beinhalten unter anderem praktische Erprobungsphasen mit anschließender Reflexion.
3. Als verbindlicher Teil der Prüfungen zur (Fach-)Hochschulreife absolvieren alle Schülerinnen und Schüler deutschlandweit zeitgleich eine zentrale Mathematikprüfung. Diese Teilprüfung ist hilfsmittelfrei und bezieht sich

auch auf das Wissen und Können der Sekundarstufe I. Sie ersetzt nicht die Abiturprüfung Mathematik, die weiterhin länderspezifisch mit Hilfsmitteln durchgeführt wird.

4. In Zusammenarbeit mit regionalen Hochschulen und Universitäten werden – gerne in Kooperation mit Nachbarschulen – Angebote initiiert, durch die Schülerinnen und Schüler der Oberstufe interessengeleitet an spätere Studienoptionen (insbesondere im MINT-Bereich) herangeführt werden.

Konkretisierung der Bildungsstandards

5. Die Bildungsstandards werden bezüglich der inhaltlichen Anforderungen konkretisiert. Hierbei spielen Beispielaufgaben eine wesentliche Rolle.
6. Die Bildungsstandards werden bezüglich Lerngelegenheiten zum grundlegenden Argumentieren und zu Begründungs- bzw. Beweisstrategien an exemplarischen Inhalten konkretisiert. Hierzu eignen sich zum Beispiel Inhalte der elementaren Zahlentheorie (Teilbarkeit natürlicher Zahlen).
7. Die Bildungsstandards werden vollumfänglich und verbindlich als Ländercurricula umgesetzt.
8. Bei der Entwicklung und Konkretisierung der Bildungsstandards und bei deren Umsetzung als Ländercurricula werden die Fachgesellschaften wie Deutsche Mathematiker-Vereinigung (DMV), Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) und der Verband zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU) in deutlich stärkerem Maße als bisher beteiligt und einschlägige Forschungsergebnisse (z. B. die MaLeMINT-Studie des Leibniz-Instituts für die Pädagogik der Naturwissenschaften und Mathematik) berücksichtigt.

Gestaltung des Übergangs Schule–Hochschule

9. Mit Blick auf das tatsächliche Wissen und Können der Studienanfängerinnen und -anfänger werden studienrichtungsspezifische Vor- und Brückenkurse sowie semesterbegleitende Unterstützungsmaßnahmen eingeführt, um den Übergang von der Schule zur Hochschule zu erleichtern.

10. Mit Blick auf das tatsächliche Wissen und Können der Studienanfängerinnen und -anfänger werden flexible Studieneingangsphasen („Studieren in verschiedenen Geschwindigkeiten“) eingeführt.
11. Maßnahmen zur besseren Gestaltung des Übergangs führen nicht zu Nachteilen beim Bezug von BAföG.
12. Die mathematikspezifische und allgemeine Forschung zum Übergang von Schule zu Hochschule wird ausgebaut und intensiviert.

Mathematikausbildung im Studium

13. Schule und Hochschule stimmen sich genau und verbindlich über das mathematische Wissen und Können der Studienanfängerinnen und -anfänger ab. An den Universitäten und Hochschulen werden die Curricula entsprechend dieser Abstimmung und unter Berücksichtigung der mathematischen Anforderungen der einzelnen Studienfächer sowie der beruflichen und gesellschaftlichen Anforderungen weiterentwickelt.
14. In der Lehre wird berücksichtigt, dass es in Schule und Hochschule Unterschiede in den Traditionen der Arbeitsformen und Aneignungsprozesse gibt.
15. Alle Hochschullehrenden qualifizieren sich regelmäßig und systematisch zu fach- und hochschuldidaktischen Inhalten weiter. Fort- und Weiterbildungen werden geschaffen, genügen wissenschaftlichen Erkenntnissen und beinhalten unter anderem praktische Erprobungsphasen mit anschließender Reflexion.

Rahmenbedingungen

16. Die Entwicklung von Maßnahmen jeder Art berücksichtigt einschlägige Forschungsergebnisse und die Durchführung wird durch *mathematikdidaktische Forschung* begleitet und evaluiert.
17. Damit die hier vorgestellten Maßnahmen umgesetzt werden können, bedarf es einer neuen *Kultur des Austauschs*, die alle Beteiligten aktiv in die Pflicht nimmt: Es braucht einen ständigen Austausch zwischen Lehrkräften an Schulen sowie an Universitäten und Hochschulen, um gegenseitiges Verständnis zu fördern. Die Lehrkräfte an den Universitäten und Hochschulen müssen die Rahmenbedingungen des Mathematik-Unterrichts an der Schule kennen. Die Lehrkräfte an den Schulen müssen in die Lage versetzt werden, die Rahmenbedingungen des Studiums an Universitäten und Hochschulen insbesondere im Fach Mathematik für

nichtmathematische Studiengänge zu kennen. Dieser Austausch kann in Kommunikationszirkeln an den Universitäten und Hochschulen realisiert werden.

18. Eine zentrale Rolle für eine erfolgreiche Überwindung der Übergangsproblematik spielen die Lehrerinnen und Lehrer. Dementsprechend muss die *Ausbildung angehender Mathematiklehrkräfte* an den Universitäten und Hochschulen an die aktuellen Rahmenbedingungen angepasst werden. Die Ausbildung berücksichtigt in allen Studiengängen die Erfordernisse der späteren beruflichen Praxis, insbesondere auch in der fachwissenschaftlichen Ausbildung (vgl. hierzu auch die Forderungen der *Gemeinsamen Kommission Lehrerbildung der GDM, DMV und MNU*).
19. Die *Finanzierung* zusätzlicher Angebote an den Schulen, an den Universitäten und Hochschulen, der Fort- und Weiterbildung und der Begleitforschung ist durch Bund und Länder sicherzustellen. Es bedarf einer bundesweiten Anstrengung, mehr und geeignete Menschen für ein Lehramtsstudium im Bereich MINT zu gewinnen.

Gezeichnet:

Prof. Dr. Wolfram Koepf, Vorsitzender der Mathematik-Kommission Übergang Schule-Hochschule

Prof. Dr. Friedrich Götze, Präsident der Deutschen Mathematiker-Vereinigung (DMV)

Prof. Dr. Andreas Eichler, 1. Vorsitzender der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM)

Gerwald Heckmann, Vorsitzender des Verbands zur Förderung des MINT-Unterrichts (MNU)

Diesem Maßnahmenkatalog haben sich folgende Fachgesellschaften angeschlossen: Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM). Diesem Maßnahmenkatalog haben sich folgende Fachgesellschaften angeschlossen:

- Gesellschaft für Angewandte Mathematik und Mechanik (GAMM)
- Konferenz der Mathematischen Fachbereiche (KMathF)
- Cooperation Schule:Hochschule (COSH)

Relevante Fakten am Übergang Schule–Hochschule in Mathematik

Jeremias Moser-Fendel und Lena Wessel

Der Übergang von der Schule zur Hochschule ist in der mathematikdidaktischen Forschung und Entwicklung in den vergangenen Jahren zu einem Schwerpunktthema geworden. Steigende Heterogenität unter Studienanfängerinnen und -anfängern sowie überdurchschnittlich hohe Abbruchquoten in MINT-Studienfächern (Blömeke, 2016) sind Ausgangspunkt vieler Interventionsmaßnahmen an Hochschulen in Deutschland in den vergangenen Jahren. Darüber hinaus beschäftigt sich eine Vielzahl von Forschungsprojekten und Studien mit relevanten Aspekten in diesem Zusammenhang. Der folgende Beitrag versucht, anhand eines Fragenkatalogs zu vier übergreifenden Themen (Voraussetzungen, Entwicklungen, Angebote und Forschung) einen Überblick zu relevanten Fakten am Übergang Schule–Hochschule zu geben. Dabei können die Fragen nur punktuell und ohne Anspruch auf Vollständigkeit beantwortet werden, da die ausführliche Beantwortung jeder Frage für sich jeweils eigene Aufsätze füllen würde. Ziel ist es vielmehr, anhand der Fragen einen Überblick über die momentane Situation am Übergang Schule–Hochschule für MINT-Studiengänge zu geben.

Voraussetzungen der Studierenden

Wie viele Wochenstunden Mathematik müssen SchülerInnen in der Oberstufe belegen?

Im Jahr 2017 haben 439 846 Schülerinnen und Schüler eine Hochschulzugangsberechtigung erworben (344 276 eine Allgemeine Hochschulreife, 95 570 eine Fachgebundene Hochschulreife) (Statistisches Bundesamt, 2018). Je nach Bundesland konnten die Absolventinnen und Absolventen für die Oberstufe (wir verstehen darunter die zwei letzten Schuljahre vor dem Abitur) unterschiedliche Fächerkombinationen mit unterschiedlichen Schwerpunkten wählen. Viele Bundesländer unterscheiden beispielsweise zwischen Grund- und Leistungskursen. Dabei ist die Belegung von Mathematik mit höherer Stundenzahl (i. d. R. vier Wochenstunden) in manchen Bundesländern verpflichtend (2017, z. B. Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg etc.) In anderen Bundesländern liegt die Mindestanzahl zu belegender Mathematikstunden ebenfalls bei vier Wochenstunden (2017, z. B. Brandenburg, Hessen, Saarland, Sachsen). In Rheinland-Pfalz konnten darüber hinaus fünf- oder sogar sechstündige gewählt werden. Für den Abschlussjahrgang

2017 konnten in zwei Bundesländern (Berlin und Nordrhein-Westfalen) dreistündige Grundkurse gewählt werden. Da sich die landesweiten Bestimmungen und Regelungen für die gymnasiale Oberstufe fortlaufend ändern, ist es schwierig einen genauen Überblick zu bekommen. Thüringen beispielsweise bietet seit 2018 ebenfalls drei- und fünfstündige Grund- und Leistungskurse für die angehenden Abiturienten an (zuvor verpflichtend vier Wochenstunden). In Baden-Württemberg wird die Reformierte Oberstufe (mit vier verpflichtenden Mathestunden pro Woche) für den Abiturjahrgang 2020 zugunsten wiederingeführter Grund- und Leistungskurse abgeschafft (vgl. Einzelnachweise zu Tabelle 1).

Die Analyse der Regelungen für die Oberstufe in den 16 Bundesländern zeigt, dass der Abschlussjahrgang 2017 in allen Bundesländern Mathematik mindestens auf Grundkurs-Niveau belegen musste. Für die genaueren Bestimmungen der Kurswahlen gibt es bundesweit 16 unterschiedliche Regelwerke, die die jeweiligen Wahlmöglichkeiten im Detail festlegen. Dabei ist auffallend, dass es für die Schülerinnen und Schüler in nur fünf Bundesländern verpflichtend war, Mathematik auch als Prüfungsfach in der Abiturprüfung zu belegen (Baden-Württemberg, Bayern, Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen).

Wie viele Studierende müssen Mathematik belegen?

Eine Analyse der Studiengänge an verschiedenen Hochschulen in Deutschland zeigt, dass es eine große Bandbreite an Fächern gibt, deren Curriculum ein mathematisches Modul beinhalten. Ausgehend von Universitäten und Fachhochschulen in Baden-Württemberg (Freiburg, Stuttgart, Konstanz, Esslingen, DHBW) wurden zusätzlich stichprobenartig auch Studiengänge an Hochschulen in anderen Bundesländern (Köln, Aachen, Berlin) auf mathematische Pflichtmodule hin geprüft. Dabei wird deutlich, dass neben den klassischen MINT-Fächern (Mathematik, Informatik, Naturwissenschaften und technische Studiengänge) auch ingenieurs- und wirtschaftswissenschaftliche Fächer Mathematik in ihrem Curriculum beinhalten (vgl. Tabelle 2).

Im Wintersemester 2017/2018 verzeichnete das Statistische Bundesamt 2 844 978 Studierende in der Bundesrepublik. Davon waren 1 570 342 Studierende in den oben genannten Fachbereichen eingeschrieben (Mathematik und Naturwissenschaften: 318 675; Ingenieurwissenschaften: 769 085; Wirt-

Tabelle 1. Mathematikunterricht an Allgemeinbildenden Gymnasien Abschlussjahrgang 2017

Bundesland	Wochenstunden						Absolventen einer Hochschulzugangsberechtigung 2017	Math. verpfl. in der Abiturprüfung	Abiturienten ohne Matheprüfung an Allgemeinbild. Gym. 2017
	0	2	3	4	5	6			
Baden-Württemberg		× ^a		× ^a			70 890 (18 470 FHR / 52 420 AHR)	×	—
Bayern				×			63 873 (19 263 / 44 610)	×	—
Berlin		×		×			18 163 (2699 / 15 464)		50 % „normales Niveau“
Brandenburg				×	×		11 446 (1582 / 9864)		50 % „normales Niveau“
Bremen				×			3473 (507 / 2966)		
Hamburg				×			10 985 (1505 / 9480)		
Hessen				×	×		33 795 (9036 / 24 759)	×	—
Mecklenburg-Vorpommern				×			5677 (582 / 5095)	×	—
Niedersachsen		× ^a	×	×	×		46 693 (13 999 / 32 694)		32 % 13454 (LK), 6177 (GK schriftl.), 1995 (Gk mündl.)
Nordrhein-Westfalen		×		×			101 304 (14 673 / 86 631)		34 % (32,3 % LK)
Rheinland-Pfalz				×		×	21 897 (3732 / 18 165)		36 %
Saarland				×	×		5625 (2040 / 3585)		
Sachsen				×	×		14 867 (2253 / 12 614)	×	—
Sachsen-Anhalt				×			6776 (1148 / 5628)		
Schleswig-Holstein				×			16 186 (2504 / 13 682)		10 %
Thüringen (2018)		×	×	×	×		8196 (1577 / 6619)		82 %
Insgesamt							439 846 (95 570 / 344 276)		ca. 140 000 müssen sich in Mathematik prüfen lassen, 204 000 haben die Wahl

a 2021

b 2018

schaftswissenschaften und Wirtschaftsingenieurwesen: 482 682). Dabei sind Fächer wie Pharmazie, Sportwissenschaften, Politik oder Psychologie, in denen Studierende oft mathematische Module belegen müssen, nicht berücksichtigt. Insgesamt müssen demnach mindestens 55 % aller Studierenden während ihres Studiums ein Mathematik-Modul belegen.

Nehmen die Studierenden vor Studienbeginn an einem Vorkurs teil?

Informationen zur Vorkursteilnahme von Studierenden zu Studienbeginn finden sich in der Untersuchung der Gründe des Studienabbruchs von Heublein et al. (2017). An Universitäten nehmen 27 % der StudienabbrecherInnen an mathematischen Vor- oder Brückenkursen teil, für Absolvierende beträgt der entsprechende Anteil 17 %. An Fachhochschu-

Tabelle 2. Liste der Fächer an verschiedenen Hochschulen, in denen mindestens ein Mathematikmodul belegt werden muss. (Zusammengestellt aus dem Fächerangebot der Universitäten Freiburg, Köln, Konstanz, der TU Berlin, der RWTH Aachen, der Hochschule Esslingen und den Standorten der DHBW)

Architektur und Stadtplanung	Holztechnik	Physik
Bauingenieurwesen	Immobilientechnik und Immobilienwirtschaft	Psychologie
Betriebswirtschaftslehre	Informatik	Regio Chimica
Biochemie	Informatik Engineering	Sicherheitswesen
Biological Science	Informatik/Computerscience	Simulation Technology
Biologie	Internationale technische Betriebswirtschaft	Softwaretechnik
Biotechnologie	Lebensmittelchemie	Softwaretechnik und Medieninformatik
Betriebswirtschaftslehre	Life Science	Sportwissenschaft
Chemie	Luft- und Raumfahrttechnik	Sustainable Materials
Chemie- und Bioingenieurwesen	Maschinelle Sprachverarbeitung	Sustainable Systems Engineering
Chemieingenieurwesen	Maschinenbau	Technische Betriebswirtschaft/Automobilindustrie
Chemische Technik	Materialwissenschaften	Technische Biologie
Data Science	Mathematik	Technische Informatik
Elektrotechnik und Informationstechnik	Mechatronik Trinational	Technische Kybernetik
Embedded System Engineerings (B.Sc.)	Mechatronik/ Automatisierungstechnik	Technische Medizin
Erneuerbare Energien	Mechatronik/ Elektrotechnik	Technologiemanagement
Fahrzeug- und Motorentechnik	MechatronikCom	Umweltschutztechnik
Fahrzeugsysteme	MechatronikPlus	Verkehrswirtschaftslehre
Fahrzeugtechnik	Medieninformatik	Volkswirtschaftslehre
Feinwerktechnik	Medizintechnik	VWL sozialwissenschaftl. Richtung Wirtschaft
Finanzmathematik	Microsystems Engineering	Wirtschaftsinformatik
Gebäude-, Energie- und Umwelttechnik	Mikrosystemtechnik	Wirtschaftsingenieurwesen
Geodäsie und Geoinformatik	Nanoscience	Wirtschaftsmathematik
Geographie	Papiertechnik	Wirtschaftswissenschaften
Geophysik und Meteorologie	Pharmazie	

len sind es 43 % der Abbrechenden und 39 % der Absolvierenden, die einen mathematischen Vorkurs besuchen (Heublein et al., 2017, S. 131 f). Werden die schulischen Mathematikleistungen mit einbezogen, so zeigt sich, dass Studienabbrechende und Absolvierende mit guten schulischen Mathematiknoten ($< 2,6$) häufiger an einem Vorkurs teilnehmen (46 % bzw. 33 %) als Studierende mit niedrigerer Mathematikleistung (38 % bzw. 26 %). Vergleichbare Zahlen ergibt die Prüfung der Teilnahme an Grund- und Leistungskursen in der gymnasialen Oberstufe: Abbrechende 49 % LK, 38 % GK; Absolvierende 35 % LK, 28 % GK (Heublein et al., 2017, 133f).

Entwicklung im Studium

Wie hoch sind die Abbruchquoten?

Bereits seit 2002 veröffentlicht das Deutsche Zentrum für Hochschul- und Wissenschaftsförderung (DZHW) in regelmäßigen Abständen (2002, 2005, 2006, 2008, 2010, 2012, 2014, 2016) statistische Berechnungen zu Abbruchquoten von Studierenden an Hochschulen in Deutschland basierend auf Absolventenjahrgängen seit 1999 (Heublein et al. 2017,

S. 262). Die aktuellsten Berechnungen der Abbruchquoten zum Absolventenjahrgang 2016 veröffentlichten Heublein und Schmelzer im Oktober 2018. Hieraus geht hervor, dass die durchschnittliche Studienabbruchquote über alle Fächer an deutschen Hochschulen unter den Absolventen der vergangenen Jahre in den Bachelorstudiengängen bei 28 % liegt (Absolventen 2010, 2012, 2016: 28 %; 2014: 29 %) (Heublein & Schmelzer, 2018). Nach wie vor sind die Abbruchquoten im Bereich Mathematik und Naturwissenschaften (41 %) und in Studiengängen des Ingenieurwesens (35 %) an den deutschen Universitäten überdurchschnittlich hoch. Die höchste Abbruchquote berechnen Heublein und Schmelzer mit 54 % für das Fach Mathematik (Heublein & Schmelzer, 2018, S. 7). Auch das entspricht dem Stand der Abbruchquoten früherer Erhebungen (vgl. z. B. Heublein et al., 2012: 55 %).

Für die Berechnung von Studierendenabbruchquoten nutzt das DZHW ein eigens entwickeltes Kohortenverfahren (Heublein et al., 2017, S. 273f). Dabei werden als Studienabbrecher all jene ehemaligen Studierenden eines Jahrgangs erfasst, die durch Immatrikulation ein Erststudium begannen,

Tabelle 3. Faktoren des Studienerfolgs und -abbruchs, Key & Hill, 2018, S. 101

Soziodemographische Merkmale	Individueller Studienprozess	Organisatorischer Studienprozess
Soziale Lage vor dem Studium	Studienentscheidungen:	Studienbedingungen
Bildungsherkunft	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fach- und Hochschulartwahl ○ Studienerwartungen 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Betreuung ○ Lehrqualität ○ Anforderungen
Migrationshintergrund	Studienverhalten	Information
Bildungssozialisation	<ul style="list-style-type: none"> ○ Soziale und akademische Integration ○ Lernstil ○ Zeitbelastung und -management 	<ul style="list-style-type: none"> ○ Institutionelle Beratung ○ Peer-Groups
<ul style="list-style-type: none"> ○ Besuchte Schularten ○ Berufsausbildung ○ Übergangstätigkeiten ○ Fachliche Studienvoraussetzungen 	Studienmotivation	
Psychosoziale Merkmale	<ul style="list-style-type: none"> ○ Fachidentifikation ○ Berufsperspektive 	
Lebensbedingungen während des Studiums	Studienleistungen	
	<ul style="list-style-type: none"> ○ Leistungsfähigkeit ○ Leistungsbereitschaft 	

die Hochschule aber ohne (ersten) Abschluss verlassen haben. In dieser Definition nicht inbegriffen, sind AbbrecherInnen eines Zweitstudiums sowie StudienunterbrecherInnen. Die Studienabbruchquote ergibt sich also als Anteil der StudienanfängerInnen eines Jahrgangs, die (entweder) ein Erststudium (oder ein Masterstudium) beenden ohne es mit einem Examen abzuschließen (vgl. ebd.).

Ein Studienfachwechsel wird in der Definition des DZHW nicht als Studienabbruch gewertet, wenn der oder die Studierende in dem neuen Fach einen Abschluss erwirbt. Um die Frage nach dem Studienerfolg von StudienanfängerInnen im Fach Mathematik präziser berechnen zu können, hat Dieter im Rahmen ihres Promotionsprojekts den Begriff der *Studienfachwechselquote* eingeführt (Dieter, 2012, S. 19f.). Dieser Begriff umschreibt sowohl Studierende, die das Studienfach wechseln als auch jene, die das Studium abbrechen (ebd.). Allerdings führen auch die Berechnungen von Dieter zu ganz ähnlichen Ergebnissen wie die des DZHWs. Demnach betrug die Studienfachwechselquote im (Diplom-)Studiengang Mathematik bei männlichen Studierenden im Schnitt 33,9 % und bei weiblichen Studierenden 45,3 % (ebd. S. 60). Neben den deutlichen Unterschieden in den Wechselquoten zwischen den Geschlechtern, konnte auch festgestellt werden, dass in keinem anderen Fachbereich so viele Studierende das Fach im ersten Semester verlassen, wie im Fach Mathematik (ebd. S. 61). Die Studieneingangsphase scheint hier von besonderer Bedeutung für den Studienerfolg zu sein. Darüber hinaus konnte Dieter keine signifikanten Unterschiede der Studienfachwechselquoten durch den Übergang zu den Bachelor- und Masterstudiengängen feststellen (ebd.).

Dass bei der Berechnung der Studienabbrecher und Studienfachwechsler überhaupt auf statistische Mittel zurückgegriffen werden muss, liegt daran, dass bis 2016 keine Studienverlaufsstatistiken erhoben werden durften. Durch eine Neuerung im Hochschulstatistikgesetz, wird es in Zukunft möglich sein, Studienabbruchquoten in einer amtlichen Statistik vorzulegen. Da der Prozess zur Berechnung der Studienabbruchquoten noch nicht abgeschlossen ist, liegen aktuell noch keine entsprechenden Daten vor. Bis es soweit ist, muss für die Berechnung von Studienabbruchquoten oder Studienfachwechselquoten noch auf statistische Schätzverfahren zurückgegriffen werden. Um die Aussagekraft bisheriger Studien zum Studienabbruch richtig interpretieren zu können, müssen verwendete Begriffe und Definitionen berücksichtigt werden. Eine Dunkelziffer von schwer abschätzbarer Größe bilden beispielsweise immatrikulierte aber nicht-studierende Hochschulmitglieder.

Neben den großangelegten Studien des DZHW und von Dieter beschäftigen sich auch zahlreiche Studien und Analysen einzelner mathematischer, naturwissenschaftlicher oder ingenieurwissenschaftlicher Fakultäten mit dem Thema Studienabbruch. Eine umfangreiche Zusammenschau findet sich in der Dissertation von Dieter (Dieter, 2012, S. 6 ff u. S. 88 f). Auch in jüngerer Zeit werden Studienabbruchzahlen noch unabhängig vom DZHW untersucht. 2017 veröffentlichte acatech, ein gemeinsames Projekt der Deutschen Akademie der Technikwissenschaften und TU9-Universitäten, Studienabbruchquoten in den Ingenieurwissenschaften an deutschen Universitäten (Klöpping, 2017).

Was sind die Gründe für den Abbruch?

Der individuelle Studienabbruch kann von ganz unterschiedlichen, vielschichtigen und komplexen Faktoren beeinflusst sein. Eine Zusammenschau möglicher Einflussfaktoren wurde im Nexus-Fachgutachten der Hochschulrektoren Konferenz zusammengestellt (Tabelle 3).

Dem Nexus-Fachgutachten zufolge lassen sich für die Problemlage der Studieneingangsphase vier übergeordnete Aspekte fassen (Key & Hill, 2018):

- leistungsbezogene Schwierigkeiten,
- organisatorische Probleme,
- spezielle persönliche Gründe (individuelle Lebenslagen wie Betreuungsverantwortung für Kinder, körperliche, psychische und soziale Beeinträchtigungen) sowie
- finanzielle Aspekte des Studiums (Studienfinanzierung).

Über die Gewichtung der Einflussfaktoren geben verschiedene Studien zum Studienabbruch Aufschluss.

Fächerübergreifende Ergebnisse erzielt das DZHW mit einer breit angelegten Studie zu den Ursachen des Studienabbruchs aus dem Jahr 2017 (Heublein et al., 2017). Demnach scheiterten rund 30 % der befragten Studienabbrecher 2014 an Leistungsproblemen. 17 % gaben mangelnde Studienmotivation als ausschlaggebendes Motiv für den Studienabbruch an. Ein drittes zum Studienabbruch führendes Motiv (15 %) war der Wunsch des Berufseinstiegs (Heublein, 2017, S. 20f). Als wesentliche Einflussfaktoren vor Studienbeginn zeichneten sich vor allem Bildungsherkunft, Art der Hochschulzugangsberechtigung, schulische Leistungen, studienrelevante Vorkenntnisse und abgeschlossene Berufsausbildung ab (ebd. S. 99f). Studierende aus einem akademisch geprägten Elternhaus (beide Elternteile Akademiker) befanden sich anteilmäßig seltener unter StudienabbrecherInnen, während Studierende, die vor Studienbeginn eine Berufsausbildung abgeschlossen hatten, sich häufiger für einen Studienabbruch entschieden.

Zudem wurden innere und äußere Faktoren differenziert. Zu den inneren Faktoren für einen Studienabbruch zählt in erster Linie die Studienleistung. Aber auch in Merkmalen wie Fachidentifikation, Eigenständigkeit, dem Wahrnehmen von Betreuungsmöglichkeiten zum Beispiel durch Lehrende, sowie der Einschätzung des Kontakts zu Lehrenden und ganz wesentlich der sozialen Integration an der Hochschule, unterschieden sich StudienabbrecherInnen deutlich von erfolgreichen AbsolventInnen (ebd. S. 211f). Unter den untersuchten äußeren Faktoren wurde unter StudienabbrecherInnen überdurchschnittlich oft die Gliederung des Studienaufbaus und die mangelnde Klarheit der Studienanforderungen problematisch gesehen (ebd.).

Studierende, die ihr Studium abbrachen, hatten bereits in der Studieneingangsphase mit größeren Problemen zu kämpfen (ebd. S. 144f). Vorkenntnisse wirkten sich hier, vor allem in Mathematik und Naturwissenschaften, besonders positiv auf den Studienerfolg aus. In Mathematik, Naturwissenschaften und Ingenieurwissenschaften wurden 42–45 % aller Studienabbrüche bereits in den ersten beiden Semestern vollzogen (ebd. S. 49). Insofern stützen die Ergebnisse des DZHWs die Feststellung Dieters, dass die Studieneingangsphase gerade für den Studienerfolg im Studiengang Mathematik (und, wie die Studie des DZHWs zeigt, auch in den Natur- und Ingenieurwissenschaften) von besonderer Bedeutung ist (s. o.).

Spezifische Gründe Mathematik-Studierender das Studienfach zu wechseln oder das Studium abzubrechen, untersuchte Dieter in ihrem Promotionsprojekt. Dabei konnte sie in einer Clusteranalyse vier Gruppen unterscheiden: *Unzufriedene*, *Unentschlossene*, *Zufriedene* und *Arbeiter*. Das höchste Abbruchrisiko stellte Dieter bei *Unzufriedenen* fest. Bei der Gruppe der *Zufriedenen* hingegen wurde das geringste Abbruchrisiko gemessen (Dieter, 2012, S. 183). Dabei hat sich die Abiturnote, im Widerspruch zu vorangegangenen Studien, nicht als Prädiktor für einen Studienabbruch bewährt (ebd. S. 184).

Angebote der Hochschulen

Welche Angebote von Seiten der Hochschulen gibt es?
Die Angebote von Seiten der Hochschulen in Verbindung mit dem Studieneinstieg sind vielseitig. An vielen Hochschulen in Deutschland gibt es, insbesondere für den Bereich der MINT-Fächer, aber auch für andere Fächer, deren Curriculum Mathematik-Pflichtmodule umfasst, Vorkursangebote. Vorkurse sind wohl die gängigste Maßnahme zur Erleichterung des Studieneinstiegs, bei weitem aber nicht die Einzige. Bundesweit beispielsweise oder auch nur für die Universität Freiburg können ganz unterschiedliche Projekte im Zusammenhang mit der Studieneingangsphase aufgelistet werden. Die Projekte greifen jeweils einzelne Faktoren oder Faktorengruppen eines erfolgreichen Studieneinstiegs auf (vgl. Tabelle 3) und entwickeln oder optimieren entsprechende Unterstützungsangebote.

Projekte zur Studieneingangsphase an verschiedenen Standorten und in verschiedenen Bundesländern

Bildungsgerechtigkeit im Fokus (Universität Duisburg-Essen). Aufgrund der starken Prägung der Studierendenklientel durch Bildungsaufsteiger/innen sieht sich die Universität Duisburg-Essen

(UDE) einem bildungs- und sozialpolitischen Auftrag verpflichtet: Sie entwickelt und befördert Potenziale junger Menschen, deren Studium sie und ihr Umfeld vor große Herausforderungen stellt. Die UDE nutzt die Förderung des Qualitätspakts Lehre seit 2011, um Studierende in der Eingangsphase sowohl fachlich als auch sozial-habituell schneller zu integrieren und Studienabbrüchen entgegenzuwirken. In der zweiten Förderphase (2016-2020) werden die in den letzten Jahren erfolgreich erprobten Ansätze zur nachhaltigen Stärkung der Studieneingangsphase weiter in die Breite getragen, miteinander verzahnt und strukturell verankert. Die UDE verbindet dabei Diagnostik, Betreuung und Kompetenzentwicklung miteinander, um Studierenden frühzeitig eine Auseinandersetzung mit ihren eigenen Stärken und Schwächen zu ermöglichen, sie in Betreuungssysteme zu integrieren und mit curricularen und außercurricularen Angeboten zu fördern. Zu diesem Zweck werden die bewährten Maßnahmen im Rahmen eines einheitlichen Förderansatzes neu justiert und um Konzepte wie das „Flex-Studium“, das sich der Erprobung individueller Regelstudienzeiten widmet, ergänzt (<https://www.uni-due.de/bif/>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

Cosh (AG cosh). cosh steht für ein Cooperationsteam zwischen Schule und Hochschule. Diese Arbeitsgruppe setzt sich für eine verbesserte Zusammenarbeit zwischen Beruflichen Schulen und Fachhochschulen des Landes Baden-Württemberg ein. Lehrerinnen und Lehrer, die am Berufskolleg unterrichten, erarbeiten gemeinsam mit Hochschulangehörigen Möglichkeiten und Wege, Schülerinnen und Schüler auf ein Hochschulstudium vorzubereiten (<https://lehrerfortbildung-bw.de/ummatnatech/mathematik/bs/bk/cosh/index.html>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

Erfolgreich Starten^{plus} (Hochschule Karlsruhe). Mit dem Projekt *Erfolgreich starten* ist es möglich, das Studium in drei verschiedenen Stufen aufzunehmen. Jede Stufe bedient unterschiedliche Lerngeschwindigkeiten und -voraussetzungen. Die Studierenden können das Studium entweder direkt aufnehmen (Stufe 1), zuvor Brückenkurse in Grundlagenfächern absolvieren (Stufe 2) oder die Inhalte am Studienanfang aufteilen (Stufe 3). Mit diesem Konzept verfolgt die Hochschule Karlsruhe die Idee, individuell angepasste Studienmodelle zu erproben, unterschiedliche Studiargeschwindigkeiten zu ermöglichen und damit besonders den Studienanfängern einen optimalen Start in das Studium und damit später in die Berufswelt zu ermöglichen (<https://www.hs-karlsruhe.de/erfolgreich-starten/>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

LdE – Lernen durch Engagement (Hochschule Esslingen in Kooperation mit Universität Tübingen). Service-Learning – Lernen durch Engagement (LdE) ist eine Lehr- und Lernform, die gesellschaftliches Engagement von SchülerInnen mit fachlichem Lernen verbindet.

Den Jugendlichen wird durchgängige Unterstützung entlang der Bildungskette von Kindergarten über Schule zur Hochschule angeboten (<https://www.servicelearning.de>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

Learning Center (Universität Münster). An der Universität Münster wird Studierenden des gymnasialen Lehramts sowie Fachstudierenden seit 2014 über das Projekt Learning Center eine semesterbegleitende tutorielle Unterstützung im ersten Studienjahr angeboten. Zielgruppe des Learning Centers sind dabei insbesondere Studierende, die über grundlegende Mathematikkenntnisse verfügen, jedoch große Schwierigkeiten beim Einstieg in das Mathematikstudium haben und die Bereitschaft mitbringen, an diesen zu arbeiten. Über verschiedene Angebote und Materialien sollen in unterschiedlichen, tutoriell begleiteten Arbeitsformen hochschulmathematische Wissensselemente vertieft sowie Bezüge zwischen Schulwissen und Vorlesungsinhalten hergestellt werden. Im Vordergrund steht dabei eine prozessorientierte Unterstützung, bei der die Vermittlung von Fachinhalten stets mit der Förderung von Strategien und Techniken des mathematischen Arbeitens, Denkens und Schreibens sowie allgemeiner Lernstrategien einhergeht. Darüber hinaus soll über kleine Erfolgserlebnisse und persönliche Beratungen auf motivationaler Ebene das mathematische Selbstbewusstsein gestärkt werden (<https://www.uni-muenster.de/IDMI/arbeitsgruppen/ag-greefrath/learning-center.html>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

MINT-oLe (Uni Stuttgart und 6 weitere Unis bundesweit). Der offene Lernraum mint-oLe bietet die Möglichkeit, in Lerngruppen gemeinsam mit Kommilitonen oder auch alleine zu lernen. Das Besondere in Stuttgart: Dozentinnen und Dozenten des MINT-Kollegs sind vor Ort, geben Tipps und unterstützen die Studierenden dabei, selbstständig Antworten auf Ihre Fragen rund um Mathematik, Informatik, Physik und Technische Mechanik zu finden. Der frei zugängliche Arbeitsraum für Studierende bietet rund 200 Arbeitsplätze (<https://www.mint-kolleg.de/stuttgart/angebote/offener-lernraum/>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

mintrouce. Um ein MINT-Studium erfolgreich bewältigen zu können, ist es wichtig, sich frühzeitig fachlich zu orientieren und auf ein Studium vorzubereiten. Dazu gibt es an der UDE mit *mintrouce* ein Angebot an Vorkursen, das die bestmöglichen Voraussetzungen dafür schaffen möchte, dass ein Studium von Beginn an Spaß macht und erfolgreich ist (<https://www.uni-due.de/mint/>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

NIKO/IGEMA (Projekt in Niedersachsen). NIKO: Niedersächsische Kooperation Schule – Hochschule; Gesprächskreis IGEMA („Institutionalisierter Gesprächskreis Mathematik“). Von Kultus- und Wissenschaftsministerium eingerichteter Gesprächskreis (seit 2015, Vertreter von Universitäten, Fachhochschulen und Schulen aus ganz Niedersachsen). Ergebnis: Basispapier Mathematik (in Anlehnung an COSH, aber auf Basis der Bildungsstandards) zu

- welche mathematischen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten Schulabsolventinnen und Schulabsolventen verfügen und
- welche Erwartungen Hochschule an die mathematischen Kenntnisse, Fertigkeiten und Fähigkeiten von Studienanfängerinnen und Studienanfänger richtet.

OMB+ (Zwölf Hochschulen). Der OMB+-Kurs ist ein kostenloser online-Mathekurs. Tutoren im Call-Center sind täglich – auch an Wochenenden – über Chat, Telefon oder Forum erreichbar. Der Kurs soll helfen, den Schulstoff Mathe soweit aufzuarbeiten, dass Sie den Hochschulkursen problemlos folgen können. Der Kurs besteht aus einem Hauptteil, der sich inhaltlich an die Empfehlungen der COSH-Gruppe hält, und zusätzlichen Modulen, die inhaltlich darüber hinausgehen (<https://www.ombplus.de/ombplus/public/index.html>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

Optes (DHBW, Duale Hochschulen in Baden-Württemberg). Optes bietet einen Test an, aufgrund dessen ein angepasster Vor-/Brückenkurs bzw. Lernmaterial und Übungsgruppen angeboten werden. Verschiedene Projekte wie zum Beispiel eMentoring, ePortfolio-Arbeit oder webbasierte Selbstlernkurse bieten den StudienanfängerInnen die Möglichkeit Hilfe zu finden (https://www.optes.de/goto_optes_file_2030_download.html, zugegriffen am 23. 3. 2019).

PASST! (Universität Ulm). Das fachübergreifende Projekt „PASST! – Passgenau Studieren in Ulm“ ist in der Mathematik zum Sommersemester 2017 gestartet. Ein neues Lehrkonzept bei der Vorlesungsbetreuung der Analysis 1 und Lineare Algebra 1 ermöglicht eine individuellere Förderung der

Studierenden in der Studieneingangsphase. Dieses Konzept baut auf dem bisherigen Betreuungsmodell mit Übungsaufgaben, MathLab und studentisch geführten Tutorien auf. In Form von Microtutorien (5 Studierende) werden die Studierenden individuell unterstützt und haben die Möglichkeit Fragen zu stellen (<https://www.uni-ulm.de/mawi/mawi-stukom/projekte/passt/>, zugegriffen am 24.03.2019).

Rechenbrücken (Fachhochschule Münster). Der Mathematikvorkurs der Rechenbrücke richtet sich an die Studienanfängerinnen und Studienanfänger der Fachbereiche Chemieingenieurwesen, Elektrotechnik und Informatik, Maschinenbau und Physikalische Technik sowie duale Studierende eines dieser Fachbereiche und Studierende am Institut für Technische Betriebswirtschaft. Auf der Lernplattform der Fachhochschule (ILIAS) können Sie einen Selbsteinschätzungstest durchführen (<https://www.fh-muenster.de/studium/studiengaenge/vorkurse/rechenbruecke.php>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

startING (Hochschule Offenburg). startING bietet ein Einstiegssemester zur Orientierung an, in dem Fächer aus allen Ingenieur- und Informatikstudiengängen belegt werden können. Die Leistungen, die in diesem ersten Semester erbracht werden, können anschließend angerechnet werden. Die Abbruchquoten unter Absolventen, die dieses Programm in Anspruch genommen haben ist halb so groß (<https://starting.hs-offenburg.de>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

Steps³/STEP up! (Uni Hohenheim). Die beiden Projekte versuchen mit einem ganzheitlichen Ansatz die Lehre in Hohenheim zu verbessern. Dabei geht es um Curriculumentwicklung, virtuelle Studienorientierung, flexible Studiengestaltung und Datenschutz. STEP up! fokussiert konkret die Studieneingangsphase und hat das Ziel diese durch Vorkurse und anderes zu verbessern (<https://didaktikblog.uni-hohenheim.de/2017/01/neuer-projektmanager-fuer-weiterentwicklung-der-lehre/>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

Studienlotsenprojekt (Uni Stuttgart). Studienlotsen sind für eine vertrauliche und freiwillige Erstberatung für alle Studierenden zuständig, die vom Prüfungsamt einen Einladungsbrief erhalten, weil deren Studienverlauf mögliche Studienschwierigkeiten vermuten lässt. Das funktioniert als eine Art Frühwarnsystem ab dem ersten Semester, bei dem Studierende, denen

ein potenziell problematischer Studienverlauf bevorsteht, kontaktiert. Dieser besteht beispielsweise, wenn ein Student oder eine Studentin durch eine Prüfung fällt und dies den weiteren Studienverlauf behindert (<https://www.student.uni-stuttgart.de/beratung/studienlotsen/>, zugegriffen am 24. 3. 2019).

Studienorientierung hands-on (Universität Tübingen). In diesem Projekt fungieren engagierte Studierende der MINT-Fächer als Botschafter in Schulen in der Umgebung von Tübingen, um Informationen zu den Studiengängen und den jeweiligen Berufschancen an die SchülerInnen der Gymnasien zu vermitteln. Seit 2014 wird so den Lernenden erklärt, welche Möglichkeiten sie haben und anschließend haben sie Zeit den Studierenden Fragen zu stellen (<https://uni-tuebingen.de/fakultaeten/mathematisch-naturwissenschaftliche-fakultaet/studium/mint-studienbotschafter/>, zugegriffen am 24.03.2019).

studiVEMINT (Universität Paderborn). Das Projekt studiVEMINT hat einen E-Learning-Kurs für das selbstständige Wiederholen oder neu Lernen der Schulmathematik entwickelt, der auch im Rahmen von Vorkursen im blended-learning Format eingesetzt werden kann. Die Lernmaterialien dienen zur Unterstützung des Übergangs von der Schule zur Hochschule. Sie zeichnen sich dabei durch eine gründliche und nachvollziehbare Entwicklung der mathematischen Inhalte, eine klare inhaltliche und einheitliche Struktur der Lerneinheiten sowie die Einbindung von verschiedenen multimedialen Elementen aus. Der komplette Kurs steht unter www.studiport.de frei zugänglich für alle Interessierten zur Verfügung (<https://fddm.uni-paderborn.de/projekte/studivemint/allgemeines/>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

VE&MINT (Baden-Württemberg). VE&MINT ist ein Kooperationsprojekt des MINT-Kollegs Baden-Württemberg mit dem VEMINT-Konsortium, der Leibniz Universität Hannover und der Technischen Universität Berlin mit dem Ziel, einen bundesweit frei zugänglichen Mathematik-Onlinebrückenkurs auf Basis einer freien Lizenz anzubieten.

Der Onlinebrückenkurs dient Studieninteressierten zur Vorbereitung sowie zur Überprüfung des fachlichen Kenntnisstands in Mathematik und verweist auf geeignete Angebote der Hochschulen vor Ort. Der Kurs beinhaltet neben einem umfangreichen Lernmaterial diagnostische Tests zur Selbsteinschätzung sowie zahlreiche Lernvideos und interaktive Aufgaben (<https://www.ve-und-mint.de>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

VEMINT (Hessen, Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen). Im VEMINT-Projekt werden seit über zehn Jahren mathematische Vor- und Brückenkurse entwickelt und erforscht. Im Projekt werden multimediale Lehr- und Lernmaterialien konzipiert und verschiedene Einsatzszenarien an Universitäten und Fachhochschulen in ganz Deutschland evaluiert. Mit den Lernmaterialien haben allein in der Vorkurssaison 2016 an 14 Universitäten und Fachhochschulen bundesweit über 15 000 Studierende erfolgreich gelernt (<https://www.vemint.de/>, zugegriffen am 29. 5. 2019).

Projekte zur Studieneingangsphase an der Universität Freiburg ArbeiterKind.de. Unterstützung für Schülerinnen und Schüler aus Familien ohne Hochschulerafahrung, die als erste in ihrer Familie studieren. Bundesweit werden in 75 lokalen ArbeiterKind.de-Gruppen Schülerinnen und Schüler über die Möglichkeit eines Studiums informiert und auf ihrem Weg vom Studieneinstieg bis zum erfolgreichen Studienabschluss und Berufseinstieg begleitet (<https://www.arbeiterkind.de>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Campusnah e. V. Der gemeinnützige Verein campusnah e.V. wurde im November 2012 von Studierenden und jungen AbsolventInnen unterschiedlicher Fachrichtungen in Freiburg im Breisgau mit dem Ziel gegründet, studienfachspezifische Workshops an Schulen zu organisieren und abzuhalten. Dadurch soll angehenden SchulabsolventInnen die Studienfachwahl erleichtert und so die Quote der StudienabbrecherInnen gesenkt werden (http://www.campusnah.com/?page_id=32, zugegriffen 27. 2. 2019).

ELIS – Erfolgreich Lernen im Studium. ELIS ist ein online Lerntool, das speziell dafür entwickelt wurde, Lernstrategien von Studierenden effizienter und effektiver zu gestalten. Hierzu beinhaltet das Lerntool verschiedene spannende Lerntexte und Lernvideos, die in mehreren zeitlich versetzten Phasen bearbeitet werden (<https://elis.vm.uni-freiburg.de/free/>, zugegriffen 27. 2. 2019).

ESPRO – Erstsemesterprojekt. Das ErstSemesterPROjekt ist die erste Möglichkeit für Waldwirtschaft und Umwelt-Studierende (verpflichtend) sowie Umweltnaturwissenschaften-Studierende (freiwillig) Kommilitonen kennen zu lernen und sich ins Studium einzufinden. ESPRO beginnt drei Wochen vor Semesterbeginn. Die angehenden Studierenden erlernen erste wissenschaftlichen Methoden, unternehmen Exkursionen und lernen den Uni-Alltag kennen (<https://fachschaftfhu.wordpress.com/bachelor/erstsemester/espro/>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Fokus erstes Studienjahr. Das Service Center Studium der Universität bietet Workshops, Gruppenangebote und Coaching für alle Belange rund um den Studieneinstieg (z. B. Lernprobleme oder Studienzweifel) (<http://www.studium.uni-freiburg.de/de>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Fokussierung der Studieneingangsphase durch Curriculumentwicklung. Im Rahmen der Ausschreibung des MWK Baden-Württembergs „Strukturmodelle für die Studieneingangsphase“ entwickelt die Albert-Ludwigs-Universität Freiburg das „Freiburger Modell zur Optimierung der Studieneingangsphase zur nachhaltigen Förderung des Studienerfolgs“. Die Einführung des Freiburger Modells zur Studieneingangsphase dient dazu, die bestehenden Angebote der Studieneingangsphase durch vier weitere Maßnahmen bis zum Frühjahr 2019 zu ergänzen. Dabei ist das Ziel die Studieneingangsphase für eine nachhaltige Verbesserung des Studienerfolgs zu optimieren: Maßnahme 1: „Orientieren“ der Ausbau von Informationsangeboten und Online-Self-Assessments (OSA) dient der Verbesserung der Studienfachwahlorientierung. Maßnahme 2: „Ankommen“ gezielte Informations- und Beratungsangebote speziell für die Themen von StudienanfängerInnen, damit die Orientierung im Hochschulbetrieb besser gelingt. Maßnahme 3: „Innovieren“ die Ausschreibung eines zusätzlichen Instructional Development Award (IDA) zum Themenbereich „Studieneingangsphase“ soll Freiräume in den Fächern für Weiterentwicklungen mit Transferpotential schaffen. Maßnahme 4: „Individualisieren“ eine Flexibilisierung der Studienverläufe und Lernwege wird durch gezielte Curriculumentwicklung ermöglicht (<https://www.lehrentwicklung.uni-freiburg.de/LE/strukturmodelle-in-der-studieneingangsphase>, zugegriffen 27. 2. 2019).

inTensity. Stress im Studium kann Kopfschmerzen, Verdauungsprobleme oder sogar Essstörungen auslösen. Für Medizin-Studierende soll mit inTensity nun eine Hilfe geboten werden. Das Internetangebot regt zur Selbsthilfe an und informiert über Stresssymptome (<https://www.unicross.uni-freiburg.de/2015/03/online-coaching-intensity-gegen-stress-im-studium/>, zugegriffen 27.2.2019).

Kosmic – Kompetenzorientierte Online-Selbstlernangebote für Mathematik, Interkulturalität und Chemie. Das Projekt kosmic widmet sich der Erstellung von digitalen Selbstlern- und Blended-Learning-Materialien zur Unterstützung spezifischer Studierendengruppen in der Studieneingangsphase. Ziel ist es die Materialien als OER (Open Educational Resources)

zu veröffentlichen (https://kosmic.uni-freiburg.de/goto_ilias_root_1.html, zugegriffen 27. 2. 2019).

Nightline. Das Projekt bietet ein offenes Ohr für alles, über das Studierende reden möchten. Es soll kein Ersatz für Freunde oder Familie sein. Ziel ist es nicht Anrufende zu kritisieren oder in eine bestimmte Richtung zu drängen, sondern Studierenden zu helfen, eine eigene Lösung zu finden. Dafür besuchen die ehrenamtlichen MitarbeiterInnen (ebenfalls Studierende) regelmäßig Schulungen und Fortbildungen (<https://www.nightline.uni-freiburg.de/>, zugegriffen 27. 2. 2019).

OSA – Online Studienwahl Assistenten. Die Online Studienwahl Assistenten (OSA) sind ein kostenloses Angebot der Zentralen Studienberatung der Universität Freiburg. Fachspezifische Beispielaufgaben, Videos und ein Erwartungsabgleich bieten angehenden Studierenden einen realitätsnahen Einblick in den Studien- und Lehralltag eines bestimmten Faches. Nach der Bearbeitung können Interessenten besser einschätzen, ob ein Studienfach wirklich zu ihren Erwartungen und Wünschen passt (<https://www.studium.uni-freiburg.de/de/beratung/osa>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Podcast zum Studienbeginn – psychiatrische Gesundheitsaufklärung. Kern des Projektes ist die Erstellung von Podcasts zur Vermittlung von psychiatrischem Grundlagenwissen für Studienanfänger/-innen aller Fachrichtungen an der Universität Freiburg. Auf unterhaltsame Art und Weise sollen die Studierenden anhand von Fallbeispielen über Entstehung, Verlauf, Prävention und Behandlung psychischer Erkrankungen informiert werden. Medizinstudierende im klinischen Studienabschnitt entwickeln die Fallszenarien – im Sinne eines Lernens durch Lehren – zusammen mit betroffenen Patienten oder deren Angehörigen und beteiligen sich auch aktiv am Produktionsprozess der Podcasts. Die Podcasts sollen auf der Podcast-Website der Universität Freiburg und ggf. auch freien Plattformen veröffentlicht werden (<https://www.uniklinik-freiburg.de/psych/lehre/studierende-medizin/lehrpreise-und-forschung/ida-20172018.html>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Running Mates. Ziel des Projektes ist der Aufbau eines Programms zur Förderung Studierender aus nichtakademischen Haushalten. Das Konzept besteht darin gegenseitige Motivation von Studierenden durch Bildung interdisziplinärer Gruppen über langen Zeitraum zu fördern. Außerdem sollen zentrale und dezentrale Veranstaltungsangebote (Auftakt, Workshops, Trainings, Stammtische, Socialisingevents, Evaluation, Abschluss) konzipiert

und eine Beratung und finanzielle Unterstützungsangebote durch interne und externe PartnerInnen angeboten werden. (<http://www.lehrentwicklung.uni-freiburg.de/LE/projekt-running-mates>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Studierendenmentoring. Das Kompetenznetzwerk Studierendenmentoring koordiniert und unterstützt Mentoringprogramme für Studierende an der Universität Freiburg. Zentral im Kompetenznetzwerk sind zwei fächerübergreifende Programme angesiedelt, zum einen das lehramtsspezifische Mentoring, welches sich an Lehramtsstudierende mit allen Fächerkombinationen richtet, zum anderen das Interkulturelle Mentoring, welches Studierenden aus dem Ausland den Start in ihr Studium hier an der Albert-Ludwigs-Universität erleichtern soll. Außerdem unterstützt das Kompetenznetzwerk fächer- und fakultätsspezifische Programme an den Fakultäten und zentralen Einrichtungen selbst, die auf die Bedürfnisse der dortigen Studierenden zugeschnitten sind und mit unserer fachlichen und finanziellen Unterstützung vor Ort durchgeführt

werden (<https://www.mentoring.uni-freiburg.de/>, zugegriffen 27. 2. 2019).

Welche Art von Vorkursen werden von den Hochschulen angeboten?

Mathematikbezogenen Vorkurse gibt es darüber hinaus an nahezu allen Hochschulen für verschiedene Fächer und Fachrichtungen (Bausch et al., 2014). Die Vorkurse unterscheiden sich beispielsweise im Format (präsenz, online, Blended-Learning), in der Dauer der Kurse, in der thematischen Ausrichtung und hinsichtlich einer verpflichtenden Teilnahme. Vorkurse beschränken sich vielerorts auf das Wiederholen und Auffrischen von Schulstoff. Andere Vorkurse versuchen auf Spezifika der Hochschulmathematik vorzubereiten. Vorkurse können durch diagnostische Prä- und Posttests eingerahmt sein (Tabelle 4).

Begleitforschung

Im Folgenden wird unterschieden zwischen Forschungsergebnissen allgemein zum Übergang

Tabelle 4. Auswahl von Vorkursen verschiedener Hochschulen

Uni/ Hochschule	Vorkurs für Studienfach	Format	Umfang	Zeitpunkt	Pflicht/ Freiwillig
Uni Freiburg	Physik	Präsenz	4 Tage je 6 Stunden	2 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
	Technische Fakultät	Präsenz	4 Tage je 6 Stunden	1 Woche vor Semesterbeginn	Freiwillig
Uni Stuttgart	fächerübergreifend	Präsenz	15 Tage je 5 Stunden	3 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
	MINT-Studierende mit Deutsch als Fremdsprache	Präsenz	10 Tage je 5 Stunden	5 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
Uni Konstanz	Mathematik, Physik, Finanzmathematik, Wirtschaftspädagogik	Präsenz	16 Tage je 4 Stunden	6 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
	Physik, Mathematik, Biologie	Präsenz	7 Tage je 8 Stunden	1,5 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
Hochschule Esslingen	fächerübergreifend	Präsenz	10 Tage je 5 Stunden	2 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
Hochschule Offenburg	fächerübergreifend	Präsenz	halbtags an 8 Tagen	2 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
	fächerübergreifend	Online als App			Freiwillig
DHBW Heilbronn		Online-Vorkurs	8 Tage je 6 Stunden	2 Wochen vor Semesterbeginn	
DHBW Stuttgart		Präsenz +online	viele Optionen! Von einer Woche bis ganzes Semester		Freiwillig
Uni Köln	fächerübergreifend	Präsenz in Übungsgruppen	20 Tage je 4 Stunden	3 Wochen vor Semesterbeginn	Freiwillig
Hochschule Bielefeld (Gütersloh)			30 Tage je 2,5 Stunden	6 Wochen vor Semesterbeginn	

Schule–Hochschule und spezifischen Ergebnissen aus Evaluationen von Interventionsmaßnahmen, wie Vor- und Brückenkursen. Die Bandbreite und Fülle dieser Ergebnisse kann im Folgenden nur ausschnittthaft und ohne Anspruch auf Vollständigkeit präsentiert werden.

Welche Forschungsergebnisse gibt es zum Übergang Schule–Hochschule?

Neben den bereits ausführlich beschriebenen Analysen zum Studienabbruch von Dieter und Heublein, gibt es weitere Studien, die sich mit dieser Thematik auseinandergesetzt haben. Die acatech-Studie wurde bereits erwähnt. Schiefele et al. (2007) weisen in einer Studie zu Prädiktoren des Studienerfolgs darauf hin, dass Unterschiede in den untersuchten Merkmalen zwischen erfolgreich Studierenden und StudienabbrecherInnen erst im Verlauf des Studiums signifikant werden (Studienbeginn vs. Abbruchzeitpunkt). Gründe für einen Studienabbruch sind demnach nicht nur in den Voraussetzungen, die die Studierenden bereits zu Studienbeginn mitbringen, zu suchen. Eine weitere Studie von Fellenberg & Hannover (2006) zeigt, dass es fachspezifische Gründe für einen Studienabbruch gibt. Im Vergleich von sozial- und sprachwissenschaftlich Studierenden und MINT-Studierenden, brechen MINT-Studierende eher aus mangelndem Fachinteresse, unausgereifterem Selbstkonzept und geringerer Bereitschaft, soziale Unterstützung in Anspruch zu nehmen, ab.

Eine viel beachtete Längsschnittuntersuchung zu Ergebnissen eines in den Jahren 2002 bis 2011 durchgeführten und evaluierten Eingangstests für Studierende der Ingenieurwissenschaften und Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen, veröffentlichte Knospe bereits vor einigen Jahren (Knospe, 2012). Der Test fragt in zehn Items bei einer Bearbeitungszeit von 45 Minuten Grundlagenkenntnisse der Studierenden ab. Die Items werden jeweils mit richtig (1 Punkt) oder falsch (0 Punkte) bewertet. Die Ergebnisse zeigen ein tendenzielles Absinken der mathematikbezogenen Vorkenntnisse der StudienanfängerInnen von 4,0 Punkten im Mittel (2002) auf 3,3 Punkte (2011). Das Ergebnis ist umso erstaunlicher, als dass der Test dezidiert Schulwissen abfragt. Selbst Leistungskursabsolventen erreichen (2011) im Mittel lediglich 4,46 Punkte ($SD = 2,12$). Abgesehen vom Absinken der mathematikbezogenen Lernvoraussetzungen wirkt nach wie vor alarmierend, dass der Arbeitskreis Ingenieurmathematik ein Ergebnis von sechs Punkten als Mindestanforderung für ein erfolgreiches Ingenieursstudium nennt. Ein Ergebnis, das bis 2012 von nur 18 % der Teilnehmenden (insgesamt 26 000) erreicht werden konnte.

Bereits 2016 hat Blömeke u. a. die Ergebnisse von Knospe in Zusammenhang mit bildungspolitischen und gesellschaftlichen Entwicklungen gestellt (Blömeke, 2016). Blömeke verweist dabei auch auf die steigende Zahl an Studienberechtigten und die damit steigende Heterogenität unter StudienanfängerInnen. Zugleich ist aber auch die Übergangsquote derjenigen Hochschulzugangsberechtigten, die ein Studium beginnen, von 90 % auf 70 % zurückgegangen. Insofern habe sich der Bildungsauftrag des Gymnasiums von *Tiefe* zu *Breite* im Interesse der Wissenschaftspropädeutik entwickelt, stellenweise zu Lasten der Mathematik (ebd. S. 5).

Die bildungspolitischen und gesellschaftlichen Entwicklungen reichen jedoch nicht aus, die überdurchschnittlichen Abbruchquoten in MINT-Fächern zu erklären, geschweige denn ihnen entgegen zu wirken. Die Untersuchung der Gründe für einen Studienabbruch von Heublein und Dieter zeigen, dass es sich hierbei um ein sehr vielschichtiges und komplexes Phänomen handelt, dem kaum durch einfache Antworten begegnet werden kann. Neben der Intervention von Seiten der Hochschulen in Form von Vor- und Brückenkursen, fordert Blömeke Maßnahmen einerseits zur Förderung des (mathematikbezogenen) Kompetenzerlebens, andererseits zur Förderung der Erfahrung sozialer Einbindung sowie der Erfahrung von Selbstbestimmung (ebd. S. 10f). Mit dieser Forderung folgt Blömeke den Vorstellungen von Deci und Ryan (1985), die diese drei Formen an Erfahrung zur Förderung der individuellen Selbstwirksamkeitserwartung benennen.

Zu den spezifischen Anforderungen beim Übergang von der Schule zur Hochschule im Fach Mathematik forschten in den vergangenen Jahren insbesondere Rach et al. Dabei sind häufig zwei Veränderungen beim Übergang von der Schule zur Hochschule zu identifizieren. Zum einen eine „Charakterverschiebung des Lerngegenstands Mathematik“ sowie eine „Veränderung des Lehrangebots und des damit zusammenhängenden erforderlichen Nutzungsverhaltens“ (Rach et al., 2014). Eine längsschnittliche Analyse der Erwartungshaltung von 309 Studierenden im ersten Semester Mathematik anhand von Aufgabenbewertungen deutet darauf hin, dass Erwartungen der Studierenden größtenteils als realistisch eingestuft werden können (ebd.). Dabei zeigen Studierende, die vor Semesterbeginn an einem Vorkurs teilgenommen haben, zu Beginn des Studiums realistischere Erwartungen als Studierende, die ohne Vorkurs in ein Studium starten. Allerdings gleichen sich die Erwartungshaltungen der beiden Gruppen nach vier Wochen (zweiter Messzeitpunkt) an. Wie lange die Erwartungen von Vorkursteilnehmer realistischer sind, lässt sich anhand der Studie nicht sagen, da innerhalb der ersten

vier Wochen keine weitere Messung vorgenommen wurde. Zudem zeigt sich ein (schwacher) Zusammenhang zwischen inhaltlichen Erwartungen zu Studienbeginn und Studienerfolg (ebd. S. 222f). In einer weiteren Studie von Rach und Heinze (2013) konnte analysiert werden, dass die Entwicklung von Selbsterklärungsaktivitäten in der Studieneingangsphase Einfluss auf das mathematikbezogene Selbstkonzept und den Studienerfolg im ersten Semester hat. Dabei zeigte sich auch ein signifikanter Abfall des mathematischen Interesses sowie des mathematischen Selbstkonzepts in den ersten Wochen des Studiums (Rach & Heinze, 2013, S. 143).

Welche Forschungsergebnisse gibt es zu Vor- und Brückenkursen?

Seit dem Bekanntwerden der überdurchschnittlich hohen Studienabbruchzahlen im Bereich der MINT-Fächer, haben die Hochschulen eine große Bandbreite unterschiedlicher Unterstützungsmaßnahmen ergriffen (vgl. Kapitel 3). Dass das Problem der hohen Abbruchzahlen keinesfalls behoben ist, zeigen die fortlaufenden statistischen Berechnungen des DZHW (Heublein, 2018). Die Analyse der Gründe für den individuellen Studienabbruch kann dabei nur die notwendige Grundlage für intervenierende Maßnahmen sein. Dass Maßnahmen ergriffen wurden, wird an den in den vergangenen Jahren entstandenen Projekten und Brückenkursen an einer großen Zahl von Hochschulen in Deutschland sichtbar. Parallel werden diese Maßnahmen an vielen Standorten evaluiert und wissenschaftlich untersucht. Ergebnisse dieser Begleitforschung wurden in den letzten Jahren bereits veröffentlicht.

Ergebnisse zum hochschulübergreifenden Projekt Vemint und den zugehörigen Vorkursen wurden in letzten Jahren vielfach veröffentlicht (Bausch et al. 2014). Hier konnten zunächst Unterschiede zwischen sogenannten P-Kurs- (Präsenzvorkurs) und E-Kurs- (Vorkurs mit hohem Anteil an Selbstlernphasen) Teilnehmenden festgestellt werden (Fischer, 2014, Biehler et al., 2014). Studierende mit allgemeinbildendem Abitur und Absolventen eines Leistungskurses Mathematik tendierten im Gegensatz zu Fachabiturienten zur Teilnahme an E-Kursen. P-Kursteilnehmer hingegen wiesen signifikant schlechtere Abitur- und Mathematiknoten auf. Interessanterweise konnte bei einem Einstiegstest im Mittel kein Unterschied zwischen E-Kurs und P-Kurs-Teilnehmern festgestellt werden (Fischer, 2014, S. 376f). Eine Analyse der Gründe für die Kurswahl ergab, dass sich die Studierenden oft bewusst wegen der spezifischen Lehr-Lern-Umgebungen für die jeweilige Vorkursvariante entschieden. In Abschlusstestergebnissen zeigten E-Kursteilnehmende im Mittel signifikant bessere Ergebnisse als Studierende, die an einem P-Kurs teilgenommen hat-

ten (ebd. S. 379f). Außerdem zeigte sich für E-Kurs-Teilnehmende, dass die Anzahl aufgerufener (online-)Tests positiv mit den Abschlusstestergebnissen korrelierte (ebd.).

Eine Studie an der Universität Kassel (Greefrath et al., 2017) untersucht den Zusammenhang zwischen Vorkursteilnahme und Studienerfolg. Die Studierenden konnten zwischen einer Präsenz- und einer E-Learning Vorkursvariante (Vemint) wählen. Als Voraussetzung zur Teilnahme an den Vorlesungen im ersten Semester, mussten alle Studierenden unabhängig von der Vorkursteilnahme einen 90-minütigen Einstiegstest bestehen. Untersucht wurden Test- und Klausurergebnisse (am Ende des ersten Semesters) von 722 Studierenden (320 E-Learning; 397 Präsenzvorkurs). Der Test bestand aus 33 Items (0 oder 1 Punkt) zu mathematischen Grundlagen. Die Ergebnisse der Studie deuten darauf hin, dass die Vorkursteilnahme (unabhängig von der gewählten Variante) nur einen schwachen Einfluss auf die Testergebnisse hat. Die Teilnahme an einem Leistungskurs Mathematik in der Oberstufe hingegen zeigte einen signifikanten Effekt auf Resultate im Einstiegstest. Die besten Ergebnisse erzielten Studierende, die sowohl an einem Leistungskurs als auch an einem Vorkurs teilgenommen hatten. Ein Zusammenhang zwischen Vorkursteilnahme und Klausurerfolg konnte nicht beobachtet werden. Ein Prädiktor für Klausurerfolg im ersten Semester war die Teilnahme an einem Leistungskurs (ebd. S. 159ff). Es zeigte sich aber auch ein signifikanter Zusammenhang zwischen den Ergebnissen im Test und den Ergebnissen in der Klausur. Zudem konnte festgestellt werden, dass die Vorkursteilnahme bei LeistungskursabsolventInnen zu signifikant besseren Test-Ergebnissen führte. Ein Zusammenhang zwischen der Wahl einer Vorkursvariante und dem Klausurerfolg konnte nur bei einer der untersuchten Studierendengruppen (Electrical Engineering) festgestellt werden (ebd. S. 163).

Ähnliche Ergebnisse erzielte eine Studie an der DHBW in Mannheim (Derr et al., 2018). Auch hier konnten Zusammenhänge zwischen Vorwissen, Ergebnissen im Test und Studienerfolg festgestellt werden. Abiturnoten und Vortestergebnisse waren dabei die stärksten Prädiktoren für die Klausurergebnisse im ersten Semester. Wohingegen zwischen demographischen Variablen (Alter, Herkunft, Geschlecht) kein signifikanter Zusammenhang zum Studienerfolg sichtbar wurde. Es zeigte sich auch, dass gerade eine Risiko-Gruppe (Abitur- und Mathenoten) von der Vorkursteilnahme profitieren konnte (Vergleich Prä- und Posttest, aber auch langfristig). Ein starker Leistungszuwachs im Prä-Post-Test-Design konnte für Studierende ermittelt werden, die an einem E-Tutoring-Programm teilgenommen hatten. Darüber hinaus zeigte nur die Anzahl

aufgerufener Tests einen positiven Effekt auf den Lernfortschritt während des Vorkurses. Für diesen Faktor konnte auch ein Zusammenhang zum Klausurerfolg im ersten Studienjahr festgestellt werden. Lernzeit, Anzahl bearbeiteter Module sowie die Anzahl aufgerufener Seiten beeinflussten den Lernerfolg nicht. Zwischen zehn mathematischen Themenfeldern, die im Vorkurs und in den Prä- und Posttests behandelt wurde, wurden im Vergleich der Testergebnisse und hinsichtlich der Relevanz für den Studienerfolg keine Zusammenhänge sichtbar. Derr et al. vermuten, dass sich mathematisches Basiswissen als zusammenhängendes Themenfeld verhält, dass sich nicht auf einzelne Bereiche runterbrechen lässt (ebd. S. 922).

Aktuell werden im KHDM-Projekt WiGeMath Wirkung und Gelingensbedingungen von Unterstützungsmaßnahmen für mathematikbezogenes Lernen in der Studieneingangsphase erforscht. Im Projekt soll zunächst ein „Rahmenmodell zur Beschreibung, Analyse, Optimierung und konzeptuellen Vernetzung mathematikbezogener QPL-Maßnahmen (Qualitätspakt Lehre) am Übergang Schule–Hochschule und im ersten Studienjahr“ entwickelt werden. Auf dieser Basis werden vergleichend Wirkungen und Gelingensbedingungen von Unterstützungsmaßnahmen für mathematikbezogenes Lernen in der Studieneingangsphase der Studiengänge Bachelor Mathematik und Lehramt Gymnasium und in der Mathematikausbildung für Ingenieure untersucht. (<https://www.khdm.de/ag-uebergreifende-projekte/wigemath/>, zugegriffen am 27. 2. 2019, vgl. auch Biehler et al., 2018).

Zusammenfassung

Im Jahr 2017 erwarben in Deutschland 439 846 Schülerinnen und Schüler eine Hochschulzugangsberechtigung (95 570 Fachhochschulreife, 344 276 Allgemeine Hochschulreife). Je nach Bundesland können Schülerinnen und Schüler in den letzten zwei Schuljahren vor der Abiturprüfung zwischen unterschiedlichen Mathematikkursvarianten wählen. In nur fünf Bundesländern ist Mathematik als (schriftliches) Prüfungsfach für das Abitur verpflichtend (40,7 % aller Schülerinnen und Schüler). In allen anderen Bundesländern muss Mathematik in zwei- bis sechsstündigen Kursen belegt werden, eine schriftliche oder mündliche Mathematikprüfung im Rahmen des Abiturs ist allerdings nicht obligatorisch. Der prozentuale Anteil an SchülerInnen in diesen Bundesländern, die keine mathematische Fachprüfung im Abitur ablegen, ist unterschiedlich hoch (10–82 %).

An den Hochschulen muss in einer Vielzahl von Fächern (Naturwissenschaften, Ingenieurwissenschaften, Wirtschaftswissenschaften, etc.) min-

destens ein mathematisches Modul im Laufe eines Studiums belegt werden. Im Wintersemester 2017/2018 waren mindestens 55 % aller Studierenden in der Bundesrepublik in solchen Fächern eingeschrieben. Gleichzeitig liegen die Abbruchquoten in MINT-Studienfächern im Absolventenjahrgang 2018 mit 35 % (Ingenieurwesen) und 54 % (Mathematik) deutlich über dem bundesweiten Durchschnitt von 28 %. Durch eine Neuerung im Hochschulstatistikgesetz wird es zukünftig möglich sein, Studienabbruchquoten anhand von Studienverlaufdaten, und nicht wie bisher mithilfe statistischer Berechnungen, zu erheben. Ergebnisse solcher Analysen wurden bisher noch nicht veröffentlicht.

Studienabbrüche werden von Betroffenen individuell sehr unterschiedlich begründet und werden durch eine Vielzahl von Faktoren beeinflusst. Am häufigsten nennen StudienabbrecherInnen Leistungs- und Motivationsprobleme als ausschlaggebend für die Entscheidung zum Abbruch des Studiums. 47 % aller Studienabbrüche fallen auf die ersten zwei Semester eines Studiums (42–45 % in MINT-Fächern). Die Studieneingangsphase scheint für den Studienerfolg von besonderer Bedeutung zu sein.

Um den Studieneinstieg in den MINT-Fächern zu erleichtern, werden mittlerweile an nahezu allen Hochschulen in Deutschland mathematische Vor- oder Brückenkurse angeboten. Diese Interventionsmaßnahmen werden vielerorts evaluiert und durch Forschungsprojekte begleitet. Ergebnisse dieser Forschungsarbeit deuten darauf hin, dass Leistung in zu Studienbeginn durchgeführten Grundlagen-Tests ein starker Prädiktor für den Studienerfolg im ersten Semester ist. Das mathematische Vorwissen, das StudienanfängerInnen im MINT-Bereich von der Schule mitbringen, hat demnach großen Einfluss auf den Studienerfolg insbesondere zu Studienbeginn. Leistungskurs-Absolvierende schneiden dabei sowohl in Tests als auch in Mathematik-Klausuren im ersten Semester signifikant besser ab als Studierende, die einen Grundkurs besucht hatten.

Die Interventionsmaßnahmen zur Erleichterung des Studieneinstiegs beschränken sich aber nicht auf mathematische Vor- und Brückenkurse. Maßnahmen umfassen mittlerweile kleinere Projekte wie Studienwahlassistenten, Studierendenmentoring, Programme zur Förderung Studierender aus nichtakademischen Haushalten und umfassendere Projekte wie offene Lernräume oder ganze Einstiegs- bzw. Orientierungssemester. Die Hochschulen wirken mit einem breiten Unterstützungsangebot verschiedenen individuellen Hürden am Übergang von der Schule zur Hochschule entgegen und versuchen den Studieneinstieg insbesondere in den von hohen Abbruchquoten betroffenen

MINT-Fächern zu erleichtern. Ein sinkendes mathematikbezogenes Leistungsniveau und die in den vergangenen Jahren gestiegene Heterogenität unter Studierenden deuten darauf hin, dass am Übergang Schule–Hochschule, neben der bereits vorhandenen Unterstützung, von beiden Seiten weiterhin Handlungsbedarf besteht.

Der vorliegende Beitrag wurde in Auftrag gegeben von der Gemeinsamen Kommission zum Übergang Schule–Hochschule von GDM, DMV und MNU.

Literatur

- Bausch, I., Biehler, R., Bruder, R., Fischer, P., Hochmuth, R., Koepf, W., Schreiber, S., & Wassong, T. (2014). *Mathematische Vor- und Brückenkurse*. Wiesbaden: Springer.
- Biehler, R., Fischer, P., Hochmuth, R., & Wassong, T. (2014). Eine Vergleichsstudie zum Einsatz von Math-Bridge und VEMINT an den Universitäten Kassel und Paderborn. In I. Bausch et al. (Hrsg.), *Mathematische Vor- und Brückenkurse* (S. 103–121). Wiesbaden: Springer.
- Biehler, R., Hochmuth, R., Schaper, N., Kuklinski, C., Lankeit, E., Leis, E., Liebendörfer, M., & Schürmann, M. (2018). Verbundprojekt WiGeMath - Wirkung und Gelingensbedingungen von Unterstützungsmaßnahmen für mathematikbezogenes Lernen in der Studieneingangsphase. In A. Hanft, F. Bischoff & S. Kretschmer (Hrsg.), *3. Auswertungsworkshop der Begleitforschung. Dokumentation der Projektbeiträge* (S. 32–41). Oldenburg.
- Blömeke, S. (2016). Der Übergang von der Schule zur Hochschule: Empirische Erkenntnisse zu mathematikbezogenen Studiengängen. In A. Hoppenbrock et al. (Hrsg.), *Lehren und Lernen von Mathematik in der Studieneingangsphase* (S. 3–13). Wiesbaden: Springer.
- Deci, E.L., & Ryan, R.M. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. New York: Plenum.
- Derr, K., Hübl, R., & Ahmed, Z. (2018). Prior knowledge in mathematics and study success in engineering: informational value of learner data collected from a web-based pre-course. *European Journal of Engineering Education EJEE*, 43(6), 911–926.
- Dieter, M. (2012). *Studienabbruch und Studienfachwechsel in der Mathematik: Quantitative Bezifferung und empirische Untersuchung von Bedingungsfaktoren*. Duisburg/Essen.
- Fellenberg, F., & Hannover, B. (2006). Kaum begonnen, schon zerronnen? Psychologische Ursachenfaktoren für die Neigung von Studienanfängern, das Studium zu wechseln oder das Fach zu wechseln. *Empirische Pädagogik*, 10(4), 381–399.
- Fischer, P. R. (2014). *Mathematische Vorkurse im Blended-Learning-Format. Konstruktion, Implementation und wissenschaftliche Evaluation*. Wiesbaden: Springer
- Greefrath G., Koepf W., & Neugebauer C. (2017). Is there a link between Preparatory Course Attendance and Academic Success? A Case Study of Degree Programmes in Electrical Engineering and Computer Science. *International Journal of Research in Undergraduate Mathematics Education*, 3(1), 143–167.
- Heublein, U., & Schmelzer, R. (2018). *Die Entwicklung der Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Berechnungen auf Basis des Absolventenjahrgangs 2016*. Hannover: DZHW.
- Heublein, U., Ebert, J., Hutzsch, Ch., Isleib, S., König, R., Richter, J., & Woisch, A. (2017). *Zwischen Studierenerwartungen und Studienwirklichkeit. Ursachen des Studienabbruchs, beruflicher Verbleib der Studienabbrecherinnen und Studienabbrecher und Entwicklung der Studienabbruchquote an deutschen Hochschulen*. Hannover: DZHW.
- Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R., & Sommer, D. (2012). *Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010*. HIS. Hannover.
- Key, O., & Hill, L. (2018). *Nexus-Fachgutachten. Modell-Ansätze ausgewählter Hochschulen zur Neugestaltung der Studieneingangsphase*. HRK – Hochschulrektorenkonferenz.
- Klöppling, S., Scherfer, M., Gokus, S., Dachsberger, S., Krieg, A., Wolter, A., Bruder, R., & Ressel, W. (2017). *Studienabbruch in den Ingenieurwissenschaften. Empirische Analyse und Best Practices zum Studienerfolg* (acatec STUDIE). München: Herbert Utz Verlag.
- Umbach, E. & Knospe, H. (2012). Zehn Jahre Eingangstest Mathematik an Fachhochschulen in Nordrhein-Westfalen. *Proceedings zum 10. Workshop Mathematik in ingenieurwissenschaftlichen Studiengängen* (S. 19–24). Mülheim an der Ruhr: Hochschule Ruhr-West.
- Rach, S., & Heinze, A. (2013). Welche Studierenden sind im ersten Semester erfolgreich? Zur Rolle von Selbsterklärungen beim Mathematiklernen in der Studieneingangsphase. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 34(1), 121–147.
- Rach, S., Heinze, A., & Ufer, S. (2014). Welche mathematischen Anforderungen erwarten Studierende im ersten Semester des Mathematikstudiums? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35(2), 205–228.
- Schiefele, U., Streblov, L., & Brinkmann, J. (2007). Aussteigen und Durchhalten. Was unterscheidet Studienabbrecher von anderen Studierenden? *Zeitschrift für Entwicklungspsychologie und Pädagogische Psychologie*, 39(3), 127–140.
- Statistisches Bundesamt – Destatis (2018). *Bildung und Kultur. Studierende an Hochschulen. Wintersemester 2017/2018*.

Jeremias Moser-Fendel, Universität Freiburg
E-Mail: jeremias.moser-fendel@math.uni-freiburg.de

Lena Wessel, PH Freiburg
E-Mail: lena.wessel@ph-freiburg.de

Die Qualitätsoffensive Lehrerbildung – Start der Berichtsreihe

Daniela Götze

Dass Lehrerbildung eine anspruchsvolle Aufgabe ist, bleibt unbestritten:

Lehrkräfte sollen fachwissenschaftlich umfangreich ausgebildet sein, über methodische und didaktische Kompetenzen verfügen und in der Lage sein, diese auch im Unterricht anzuwenden. (BMBF, 2019)

Daher unterstützt das BMBF zahlreiche lehreausbildenden Institutionen durch das großes Maßnahmenprogramm *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*. Dieses startete mit der ersten Förderphase bereits im Jahre 2014. In einem wettbewerblichen Verfahren haben sich von insgesamt 85 einreichenden Hochschulen 59 durchgesetzt, die im Rahmen von 49 Projekten gefördert wurden (teilweise Verbundprojekte). Die ausgewählten Projekte setzen unterschiedliche Schwerpunkte. Besondere Fokussierungen sind vor allem die bessere Abstimmung fachlicher und didaktischer Studieninhalte, die enge Kooperation mit der Schulpraxis oder auch die Vorbereitung der Studierenden auf den Umgang mit unterschiedlichen Lernvoraussetzungen (Fokus: Inklusion und sprachliche Vielfalt). Kurz vor Ablauf der ersten Förderphase wurde im Juni 2018 der Startschuss für eine zusätzliche Förderung der Qualitätsoffensive Lehrerbildung in Höhe von 64 Millionen Euro gegeben. Nach Sichtung der bisherigen Förderprojekte durch ein Auswahlgremium wurden 48 Projekte von 58 Hochschulen aus allen Bundesländern für eine Weiterförderung der Maßnahmen bis Ende 2023 empfohlen. Die zweite Förderphase hat für die Projekte der zweiten Bewilligungsrunde am 1.7.2019 begonnen und wird am 31.12.2023 enden.

Durchsucht man unter www.qualitaetsoffensive-lehrerbildung.de/de/projekte.php die Projektskizzen gezielt nach Maßnahmen für das Unterrichtsfach Mathematik (oder für den Lernbereich mathematische Grundbildung), so bleibt das Resultat die-

ser Suche leider ergebnislos. Es ist kaum möglich – es sei denn, man investiert die Zeit einer Sichtung aller Projekte – sich schnell und überblicksartig über die Maßnahmen im Allgemeinen und vor allem mit Schwerpunkt Mathematik zu informieren. Die mit diesem Heft startende Reihe gibt daher einen Einblick in die Projekte und deren Maßnahmen der folgenden Standorte (teilweise im Verbund von Universität und Pädagogischer Hochschule):

- Bayreuth
- Darmstadt
- Kaiserslautern
- Koblenz
- Konstanz
- München
- Passau
- Regensburg
- Tübingen

Alle hier vorgestellten Projekte werden im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert – manche nur in der ersten Förderphase, manche in beiden Förderphasen. Über die Namen, Konzepte und Ziele dieser Projekte werden Sie auf den kommenden Seiten kompakt informiert. Im nächsten Heft wird es damit weitergehen.

Literatur

BMBF (2019). *Qualitätsoffensive Lehrerbildung*.
Verfügbar unter: <https://www.bmbf.de/de/qualitaetsoffensive-lehrerbildung-525.html>
(Abruf am 14.6.2019).

Daniela Götze, TU Dortmund
E-Mail: daniela.goetze@tu-dortmund.de

Diversität als Entwicklungsimpuls für Lehrerbildung

Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Bayreuth

Volker Ulm

Die Universität Bayreuth hat im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung einen gesamtuniversitären Prozess zur Weiterentwicklung der Lehrerbildung etabliert. Er umfasst alle 15 Fächer der Lehrerbildung, alle drei Lehrbildungsphasen und steht unter der Leitidee des reflektierten Umgangs mit der Diversität von Lernenden. Dabei werden zwei Diversitätsaspekte fokussiert: *Diversität bzgl. Fachkompetenz* und *kulturelle Diversität*. Diese beiden Diversitätsaspekte werden auf das *Lernen in der Schule* und das *Lernen an der Universität* bezogen. Studierende, Referendare und Lehrkräfte in Schulnetzwerken erwerben Kompetenzen, um mit der fachlichen und kulturellen Diversität von Schülerinnen und Schülern gewinnbringend umzugehen. Zudem berücksichtigt die Universität Bayreuth diese Diversitätsaspekte auch in ihren eigenen Lernangeboten für Studierende. Diversität von Lernenden wird dabei als Normalität bzw. Stärke von Lerngemeinschaften gesehen. Im Folgenden werden Maßnahmen, Erfahrungen und Ergebnisse der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Bayreuth beschrieben.

Diversität von Schülern als roter Faden im Lehramtsstudium

Ein Ziel der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Bayreuth ist, den Lehramtsstudiengängen fächerverbindend eine gewisse inhaltliche Kohärenz zu geben. Die Studierenden sollten ihre Studienfächer und die Erziehungswissenschaften nicht als unverbundenes oder gar widersprüchliches Nebeneinander erfahren, sondern – bei aller Fachspezifik – einen gemeinsamen „inneren Kern“ der Lehre in den verschiedenen Fächern erleben. Die Vertreter aller Fächer im Zentrum für Lehrerbildung haben den reflektierten Umgang mit Diversität von Lernenden als eine solche Kernidee der Bayreuther Lehrerbildung gewählt. Die Studierenden sollen die Haltung entwickeln, Vielfalt als natürliches Charakteristikum jeder Gruppe von Menschen – insbesondere jeder Lerngruppe – zu sehen und wertzuschätzen. Darauf aufbauend sollen sie in Bezug auf einen künftigen Beruf als Lehrkraft professionelle Kompetenzen entwickeln, um mit der Diversität von Schülerinnen und Schülern reflektiert

und produktiv umzugehen. Seit Beginn der Qualitätsoffensive wird diese Thematik pro Semester in jeweils deutlich über 100 Lehrveranstaltungen bearbeitet. In Mathematik umfasst das im Rahmen von Vorlesungen, Seminaren und Schulpraktika bearbeitete Themenspektrum beispielsweise die Gestaltung von binnendifferenzierenden Lernumgebungen, individuelle Förderung zum Überwinden von Lernschwierigkeiten (z. B. Rechenschwäche), Begabtenförderung durch Enrichment im und neben dem Unterricht sowie Inklusion von Schülerinnen und Schülern mit sonderpädagogischem Förderbedarf. Dabei werden pädagogische Konzepte jeweils mit fachbezogener Stoffdidaktik wie etwa der Didaktik der Geometrie, der Analysis, der Arithmetik und Algebra oder der Stochastik verbunden.

Ein Hinweis zum Sprachgebrauch: An der Universität Bayreuth wird der Begriff „Diversität“ dem Begriff „Heterogenität“ vorgezogen, obwohl der Heterogenitätsbegriff in schulischen Kontexten weiter verbreitet ist und beide Begriffe im Kern Ähnliches ausdrücken. „Diversität“ ist im Sinne von „Vielfalt“ eher positiv konnotiert. Der Begriff lädt dazu ein, Vielfalt wertzuschätzen und mit ihr bewusst gestaltend umzugehen. Hingegen ist „Heterogenität“ im Sinne von „Verschiedenheit“ in pädagogischen Zusammenhängen teils negativ besetzt. Heterogenität wird tendenziell eher als Problem gesehen, als pädagogische Herausforderung, mit der notgedrungen umzugehen ist.

Diversität als Thema für Lehrerfortbildung

Mit der Qualitätsoffensive hat Lehrerfortbildung an der Universität Bayreuth einen substanziell neuen Charakter erhalten: Fortbildungsangebote basieren nicht mehr nur auf der Initiative einzelner Lehrstühle bzw. Professuren, sondern werden von allen Fächern der Universität Bayreuth gemeinsam getragen und fächerverbindend gestaltet. Schulen der Region wurden dazu eingeladen, sich an einem auf mehrere Jahre angelegten Unterrichtsentwicklungsprozess zu beteiligen. Im Fokus steht die Frage, wie im Unterricht der verschiedenen Fächer mit der Diversität von Schülerinnen und Schülern gewinnbringend umgegangen werden kann. Dazu werden pädagogische und fachdidaktische Konzepte mit

21 Schulen entwickelt und in der Unterrichtspraxis umgesetzt. Diese Arbeit ist in fünf Themenfelder strukturiert; die teilnehmenden Lehrkräfte konnten sich aussuchen, in welchen Themenfeldern sie arbeiten möchten:

- Binnendifferenzierung im regulären Unterricht und Sicherung von Grundkompetenzen
- Förderung besonders begabter und leistungsstarker Schülerinnen und Schüler
- Kulturelle Diversität
- Sprachsensibler Fachunterricht
- Afrika als fächerübergreifender Lernschwerpunkt

Um bei den Lehrkräften Entwicklungen auf der Ebene ihrer professionellen Kompetenzen zu erreichen, wurde ein Konzept für Lehrerfortbildung genutzt, das sich in den vergangenen 20 Jahren an der Universität Bayreuth bereits im Rahmen zahlreicher Projekte bewährt hat (z. B. SINUS, SINUS-Transfer, Fibonacci, KeyCoMath):

- In Schulnetzwerken befassen sich die Lehrkräfte unter Leitung von Mitgliedern der Universität Bayreuth mit fachlichen Inhalten, pädagogisch-fachdidaktischen Theorien und Unterrichtskonzepten zum jeweiligen Themenfeld.
- Kooperativ entwickeln sie Konzepte und Materialien für ihren Unterricht, um Entwicklungen im jeweiligen Themenfeld anzustoßen.
- Diese Konzepte und Materialien werden von den Lehrkräften in ihren Klassen bzw. an ihrer Schule genutzt.
- Die dabei gewonnenen Erfahrungen aus der Unterrichtspraxis werden wiederum gemeinsam im Fortbildungsnetzwerk ausgetauscht, reflektiert und diskutiert.
- Auf dieser Basis werden die Konzepte und Materialien gemeinsam überarbeitet und ggf. verbessert. Daraufhin kann der Zyklus des Unterrichtseinsatzes, der Reflexion und der Optimierung bei Bedarf wiederholt werden.

Zu jedem Themenfeld finden ca. vier Treffen pro Schuljahr statt. Dies wird ergänzt durch eine jeweils ganztägige, fächerverbindende Tagung an der Universität Bayreuth im Februar jedes Jahres.

Die zweite Lehrerbildungsphase ist in diese Prozesse explizit integriert. Unter den 21 kooperierenden Schulen sind 7 Seminarschulen. Zum einen nehmen Seminarlehrkräfte an den Fortbildungsveranstaltungen in den Schulnetzwerken teil – auch, um die Inhalte in ihrer Arbeit mit Referendaren zu nutzen. Zum anderen werden sie bei den Schulnetzwerktreffen teilweise von allen ihren Referendaren begleitet. Schließlich finden auch Veranstaltungen statt, die sich ganz speziell an Referendare richten.

Diversität von Studierenden als Handlungsfeld der Universität

Die Gruppe der Lehramtsstudierenden weist in ganz natürlicher Weise auch einen hohen Grad an Diversität auf. Die Universität wäre unglaublich, wenn sie einerseits Lehramtsstudierenden vermittelt, dass man mit Diversität in Lehr-Lern-Prozessen reflektiert, wertschätzend und produktiv umgehen sollte, und sie andererseits dies in der eigenen universitären Lehre nicht entsprechend berücksichtigen würde. Zudem werden Überzeugungen von (angehenden) Lehrkräften zu Unterricht maßgeblich durch eigene Lernerfahrungen in ihrer individuellen Bildungsbiographie geprägt. Deshalb bezieht die Universität Bayreuth das Prinzip des reflektierten Umgangs mit Diversität auch auf ihre eigenen Lernangebote für Lehramtsstudierende.

Weiterentwicklung von Lehrveranstaltungen

Im Bereich der Lehre in Mathematikdidaktik hat dies beispielsweise dazu geführt, dass die traditionelle Trennung in Vorlesungen und Übungen aufgehoben wurde. Beides wurde zu einer Lehrform verschmolzen, die sich an „Prinzipien guten Unterrichts“ (z. B. nach Meyer, 2004) orientiert. Da sich die Studierenden erheblich in Bezug auf ihre mathematischen und mathematikdidaktischen Fähigkeiten unterscheiden, schaffen offene Arbeitsaufträge in Kombination mit flexiblen Wechseln von Einzel-, Partner-, Kleingruppenarbeit und Unterrichtsgesprächen die Basis für Binnendifferenzierung während universitärer Lehrveranstaltungen. Auf diese Weise entwickeln sich Phasen des strukturierten Vortrags durch den Dozenten als Zusammenfassungen und Erweiterungen vorhergehender Phasen eigenständigen und kooperativen Arbeitens der Studierenden auf deren jeweils individuellem Niveau.

Auch Seminare in Mathematikdidaktik finden kaum mehr in der Form statt, dass Studierende reihum Seminarvorträge halten, so dass sich jeder Studierende im Wesentlichen nur mit seinem eigenen Vortragsthema befasst und bei allen anderen Vorträgen eher passiv anwesend ist. Ein mittlerweile bewährtes Veranstaltungsformat für Seminare besteht etwa darin, dass Studierende selbstständig durchaus umfangreiche fachdidaktische Literatur zu einem Themenkreis lesen und sie im Lauf des Semesters mehrmals zusammenkommen, um mit Moderation durch den jeweiligen Dozenten über die Literatur zu diskutieren. Andere Seminare sind etwa auf die Erstellung von Produkten für den Mathematikunterricht – beispielsweise Medien für digitales Lehren und Lernen – ausgerichtet. Die Studierenden erstellen Lehr-Lern-Medien, setzen diese in Kooperation mit einer Schule im Mathema-

tikunterricht ein und reflektieren in universitären Veranstaltungen ihre Erfahrungen und Ergebnisse.

Lernzentren

Für Studierende mit fachlichen Schwierigkeiten im Studium bietet die Universität Bayreuth vielfältige Unterstützung. So gibt es beispielsweise in Mathematik – ebenso wie in Chemie und Physik – ein sog. Lernzentrum. Es lässt sich als Arbeitsraum beschreiben, in dem Studierende – insbesondere der ersten Studiensemester – kooperativ fachwissenschaftliche Vorlesungen nachbereiten und Übungsaufgaben bearbeiten. Hierbei stehen wissenschaftliche Mitarbeiter und Studierende höherer Semester als Ansprechpartner für fachliche und organisatorische Fragen zur Verfügung. Es ist explizit Aufgabe der Betreuer im Lernzentrum, „Hilfe zur Selbsthilfe“ anzubieten, also den Studierenden Anstöße zum eigenständigen Erarbeiten der Fachinhalte zu geben. Lehramtsstudierende profitieren von den Lernzentren in zweifacher Hinsicht: in ihren ersten Semestern als Lernende, in höheren Semestern als Lehrende im Zuge von Beschäftigungen als studentische Mitarbeiter.

Enrichment-Studium

In Zeiten der Modularisierung ist das Lehramtsstudium durch Prüfungsordnungen und Modulhandbücher relativ stark in Bezug auf Inhalte und Umfang festgelegt. Pro Semester sind 30 Leistungspunkte vorgesehen – sonst wird ein Lehramtsstudiengang nicht zugelassen und nicht akkreditiert. Bei solchen verwaltungstechnischen Festlegungen wird die unterschiedliche Leistungsfähigkeit von Studierenden völlig ignoriert. Insbesondere gibt es Studierende, die mehr als 30 Leistungspunkte pro Semester erbringen können und die sich für mehr Inhalte interessieren, als es Prüfungsordnungen und Modulhandbücher für das Lehramtsstudium vorsehen. Deshalb hat die Universität Bayreuth im Zuge der Qualitätsoffensive das sog. *Enrichment-Studium* eingeführt und mittlerweile etabliert. Es steht allen Lehramtsstudierenden offen. Sie können anhand einer bunten Auswahl an Lehrveranstaltungen professionsbezogene Kompetenzen über die Anforderungen der Lehramtsprüfungsordnungen hinaus erwerben. Die zugehörigen Veranstaltungen sind in sechs Inhaltsbereiche gegliedert: soziale Kompetenz und Selbstkompetenz, Rechts- und Organisationskompetenz, konstruktiver Umgang mit Diversität, Sprach- und Textkompetenz, Medienkompetenz und wissenschaftliche Vertiefung. Ab 20 Leistungspunkten erhalten die Studierenden ein Zertifikat über diese Zusatzqualifikation (vgl. www.zlb.uni-bayreuth.de/de/enrichment/).

Begabtenförderung unter Lehramtsstudierenden

Begabtenförderung im Lehramtsstudium – eigentlich eine sehr naheliegende Idee. Im Schulsystem gibt es ein breites Spektrum an Förderangeboten, das sich an besonders begabte Schülerinnen und Schüler richtet. Wenn besonders begabte Schülerinnen und Schüler dann ein Lehramtsstudium aufnehmen, ist der Aspekt der Begabtenförderung hingegen nicht mehr so verbreitet. Die Universitäten Bayreuth und Würzburg haben deshalb den Elite-Masterstudiengang „MINT-Lehramt PLUS“ eingerichtet. Hier erhalten besonders begabte und leistungsfähige Studierende für das Lehramt an Gymnasien mit mindestens einem MINT-Fach Bildungs- und Entwicklungsmöglichkeiten, die über die Angebote der regulären Lehramtsstudiengänge hinausgehen. Einerseits können sie vertiefte fachwissenschaftliche Kompetenzen im MINT-Bereich erwerben. Dazu steht ihnen ein breites Spektrum an Lehrangeboten aus bestehenden fachwissenschaftlichen Masterstudiengängen beider Universitäten zur Auswahl. Andererseits können sie sich anhand speziell für den Studiengang eingerichteter Lehrveranstaltungen in den Fachdidaktiken vertiefen. Charakteristisch sind dabei der interdisziplinäre Austausch und vielfältige Freiräume für persönliche Schwerpunktsetzungen. Das Elite-Programm ist so konzipiert, dass es parallel zum regulären Studiengang für das Lehramt an Gymnasien ab dem vierten Studiensemester absolviert werden kann. Die Studierenden weisen bis zu ihrem Masterabschluss, inklusive des Lehramtsstudiums, insgesamt 360 Leistungspunkte nach. Diese Angebote werden zwar nicht mit BMBF-Mitteln der Qualitätsoffensive finanziert, ordnen sich aber in das Gesamtkonzept der Universität Bayreuth zum Umgang mit der Diversität von Studierenden – insbesondere im Fach Mathematik – ein. Weitere Informationen unter: www.mint-lehramt-plus.bayern

Diversität als Forschungsfeld

Die Qualitätsoffensive Lehrerbildung hat der fachdidaktischen und erziehungswissenschaftlichen Forschung bundesweit und ebenso an der Universität Bayreuth einen spürbaren Schub gegeben. Dies gilt zum einen rein quantitativ: Mit den Drittmitteln wurden und werden in Bayreuth jeweils ca. 20 Promovierende oder Post-Docs zeitgleich finanziert. Dabei wird in der Regel das Rahmenthema „Diversität von Lernenden“ auf das jeweilige Fach bezogen und ein zugehöriger Aspekt erforscht. Beispielsweise befassen sich die Promovierenden in Mathematikdidaktik mit sprachsensiblen Mathematikunterricht, mathematischer Begabung, Montessori-Konzepten in der gymnasialen Oberstufe oder dem Lernen mit Tablets. Bei der Förderung von wis-

senschaftlichem Nachwuchs hat die Qualitätsoffensive aber auch strukturell substanzielle Entwicklungen bewirkt. Vor der Qualitätsoffensive erfolgte die Betreuung von wissenschaftlichem Nachwuchs weitgehend im Fach an den jeweiligen Lehrstühlen bzw. Professuren, weiterer wissenschaftlicher Austausch fand in der jeweiligen Fach-Community statt – wie etwa der GDM. Dadurch, dass im Rahmen der Qualitätsoffensive eine substanzielle Zahl an Nachwuchswissenschaftlern in allen Fächern der Lehrerbildung am gleichen Projekt arbeiten, wurde der forschungsbezogene inhaltliche Austausch zwischen den Fächern erheblich intensiviert. Die Nachwuchswissenschaftler der Qualitätsoffensive sehen sich als eigene Gruppe und organisieren für sich Workshops, Ringvorlesungen und Tagungen. Zudem sind auf der Ebene der Lehrstühle und Professuren durch die Kooperation im Zuge der Qualitätsoffensive bereits mehrere Folgeprojekte entstanden.

Systemische Entwicklungen an der Universität

Wie es für lehrerbildende Universitäten mittlerweile typisch ist, hat auch die Universität Bayreuth ein Zentrum für Lehrerbildung (ZLB) als eine für Lehrerbildung maßgebliche Organisationseinheit. Es umfasst aus allen 15 an der Lehrerbildung beteiligten Fächern jeweils Vertreter der Fachwissenschaft und der Fachdidaktik bzw. der Erziehungswissenschaften. Das ZLB hat sich im Zuge der Qualitätsoffensive grundlegend gewandelt. War es vorher vor allem ein Gremium für Organisations- und Verwaltungsangelegenheiten zum Lehramtsstudium (z. B. zu Prüfungsordnungen, Modulhandbüchern, Studienplänen), so wurde es durch die Qualitätsoffensive zu einem fächerverbindenden Kollegium zur inhaltlichen Gestaltung und Weiterentwicklung von universitärer Lehre, Lehrerfortbildung und Forschung.

Ein hierfür wesentliches Strukturelement ist, dass alle Fächer die Qualitätsoffensive von Anfang an als Gemeinschaftsprojekt angesehen haben. So ist es ein Grundprinzip, dass jedes Fach durchgängig mindestens eine Mitarbeiterstelle besetzen darf. Man muss sich als Wissenschaftler also nicht universitätsintern um Stellen bewerben bzw. dazu Anträge für „eigene Projekte“ schreiben. Vielmehr erklärt man sich als Wissenschaftler bereit, gewisse Aufgaben aus dem gesamtuniversitären Projektantrag zu übernehmen und erhält die zugehörige Stellenausstattung. Auf die Sachmittel des Projekts hat jeder Wissenschaftler gleichermaßen Zugriff, es gibt nur ein Konto der Qualitätsoffensive an der Universität Bayreuth und keine Unterkonten für einzelne Personen oder Fächer. Ein solches Organisationsprinzip erfordert natürlich, dass die Projektleitung stets den

Überblick über Stellenbesetzungen und Mittelverwendungen behält. Nach mittlerweile dreieinhalb Jahren Projektlaufzeit kann aber festgestellt werden, dass sich dieses Prinzip der Projektorganisation bestens bewährt hat, bislang völlig konfliktfrei funktioniert und wohl maßgeblich dazu beigetragen hat, dass sich die Mitglieder im ZLB als Kollegium sehen, das sich kooperativ um die inhaltliche Gestaltung von Lehrerbildung „kümmert“. Neben der Qualitätsoffensive haben sich mittlerweile auch weitere Arbeitsschwerpunkte am ZLB gebildet, etwa zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien und zu Inklusion als Thema in der Lehrerbildung.

Schließlich hatte die Qualitätsoffensive mit den zur Verfügung stehenden Mitteln und Stellen auch positiven Einfluss darauf, dass Lehrerbildung als substanzielle Komponente der Universität Bayreuth nach innen und außen deutlich „sichtbarer“ wurde und universitätsweit durchaus als profilbildendes Element wahrgenommen wird. So hat die Universität Bayreuth im Wintersemester 2017/18 unter Federführung der Hochschulleitung ihren Struktur- und Entwicklungsplan für die kommenden Jahre bis 2025 fortgeschrieben. Darin wurde der Entwicklungsprozess der Qualitätsoffensive in den übergeordneten Zielvorstellungen der Universität explizit verankert:

Im Verlauf unseres 2016 begonnenen Projekts ‚Fachliche und kulturelle Diversität in Schule und Universität‘ im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung etablieren wir in den nächsten Jahren ein Gesamtkonzept von Lehrerbildung an der Universität Bayreuth, das die Diversität von Lernenden – insbesondere hinsichtlich ihrer fachlichen Kompetenzen und ihrer Kulturalität – als Potenzial für Bildungsprozesse an der Universität nutzt.

Künftige Entwicklungen

Für die zweite Förderphase der Qualitätsoffensive bis Ende 2023 bleibt das übergeordnete Ziel erhalten, die *Lehrerbildung als Ganzes unter der Leitidee des reflektierten Umgangs mit fachlicher und kultureller Diversität in Schule und Universität weiterzuentwickeln*. Dazu werden die vielfältigen Prozesse aus der ersten Förderphase fortgeführt und vertieft, aber auch mit neuen Akzenten versehen. Grundlage hierfür ist eine Stärken-Schwächen-Analyse aus dem Jahr 2018, die ihrerseits auf den Ergebnissen der internen Projektevaluation basiert. Ziele für die kommenden Jahre sind eine noch stärkere Einbindung der Fachwissenschaften in die Qualitätsoffensive, eine stärkere Verankerung der Thematik „Inklusion“ in der Lehrerbildung, eine systematischere Reflexion von Erfahrungen aus Schulpraktika der

Studierenden, passgenauere Angebote für Referendare und Seminarlehrkräfte sowie eine inhaltliche und regionale Ausweitung der Schulnetzwerke zur Lehrerfortbildung. Hinzu kommt ab 2020 ein weiterer Programmschwerpunkt im Bereich der beruflichen Bildung. Hierbei werden in Kooperation mit einer „Universitätsberufsschule“ hochschuldidaktische Konzepte weiterentwickelt und genutzt, die universitäre Lehre und Schulpraxis eng verzahnen. Beispielsweise finden reguläre universitäre Lehrveranstaltungen an der Schule statt; dabei werden Phasen der Hospitation im Unterricht, der Reflexion, der theoriebezogenen Vorlesung, der Planung

und der Durchführung von Unterricht kombiniert (vgl. www.bs1-bt.de/allgemeines/unischule).

Literatur

Meyer, H. (2004). *Was ist guter Unterricht?* Berlin: Cornelsen Verlag.

Webseite zur Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Bayreuth: www.zlb.uni-bayreuth.de

Volker Ulm, Universität Bayreuth

E-Mail: volker.ulm@uni-bayreuth.de

Mathematik verbindet

Ein neuer Vernetzungsbereich für das gymnasiale Lehramt im Darmstädter Projekt MINT^{plus} in der Qualitätsoffensive Lehrerbildung

Regina Bruder und Burkhard Kümmerer

Das MINT^{plus}-Projekt an der TU Darmstadt im Überblick

Die TU Darmstadt hat sich mit den im Rahmen der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ geförderten Projekten MINT^{plus} und MINT^{plus}² zum Ziel gesetzt, die beiden Lehramtsstudiengänge Lehramt an Gymnasien (LaG) und Lehramt an beruflichen Schulen (LaB) zu profilieren. Der neue MINT-orientierte Studiengang für LaG hat bereits alle Gremiengänge durchlaufen und ging zum WS 2017/18 an den Start. Zu den innovativen Kernelementen dieses Studiengangs gehört ein verpflichtender *Vernetzungsbereich* im Umfang von 20 LP zur Förderung fachübergreifender und fächerverbindender grundlegender Kompetenzen mit MINT-Bezug, der in diesem Beitrag mit dem dort verankerten neuen Modul „Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften“ näher erläutert werden soll. Weitere Neuentwicklungen in der ersten Projektphase (6/2015–12/2018) waren eine qualifizierte Eignungsberatung (Abbildung 1) und die Einführung einer weiteren Praxisphase an außerschulischen Lernorten (Abbildung 2). In der zweiten Projektphase ab 2019 steht neben der Verstetigung der neuen Studienelemente im LaG aus der ersten Projektphase die Weiterentwicklung des Studiengangs LaB im Zentrum. Gleichzeitig

werden in beiden Studiengängen die neuen Professionalisierungsschienen „Digitalisierung“ und „Heterogenität“ aufgebaut. Die Schiene „Digitalisierung“ konzentriert sich auf die Entwicklung eines schlüssigen, fächerintegrierenden Konzepts zur Förderung digitaler Kompetenzen in der ersten Phase der Lehrerbildung mit Anknüpfungspunkten für die zweite und dritte Phase. In der Heterogenitätsschiene erfolgt die systematische Integration von Heterogenitätsaspekten und Inklusion in die drei verpflichtenden Praxisphasen I bis III für beide Lehramtsstudiengänge (Details siehe https://www.zfl.tu-darmstadt.de/projekte_2/mintplus_/mintplus__startseite.de.jsp). Das Projekt wird von der Erstautorin geleitet.

Das Darmstädter Lehramtsstudium ist mit 5–6 % Studierendenanteil nur ein kleiner Bereich, dem jedoch in den letzten Jahren besondere Aufmerksamkeit zuteil wurde, nicht zuletzt, weil Qualitätsentwicklung und weitere Profilierung im Lehramt die notwendige Unterstützung durch das Präsidium erhielten. So wurde mit Eigenmitteln eine Professur für Chemiedidaktik eingeführt und über die Qualitätsoffensive eine Juniorprofessur mit Tenure Track in der Physikdidaktik eingerichtet. Bis dahin gab es an der TU Darmstadt professorale Fachdidaktiken nur für die Technikdidaktik und in der Mathematik.

Im Teilprojekt „Eignungsberatung“ wurden neue Beratungsinstrumente eingeführt. Zur Verbesserung der Studieneingangsphase wurden fach- und lehramtsspezifische Aufgaben für die angebotenen Unterrichtsfächer erstmals in einem gemeinsamen Online-Self-Assessment (OSA) für alle Lehramtsstudierenden entwickelt sowie ein professionsbezogenes Selbsterkundungsverfahren zur Verfügung gestellt, mit dem individuelle Stärken, Entwicklungspotentiale und Nachholbedarf identifiziert werden können. Weiterhin wurden zwei zentrale Beratungsangebote im Sinne der Eignungsabklärung für Lehramtsstudierende am ZfL aufgebaut: die Kollegiale Fallberatung (KFB) sowie die Peer-Beratung. Die Beratungsangebote sollen die Studierenden bei der frühzeitigen Auseinandersetzung mit den Anforderungen des Lehrberufs unterstützen, Studienabgänge in der Studieneingangsphase

reduzieren und gleichzeitig die Reflexion über die eigenen Voraussetzungen und Kompetenzentwicklungen systematisch anleiten.

Die ersten Evaluationsergebnisse zeigen Veränderungen im Hinblick auf die Nutzung der Beratungsangebote bzw. des Informationsverhaltens, die im Sinne der Ziele der Eignungsberatung interpretiert werden können. Zudem zeigen sich Unterschiede im Informations- und Studierverhalten zwischen den Studierenden der beiden Lehramtsstudiengänge als auch innerhalb der LaG-Studierenden abhängig von den drei Fächerkombinationsgruppen MINT/MINT, MINT/Nicht-MINT und Nicht-MINT/Nicht-MINT. Daraus ergeben sich Optionen für eine fokussierte Anpassung der Beratungsangebote an das Informations- und Lernverhalten.

Abbildung 1. Qualifizierte Eignungsberatung

In Hessen gibt es bisher kein verpflichtendes Praxissemester. Die TU Darmstadt hatte sich an einem hessischen Modellversuch für ein Praxissemester nicht beteiligt, sondern sich bewusst für das Modell gestufter Praxisphasen entschieden. Im Projekt MINT^{plus} wurden die zwei bisher nur wenig verknüpften schulpraktischen Studien I und II mit nun drei aufeinander bezogenen Praxisphasen in eine neue Praxisphasenordnung überführt. Mit der Praxisphase II „Außerschulische Lehrpraktische Studien“ (10 LP) wurde eine komplett neue Praxisphase an einem außerschulischen Lernort entwickelt, in welcher die Studierenden z. B. Fachtutori-

en oder Laborversuche betreuen, als Mentor_innen Studierende in der Studieneingangsphase begleiten oder als Teambegleiter_innen in interdisziplinären Studienprojekten tätig sein können. Insbesondere werden jetzt Lehramtsstudierende im Fach Mathematik auch stärker als Tutor_innen in den Übungen für die Ingenieur_innen eingesetzt. Zentral sind hier die kontinuierliche theoriegestützte Reflexion und Begleitung im *Reflexionsseminar*. Das Führen eines digitalen Kompetenzportfolios verbindet die drei verpflichtenden Praxisphasen miteinander.

Abbildung 2. Praxisphase an außerschulischen Lernorten

Am Studiengang für das Lehramt an Gymnasien sind zehn Fachwissenschaften sowie das Institut für allgemeine Pädagogik und Berufspädagogik beteiligt. Im Studiengang für das Lehramt an beruflichen Schulen kann zwischen acht beruflichen Fachrichtungen und zehn allgemeinbildenden Fächern in Verbindung mit dem Studium der Gesellschafts- und Erziehungswissenschaften gewählt werden.

Ein wichtiges und wirkungsvolles Element des Projekts MINT^{plus} ist die Bildung von Lehrenden-Netzwerken. Gemeinsam mit dem Forum für interdisziplinäre Forschung und dem Zentrum für Lehrerbildung der TU Darmstadt wurde ein Netzwerk Lehr-Lernforschung initiiert, das einen Ort des Austauschs innerhalb der Universität bietet, um Forschungsk Kooperationen und gemeinsame Entwick-

lungsarbeiten anzustoßen sowie die neu eingerichteten Fachdidaktikprofessuren und lehramtsaffine Professuren schrittweise in die lehramtsbezogene interdisziplinäre Forschung und Lehre zu integrieren.

Der Vernetzungsbereich

Die Ausgangslage. Ein typischer Lehramtsstudiengang ruht auf drei Säulen, bestehend aus zwei Fächern und den Grundwissenschaften. Nicht leicht gelingt es in der universitären Praxis, Beziehungen zwischen diesen drei Säulen sichtbar zu machen und damit dem Lehramtsstudiengang eine gewisse Geschlossenheit zu verleihen. Die fachliche Ausbildung im LaG ist meist an die Fachausbil-

derung der Bachelor-Studiengänge angebunden, und so finden sich Studierende des Lehramts im jeweiligen Fach oft zahlenmäßig in der Minderheit und lehramtsspezifische Bedürfnisse finden dann meist keine angemessene Berücksichtigung. Die Ausbildung einer eigenen, auf das Lehramt bezogenen Identität und eines damit verbundenen Selbstbewusstseins werden dadurch erschwert.

Die Maßnahme. Dem soll in Darmstadt mit dem neu geschaffenen *Vernetzungsbereich* entgegen gewirkt werden. Darüber hinaus werden hier fächerübergreifend bildungswissenschaftliche, fachwissenschaftliche und fachdidaktische Kompetenzen gefördert. Mit den Modulen des Vernetzungsbereichs soll in den Fächerkombinationen mit MINT-Fach neben MINT-bezogenen Grundlagen auch eine Horizonterweiterung mit einer geisteswissenschaftlichen Perspektive entwickelt werden, und in den Fächerkombinationen ohne MINT-Fach soll eine Sensibilisierung für Methoden und Werkzeuge im MINT-Bereich erreicht werden.

Der organisatorische Rahmen. Während bisher an der TU Darmstadt im LaG die Veranstaltungen eines jeden der beiden Fächer, inklusive Fachdidaktik, 90 LP und der grundwissenschaftliche Anteil 60 LP umfassten, ist es in einer gemeinsamen Anstrengung aller an der Lehramtsausbildung beteiligten Akteure der Universität gelungen, aus den Fachanteilen jeweils 5 LP und aus den Erziehungswissenschaften 10 LP in einen gemeinsamen 20 LP umfassenden Vernetzungsbereich einzuspeisen, diesen als verpflichtendes neues Studienelement für alle Fächerkombinationen im LaG in den Studienordnungen zu verankern und ihn aufzubauen.

Gegenwärtig umfasst das Angebot des Vernetzungsbereichs folgende Module, jeweils im Umfang von 5 LP:

1. „Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften“, Pflichtmodul für alle Studierenden des gymnasialen Lehramts mit wenigstens einem MINT-Fach¹, sonst Wahlpflichtmodul.
2. „Zentrale Ideen und Werkzeuge MINT^{plus}“, Pflichtmodul für alle Studierenden ohne ein MINT-Fach, sonst Wahlpflichtmodul.
3. „Pädagogisches Verstehen von Naturwissenschaft und nachhaltiger Entwicklung“ (Pflichtmodul).
4. „Medienpädagogik“ (Pflichtmodul).
5. „Fachsprachen MINT^{plus} in mehrsprachigen Klassen“ (Wahlpflichtmodul).
6. „Technikphilosophie“, „Philosophie der Lebenswissenschaften“ (Wahlpflichtmodule).

7. „Digitalität als Praxis der Geisteswissenschaften“ (Wahlpflichtmodul).
8. „Körper und Bewegung – biomechanische und anatomisch-physiologische Aspekte“ (Wahlpflichtmodul).

Die Module 1, 2 und 5 wurden bzw. werden für den Vernetzungsbereich mit Unterstützung des Projekts MINT^{plus} vollständig, die Module 3 und 4 in größerem Umfang neu entwickelt. Zum Modulhandbuch siehe tinyurl.com/yy7om8cf.

Im Rahmen des Fortsetzungsprojektes MINT^{plus}2 werden gegenwärtig zwei weitere Module für den Vernetzungsbereich mit jeweils 5 LP neu entwickelt:

- „Geschichte vernetzt – Vergangenes interdisziplinär erforschen und vermitteln“ (Wahlpflichtmodul).
- „Die experimentellen Methoden der Naturwissenschaften ganzheitlich begreifen und vermitteln“ (Wahlpflichtmodul).

Aus der Arithmetik ergibt sich somit, dass im Vernetzungsbereich drei Pflichtmodule und ein weiteres Wahlpflichtmodul studiert werden.

Das Modul „Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften“

Ziele der Veranstaltung. In allen Naturwissenschaften und weit darüber hinaus ist die mathematische Sprache unentbehrliches Werkzeug zur Formulierung quantitativer Zusammenhänge. Daher drängt es sich geradezu auf, Mathematik als Vehikel für fachübergreifende Bezüge (nicht nur) in den Naturwissenschaften zu nutzen. Diese Vision wird mit dem Modul „Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften“ verfolgt. Es wird vom zweitgenannten Autor mit Unterstützung von M. Sc. Sandra Lang speziell für alle Studierenden des gymnasialen Lehramts entwickelt und durchgeführt. Unter anderem werden hier, über die oben angeführten Ziele des Vernetzungsbereichs hinaus, folgende Ziele verfolgt, wobei teilweise differenziert werden muss zwischen Studierenden, deren Fächerkombination das Fach Mathematik enthält und solchen, bei denen dieses nicht der Fall ist.

Für alle:

- Das Auftreten derselben mathematischen Inhalte in den verschiedenen Fächern erlaubt fachübergreifend Einblicke in andere Fächer und soll damit zur Vernetzung der Fächer beitragen.
- Ein Verständnis der Rolle der Mathematik als Sprache der Naturwissenschaften soll über alle Fächergrenzen hinweg den reflektierten Umgang mit Mathematik unterstützen.

¹ An der TU Darmstadt werden im MINT-Bereich die Fächer Mathematik, Physik, Chemie, Biologie und Informatik angeboten.

- Trotz unterschiedlicher Vorkenntnisse (in einigen naturwissenschaftlichen Fächern werden für Studierende des Lehramts in Darmstadt keine Veranstaltungen zur Mathematik angeboten) sollen durch Variation des Blickwinkels Doppelungen mit anderen Veranstaltungen vermieden werden.
- Es sollen Voraussetzungen geschaffen, Ansatzpunkte bereitgestellt und Anregungen für spätere fächerübergreifenden schulischen Unterricht geliefert werden.

Für Studierende ohne Fach Mathematik:

- Aufbau von mathematischer Anschauung und Verständnis.
- Abbau von Ängsten vor Mathematik.
- Nicht aber: Systematisches Füllen von mathematischen Lücken.

Für Studierende mit Mathematik:

- Verständnis für die Bedeutung und die Anwendungen ihres Faches in den Naturwissenschaften.
- Förderung und Vertiefung des mathematischen Verständnisses durch anschauliche Interpretationen mathematischer Inhalte in naturwissenschaftlichen Kontexten.

Zielgruppe und Format der Veranstaltung. Die Veranstaltung richtet sich an alle Studierenden des gymnasialen Lehramts im ersten Semester. Für solche mit wenigstens einem MINT-Fach ist sie verpflichtend, für die anderen steht sie im Wahlpflichtbereich. Das Modul umfasst eine zweistündige einsemestrige Vorlesung für die gesamte Zielgruppe. Die Übungen werden getrennt für Studierende mit Mathematik und solche ohne Mathematik angeboten, um hier spezifischer entweder vorhandene Kenntnisse zu vertiefen und durch naturwissenschaftliche Beispiele anzureichern oder noch fehlende mathematische Vorkenntnisse gezielter aufzubauen.

Vorbereitungen. Erfahrene Lehramtsstudierende, die neben Mathematik jeweils ein weiteres MINT-Fach studierten, eruierten im Vorfeld in ihren jeweiligen anderen MINT-Fachbereichen bei Studierenden und Lehrenden detailliert, welche mathematischen Inhalte in welchen Veranstaltungen gebraucht werden, welche in eigenen Veranstaltungen bereitgestellt werden und wie der Schwierigkeitsgrad von den Studierenden jeweils eingeschätzt wird. Ergänzt wurden diese Umfragen durch das Studium von Skripten und einschlägiger Lehrbuchliteratur. Begleitend wurde, ebenfalls mit Unterstützung studentischer Hilfskräfte, mit der Erstellung einer Datenbank für Übungsaufgaben begonnen, welche die Verwendung mathematischer Inhalte in den verschiedenen Wissenschaften – geeignet auch für Studierende anderer Fächerkombinationen – illustrieren können. Mit einigem Glück ist es ebenfalls

im Vorfeld gelungen, einen Termin für diese Veranstaltung festzulegen, welcher sich mit keiner regelmäßigen Pflichtveranstaltung aus den beteiligten Fächern überschneidet. Die Veranstaltung wurde erstmalig im WS 2017/18 durchgeführt, die Entwicklungsarbeit soll nach dem dritten Durchgang im WS 2019/20 abgeschlossen werden.

Inhalte. Die Auswahl der Inhalte gestaltet sich entlang der folgenden Vision: Anhand von fachübergreifend relevanten mathematischen Themen werden – im Wechselspiel von Inhalt und Reflexion – Funktionsweise und Bedeutung der Mathematik als gemeinsame Sprache der Naturwissenschaften vermittelt.

Äußerlich betrachtet folgen die Inhalte dem typischen Aufbau einer einführenden mathematischen Vorlesung für Anwender für das erste Semester: Sprachliche Grundlagen, Zahlen, Stetigkeit, wichtige Funktionen, Infinitesimalrechnung, Vektorräume, Wahrscheinlichkeit. Auf einer zweiten Koordinate werden jedoch weitere Aspekte verfolgt wie zum Beispiel: Was zeichnet die naturwissenschaftliche Vorgehensweise aus und welche Rolle spielt die Mathematik dabei? Wie und warum wurde Mathematik zur Sprache der Naturwissenschaften? Was sind die Besonderheiten der mathematischen Sprache? Wie entstehen mathematische Modelle, was sind ihre Möglichkeiten, was ihre Grenzen?

Einige Beispiele mögen dieses Vorgehen verdeutlichen:

- Natürliche Zahlen dienen der Lösung einiger kombinatorischer Probleme, zum Beispiel aus der Physik oder der Vererbung; gleichzeitig wird aber hinterfragt, wie sich der axiomatische Zugang zu den Zahlen, welcher sie ja explizit von jeder Bedeutung frei spricht, zu ihrer Verwendung zur Beschreibung der Natur verhält.
- Reelle Zahlen werden als (unendliche) Dezimalbrüche verstanden (im Unterschied zur axiomatischen Einführung in der Mathematik), Addition und Multiplikation solcher Objekte sind aber nicht ganz so offensichtlich, wie das manchmal suggeriert wird. In welchem Sinn „existieren“ solche Zahlen eigentlich? (Historisch stand diese Frage ihrer Verbreitung lange im Weg.) Und warum ist es sinnvoll, sich auf derartige Schwierigkeiten einzulassen, wenn doch angesichts einer prinzipiell endlichen Messgenauigkeit die rationalen Zahlen zur Naturbeschreibung mehr als ausreichen? In diesem Zusammenhang werden darüber hinaus Fragen zur sinnvollen Genauigkeit bei der Angabe von Größen diskutiert und geübt, ein weiterer Abschnitt widmet sich dem Umgang mit Maßeinheiten.
- Die Begriffe injektiv, surjektiv, bijektiv und die Frage nach der Umkehrfunktion werden entlang

der Frage nach der Auflösbarkeit von Gleichungen entwickelt und an Beispielen aus den Anwendungen illustriert. Gerade die Auflösung von Gleichungen, welche transzendente Funktionen enthalten, gilt in den Naturwissenschaften als schwer.

- Die Verkettung von Funktionen erlaubt es, komplizierte „Formelgebirge“ aufzubauen, und sie umgekehrt in ihre Bestandteile zu zerlegen, zu deuten und den Umgang mit komplexen „Formeln“ zu üben. In diesem Kontext werden auch das Aufstellen von „Formeln“ geübt und, wie auch an anderen Stellen, Fragen der Modellbildung thematisiert.
- Charakterisierungen von Stetigkeit werden aus der Fragestellung heraus entwickelt, welche Eigenschaften eine funktionale Abhängigkeit zwischen Messgrößen besitzen muss, um angesichts der begrenzten Genauigkeit von Messungen die für die Naturwissenschaften unerlässliche Reproduzierbarkeit überhaupt erst zu ermöglichen.
- Das Feld der Logarithmen bietet vielfältige und schöne Möglichkeiten zur Vernetzung der Fächer. Die Definition des Logarithmus als Umkehrfunktion einer Exponentialfunktion ist zwar mathematisch korrekt, aber nicht sehr lebendig. Zehnerlogarithmen, gedeutet als Werkzeug zum Rechnen mit interpolierten Zehnerpotenzen, kommen der Nutzung von Logarithmen in vielen Naturwissenschaften näher und führen zum Umgang mit sehr großen und sehr kleinen Zahlen, zum pH-Wert und zu einer Brücke zur logarithmischen Sinneswahrnehmung, wie sie durch das Weber-Fechner-Gesetz erfasst wird. Die Angabe der Information in Bit ist logarithmisch, ihre Verfeinerung führt auf den Begriff der Entropie in informationstheoretischer Deutung und zu einer weiteren Brücke in die Naturwissenschaften, ihre Deutung als Shannon-Wiener-Index der Biodiversität führt auf einen Begriff, der gegenwärtig in der öffentlichen Diskussion eine wichtige Rolle spielt.
- Die verschiedenen Interpretationen einer Ableitung finden sich auch an vielen Stellen in den Naturwissenschaften. Dort wird man aber auch mit „differenziellen Gleichungen“ wie $dA = -PdV$ (A Arbeit, P Druck, V Volumen) konfrontiert, von denen eine Brücke zum mathematischen Ableitungsbegriff erst einmal geschlagen werden muss und geschlagen wird.

In ähnlicher Weise kann man den gesamten mathematischen Stoff in seiner Vernetztheit mit naturwissenschaftlichen Fragestellungen diskutieren.

Ausblick. Vorlesung, Übungen, vorbereitende Umfragen und hilfreiche Materialien werden nach Abschluss der Entwicklungsphase zu einem Paket

geschnürt und in Buchform veröffentlicht, sodass die Veranstaltung auch anderen Orts und von anderen Personen durchgeführt werden kann.

Über das hier Gesagte hinaus kann auch ein über die Veranstaltung erstelltes kurzes Video einen Eindruck vermitteln, siehe tinyurl.com/y6qdyudw.

Vernetzung des Vernetzungsbereichs

Nachdem die Entwicklung des hier beschriebenen Moduls wie auch die der anderen Module des Vernetzungsbereichs fortgeschritten ist, besteht der nächste Schritt darin, die Veranstaltungen des Vernetzungsbereichs über Fächergrenzen hinweg untereinander zu vernetzen. Das heißt insbesondere: Die Lehrenden dieser Module

- kennen die Inhalte der anderen Module des Vernetzungsbereichs,
- nehmen in den Lehrveranstaltungen aufeinander Bezug,
- kooperieren und unterstützen sich gegenseitig, insbesondere bei Themen fächerübergreifenden Charakters.

Nach etlichen vorbereitenden Gesprächen wurde auf Initiative des zweitgenannten Autors und mit finanzieller Unterstützung des Projektes MINTplus² in einem überaus fruchtbaren und anregenden einhalbtägigen Klausur-Workshop die Vernetzung dieser Module auf den Weg gebracht. Zu unserer eigenen Überraschung konnten über 140 Themen und Fragestellungen identifiziert werden, die sich für bilaterale Kooperationen und Vernetzungen zwischen den neun vertretenen Modulen geradezu anboten. Eine kleine Auswahl aus Sicht des eigenen Moduls mag die Reichhaltigkeit der Möglichkeiten zu sinnvoller Vernetzung wenigstens andeuten (die Namen der Module sind teilweise abgekürzt):

Vernetzung von Mathematik mit dem Modul

- Zentrale Ideen und Werkzeuge: Reelle oder rationale Zahlen, kontinuierliche Beschreibung versus diskrete Modellierung (im Rahmen dieses Moduls wird gegenwärtig das Projekt „To Pixel or not to Pixel“ durchgeführt).
- Pädagogisches Verstehen von Naturwissenschaft: Umgang mit Zahlgrößen im Hinblick auf ihre Bewertung, Prognosekraft und Wirkung in der Kommunikation (im Mathematik-Modul gibt es einen Abschnitt zu Statistiken, ihren Voraussetzungen und sinnvollen Genauigkeiten).
- Medienpädagogik: Analyse von mathematischen YouTube-Videos und Erstellen eines Videos zu Inhalten des Mathematik-Moduls.
- Fachsprachen MINTplus: Mathematik als Beispiel einer Fachsprache: Wie kommt sie zu ihren präzisen Begriffsbildungen? (Ähnliches wird auch im Mathematik-Modul thematisiert).

- Geschichte vernetzt: Für das kommende Wintersemester war für das Mathematik-Modul ein Rundgang durch das hiesige Landesmuseum (eines der letzten Universalmuseen) geplant zu der Frage: Wo lassen sich Bezüge zur Mathematik erkennen? Im Modul „Geschichte vernetzt“ sollen Studierende Rundgänge für Schülerinnen und Schüler unter historischen und wissenschaftsgeschichtlichen Gesichtspunkten erarbeiten. Wir werden diese Einheiten gemeinsam vorbereiten.
- Technikphilosophie: Naturwissenschaftliche versus philosophische Begriffsbildungen, Bedeutung von Exaktheit im jeweiligen Kontext (auch hierzu gab es im Mathematik-Modul schon etliche Bemerkungen).
- Experimentelle Methoden: Dieses in der Physik beheimatete Modul widmet sich der Experimentierkompetenz künftiger Lehrkräfte und dem Erkenntnisgewinn durch Experimente. Schon die Frage „Inwiefern ist eine Formel wahr?“ und Fragen der Modellbildung erlauben vielfältige Bezüge.
- Körper und Bewegung: Die mathematische Modellierung von Bewegungsabläufen und den dabei auftretenden Kräften liefert wunderbare Beispiele für die Interpretation von Funktionsverläufen, von deren Diskussion beide Seiten profitieren.

Über diese und viele weitere bilaterale Vernetzungsmöglichkeiten hinaus tragen eine Reihe von übergreifenden Maßnahmen zur Stärkung der Vernetzung des Vernetzungsbereichs bei:

- Es wurden inzwischen Plattformen eingerichtet zum internen Austausch von Materialien sowie zur Bereitstellung von Materialien für Studierende über die Modulgrenzen hinweg.
- Einige Module enden in Konferenzveranstaltungen zur Präsentation der Ergebnisse, zu denen nun auch Studierende anderer Module eingeladen sind.
- In der hiesigen Universitäts- und Landesbibliothek wird ein eigener Apparat für den gesamten Vernetzungsbereich eingerichtet: Einerseits hat sich herausgestellt, dass verschiedene Module auf teilweise dieselbe Literatur zurückgreifen, andererseits lädt dieser Apparat auch zum Stöbern in der Literatur zu anderen Modulen ein.
- Wir haben einen „Fachexperten-Pool“ mit Lehrenden aus allen Modulen eingerichtet, welche den Studierenden anderer Module bei fächerübergreifenden Themenstellungen beratend zur Seite stehen, so zum Beispiel bei der Analyse oder der Erstellung mathematischer Lehrvideos aus dem Modul „Medienpädagogik“ oder der Analyse von Daten im Modul „Pädagogisches Verstehen von Naturwissenschaft und Nachhaltigkeit“.

Auch in Zukunft wird der intensive Austausch zwischen den Lehrenden der Module bilateral aber auch multilateral auf einem weiteren Workshop im Frühjahr 2020 fortgesetzt werden.

Wir sind dankbar für die finanzielle Unterstützung durch die „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ des Bundesministeriums für Bildung und Forschung, ohne welche diese Maßnahmen zur Verbesserung der Ausbildung unserer zukünftigen Lehrerinnen und Lehrer niemals hätten in die Tat umgesetzt werden können.

Regina Bruder, Universität Darmstadt
E-Mail: r.brueder@math-learning.com

Burkhard Kümmerer, Universität Darmstadt
E-Mail: kuemmerer@mathematik.tu-darmstadt.de

Unified Education: Medienbildung entlang der Lehrerbildungskette

Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung der TU Kaiserslautern

Martin Bracke, Claudia Gómez Tutor, Jochen Kuhn und Stefan Ruzika

Dieser Artikel stellt das Projekt „Unified Education: Medienbildung entlang der Lehrerbildungskette (U.EDU)“ vor. Im Fokus dieses fächerübergreifenden Projekts, das im Rahmen der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ an der Technischen Universität Kaiserslautern durchgeführt wird, steht die Professionalisierung von Lehrkräften im Umgang mit digitalen Medien.

Das Forschungsprojekt U.EDU

Das Projekt „Unified Education: Medienbildung entlang der Lehrerbildungskette (U.EDU)“ der TU Kaiserslautern (TUK) zielt auf die Weiterentwicklung der Lehrerbildung durch ein auf alle Phasen bezogenes Professionalisierungskonzept zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien ab. Im Projekt wird fachbereichsübergreifend an den verschiedenen Themen gearbeitet, wobei auch die externen Kooperationspartner (Netzwerkschulen der TUK, Studienseminare, Pädagogisches Landesinstitut für die Lehrkräftefortbildung) eingebunden werden. Ziel ist es, digitale Medien als Element der Hochschullehre, insbesondere in der universitären Lehramtsausbildung auszubauen und entsprechende Lehrangebote zu erhöhen, Fort- und Weiterbildungsprogramme für die dritte Phase der Lehrkräftebildung weiterzuentwickeln und eine nachhaltige und konsequente Integration und Verwendung digitaler Medien in Forschung und Lehre in allen Fächern zu etablieren.

Insgesamt steht modellhaftes, innovatives Lehren und Lernen mit mobilen, aus dem Alltag bekannten Kommunikationsmedien im Mittelpunkt. Umgesetzt wird dies in 13 Teilprojekten, deren Fokus auf zwei Ergebnisfelder gerichtet ist:

- a. Die Entwicklung und Erprobung von Lehr-Lernkonzepten umfasst deren Erstellung in Kombination mit Material zur Implementierung in bereits bestehende Seminarkonzepte, weiterhin Konzepte für einzelne Unterrichts- und Lehrereinheiten sowie neue Gesamtkonzepte für Seminare. Diese Konzepte und Materialien werden später auf der Plattform TU.L.P. zur Verfügung stehen.
- b. Die technische Entwicklung und Umsetzung sowie die didaktische Entwicklung und Erstellung von Tools und begleitendem Material zielt einerseits auf die Verbesserung des fachwissenschaft-

lichen und des fachdidaktischen Wissens und andererseits auf die Selbstreflexion, vor allem aus der Perspektive der Bildungswissenschaften.

U.EDU bearbeitet daher Forschungs-, Entwicklungs- und Lehrprojekte zum Thema Lehren und Lernen in und mit digitalen Medien, vorrangig im MINT-Bereich. Die Teilprojekte sind auf die drei Arbeitsfelder „Unterrichtskonzepte“, „Ausbildungskonzepte“ und „Fort- und Weiterbildungskonzepte“ verteilt. Das Arbeitsfeld 01 (Unterrichtskonzepte) befasst sich mit der Entwicklung, Implementation und Erforschung von Unterrichtskonzepten und Methoden mit mobilen, digitalen Kommunikationstechnologien. Die entwickelten Konzepte werden im Schulunterricht erprobt und durch begleitende berufsfeldbezogene Forschung flankiert. Zur Initiierung und Unterstützung des Professionalisierungsprozesses werden im Arbeitsfeld 02 (Ausbildungskonzepte) universitäre Ausbildungskonzepte (weiter-)entwickelt, die eine Unterrichtsgestaltung mit digitalen Technologien in den Blick nehmen. Der effektive Medieneinsatz wird unter Aspekten der Professionalisierung in der universitären Lehre weiter erprobt und untersucht. Die Entwicklung von medienbasierten Angeboten im Bereich der Lehrkräftefort- und -weiterbildung steht im Arbeitsfeld 03 (Fort- und Weiterbildungskonzepte) im Zentrum, z. B. die Entwicklung der berufsbiographischen Kompetenzen von Lehrkräften und der fachdidaktischen Kompetenzen zum Lehren und Lernen mit digitalen Kommunikationsmedien.

Insgesamt adressieren die Teilprojekte alle Phasen der Lehrkräftebildung (vertikale Vernetzung). Daneben spielt die interdisziplinäre Kooperation zwischen Fachwissenschaften, Fachdidaktiken und Bildungswissenschaften eine zentrale Rolle (horizontale Vernetzung). Medienbildung wird damit als Quer- und Längsschnittthema strukturell und inhaltlich konsequent in der Lehrkräftebildung verankert.

Im Folgenden werden zwei Teilprojekte exemplarisch herausgegriffen und näher vorgestellt.

Das Projekt „HyperMind“

Das Schulbuch gilt nach wie vor als „Leitmedium“ des Schulunterrichts, mit dem eine große bildungspolitische und gesellschaftliche Relevanz verbunden wird (Bölsterli & Bardy, 2015). Die gezielte

Entwicklung von Schulbüchern ist traditionell ein zentraler Parameter für erfolgreiche Reformen im Bildungssystem (Oelkers, 2010). Allerdings sind herkömmliche Lehrbücher eher träge Medien, die Lernmöglichkeiten einschränken und auf Annahmen entweder der besten durchschnittlichen Schülerin oder des besten durchschnittlichen Schülers basieren. Bis heute fehlt ein adaptives System, das ein mediales, interaktives Schulbuch zu einem intelligenten Schulbuch macht, welches individuelle Bedürfnisse, Kompetenzen und Voraussetzungen berücksichtigt.

HyperMind stellt ein solches „antizipierendes“, digitales Schulbuch dar, das die Lernmaterialien und Instruktionen adaptiv und dynamisch auf einem mobilen Tablet-Computer zur Verfügung stellt. Die statische Struktur des klassischen Buches wird aufgelöst, Buchinhalte werden portioniert und die resultierenden Wissensbausteine assoziativ verlinkt. Zusätzlich werden die Bausteine mit multimedialen Lerninhalten ergänzt, die auf Basis von Aufmerksamkeits(blick-)daten abrufbar sind. Sowohl statische als auch dynamische, multimediale Repräsentationen – wie Geräusche, eingeblendete Bilder oder Filmsequenzen – bereichern damit das individuelle Bearbeiten des Schulbuchinhaltes und vereinen gleichzeitig das Angebot individuellen, adaptiven Lernens mit den Vorzügen verschiedener Medien (z. B. Schrift, Film). Dazu setzt HyperMind an der Mikroebene eines Schulbuches an, die verschiedene Darstellungsformen, sog. multiple externe Repräsentationen (MER), wie z. B. den Schulbuchtext mit einem gewissen Anteil an Fachbegriffen, Formeln, Diagrammen oder Bildern enthält.

Vor allem in mathematisch-naturwissenschaftlichen Schulbüchern sind MER (wie Texte, Diagramme, Formeln, etc.), dynamisch oder statisch, sehr bedeutend, deren wichtige Rolle für naturwissenschaftliches Denken und Lernen für die Naturwissenschaften (allgemein: Tytler et al., 2013; Biologie: Tsui & Treagust, 2013; Chemie: Gilbert & Treagust, 2009; Physik: Docktor & Mestre, 2014; Treagust et al., 2017) sowie für die Mathematik (Even, 1998) gut belegt ist. Insbesondere hat der kompetente Umgang mit MER große Bedeutung z. B. für konzeptuelles Verständnis (Van Heuvelen & Zou, 2001; Hubber et al., 2010), „construction and reconstruction of meaning“ (Opfermann et al., 2017), schlussfolgerndes Denken („reasoning“, Van Heuvelen, 1991; Plötzner & Spada, 1998; Verschaffel et al., 2010), Problemlösen (Kohl & Finkelstein, 2005; Verschaffel et al., 2010) und Kreativität (Schnotz, 2010). Vor diesem Hintergrund wird deutlich, warum diese Kompetenz für MINT-Fächer allgemein als notwendige Bedingung für die Bildung eines tieferen Verständnisses (diSessa, 2004; Kohl & Finkelstein, 2005) diskutiert wird. Etkina et al. (2006) nennen

sie sogar als erste von sieben disziplinspezifischen Fähigkeiten, die ausgebildet werden sollten. Der großen Bedeutung des Lernens mit MER stehen Forschungsbefunde entgegen, die darauf hinweisen, dass kompetenter Umgang mit Repräsentationen eine erhebliche Schwierigkeit für Lernende darstellt (Ainsworth et al., 2002). Empirische Belege hierfür gibt es von der Primarstufe (Ainsworth et al., 2002) über die Sekundarstufen (Scheid et al. 2017) bis zum universitären Niveau (Nieminen et al. 2010). Vor diesem Hintergrund einer zugleich zentralen wie schwierig zu erwerbenden Voraussetzung fachspezifischen Denkens fokussiert HyperMind auch darauf, ob und in welchem Umfang der Erwerb von Repräsentationskompetenz durch eine sensorbasierte, dynamisch-adaptive, individuelle Bereitstellung adäquater Darstellungsformen gefördert werden kann. Dieses Potenzial lässt sich kognitionspsychologisch durch das DeFT-Framework (Design, Function, Tasks; Ainsworth, 2002) und die Cognitive Theory of Multimedia Learning (CTML; Mayer, 2009) begründen, die Lernen als Integrationsprozess von visuell-bildhaften und textbasierten Informationen in eine kohärente mentale Struktur versteht.

HyperMind arbeitet mit Aktivitätserkennung bei Schülerinnen und Schülern (z. B. Erkennung von Arbeitsbelastung, Über- oder Unterforderung, Verständnisproblemen und Interesse) und bietet damit die Möglichkeit, dynamisch generierte Inhalte individuell sowie kontextoptimiert zur Verfügung zu stellen. Zudem lassen sich Wirkungsgrad von und Nachfrage nach bestimmten Inhalten auf diese Weise verifizieren. Zentraler Sensor für die Aktivitätserkennung ist ein Eye-Tracker zur Erfassung der Blickposition und der sakkadischen Blickpfade der Lernenden. Daneben kommen auch ein Sensorstift zur Repräsentationserkennung, eine Wärmebildkamera zur validierten Identifikation kognitiver Belastung, Smartwatches zur Messung von Pulsfrequenzen und HMD (Head-Mounted Display) für Instruktionen zum Einsatz.

Die Integration und Präsentation dieser multimedialen Inhalte erfolgt dabei unter Berücksichtigung der CTML. Durch aktive Informationsverarbeitung sollen die kohärente Verwendung und die Konstruktion multipler mentaler Repräsentationen gefördert werden. Der kompetente Umgang mit solchen multiplen Repräsentationen wie Bildern, Diagramme, Formeln und Vektoren, also die Fähigkeiten externe Darstellungsformen zu interpretieren, selbstständig zu erzeugen und zwischen verschiedenen Darstellungen flexibel und zielgerichtet zu wechseln (De Cock, 2012), werden unter dem Begriff der (konzeptionellen) „Repräsentationskompetenz“ zusammengefasst (Kohl & Finkelstein, 2005; Rau, 2017; Klein et al., 2017).

Die Entwicklung eines antizipierenden Schulbuchs weist auf die Möglichkeiten hin, individualisierte Lernprozesse und die Entwicklung von Repräsentationskompetenz zu gestalten und damit die Qualität von Unterricht zu erhöhen. Dies zeigt gleichzeitig auf, welche Herausforderungen sich auf der Ebene der Unterrichtsentwicklung ergeben und macht deutlich, wie wichtig eine Kompetenzentwicklung in allen drei Phasen der Lehrkräftebildung ist.

Das Projekt „MINTerdisciplinarity“

Das Projekt MINTerdisciplinarity aus dem Arbeitsfeld 02, „Ausbildungskonzepte“ zielt auf eine verbesserte Vorbereitung von Lehramtsstudierenden der TUK sowie von Lehrerinnen und Lehrern auf interdisziplinäre MINT-Projekte. Teilnehmerinnen und Teilnehmer können MINT-Modellierungsprojekte planen und anschließend mit Schülerinnen und Schülern an Schulen in Rheinland-Pfalz umsetzen.

Ausgangspunkt für das Projekt waren die Erfahrungen aus vielen Modellierungsprojekten, die am Fachbereich Mathematik der TUK durch das Kompetenzzentrum für mathematische Modellierung in MINT-Projekten in der Schule (KOMMS) durchgeführt wurden – und viele Gespräche mit und Rückmeldungen von Lehrkräften: Komplexe Modellierungsprojekte mit offenen, realen Fragestellungen können von Schülerinnen und Schülern erfolgreich bearbeitet werden. Dabei wird der hohe Realitätsgrad als motivierend und die Komplexität sehr oft als herausfordernd und spannend wahrgenommen. Lehrkräfte beobachten die zumeist sehr positiven Ergebnisse und Rückmeldungen der Schülerinnen und Schüler und sehen auch einen Gewinn in dieser Art der Arbeit. Allerdings trauen sich sehr viele Lehrkräfte nicht zu, komplexe und offene Fragestellungen selbst in ihrem Unterricht zu nutzen und zu betreuen. Noch weniger sehen sie sich selbst in der Lage, derartige Fragestellungen zu entwickeln und in eigenen Projekten in der Schule umzusetzen. Zwei wesentliche Ziele von MINTerdisciplinarity waren daher, zum einen Gründe für die geschilderten Schwierigkeiten zu finden und zum anderen, geeignete Maßnahmen zur Überwindung der Hemmnisse zu entwickeln und zu erproben.

Das Grundkonzept von MINTerdisciplinarity besteht aus zweitägigen Fortbildungsveranstaltungen beziehungsweise einer äquivalenten, siebenwöchigen Seminarreihe mit Sitzungen à 90 Minuten Länge, in denen Studierende und Lehrkräfte sowohl inhaltlich als auch methodisch auf die Umsetzung eines oder mehrerer MINT-Projekte an Schulen mit Schülerinnen und Schüler der Klassenstufe 10 bis 13 vorbereitet werden. Durch die Aufbereitung

der Vorbereitungsseminare mit Studierenden und Lehrkräften wird auch eine Verknüpfung zwischen der ersten und dritten Phase der Lehrerbildung ermöglicht – mit dem Ziel, dass Studierende einen Einblick in den Schulalltag erhalten und Lehrkräfte zusammen mit Studierenden tiefergehende inhaltliche Fortbildungsinhalte gemeinsam für Schülerinnen und Schüler aufarbeiten und umsetzen. Während der Seminare und Fortbildungen werden den Teilnehmenden die interdisziplinären Hintergründe vorgestellt, die ihnen oft nicht (vollständig) bekannt sind. Weiter werden verschiedene Möglichkeiten aufgezeigt, wie sie Smartphones, Tablets, oder Laptops einsetzen können, um interdisziplinäre MINT-Projekte für Schülerinnen und Schüler abwechslungsreich und praxisnah zu gestalten. Als ein Beispiel für ein solches interdisziplinäres MINT-Projekt dient hierbei die Untersuchung der Funktionsweise eines Segways: Der Regelungsprozess eines Segways wird dabei zunächst physikalisch beschrieben. Anschließend gelangt man – ausgehend von der physikalischen Beschreibung – zu einem mathematischen Modell, in dem anschließend verschiedene Konzepte zur Regelung getestet und Lösungskriterien für die mathematische Regelung erarbeitet werden. Optional kann das Projekt durch eine anschließende praktische Regelung eines selbstgebaute Lego Mindstorms® Segways abgerundet werden.

Innerhalb des Projekts zur Regelung eines Segways zeigt sich oft der Einsatz von GeoGebra-Simulationen als gewinnbringend, um den beobachteten Regelungsprozess des Segways rekonstruieren zu können. In einem nächsten Schritt besteht die Möglichkeit, einen Lego Mindstorms® Segway zu konstruieren und mit Hilfe verschiedener Softwaremöglichkeiten so zu programmieren, dass dieser sich in seiner Ruhelage stabilisiert. Somit kann eine Verknüpfung zwischen der Simulation und dem realen Regelungsprozess am Beispiel des Lego Mindstorms® Segways verwirklicht werden, die sehr wichtig für ein tiefes Verständnis der beteiligten Konzepte ist. Weiterhin können innerhalb des Projekts mit Hilfe der App „Viana“ auf Tablet-PCs verschiedene Bewegungsprozesse des Segways, beispielsweise das Fahren entlang einer Kurve oder eines Kreises videographiert werden. Anschließend werden die über eine Farb- oder Bewegungserkennung generierten Daten mathematisch und physikalisch analysiert. Durch den Einsatz von digitalen Medien werden so verschiedene interdisziplinäre MINT-Projekte zum Kontext Segway ermöglicht, die in unterschiedlichen Klassenstufen unterrichtet werden können. Die Erfahrung während der Projektlaufzeit hat gezeigt, dass insbesondere die Kooperation zwischen Lehramtsstudierende und den im Beruf stehenden Lehrkräften für beide Sei-

ten auf verschiedenen Ebenen sehr gewinnbringend war.

Im Rahmen der in das Projekt integrierten Forschungsarbeit wurde eine Interviewstudie mit 13 Teilnehmenden durchgeführt (10 Lehrkräfte sowie 3 Lehramtsstudierende), um die Wirksamkeit der zweitägigen Fortbildung bezüglich der Umsetzung von interdisziplinären MINT-Projekten zu erforschen. Dabei konnten Gelingensfaktoren für eine erfolgreiche Umsetzung extrahiert werden. Die Forschungsergebnisse werden im Rahmen einer Dissertation im Sommer 2019 veröffentlicht.

Weiterführung der Forschung: U.EDU-2

Im Fokus von U.EDU-2 steht die Weiterentwicklung und Umsetzung eines Medienbildungskonzepts zum Aufbau von Medienkompetenzen bei Lehrenden und Lernenden und zur Verbesserung von Lehr-Lernangeboten durch den Einsatz von digitalen Medien. Das Konzept basiert auf der „Strategie der Kultusministerkonferenz – Bildung in einer digitalen Welt“. Medienbildung meint in diesem Zusammenhang die aktive Auseinandersetzung mit Medien, in dessen Verlauf eine kritisch-reflexive Haltung zu Medien und ihrem Einsatz gegenüber eingenommen wird.

Hiervon ausgehend zielt U.EDU-2 darauf ab, das Lehren und Lernen mit digitalen Medien auszubauen, entsprechende Lehrangebote für Schule, Unterricht und Lehrkräftebildung zu entwickeln sowie eine forschungsorientierte Evaluation durchzuführen. Zentral sind auch hier wieder die Entwicklung, Implementation und Erforschung von Unterrichts- und Lehrkonzepten sowie Methoden mit digitalen Kommunikationstechnologien. Die unter Studierendenbeteiligung entwickelten Konzepte sind interdisziplinär angelegt und werden im Schulunterricht erprobt und durch begleitende berufsfeldbezogene Forschung flankiert. Ziele sind u. a. die Entwicklung eines adaptiven Lern- und Diagnosesystems für den Bereich Analysis in der Sekundarstufe II zur Unterstützung eines differenzierenden Unterrichts sowie für die universitäre Lehramtsausbildung sowohl die Entwicklung und Erprobung von Lehrkonzepten zur Erstellung individualisierter digitaler Arbeitsblätter für naturwissenschaftliche Unterrichtsfächer als auch den Aufbau von Kompetenzen zum Umgang mit einem antizipierenden Schulbuch bzw. zur Interpretation multipler Datenquellen im naturwissenschaftlichen Unterricht.

Das Projekt „HyperMind2“

HyperMind bietet antizipierende Lehrtexte an, die sich nach den Bedürfnissen und Interessen der Lernenden richten, welche sensorbasiert erfasst wer-

den. Als Sensoren werden Eye-Tracker für die Blickverfolgung und Thermalkameras zur Erfassung der Belastung/Anstrengung genutzt. Bisher standen bei HyperMind Fragen zur Praktikabilität, Nutzerverhalten und die Untersuchung der Lernwirksamkeit gegenüber traditionellen (nicht-adaptiven) Lehrtexten auf Schülerebene im Physikunterricht der 8. und 10. Klassen im Vordergrund, die positiv beantwortet wurden (Ishimaru, 2018). Im Folgeprojekt HyperMind2 wird es erstens darum gehen, fachübergreifende Inhalte für Mathematik sowie für jüngere Lernende der 5. und 6. Jahrgangsstufen im Fach Naturwissenschaften (Nawi) zu entwickeln und zweitens die Daten der Lernenden in Echtzeit der Lehrkraft bereitzustellen, sodass diese individuelle Lernfortschritte verfolgen und Interventionsmaßnahmen einleiten kann.

Das Einsatzszenario wird damit realitätsnäher gestaltet, Studien im Klassenverband werden möglich. Neben der technischen Umsetzung, Daten mehrerer Nutzer zeitsynchron auf einen zentrales Gerät zu übertragen, besteht die fachdidaktische Aufgabe darin, (angehende) Lehrkräfte bzgl. der Interpretation und dem Umgang mit den dargebotenen Daten zu schulen. Damit schließt HyperMind2 die Lehrkraft als wichtige Zielgruppe in die Wirksamkeitsuntersuchungen ein und knüpft an dem allgemeinen Ziel an, digitale Medien im Bildungsbereich gewinnbringend zu integrieren. In der universitären Lehrkräfteausbildung ist das Projekt dabei curricular verankert, wobei zudem auch 1-tägige Lehrerfortbildung angeboten werden. Um die technologischen Rahmenbedingungen zu gewährleisten finden die zugehörigen Seminare im Immersive Quantified Learning Lab des Deutschen Forschungszentrum für Künstliche Intelligenz (<http://iql-lab.de/>) statt. Die Einbindung in die Lehrkräftebildung erfolgt nach dem TPACK-Ansatz (Koehler & Mishra, 2006) und dem EU-DigiComp Rahmen (EU, 2017). Folgende Fragestellungen stehen dabei im Zentrum: Wie müssen sensorbasierte Messdaten aufbereitet werden, um eine bestmögliche Interpretationsgelegenheit für Lehrkräfte zu gewähren? Welche Rückschlüsse lassen sich aus den im Klassenverband gesammelten Daten auf die Lerngruppe resp. auf Individuen ziehen und wie reagieren Lehrkräfte auf das Datenangebot?

Das Projekt „MALOM“

Adaptive Lernsysteme für das Fach Mathematik sind in den letzten Jahren teils mit erheblichem Aufwand weiterentwickelt worden und drängen auf den internationalen (kommerziellen) Bildungsmarkt. Diese computergestützten Systeme versprechen individuelle Bildungspfade, die auf die Bedürfnisse des Lernenden zugeschnitten sind: Sie

analysieren die Entwicklung des Lernenden, passen sich an, geben Rückmeldung über den Lernfortschritt und bieten vielfältige Hilfestellungen an. Wesentliche Kennzeichen solcher Lernsysteme sind Adaptivität, Flexibilität, Diagnosefähigkeit sowie die Möglichkeit der Automatisierung. Verlässliche Daten zur tatsächlichen Verbreitung solcher Systeme sind rar, aber es ist anzunehmen, dass im Zuge der Digitalisierung auch adaptive Lernsysteme eine größere Bedeutung und Verbreitung erlangen werden. Es gibt einige größere Untersuchungen, die bestätigen, dass durch den Einsatz von adaptiven Lernsystemen Lernleistungen in einem Vergleichszeitraum höher ausfallen können.

Adaptive Lernsysteme enthalten bislang vorwiegend Aufgaben mit eindeutigen Lösungswegen und Antworten, vorwiegend für die Klassenstufen 5 bis 10, die meist einem Kalkül folgen. Es werden selten komplexere Situationen (z. B. offene Aufgaben mit mehreren Lösungswegen) erfasst, in denen beispielsweise mathematisches Argumentieren, Modellieren und Kommunizieren oder die Verwendung unterschiedlicher mathematischer Darstellungen verlangt werden. Das Feedback von und die Interaktion mit Lehrkräften ist bei der Beurteilung der Schülerleistungen wenig gefragt.

Im Projekt „Multikriterielle adaptive Lernsysteme für offene Mathematikaufgaben (MALOM)“ werden existierende Systeme genauer untersucht und neue Einsatzmöglichkeiten getestet. Ziel ist es, die Grundlage für die Entwicklung eines Systems zu schaffen, das über die gängigen, regel- oder syntax-basierten Systeme hinausgeht. Die Eignung und die Grenzen existierender adaptiver Systeme, komplexere mathematische Fragestellungen einzubeziehen, werden zunächst genauer untersucht. Unter Berücksichtigung von Methoden der multikriteriellen Entscheidungstheorie, wie sie in vielen komplexen Situationen bereits jetzt schon eingesetzt werden, werden dann komplexere Bewertungsschemata abgebildet. Eine prototypische Konzeption eines neuartigen Systems, das auf einem graphtheoretisch-motivierten Ähnlichkeitsbegriff basiert, nutzt dann diese Methoden um die nächste Generation von adaptiven Lernsystemen vorzubereiten.

Verstetigung der Projektziele

Die Projektaktivitäten sind auf Nachhaltigkeit angelegt, d. h. die entwickelten Konzepte, Materialien und Tools fließen in den Regelbetrieb von Schule, Studienseminaren und Universität ein. Dies wird dadurch gewährleistet, dass Entwicklung und Test von Tools und Konzepten in enger Kooperation mit Netzwerkschulen, Studienseminaren und dem Pädagogischen Landesinstitut geschehen. Zudem

schaffen die phasenübergreifenden Kooperationen und die vorhandenen Netzwerkschulen die Voraussetzung für die nachhaltige Implementierung der Projektergebnisse an der Universität und in der (Schul-)Praxis, u. a. durch Lehrkräftefortbildungen. Mit MINTerdisciplinary wird hierdurch die mathematische Modellierung gestärkt, die Lehrkonzepte der Physik schaffen einen neuen Zugang zu diesem naturwissenschaftlichen Fach. Alle erstellten Materialien, Tools und Konzepte werden auf der sich in Entwicklung befindlichen Lehrerbildungs-Plattform TU.L.P. zur Verfügung gestellt und sind somit öffentlich zugänglich. Die Aktivitäten im Bereich der interdisziplinären MINT-Projekte und der mathematischen Modellierung fließen zudem in die Arbeit der wissenschaftlichen Einrichtung KOMMS des Fachbereichs Mathematik der TUK ein. KOMMS veranstaltet jedes Jahr etliche Modellierungstage und -wochen in Kooperation mit Schulen und Studienseminaren und trägt somit wesentlich zur Verbreitung der Projektergebnisse in der Praxis bei.

Gerade die Einbeziehung der Netzwerkschulen des TU-Net MINT schafft die Voraussetzung für die nachhaltige Implementierung der Projektergebnisse zum Lehren und Lernen mit digitalen Medien in der (Schul-)Praxis. An diesen Kooperationen wird angesetzt, um mit der Expertise im Bereich der Digitalisierung weitere aktuelle Herausforderungen für Schule und Unterricht, aber auch für die Lehrkräftebildung anzugehen. Gemeinsam mit den Netzwerkschulen werden die Maßnahmen evaluiert, weiterentwickelt und in den Regelunterricht implementiert.

Die bereits etablierten Kooperationen mit den Studienseminaren und dem Pädagogischen Landesinstitut ermöglichen es, die phasenübergreifende Zusammenarbeit auf der Grundlage der Erfahrungen mit bereits durchgeführten Lehrkräftefortbildungen (in Kooperation mit dem PL) und Fortbildungen für Referendar*innen und Fachleiter*innen (in Kooperation mit den Staatlichen Studienseminaren) auszubauen. Auf diese Weise kann der Ergebnistransfer im Bereich der Fort- und Weiterbildungskonzepte optimiert werden.

Die vorhandene interdisziplinäre Zusammenarbeit im Zentrum für Lehren und Lernen mit digitalen Medien (digitaLLZ) der TUK ist Grundlage dafür, dass der Transfer von Projektergebnissen aller Arbeitsfelder und der Austausch von Lehr-/Lernkonzepten und Materialien zu anderen Fachwissenschaften und den Kooperationspartnern möglich ist.

Literatur

Ainsworth, S. E., Bibby, P.A., & Wood, D. J. (2002). Examining the effects of different multiple representational

- systems in learning primary mathematics. *Journal of the Learning Sciences*, 11, 25–61.
- Bölsterli, & Bardy, K. (2015). *Kompetenzorientierung in Schulbüchern für die Naturwissenschaften aufgezeigt am Beispiel der Schweiz*. Heidelberg: Springer Spektrum.
- De Cock, M. (2012). Representation use and strategy choice in physics problem solving. *Phys. Rev. ST Phys. Educ. Res*, 8(2), 020117.
- diSessa, A.A. (2004). Metarepresentation: native competence and targets for instruction. *Cognition and Instruction*, 22(3), 293–331.
- Docktor, J. L., & Mestre, J.P. (2014). Synthesis of discipline-based education research in physics. *Physical Review Special Topics Physics Education Research*, 10(2), 020119.
- Etkina, E., Van Heuvelen, A., White-Brahmia, S., Brookes, D.T., Gentile, M., Murthy, S., Rosengrant, D., & Warren, A. (2006). Scientific abilities and their assessment. *Physical Review Physics Education Research*, 2(2), 020103-1–020103-15.
- EU (2017). Digital Competence of Educators (DigCompEdu). Verfügbar unter: https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/digcompedu_overview_-_german.pdf. Zuletzt geprüft am 26. 8. 2017.
- Even, R. (1998). *Factors involved in linking representations of functions*. *Journal of Mathematical Behaviour*, 17, 105–121.
- Gilbert, J. K., & Treagust, D. (Hrsg.) (2009). *Multiple representations in chemical education*. The Netherlands: Springer.
- Hubber, P., Tytler, R., & Haslam, F. (2010). Teaching and learning about force with a representational focus: pedagogy and teacher change. *Research in Science Education*, 40(1), S. 5–28.
- Klein, P., Müller, A., & Kuhn, J. (2017). KiRC inventory: Assessment of representational competence in kinematics. *Physical Review Physics Education Research*, 13(1), 010132
- Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? *Contemporary issues in technology and teacher education*, 9(1), 60–70.
- Kohl, P.B., & Finkelstein, N.D. (2005). Student representational competence and self-assessment when solving physics problems. *Physical Review Physics Education Research*, 1(1), 10104.
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia learning* (2. Aufl.). New York: Cambridge University Press.
- Nieminen, P., Savinainen, A., & Viiri, J. (2010). Force concept inventory-based multiple-choice test for investigating students' representational consistency. *Physical Review Special Topics – Physics Education Research*, 6 (2), 020109.
- Oelkers, J. (2010). *Was entscheidet über Erfolg oder Scheitern von Bildungsreformen?* Vortrag auf der Tagung „Schule neu denken!“ am 20. November 2010 in der Pädagogischen Hochschule Bern. <http://www.ife.uzh.ch/dam/jcr:00000000-4a53-efca-0000-0000ofdb36a7/BernBildungsreformen.pdf> [01/2017].
- Opfermann, M., Schmeck, A., & Fischer, H. (2017). Multiple representations in physics and science education – why should we use them? In D. Treagust, R. Duit & H. Fischer (Hrsg.), *Multiple representations in physics education*. Dordrecht: Springer.
- Plötzner, R., & Spada, H. (1998). Constructing quantitative problem representations on the basis of qualitative reasoning. *Interactive Learning Environments*, 5, 95–107.
- Rau, M.A. (2017). Conditions for the effectiveness of multiple visual representations in enhancing STEM learning. *Educational Psychology Review*, 29(4), 717–761.
- Scheid, J., Müller, A., Hettmansperger, R., & Kuhn, J. (2017). Erhebung von repräsentationaler Kohärenzfähigkeit von Schülerinnen und Schülern im Themenbereich Strahlenoptik. *Zeitschrift für Didaktik der Naturwissenschaften*, 23, 181–203.
- Schnotz, W. (2010). Reanalyzing the expertise reversal effect. *Instructional science*, 38(3), 315–323
- Treagust, D., Duit, R., & Fischer, H. (Hrsg.) (2017). *Multiple representations in physics education*. Dordrecht: Springer.
- Tsui, C., & Treagust, D. (Hrsg.) (2013). *Multiple representations in biological education*. Dordrecht: Springer.
- Tytler, R., Prain, V., Hubber, P., & Waldrip, B. (Hrsg.) (2013). *Constructing representations to learn in science*. Rotterdam: Sense.
- Van Heuvelen, A., & Zou, X. (2001). Multiple representations of workenergy processes. *American Journal of Physics*, 69, 184.
- Van Heuvelen, A. (1991). Learning to think like a physicist: A review of research-based instructional strategies. *American Journal of Physics*, 59, 891–897.
- Verschaffel, L., De Corte, E., de Jong, T., & Elen, J. (2010). *Use of external representations in reasoning and problem solving*. New York: Routledge.

Martin Bracke, TU Kaiserslautern
E-Mail: bracke@mathematik.uni-kl.de

Claudia Gómez Tutor, TU Kaiserslautern
E-Mail: cgomez@zfl.uni-kl.de

Jochen Kuhn, TU Kaiserslautern
E-Mail: kuhn@physik.uni-kl.de

Stefan Ruzika, RU Kaiserslautern
E-Mail: ruzika@mathematik.uni-kl.de

Unterstützungsmaßnahmen aus dem Projekt MoSAiK

Förderung professioneller Kompetenzen von Mathematik-Lehramtsstudierenden im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Koblenz-Landau

Heiner Klock, Jennifer Lung, Katharina Manderfeld und Hans-Stefan Siller

Das Projekt MoSAiK¹ – Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung (Kauertz & Siller, 2016) – an der Universität Koblenz-Landau hat das Ziel, die universitäre Lehramtsausbildung zu verbessern. Das Projekt setzt sich aus 17 Teilprojekten unterschiedlichster Disziplinen zusammen und wird standortübergreifend an beiden Campus der Universität Koblenz-Landau durchgeführt. Es adressiert Studierende aller in Rheinland-Pfalz geführten Schularten (Grundschule, Förderschule, Realschule Plus, Gymnasium und Berufsbildende Schule). Nach Abschluss der ersten Förderphase wird das Projekt ab Juli 2019 in der zweiten Förderphase der Qualitätsoffensive Lehrerbildung fortgesetzt (Juchem-Grundmann & Kauertz, 2019).

Durch eine systematische Schulpraxiseinbindung und Stärkung der Selbstreflexivität sollen professionelle Kompetenzen von Lehramtsstudierenden gefördert werden. Kompetenzen werden im Projekt als „kontextspezifische kognitive Leistungsdispositionen“ (Hartig & Klieme, 2006, S. 128) und „die damit verbundenen motivationalen, volitionalen und sozialen Bereitschaften und Fähigkeiten“ (Weinert, 2001, S. 27f) verstanden. Baumert und Kunter (2006) unterscheiden zudem zwischen

deklarative[m] und prozedurale[m] Wissen (Kompetenzen im engeren Sinne: Wissen und Können); professionellen Werten, Überzeugungen, subjektiven Theorien, normativen Präferenzen und Zielen; motivationalen Orientierungen sowie metakognitiven Fähigkeiten und Fähigkeiten professioneller Selbstregulation (S. 481).

Am Campus Koblenz wurden in der ersten Projekt-Phase drei mathematikdidaktische Teilprojekte umgesetzt: „Berufsrollenreflexion und persönliche Entwicklung von Mathematiklehramtsstudierenden“, „Heterogenität als Ausgangspunkt zur Professionsentwicklung“ sowie „Lehr-Lern-Labore für eine praxisnahe forschungsbezogene Lehrer/innen-Ausbildung“. Alle drei Projekte orientieren sich in ihrer theoretischen Ausgestaltung an der o.g. Konzeptualisierung professioneller

Kompetenzen. Für mathematikdidaktische Lehrveranstaltungen werden Maßnahmen zur Förderung unterschiedlichster Aspekte und Facetten der professionellen Kompetenz von Mathematik-Lehramtsstudierenden entwickelt, integriert und evaluiert.

Im Teilprojekt „Lehr-Lern-Labore für eine praxisnahe forschungsbezogene Lehrer/innen-Ausbildung“ sollen Aspekte professioneller Kompetenz der Studierenden in Bezug auf das Lehren mathematischen Modellierens handlungsorientiert vernetzt werden. Dieses Teilprojekt ist dem Schwerpunkt *Gestaltung und Analyse von Lehr-Lern-Prozessen* zugeordnet. Die beiden anderen mathematikdidaktischen Teilprojekte bilden den Schwerpunkt *Phasenübergreifende Entwicklung professioneller Kompetenzen*. Zentrale Anliegen sind dabei die systematische Begleitung und individuelle Unterstützung der Studierenden. In einem Teilprojekt werden zur Förderung der Selbstreflexivität gezielte Reflexionsanregungen hinsichtlich zukünftiger beruflicher Anforderungen entwickelt, zu verschiedenen Zeitpunkten in die Ausbildung integriert und evaluiert. Während sich dieses Teilprojekt auf die studentische Reflexion der Berufsrolle einer Mathematiklehrkraft konzentriert, fokussiert das zweite Teilprojekt dieses Schwerpunkts die Reflexion und Entwicklung des mathematischen Fachwissens von Studierenden während des Lehramtsstudiums.

Berufsrollenreflexion und persönliche Entwicklung von Mathematiklehramtsstudierenden

Um die Studierenden in ihrer professionellen Entwicklung verstärkt zu begleiten und zu unterstützen, beschäftigt sich ein Teilprojekt mit der „Berufsrollenreflexion und persönliche[n] Entwicklung von Lehramtsstudierenden“ (Siller & Manderfeld, 2016). Zur theoretischen Annäherung an die Berufsrolle einer Mathematiklehrkraft wurde sich an kompetenztheoretischen Arbeiten orientiert, die es unter anderem zum Ziel haben, von Lehrkräften benötigte Wissensfacetten zu definieren (Terhart, 2011, S. 207).

¹ Das Projekt MoSAiK der Universität Koblenz-Landau wird durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung im Rahmen der gemeinsamen Qualitätsoffensive Lehrerbildung von Bund und Ländern gefördert.

Tabelle 1. Phasen der Berufsrollenreflexion

Phase	Bezugskategorie nach Helmerich und Hoffart (2014)	Intention nach Korthagen (2002)
1. Bearbeitung eines Fragebogens zu den einzelnen Aspekten der Berufsrolle	die eigene Person	Bewusstwerden mentaler Strukturen
2. Erhalt einer individuellen Rückmeldung auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse	die Wissenschaft	Bewusstwerden mentaler Strukturen, kritische Analyse dieser
3. Gesprächsrunde mit Vertretern der schulischen Praxis (Lehrkräfte bzw. Auszubildende eines Studienseminars)	die Praxis	Bewusstwerden mentaler Strukturen, kritische Analyse dieser

Mit der Beschreibung des von Lehrkräften benötigten Wissens, welches in unterschiedliche Bereiche unterteilt werden kann, wird gleichzeitig deutlich, dass Lehrkräfte in besonderer Weise auf [zumindest theoretisch] voneinander unterscheidbaren Ebenen agieren, welche [...] somit Grundlage für die Definition von Teilrollen sein können (Manderfeld, 2018, S. 115).

Das Kompetenzmodell des Forschungsprogramms COACTIV (Baumert & Kunter, 2011, S. 32) wurde herangezogen, um ein Modell für die Berufsrolle einer Mathematiklehrkraft abzuleiten. Damit umfasst das Modell der Berufsrolle „Mathematiklehrkraft“ neben Überzeugungen, Werthaltungen, Zielen, motivationalen Orientierungen und Aspekten der Selbstregulation auch einzelne Professionsrollen, die aus den Kompetenzbereichen des COACTIV-Modells hergeleitet wurden.

Auf Basis dieses Modells der Berufsrolle wurden Reflexionsprozesse in die universitäre mathematische Lehrerausbildung integriert. Helmerich und Hoffart (2014) formulieren drei Bezugskategorien für Reflexionsprozesse innerhalb der Lehrerausbildung²: So können die Wissenschaft, die Praxis oder auch die Person selbst als Bezugsrahmen der Reflexion dienen (S. 516). „Eine der bedeutsamsten Reflexionsfunktionen ist die, Lehrern zu helfen, sich ihrer mentalen Strukturen bewusst zu werden, sie einer kritischen Analyse zu unterziehen und, falls notwendig, sie zu restrukturieren“ (Korthagen, 2002, S. 55). Während die Restrukturierung nicht explizit angesprochen wird, konzentriert sich die umgesetzte Reflexionsarbeit auf das Bewusstwerden und kritische Analysieren mentaler Struktu-

ren. Hierzu wird in Anlehnung an Helmerich und Hoffart (2014) ein dreiphasiger Reflexionsprozess umgesetzt (s. Tabelle 1).

Das Bewusstwerden mentaler Strukturen wird in einer ersten Phase initiiert, indem die Studierenden sich mithilfe eines Fragebogens mit ihren eigenen Vorstellungen auseinandersetzen (s. Tabelle 1). Der Fragebogen besteht aus je einem Abschnitt zu jedem Aspekt der Berufsrolle. Während zu den affektiv-motivationalen Aspekten geschlossene Fragen eingesetzt werden³, wird die Auseinandersetzung mit den Professionsrollen durch offene Fragen zur Beschreibung der jeweiligen Rolle angeregt. In dieser ersten Phase beschäftigen sich die Studierenden mit ihren eigenen Vorstellungen und Erfahrungen und halten Fragen, Anmerkungen und Kommentare in einem Gedankenprotokoll fest.

In einem zweiten Schritt erhalten die Studierenden eine individuelle Rückmeldung auf Basis wissenschaftlicher Erkenntnisse zu ihren Angaben im Fragebogen (s. Tabelle 1). Neben dem Bewusstwerden mentaler Strukturen soll so eine kritische Hinterfragung dieser initiiert werden. Im Bereich „Überzeugungen“ werden den Studierenden beispielsweise wissenschaftliche Erkenntnisse zum Einfluss konstruktivistischer und transmissiver Überzeugungen von Lehrkräften auf den Unterricht dargelegt. Hinsichtlich der geschlossenen Skalen wurden zusätzlich kritische Werte der durchschnittlichen Zustimmung festgelegt, sodass es möglich wurde, den Studierenden potenziell kritische Verläufe zurückzumelden (weitere Informationen hierzu s. Manderfeld & Siller, 2018).

Für eine dritte und letzte Phase des Reflexionsprozesses sollen sich die Studierenden mit ihren

² Die Ausführungen von Helmerich und Hoffart (2014) basieren auf den Darstellungen Weyland und Wittmans (2011), in denen ausgeführt wird, dass eine pädagogisch professionelle Lehrkraft „sowohl über generalisierbares theoretisches Begründungswissen als auch über praktisches Handlungswissen und somit auch einzelfallbezogenes Erfahrungswissen“ (S. 26) verfügen sollte.

³ Für die Beschäftigung mit eigenen Überzeugungen, Werthaltungen und Zielen werden die im Rahmen der COACTIV-Studie verwendeten Skalen eingesetzt (Baumert et al., 2008). Motivationale Orientierungen werden mithilfe der Skalen von Cramer (2012) erhoben. Die auf den Antworten basierende Zuordnung der Teilnehmenden zu einem von vier arbeitsbezogenen Verhaltens- und Erlebensmustern wird mithilfe der Skalen und Zuordnungsvorschriften nach Schaarschmidt und Fischer (2008) vollzogen.

Gedankenprotokollen und der Rückmeldung auseinandersetzen und auf dieser Grundlage Fragen formulieren, die sie im Anschluss an Vertreterinnen und Vertreter der Praxis stellen. Hierzu werden Gesprächsrunden zwischen Bachelor-Studierenden und praktizierenden Mathematiklehrkräften sowie zwischen Master-Studierenden und einem Ausbilder des Studienseminars im Fach Mathematik organisiert (s. Tabelle 1). Abschließend halten die Studierenden ihren individuellen Reflexionsprozess auf einem Plakat fest, um ihn mit Kommilitoninnen und Kommilitonen und Dozierenden zu besprechen und zu diskutieren.

Mit der Integration der ersten beiden Phasen (Fragebogenbearbeitung und Erhalt einer Rückmeldung) zu drei Zeitpunkten der Lehramtsausbildung (zweimal im Bachelor und einmal im Master) wird es möglich, den Studierenden in der Rückmeldung nicht nur ein Feedback zur derzeitigen Bearbeitung des Fragebogens zu geben, sondern auch auf die Ergebnisse der Befragungen zu vorherigen Zeitpunkten zurückzugreifen und den Studierenden so ein Entwicklungsprotokoll auszustellen. Insgesamt wurden in der ersten Förderphase des MoSAiK-Projektes 276 Studierende in einem derartigen Reflexionsprozess begleitet. Mit Blick auf die Selbstevaluation der Studierenden kann festgehalten werden, dass beispielweise bezüglich der Arbeit mit dem Fragebogen ca. 70 % aller Teilnehmenden angaben, dazu angeregt worden zu sein, über die eigenen Qualifikationen als Lehrkraft zu reflektieren. Ca. 75 % gaben weiterhin an, dass ihnen bewusstgemacht wurde, auf welchen persönlichen Stärken sie aufbauen können und ca. 66 % hielten fest, dass ihnen gezeigt wurde, welche Kompetenzen sie noch ausbauen könnten (Prozentsätze der Studierenden, die mit „eher ja“ oder „ja“ auf einer vierstufigen Likert-Skala antworteten).

Heterogenität als Ausgangspunkt für Professionsentwicklung

Der Fokus des Teilprojektes „Heterogenität als Ausgangspunkt für Professionsentwicklung“ (Siller & Lung, 2016) liegt auf dem mathematischen Fachwissen als eine zentrale Komponente des professionellen Wissens von (angehenden) Mathematiklehrkräften (Baumert & Kunter, 2011). Ein profundes Fachwissen wird als notwendige Voraussetzung für die Entwicklung fachdidaktischen Wissens angesehen, welches wiederum einen großen Einfluss auf Schülerleistungen nimmt (z. B. Baumert et al., 2011). Angesichts der leistungsbedingten Heterogenität der Studienanfängerinnen und Studienanfänger werden jedoch oftmals Defizite im Fachwissen zu Studienbeginn beklagt, die auf mangelnde mathematische Grundkenntnisse und -fertigkeiten

zurückzuführen sind (z. B. Pinkernell & Greefrath, 2011). Ziel des Teilprojektes ist es, das Fachwissen der Studierenden zu verschiedenen Zeitpunkten im Studium zu erfassen, den individuellen Leistungsstand systematisch an die Studierenden zurückzumelden und die Studierenden für Beratungsangebote zu sensibilisieren.

Zur Messung des mathematischen Fachwissens der Studierenden wurde ein Testinstrument entwickelt, welches die ersten beiden schulcurricularen Facetten des Fachwissens nach Krauss et al. (2011) umfasst. Demnach beinhaltet der Test Aufgaben zum mathematischen Alltagswissen sowie zum Sekundarstufenwissen (Lung & Siller, angenommen). Die Testung erfolgt zu drei verschiedenen Zeitpunkten im Studienverlauf, sodass neben Studienanfängerinnen und Studienanfängern im ersten Semester auch fortgeschrittene Bachelor-Studierende sowie Master-Studierende untersucht werden.

Im Anschluss an die Testung erhalten die Studierenden eine schriftliche Rückmeldung, die in die umfassende Rückmeldung des Teilprojektes „Berufsrollenreflexion und persönliche Entwicklung von Mathematiklehramtsstudierenden“ integriert ist. Neben dem individuellen Leistungsstand, den begangenen Fehlern und einer Einschätzung aus hochschuldidaktischer Perspektive beinhaltet diese Rückmeldung gezielte Reflexionsanregungen sowie Hinweise für entsprechende Beratungsangebote. Damit werden die Studierenden auf die Relevanz des schulcurricularen Fachwissens für die Entwicklung eines professionellen Fachwissens hingewiesen und zur Aufarbeitung der diagnostizierten Rückstände motiviert. Anhand der mittleren Leistung der jeweils untersuchten Kohorte sowie einer Einschätzung der individuellen Testleistung mithilfe eines Ampel-Systems, können die Studierenden ihren Wissensstand einordnen und reflektieren.

Falls Studierende zu verschiedenen Zeitpunkten an der Testung teilnehmen und somit längsschnittlich erfasst werden können, wird gemeinsam mit dem Teilprojekt zur Berufsrollenreflexion und persönlichen Entwicklung von Mathematiklehramtsstudierenden ein Entwicklungsprotokoll erstellt und den Studierenden ausgehändigt. Durch die systematische Darstellung und eine grafische Aufarbeitung der erhobenen Merkmale können die Studierenden ihren Entwicklungsverlauf über die verschiedenen Erhebungszeitpunkte hinweg nachvollziehen.

Im Rahmen der ersten Förderphase erhielten insgesamt 331 Studierende die vorgestellte Rückmeldung. Dabei bescheinigten etwa 70 % dieser Studierenden der Maßnahme, bestehend aus Testung und Rückmeldung, eine entwicklungsfördernde Wirkung (Prozentsatz der Studierenden, die bei mindestens einem Item dieser Skala (Nieskens, Mayr, &

Mayerdierks, 2011) mit „eher ja“ oder „ja“ auf einer vierstufigen Likert-Skala antworteten). Hinsichtlich des Entwicklungsprotokolls wurde insbesondere die grafische Darstellung des Entwicklungsverlaufs als hilfreich bewertet. So hielt beispielsweise ein Student im Rahmen der Evaluation fest: „Die Grafiken im Protokoll helfen mir dabei, meine Entwicklung als zukünftige Lehrkraft zu verfolgen.“

Lehr-Lern-Labore für eine praxisnahe forschungsbezogene Lehrer/innen-Ausbildung

Das dritte Teilprojekt (Siller & Klock, 2016) konkretisiert Aspekte der professionellen Kompetenz von Mathematik-Lehrkräften (Baumert & Kunter, 2011) inhaltlich hinsichtlich der allgemeinen im Mathematikunterricht zu fördernden Kompetenz „mathematisch modellieren“. Werden in den obigen Teilprojekten Professionsrollen aus den Kompetenzbereichen des COACTIV-Modells abgeleitet bzw. eine Fokussierung auf den Kompetenzbereich Fachwissen vorgenommen, zielt dieses Teilprojekt auf die Förderung professioneller Kompetenzen zum Lehren mathematischen Modellierens (Klock, Wess, Greefrath, & Siller, 2019; Wess, Klock, Greefrath, & Siller, 2019) ab. Mithilfe eines fachdidaktischen Seminars und einer Praxisphase im Lehr-Lern-Labor wird eine Theorie-Praxis-Verknüpfung hergestellt, die eine handlungsnahen Förderung dieser Kompetenzen ermöglicht. Ein besonderer Fokus des Seminars liegt dabei auf adaptiven Lehrerinterventionen in Phasen der kooperativen Bearbeitung von Modellierungsaufgaben und damit auf der adaptiven Interventionskompetenz, die ein Bestandteil professioneller Kompetenzen zum Lehren mathematischen Modellierens darstellt. Die Notwendigkeit der frühen Förderung dieser Kompetenz wird durch Studienergebnisse bestätigt. So intervenieren selbst gut ausgebildete Lehrkräfte nur wenig adaptiv in mathematischen Modellierungsprozessen (Tropper, Leiss, & Hänze, 2015). Aus diesem Grund sollte die adaptive Interventionskompetenz bereits im Lehramtsstudium angebahnt werden.

Das fachdidaktische Seminar ist im Bachelor des Lehramtsstudiengangs für weiterführende Schulen (Realschule Plus, Gymnasium, Berufsbildende Schule) am Campus Koblenz der Universität Koblenz-Landau verankert. Die Maßnahme ist in drei Phasen strukturiert. In der *Vorbereitungsphase* werden grundlegende Inhalte zum mathematischen Modellieren, zur pädagogischen Diagnostik und zu Lehrerinterventionen thematisiert. Die Studierenden bearbeiten in Zweier-Teams zunächst selbst ausgewählte holistische Modellierungsaufgaben (Blomhøj & Jensen, 2003) und präsentieren ihre Ergebnis-

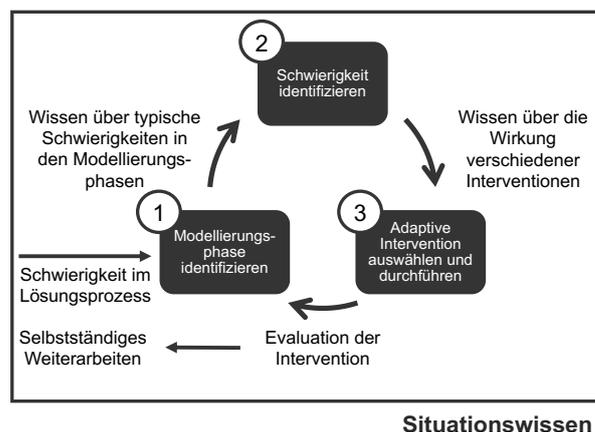


Abbildung 1. Prozessmodell adaptiver Interventionen in mathematischen Modellierungsprozessen (Klock & Siller, 2019)

se im Plenum. In den folgenden beiden Sitzungen werden theoretische Grundlagen zur Prozessdiagnostik und verschiedene Interventionskonzepte vorgestellt. Als metakognitives Hilfsmittel für die Lehramtsstudierenden wurde ein Prozessmodell adaptiver Interventionen in mathematischen Modellierungsprozessen entwickelt (s. Abbildung 1), das die Grundlage für die folgenden Text- und Videoanalysen sowie die Arbeit im Lehr-Lern-Labor darstellt. Durch eine gestufte Praxiseinbindung werden Theorie-Praxis-Verknüpfungen umgesetzt. Daher werden die einzelnen Phasen des Prozessmodells zunächst anhand von Text- und im Anschluss anhand von Videovignetten (Fremdvideos) durchlaufen und trainiert. Die Komplexität der Anforderungssituationen wird dadurch stückweise gesteigert.

In der *Praxisphase* betreuen die Studierenden in denselben Zweier-Teams eine Kleingruppe von Schülerinnen und Schülern bei der kooperativen Bearbeitung von Modellierungsaufgaben. Die betreuenden Tätigkeiten am Modellierungstag (Siller, 2010) erstrecken sich über sechs Stunden. Da im Lehr-Lern-Labor ein unmittelbarer Handlungsdruck auf die Studierenden wirkt, handelt es sich um komplexere Anforderungssituationen als bei der Arbeit mit Text- und Videovignetten. Das Lehr-Lern-Labor stellt jedoch einen geschützten Raum dar, in dem die erlernten theoretischen Konzepte erprobt werden können. Die Studierenden beobachten ihre Interventionen jeweils gegenseitig und reflektieren diese direkt im Anschluss anhand eines Reflexionsbogens. Die Reflexionsfragen initiieren eine Analyse und Reflexion der Intervention sowie die Bewertung ihrer Adaptivität. Ausgewählte Zweier-Teams werden während des Modellierungstages videographiert.

Am Modellierungstag aufgezeichnete adaptive und weniger adaptive Interventionen der Studieren-

den (Eigenvideos) werden in der *Reflexionsphase* im Seminar anhand des Prozessmodells analysiert. Die Adaptivität der Interventionen wird bewertet und mögliche Handlungsalternativen werden diskutiert. In einer abschließenden Hausarbeit reflektieren alle Studierenden schriftlich zwei durchgeführte Interventionen hinsichtlich ihrer Adaptivität und erörtern mögliche Handlungsalternativen.

Das Teilprojekt evaluiert, inwieweit das universitäre fachdidaktische Seminar durch eine gestufte Praxiseinbindung professionelle Kompetenzen zum Lehren mathematischen Modellierens verbessern kann. Die Evaluationsergebnisse deuten darauf hin, dass neben Teilkompetenzen der adaptiven Interventionskompetenz auch Überzeugungen hinsichtlich geringerer Zustimmungswerte zu transmissiven Überzeugungen verändert werden. Auch der Nutzen und Anwendungsbezug mathematischen Modellierens werden von den Lehramtsstudierenden nach dem Seminar positiver bewertet. Darüber hinaus werden höhere Selbstwirksamkeitserwartungen zur Diagnostik von Leistungspotentialen in mathematischen Modellierungsprozessen nachgewiesen.

Ein Ziel – verschiedene Maßnahmen

Die drei vorgestellten mathematikdidaktischen Teilprojekte zeigen exemplarisch, wie unterschiedliche Aspekte einer Kompetenzentwicklung der Lehramtsstudierenden mithilfe verschiedenster Lehr- und Reflexionsangebote unterstützt werden können. Die individuellen Vorstellungen der Studierenden zu allen Bereichen der professionellen Kompetenz nach Baumert und Kunter (2006, S. 481) werden in den Reflexionsmomenten zur Berufsrolle thematisiert. Die Heterogenität der Lehramtsstudierenden wird mit einem Fokus auf dem Kompetenzbereich des mathematischen Fachwissens beforscht und systematisch zurückgemeldet. Durch die Ausdeutung von Aspekten professioneller Kompetenz hinsichtlich des Inhaltsbereichs des mathematischen Modellierens werden in einem weiteren Teilprojekt inhaltsbezogene Kompetenzen gefördert. Diese konzeptionelle Vielfalt der Teilprojekte kann zu einer umfassenden Vorbereitung der angehenden Lehrerinnen und Lehrer beitragen. In den Teilprojekten entstehen Dissertationen, die eng mit der Projektarbeit in Zusammenhang stehen. Aus der Reflexionsarbeit zur Berufsrolle entstand die Motivation, zu beforschen, was laut Vorstellung der Studierenden, Mathematikdidaktik ist (Manderfeld, in Vorbereitung). Die Projektarbeit zur leistungsbedingten Heterogenität von Mathematik-Lehramtsstudierenden ermöglicht es, die Entwicklung des Fachwissens über das Lehramtsstudium wissenschaftlich zu untersuchen (Lung, in Vorbereitung). Die Förderung

der adaptiven Interventionskompetenz und weiterer Aspekte professioneller Kompetenzen zum Lehren mathematischen Modellierens im Lehr-Lern-Labor werden in einer weiteren Dissertation untersucht (Klock, in Vorbereitung).

Literatur

- Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., ... Tsai, Y.-M. (2008). Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz (COACTIV): Dokumentation der Erhebungsinstrumente. In Max-Planck-Institut für Bildungsforschung (Hrsg.), *Materialien aus der Bildungsforschung* (Bd. 83). Berlin.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2006). Stichwort: Professionelle Kompetenz von Lehrkräften. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 9(4), 469–520.
- Baumert, J., & Kunter, M. (2011). Das Kompetenzmodell von COACTIV. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, & S. Krauss (Hrsg.), *Professionelle Kompetenzen von Lehrkräften. Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 29–54). Münster: Waxmann.
- Baumert, J., Kunter, M., Blum, W., Klusmann, U., Krauss, S., & Neubrand, M. (2011). Professionelle Kompetenz von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Unterricht und die mathematische Kompetenz von Schülerinnen und Schülern (COACTIV) - Ein Forschungsprogramm. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 7–25). Münster: Waxmann.
- Blomhoj, M., & Jensen, T. H. (2003). Developing Mathematical Modelling Competence: Conceptual Clarification and Educational Planning. *Teaching Mathematics and its Applications*, 22(3), 123–139.
- Cramer, C. (2012). *Entwicklung von Professionalität in der Lehrerbildung: empirische Befunde zu Eingangsbedingungen, Prozessmerkmalen und Ausbildungserfahrungen Lehramtsstudierender*. Bad Heilbrunn: Verlag Julius Klinkhardt.
- Hartig, J., & Klieme, E. (2006). Kompetenz und Kompetenzdiagnostik. In K. Schweizer (Hrsg.), *Leistung und Leistungsdiagnostik* (S. 127–143). Heidelberg: Springer.
- Helmerich, M. A., & Hoffart, E. S. (2014). *Der Einsatz von Videos zur Aktivierung der Reflexion in der Lehramtsausbildung – Ein Praxisbericht aus der Mathematikdidaktik*. Abgerufen von <https://eldorado.tu-dortmund.de/bitstream/2003/33221/1/BzMU14-4ES-Helmerich-277.pdf>.
- Juchem-Grundmann, C., & Kauertz, A. (2019). Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung. Abgerufen von <https://mosaik.uni-koblenz-landau.de>
- Kauertz, A., & Siller, H.-S. (2016). MoSAiK – Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung. Projekt der Universität Koblenz-Landau im Rahmen der gemeinsamen "Qualitätsoffensive Lehrerbildung" von Bund und Ländern. Abgerufen von <http://mosaik.uni-koblenz-landau.de>

- Klock, H. (in Vorbereitung). *Arbeitstitel: Adaptive Interventionskompetenz in kooperativen Modellierungsprozessen*. (Dissertation). Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg.
- Klock, H., & Siller, H.-S. (2019). Die Bedeutung der Diagnose für adaptive Interventionen beim mathematischen Modellieren – Intervenieren lernen im Lehr-Lern-Labor. *mathematica didactica*, 41(1).
- Klock, H., Wess, R., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2019). Aspekte professioneller Kompetenz zum Lehren mathematischen Modellierens bei (angehenden) Lehrkräften - Erfassung und Evaluation. In T. Leuders, E. Christophel, M. Hemmer, F. Korneck, & P. Labudde (Hrsg.), *Fachdidaktische Forschungen zur Lehrerbildung* (S. 123–134). Münster: Waxmann.
- Korthagen, F. A. J. (2002). Eine Reflexion über Reflexion. In F. A. J. Korthagen, J. Kessels, B. Koster, B. Lagerwerf, & T. Wubbels (Hrsg.), *Schulwirklichkeit und Lehrerbildung. Reflexion der Lehrertätigkeit* (S. 55–73). Hamburg: EB-Verlag.
- Krauss, S., Blum, W., Brunner, M., Neubrand, M., Baumert, J., Kunter, M., ... Elsner, J. (2011). Konzeptualisierung und Testkonstruktion zum fachbezogenen Professionswissen von Mathematiklehrkräften. In M. Kunter, J. Baumert, W. Blum, U. Klusmann, S. Krauss, & M. Neubrand (Hrsg.), *Professionelle Kompetenz von Lehrkräften: Ergebnisse des Forschungsprogramms COACTIV* (S. 135–161). Münster: Waxmann.
- Lung, J. (in Vorbereitung). *Arbeitstitel: Entwicklung schulcurricularen Fachwissens von Mathematiklehramtsstudierenden* (Dissertation). Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg.
- Lung, J., & Siller, H.-S. (angenommen). Schulcurriculares Fachwissen von Mathematiklehramtsstudierenden als Ausgangspunkt für Professionsentwicklung. In B. Schmidt-Thieme & S. Halverscheid (Hrsg.), *Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik*. Heidelberg: Springer.
- Manderfeld, K. (in Vorbereitung). *Arbeitstitel: Was ist Mathematikdidaktik? Explorative Studien zu Vorstellungen von Bachelorstudierenden im Lehramt Mathematik* (Dissertation). Julius-Maximilians-Universität Würzburg, Würzburg.
- Manderfeld, K. (2018). Videobasierte Analysen als Momente der Berufsrollenreflexion im Kontext von Schulpraxisphasen. In L. Pilypaitytė & H.-S. Siller (Hrsg.), *Schulpraktische Lehrerprofessionalisierung als Ort der Zusammenarbeit* (S. 109–128). Wiesbaden: Springer.
- Manderfeld, K., & Siller, H.-S. (2018). Evaluation of an Approach of Professional Role Reflection in Mathematics Education. In B. Rott, G. Törner, J. Peters-Dasdemir, A. Möller, & Safrudiannur (Hrsg.), *Views and beliefs in mathematics education: the role of beliefs in the classroom*. Cham: Springer.
- Nieskens, B., Mayr, J., & Mayerdierks, I. (2011). CCT – Career Counselling for Teachers: Evaluierung eines Online-Beratungsangebots für Studieninteressierte. *Lehrerbildung auf dem Prüfstand*, 4(1), 8–32.
- Pinkernell, G., & Greefrath, G. (2011). Mathematisches Grundwissen an der Schnittstelle Schule-Hochschule. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 64(2), 109–113.
- Schaarschmidt, U., & Fischer, A. W. (2008). *AVEM. Arbeitsbezogenes Verhaltens- und Erlebensmuster*. London: Pearson.
- Siller, H.-S. (2010). Modellierungstage – oder: Wie kann Mathematik (wieder) Spaß machen? *News & Science*, 25, 30–32.
- Siller, H.-S., & Klock, H. (2016). MoSAiK – Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung. Teilprojekt I.1.2: Lehr-Lern-Labore für eine praxisnahe forschungsbezogene Lehrer/innen-Ausbildung. Abgerufen von <http://mosaik.uni-koblenz-landau.de>
- Siller, H.-S., & Lung, J. (2016). MoSAiK – Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung. Teilprojekt II.2: Heterogenität als Ausgangspunkt für Professionsentwicklung. Abgerufen von <http://mosaik.uni-koblenz-landau.de>
- Siller, H.-S., & Manderfeld, K. (2016). MoSAiK – Modulare Schulpraxiseinbindung als Ausgangspunkt zur individuellen Kompetenzentwicklung. Teilprojekt II.1: Berufsrollenreflexion und persönliche Entwicklung von Lehramtsstudierenden. Abgerufen von <http://mosaik.uni-koblenz-landau.de>
- Terhart, E. (2011). Lehrerberuf und Professionalität. Gewandeltes Begriffsverständnis - neue Herausforderungen. In W. Helsper & Tippelt, Rudolf (Hrsg.), *Pädagogische Professionalität* (S. 202–224). Weinheim u.a.: Beltz.
- Tropper, N., Leiss, D., & Hänze, M. (2015). Teachers' temporary support and worked-out examples as elements of scaffolding in mathematical modeling. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 47, 1225–1240.
- Weinert, F. E. (Hrsg.). (2001). *Leistungsmessungen in Schulen*. Weinheim: Beltz.
- Wess, R., Klock, H., Greefrath, G., & Siller, H.-S. (2019). Aspekte professioneller Kompetenz zum Lehren mathematischen Modellierens bei (angehenden) Lehrkräften – Theoretische und empirische Fundierung. In M. Klinger, A. Schüler-Meyer, & L. Wessel (Hrsg.), *Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2018*. Münster: Waxmann.
- Weyland, U., & Wittmann, E. (2011). *Expertise, Praxissemester im Rahmen der Lehrerbildung, 1. Phase an hessischen Hochschulen: vorgelegt beim Hessischen Ministerium für Wissenschaft und Kunst am 15.02.2010*. Frankfurt am Main: GFPP.

Heiner Klock, Universität Koblenz-Landau
E-Mail: hklock@uni-koblenz.de

Jennifer Lung, Universität Koblenz-Landau
E-Mail: jlung@uni-koblenz.de

Katharina Manderfeld, Universität Koblenz-Landau
E-Mail: kmanderfeld@uni-koblenz.de

Hans-Stefan Siller, Universität Würzburg
E-Mail: hans-stefan.siller@mathematik.uni-wuerzburg.de

Entwicklung der Fachdidaktiken im Rahmen des Projekts edu⁴

Daniel Weißmüller und Esther Brunner

Seit 2016 wird das Projekt „edu⁴ – Grenzen überwinden – Lernkulturen vernetzen“ an der Universität Konstanz im Rahmen der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ gefördert. Dieser Bericht verortet das Projekt und zeigt die Entwicklungen der Fachdidaktiken allgemein und der Fachdidaktik Mathematik im Speziellen an der Universität Konstanz auf, wobei auch auf die Besonderheiten der binationalen Zusammenarbeit der Universität Konstanz mit der Pädagogischen Hochschule Thurgau (PHTG)/Schweiz eingegangen wird.

Verortung des Projekts

Wesentliches Anliegen des Projekts edu⁴ ist es, eine neue Kultur der Lehrerbildung an der Universität Konstanz zu etablieren. Charakteristisches Merkmal dieser ist eine Vernetzung aller an der Lehrerbildung beteiligten Personen und Institutionen. Auf institutioneller Ebene kooperiert die im Zuge des Projekts gegründete Binational School of Education (BiSE) der Universität Konstanz mit dem Seminar für Ausbildung und Fortbildung der Lehrkräfte Rottweil (Gymnasium), einem Netzwerk bestehend aus 20 Partnerschulen in Deutschland und der Schweiz sowie der PHTG, die in Kreuzlingen, das unmittelbar neben Konstanz liegt, lokalisiert ist. Ein wichtiges Teilprojekt von edu⁴ ist die Neukonzeption der universitären Fachdidaktik, welche in enger Absprache mit allen an den verschiedenen Phasen der Lehrerausbildung Beteiligten erfolgt. Basierend auf einem wissenschaftlichen Verständnis der Fachdidaktik, werden die in den verschiedenen Ausbildungsphasen angesiedelten Inhalte aufeinander bezogen und miteinander vernetzt.

Entwicklung in den Fachdidaktiken an der Universität Konstanz

Personelle Ebene Lehrende

Im Rahmen des Projekts edu⁴ wurden an der Universität Konstanz drei bereichsdidaktische Professuren – je eine für die Sozialwissenschaften, für die Naturwissenschaften und für die Fremdsprachen – eingerichtet. Außerdem wurden für die Fächer Deutsch, Englisch, Geschichte, Mathematik, Spanisch und Wirtschaft jeweils erfahrene Lehrpersonen durch Teilabordnungen oder Anstellungen im Umfang von jeweils 50% gewonnen. Mit

dieser Personenkonstellation wurde ein Diskussionsraum geschaffen, in dem Akteure aus der pädagogischen Tradition mit Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftlern aus der empirischen Tradition interdisziplinär und auf Augenhöhe miteinander arbeiten und dabei gegenseitig voneinander lernen. Neben regelmäßiger Treffen auf informeller Ebene steht dabei auch das binationale Forschungskolloquium als Austauschplattform für Lehrende und Forschende zur Verfügung.

Neukonzeption der Fachdidaktiken

Seit der Umstellung des Lehramtsstudiums auf Bachelor-/Masterstudiengänge werden an der Universität Konstanz in jedem Fach drei fachdidaktische Module angeboten. Das Bachelor-Studium umfasst je Fach ein, das Master-Studium jeweils zwei fachdidaktische Module. Der Ausbau der Veranstaltungen schaffte den notwendigen Raum für eine Neukonzeption der Fachdidaktik mit dem Ziel, mehr Praxisbezüge und mehr Wissenschaftlichkeit in die Fachdidaktiken einzubringen. In universitätsinternen Absprachen und im Dialog mit den Partnerschulen, dem Seminar Rottweil und der PHTG wurde eine fächerübergreifende Gesamtstruktur entwickelt, die den einzelnen Fächern den notwendigen Gestaltungsfreiraum bietet.

Grundsätzlich handelt es sich bei den Modulen im Bachelor-Studium um einführende Veranstaltungen, die durch fachspezifische oder bereichsdidaktische Vorlesungen ergänzt werden können. In den Sozialwissenschaften wird zum Wintersemester 2019/2020 erstmals eine solche bereichsdidaktische Vorlesung angeboten, in der die Gemeinsamkeiten und Unterschiede der Didaktik in den beteiligten Fächern besonders deutlich werden. Hierbei wird einerseits der Blick auf Lehr-Lernprozesse im eigenen Fach in Abgrenzung zu verwandten Fächern geschärft, andererseits werden aber auch Wege des interdisziplinären Austausches, auch für die spätere Schulpraxis, durch die Fokussierung auf geteilte Herangehensweisen und fachdidaktische Prinzipien (z. B. Multiperspektivität oder Argumentieren und Urteilen), aufgezeigt. In der Fachdidaktik Mathematik wurde zum Wintersemester 2018/2019 das zweistündige Seminar durch einen dreistündigen integrierten Kurs mit fachspezifischen Vorlesungs- und Seminaranteilen ersetzt.

Das erste fachdidaktische Modul im Master-Studium soll einen Bezug zur Unterrichtspraxis schaffen. Dies wird je nach Fach auf unterschiedliche Weise realisiert. Teils arbeiten die Fächer im Unterrichtslabor, welches im Zuge von edu⁴ eingerichtet wurde. Hierzu werden Schulklassen eingeladen oder Micro-Teachings durchgeführt. Teils finden die Seminare auch direkt an den Partnerschulen statt oder werden im Rahmen des Schulpraxissemesters durchgeführt.

Für das zweite fachdidaktische Modul im Master-Studium wurde der Fokus auf eine wissenschaftliche Vertiefung gelegt. Hierbei sind sowohl Seminare möglich, die einen fachwissenschaftlichen Schwerpunkt setzen und einen fachdidaktischen Bezug schaffen, als auch Seminare, die einen Schwerpunkt auf die Fachdidaktik als wissenschaftliche Disziplin legen.

Entwicklung in der Fachdidaktik Mathematik an der Universität Konstanz

Neukonzeption der Fachdidaktik Mathematik

Auch in der Fachdidaktik Mathematik erfolgte eine Neugestaltung der Module, wobei die an der Universität Konstanz entwickelte Rahmung berücksichtigt wurde. Für das einführende Modul im Bachelor-Studium wurden die beiden nach alter Prüfungsordnung angebotenen Lehrveranstaltungen zu einer integrierten dreistündigen Veranstaltung zusammengeführt. In der Vorlesung findet eine Einführung in mathematikbezogene Lehr- und Lernprozesse statt, während die Studierenden im Seminarteil Unterricht planen, wobei hier der Fokus auf einem engen Bezug zwischen fachdidaktischer Theorie und Unterrichtspraxis liegt. Beispielsweise plant eine Gruppe Studierender eine Einheit zu quadratischen Funktionen in der 8. Klasse mit Fokus auf den Prozess des Modellierens. Der Modellierungsprozess wird mit fachdidaktischer Lektüre aufgearbeitet und die daraus gewonnenen Erkenntnisse fließen gezielt in die Planung des Unterrichts mit ein.

Das praxisorientierte erste Modul im Master-Studium wurde im Fach Mathematik an das Schulpraxissemester gekoppelt. Dieses Szenario ist eine besondere Herausforderung, da Praxisphasen häufig zwar auf motivationaler Ebene wirksam sind, jedoch nicht notwendigerweise zur Kompetenzentwicklung der angehenden Lehrpersonen beitragen (König & Rothland, 2018). Gleichzeitig wirken im Praxissemester Akteure aus verschiedenen Kulturen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung zusammen (Fraefel, 2018). In Baden-Württemberg sind dies die Lehrpersonen aus der Praxis, die Lehrenden an den Staatlichen Seminaren und diejenigen der Universitäten. Um die Entwicklung von fachdidaktischen

Kompetenzen für das unterrichtspraktische Handeln während dieser Phase anzubahnen, ist damit eine gezielte Strukturierung dieser Phase notwendig, wobei auf die Ressourcen der verschiedenen Akteure zurückgegriffen werden kann. An der Universität Konstanz wurde hierbei ein mehrschrittiges Modell zur Konstruktion von Aufträgen für das Praxissemester entwickelt, aus denen die Studierenden während ihres Praxissemesters situativ auswählen können (vgl. Weißmüller & Zürn, 2019). Die Struktur der Aufträge kann beispielsweise am Thema „Binnendifferenzierender Mathematikunterricht“ verdeutlicht werden: Die Studierenden, die diesen Auftrag wählen, setzen sich in einem ersten Schritt mit den eigenen Überzeugungen zur Binnendifferenzierung auseinander, suchen den Dialog mit den Lehrpersonen an der Schule und setzen sich dann unter Einbezug fachdidaktischer Lektüre theoretisch mit Binnendifferenzierung allgemein und im Besonderen in der Mathematik auseinander. Diese Phase soll den Blick für die darauffolgenden Hospitationen schärfen und in eine anschließende Unterrichtserprobung münden. Der ganze Prozess wird von den Studierenden in einem Portfolio dokumentiert und reflektiert, die Dozierenden der Fachdidaktiken geben dann ein Feedback. In der Fachdidaktik Mathematik konnte dieses Modul bisher einmal mit einer sehr kleinen Teilnehmendenzahl ($n = 5$) durchgeführt werden.

Das zweite Modul im Master-Studium wurde an der Universität Konstanz bisher zweimal mit unterschiedlichen fachdidaktischen Schwerpunkten durchgeführt. Im ersten Durchgang standen didaktische Aspekte der Analysis, im zweiten zur Stochastik im Fokus. Für zukünftige Ausgestaltungen dieses Seminars wird derzeit mit Vertreterinnen und Vertretern der Fachwissenschaft ein Szenario diskutiert, bei dem die in der Neugestaltung der Fachdidaktiken deutlich gewordene Idee einer Verknüpfung von fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Vertiefung stärker hervortritt, indem mathematische Prozesse wie Modellieren, Begründen oder Problemlösen aus fachwissenschaftlicher Sicht von den Studierenden selbst durchlaufen und dann aus fachdidaktischer Sicht durchdacht werden.

Binationale Zusammenarbeit

In der Fachdidaktik Mathematik ist die binationale Zusammenarbeit zwischen BiSE und PHTG besonders ausgeprägt. Es findet ein regelmäßiger Austausch statt, auch auf formeller Ebene, indem der Fachdidaktiker der BiSE an den jeweiligen Fachsitzungen der Fachschaft Mathematik der PHTG sowie an hausinternen mathematikdidaktischen Veranstaltungen in Kreuzlingen teilnimmt. Seit dem Wintersemester 2018/2019 hat sich diese Zusammenarbeit weiter intensiviert, da die PHTG die

Fachdidaktikstelle an der Universität Konstanz um zusätzlich 25% aufstockt und der Fachdidaktiker mittlerweile Lehrveranstaltungen an beiden Hochschulen anbietet. Beide Institutionen finanzieren zudem gemeinsam die Weiterqualifizierung des Fachdidaktikers im Master-Studiengang „Berufsbegleitende Lehrerbildung (Mathematik)“, der vom DZLM in Zusammenarbeit mit dem IPN, der CAU und dem IQSH in Kiel eingerichtet wurde. Die Zusammenarbeit in der Fachdidaktik Mathematik stellt den Anfang einer vertieften Kooperation zwischen BiSE und PHTG auf fachdidaktischer Ebene dar.

Diese grenzüberschreitende Zusammenarbeit ist nicht nur für die beteiligten Personen der BiSE sehr fruchtbar und gewinnbringend, sondern auch für die Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker der PHTG, die – im Gegensatz zur BiSE – für die Lehramtsausbildung sämtlicher Schulstufen (Kindergarten, Primarstufe, Sekundarstufe I & II) zuständig sind. Gerade weil die Schulkulturen im grenznahen Gebiet Kreuzlingen-Konstanz länderspezifisch unterschiedlich sind (Gymnasiallehrpersonen im Thurgau in der Schweiz weisen beispielsweise ein vollständiges Fachstudium als Diplommathematikerin oder Diplomphysiker auf und ergänzen dieses mit der didaktischen und fachdidaktischen Ausbildung), ist dieser Austausch sehr wertvoll. In der aktuellen Anfangsphase der BiSE ist dieser Aus-

tausch auf die Fachdidaktikerinnen und Fachdidaktiker beschränkt. In einer nächsten Phase wäre es wünschenswert, diesen grenzüberschreitenden Austausch auch für die Studierenden stärker in den Fokus zu rücken.

Literatur

- Fraefel, U. (2018). Hybride Räume an der Schnittstelle von Hochschule und Schulfeld. In L. Pilypaitytė & H. S. Siller (Hrsg.), *Schulpraktische Lehrerprofessionalisierung als Ort der Zusammenarbeit* (S. 13–43). Wiesbaden: Springer VS.
- König, J. & Rothland, M. (2018). Das Praxissemester in der Lehrerbildung: Stand der Forschung und zentrale Ergebnisse des Projekts Learning to Practice. In J. König, M. Rothland & N. Schaper (Hrsg.), *Learning to Practice, Learning to Reflect?* (S. 1–62). Wiesbaden: Springer VS.
- Weißmüller, D. & Zürn, L. (2019). Das Praxissemester als hybride Lerngelegenheit. Ein Blended-Learning-Konzept zum Aufbau fachdidaktischer Handlungskompetenz. In Bundesministerium für Bildung und Forschung (Hrsg.), *Verzahnung von Theorie und Praxis im Lehramtsstudium* (S. 54–61), o. V.

Daniel Weißmüller, Universität Konstanz
E-Mail: daniel.weissmueller@uni-konstanz.de

Esther Brunner, Pädagogischen Hochschule Thurgau
E-Mail: esther.brunner@phtg.ch

Stärkung des Berufsfeldbezugs im Lehramtsstudium Mathematik Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung der LMU München

Constanze Schadl, Alexander Rachel und Stefan Ufer

In Studiengängen mit einem substantiellen Anteil an Mathematik werden hohe Studienabbruchquoten verzeichnet (Heublein, Richter, Schmelzer, & Sommer, 2012). Hierfür werden aus Sicht der Studierenden und Lehrenden verschiedene Gründe genannt (vgl. Grünwald, Kossow, Sauerbier, & Klymchuk, 2004; Rach, Heinze, & Ufer, 2014). Bei Lehramtsstudierenden des Faches Mathematik wird insbesondere eine hohe Studienunzufriedenheit als Ursache angenommen (Pieper-Seier, 2002), zumal von vielen Studierenden die Bezüge zwischen der Schul- und Hochschulmathematik weder beim Übergang von der Schule zur Hochschule noch beim Wechsel in das Berufsleben erkannt werden (Hefendehl-

Hebeker, 2013). Auch wenn es eigene Veranstaltungen zur Mathematik für Lehramtsstudierende gibt, sind diese inhaltlich häufig eng an die Veranstaltungen der Fachstudiengänge Mathematik angelehnt. Sie stehen damit oft weitgehend unverbunden neben der fachdidaktischen Ausbildung und den eigenen praktischen Erfahrungen der Studierenden vor und während des Studiums.

Ausgangslage und konzeptueller Rahmen

In Modellen des Lehrerprofessionswissens (Shulman, 1986, vgl. Ball, Thames, & Phelps, 2008) wird dem Fachwissen und fachdidaktischen Wissen eine

besondere Rolle zugesprochen (Depaepe, Verschaffel, & Kelchtermans, 2013). Dabei stellt sich die Frage, welches professionelle Fachwissen Mathematiklehrkräfte benötigen. Heinze, Dreher, Lindmeier und Niemand (2016) nehmen in diesem Zusammenhang eine Ausdifferenzierung der Fachwissenskonstrukte vor und unterscheiden zwischen akademischem Fachwissen (CK) und Fachwissen im schulischen Kontext (SRCK). Letzteres umfasst unter anderem Wissen über Zusammenhänge zwischen der akademischen und schulischen Mathematik. Eine Möglichkeit, die Studienzufriedenheit zu erhöhen und SRCK aufzubauen, wird in der Auseinandersetzung mit sogenannten Schnittstellenaufgaben gesehen (Bauer, 2013). Dabei können die Zusammenhänge zwischen der Schul- und Hochschulmathematik aus verschiedenen Richtungen angegangen werden (Beutelspacher, Danckwerts, Nickel, Spies, & Wickel, 2011; Wasserman, Fukawa-Connelly, Vilanueva, Mejia-Ramos, & Weber, 2017).

Die Projekte *connexercise@math.lmu* und *reflect@math.lmu*

Beschreibung und Ziele

Die Intensivierung des Berufsfeldbezugs im Lehramtsstudium Mathematik wird an der LMU München im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung mit den Projekten *connexercise@math.lmu* und *reflect@math.lmu* verfolgt. Um Mathematiklehramtsstudierenden den Übergang von einem häufig auf informellen Überlegungen basierenden und auf Anwendungen ausgerichteten Schulfach hin zu einer auf Axiomen basierenden, formal-deduktiven wissenschaftlichen Disziplin zu erleichtern, wurden in diesen Projekten Lehr-Lern-Konzepte entwickelt und erprobt, die die Bedeutung der fachlichen Studieninhalte für die spätere Berufspraxis der Studierenden erkennbar machen sollen. Der Fokus wird in beiden Projekten auf Schnittstellenaufgaben in den Bereichen der Analysis sowie der Linearen Algebra gelegt. Diese sind so gestaltet, dass sie (meist) ausgehend von unmittelbaren schulischen Inhalten wie beispielsweise Schulbuchaufgaben Bezüge zur Hochschulmathematik aufzeigen. Während das Projekt *connexercise@math.lmu* darauf abzielt die entwickelten Aufgaben in den Übungsbetrieb der Fachveranstaltungen zu integrieren, stehen in dem Projekt *reflect@math.lmu* die Konzeption und Evaluation einer Seminarveranstaltung „Reflexion von Schulmathematik aus der Perspektive der Hochschulmathematik“ im Vordergrund. Seit dem Sommersemester 2016 wurde das Seminar mehrfach durchgeführt, wobei die Materialien nach jeder Durchführung überarbeitet und weiterentwickelt wurden. Beide Projekte zielen damit darauf ab, den Studierenden einen besseren Zugang zu den Be-

zügen zwischen den Fachstudieninhalten und der Schulmathematik zu ermöglichen. Während das Projekt *connexercise@math.lmu* die Entwicklung eines Pools von Übungsaufgaben fokussiert, um fachliche Vorlesungsinhalte zu vertiefen und sachanalytische Bezüge zur Schulmathematik aufzuzeigen, unterstützt das Projekt *reflect@math.lmu* die Verknüpfung des im Studium erworbenen fachmathematischen Wissens mit fachdidaktischen Inhalten und Anforderungen.

Methodik und Projektergebnisse im Überblick

Connexercise@math.lmu

Im Wintersemester 2018/19 erfolgte erstmals die Erprobung und Implementation der entwickelten Aufgaben im Vorlesungszyklus. Grundlage hierfür waren Ergebnisse aus einer Interview-Studie (Concurrent Think Aloud) mit 10 Studierenden. Vor der Integration der entwickelten Aufgaben in den Übungsbetrieb der Fachvorlesung *Analysis einer Variablen für Lehramtsstudierende* im Wintersemester 2018/19 wurden dem Fachdozenten die entwickelten Aufgaben inklusive eines Erwartungshorizontes und Bepunktungsvorschlages zur Durchsicht übergeben. Um eine bestmögliche Abstimmung der Aufgaben mit den Vorlesungsinhalten zu erreichen, wurden die Aufgaben unter Berücksichtigung der vom Fachdozenten rückgemeldeten Aspekte erneut überarbeitet und das Format an die Übungsaufgaben aus der Fachveranstaltung angepasst. Im Rahmen der Integration der Aufgaben in den fachlichen Übungsbetrieb wurde den Studierenden im Zwei-Wochen-Rhythmus zusätzlich zu den fachlichen Übungsblättern eine Schnittstellenaufgabe zur Bearbeitung gestellt, welche von studentischen Hilfskräften der Fachdidaktik korrigiert wurden. Bedingt dadurch, dass die Schnittstellenaufgaben in dem fachlichen Übungsbetrieb nicht besprochen wurden, wurde vereinbart, den Studierenden online einen Erwartungshorizont der Aufgaben zur Verfügung zu stellen. Insgesamt zeigte sich, dass das Angebot der Bearbeitung einer solchen Aufgabe nur von wenigen Lehramtsstudierenden wahrgenommen wurde. Zum Zeitpunkt der Evaluation im Dezember 2018 bestand die Möglichkeit der Bearbeitung von vier schulbezogenen Aufgaben. Von insgesamt 61 gymnasialen Lehramtsstudierenden, die den Evaluationsbogen beantworteten, gaben 41 Studierende an, keine einzige Schnittstellenaufgabe bearbeitet zu haben. Im Rahmen der Evaluation wurden mit vierstufigen Likert-Skalen (1 = trifft nicht zu, 4 = trifft zu) Gründe für eine mögliche Nichtbearbeitung abgefragt. In diesem Zusammenhang zeigten die Auswertungen insbesondere, dass die Studierenden, die keine schulbezogene Aufgabe bearbeitet hatten, die Beschäftigung mit den

fachlichen Übungen wichtiger erachteten und sich eher mit diesen als mit den schulbezogenen Aufgaben auseinandersetzten ($M = 3,6$, $SD = 0,54$). Als weitere zentrale Gründe für die Nichtbearbeitung wurden fehlende Zeit ($M = 3,5$, $SD = 0,65$), aber auch mangelndes Interesse ($M = 2,7$, $SD = 0,87$) angeführt. Dagegen waren die Herausgabe eines Erwartungshorizontes ($M = 1,8$, $SD = 0,81$) sowie ein zu hoher Anspruch der Aufgaben ($M = 1,5$, $SD = 0,58$) für die fehlende Auseinandersetzung mit den schulbezogenen Übungsaufgaben weniger relevant. Aufgrund der geringen Bearbeitungszahlen lassen sich mit den vorliegenden Daten statistisch keine signifikanten Auswirkungen der Bearbeitung der schulbezogenen Aufgaben auf die Stärkung des Berufsfeldbezuges und motivationale Aspekte feststellen. Aus den vorangegangenen qualitativen Auswertungen geht jedoch hervor, dass Studierende in höheren Semestern ein derartiges Angebot als äußerst wertvoll erachten und sich bereits von Studienbeginn an ein derartiges Angebot gewünscht hätten. Im Kontrast dazu zeigen die quantitativen Analysen, dass das Angebot einer sonst weitgehend traditionell gestalteten Erstsemestervorlesung von den Studierenden kaum genutzt wird. Für zukünftige Durchläufe könnte das Angebot daher verpflichtender – und nicht als freiwilliges Zusatzangebot – sowie mit expliziten Besprechungen in die Fachveranstaltung und ggf. auch die dazugehörigen Prüfungen integriert werden.

reflect@math.lmu

Die Seminarveranstaltung „Reflexion von Schulmathematik aus der Perspektive der Hochschulmathematik“ wurde im Sommersemester 2016 erstmals pilotiert. Im Rahmen der ersten Durchführung wurden die Arbeitsaufträge stark vorstrukturiert, Phasen direkter Instruktion wie z. B. zusätzliche Erklärungen oder auch eine Besprechung der Lösungen erfolgten nach Bedarf der Studierenden. Zur Evaluation wurden zu Semesterbeginn und Semesterende Fragebögen eingesetzt. Inhaltlich wurden mithilfe verschiedener Skalen (vgl. Kosiol, Rach, & Ufer, 2018; Ufer, Rach, & Kosiol, 2017) sowohl fachmathematisches Wissen als auch Interesse und Motivation bezüglich der Fach- und Schulmathematik sowie die Einschätzung der beruflichen Relevanz der Fachdidaktik- und Fachvorlesungen (Fachdidaktik Berufsfeldbezug bzw. Fachmathematik Berufsfeldbezug in Abbildung 1) erhoben.

Die statistische Auswertung mithilfe von T-Tests¹ für gepaarte Stichproben zeigte eine signifikante Steigerung des fachmathematischen Wissens

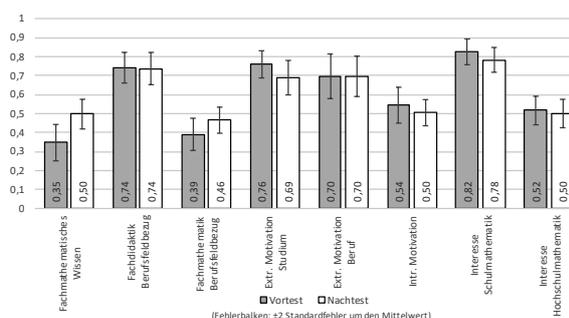


Abbildung 1. Ergebnisse der Evaluation im Sommersemester 2016

($T(18) = -5,55$; $p < .001$; $d = 0,77$; deskriptive Ergebnisse vgl. Abbildung 1). Auch die empfundene Bedeutung der Fachmathematik für die spätere Berufsausübung war am Semesterende statistisch bedeutend höher ($T(18) = -2,14$; $p = 0,046$; $d = 0,43$). In den Ergebnissen der übrigen Skalen (z. B. Interesse, Motivation) ließen sich keine signifikanten Unterschiede feststellen (alle $|T| < 1,44$; $p > .16$). Die leichten deskriptiven Abnahmen können möglicherweise mit dem Testzeitpunkt zum Semesterende und der damit parallelen Klausurenphase erklärt werden.

Nach einer Überarbeitung sowie Weiterentwicklung der Materialien erfolgte nach der Implementation des Seminars im Wintersemester 2016/17 eine zweite Evaluation. Die Aufgabenüberarbeitung zielte in erster Linie darauf ab, die einzelnen Teilaufgaben derart zu formulieren, dass sie zunächst getrennt aus schulmathematischer und universitärer Sicht angegangen wurden, bevor abschließend eine Vernetzung der beiden Sichtweisen fokussiert wurde. Dennoch zeigte sich insgesamt ein geringerer Lernzuwachs beim fachmathematischen Wissen als bei der ersten Durchführung sowie eine teilweise geringere Einschätzung der Bedeutung der Fachmathematik für den Lehrerberuf (vgl. Abbildung 2). Neben der kleineren Stichprobengröße (13 Teilnehmerinnen und Teilnehmer) ist anzunehmen, dass dies teilweise darauf zurückgeführt werden kann, dass das Seminar größtenteils von Studierenden des Masterstudiengangs Wirtschaftspädagogik besucht wurde. Aufgrund der zeitlich länger zurückliegenden Fachmathematik-Vorlesungen im Vergleich zum Lehramtsstudiengang kann angenommen werden, dass die Inhalte weniger präsent waren. Allerdings können hier deskriptiv Zuwächse bezüglich der Bedeutung der Fachdidaktik für den Beruf sowie intrinsischer Motivation und Interesse an der Hochschulmathematik beobachtet werden.

¹ Der Shapiro-Wilk-Test zeigte, dass in allen Skalen von einer Normalverteilung ausgegangen werden kann; ebenso kann Varianzhomogenität angenommen werden (Levene-Test).

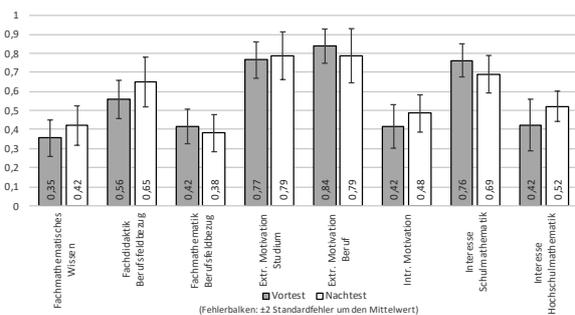


Abbildung 2. Ergebnisse der Evaluation im Wintersemester 2016/17

Im Sinne eines Design-Based-Research-Ansatzes wurde das Format semesterweise weiterentwickelt. Ein wichtiges Ergebnis dabei war, dass eine explizitere Wiederholung des fachmathematischen Wissens notwendig schien. Außerdem sollten die insbesondere auf affektiv-motivationaler Ebene positiven Aspekte des zweiten Durchgangs aufrechterhalten werden. Hierzu wurde das Seminarkonzept dahingehend verändert, dass am Ende der Sitzungen eine kompakte fachliche Input-Phase des Dozenten erfolgte. Bis zur Folgesitzung waren die Studierenden angehalten, ihr Vorwissen mithilfe eines kurzen Multiple-Choice-Tests auf Moodle zu überprüfen, sodass die fachlichen Inhalte in der Seminarsitzung keine Schwierigkeiten mehr bereiten sollten und hier sehr offene Arbeitsformen („Lernumgebungen“) gewählt werden konnten. Als zusätzliche Unterstützung der Studierenden während der Arbeitsphasen wurden Anregungen für Fragestellungen sowie Lösungsideen im Sinne von differenzierenden, gestuften Hilfen auf Moodle bereitgestellt. Bei der Auswertung der neuen Daten vom Wintersemester 2017/18 und Sommersemester 2018 zeigten sich neben einer signifikanten Steigerung des fachmathematischen Wissens ($T(17) = -4,843$; $p < 0,001$; $d = 0,50$) keine weiteren statistisch bedeutsamen Effekte. Deskriptiv ließ sich allerdings eine höhere empfundene Bedeutung der Fachmathematik für die spätere Berufsausübung am Semesterende erkennen (vgl. Abbildung 3).

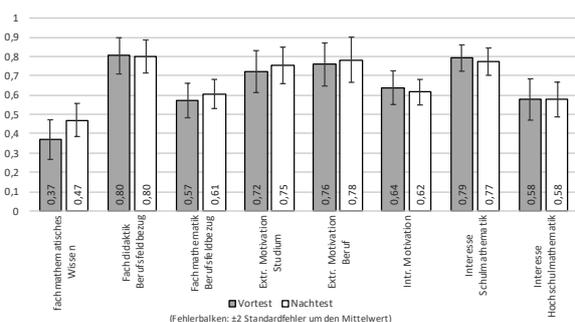


Abbildung 3. Ergebnisse der Evaluation im Wintersemester 2017/18 und Sommersemester 2018

Bei einer Gegenüberstellung der beiden Konzepte („Arbeitsaufträge“ vs. „Lernumgebungen“) zeigten sich nur geringe Unterschiede in den verschiedenen Variablen. Somit erscheint es sinnvoll, weiterhin auf die offenen Aufgabenstellungen („Lernumgebungen“) in Kombination mit den Input-Phasen und Selbsttests zu setzen, was auch durch qualitative Rückmeldungen der SeminarteilnehmerInnen gestützt wird. Dennoch sollte bei zukünftigen Durchführungen untersucht werden, an welchen Stellen noch Optimierungspotential besteht. Insbesondere der Blick auf das fachmathematische Wissen zeigt trotz großer Steigerung am Semesterende noch große Defizite (mittlere Lösungsrate $\leq 50\%$).

Zusammenfassend zeigen beide Projekte Potentiale aber auch Schwierigkeiten beim Einsatz von Schnittstellenaufgaben. Für den vorlesungsbegleitenden Einsatz in der Erstsemesterveranstaltung lässt sich insbesondere das Problem der Lernangebotsnutzung als zentral herausheben. Für das Seminarkonzept zeigen sich einzelne Zuwächse in der wahrgenommenen Relevanz der Studieninhalte. Dennoch verwundern die trotz einer signifikanten Steigerung zum Ende der Veranstaltung noch recht niedrigen Lösungsraten im fachmathematischen Wissenstest. Die Vermittlung von Fachwissen war nicht Ziel der Veranstaltungen. Die Ergebnisse werfen jedoch die Frage auf, ob das wesentliche Problem der Studiengestaltung vielleicht weniger die Klärung der Bedeutung der fachlichen Studieninhalte für den Schulbereich ist, sondern der Aufbau von Fachwissen, das die Studierenden überhaupt sinnvoll auf den schulischen Kontext übertragen können (vgl. Hoth, Jeschke, Dreher, Lindmeier, & Heinze, 2018). Für Letzteres wäre eine zweistündige, einsemestrige Veranstaltung sehr wahrscheinlich nicht ausreichend.

Verstetigung und Fortführung der beiden Projekte

Beschreibung und Ziele des Projektes *math.meets.school*²

Das Projekt *Fachmathematische Arbeitsweisen für Studium und Berufspraxis im Lehramt entwickeln* (*math.meets.school*²) zielt zunächst darauf ab, die entwickelten Initiativen der beiden Vorläuferprojekte weiterzuführen und zu konsolidieren. Weiterhin soll in dem Projekt der Übergang vom Fachstudium in die Berufspraxis in den Vordergrund rücken. In diesem Zusammenhang wird bislang problematisiert, dass angehende Lehrkräfte ihr im Studium erworbenes Fachwissen für die eigene Unterrichtsgestaltung nur schwer nutzbar machen können und sich in ihrer Unterrichtsgestaltung primär an Erfahrungen aus der eigenen Schulzeit und weniger an erlernten fachwissenschaftlichen Konzepten und

Arbeitsweisen orientieren. Die im Studium erworbenen Fachinhalte sollen sowohl im Studium als auch im Berufsfeld zunächst für die eigenständige vertiefte Analyse von schulischen Inhalten und deren Aufbereitung für den Unterricht relevant sein. Darüber hinaus ist fachliches Wissen für die Konzeption und den Einsatz von Unterrichtsmaterialien notwendig. Eine besondere Herausforderung stellt dabei unter anderem das Erstellen digitaler Lernmaterialien, wie beispielsweise Simulationen oder auch softwarebasierte Lernumgebungen zum Anpassen funktionaler Zusammenhänge an vorliegende Daten dar. Zum Teil sind derartige Materialien bereits in Lehrplänen verankert, in Standards benannt und in der Praxis verbreitet. Häufig besteht in diesen Bereichen jedoch noch ein großer Entwicklungsbedarf für Unterrichtsmaterialien und -ansätze. Im Berufsfeld der Lehrkräfte sind weiterhin die Auswahl und (möglicherweise) die Adaption von vorhandenen Materialien für den eigenen Unterricht wichtig. Hierbei benötigen Lehrkräfte zusätzlich zu Wissen über die eingesetzten Softwareplattformen vor allem anwendbares fachliches Wissen aus den jeweiligen Inhaltsbereichen. Im Rahmen des Projekts werden in enger Zusammenarbeit von Expertinnen und Experten aus den Fachwissenschaften und der Fachdidaktik zwei Veranstaltungsformate entwickelt und evaluiert, welche fachliches Wissen und Kompetenzen für die Entwicklung von digitalen Unterrichtsmaterialien fokussieren.

Literatur

- Ball, D., Thames, M. & Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59, 389–407.
- Bauer, T. (2013). *Analysis – Arbeitsbuch. Bezüge zwischen Schul- und Hochschulmathematik – sichtbar gemacht in Aufgaben mit kommentierten Lösungen*. Wiesbaden: Springer.
- Beutelspacher, A., Danckwerts, R., Nickel, G., Spies, S. & Wickel, G. (2011). *Mathematik neu denken. Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten*. Wiesbaden: Springer.
- Depaepe, F., Verschaffel, L. & Kelchtermans, G. (2013). Pedagogical content knowledge: A systematic review of the way in which the concept has pervaded mathematics educational research. *Teacher and Teacher Education*, 34, 12–25.
- Grünwald, N., Kossow, A., Sauerbier, G. & Klymchuk, S. (2004). Der Übergang von der Schul- zur Hochschulmathematik: Erfahrungen aus internationaler und deutscher Sicht. *Global Journal of Engineering Education*, 8, 283–293.
- Hefendehl-Hebeker, L. (2013). Doppelte Diskontinuität oder die Chance der Brückenschläge. In C. Ableitinger, J. Kramer & S. Prediger (Hrsg.), *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung* (S. 1–16). Wiesbaden: Springer.
- Heinze, A., Dreher, A., Lindmeier, A. & Niemand, C. (2016). Akademisches versus schulbezogenes Fachwissen – ein differenzierteres Modell des fachspezifischen Professionswissens von angehenden Mathematik Lehrkräften der Sekundarstufe. *Zeitschrift für Erziehungswissenschaft*, 19, 329–349.
- Heublein, U., Richter, J., Schmelzer, R. & Sommer, D. (2012). *Die Entwicklung der Schwund- und Studienabbruchquoten an den deutschen Hochschulen. Statistische Berechnungen auf der Basis des Absolventenjahrgangs 2010*. Heruntergeladen von www.dzhw.eu/pdf/pub_fh/fh-201203.pdf am 20. 3. 2018.
- Hoth, J., Jeschke, C., Dreher, A., Lindmeier, A. & Heinze, A. (2018). Entwicklung des professionellen Wissens angehender Mathematik Lehrkräfte während des Studiums. In Fachgruppe Didaktik der Mathematik der Universität Paderborn (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 843–846). Münster: WTM.
- Kosiol, T., Rach, S. & Ufer, S. (2018). (Which) Mathematics interest is important for a successful transition to a university study program? *International Journal of Science and Mathematics Education*. Advanced online publication. DOI:10.1007/s10763-018-9925-8
- Pieper-Seier, I. (2002). Lehramtsstudierende und ihr Verhältnis zur Mathematik. In W. Peschek (Hrsg.), *Beiträge zum Mathematikunterricht 2002* (S. 395–398). Hildesheim: Franzbecker.
- Rach, S., Heinze, A. & Ufer, S. (2014). Welche mathematischen Anforderungen erwarten Studierende im ersten Semester des Mathematikstudiums? *Journal für Mathematik-Didaktik*, 35, 205–228.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15, 4–14.
- Ufer, S., Rach, S. & Kosiol, T. (2017). Interest in mathematics = Interest in mathematics? What general measures of interest reflect when the object of interest changes. *ZDM Mathematics Education*, 49 (3), 397–409.
- Wasserman, N., Fukawa-Connelly, T., Villanueva, M., Mejia-Ramos, J. & Weber, K. (2017). Making real analysis relevant to secondary teachers: Building up from and stepping down to practice. *PRIMUS*, 27, 559–578.

Constanze Schadl, LMU München
E-Mail: schadl@math.lmu.de

Alexander Rachel, LMU München
E-Mail: rachel@math.lmu.de

Stefan Ufer, LMU München
E-Mail: ufer@math.lmu.de

Vernetzendes Lehren und Lernen in Mathematik

Konzeption und Evaluation eines neuen Lehr-Lern-Formats im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Passau¹

Andreas Datzmann, Matthias Brandl und Tobias Kaiser

Das Projekt SKILL an der Universität Passau

SKILL steht für *Strategien zur Kompetenzentwicklung: Innovative Lehr- und Beratungskonzepte in der Lehrerbildung*. Es ist ein Projekt zur Weiterentwicklung der Lehrerbildung, an dem mehrere Fakultäten und Einrichtungen der Universität Passau beteiligt sind. In SKILL arbeiten 16 Hochschullehrende sowie 24 wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter aus verschiedenen Fakultäten und Einrichtungen der Universität zusammen. Das Projekt besteht aus dem Didaktischen Labor (DiLab), d. h. Raum und Team, in dem vier Lehrprojekte aus den Bereichen Germanistik, Information and Media Literacy (IML), Kunst/Musik/Sport und Mathematik, Innovationen wie die stärkere Vernetzung von Fachwissenschaften, Fachdidaktiken und Bildungswissenschaften anstoßen. Die Fachstelle für Studierendenberatung koordiniert das Beratungsnetzwerk, an dem auch das Eignungsverfahren *PARcours* beteiligt ist. Die Fachstelle für Qualitätsentwicklung sichert die Nachhaltigkeit der Innovationen über das Projektende hinaus.

Mit SKILL reagiert die Universität auf Defizite in der Lehrerbildung, die unter den Schlagworten institutionelle Segmentierung, Marginalisierung von Lehramtsstudierenden und Fragmentierung von Ausbildungsinhalten diskutiert werden. Zentrale Ziele des Projekts sind daher die Schaffung eines identitätsstiftenden Ortes für die Lehramtsstudierenden und die Lehrenden in Gestalt eines Didaktischen Labors, die Etablierung einer auf die Lehrerbildung bezogenen Hochschuldidaktik in Form von Workshops, der Aufbau eines Beratungsnetzwerks Lehramt zur Unterstützung individueller Kompetenzentwicklung von Studierenden, die stärkere Vernetzung von Fachwissenschaften, Fachdidaktiken und Bildungswissenschaften in inter- und transdisziplinären Lehr-Lern-Formaten und die Sicherung der Nachhaltigkeit von Innovationsmaßnahmen durch neue Qualitätssicherungsstrukturen. Übergreifendes Ziel von SKILL ist es, einen

Innovationskreislauf in der Lehrerbildung anzustoßen.

Das Teilprojekt Mathematik und seine Ziele

Das Teilprojekt Mathematik zielt auf die Bereitstellung eines neuen, vernetzenden Lehr-Lern-Formats zur Verbindung universitärer und schulischer Fachinhalte im Lehramtsstudium ab, und steht damit in der Tradition von Projekten wie *Mathematik Neu Denken* von Beutelspacher et. al. (2011). Als inhaltlicher Themenbereich wurde hierfür die Geometrie gewählt und dazu eine neue Veranstaltung mit dem Titel *Geometrie in Schule und Hochschule* konzipiert. In dieser wird – aufbauend auf einer Idee von Bauer & Partheil (2009) – von einer höheren Warte aus die Verbindung zwischen universitären Fachinhalten und Schulstoffen thematisiert. Hierzu wird, unter Berücksichtigung historischer Momente, der Übergang zwischen schul- und universitätsmathematischem Charakter auf genetischem und visuell-anschaulichem Weg aufgezeigt. Um dies zu unterstützen, wurden und werden spezielle *Interaktive Mathematische Landkarten* erarbeitet und weiterentwickelt. Mathematische Landkarten verstehen sich als didaktische Hilfsmittel, die Zusammenhänge innerhalb eines Bereichs der Mathematik und deren zeitliche Entwicklung darstellen können (Brandl, 2008; Schwarz et al., 2017).

Um eine stete Evaluation und Verbesserung des Lehr-Lern-Formats zu gewährleisten, wurde als Entwicklungsmethodologie der *Design-Based Research-Ansatz* (DBR) verwendet. Ziel von DBR ist es, „durch systematische Gestaltung, Durchführung, Überprüfung und Re-Design“ (Reinmann, 2005, S. 61) u. a. Wissen über den Design-Prozess und konkrete Verbesserungsmöglichkeiten für die Praxis zu erhalten. Im Folgenden sollen dieser DBR-Prozess und die Ergebnisse der zuletzt durchgeführten Evaluation kurz dargestellt werden.

¹ Das diesem Bericht/Aufsatz/Artikel zugrundeliegende Vorhaben wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern mit Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung unter dem Förderkennzeichen 01JA1624 gefördert. Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autoren.

Die Design-Based Research Cycles

Der DBR-Prozess für die Veranstaltung gliederte sich in insgesamt sieben Schritte: 1. Vorerhebung zum Wissensstand der Studienanfängerinnen und Studienanfänger, 2. Auswahl der Themen für die Veranstaltung, 3. Erste Durchführung, 4. Evaluation und Überarbeitung, 5. Zweite Durchführung, 6. Evaluation und Überarbeitung, 7. Dritte Durchführung und Evaluation. Da die dritte Durchführung und die zugehörige Evaluation erst im Sommersemester 2019 stattfinden, wird an dieser Stelle nur über die ersten sechs Schritte berichtet. Der Fokus liegt dabei insbesondere auf der Evaluation der zweiten Durchführung.

Vorerhebung zum Wissensstand der Studienanfängerinnen und Studienanfänger

Zu Beginn des Designprozesses wurde im Wintersemester 2016/2017 eine Vorerhebung bei Studienanfängerinnen und Studienanfängern mathematiknaher Studiengänge durchgeführt. Ziel war es, einen Einblick in die Kenntnisse der Studierenden im Bereich der Geometrie vor Beginn des Studiums zu erhalten und mögliche Themenbereiche für das spätere Lehr-Lern-Format zu identifizieren. Dazu wurden 136 Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Brückenkurses zur Mathematik an der Universität Passau per Fragebogen befragt. Der Brückenkurs soll die Lücke zwischen dem in der Schule vermittelten Stoff und den Voraussetzungen für ein mathematiknahes Studium schließen. Inhalt des Fragebogens waren unter anderem Fragen zu Zusammenhängen innerhalb der Schulgeometrie, d. h. zu Themen wie dem Satz des Pythagoras, Eigenschaften geometrischer Objekte, Strahlensatz und Trigonometrie, bei denen die Studienanfängerinnen und Studienanfänger entscheiden sollten, ob eine Aussage wahr oder falsch ist. Ausgehend von den damit identifizierten Schwächen und durch einen Vergleich von Schul- und Hochschulgeometrie, ließen sich anschließend geeignete Themen für die Veranstaltung ausmachen.

Auswahl der Themen für die Veranstaltung und Konzeption

Um unter Berücksichtigung historischer Momente Zusammenhänge zwischen schulischen und universitären Inhalten aufzuzeigen, wurde ein erster Teil der Veranstaltung der Geschichte der Axiomatik der Geometrie gewidmet – ausgehend von Euklids *Die Elemente* bis hin zu Hilberts *Grundlagen der Geometrie*. Daraufhin wurden verschiedene Konzepte aus dem Schulunterricht mit ihrem Pendant aus der Hochschule verglichen, etwa der Begriff der Kongruenz, der Strecken- und der Winkelmessung. Einen zentralen Teil der Veranstaltung – wie auch

der Geschichte der Geometrie – nahm das Parallelenaxiom ein. Unter Annahme dessen Gültigkeit wurde die euklidische Geometrie mit den bekannten Sätzen Pythagoras, Höhen- und Kathetensatz und dem Satz über die Innenwinkelsumme im Dreieck thematisiert. Aufbauend auf der Geschichte des Parallelenaxioms konnten im Anschluss auch Modelle der nichteuklidischen Geometrie behandelt werden, beispielsweise die Poincarésche Halbebene als Modell der hyperbolischen Geometrie und die Kugelgeometrie als Modell der elliptischen Geometrie. Ein historischer Exkurs zu den klassischen Problemen der antiken Mathematik rundete die Veranstaltung ab.

Für die methodische Konzeption der Veranstaltung orientierten wir uns an einem Ergebnis von Krauss et al. (2008). Ein Dozierender solle demzufolge nicht meinen, dass Mathematik am einfachsten durch Zuhören gelernt werde oder dass Studierende eine ständige kleinschrittige Anleitung benötigten. Wir entschieden uns deshalb für ein aufgabenbasiertes Design, das den Studierenden viel Eigenarbeitszeit gewährte. Organisiert wurde die Kombination von Input aus Schule und Hochschule und zugehörigen Aufgaben mit Hilfe einer E-Learning-Plattform. Didaktische Gründe für den Einsatz von E-Learning sind etwa die Qualitätsverbesserung des Lehrangebotes, eine Erhöhung der Motivation der Studierenden sowie eine Vorbereitung dieser auf lebenslanges Lernen (Kreidl, 2011).

Erste Durchführung, Evaluation und Überarbeitung

Die erste Durchführung des Lehr-Lern-Formats erfolgte im Wintersemester 2017/2018. Anrechenbar war die Veranstaltung für den freien Bereich im gymnasialen Lehramtsstudium. Um erste Einblicke in die Wirksamkeit der Veranstaltung zu erhalten, wurde wieder der Fragebogen aus der Vorerhebung eingesetzt, dieses Mal aber als Prä-Post-Design mit Kontrollgruppe. Sowohl die Experimental- als auch die Kontrollgruppe waren jedoch zu klein, um empirisch belastbare Aussagen zu treffen. Im Posttest schnitten beide Gruppen besser ab als im Prätest, der Zuwachs bei der Experimentalgruppe war aber höher.

Wir sahen dies als Zeichen, dass die Veranstaltung bereits in eine sinnvolle Richtung geht, jedoch noch einiges an Überarbeitung benötigen würde. Deshalb wurde der Kurs für die nächste Durchführung mit Fokus auf die Visualisierung überarbeitet. Dazu wurden v. a. *Geogebra Applets* entwickelt, die eine interaktive Beschäftigung mit Fragestellungen ermöglichten. Ein Beispiel hierfür ist die Frage, wie groß die Innenwinkelsumme eines Dreiecks in der Kugelgeometrie werden kann. Außerdem wurden technische Beweise reduziert. Durch die Fokussierung auf anschauliche Beispiele und Prototypen

Tabelle 1. Begriffe und deren Unterkategorien

Gerade	Kreis	Kongruenz	Innenwinkelsumme
Vorstellungen von einer Gerade	Vorstellungen von einem Kreis	Vorstellungen von Kongruenz	Herleitung der Innenwinkelsumme
Eigenschaften einer Gerade	Eigenschaften eines Kreises	Aussagen zu Kongruenz	Innenwinkelsumme in verschiedenen Geometrien
Geraden in verschiedenen Geometrien	Besondere Kreise	Kriterien für Kongruenz	Verallgemeinerung zu n -Ecken
Verbindungen zu ähnlichen Konzepten			

erhofften wir uns besseres Verständnis und eine stärkere Vernetzung von schulischen und universitären Inhalten.

Zweite Durchführung, Evaluation und Überarbeitung

Die zweite Durchführung der Veranstaltung fand im Sommersemester 2018 statt. Sie war dieses Mal unter dem Titel *Ausgewählte Kapitel zur Didaktik der Mathematik am Gymnasium* bereits für das reguläre Studium anrechenbar. Um die Auswirkung des Lehr-Lern-Formats auf die Vernetzung von schulischen und universitären Inhalten zu untersuchen, stützten wir uns auf das theoretische framework des *concept image* von Tall & Vinner (1981). Dabei beschreibt der Begriff *concept image* „die gesamte kognitive Struktur, die mit dem Konzept verbunden ist und die alle mentalen Bilder und damit verbundenen Eigenschaften und Prozesse umfasst“ (Tall & Vinner, 1981, S. 2). Es galt zu untersuchen, wie sich das *concept image* der Studierenden durch den Besuch des Lehr-Lern-Formats verändert und ob danach mehr Verknüpfungen zwischen schulischen und universitären Aspekten zu beobachten sind.

Die Untersuchung konzentrierte sich dabei auf die Begriffe der Geraden, des Kreises, der Kongruenz und der Innenwinkelsumme, da diese in der Schule, an der Universität und innerhalb des Lehr-Lern-Formats intensiv behandelt wurden. Als Methode für die qualitative Prä-Post-Erhebung kam ein leitfadengestütztes Interview zum Einsatz. Somit konnten die Studierenden zuerst frei auf die Frage antworten, was sie mit einem bestimmten Konzept verbinden und wir hatten die Möglichkeit nachzufragen, wenn gewisse Aspekte noch nicht thematisiert wurden. Wir identifizierten dazu für die oben genannten Begriffe Unterkategorien, zu denen im Bedarfsfall Nachfragen gestellt wurden.

Bei dieser Durchführung gab es zwei Studierende (im folgenden S1 und S2), die in allen Sitzungen anwesend waren. Die insgesamt vier Interviews wurden transkribiert und die Aussagen der Studierenden zu einer oder mehreren Unterkategorien der obigen Tabelle zugeordnet. Das jeweils daraus abgeleitete *concept image* und dessen Entwicklung

wird im Folgenden kurz exemplarisch dargestellt.

Das *concept image* beider Studierender zum Begriff der Geraden war im ersten Interview noch sehr schulbezogen. Geraden wurden aufgefasst als lineare Funktion $y = m \cdot x + t$ (S1) und als schräge Linie, die ewig nach unten und oben weitergeht (S2). Geradengleichung, Steigung, Parallelität und Anzahl der möglichen Schnittpunkte wurden von beiden korrekt erwähnt. S2 erklärte jedoch falsch, was senkrecht bedeutet und vermischte dabei zudem die Begriffe Steigung und Tangente. Darstellungen von Geraden außerhalb der euklidischen Ebene wurden gar nicht thematisiert, S1 erwähnte jedoch, dass es von der zu Grunde liegenden Geometrie abhinge, ob sich Parallelen schneiden oder nicht. Außerdem fügte S1 hinzu, dass sich Parallelen zumindest im Unendlichen schneiden würden, was auf Verknüpfungen zur projektiven Geometrie hindeutete. Als verwandte Konzepte wurden Halbgerade und Ebenen (S1) genannt. S2 erwähnte als besondere Geraden die Winkelhalbierende, Asymptoten und Tangenten.

Das zweite Interview zeigte insgesamt jeweils ein weiter gefasstes und formaleres *concept image*. Geraden wurden gesehen als unendliche Menge von Punkten (S1 und S2), die die Geradengleichung $y = m \cdot x + t$ erfüllen (S2). Ebenso erwähnten beide Studierende die analytische Darstellung einer Gerade als Aufpunkt und Richtungsvektor. Schnittpunkte zwischen Geraden, Parallelität, senkrechte und schräge Geraden wurden von beiden Studierenden diskutiert. Geraden in anderen Geometrien als der euklidischen Geometrie wurden hingegen nicht thematisiert. S1 erklärte bei ähnlichen Konzepten noch, dass Halbgeraden wichtig für die Definition eines Winkels seien. S2 führte hier eher spezielle Geraden auf, etwa Parallelen zu den Achsen, Winkelhalbierende und Seitenhalbierende. Dafür erwähnte S1 Geradenspiegelungen und diskutierte zudem Automorphismen der Ebene, welche bijektiv seien und Geraden auf Geraden abbildeten.

Aus den Ausführungen der Studierenden ergab sich eine Änderung des *concept images*. Die Vorstellungen von einer Geraden enthielten im zweiten Interview sowohl einen mengentheoretischen An-

satz einer Gerade als unendliche Menge an Punkten, eine algebraische Vorstellung in Form der Geradengleichung, als auch eine analytische Darstellung mittels Aufpunkt und Richtungsvektor. Auch konnte S2 im zweiten Interview Steigung, Tangente und Senkrechte korrekt verknüpfen. Ebenso ließen sich Verknüpfungen zur Definition eines Winkels und den Automorphismen der Ebene ausmachen.

Auch die Entwicklung des jeweiligen concept images zur Kongruenz war positiv. Im ersten Interview lagen noch zwei verschiedene Vorstellungen von Kongruenz vor. S1 erklärte sehr schulnah und anschaulich, dass Objekte kongruent seien, wenn sie die gleiche Form und Größe hätten, während S2 Figuren als kongruent ansah, wenn sie gleich große Winkel hätten. Hier verwechselte S2 Kongruenz mit Ähnlichkeit. Dass S2 nichts weiter zur Kongruenz sagen konnte, zeigte auch, dass S2 mit dem Konzept nicht vertraut war. S1 erwähnte noch die Kongruenzsätze für Dreiecke aus der Schule, niemand erwähnte hingegen eine formale Definition von Kongruenz oder einen Bezug zur Hochschule.

Im zweiten Interview hatte sich die Vorstellung von Kongruenz bei S2 verändert. S2 erklärte, dass Dreiecke kongruent seien, wenn sie gleich lange Seiten und gleich große Winkel besäßen. Ebenso erwähnte S2, dass zwei Objekte kongruent seien, wenn sie durch eine Bewegung aufeinander abgebildet werden könnten. S1 wiederholte die Vorstellungen zu Kongruenz aus dem ersten Interview und ergänzte eine abbildungstheoretische Sichtweise inklusive einer Kategorisierung der verschiedenen Kongruenzabbildungen. Als Verbindung zu verwandten Konzepten wurden Kongruenzabbildungen als spezielle Isomorphismen genannt (S2), Gleichheit als stärkeres Kriterium als Kongruenz und Ähnlichkeit als Abschwächung von Kongruenz (S1).

Die Auswertung beider Interviewzeitpunkte lässt den Schluss zu, dass die Veranstaltung das concept image der verschiedenen geometrischen Begriffe positiv beeinflussen konnte. Die schulischen Vorstellungen wurden nicht durch formale Vorstellungen aus der Hochschule ersetzt, sondern durch diese erweitert. Bei beiden Studierenden zeigte sich etwa im zweiten Interviewzeitpunkt, dass die analytische und algebraische Sichtweise einer Geraden aus der Schule ergänzt wurde um die axiomatisch-mengentheoretische Sichtweise der Universität. Insbesondere bei den abstrakteren Konzepten von Kongruenz und Innenwinkelsumme ließen sich im zweiten Interview mehr Verknüpfungen zwischen Aspekten aus Schule und Hochschule beobachten. Der Begriff der Kongruenz wurde beispielsweise ergänzt durch die axiomatische Definition über Bewegungen und ebenso wurde der Zusammenhang zwischen der Gültigkeit des

Parallelenaxioms und der Innenwinkelsumme im Dreieck thematisiert.

Aufbauend auf diesen Evaluationsergebnissen wurde die Veranstaltung nochmals überarbeitet. Die Themen der hyperbolischen und sphärischen Geometrie wurden ausgebaut, insbesondere in der hyperbolischen Geometrie werden nun viele aus der euklidischen Geometrie bekannte Eigenschaften von Bewegungen nochmals thematisiert. Ist es beispielsweise in der euklidischen Geometrie offensichtlich, dass Bewegungen strecken- und winklerhaltend sind, so erfordert dies in der hyperbolischen Geometrie einen Nachweis. Auch wurden die Klassifikation der Bewegungen und der Zusammenhang zwischen Bewegungen und Automorphismen der Ebene stärker herausgearbeitet.

Verstetigung und Ausblick

Im Sommersemester 2019 läuft der dritte Durchführungszyklus des Lehr-Lern-Formats mit aktuell elf Teilnehmenden. Die Evaluation besteht wieder aus einem leitfadengestützten Interview vor und nach dem Semester. Aufgrund der höheren Teilnehmendenzahl werden diesmal deutlich belastbarere Evaluationsergebnisse erwartet. Die Veranstaltung wurde bereits nach den erfreulichen Evaluationsergebnissen des zweiten Durchlaufs im Modulkatalog verankert. In einer zweiten Förderphase (SKILL.de) werden bis 2023 u. a. weitere Lehrformate zur Vernetzung von Schul- und Hochschulmathematik konzipiert. Diese werden die Gebiete Analysis und Algebra behandeln. Geplant ist auch ein Lehrformat, das gebietsübergreifend die Zusammenhänge zwischen Schul- und Hochschulmathematik behandelt.

Literatur

- Bauer, T., & Partheil, U. (2009). Schnittstellenmodule in der Lehramtsausbildung im Fach Mathematik. *Mathematische Semesterberichte*, 56(1), 85–103.
- Beutelspacher, A., Danckwerts, R., Nickel, G., Spies, S., & Wickel, G. (2011). *Mathematik Neu Denken: Impulse für die Gymnasiallehrerbildung an Universitäten*. Vieweg + Teubner Verlag.
- Brandl, M. (2008). The vibrating string – an initial problem for modern mathematics; historical and didactical aspects. In I. Witzke (Hrsg.), *18th Novembertagung on the History, Philosophy & Didactics of Mathematics* (S. 95–114). Berlin: Logos.
- Krauss, S., Neubrand, M., Blum, W., Baumert, J., Brunner, M., Kunter, M., & Jordan, A. (2008). Die Untersuchung des professionellen Wissens deutscher Mathematik-Lehrerinnen und -Lehrer im Rahmen der COACTIV-Studie. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 29(3/4), 223–258.
- Kreidl, C. (2011). *Akzeptanz und Nutzung von E-Learning-Elementen an Hochschule: Gründe für die Einführung und*

Kriterien der Anwendung von E-Learning. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann.

Reinmann, G. (2005). Innovation ohne Forschung? Ein Plädoyer für den Design-Based Research-Ansatz in der Lehr-Lernforschung. *Unterrichtswissenschaft*, 33(1), 52–69.

Schwarz, A.-M., Brandl, M., Kaiser, T., & Datzmann, A. (2017). Interactive mathematical maps for de-fragmentation. In Dooley, T., Gueudet, G. (Hrsg.), *Proceedings of the Tenth Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (S. 2292–2293). Dublin, Ireland: DCU Institute of Education and ER-ME.

Tall, D., & Vinner, S. (1981). Concept image and concept definition in mathematics with particular reference to limits and continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12(2), 151–169.

Andreas Datzmann, Universität Passau
E-Mail: andreas.datzmann@uni-passau.de

Matthias Brandl, Universität Passau
E-Mail: matthias.brandl@uni-passau.de

Tobias Kaiser, Universität Passau
E-Mail: tobias.kaiser@uni-passau.de

KOLEG2: Kooperative Lehrkräftebildung Gestalten Maßnahmen im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Regensburg

Alexandra Franke-Nanic und Astrid Rank

KOLEG im Profil¹

Die von Bund und Ländern gemeinsam beschlossene *Qualitätsoffensive Lehrerbildung* fördert Hochschulen bei der Entwicklung und Umsetzung innovativer Konzepte und Strukturen für die Lehrkräftebildung. Die Universität Regensburg war mit ihrem Vorhaben *KOLEG – Kooperative Lehrkräftebildung Gestalten* als eine von 19 Hochschulen unter 80 eingereichten Vorhaben in der ersten Bewilligungsrunde erfolgreich. Mit Beginn des Jahres 2019 geht *KOLEG2* in die zweite Förderphase: Unter der Leitlinie, Lehrerinnen- und Lehrerbildung kooperativ und mit reflektiertem Theorie-Praxis-Bezug zu gestalten, verfolgt *KOLEG2* das Ziel, Regensburg zu einem Ort zukunftsgerichteter Lehrkräftebildung auszubauen. Entscheidend für einen nachhaltigen Innovationsschub sind eine intensive Vernetzung mit Partnerinnen und Partnern der Bildungslandschaft, eine enge inter- und transdisziplinäre Zusammenarbeit sowie eine gemeinsam getragene Verantwortung innerhalb der Hochschule. Bis Ende 2023 werden drei Schwerpunkte auf inhaltlicher und strukturentwickelnder Ebene bearbeitet:

- *Kohärenz und Vernetzung*: Lehrerinnen- und Lehrerbildung findet in unterschiedlichen Bereichen und Phasen statt. Die beteiligten Akteurinnen

und Akteure pflegen unterschiedliche Sichtweisen und folgen unterschiedlichen Maßstäben. Maßnahmen zu diesem Schwerpunkt thematisieren diese Multiperspektivität und nehmen sie als Ausgangspunkt für Lernprozesse von Studierenden und/oder Lehrenden.

- *Orientierung und Begleitung*: Begleitung und orientierende Hilfe anzubieten bedeutet mehr, als über Angebote zu informieren. Maßnahmen zu diesem Schwerpunkt stellen die Anregung zur Reflexion in den Vordergrund, die Fragen der persönlichen Bereitschaft oder Eignung für den Lehrberuf einschließt.
- *Heterogenität und Inklusion*: Heterogenität im Bildungssystem mit ihren verschiedenen Ausprägungen ist mit großen Herausforderungen für Dozierende verbunden. Maßnahmen dieses Schwerpunkts generieren zu dieser Thematik Expertise und geben sie an andere Bereiche der Universität weiter.

Nur ein Teil der in die Lehrkräftebildung eingebundenen Hochschulakteurinnen und -akteure versteht sich primär als Lehrerinnen- und Lehrerbildner und gestaltet das Angebot entsprechend. Studierende des Lehramts bleiben daher oft mit der Aufgabe allein, die in unterschiedlichen Bereichen erworbenen Kompetenzen auf die spätere Profession hin zu

¹ KOLEG wird im Rahmen der gemeinsamen „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ von Bund und Ländern aus Mitteln des Bundesministeriums für Bildung und Forschung gefördert.

beziehen. Für eine Profilierung der Lehramtsausbildung werden in KOLEG2 alle beteiligten Fächer und Hochschuleinrichtungen umfassend in einen Diskurs um deren Aufgabe und Ausrichtung einbezogen. Die Berücksichtigung unterschiedlicher Perspektiven bildet den Ausgangspunkt für die Lernprozesse aller. Die Perspektivenvielfalt bringt auch Widersprüche hervor, die nicht ohne weiteres auflösbar sind; sie stehen vielmehr für ein Abbild der Breite und Anforderungen des Berufsfeldes. Solche Ambivalenzen dienen KOLEG2 als Ausgangspunkt für gemeinsame Reflexionen, in denen die Grundsätze eigenen Handelns hinterfragt werden. Dafür arbeiten Verantwortliche aus 14 fachlichen Disziplinen und drei Organisationseinheiten in *sieben Maßnahmen* zusammen:

Ziel von *FALKE2 – Erklären im Unterricht* ist es, die in *FALKE1* begonnene theoretische und empirische Untersuchung des Konstrukts „Erklären“ in verschiedenen Unterrichtsfächern zu vertiefen und die Erklärkompetenzen von Lehramtsstudierenden in speziell konzipierten Seminaren gezielt zu verbessern. Nach der Modellierung der Erklärqualität und empirischen Untersuchung von video-grafierten Erklär vignetten im Rahmen von KOLEG1 fokussiert *FALKE2* noch stärker die Reflexion unterrichtlicher Erklärpraktiken und somit die Förderung und Untersuchung von Professionalisierungsprozessen. Zur Kohärenz und Vernetzung mit der dritten Phase der Lehrerinnen- und Lehrerbildung trägt die Maßnahme *Förderung der experimentellen Kompetenz von Chemielehrkräften* bei. Die Fortbildung soll Fachwissen, fachdidaktisches Wissen und die Fähigkeit zur Vermittlung experimenteller Kompetenz fördern. Zudem sollen langfristig das Verständnis und die Kompetenz der Schülerinnen und Schüler zur eigenständigen Durchführung des naturwissenschaftlichen Erkenntniswegs gestärkt werden.

Orientierungs- und Begleitungsangebote werden durch die *Freiwillige Fortbildungsmaßnahme für Praktikumslehrkräfte* gefördert: In der Maßnahme werden die Praktikumslehrkräfte auf die Betreuung und Begleitung von Praktikantinnen und Praktikanten vorbereitet. In Abstimmung mit Verantwortlichen der Schulaufsicht sind ein Lehrgang und Coaching-Maßnahmen entwickelt worden, die für die Praxisphase relevantes Theoriewissen sowie Wissen über optimales Feedback und Beratung von Studierenden während des Praktikums thematisieren. Ergänzend dazu richtet sich die Maßnahme *Meaningful Occupational REflection (MORE)* an Studierende und bietet ein umfassendes Programm zur Potenzialanalyse. Dabei wird das in der Pädagogischen Psychologie im Rahmen von KOLEG1 entwickelte Training zur Emotionalen Kompetenz integriert und somit verdauert.

Das Themenfeld Inklusion und Heterogenität wird durch drei verschränkte Maßnahmen gestärkt: Schwerpunkt der Maßnahme *Inklusion und Mehrsprachigkeit partizipativ entwickeln – universitäre Lehrerbildung schulnah! (IMpuLs+)* ist der Auf- und Ausbau einer Datenbank mit Video- und Audiofällen zum Unterricht in heterogenen Klassen für Dozierende aller Schularten und der systematische Einbezug dieser Datenbank in die Module der Lehrkräftebildung zur Verstärkung des Praxisbezugs. Daneben richtet sich das *Zusatzstudium „Inklusion – Basiskompetenzen“* direkt an die Studierenden: Es wird ein studienbegleitendes, dreisemestriges Zusatzangebot bereitgestellt, das sich unter anderem durch systematisch unterstützte Praxisanteile auszeichnet. Die Inhalte bilden Grundlagen zu Inklusion, Diagnose und Förderung sowie Beratung. Um die Entwicklung geeigneter Mobilitätsformate zur Steigerung der Kompetenzen im Umgang mit Heterogenität ist die Maßnahme *Experiencing International Teacher Education (EXITE2)* bemüht. Die Einführung einer studienbegleitenden Zusatzqualifikation „UR Lehramt International“ soll zur Professionalisierung von angehenden Lehrkräften beitragen und zu einem weiteren Anreiz führen, das Lehramtsstudium auch außerhalb Deutschlands kennenzulernen.

Sicherstellung der Nachhaltigkeit

Für umfassende Steuerungsmöglichkeiten wird das Projekt KOLEG2 eng in die Strukturen und Gremien der Universität Regensburg eingebunden. Die zentrale Projektkoordination liegt beim Regensburger Universitätszentrum für Lehrerbildung. Neben der Administration werden die Maßnahmen durch das Lehrerbildungszentrum qualitätssichernd und hinsichtlich ihrer nachhaltigen Gestaltung begleitet und evaluiert. Die wissenschaftliche Projektleitung für KOLEG1 hatten Karsten Rincke (Didaktik der Physik und Vorsitzender des Lehrerbildungszentrums) und Astrid Rank (Grundschulpädagogik und -didaktik, Vorstandsmitglied des Lehrerbildungszentrums) inne; mit KOLEG2 löst Oliver Tepner (Chemiedidaktik) Karsten Rincke in der wissenschaftlichen Leitung ab. Neben dem Regensburger Universitätszentrum für Lehrerbildung wird das dort verortete Forschungskolleg zentral in die wissenschaftliche Qualitätssicherung von KOLEG2 eingebunden: Das Forschungskolleg verfolgt das Ziel, Strukturen zur Förderung von Forschung zu Lehr- und Lernprozessen in domänenspezifischen Disziplinen zu schaffen. Ein weiterer Fokus liegt auf der Förderung des wissenschaftlichen Nachwuchses, insbesondere im Bereich der Fachdidaktiken sowie in allen Bereichen, in denen schulbezogene Forschung umgesetzt wird.

Die zweite Förderphase von KOLEG2 verfolgt die Idee der Untersuchung und der Verstetigung qualitativ hochwertiger struktureller Verbesserungen der Lehrerinnen- und Lehrerbildung an der Universität Regensburg, sodass die Maßnahmen auch nach Förderende weiterlaufen werden. Im Interesse der Nachhaltigkeit und einer konzeptionellen Verbindung stützen sich die Maßnahmen auf Strukturen, die in der ersten Projektlaufzeit errichtet oder unabhängig von KOLEG aufgebaut wurden: So bietet das *Schulnetzwerk dialogUS* die Möglichkeit für eine vertiefte Zusammenarbeit zwischen Universität und allen Schularten und fördert damit einen fundierten Professionsbezug in der Lehramtsausbildung. An vier Partnerschulen der Universität Regensburg wurden während der ersten Projektlaufzeit vier sogenannte *UR-Klassen* eingerichtet, die die Möglichkeit zur zeitgleichen beziehungsweise zeitversetzten Beobachtung von Unterricht ermöglichen. Aufgrund ihrer vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten helfen die UR-Klassen, die Lehramtsausbildung in enger Zusammenarbeit mit der zweiten und dritten Phase im produktiven Spannungsfeld von Wissenschaft und Schule weiterzuentwickeln. Ein weiteres Beispiel für eine konzeptionelle Verbindung stellt die bereichsübergreifende *Videofalldatenbank zu Inklusion und Mehrsprachigkeit* (vgl. oben) dar: Durch authentische Lern- und Anschauungsmaterialien aus der Praxis werden (angehende) Lehrkräfte auf die Herausforderung Heterogenität vorbereitet. Es wird momentan an einer bayernweiten Lösung für eine Falldatenbank gearbeitet, damit eine Dissemination der Lehrmaterialien und Videos über die Universität hinaus erfolgt. Die mittelfristige Anbindung dieser Angebote an das Regensburger Universitätszentrum für Lehrerbildung sorgt für eine Sicherstellung dieser Infrastruktur auch nach Ende der Förderung.

Die verstetigten Angebote richten sich dabei an verschiedene Adressatinnen und Adressaten: Studierende erfahren in den entwickelten Lehrveranstaltungen reflektierten Praxisbezug, der die Schulk Wirklichkeit zielgerichtet einbezieht. Auf diese Weise werden sie kontinuierlich begleitet, beraten und erhalten die Möglichkeit zur Selbstreflexion, verbunden mit einem differenzierten weiterführenden Fortbildungsangebot. Ergänzend zum Regelstudium erhalten sie die Möglichkeit einer Profilbildung für Inklusion und Heterogenität sowie für Internationalisierung. Dozierende können hingegen auf Infrastrukturen zugreifen, die die Integration fall- und praxisbezogener Elemente erleichtern. Sie können etablierte Seminarkonzepte nutzen, die die schulpraktische Wirklichkeit einbeziehen und Reflexion ermöglichen. Um das Angebot auch für die zweite und dritte Phase der Lehramtsausbildung zu stützen, erhalten Lehrkräfte die Möglichkeit der

universitätsnahen Fortbildung. In verschiedenen Settings erhalten sie eine strukturierte Weiterbildung und können an einem formalisierten und kontinuierlichen Austausch mit der Universität teilnehmen.

Qualitätssichernde Maßnahmen in Forschung und Lehre

Unter Qualitätssicherung wird an Hochschulen in der Regel die Anwendung von Evaluationsverfahren verstanden (HRK 2008, S. 6). Die auf unterschiedlichen Ebenen erhobenen Daten dienen einem Soll-Ist-Vergleich innerhalb des Projekts. Das Qualitätssicherungskonzept von KOLEG2 ist umfassender angelegt und unterscheidet hierfür, angelehnt an Donabedian (1980, S. 1 f.), zwischen Strukturqualität, Prozessqualität sowie Ergebnisqualität. Die Ergebnisqualität der einzelnen Maßnahmen wird regelmäßig durch die Projektleitung, das Forschungskolleg und die Universitätsleitung überprüft. Die für die Struktur- und Prozessqualität nötigen Entscheidungs- und Steuerungsprozesse werden durch ein fundiertes Qualitätsmanagementkonzept abgebildet. Zentral dafür ist ein von allen Beteiligten geteiltes und gelebtes Qualitätsverständnis sowie das Involvieren aller KOLEG2-Akteure. Für das Konzept ist es unerlässlich, dass sich alle Projektbeteiligten vorab per Kooperationsvereinbarung dem gemeinsamen Qualitätsverständnis verpflichten. Die Qualitätssicherung basiert auf dem Plan-Do-Check-Act-Schema. Es wird so sichergestellt, dass maßnahmenspezifische Ziele und Qualitätskriterien standardisiert, kontrolliert und erreicht werden.

Die Qualität von Lehre und Forschung wird über das stärkere Angebot von Methodenkursen und statistischen Beratungen für wissenschaftliche Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter durch das Forschungskolleg sichergestellt. Die im Rahmen der ersten Projektphase KOLEG1 eigens neu eingerichtete Professur für Methoden der empirischen Bildungsforschung aus Eigenmitteln der Universität übernimmt für das Forschungskolleg eine beratende und vernetzende Funktion. In übergreifenden Aktivitäten werden hier die wissenschaftlichen Arbeiten der verschiedenen Maßnahmen gebündelt. Um einen wissenschaftlichen Dialog zu aktuellen Fragestellungen und Herausforderungen garantieren zu können, wird durch verschiedene Veranstaltungsformate sowohl intern als auch extern Raum für einen Austausch von Projektbeteiligten, Interessierten sowie anderen Akteurinnen und Akteuren geschaffen. Das strukturierte Doktorandenprogramm verfolgt zudem das Ziel, den wissenschaftlichen Nachwuchs der Lehrerinnen- und Lehrer-, Schul- und Unterrichtsforschung durch ei-

ne prozessorientierte Begleitung und eine bedarfsorientierte Weiterqualifizierung zu fördern. Das Kursangebot unterstützt die soziale Einbindung und Zusammenarbeit Promovierender aller Bereiche der Bildungsforschung. Des Weiteren werden in regelmäßigen Abständen zu den verschiedenen Bereichen (Grundlagen, Erhebungsmethoden, Auswertungssoftware sowie fortgeschrittene Statistik) vorlesungsunterstützende und -ergänzende Seminare angeboten sowie Workshops organisiert. Fachbereichsübergreifende Forschungskolloquien ergänzen dieses Angebot.

FALKE2 als Beispiel für gelebte Vernetzung und Kooperation

Das Projekt FALKE2 (Fachspezifische Lehrkompetenzen im Erklären) fokussiert den Austausch und die Entwicklung gemeinsamer Lehrveranstaltungen zwischen zehn Fachdidaktiken², der Sprechwissenschaft und -erziehung sowie der Sprachwissenschaft. Der exemplarische Gegenstand ist das „Erklären“.

Die Leitung haben Anita Schilcher (Didaktik der deutschen Sprache und Literatur und stellvertretende Vorsitzende des Lehrerbildungszentrums) und Stefan Krauss (Didaktik der Mathematik) inne; ab 2019 werden sie in ihrer Leitungsfunktion zudem von Sven Hilbert (Methoden der empirischen Bildungsforschung) unterstützt.

Die bisherigen Ergebnisse gingen in die Entwicklung, Etablierung und Evaluation eines neuen hochschuldidaktischen Lehrformats ein, den sogenannten Tandemseminaren: Hier arbeiten je zwei Dozierende verschiedener Fächer gemeinsam mit Studierenden zum Thema Erklären. Die in einem Microteaching-Format erlebte fachlich-kulturelle Fremderfahrung unterstützt die Reflexion über Lehrerhandeln und Unterrichtsqualität und die Sensibilisierung für sprachliche und sprecherische Aspekte. Die Studierenden erlernen adressatenorientiertes Erklären im Mündlichen und Schriftlichen. Dabei werden Aspekte leichter Sprache thematisiert, wie solche der sprecherischen Realisation. Der Mehrwert dieses Formats ist in verschiedenen Evaluationen dokumentiert. Zusätzlich mündete die Auseinandersetzung mit „Erklären“ in die Konzeptualisierung einer gemeinsamen Studie, in der Schülerinnen und Schüler, Lehrkräfte, Seminarlehrkräfte sowie Fachdidaktikerinnen und -didaktiker zu ihrer Wahrnehmung, ihren Vorstellungen und ih-

ren Bewertungskriterien über Erklären befragt werden. Die Maßnahme erweiterte zudem die Diskussion und das Bemühen um Kohärenz auf die zweite Ausbildungsphase. Bereits zwei Mal wurden – mit Unterstützung des Ministeriums – Seminarlehrkräfte in einen gemeinsamen, die Fächergrenzen überschreitenden Seminarlehrtag einbezogen. Der fächer- und phasenübergreifende Zugriff auf das Thema „Erklären“ bot den Rahmen für einen intensiven Austausch, in dem Verbindendes wie Trennendes gesehen und bearbeitet werden konnte: Der Wunsch nach einem kohärenten Bildungs- und Ausbildungsprogramm kann sich nicht darin erschöpfen, Unterschiede möglichst beseitigen zu wollen, da unterschiedliche Phasen und unterschiedliche Akteure der Lehrerbildung sinnvollerweise unterschiedliche Funktionen und Rollen einnehmen. Der Wunsch nach Kohärenz muss daher auch die Möglichkeit vorsehen, Unterschiede sehen und ihre Hintergründe verstehen zu wollen.

Für FALKE2 ist geplant, die in der ersten Förderphase entwickelten Tandemseminare einerseits breiter zu implementieren und andererseits ein gemeinsames Lehrformat zu etablieren. Dieses Lehrformat sieht intensive Feedbackformate vor, wodurch die Erklärkompetenz der Studierenden weiter gesteigert werden soll. Darüber hinaus soll ein reflexives oder formatives Messinstrument entwickelt werden, welches die Erklärqualität objektiv, reliabel und valide misst. Um phasenübergreifend die Dissemination der Forschungsergebnisse sicherzustellen, wird weiterhin ein kontinuierlicher Austausch mit Seminarlehrkräften stattfinden.

Weiterführende Informationen zu KOLEG2 und allen Projektbeteiligten: www.uni-regensburg.de/koleg/das-projekt-koleg/index.html

Literatur

- HRK (2008). Wegweiser 2008: Qualitätssicherung an Hochschulen. Projekt Qualitätsmanagement. *Beiträge zur Hochschulpolitik*, 5.
- Donabedian, A. (1980). *The Definition of Quality and Approaches to its Assessment and Monitoring*. Vol. I. Ann Arbor.

Alexandra Franke-Nanic, Universität Regensburg
E-Mail:

alexandra.franke-nanic@verwaltung.uni-regensburg.de

Astrid Rank, Universität Regensburg

E-Mail: astrid.rank@paedagogik.uni-regensburg.de

² Didaktik der Mathematik, Didaktik der deutschen Sprache und Literatur, Biologiedidaktik, Kunsterziehung, Religionspädagogik und Didaktik des Religionsunterrichts, Chemiedidaktik, Musikpädagogik und -didaktik, Englischdidaktik, Grundschulpädagogik und -didaktik, Didaktik der Physik.

Neukonstitution der Lehrerbildung der Universität Tübingen

Aufbau der Tübingen School of Education und forschungsorientierter Fachdidaktiken im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung an der Universität Tübingen am Beispiel der Mathematik

Nina Beck, Thorsten Bohl, Frank Loose und Walther Paravicini

Die Tübingen School of Education als fakultätsübergreifende wissenschaftliche Einrichtung

Die Universität Tübingen zählt mit 4000 Lehramtsstudierenden zu den größten Standorten für gymnasiale Lehrerbildung in Baden-Württemberg. In den letzten Jahren wurde die Tübinger Lehrerbildung grundlegend umstrukturiert und aufgewertet. In Folge eines enormen Commitments der Universitätsleitung sowie Erfolgen in zahlreichen Förderprogrammen – insbesondere der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ des Bundes und der Länder – nahm die Tübingen School of Education im Oktober 2015 mit Unterstützung aller Gremien und aller lehramtsbildenden Fakultäten ihre Arbeit als zentrale, fakultätsübergreifende wissenschaftliche Einrichtung auf. Die „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ stellt mit einer Gesamtfördersumme von über 500 Millionen Euro „die größte finanzpolitische Innovation“ im Bildungsbereich dar (Gehrmann, 2018, S. 13) und ermöglicht umfassende Veränderungen in der nationalen Lehrerbildung.

Die dezidierte Entscheidung für den Aufbau einer fakultätsübergreifenden wissenschaftlichen Einrichtung und infolge gegen die Einrichtung einer Fakultät für Lehrerbildung gründet insbesondere in der Möglichkeit der engeren Anbindung der neuen Fachdidaktiken an die Fachwissenschaften. Anders als an den weiteren Lehrerbildungsstandorten in Baden-Württemberg war an der Universität Tübingen die Kooperation mit einer Pädagogischen Hochschule aus logistischen und geographischen Gründen nicht möglich, was zur Folge hatte, dass das an baden-württembergischen Universitäten bis dato strukturelle Defizit nicht-vorhandener Fachdidaktiken sowie der Aufbau zukunftsorientierter Felder in der Lehrerbildung eigens bewältigt werden mussten. Die seit der Gründung der Tübingen School of Education geschaffenen zwölf neuen Fachdidaktikprofessuren sind im gewählten Modell einer wissenschaftlichen Einrichtung in ihren jeweiligen Fächern und Fakultäten verankert, wodurch enge fachwissenschaftliche Anbindung und Verzahnung gewährleistet werden (Bohl & Beck, in Vorb.). Neben den zwölf neu geschaffenen fachdidaktischen Professuren, darunter eine W3 Professur

für Mathematik und ihre Didaktik, wurden sechs neue bildungswissenschaftliche Professuren, acht neue fachdidaktische Akademische Ratsstellen, weitere Stellen für Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in der Geschäftsstelle der Tübingen School of Education sowie die Sanierung eines zentral liegenden Gebäudes für die Geschäftsstelle geschaffen und finanziert.

Um die Fülle neuer Professuren und Akteure zusammenzuführen und deren Expertise synergetisch zu nutzen, wurden vielfältige organisationsbezogene Maßnahmen umgesetzt: beispielsweise die Veränderung der Promotionsordnungen der Fakultäten, um fachdidaktische Promotionen zu ermöglichen; der Aufbau einer vollständig neuen Gremien- und Vernetzungsstruktur an der Tübingen School of Education (siehe Abb. 1); oder die Erarbeitung einer Rahmenkonzeption für die neuen Fachdidaktiken unter Beteiligung aller bildungswissenschaftlichen, fachwissenschaftlichen und fachdidaktischen Akteure, um eine möglichst hohe inhaltliche Kohärenz sowie hohe qualitätsbezogene Standards für die Lehrerbildung an der Universität Tübingen zu gewährleisten.

Die Tübingen School of Education bildet gemeinsam mit hochschulinternen und -externen Kooperationspartnern ein umfassendes Netzwerk, in welchem Hochschulleitung, mehr als 25 lehramtsbildende Fächer und weitere lehrerbildungs- und bildungsforschungsbezogene Institute, wie das Leibniz-Institut für Wissensmedien, das Hector-Institut für Empirische Bildungsforschung, das Institut für Erziehungswissenschaft, Vertreterinnen und Vertreter der Studierenden und Promovierenden, das Staatliche Seminar für Didaktik und Lehrerbildung (Gymnasium) Tübingen, das Regierungspräsidium Tübingen sowie Schulen der Region eng zusammenarbeiten. Ihre Gremien- und Vernetzungsstruktur ist gekennzeichnet durch eine breit angelegte Partizipation – maßgeblich innerhalb des School Boards (<https://uni-tuebingen.de/de/88291>). Hier diskutieren und entwickeln (zumeist in temporär eingesetzten Arbeitsgruppen) Vertreterinnen und Vertreter der genannten Einrichtungen zentrale Themen und Konzeptionen für die Tübinger Lehrerbildung. Das Advisory Board, besetzt mit Expertinnen und Experten aus Schul-

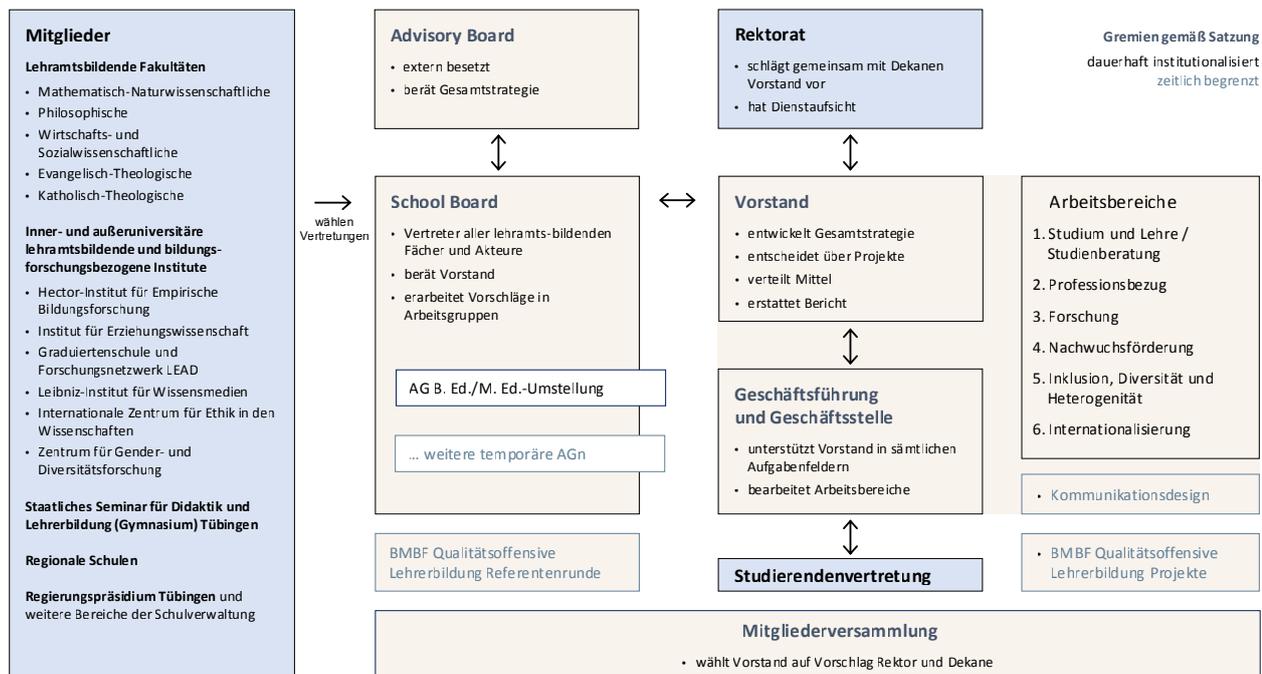


Abbildung 1. Gremienstruktur Tübingen School of Education (eigene Abbildung)

administration, Stiftungen, Wissenschaft und Wirtschaft, berät die Tübingen School of Education in ihren grundlegenden strategischen Entscheidungen (<https://uni-tuebingen.de/de/88253>).

Die School wird geleitet von einer/m geschäftsführenden Direktor/in. Der Vorstand besteht weiterhin aus professoral besetzten Vertretungen (stellvertretende Direktor/innen) aus den lehrerbildenden Fakultäten. Der Vorstand bildet gemeinsam mit der Geschäftsführung sowie den Mitarbeiterinnen und Mitarbeitern der Geschäftsstelle den engen Kreis der School of Education (<https://uni-tuebingen.de/de/87898>).

Die Neukonstitution der Lehrerbildung an der Tübingen School of Education seit 2015 orientiert sich an den Leitlinien des Zukunftskonzepts „Research – Relevance – Responsibility“ der Universität Tübingen, das im Rahmen der Exzellenzinitiative initiiert wurde. Die Tübingen School of Education setzt sich für ein forschungsbasiertes und gleichsam professionsbezogenes Studium ein, das fachwissenschaftliche, fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Kompetenzen integriert. Lehrerbildung an der Universität Tübingen hat den Anspruch forschungsorientiert, anwendungsbezogen und verantwortungsbewusst zu sein. Im Fokus ihrer Bemühungen in Studium und Lehre stehen gemäß gemeinsam entwickeltem Leitbild die Anbahnung eines „differenzierten, auf fachlicher Expertise beruhenden Reflexions- und Urteilsvermögens“ und die Aneignung eines „kritisch-reflektierten Umgangs mit Ungewissheiten und Ambivalenzen in der päd-

agogischen Praxis“ (<https://uni-tuebingen.de/de/90219>).

Die Tübingen School of Education bearbeitet derzeit in sechs Arbeitsbereichen (Studium und Lehre/Studienberatung, Professionsbezug, Forschung, Nachwuchsförderung, Inklusion, Diversität, Heterogenität und Internationalisierung) lehrerbildungsbezogene Themen an der Universität Tübingen (<https://uni-tuebingen.de/de/60894>). Hier arbeiten über 20 Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter – größtenteils durch Fördermittel des Bundes und des Landes finanziert, aber auch durch Zuwendungen von Stiftungen – in verschiedenen und an verschiedenen Forschungs-, Lehr- und Entwicklungsvorhaben. Die einzelnen Arbeitsbereiche folgen einer je eigenen inhaltlichen Konzeption. Fächer, Fachdidaktiken und Bildungswissenschaften bringen ihre jeweilige Expertise mit ein.

Die Universität Tübingen ist eine Volluniversität, in der über 25 Fächer im Lehramt studiert werden können. Die Koordinierung und Entwicklung der studienorganisatorischen Belange in den Lehramtsstudiengängen sowie die Beratung der Studierenden rund um ihr Lehramtsstudium wird vom Arbeitsbereich Studium und Lehre/Studienberatung der Tübingen School of Education verantwortet. Derzeit werden sieben Aspekte zur weiteren Verbesserung der Studienorganisation im Lehramt (7-Punkte-Plan) fokussiert, wie z. B. die Verringerung von Prüfungsanhäufungen zum Semesterende oder die Vermeidung der Doppelung von Pflichtveranstaltungen im Lehramtsstudium.

Der Arbeitsbereich Forschung koordiniert, organisiert und realisiert Forschungsvorhaben im Bereich der Unterrichts-, Schul- und Lehrerbildungsforschung an der Universität Tübingen. Wesentlich für den Arbeitsbereich sind Maßnahmen zur Vernetzung der forschungsstarken Tübinger Bildungswissenschaften mit den (neuen) Fachdidaktikprofessuren. In den ersten Jahren ihres Bestehens konnte die Tübingen School of Education gemeinsam mit Akteuren aus den Fächern und den Bildungswissenschaften über 16 Millionen € Drittmittel einwerben. Die Tübingen School of Education bearbeitet derzeit über zehn eigene Forschungsprojekte, darunter Begleitforschungsprojekte zu den professionsbezogenen Maßnahmen sowie zu den Maßnahmen in den Arbeitsbereichen, Internationalisierung und Inklusion, Diversität und Heterogenität (<https://uni-tuebingen.de/de/93095>). Das unten näher beschriebene interdisziplinäre Forschungsprojekt Kompetenzmodellierung und -entwicklung in den Fächern Mathematik und Anglistik leistet wichtige und notwendige Beiträge zu belastbaren Ergebnissen zur Kompetenzentwicklung von Lehramtsstudierenden in den genannten Fächern im Studienverlauf.

Im Arbeitsbereich Nachwuchsförderung nutzen mittlerweile über 50 Doktorandinnen und Doktoranden die umfangreichen Angebote des Nachwuchsförderprogramms TüNaPro. Ziel ist es, mittels unterschiedlicher Maßnahmen die Zahl und Qualität von Qualifikationsarbeiten in den schul- und lehrerbildungsbezogenen Fachdidaktiken und den Bildungswissenschaften zu erhöhen. Der Arbeitsbereich kooperiert u. a. eng mit der Graduiertenschule und dem Forschungsnetzwerk LEAD, dem neu gegründeten Methodenzentrum und der Graduiertenakademie der Universität Tübingen.

Wesentlich für die Arbeit der Tübingen School of Education ist der Anspruch, den Transfer zwischen Wissenschaft und Praxis zu stärken und stetig weiterzuentwickeln. Als universitäre Lehrerbildung steht sie – wie alle anderen universitären Forschungs-, Lehr- und Studienbereiche auch – in der Verantwortung ihre Leistungen und Erkenntnisse in die verschiedenen Felder gesellschaftlicher Praxis resp. in die Bildungspraxis zu transferieren. Dies geschieht u. a. in Form zahlreicher Veranstaltungen (<https://uni-tuebingen.de/de/119269>), des halbjährlich erscheinenden Newsletters der Tübingen School of Education sowie weiterer zahlreicher Publikationen unterschiedlichsten Formats (<https://uni-tuebingen.de/de/90219>).

Im Rahmen der genannten Maßnahmen kooperiert die Tübingen School of Education auch eng mit dem Fach Mathematik und dem neuen Lehrstuhl für Mathematik und ihre Didaktik. Die enge Kooperation zwischen Fachwissenschaften, Fach-

didaktiken und Bildungswissenschaften zeigt sich beispielhaft im Forschungsprojekt Kompetenzmodellierung und -entwicklung (siehe unten).

Aktivitäten im Lehramtsfach Mathematik der Universität Tübingen

Bis zuletzt gab es – ähnlich wie in den anderen Lehramtsfächern an der Universität Tübingen und analog zu den anderen universitären Lehrerbildungsstandorten in Baden-Württemberg – keine fachdidaktische Professur im Fachbereich bzw. im Lehramtsfach Mathematik. Fachdidaktische Lehrveranstaltungen im Lehramtsstudium sind mehrheitlich durch Kolleginnen und Kollegen der 2. Phase gestaltet worden. Seit 2013 fand somit eine sukzessive Stärkung fachdidaktischer Forschungsarbeiten und konzeptioneller Entwicklungsprojekte statt. Bis zum Wintersemester 2018/2019 erfolgten dann Besetzung und der Antritt der geschaffenen W3-Professur für Mathematik und ihre Didaktik. Seitdem erfolgt eine systematische Weiterentwicklung von bestehenden Forschungs-, Lehr- und Entwicklungsprojekten sowie der Aufbau neuer Themen und Schwerpunkte des Lehrstuhlinhabers.

Fachdidaktische Projekte in der Mathematik seit 2013

Der Fachbereich Mathematik hat im Bereich seiner Ausbildung für das gymnasiale Lehramt in den letzten fünf Jahren eine durchaus rasante Entwicklung genommen. Im Jahr 2014 erhielt der Fachbereich im Rahmen der MINT-Lehrerbildung II der Deutschen Telekomstiftung im Entwicklungsverbund Recruiting, Assessment, Support zusammen mit der TU München, der TU Berlin und der Universität Lüneburg die Förderung eines Projektes zur Separation fachwissenschaftlicher und fachdidaktischer Kompetenzen bei Studierenden des gymnasialen Lehramtes Mathematik. Innerhalb dieses Projektes wurden umfangreiche Befragungen insbesondere in den Anfängervorlesungen zur Analysis wie auch in den fachdidaktischen Veranstaltungen des Fachbereichs durchgeführt, die u. a. zu einer Weiterentwicklung der Testitems aus den bekannten Studien COAKTIV, TEDS-M und TIMMs geführt haben, aber auch motivationale und persönlichkeitsbezogene Merkmale der Studierenden und ihre Auswirkung auf ihren Studienerfolg untersuchten. Wesentlich verstärkt wurde das Projekt durch zwei weitere Doktorandenstellen, die im Rahmen der Begleitforschung Kompetenzmodellierung und Kompetenzentwicklung (Anglistik und Mathematik) durch Mittel der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ als Teil des erfolgreichen Gesamtantrags der Tübingen School of Education geschaffen wurden.

U. a. ist aus diesen Projekten eine intensive Zusammenarbeit mit dem Methodenzentrum der

Universität Tübingen erwachsen, welches umfangreiche Expertise in dem Einsatz von qualitativ hochwertigen Methoden aus der Empirischen Bildungsforschung im Bereich der Psychometrie zur Verfügung stellt. Inzwischen ist daraus die erste fachdidaktische Promotion an der Mathematisch-Naturwissenschaftlichen Fakultät der Universität Tübingen hervorgegangen, die erst seit kurzer Zeit fachdidaktische Promotionen ermöglicht. Dies ist auf die Bemühungen und Strukturänderungen in Folge des Aufbaus der Tübingen School of Education zurückzuführen (siehe oben).

Das Projekt Kompetenzentwicklung und Kompetenzmodellierung in den Fächern Anglistik und Mathematik wurde kürzlich im erfolgreichen Antrag der Tübingen School of Education zur „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ in ihrer zweiten Phase bestätigt. Es wird bis Ende 2023 fortgeführt und auf weitere Fächer ausgeweitet.

Über diese Projekte und Maßnahmen hinaus hat der Fachbereich Mathematik weitere Entwicklungen im Bereich der Fachdidaktik in Zusammenarbeit mit der Pädagogischen Psychologie am Hector-Institut für Empirische Bildungsforschung der Universität Tübingen vorangebracht. Darunter Befragungen und Untersuchungen von Klausuren im Bereich der Service-Vorlesungen Mathematik für Naturwissenschaftler, die die Abhängigkeiten der verschiedenen Lehrinhalte mithilfe sogenannter Wissensstrukturräume modellieren. Ein weiteres Drittmittelprojekt (gemeinsam mit der Universität Stuttgart), welches derzeit vom Bundesministerium für Bildung und Forschung gefördert wird, untersucht systematisch Ursachen für den Studienabbruch Mathematik im ersten Studienjahr. Darüber hinaus kooperiert der Fachbereich im Projekt TPACK 4.0 mit dem Leibniz-Institut für Wissensmedien in Tübingen sowie der Pädagogischen Hochschule Weingarten. Im Mittelpunkt steht die Untersuchung und Entwicklung von Kompetenzen von angehenden Lehrerinnen und Lehrern, die für den lernförderlichen Einsatz digitaler Medien im (Mathematik-)Unterricht dienlich sind. Schließlich ist die Arbeitsgemeinschaft Mathematik zwischen Schule und Hochschule zu erwähnen, die regelmäßig aktuelle Themen zur Fachdidaktik Mathematik, aber auch zur Geschichte der Mathematik oder auch neuere Entwicklungen in der Bildungsadministration adressiert.

Aufbau der Professur für Mathematik und ihre Didaktik seit 2018/2019

Seit dem Wintersemester 2018/19 hat der Fachbereich den neuen Arbeitsbereich Mathematik und ihre Didaktik einrichten können. Die Leitung wurde mit Prof. Walther Paravicini besetzt. Die Professur wird in den nächsten Jahren insbesondere die

Konzeptualisierung, Umsetzung und Organisation der fachdidaktischen Veranstaltungen im Lehramtsstudium Mathematik sowie die Weiterentwicklung innovativer Forschung im Bereich der Fachdidaktik der Mathematik voranbringen. In der Lehre wird die Entwicklung eines kumulativen Curriculums in Kooperation mit der 2. Phase fokussiert. Im Forschungsbereich stehen exemplarisch die Fortführung der Begleitforschung Kompetenzmodellierung und Kompetenzentwicklung (Mathematik, Anglistik und weitere Fächer) sowie die Fortführung des Forschungs- und Entwicklungsprojekts TPACK 4.0, außerdem Projekte und Untersuchungen zu den Bedingungen der Mathematikausbildung an Beruflichen Gymnasien in Baden-Württemberg sowie zur Förderung von Hochbegabten im Mittelpunkt (siehe folgender Abschnitt).

Inzwischen werden etwa die Hälfte der Hochschulzugangsberechtigungen in Baden-Württemberg außerhalb von Allgemeinbildenden Gymnasien erworben. Das Berufliche Gymnasium ist hierbei eine sehr relevante Schulform, und Mathematik eines der Kernfächer, in welchem die fachliche Heterogenität der Schülerinnen und Schüler anscheinend nicht nur besonders groß, sondern auch besonders bedeutsam in Hinblick auf den Gesamterfolg der Schülerinnen und Schüler in den zumeist drei Jahren am Beruflichen Gymnasium ist. Im Kooperationsprojekt mit der Kaufmännischen Schule in Hechingen als Pilotschule werden elektronisch verfügbare Diagnose- und Fördermaterialien (weiter-)entwickelt. Hierbei ist der Übergang etwa von der Realschule hin zum Beruflichen Gymnasium besonders im Blick. Grundwissen und Grundkönnen in Mathematik stehen dabei im Fokus, um möglichst vielen Schülerinnen und Schülern einen guten Start in die Eingangsklasse des Beruflichen Gymnasiums zu ermöglichen. Perspektivisch soll das Projekt bei entsprechender Reife auf andere interessierte Schulen in der Region ausgeweitet und die Bemühungen des Landes Baden-Württemberg, welche in die gleiche Richtung zielen, ergänzt werden.

Mathematisch begabte Schülerinnen und Schüler fordern häufig einen anderen Zugang zur Mathematik ein, als es kompetenz- und anwendungsorientierte Bildungspläne mitunter vorsehen. In der Region Tübingen gibt es diverse ergänzende Angebote, etwa die Hector-Kinderakademien (mit einem Schwerpunkt im Primarschulbereich) oder Begabtenzügen an Gymnasien. Hier übernimmt die Fachdidaktik Mathematik Mitverantwortung und ist bemüht, eventuelle Angebotslücken – etwa im Bereich der Sekundarstufe II – zu schließen. Neben der Gestaltung und Validierung von Materialien liegt hier der Fokus auch auf der (Fort-)Entwicklung von geeigneten Modellen unterschiedlicher Begabungs-

ausprägungen – insbesondere bei älteren Kindern und Jugendlichen. Infolge dieser Bemühungen und Aktivitäten entwickelt sich darüber hinaus eine Kooperation mit dem Leibniz-Kolleg der Universität Tübingen, in welchem besonders engagierte Studienanfängerinnen und -anfänger für ein Jahr die Möglichkeit haben, in Muße ein Studium Generale aufzunehmen.

Fortwährende Herausforderungen (in) der Lehrerbildung?

Die nationalen Reformprozesse der letzten Dekade in der Lehrerbildung haben zweifelslos notwendige Neu- und Umstrukturierungen ermöglicht und insbesondere den Stellenwert und die Bedeutsamkeit der Lehrerbildung innerhalb der Universitäten sowie auf bildungspolitischer Ebene positiv verändert. Gesellschaftliche Themen wie Inklusion oder Digitalisierung sind in die Curricula und in Forschungs- und Entwicklungsprojekte aufgenommen, ein stärkerer Anwendungsbezug in verschiedenen Formaten einer kritischen-reflexiven Theorie-Praxis-Relationierung sowie eine enorme Stärkung fachdidaktischer Lehre und Forschung in der gymnasialen Lehrerbildung umgesetzt. Wesentlich scheint nun jedoch auch die solide Konsolidierung und nachhaltige Sicherung der geschaffenen Strukturen und Maßnahmen (Drewek, 2017, S. 10). Mit Blick auf den Ertrag von Förderprogrammen wie der „Qualitätsoffensive Lehrerbildung“ lassen sich zur Halbzeit (Laufzeit: 2019–2023) mithin sowohl umfangreiche positive Effekte, aber auch Zweifel in Rede stellen (Drewek, 2017, S. 8 ff.; Gehrman, 2018, S. 13). Es wird sich zeigen, wie gut es gelingen kann, die positiven Veränderungen nachhaltig zu sichern und in die Grundstrukturen der Universitäten zu überführen.

Bestehen bleiben jedoch auch Herausforderungen (in) der Lehrerbildung, die es fortwährend neu zu bearbeiten gilt, da es sich um konstitutive Fragen und Themen des Feldes handelt. Angesprochen sind dabei beispielsweise

- die Verhältnisbestimmung zwischen den fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen und bildungswissenschaftlichen Studienanteilen (Rothgangel, 2013),
- die Verhältnisbestimmung zwischen einem Zuviel und Zuwenig an theoretischen und praktischen Studienanteilen (Radtke, 2006), oder
- die „großen pädagogischen Hoffnungen“, die bei auftretenden gesellschaftlichen Problemen (wie z. B. Inklusion, Digitalisierung) in regelmäßigen Abständen an die Lehrerbildung gerichtet werden (Terhart, 2012, S. 51).

Als fakultätsübergreifende wissenschaftliche Einrichtung für Lehrerbildung ohne Fakultätsstatus (Bohl & Beck, i. Vorb.) steht die Tübingen School of Education vor der großen Herausforderung, das geschaffene Commitment für die Lehrerbildung fortwährend zu erneuern und langfristig zu erhalten.

Literatur

- Bohl, T. & Beck, N. (in Vorbereitung). Aktuelle Entwicklungen in der institutionalisierten Lehrerbildung. In C. Cramer, M. Drahmman, J. König, M. Rothland & S. Blömeke (Hrsg.), *Handbuch Lehrerbildung* (Neuausgabe). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Drewek, P. (2017). Programme und Initiativen zur Verbesserung der Lehrerbildung. *Journal für LehrerInnenbildung*, 17(3), 8–12.
- Gehrman, A. (2018). Top-down versus Bottom-up? Die Qualitätsoffensive Lehrerbildung zwischen Pazifizierungsstrategie und kohärentem Programm. *Journal für LehrerInnenbildung*, 18(3), 9–22.
- Radtke, F.-O. (2006). Die Theorie kommt nach dem Fall. In Y. Nakamura, C. Böckelmann, D. Tröhler (Hrsg.), *Theorie versus Praxis? Perspektiven auf ein Missverständnis* (S. 73–88). Zürich.
- Rothgangel, M. (2013). „In between“? Aktuelle Herausforderungen der Fachdidaktiken. *Erziehungswissenschaft*, 24(46), 65–72.
- Terhart, E. (2012). Vom pädagogischen Begleitstudium zu den Bildungswissenschaften in der Lehrerbildung: Themen und Trends. *Beiträge zur Lehrerbildung*, 30(1), 49–61.

Nina Beck, Universität Tübingen
E-Mail: nina.beck@uni-tuebingen.de

Thorsten Bohl, Universität Tübingen
E-Mail: leitung@tuese.uni-tuebingen.de

Frank Loose, Universität Tübingen
E-Mail: frank.loose@uni-tuebingen.de

Walther Paravicini, Universität Tübingen
E-Mail: W.Paravicini@uni-tuebingen.de

Drei Jahrzehnte wissenschaftliche und praktische Aufarbeitung des didaktischen Konstrukts „Grundvorstellungen (und Grundverständnisse) mathematischer Inhalte“ (GVV) Eine Ergänzung

Peter Bender

In den 1980er Jahren hatte ich das Privileg, fast zehn Jahre lang Mitglied einer der führenden deutschsprachigen mathematikdidaktischen Fachgruppen zu sein, der sog. „Kasseler Schule“, bestehend aus Arnold Kirsch, Heinz Griesel, Helmut Postel, Siegfried Seyfferth, Werner Blum und mir. Von den zahlreichen Gesprächen über das Lehren und Lernen von Mathematik vom Primar- bis zum Universitätsbereich habe ich viel profitiert. In diesen Gesprächen ging es immer wieder auch um Grundvorstellungen und Grundverständnisse (GVV) mathematischer Inhalte.

In Veröffentlichungen wurden diese Konstrukte seit den 1970er Jahren ebenfalls von den Kollegen verwendet. Z. B. stellte Griesel (1971) für jede der drei Grundrechenarten „Addition“, „Subtraktion“ und „Multiplikation“ die „Grundvorstellung“ (Singular!) dar (S. 142, 150, 189), interessanterweise jedoch nicht für die Division mit ihren beiden GVV des Auf- und des Verteilens. Oder in dem MU-Heft von Blum & Kirsch (1979) war an vielen Stellen von Grundvorstellungen und von Grundverständnissen die Rede, und zwar in deutlicher Unterscheidung voneinander (z. B. S. 25).

Für die Kollegen handelte es sich um zentrale mathematikdidaktische Konstrukte, die als solche Aspekte des Fachs und der Psychologie verbanden. Allerdings waren sie weder in den Diskussionen noch in den Publikationen scharf umrissen oder gar definiert, wie man an den beiden genannten Beispielen schön sehen kann. Dennoch wussten alle Teilnehmer am Diskurs und wohl auch die Leser, was jeweils gemeint war.

Gegen Ende meiner Kasseler Zeit begann ich, die beiden Konstrukte wissenschaftlich aufzuarbeiten und zog dafür fachliche, psychologische, didaktische und vor allem epistemologische Analyse-Elemente heran. (Grund-)Vorstellungen und (Grund-)Verständnisse sind zunächst einmal deutlich verschiedene Formen der internen Repräsentation mathematischer Inhalte, und mir ging es darum, ihr dialektisches Verhältnis zu klären, d.h. sie einerseits voneinander zu unterscheiden und andererseits miteinander zu verbinden, und zugleich an konkreten Beispielen die Fruchtbarkeit dieser Konstrukte und dieser Dialektik für die didaktische und unterrichtliche Praxis zu demonstrieren.

In einem Vortrag auf der GDM-Bundestagung im März 1990 in Salzburg trat ich damit an die Öffentlichkeit (Bender, 1990), und das Hauptwerk publizierte ich im März 1991 anlässlich Heinz Griesels 60. Geburtstag in einer Festschrift für ihn, die u.a. von Werner Blum herausgegeben wurde (Bender, 1991a).

Neben zwei grundlegenden Aufsätzen zu Fehlvorstellungen und Fehlverständnissen bei Folgen und Grenzwerten (Bender, 1991b) und zu Grundvorstellungen und Grundverständnissen in der Stochastik (Bender, 1997) äußerte ich mich in den 1990er Jahren noch in einigen Vorträgen auch mit Beispielen aus der Primarstufe und der Sekundarstufe I. Während in der Analysisdidaktik diese inhaltlichen Überlegungen durchaus aufgegriffen wurden, traten in der Stochastikdidaktik bei deren betonten Hinwendung zur Beschreibenden und zur Schließenden Statistik seit etwa zwanzig Jahren die w'keitstheoretischen Grundlagen mehr in den Hintergrund. – Das kann sich aber auch wieder ändern. Auf Empfehlung von Werner Blum, dem damaligen 1. Vorsitzenden der GDM, hielt ich als ein Repräsentant der deutschsprachigen Mathematikdidaktik 1996 auf der ICME 8 in Sevilla einen der Hauptvorträge, und zwar zum Thema „GVV“ mit der Überschrift „Basic Imagery and Understandings for Mathematical Concepts“ (Bender, 1998).

Ich schätze, dass die schriftliche Fassung dieses Vortrags international nicht die Resonanz im gewünschten Maß erfuhr. Dafür wirkte schon der Titel abschreckend und hatte der englische Text einen allzu „deutschen“ Charakter in den Ausdrücken, im Satzbau, in der Grammatik (und zwar trotz Glättung durch einen mathematikdidaktisch ausgewiesenen native Speaker), in der ganzen Art und Weise, wie die Problematik angegangen wurde, ja, in der Problematik selbst. Im Englischen heißt es da einfach und vereinfachend „concept image“ (Tall & Vinner, 1981). – Vermutlich geht es der Mehrzahl der Publikationen, die die deutschsprachige Kommunität auf Englisch verfasst, ähnlich, zumindest wenn in ihnen pädagogische Fragestellungen mit einem gewissen Tiefgang behandelt werden. Das fängt ja schon mit dem nicht wörtlich übersetzbaren Begriff „Mathematikdidaktik“ an (s. dazu z. B. Fahse, 2018).

Nach meiner Übersiedlung Ende 1988 nach Paderborn hatte auch Rudolf vom Hofe mit seiner Dissertation bei Werner Blum fast zum selben Thema begonnen, ohne dass wir zunächst voneinander wussten. Ich sage deswegen „fast“, weil bei ihm die „Verständnisse“ ausgespart blieben; sein Thema lautet bis heute „Grundvorstellungen“. Es ist klar, dass „Vorstellungen“ und „Verständnisse“ irgendwie miteinander verwoben sind, insbesondere ist auf der psychologischen Ebene Verstehen kaum ohne Vorstellungen möglich. Selbstverständlich ist es legitim, sich bei der wissenschaftlichen Bearbeitung eines Gebiets auf einen Teilbereich zu beschränken, und in der theoretischen sowie praxisbezogenen Ausarbeitung des Konstrukts „Grundvorstellungen“ hat Rudolf vom Hofe über viele Jahre hinweg viel geleistet.

Zumindest bezieht er sog. *Grundeinsichten* ein. Dieses Konstrukt hat allerdings nur sehr eingeschränkt mit *Grundverständnissen* (als Komplementärbegriff zu *Grundvorstellungen*) zu tun, da es sich dezidiert auf die *Anwendung* von Mathematik bezieht, indem es „Fähigkeit zur Anwendung eines Begriffs auf die Wirklichkeit durch Erkennen der entsprechenden Struktur in Sachzusammenhängen oder durch Modellieren des Sachproblems mit Hilfe der mathematischen Struktur“ bedeutet (vom Hofe, 1995, S. 97f).

Die deutschsprachige mathematikdidaktische Kommunität ist mit dem Konzept der *Grundvorstellungen* insgesamt zufrieden, und so wurde die Begrifflichkeit der *Grundverständnisse* über meine Arbeiten hinaus kaum weiterentwickelt. Hin und wieder scheinen sie doch auf. Z. B. hat Anna-Katharina Roos bei ihrer Auffächerung des Grundvorstellungen-Konzepts einmal unvermittelt doch vom „Verständnis mathematischer Begriffe“ gesprochen (2017, S. 805). Womöglich würde man in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik noch an weiteren Stellen fündig. Ich habe das aber nicht systematisch verfolgt.

Rudolf vom Hofe hat m. W. seine auch historisierende Aufarbeitung des Konstrukts „Grundvorstellungen“ erstmals im Frühjahr 1993 einem breiteren Publikum präsentiert (vom Hofe, 1992). Dabei stellte er u. a. fest:

Einen wesentlichen Beitrag zu einer begriffstheoretischen didaktisch-psychologischen Einordnung dieser Termini leistete Bender [1991] in Anknüpfung an Griesel, Blum und Kirsch. Anhand von Beispielen aus dem Sekundarstufenbereich erläutert er die Tragfähigkeit des Konzepts der Ausbildung von Grundvorstellungen und Grundverständnissen für die Praxis, wobei er ein besonderes Gewicht auf die Rolle anschaulicher Metaphern für die Sinnkonstituie-

rung grundlegender mathematischer Begriffe legt. (S. 346)

[FN 2:] Der Begriff ‚Kern‘ eines mathematischen Inhalts wird hier i. S. von Bender (1991) benutzt. [...] Vgl. hierzu Bender [1991] S. 49f. (S. 362)

In der Dissertation (vom Hofe, 1995) führte er aus:

Einen wohl ersten wesentlichen Beitrag zu einer theoretischen Einordnung der (sic!) Begriffs „Grundvorstellung“ aus psychologisch-phenomenologischer Perspektive hat Bender [1991a] geleistet. In der vorliegenden Arbeit sollen nun weitere Schritte zur theoretischen Klärung unternommen werden. (S. 13)

In einem späteren englischsprachigen Bericht (vom Hofe, 1998) schrieb er:

Oehl ... his approach had much influence on later concepts; it was continued and enlarged to include mathematical content at the secondary school level by Griesel (1971), Blum & Kirsch (1979), Bender (1991), and vom Hofe (1992), among others. (S. 319)

Als die Dissertation 1995 als Buch erschien, wurde sie aus dem Lager der damals modernen „Interpretierer“ als „stoffdidaktik-lastig“ geschmäht und wurde ihrem Autor ein Ende seiner mathematikdidaktischen Karriere vor ihrem Beginn vorausgesagt. Ich konnte meinen Freund Rudi mit der Prognose beruhigen, dass unser Konzept sich einmal zum Standard in der deutschsprachigen Mathematikdidaktik entwickeln würde.

Zum weiteren Fortgang der Geschichte siehe vom Hofe & Blum (2016).

Literatur

- Bender, P. (1990). Ausbildung von Grundvorstellungen und Grundverständnissen – ein tragendes didaktisches Konzept für den Mathematikunterricht – erläutert an Beispielen aus den Sekundarstufen, insbesondere der SII. *Beiträge zum Mathematikunterricht 1990* (S. 73–76). Hildesheim: Franzbecker.
- Bender, P. (1991a). Ausbildung von Grundvorstellungen und Grundverständnissen – ein tragendes didaktisches Konzept für den Mathematikunterricht – erläutert an Beispielen aus den Sekundarstufen. In: H. Postel, A. Kirsch & W. Blum (Hrsg.), *Mathematik lehren und lernen. Festschrift für Heinz Griesel* (S. 48–60). Hannover: Schroedel.
- Bender, P. (1991b). Fehlvorstellungen und Fehlverständnisse bei Folgen und Grenzwerten. *Der mathematische und naturwissenschaftliche Unterricht*, 44, 238–243.
- Bender, P. (1997). Grundvorstellungen und Grundverständnisse für den Stochastikunterricht. *Stochastik in der Schule*, 17(1), 8–33.

- Bender, P. (1998). Basic Imagery and Understandings for Mathematical Concepts. Hauptvortrag auf dem ICME 8 1996 in Sevilla. In C. Alsina u. a. (Hrsg.), *8th International Congress on Mathematics Education. Sevilla 14–21 July 1996. Selected Lectures*. (S. 57–74). Sevilla: S.A.E.M. ‚Thales‘.
- Blum, W. & Kirsch, A. (1979). Anschaulichkeit und Strenge in der Analysis IV. *Der Mathematikunterricht* 25(3).
- Fahse, C. (2018). On the Problem or Chance of Publishing in a Foreign Language. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2018* (S. 517–520). Münster: WTM.
- Griesel, H. (1971). *Die Neue Mathematik für Lehrer und Studenten. Band 1*. Hannover: Schroedel.
- Roos, A.-K. (2017). Analyse von Fehlerursachen auf drei Ebenen – Grundvorstellungen – concept image – Vorwissen. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2017* (S. 805–808). Münster: WTM.
- Tall, D. & Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with Particular Reference to Limits and Continuity. *Educational Studies in Mathematics*, 12, 151–169.
- vom Hofe, R. (1992). Grundvorstellungen mathematischer Inhalte als didaktisches Modell. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 13, 345–364.
- vom Hofe, R. (1995). *Grundvorstellungen mathematischer Inhalte*. Heidelberg u. a.: Spektrum.
- vom Hofe, R. (1998). On the Generation of Basic Ideas and Individual Images: Normative, Descriptive and Constructive Aspects. In J. Kilpatrick & A. Sierpiska (Hrsg.), *Mathematics Education as a Research Domain: A Search for Identity*. Dordrecht: Kluwer, 317–331.
- vom Hofe, R. & Blum, W. (2016). „Grundvorstellungen“ as a Category of Subject Matter Didactics. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 37 (Supplement 1), 225–254.

Peter Bender, Universität Paderborn
E-Mail: bender@math.upb.de

Arbeitskreis: Mathematiklehren und -lernen in Ungarn

Sitzung im Rahmen der GDM-Jahrestagung in Regensburg, 4. 3. 2019

Gabriella Ambrus und Johann Sjuts

Traditionell trifft sich der Arbeitskreis „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“ während der GDM-Jahrestagung, so auch dieses Mal am 4. März 2019 in Regensburg. Gabriella Ambrus, die Sprecherin des Arbeitskreises, konnte 12 Teilnehmerinnen und Teilnehmer begrüßen.

Im Mittelpunkt standen 1. ein Rückblick auf bisherige Ergebnisse des Arbeitskreises, 2. eine Zwischenbilanz zur Buchreihe „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“, 3. ein Bericht über den Stand des fachdidaktischen akademischen Projekts einschließlich der internationalen Tagung „Tamás Varga 100“ und 4. ein Ausblick auf geplante Aktivitäten.

1. Der Arbeitskreis „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“ hat seit seiner Gründung im Jahr 2015 mehrere Tagungen (zum Teil gemeinsam mit anderen Projektgruppen) durchgeführt, darüber (in Tagungsbänden) publiziert und stets mehrere Universitätsstandorte und europäische Länder einbezogen. Erfreulich ist in Ungarn die Entwicklung mathematikdidaktischer Promotionen.

2. Der WTM-Verlag in Münster (Verlag für wissenschaftliche Texte und Medien) hat eine neue Buchreihe in seine Publikationen aufgenommen: Unter dem Titel „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“ geben Éva Vásárhelyi und Johann Sjuts diese Buchreihe heraus.

Band 1, *Auch wenn A falsch ist, kann B wahr sein. Was wir aus Fehlern lernen können*. Ervin Deák zu Ehren, steht kurz vor der Fertigstellung. Der Band ist eine Würdigung des ungarischen Mathematikers, Mathematikhistorikers und Mathematikdidaktikers Ervin Deák aus Anlass seines 90. Geburtstags am 6. März 2019. Enthalten sind insbesondere ein Gespräch mit ihm über seine persönlichen Erfahrungen in der wechselvollen Geschichte des 20. Jahrhunderts sowie eine Einordnung und Zusammenstellung seiner mathematikdidaktischen Veröffentlichungen. Für die 20 Einzelbeiträge sind insgesamt 25 Kolleginnen und Kollegen aus Ungarn (Budapest, Debrecen, Vác), aus der Slowakei (Bratislava, Komárno), aus Österreich (Wien, Klagenfurt, Salzburg) und aus Deutschland (Mainz, Koblenz, Essen, Köln, Osnabrück) verantwortlich.

Welche Absichten und Ziele sind bestimmend für diesen Band? Die im Buch gegebene Antwort lautet: *Auch wenn A falsch ist, kann B wahr sein.* –

Diese aussagenlogische Feststellung soll als Leitsatz für das Buch nicht in wörtlicher, sondern in metaphorischer Bedeutung den Erkenntnisgang der Mathematik zum Ausdruck bringen – und zwar in doppelter Weise. Auf dem Weg zu gesicherten Erkenntnissen sind Irrtümer und Fehler, Lücken und Unvollkommenheiten seit je Bestandteil der Entwicklung der Wissenschaft Mathematik gewesen.

Aus Fehlern lernen – das ist also durchaus charakteristisch für die Entwicklungsgeschichte der Mathematik, aber auch für den Aufbau mathematischen Wissens und Könnens eines Menschen. Ziel ist es in beiden Fällen, unverbrüchliche Gewissheit und einwandfreie Sicherheit zu erlangen.

Das Buch möchte das Werk und das Wirken von Ervin Deák würdigen. Seine wissenschaftlichen Bestrebungen lassen sich in folgender Weise kennzeichnen: Indem man Unzulänglichkeiten in der Ideengeschichte der Mathematik herausarbeitet und für die Schulmathematik konzeptionell aufbereitet, gelingt es, zentrale Ideen zu verdeutlichen und begriffliche Klarheit zu schaffen. Kern solcher Konzeptionen ist die konsequente Durchsetzung einiger einheitlicher, tief liegender Grundgedanken. Diese geben der Schulmathematik ein charakteristisches Gepräge.

Mathematik ist in Ungarn traditionell von hoher kultureller und wissenschaftlicher Bedeutung. Intention der Buchreihe „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“ ist es, die beispielgebende Rolle des Landes und den inspirativen Austausch über Grenzen hinweg zum Ausdruck zu bringen.“

3. Zu den herausragenden ungarischen Persönlichkeiten in Mathematik und Mathematikdidaktik zählt Tamás Varga (1919–1987). In Erinnerung an ihn und seine Konzeption „Komplexer Mathematikunterricht“ findet vom 6. bis zum 8. November 2019 eine internationale Tagung (Connecting Tamás Varga’s Legacy and Current Research in Mathematics Education) an der Ungarischen Akademie der Wissenschaften in Budapest statt (<https://varga100.sciencesconf.org>).

Das International Programme Committee bilden Michèle Artigue (France, co-chair), Ödön Vancsó (Hungary, co-chair), Werner Blum (Germany), Katalin Gosztanyi (Hungary, IPC-LOC liaison), Jeremy Kilpatrick (USA), Miklós Laczkovich (Hungary), Marta Menghini (Italy) und Ewa Swoboda (Poland).

Invited Speakers sind Paul Andrews (Sweden), Marianna Bosch (Spain), Manfred Borovcnik (Austria), Mariolina Bartolini-Bussi (Italy), Michiel Doorman (Netherlands), Viviane Durand-Guerrier (France), Katalin Gosztonyi (Hungary), Péter Juhász (Hungary), Ladislav Kvasz (Czech Republic), Katja Maaß (Germany) und Susanne Prediger (Germany).

Eine Zusammenfassung der Arbeit von Tamás Varga findet sich in: Gabriella Ambrus und Ödön Vancsó (2017). Der komplexe Mathematikunterricht von Tamás Varga im 21. Jahrhundert. Förderung des mathematischen Denkens nach neusten Forschungsergebnissen. *GDM-Mitteilungen* 103, S. 6–12.

Derzeit erforschen zahlreiche Personen verschiedener Universitäten die Konzeption „Komplexer Mathematikunterricht“. Tamás Vargas Werk erlebt heute eine Revitalisierung unter der Bezeichnung „Moderner Komplexer Mathematikunterricht“.

4. Eine gemeinsame Tagung des GDM-Arbeitskreises „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“ mit dem GDM-Arbeitskreis „Problemlösen“ ist erst für den Herbst 2020 vorgesehen.

Die diesjährige Herbsttagung des Arbeitskreises „Mathematiklehren und -lernen in Ungarn“ findet am 20./21. September 2019 an der Eötvös Loránd Universität in Budapest statt. Sie ist als Satelliten-Veranstaltung zu „Tamás Varga 100“ geplant.

Gabriella Ambrus, Eötvös-Loránd-Universität Budapest
E-Mail: ambrusg@cs.elte.hu

Johann Sjuts, Universität Osnabrück
E-Mail: sjuts-leer@t-online.de

Arbeitskreis: Vernetzungen im Mathematikunterricht

Karlsruhe, 17.–18. 5. 2019

Thomas Borys, Matthias Brandl und Astrid Brinkmann

Die 12. Tagung des Arbeitskreises „Vernetzungen im Mathematikunterricht“ fand an der Pädagogischen Hochschule in Karlsruhe am 17. und 18. Mai 2019 statt; sie wurde von Thomas Borys organisiert. Das Vortragsangebot war wieder sehr vielfältig und interessant. Es wurde über Forschungsarbeiten und Projekte berichtet; spezielle Methoden für einen vernetzenden Mathematikunterricht sowie Beispiele für inhaltliche Vernetzungen wurden vorgestellt und diskutiert.

Die Vorträge mit Abstracts des Tagungsprogramms waren:

Michael Bürker (Tübingen): Von Eratosthenes bis Einstein – Konzeption eines Buchprojekts zur Geschichte unseres Weltbilds

In diesem Buchprojekt sollen wichtige Aspekte der über 2000-jährigen Geschichte unseres Weltbilds dargestellt werden. Dabei werden Elemente der Mathematik, Physik, Astronomie und Geschichte mit Elementen der narrativen Didaktik vernetzt. Hauptfigur ist dabei Abiturient Miro, der ein Referat über das Zwillingssparadoxon schreiben und präsentieren soll. Er fällt in einen langen Traum, in dem er drei Mitstreiter(innen) findet, die mit ihm an einem Forschungsprojekt des Instituts für Mathematik, Medien und Geschichte über die Geschichte des

Weltbilds arbeiten. Die vier Forscher treiben nicht nur Mathematik, sondern erleben die Geschichte des Weltbilds hautnah mit, weil sie mit den Protagonisten des Weltbilds interagieren, also zum Beispiel ähnlich wie in einem Theaterstück oder einem Film einen Vortrag des Eratosthenes über die Berechnung des Erdumfangs miterleben und mit Galilei, Kepler, Newton und Einstein Interviews führen. Der Kreis schließt sich, als Miro im Traum bekannte Effekte der speziellen Relativitätstheorie, wie die Zeitdilatation und das Zwillingssparadoxon, erklärt.

Christian Stellfeldt (Karlsruhe): Wie funktioniert das GPS? GPS und DGS im Unterricht

Fast jeder kennt sie, die nützlichen Geräte im Auto, die uns komfortabel zu fast jedem beliebigen Punkt auf der Erde bringen: Navigationsgeräte bzw. Smartphones mit eingebauter Navigationssoftware. Aber wie funktionieren sie, welche Grundideen stecken hinter der Satellitennavigation? Das Thema verbindet Mathematik mit Kartografie, Geodäsie und anderen Fachrichtungen. Da inzwischen dynamische Geometriesoftware für dreidimensionale Anwendungen kostenlos zur Verfügung steht, bietet es sich an, sich damit den Sachverhalt zu veranschaulichen, was vor einigen Jahren auf Schulniveau noch nicht möglich war. In der bisherigen

Literatur wurden zumeist zweidimensionale Darstellungen verwendet. Im Vortrag werden zunächst die fachlichen Grundideen des Themas vorgestellt, anschließend wird gezeigt, inwiefern sich ein DGS-3D für dieses Thema eignet.

Matthias Brandl (Passau): Ein rekursiver Tanz mit Sierpinski und Pascal

Sowohl das Sierpinski- wie auch das Pascalsche Dreieck lassen sich durch rekursive Verfahren erzeugen. Zudem lässt sich das Sierpinski-Dreieck im Pascalschen Dreieck wiederfinden. Hier ergeben sich verschiedene inhaltliche und curriculare Vernetzungsaspekte, die, entsprechend didaktisch aufbereitet, in unterschiedlichen Jahrgangsstufen angeboten werden können.

Mutfried Hartmann und Thomas Borys (Karlsruhe): Besondere Modellbildungsprozesse bei Fermi-Aufgaben

Fermi-Aufgaben sind seit langem Gegenstand der didaktischen Diskussion und werden meist unter den Aspekten des Modellierens betrachtet. Aspekte der Kreativität finden sich gemeinhin weniger. Daher wurde ein theoretisches Modell – Fermi-Task-Modell – zur Beschreibung und Untersuchung von Modellbildungsprozessen beim Lösen von Fermi-Fragen entwickelt, das Aspekte der Kreativität berücksichtigt.

Weitere Tagungsordnungspunkte betrafen Informelles bzw. Organisatorisches:

- Planung der nächsten Tagungen:
Walter Paravicini und Michael Bürker übernehmen die Organisation der 13. Tagung des Arbeitskreises, die voraussichtlich im Frühjahr 2020 an der Universität Tübingen stattfinden wird. Nähere Infos sind zu finden unter: www.math-edu.de/Vernetzungen/Tagungen.html

- Schriftenreihe „Mathe vernetzt – Anregungen und Materialien für einen vernetzenden Mathematikunterricht“ des Arbeitskreises, herausgegeben von Astrid Brinkmann:

Band 7 ist in Arbeit und wird von Matthias Brandl, Astrid Brinkmann und Thomas Borys herausgegeben. In diesem Band sollen zu den Artikeln auch Schüler-Arbeitsblätter und Kopiervorlagen direkt mit veröffentlicht werden.

Autoren, die einen Artikel für die Schriftenreihe anbieten möchten, wenden sich bitte an Astrid Brinkmann: astrid.brinkmann@math-edu.de. Informationen und Formatvorlage findet man unter: www.math-edu.de/Vernetzungen/Schriftenreihe.html

Das gesamte Tagungsprogramm und weitere Informationen zu den Tagungen des Arbeitskreises, können im Internet unter der Adresse www.math-edu.de/Vernetzungen/Tagungen.html abgerufen werden. Allgemeine Informationen zum Arbeitskreis „Vernetzungen im Mathematikunterricht“ findet man unter: www.math-edu.de/Vernetzungen.html. Interessierte sind als weitere Mitglieder herzlich willkommen. Bitte wenden Sie sich ggf. an die Sprecher des Arbeitskreises Matthias Brandl, Astrid Brinkmann oder Thomas Borys.

Matthias Brandl, Universität Passau
E-Mail: matthias.brandl@uni-passau.de

Astrid Brinkmann, Universität Münster
E-Mail: astrid.brinkmann@math.uni-muenster.de

Thomas Borys, PH Karlsruhe
E-Mail: thomas.borys@ph-karlsruhe.de

Arbeitskreis: Empirische Bildungsforschung in der Mathematikdidaktik

Münster, 16.–17. 5. 2019

Judith Blomberg und Lena Frenken

Die Frühjahrstagung des Arbeitskreises „Empirische Bildungsforschung in der Mathematikdidaktik“ der GDM vom 16. bis 17. Mai 2019 unter der Leitung von Gabriele Kaiser (Universität Hamburg) und Timo Leuders (Pädagogische Hochschule Freiburg), wurde von Judith Blomberg, Lena Frenken, Gilbert Greefrath und Sta-

nislav Schukajlow (Universität Münster) in der Münsteraner Tagungsstätte Liudgerhaus ausgerichtet. Die 28 Teilnehmenden diskutierten intensiv über Forschungsmethoden, Messinstrumente und Ergebnisse verschiedener Projekte, welche in fünf Vorträgen und zwei Postern präsentiert wurden.

Donnerstag, 16. Mai 2019

In dem ersten Vortrag sprach Judith Blomberg (Universität Münster) über den Zusammenhang von Motivation und spontaner Strategienutzung. Im Mittelpunkt der Ausführungen standen die Entwicklung und Prüfung eines psychometrischen Tests zur Erfassung von Utility Value bezogen auf das Erstellen von Skizzen beim mathematischen Modellieren mit Hilfe einer konfirmatorischen Faktorenanalyse. Die Ergebnisse zeigten, dass eine strategiebezogene und differenzierte Erfassung von Utility Value sinnvoll ist, um fachdidaktisch differenzierte Antworten zu erhalten. Mit Hilfe des entwickelten Messinstrumentes konnte in einer weiteren Studie gezeigt werden, in welchen Teilprozessen selbst erstellte Skizzen von Lernenden als besonders nützlich empfunden werden und wie Utility Value mit der spontanen Skizzennutzung zusammenhängt. Als praktische Implikation der Ergebnisse hielt die Referentin fest, dass der Nutzen selbst erstellter Skizzen bei der Bearbeitung mathematischer Modellierungsaufgaben im Unterricht reflektiert und diskutiert werden sollte, um darüber die spontane Strategienutzung positiv zu beeinflussen. Ein Schwerpunkt der anschließenden Diskussion war die Frage nach dem Verständnis bzw. der inhaltlichen Interpretation von Beurteilungsaufgaben durch Probanden. Handelt es sich in den Vorstellungen der Lernenden beispielsweise um eine abstrakte oder individuelle Nützlichkeit?

Armin Jentsch (Universität Hamburg) und Editha Nowinska (Universität Osnabrück) beurteilten in ihrem universitätsübergreifenden Vortrag die Qualität einer exemplarischen Mathematikunterrichtsstunde aus zwei verschiedenen Perspektiven. Während Editha Nowinska den Unterricht nach Kriterien analysierte, die in dem Projekt *meduqua* (metakognitiv-diskursive Unterrichtsqualität) entwickelt wurden, nahm anschließend Armin Jentsch die Qualitätsbeurteilung basierend auf einem Instrument vor, das im Rahmen der Studien TEDS-Unterricht bzw. TEDS-Validierung entwickelt worden war. Die Einschätzung beider fiel sehr unterschiedlich aus, so dass der Vortrag abschließend auf die Unterschiede beider Beurteilungssysteme fokussierte. Diese wurden in der folgenden Diskussion aufgegriffen. Deutlich wurde, dass die Beurteilung der Qualität von Unterricht stark von der normativen Setzung abhängt, die wiederum auf den verfolgten Fragestellungen, den theoretischen Grundlagen und der Art der Erhebung basiert. Diese normative Setzung muss demnach notwendigerweise in die Interpretation der Ergebnisse einfließen.

Das offizielle Programm wurde am Donnerstag mit einer im Rahmen dieses Arbeitskreises erstmalig durchgeführten Posterpräsentation ab-

gerundet, bei der Nachwuchswissenschaftler und -wissenschaftlerinnen die Chance erhielten, den aktuellen Stand ihrer Dissertationsprojekte vorzustellen und offene Fragen zu diskutieren. Präsentiert wurden folgende zwei Poster: „Erhebung von Metawissen über mathematisches Modellieren in einer digitalen Lernumgebung“ (Lena Frenken, Universität Münster) und „Diversity in Modelling“ (Friederike Ostkirchen und Ilja Ay, Universität Münster). Die anwesenden Mitglieder des Arbeitskreises waren sich einig, dass ein solches Format (Poster oder Kurzvorträge) beibehalten werden soll, um Doktoranden und Doktorandinnen bereits zu Beginn ihrer Forschungsprojekte die Möglichkeit zu geben, Rückmeldungen zu erhalten.

Freitag, 17. Mai 2019

Der zweite Tag begann mit einem Block aus zwei zusammengehörigen Vorträgen einer Kooperation der Universitäten Koblenz-Landau, Münster und Würzburg.

Zunächst trugen Raphael Wess und Gilbert Greefrath (Universität Münster) über ein Projekt im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung zur Förderung der Aufgabenkompetenz durch Lehr-Lern-Labore im Lehramtsstudium vor. In diesem Rahmen wurden ein Seminar mit Praxiseinheit zum mathematischen Modellieren und ein Testinstrument zur Erfassung von Kompetenzen angehender Lehrkräfte beim Lehren mathematischen Modellierens entwickelt. Im Vortrag wurden ebenfalls die statistischen Auswertungsmethoden fokussiert und fundiert erläutert. Die Diskussion befasste sich mit dem Ziel der Erhebung und der Entwicklung des Testinstruments, da zum einen die Evaluation des Lehr-Lern-Labors und zum anderen eine Analyse der Kompetenzstrukturen zum Lehren mathematischen Modellierens denkbar sind. Entscheidend bei der Interpretation der Ergebnisse ist neben der Zielsetzung die Art der zugrundeliegenden Kontrollgruppe. Weiterführend wurde die Idee entwickelt, die im Testinstrument eingesetzten Textvignetten und die Antworten in den erhobenen Stichproben genauer zu analysieren, um eventuell Aufschlüsse darüber zu erhalten, ob das Seminarkonzept für den Kompetenzzuwachs verantwortlich war.

Im zweiten Vortrag ging es dann um die adaptive Interventionskompetenz, welche ebenfalls als Facette professioneller Kompetenz zum Lehren mathematischen Modellierens ausgedeutet werden kann und von Heiner Klock und Hans-Stefan Siller (Universität Koblenz-Landau, Universität Würzburg) betrachtet wird. Um speziell diesen Teil der Kompetenz zu fördern, wurde ebenfalls ein Lehr-Lern-Labor entwickelt. Während im Münsterschen Seminar der Schwerpunkt auf der Aufgabenent-

wicklung lag, wurde im Koblenzer Seminar die Interventionskompetenz gefördert, indem beispielsweise mit Videovignetten gearbeitet wurde. Die Evaluation zeigte Unerwartetes: so verzeichneten die Seminarteilnehmenden des Münsterschen Seminars auch in der Facette der Interventionskompetenz einen größeren Zuwachs als die Teilnehmenden aus Koblenz. Diese Befunde wurden im Zusammenhang mit dem eingesetzten Messinstrument und den verwendeten Auswertungsmethoden diskutiert.

Zum Abschluss der Tagung präsentierte Andreas Schulz (Pädagogische Hochschule Zürich) „Profile von Viert- und Fünftklässlern im Verständnis multiplikativer Zusammenhänge“. Basierend auf einer Interviewstudie wurde hierzu ein Test zur Identifikation multiplikativen bzw. additiven Denkens entwickelt. Die raschskalierten Testergebnisse wurden einer latenten Klassenanalyse unterzogen, so dass daraus verschiedene Stufen und Fähigkeitsprofile herausgearbeitet wurden, deren Zusammenhänge jedoch teilweise noch nicht eindeutig erklärt werden konnten. In der Diskussion wurden diese Zusammenhänge aufgegriffen. Dabei wurden zum

einen verschiedene Erklärungsmöglichkeiten abgewogen und zum anderen wurde eine Analyse unter Berücksichtigung der Strukturen der einzelnen Schulklassen angeregt.

Herbsttagung 2019

Die Herbsttagung des Arbeitskreises wird vom 7.–8. 11. 2019 in Freiburg stattfinden und steht unter dem Thema Diagnostische Kompetenz. Da dieses Thema ein breites Spektrum an Vorträgen und Diskussionen bietet, wird die Tagung für besonders Interessierte bis zum 9. 11. 2019 verlängert. Die Einladung folgt in Kürze über den Mailverteiler des Arbeitskreises. Bei bestehendem Interesse in diesen aufgenommen zu werden, melden Sie sich bitte per Mail bei der Arbeitskreisleitung.

Judith Blomberg, Universität Münster
E-Mail: judith.blomberg@uni-muenster.de

Lena Frenken, Universität Münster
E-Mail: l.frenken@uni-muenster.de

Arbeitskreis: Lehr-Lern-Labore Mathematik

Einladung zur Herbsttagung in Münster, 11.–12. 10. 2019

Jürgen Roth, Katja Lengnink und Holger Wuschke

Am 11. und 12. Oktober 2019 findet die fünfte Herbsttagung des Arbeitskreises Lehr-Lern-Labore an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster statt (Örtliche Tagungsleitung: Friedhelm Käpnick). Dazu laden wir Sie herzlich ein.

Der Arbeitskreis Lehr-Lern-Labore Mathematik vernetzt die Lehr-Lern-Labore im deutschsprachigen Raum und dient als Austauschplattform für Konzepte, Forschungsansätze und -ergebnisse sowie Lehr-Lernperspektiven rund um Lehr-Lern-Labore. Die Vernetzung findet wesentlich über die jährlichen Herbsttagungen statt.

Nach den Tagungen zu den Aktivitäten der Lehr-Lern-Labore (Landau 2015), den Forschungsaktivitäten in den Lehr-Lern-Laboren (Gießen 2016), der Lernprozessforschung (Leipzig 2017) und der Konzeption von Lehr-Lern-Laboren (Essen 2018), haben wir uns in diesem Jahr entschieden, das Rahmenthema offen zu lassen. Wir möchten daher die verschiedenen Standorte dazu ermutigen, in Form eines Vortrages oder Workshops auf der

Herbsttagung aus ihrem aktuellen Forschungsbereich mit Blick auf ihr Lehr-Lern-Labor zu berichten.

Um neuen Standorten die Möglichkeit zu geben, einen Einblick in das eigene Lehr-Lern-Labor zu bekommen, wird jeder teilnehmende Standort gebeten, ein Poster über die Konzeption und Forschung des eigenen Lehr-Lern-Labors mitzubringen. Bereits vorhandene Poster dürfen dafür verwendet werden.

Die diesjährige Herbsttagung bietet allen Teilnehmer/innen u. a. die Möglichkeit, das Konzept des Lehr-Lern-Labors „Mathe für kleine Asse“ an der WWU Münster näher kennenzulernen. Sein spezieller Schwerpunkt liegt auf einer langfristig angelegten Förderung mathematisch besonders begabter Schüler/innen, die wiederum in engen Wechselbeziehungen zum Erwerb von Diagnose-, Förder- und Professionskompetenzen von Studierenden (aller Studiengänge) und einer aspektreichen Begabungsforschung steht.

Nähere Informationen zur Anmeldung und zum Tagungsprogramm finden Sie unter folgender URL: http://ak-III.mathe-labor.de/herbsttagung_2019/

Jürgen Roth, Universität Koblenz-Landau
E-Mail: roth@uni-landau.de

Katja Lengnink, Universität Gießen
E-Mail: katja.lengnink@math.uni-giessen.de

Holger Wuschke, Universität Leipzig
E-Mail: wuschke@math.uni-leipzig.de

Arbeitskreis: Problemlösen

Einladung zur Herbsttagung in Köln, 17.–18. 10. 2019

Benjamin Rott und Nina Sturm

Die diesjährige Herbsttagung des Arbeitskreises Problemlösen wird am 17. und 18.10.2019 in Köln stattfinden. Den Hauptvortrag hält am Freitag, 18.10., Dietrich Dörner.

Alle relevanten Informationen finden sich auf der Tagungshomepage: www.mathedidaktik.uni-koeln.de/12450.html

Zusätzlich laden wir zu einer Satelliten-Tagung am Samstag, 19. 10., ein: Interessierte Forschende können im Vorfeld das Video (mit zugehörigem Transkript) eines Problemlöseprozesses (ein Schüler, 6. Jahrgang, 7-Tore-Problem) erhalten und den Prozess mit von ihnen gewählten Forschungsme-

thoden analysieren. Im Rahmen der Tagung sollen die unterschiedlichen Perspektiven vorgestellt und verglichen werden. Bei Interesse bitte eine Mail an die Tagungsorganisatoren schicken, dann werden die Unterlagen zur Verfügung gestellt.

Weitere Informationen gibt es hier: www.mathedidaktik.uni-koeln.de/12451.html

Benjamin Rott, Universität Köln
E-Mail: brott@uni-koeln.de

Nina Sturm, PH Ludwigsburg
E-Mail: nina.sturm@ph-ludwigsburg.de

Arbeitskreis: Frauen und Mathematik

Einladung zur Herbsttagung in Würzburg, 25.–26. 10. 2019

Renate Motzer und Jörn Steuding

Die 30. Herbsttagung des Arbeitskreises „Frauen und Mathematik“ der GDM findet am Fachbereich Mathematik der Universität Würzburg statt.

Wir freuen wir uns auf Beiträge zu Themenfeldern wie Geschichte von Frauen in der Mathematik, Frauen in der Mathematik heute oder gendergerechter Mathematikunterricht. Darüber hinaus können auch aktuelle Lehr- oder Forschungsprojekte vorgestellt werden.

Das Tagungsprogramm und die Anmelde-modalitäten werden veröffentlicht unter www.math.uni-augsburg.de/projekte/ak_frau_math/

[aktuelles/](#). Die Tagung beginnt am Freitag, 25. 10., um 14 Uhr und endet am Samstag, 26. 10., spätestens um 17 Uhr.

Für Rückfragen wenden Sie sich bitte an die Arbeitskreissprecherin Renate Motzer oder den Organisator der Tagung Jörn Steuding.

Renate Motzer, Universität Augsburg
E-Mail: renate.motzer@math.uni-augsburg.de

Jörn Steuding, Universität Würzburg
E-Mail: steuding@mathematik.uni-wuerzburg.de

Arbeitskreis: Grundschule

Einladung zur Herbsttagung in Bad Salzdetfurth, 15.–17. 11. 2019

Elke Binner, Marcus Nührenböcker, Barbara Ott und Elisabeth Rathgeb-Schnierer

Die Herbsttagung des Arbeitskreises Grundschule findet in diesem Jahr vom 15. 11. bis zum 17. 11. 2019 statt.

Die Tagungsstätte ist in diesem Jahr wieder: relexa hotel Bad Salzdetfurth, An der Peesel 1, 31162 Bad Salzdetfurth, Telefon: +49 (0)5063 290 (www.relexa-hotel-bad-salzdetturth.de)

Das Thema der diesjährigen Tagung lautet „Darstellen und Kommunizieren“.

Nähere Informationen zur Anmeldung und dem Programm finden Sie unter <http://didaktik-der-mathematik.de/ak/gs>.

Elke Binner, HU Berlin
E-Mail: elke.binner@hu-berlin.de

Marcus Nührenböcker, TU Dortmund
E-Mail: marcus.nuehrenboeger@tu-dortmund.de

Barbara Ott, PH St. Gallen
E-Mail: barbara.ott@phsg.ch

Elisabeth Rathgeb-Schnierer, Universität Kassel
E-Mail: rathgeb-schnierer@mathematik.uni-kassel.de

Jahrestagung der GDM 2020

Würzburg, 9.–13. März 2020

Die 54. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) findet vom 9.–13. März 2020 an der Universität Würzburg statt. Die Hauptstadt Mainfrankens zeichnet sich durch ihre zentrale Lage im deutschsprachigen Raum sowie eine gute Verkehrsanbindung aus. Vielleicht waren Sie schon einmal hier und konnten auf der alten Mainbrücke einen Würzburger Silvaner vom Stein oder in einem der vielen Traditionslokale einen fränkischen Sauerbraten genießen. Sicherlich haben Sie dann auch vom Weltkulturerbe Würzburger Residenz gehört, vor der auch schon die drei Musketiere (zumindest im Film) fochten. Zum vielfältigen kulturellen Angebot Würzburgs gehört darüber hinaus der Kulturspeicher, der mit einer eindrucksvollen Sammlung „Konkrete Kunst in Europa nach 1945“ aufwarten kann.

Der Tagungsort, am Campus Hubland der Julius-Maximilians-Universität Würzburg, liegt über

der Altstadt von Würzburg mit einem herrlichen Blick auf die Weinberge und die Festung Marienberg. In ca. 15 Minuten erreichen Sie mit öffentlichen Verkehrsmitteln vom Hauptbahnhof aus unser Zentrales Hörsaalgebäude Z6.

In der Tradition der GDM-Jahrestagungen werden Hauptvorträge, Einzelvorträge, Kurzvorträge und eine Postersession stattfinden. Weiterhin werden wieder Minisymposien angeboten sowie praxisbezogene Workshops und Vorträge an einem Lehrerinnen- und Lehrertag für Mathematik. Für junge Forscherinnen und Forscher findet am Sonntag, 8. und Montag, 9. März der Nachwuchstag statt. Darüber hinaus gibt es einen Informatik-Lehrerinnen- und Lehrertag.

Ebenfalls in der Tradition der GDM-Tagungen wird im Nachgang der Tagung – wie gewohnt – ein Tagungsband publiziert, der in gebotener Kürze die Beiträge der Tagung dokumentiert: 8 Sei-



Bild: Dr. Jens Jordan, Institut für Mathematik, Universität Würzburg

ten für Hauptvorträge, 4 Seiten für Vorträge im Minisymposium und Einzelvorträge, 1 Seite Zusammenfassung der Minisymposien. In die Online-Veröffentlichung werden auch Poster (1 Seite oder Abdruck des Posters) und Kurzvorträge (1 Seite) mit aufgenommen.

Die Hauptvorträge werden gehalten von:

- Jun.-Prof. Dr. Anika Dreher
(Pädagogische Hochschule Freiburg)
- Prof. Dr. Gilbert Greefrath
(Universität Münster)
- Prof. Dr. Martin Hennecke
(Didaktik der Informatik, Universität Würzburg)
- Prof. Keith Jones
(University of Southampton, UK)
- Prof. Dr. Anna Susanne Steinweg
(Universität Bamberg)

Lehrerinnen- und Lehrertag am Dienstag, 10. März 2020

Am Vormittag können die Lehrkräfte sowohl ausgewählte Forschungsvorträge als auch Workshops der GDM-Tagung, die für die Unterrichtspraxis für die Primar- oder Sekundarstufe konzipiert sind, besuchen. Am Nachmittag wird dann die SINUS-Regionaltagung (die Universität Würzburg koordiniert das SINUS-Projekt in Unterfranken) in den Lehrertag der GDM integriert. Elli Rathgeb-Schnierer (Universität Kassel) wird einen schulartübergreifenden Plenumsvortrag zum SINUS-Jahresthema „Muster und Strukturen“ halten, der sich an interessierte Lehrkräfte aus allen Schularten richtet. Daran anschließend finden dann

weitere Workshops für Lehrkräfte aus der Sekundarstufe I und II statt. Für Grundschullehrkräfte wird Christoph Selter (Universität Dortmund) das Thema „Prozessbezogene Kompetenzen fördern“ aus verschiedenen Perspektiven betrachten.

Eine Neuheit am Lehrerinnen- und Lehrertag wird die „Professor(inn)ensprechstunde“ sein. Lehrkräfte haben die Möglichkeit, Fragen an die Fachdidaktik zu stellen, es wird also Fragen aus der Praxis und – hoffentlich – Antworten aus der Wissenschaft geben. Für dieses neue Format einer gelebten Theorie-Praxis-Verzahnung haben sich Christina Drücke-Noe (PH Weingarten) für die Sekundarstufe I und Torsten Fritzlar (Universität Halle) für die Grundschule bereit erklärt, sich den Fragen der Lehrkräfte zu stellen.

Termine

Alle relevanten Termine und aktuellen Informationen zum Programm, zur Tagungsanmeldung sowie zur Einreichung von Minisymposien und Beiträgen finden Sie auf der Tagungshomepage www.gdm2020.de.

Es sei hier nochmals eigens auf den (frühen) Zeitpunkt, 1. August 2019, zur Beantragung eines Minisymposiums hingewiesen. Ein Vorschlag für ein Minisymposium kann durch maximal drei Personen, die mindestens zwei Hochschulen repräsentieren, erfolgen. Eine der drei Personen sollte möglichst Nachwuchswissenschaftlerin oder -wissenschaftler sein. Weitere Hinweise dazu finden Sie ebenfalls auf unserer Tagungs-Homepage.

Wir freuen uns!

Das Organisationsteam der GDM-Tagung 2020

GDM 2019 – Nachwuchsförderung inmitten von Altstadt, Dom und Donau

Ralf Nieszporek und Holger Wuschke im Namen der GDM-Nachwuchsvertretung

Die Nachwuchsvertretung organisierte für die 53. Jahrestagung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik in Regensburg verschiedenste für den wissenschaftlichen Nachwuchs informative und nützliche Angebote. Hierzu zählte u. a. der Nachwuchstag, der bereits am Sonntag (3. 3. 2019) vor der Tagung stattfand. Dieser berücksichtigt vor allem die Bedürfnisse und aufkommenden Probleme des wissenschaftlichen Nachwuchses im ersten Jahr ihrer Promotion. Zusätzlich zu den vielfältigen Möglichkeiten des Networkens mit anderen Jungwissenschaftler*innen konnten die Teilnehmer*innen an drei Veranstaltungsformaten am Nachwuchstag teilnehmen:

- Den Hauptteil des Nachwuchstages machten die sechs unterschiedlichen Workshops aus, die größtenteils von Mitgliedern der Nachwuchsgruppe konzipiert und ausgerichtet wurden. Die Teilnehmer*innen konnten sich im Vorfeld aus den Workshops *Neustart von MathEduc und Madipedia*, *Poster gestalten*, *Selbstmanagement*, *Umgang mit Literatur*, *Vorträge halten* und *Wissenschaftliches Schreiben* zwei interessante auswählen. Diese Wünsche konnten vollständig berücksichtigt werden. Basierend auf der Evaluation der letzten Jahre und den im Vorfeld geäußerten inhaltlichen Wünschen der Teilnehmer*innen wurden die Workshops überarbeitet und noch stärker

an den Bedarf der Jungwissenschaftler*innen angepasst. An dieser Stelle möchten wir uns bei Claudia-Susanne Günther und Dr. Karen Reitz-Koncebovski bedanken, für ihre Bereitschaft einen Workshop zum Thema Neustart von MathEduc und Madipedia anzubieten.

- Die Gelegenheit, ihren GDM-Vortrag in Form eines Probevortrags in einem kleineren Kreis zu halten, wurde von sechs Personen wahrgenommen. Dieses Format dient den Jungwissenschaftler*innen dazu, ihren Vortrag zu üben, so flüssiger vorzutragen und ggf. kleinere (Layout-) Änderungen vorzunehmen. Hier wird auch darüber gesprochen, wie mit kritischen Fragen aus dem Publikum während der Diskussion umgegangen werden kann.
- In Kleingruppen von bis zu acht Personen konnten sich die Nachwuchswissenschaftler*innen in moderierten Gesprächsrunden über aktuelle Fragen, Interessen und Probleme austauschen. Durch eine vorherige Abfrage orientierten sich die Themen an den Bedürfnissen der Teilnehmenden, sodass ein intensiver Austausch möglich war. Hierbei wurde zum Beispiel über das *Konkretisieren von Forschungsfragen* oder auch das *Durchführen und Auswerten einer Studie* gesprochen. Zum anderen wurde aber auch über konkrete Forschungsthemen wie *Digitale Medien und*



Teilnehmende des Nachwuchstags (Foto: GDM Nachwuchsgruppe)

Visualisierung oder auch *Argumentieren und Problemlösen* reflektiert.

Das breite Angebot des Nachwuchstages motivierte rund 80 Personen zu einer Anmeldung. Aufgrund vielfältiger Faktoren, wie die Berücksichtigung der Interessen und Wünsche der Teilnehmer*innen, der offene und freundliche Umgang miteinander aber auch die Hilfsbereitschaft während des gesamten Nachwuchstages, wurden der Ablauf und der Angebotsumfang insgesamt als überaus positiv bewertet. Seitens der Teilnehmer*innen, aber auch von unserer Seite, gab es vereinzelt Anregungen zur Verbesserung der Workshops, der Strukturierung und der Durchführung, welche wir für die Planung des Nachwuchstages in Würzburg 2020 diskutieren und berücksichtigen werden.

Weitere Programmpunkte für den wissenschaftlichen Nachwuchs fanden im Verlauf der regulären Tagungswoche statt. Die *Talkrunde* fungiert traditionell als Bindeglied zwischen Nachwuchstag und Tagungsbeginn. Dort berichten bereits promovierte Personen, z. B. Post-Docs, Lehrkräfte oder Jung-Professor*innen über ihren Werdegang von der Promotion bis hin zu ihrer jetzigen Anstellung. Dabei sind sie offen für Fragen und diskutieren verschiedenste Themen mit den anwesenden Nachwuchswissenschaftler*innen. In diesem Jahr teilten Dr. Markus Meiringer (Lehrer am Goethe-Gymnasium Regensburg) und Prof. Dr. Karina Höveler (Westfälische Wilhelms-Universität Münster) ihre Erfahrungen mit uns. Während Markus Meiringer darüber berichtete, wie er es parallel zu einer Vollzeitstelle in der Schule geschafft hat zu promovieren und welche Herausforderungen und Einschränkungen dies mit sich gebracht hat, berichtete Karina Höveler über ihre Stationen auf dem Weg zur Professur und dass man nicht davor zurückschrecken sollte, auch schwer erreichbare Traumstellen weiter zu verfolgen. Der Kontrast aus Schullaufbahn und wissenschaftlicher Karriere zeigte nicht nur zwei erfolgreiche Wege nach der Promotion, sondern erzeugte eine muntere Diskussion und Fragen über verschiedenste Themen wie Schulalltag oder auch die Verbindung von Karriere und Familienplanung. Besonderer Gast war in diesem Jahr Prof. em. Dr. Ludwig Bauer. Als ehemaliger Betreuer von Markus Meiringer kam er vorbei und erzählte an manchen Stellen selbst aus der damaligen Zeit.

Als weitere Möglichkeit zum gegenseitigen Kennenlernen lud die Nachwuchsvertretung zum alljährlichen Kneipenabend ein. Diesem Ruf folgten ca. 150 Promovierende, Post-Docs und vereinzelt auch Professorinnen und Professoren, sodass bei netten Gesprächen und „Speis und Trank“ im Weltenburger am Dom eine Vielzahl von neuen Kontakten geknüpft und bereits bestehende vertieft wurden.

Die *Expert*innensprechstunde* ermöglicht es Promovierenden, mit ihren (Wunsch-)Expert*innen über ihre Promotionsprojekte zu sprechen und deren Expertise einzuholen. Im Rahmen dieses Programms konnte der Kontakt zwischen sieben Promovierenden und Expert*innen hergestellt werden.

Darüber hinaus bemüht sich die Nachwuchsvertretung ein attraktives und abwechslungsreiches Workshopangebot für Doktoranden, Post-Docs sowie Jungprofessor*innen auch während der Tagungswoche anbieten zu können. In diesem Jahr gelang es, zwei Workshops zu akquirieren, die sich einerseits mit dem Veröffentlichenden von wissenschaftlichen Ergebnissen und andererseits mit der Planung von Vorlesungen beschäftigten:

- Dr. Sven Solterbeck, Lektor im Waxmann Verlag, gab im Workshop (*How to publish*) eine Einführung in die Zusammenarbeit von Verlag und Autor und beantwortete Fragen rund um den Publikationsprozess wie z. B.: Wie veröffentliche ich meine wissenschaftlichen Ergebnisse?, Welche Leistungen kann ich von einem Verlag erwarten?, Wie bereite ich mein Manuskript für die Publikation vor? Was kann ich bereits im Vorfeld beachten? ...
- Prof. Dr. Jürgen Roth (Universität Koblenz-Landau) gab in seinem Workshop *Wie halte ich eine fachdidaktische Vorlesung?* Impulse zur Planung, Strukturierung und Umsetzung von Vorlesungen und Lehrveranstaltungen. Dabei wurde nicht nur ein Fokus auf die Ausgestaltung der Inhalte geworfen, sondern auch auf verschiedene Aspekte des Umgangs mit und der Unterstützung von Studierenden. Dabei spielte ganz besonders der Medieneinsatz eine Rolle.

Beide Workshops waren mit 20 bis 40 Personen sehr gut besucht. Wir freuen uns sehr, dass diese Angebote so sehr wahrgenommen werden und bedanken uns an dieser Stelle ganz herzlich bei Jürgen Roth und Sven Solterbeck für die neuartigen Workshopangebote.

In diesem Jahr gab es zum ersten Mal das *Informationsheft zum Nachwuchsprogramm*. Darin waren die Nachwuchsvertretung sowie die Angebote sichtbarer und präsenter denn je. Die Tagungsleitung und das lokale Organisationsteam ermöglichten den Druck und die Verteilung dieser Broschüre. Unseren herzlichen Dank dafür! Wir hoffen, dass diese sehr gute Möglichkeit das Angebot anzupreisen, auch auf zukünftigen GDMs bestehen bleibt.

Last but not least danken wir dem Vorstand, Beirat, den Mitgliedern der GDM und dem engagierten Organisationsteam in Regensburg für die Unterstützung, mit der die Umsetzung des Nachwuchsangebots erst ermöglicht wurde.

Mit diesem durchweg positiven Bericht freuen wir uns auf die Ausrichtung des Nachwuchsprogramms 2020 in Würzburg und darauf, den ein oder anderen dort (wieder) zu sehen. Bis dahin wünschen wir allen ein produktives und erfolgreiches Jahr!

Lukas Baumanns, Andreas Frank, Sebastian Geisler, Johanna Goral, Fabian Grünig, Raja Herold-Blasius, Judith Huget, Julia Joklitschke, Pauline Linke, Mona-Lisa Maisano, Silke Neuhaus, Ralf Nieszporek, Norbert Noster, Franziska Peters, Maximilian Pohl, Nele Stubbemann, Petra Tebaartz, Frederike Welsing und Holger Wuschke.

Weitere Informationen zur Nachwuchsvertretung und zu unseren Angeboten findet man unter madipedia.de/wiki/Nachwuchsvertretung_der_GDM.

Nachruf auf Heinz Griesel

Helmut Postel und Werner Blum



Am 26. November 2018 ist der Mathematiker und Didaktiker Prof. em. Dr. rer. nat. Heinz Griesel im 88. Lebensjahr nach kurzer, schwerer Krankheit verstorben. Er hat wie nur wenige den Mathematikunterricht seit den 60er Jahren des vorigen Jahrhunderts nachhaltig mitgeprägt: als Fachdidaktiker durch seine zahlrei-

chen wissenschaftlichen Veröffentlichungen, durch seine Tätigkeit in der Lehreraus-, fort- und -weiterbildung, durch seine Mitwirkung bei den Zeitschriften *Zentralblatt der Didaktik der Mathematik* und *Praxis der Mathematik*, durch seine Mitarbeit beim Deutschen Institut für Fernstudien Tübingen sowie insbesondere auch durch seine jahrzehntelange Tätigkeit als Autor und Herausgeber mehrerer Schulbuchreihen für Mathematik aller Schulstufen und Leistungsniveaus wie auch für Informatik.

Werdegang

Heinz Griesel wurde am 4. 3. 1931 in Duisburg geboren. Nach dem Abitur (1951) studierte er Mathematik, Physik, Logik und Philosophie an den Universitäten Tübingen und Münster mit dem 1. Staatsexamen für das höhere Lehramt als Abschluss (1956). Er promovierte (1957) bei H. Behnke in Münster mit dem Thema „Überkonvergenz in der Funktionentheorie mehrerer Veränderlicher“. Kurz danach erhielt er bei Behnke eine planmäßige Stelle als wissenschaftlicher Assistent.

Insbesondere angeregt durch die Vorträge und Diskussionen im Seminar für Didaktik der Mathematik in Münster galt Heinz Griesels primäres Interesse zunehmend der Didaktik der Mathematik, insbesondere Grundsatzfragen mit Einschluss philosophischer Aspekte. Nach einiger Zeit strebte er langfristig eine Stelle an einer Pädagogischen Hochschule an. Dafür erachtete er es als notwendig, zunächst hinreichende Unterrichtserfahrungen in Mathematik zu sammeln. Er besuchte zunächst Vorlesungen und Seminare an der Pädagogischen Akademie in Münster, um auch die traditionelle Rechenmethodik kennenzulernen, und trat dann 1958

in den höheren Schuldienst ein. Nach dem Referendariat an Schulen in Dortmund und Iserlohn (2. Staatsexamen 1960) erhielt Heinz Griesel eine Stelle als Studienrat in Lüdenscheid. Sehr bald (1962) wurde er zum Fachleiter für Mathematik und sogar zum Stellvertreter des Seminarleiters berufen.

Von 1960 bis 1968 war Heinz Griesel zugleich Lehrbeauftragter an der Universität in Münster. Ferner hat er in dieser Zeit ab 1963 (nach dem Beschluss der KMK zur Reform des Mathematikunterrichts in allen Schulformen und Schulstufen) bis 1968 vorwiegend in NRW (organisiert von der Landesstelle MNU in Recklinghausen) und auch in Niedersachsen zahlreiche Vorträge zum neuen Mathematikunterricht gehalten. 1967 nahm er einen Ruf auf eine H4-Universitätsprofessur (Mathematik und ihre Didaktik) an der Pädagogischen Hochschule Niedersachsen Abt. Hannover an. Nach zwei abgelehnten Rufen an die Universität Frankfurt und die Pädagogische Hochschule Ludwigsburg folgte Heinz Griesel schließlich 1971 einem Ruf an die neu gegründete Gesamthochschule (später Universität) Kassel, wo er bis zu seiner Emeritierung 1996 als Universitätsprofessor für Mathematik mit Schwerpunkt Didaktik der Mathematik gearbeitet hat.

Arbeitsbereiche

Heinz Griesel verstand unter Didaktik der Mathematik immer „diejenige Wissenschaft, die sich mit allen Fragen und Problemen der Forschung und Entwicklung beschäftigt, die das Lernen und Lehren von Mathematik betreffen“ (siehe „Überlegungen zur Didaktik der Mathematik als Wissenschaft“. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 6. Jahrg. (1974), Heft 3, S. 115–119).

Als Ergebnis seiner wissenschaftlichen Forschungen und Entwicklungen, die von der Grundschule bis zur Oberstufe sowie von stoffdidaktischen Sachanalysen bis zu grundsätzlichen Überlegungen zum Lehren und Lernen und zum Wissenschaftsverständnis der Mathematik-Didaktik reichen, hat er eine lange Liste von Veröffentlichungen in Büchern und Zeitschriften (fast 100 Aufsätze) hinterlassen. Er selbst ordnete sie folgenden Arbeitsbereichen zu:

1. Didaktisch orientierte Sachanalysen (z. B. zu den natürlichen Zahlen, zu den gebrochenen Zahlen,

- zu den rationalen Zahlen, zum Größenbegriff und zu Größensystemen)
2. Vergleichstheorie des Messens (Größenkalkül, Größen, Skalarsysteme, Maßsysteme, Vektorsysteme)
 3. Anwendungsorientierter Aufbau des Zahlensystems
 4. Elementarmathematik als empirische Theorie der Lebenswirklichkeit
 5. Geschichte des Rechnens und der Rechenmethodik
 6. Wissenschaftstheorie der Mathematik und Didaktik der Mathematik
 7. Curriculum-Entwicklung auf nahezu allen Gebieten der Schulmathematik (für Grundschule, Hauptschule, Realschule und Gymnasium), insbesondere Aufbau des Zahlensystems, Algebra, Analysis, Abbildungsgeometrie sowie Differenzierung und logische Durchdringung des Mathematikunterrichts

Eines der ersten didaktischen Probleme, das Heinz Griesel schon früh beschäftigte, war die große Diskrepanz zwischen der Behandlung der Bruchrechnung im Mathematikunterricht und der üblichen Einführung der (positiven) rationalen Zahlen in den Vorlesungen an den Hochschulen. Ein anwendungsorientierter, genetischer Aufbau des Zahlensystems im Unterricht empfand er als Desiderat; dies bedurfte nach seiner Ansicht dringend einer wissenschaftlichen Bearbeitung. Über dieses Thema referierte er bereits im Seminar für Didaktik der Mathematik in Münster; der Vortrag erschien 1959 unter dem Titel „Eine Verbandstheoretische Begründung der Bruchrechnung“ in den *Mathematisch-Physikalischen Semesterberichten*, Bd. 6, Heft 3 u. 4, S. 195–216. Das war seine erste didaktisch orientierte Sachanalyse. Es folgten mehrere weitere Publikationen zur Bruchrechnung. Die zugrundeliegende Fragestellung griff er später auch bei anderen Zahlenbereichen auf (z. B. „Der mathematische Hintergrund der natürlichen Zugänge zu den negativen Zahlen.“ In: *Der Mathematikunterricht*, 19. Jahrg. (1973), Heft 1, S. 54–77).

In den 1960er Jahren beschäftigte sich Heinz Griesel mit dem damals viel diskutierten Problem, eine mathematisch einwandfreie Grundlegung des Rechnens mit Größenwerten zu entwickeln. Die Ergebnisse seiner Überlegungen hat er dann 1968/69 in der Zeitschrift *Der Physikunterricht*, Heft 3, unter dem Titel „Logarithmieren und Potenzieren, mit einer Grundlegung der Theorie der Größensysteme“ sowie „Algebra und Analysis der Größensysteme“

in den *Mathematisch-Physikalischen Semesterberichten*, Bd. XVI, Heft 1 und 2 veröffentlicht; diese Aufsätze wurden sehr beachtet.

Sie waren der wesentliche Anlass, dass Heinz Griesel als Obmann in eine Arbeits- und Projektgruppe im Ausschuss für Einheiten und Formelgrößen im DIN, Berlin, der sich mit offenen Fragen zu Größen und Größensystemen befassen sollte, berufen wurde. Von ihm sind in diesem Zusammenhang zahlreiche Diskussionspapiere entwickelt worden; die Ergebnisse sind in 18 Aufsätzen in Zeitschriften publiziert worden (u. a. aus 2016 „Die Vergleichstheorie des Messens und ihre Anwendung in der mathematikdidaktischen Grundlagenforschung“. In: *Journal für Mathematik-Didaktik*, Band 37, Heft 1, S. 6–30). Dies war ein Themenfeld, das er – auch unter didaktischen Aspekten – bis zum Schluss mit am intensivsten bearbeitet hat (siehe seine letzte schriftliche Äußerung „Gehört der Begriff Größenbereich nach Kirsch zu den Altlasten des Mathematikunterrichts?“ In: *Mitteilungen der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik*, Heft 106, Jan. 2019, S. 11–14).

Nach Annahme des Rufs an die Pädagogische Hochschule Hannover (1967) trat nun zu den bisherigen Forschungsschwerpunkten auch das Gebiet der Grund- und Hauptschulmathematik. Zu dieser Zeit gab es außerdem eine weltweite Diskussion über eine Reform des Mathematikunterrichts, an der sich auch Heinz Griesel durch Wort (Vorträge auf Tagungen, in der Lehrerfortbildung) und Schrift beteiligte, in Büchern wie z. B. „*Die neue Mathematik für Lehrer und Studenten*“, Bände 1 (1971), 2 (1973) und 3 (1974) mit Inhalten der Klassen 1 bis 7, und in zahlreichen Aufsätzen in Büchern und Zeitschriften wie z. B. „Die sog. Moderne Mathematik an Grund- und Hauptschule als Weiterentwicklung der traditionellen Rechendidaktik (und nicht als Irrweg).“ In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*, 1970, S. 132–138.

Grundpositionen in Forschung und Entwicklung¹

Heinz Griesel als Vertreter einer genetischen Wissenschaftsorientierung.

Mit Beschluss der KMK vom 3.10.1968 wurde die Reform des Mathematikunterrichts in allen allgemeinbildenden Schulformen der Bundesrepublik Deutschlands eingeleitet. Empfohlen wurde 1970 vom Deutschen Bildungsrat im „Strukturplan für das deutsche Bildungswesen“ (Klett, Stuttgart), die Lehrgegenstände und Lehrmethoden auf allen Al-

¹ Ausführlicher dargestellt in *Mathematik lehren und lernen – Festschrift für Heinz Griesel* herausgegeben 1991 von Helmut Postel, Arnold Kirsch, Werner Blum, speziell in dem Beitrag „Heinz Griesels Beiträge zu einer Didaktik der Mathematik“ von Helmut Postel, S. 22–29. Schroedel Schulbuchverlag, Hannover.

tersstufen stärker an der Wissenschaft zu orientieren. Dieses Konzept der Wissenschaftsorientierung wurde teilweise im Sinne einer reinen Vermittlung der Wissenschaft, ihrer Begrifflichkeit und ihrer Systematik missverstanden, mit der sog. „Mengenlehre“ als sichtbarem Ausdruck dieses Missverständnisses. Heinz Griesel hat eine solche vordergründige, radikale Wissenschaftsorientierung für den Mathematikunterricht nie befürwortet, sondern eine Richtung vertreten, die er später genetische, d. h. am natürlichen Lernprozess orientierte Wissenschaftsorientierung nannte. Die scharfsinnigen didaktisch orientierten Sachanalysen von ihm und Arnold Kirsch ermöglichten es, natürliche Zugänge zu den Inhalten des Unterrichts zu erschließen und Grundvorstellungen herauszuarbeiten. Der Begriff der „Grundvorstellung“, der heute zu den zentralen mathematikdidaktischen Begrifflichkeiten gehört und u. a. auf Wilhelm Oehl fußt, ist wesentlich durch Heinz Griesel in die mathematikdidaktische Diskussion eingebracht worden (man vergleiche die diesbezüglichen Ausführungen in seinem letzten Aufsatz H. Griesel, R. vom Hofe & W. Blum (2019): „Das Konzept der Grundvorstellungen im Rahmen der mathematischen und kognitionspsychologischen Begrifflichkeit in der Mathematikdidaktik“. In: Band 40, Heft 1 des *Journal für Mathematik-Didaktik*). Mit dieser Forschungsrichtung prägten Griesel und Kirsch, die 1971 beide gemeinsam nach Kassel berufen wurden, die „Kasseler Mathematik-Didaktik“, die auch „Kasseler Schule der Mathematik-Didaktik“ genannt wurde.

Heinz Griesel als Mittler zwischen Fortschritt und Tradition

Heinz Griesel hat sich stets dafür ausgesprochen, die neuen Inhalte des Mathematikunterrichts gründlich methodisch auszugestalten und zugleich den traditionellen Schatz an methodischen Inhalten und Hilfsmitteln in die neuen Lehrgänge zu integrieren. In dem Buch „Die neue Mathematik für Lehrer und Studenten“ sind viele Gesichtspunkte der traditionellen Rechendidaktik in die neuen Überlegungen begrifflich eingeordnet und weiterentwickelt worden. Das trifft auch auf den Mathematikunterricht in der Sekundarstufe I und II zu.

Heinz Griesel als Mittler zwischen Theorie und Praxis

Heinz Griesel hat wiederholt dazu aufgerufen (siehe z. B. seine Eröffnungsansprache 1979 auf der 13. Bundestagung für Didaktik der Mathematik in Freiburg i. Br.), Didaktik und Praxis nicht auseinanderklaffen zu lassen. Er weist daraufhin, dass Didaktik nicht nur gemessen wird „an einzelnen exzellenten Ideen, an scharfsinniger mathematischer Argumentation, an feinsinnigen, orchideenhaften Unterrichtsvorschlägen, . . . , sondern auch an Breitenwirkung.“

Heinz Griesel als Wissenschaftsorganisator und Lehrer

Heinz Griesel hat sich stets auch in der wissenschaftlichen Community der Mathematik-Didaktik engagiert. Nach der Gründung der Gesellschaft für Didaktik der Mathematik (GDM) im Jahre 1975 auf der Jahrestagung in Saarbrücken war er bis 1979 ihr Erster Vorsitzender. In diese Zeit fiel auch die Ausrichtung von ICME-3 in Deutschland, des Third International Congress on Mathematics Education, 1976 in Karlsruhe, organisiert von Heinz Kunle und Hans-Georg Steiner, unter bedeutsamer Mitarbeit des GDM-Vorsitzenden Griesel. Im Anschluss an seine Zeit als Erster Vorsitzender war Heinz Griesel bis 1985 Mitglied des wissenschaftlichen Beirats der GDM. Dem wissenschaftlichen Beratungskomitee der 1980 gegründeten wissenschaftlichen Zeitschrift der GDM, des *Journal für Mathematik-Didaktik*, gehörte er von 1980 bis 1984 an. 2006 verlieh die GDM ihm für seine Verdienste um die Gesellschaft und um die Mathematik-Didaktik als Ganzes die Ehrenmitgliedschaft.

Neben all seinen wissenschaftlichen Verdiensten soll nicht versäumt werden, Heinz Griesels Wirken als Hochschullehrer gebührend zu würdigen. Die oben schon herausgestellte stete Verbindung zwischen Theorie und Praxis war ein Charakteristikum all seiner Lehrveranstaltungen. In Kassel verantwortete Griesel vorwiegend die Ausbildung künftiger Grundschullehrkräfte. Das Curriculum für diesen Studiengang wurde unter seiner Federführung entwickelt und im Laufe der Jahre wechselnden politisch-organisatorischen Rahmenbedingungen angepasst. In seinen Didaktikvorlesungen und -seminaren legte er größten Wert darauf, dass die Studierenden die zu unterrichtenden mathematischen Inhalte tief durchdringen und natürliche Zugänge zu den Themen kennenlernen, unter Betonung der wesentlichen Grundvorstellungen, ganz im Sinne der oben ausgeführten genetischen Wissenschaftsorientierung. Dies hat sich auch in seinen Staatsexamensprüfungen gezeigt, in denen Studierende immer nachweisen mussten, dass sie sämtliche Bereiche ihres Mathematikstudiums verständig beherrschen und exemplarisch in Bezug auf die Unterrichtspraxis konkretisieren können. Die Studien-seminare und die Schulen in der nordhessischen Region haben über Jahrzehnte von der praxisorientierten Kasseler Lehrerbildung profitiert. Dabei hat Griesel es immer bedauert, dass Mathematik in den ersten 30 Jahren seiner Kasseler Tätigkeit kein Pflichtfach für *alle* Grundschulstudierenden war. Dies hat sich zu seiner Genugtuung dann in den oer Jahren geändert; seitdem müssen sich in Hessen alle Studierenden des Grundschullehramts

verpflichtend mit Mathematik befassen, fachlich und fachdidaktisch.

Mit Heinz Griesel ist eine der prägenden Figuren der deutschen Mathematikdidaktik der Nachkriegszeit gestorben. Seine Art, Mathematikdidaktik in enger Verbindung von Theorie und Unterrichtspraxis zu sehen, war und ist richtungweisend. Sowohl seine Sachanalysen als auch seine – in den von ihm herausgegebenen Schulbüchern kondensierten – Unterrichtsvorschläge sind bleibende Exempel seines Werks.

Helmut Postel, Universität Kassel
E-Mail: helmutpostel@t-online.de

Werner Blum, Universität Kassel
E-Mail: blum@mathematik.uni-kassel.de

Nachruf auf Jürgen Floer

Manfred Möller und Berthold Schuppar



Am 16. 12. 2018 verstarb Prof. Dr. Jürgen Floer im Alter von 79 Jahren. Mit ihm haben wir einen engagierten Hochschullehrer verloren, der sich zeit seines Lebens für einen guten Mathematikunterricht in der Primarstufe eingesetzt hat. Nicht nur in der Theorie, sondern auch in

der Praxis hat er wesentliche Akzente gesetzt, vor allem durch die Entwicklung von Unterrichtsmaterialien: Beispielsweise haben seine „Rechenschiffchen“ für den Anfangsunterricht weiteste Verbreitung gefunden, und zwar nicht nur hierzulande, sondern auch international. Wir gehen später ausführlicher darauf ein.

Jürgen Floer wurde am 28. 7. 1939 in Berlin geboren. In den Jahren 1958–64 studierte er an der Universität Münster Mathematik und Physik für das Lehramt an Gymnasien und beendete das Studium mit dem 1. Staatsexamen; es folgte das Referendariat ebenfalls in Münster, das er 1966 mit dem 2. Staatsexamen abschloss. Anschließend war er für einige Jahre als Studienrat an einem Gymnasium in Schmallenberg tätig. Seine akademische Laufbahn begann Jürgen Floer im Jahre 1970 an der Pädagogischen Hochschule Ruhr, Abteilung Dortmund, als Wissenschaftlicher Assistent, und zwar zunächst am Institut für Schulentwicklungsforschung. Im

folgenden Jahr 1971 wechselte er zum Institut für Didaktik der Mathematik, und 1972 wurde er zum Akademischen Oberrat in diesem Bereich ernannt. Die PH Dortmund befand sich damals noch an ihrem alten Standort, aber sie expandierte rasch (wie auch viele andere Hochschulen zu dieser Zeit), sodass sie 1974 zu ihrem neuen Domizil auf den Campus der kurz zuvor gegründeten Universität Dortmund umzog.

1977 promovierte Jürgen Floer an der PH Dortmund zum Dr. paed., das Thema der Dissertation lautete „Untersuchungen zur Entwicklung und Förderung des Verhältnisdenkens bei Kindern“ (Gutachter: Heinrich Winter und Georg Schrage). Ende der 70er Jahre nahm er eine Lehrstuhlvertretung an der Pädagogischen Hochschule Rheinland, Abteilung Neuss, wahr (der genaue Zeitpunkt ist uns nicht bekannt); die Hoffnung auf einen Lehrstuhl an der PH Neuss wurde allerdings durch deren Auflösung im Jahre 1980 zerschlagen. Die PH Dortmund wurde zu dieser Zeit zwar nicht aufgelöst, jedoch der Universität Dortmund angegliedert; im Zuge dieser „Zusammenführung“ wurde die Didaktik der Mathematik zu einem Teilbereich der Fakultät Mathematik, dem heutigen IEEM.

Im Jahre 1982 habilitierte sich Jürgen Floer über das Thema „Lernschwache Kinder im Mathematikunterricht“, und 1991 wurde er zum außerplanmäßigen Professor an der Fakultät Mathematik ernannt. Den Schwerpunkt seiner Lehrtätigkeit legte er auf den Studiengang „Primarstufe

als weiteres Unterrichtsfach“ (damals in NRW als „klein-p“ geläufig, Pflichtfach für alle Primarstufen-Studierenden), denn ihm lag besonders am Herzen, den „normalen“ Mathematikunterricht in der Grundschule zu verbessern, der ja in der Regel nicht von Lehrer*innen mit Schwerpunkt Mathematik durchgeführt wird. Die „Didaktik der Primarstufe“ gehörte zu seinen Standardvorlesungen ebenso wie schulpraktische Veranstaltungen und Seminare zu speziellen Themen. Jedoch beschränkte er sich nicht auf die Didaktik, sondern bot auch fachinhaltliche Veranstaltungen an, um den Studierenden die Faszination der Mathematik nahezubringen, beispielsweise „Elemente der Zahlentheorie“ oder „Elemente der Stochastik“. Jürgen Floer wurde 2004 pensioniert, damit hat er jedoch seine Lehrtätigkeit noch lange nicht beendet: Bis zum Wintersemester 2014/15 führte er regelmäßig weitere Seminare zu verschiedenen Themen durch.

Jürgen Floers didaktische Arbeit konzentrierte sich auf das Ziel, konkrete Hilfen beim Mathematiklernen in der Grundschule zu entwickeln. Zum einen zählt dazu seine Mitarbeit am Schulbuch „Welt der Zahl“, die sich seit den 90er Jahren über einen langen Zeitraum erstreckte; hierbei lag der Schwerpunkt seiner Mitarbeit auf der Gestaltung der geometrischen Inhalte. Zum anderen begann Jürgen Floer in der Mitte der 80er-Jahre aus Erfahrungen, die er als Lehrer – auch an Schulen für Lernbehinderte – sammelte, mit der Entwicklung von Lernmaterialien. Zunächst entstanden Materialien für Lernanfänger, Materialien zum handelnden Umgang mit den ersten Zahlen und den damit möglichen Verknüpfungen, also für die Arithmetik der Klassen 1 bis 4.

Besonders bekannt sind die sogenannten „Rechenschiffchen“, die noch heute in sehr vielen Grundschulen zum Einsatz kommen: In einem Holzrahmen befinden sich vier Fünferschiffchen. In jedem Schiffchen liegen in fünf Vertiefungen Wendepfättchen zur Darstellung spezieller Anzahlen. Auf der Rückseite sind die Zahlsymbole von 1–20 aufgedruckt. Mit diesen Rechenschiffchen gewinnt man einen handelnden Umgang mit den Zahlen im Zwanzigerraum, entwickelt einen natürlichen Zugang zu den verschiedenen Zahlaspekten und kann anzubahnende Verknüpfungen auf besonders anschauliche Weise darstellen. Damit begann die erfolgreiche Reihe „mathe konkret“ beim Spectra-Verlag, die Jürgen Floer als Herausgeber und Autor initiierte und nach und nach zusammen mit einigen Mitautoren auf weitere Schuljahre ausbaute. Weiter wurden das Hunderterbrettchen und zugehörige Rechenstäbe für das Arbeiten im 2. Schuljahr entwickelt, das Tausendermaterial aus Einerwürfeln, Zehnerstangen, Hunderterplatten und Tausenderwürfel für das Darstellen und Rechnen im 3. Schul-

jahr und letztlich die Millionentafel, die naturgemäß nur noch ein Arbeiten auf der ikonischen bzw. symbolischen Ebene erlaubt.

Es ist typisch für seine Entwicklungsarbeit, dass er Prototypen für die Materialien in der Regel selbst herstellte; sogar sein Büro war gut bestückt mit Bastelmaterialien und -werkzeugen verschiedenster Art (Holzstäbe, Sperrholz, Pappen, Kleber, Laubsäge, Fuchsschwanz usw.). Natürlich gehörte auch dazu, dass er die Prototypen selbst im Unterricht ausprobierte und prüfte, ob und wie sie funktionierten.

Die Verwirklichung dieser Ideen dauerte schon mehrere Jahre, nicht zuletzt weil Jürgen Floer parallel weitere Projekte verfolgte, die ihm am Herzen lagen. Dabei ging es global um ein Konzept des Übens, einmal Gelerntes zu festigen, zu vertiefen, zu verinnerlichen. Ausgang war die Frage: Wie kann man Übungsformen entwickeln, die um einen bedeutsamen mathematischen Kern aktiv-entdeckendes Lernen ermöglichen?

Materialien mit diesem Anspruch sind z. B. „Paletti“, „Alles klar!“ (Lernkartei und Knobelkiste) und „Kombino“, eine Übungsform mit Zahlenkarten von 0–9 auf verschiedenen Anspruchsniveaus. Besonders wichtig waren für Jürgen Floer Lernphasen in spielerischer Form, die neben inhaltlichen Aspekten immer auch ein Miteinander der Lernenden erzwangen. Veröffentlichungen – schon aus den 1970er-Jahren – zeigen, dass das Thema „Spiele“ für Jürgen Floer eine große Rolle spielte. So z. B. erschien 1975 der Beitrag „Kann man spielend lernen?“ in der Zeitschrift „Sachunterricht und Mathematik in der Grundschule“. Dieses Thema durchzieht eine große Anzahl seiner zahlreichen Veröffentlichungen und soll neben weiteren Aspekten auch „soziales“ Lernen in Gang bringen, Lernen mit und von anderen.

Nach seiner Pensionierung 2004 wurde die Idee, Materialien für einen handlungsorientierten Geometrieunterricht zu entwickeln – schon lange im Hinterkopf –, in die Tat umgesetzt. Gerade die Arbeit am Schulbuch ließ ihn erkennen, wie begrenzt das Medium Schulbuch für geometrisches Arbeiten ist. So wurden Materialien zu den Themen „Flächen“, „Körper“ und „Symmetrie“ entwickelt. Es entstanden drei Boxen. Jede Box ist ein Set aus entsprechenden, konkreten Materialien wie Plättchen, Tangram, Geobrett, geometrische Körper, Steckwürfel, Pentominos, Soma-Würfel, Spiegel, Mira-Spiegel ... und Karten für die Hand des Schülers mit entsprechenden Arbeitsaufträgen oder Spielanleitungen. Eine didaktische Einordnung aller Aktivitäten gibt dem Lehrer vorab eine Entscheidungshilfe für den Einsatz im Unterricht.

Auch seine Veröffentlichungen in zahlreichen Zeitschriften (weit über 50) kreisen um die Grun-

didee, wie Materialien das Lernen anregen, stützen und vorantreiben können. Dabei greifen die Beiträge immer wieder auch das Stichwort „Spiele“ auf und beinhalten spielerische Aktivitäten, die Lust auf mathematisches Tun vermitteln. Darüber hinaus hat Jürgen Floer versucht, weitere Beziehungen zum Mathematikunterricht zu beleuchten; z. B. zum Sachunterricht, zur Umwelterschließung, zum Sport- und zum Kunstunterricht. Sein Hauptthema aber blieb „Lernmaterialien als Stützen der Anschauung im arithmetischen Anfangsunterricht“, wie ein Titel aus dem Jahr 1992 lautet. Für sein gesamtes didaktisches Wirken, insbesondere in der Zeit danach, muss man diesen Titel auch auf den geometrischen Anfangsunterricht erweitern.

Wir kennen Jürgen Floer auch als sehr sozial engagierten Menschen. Hier seien nur zwei Projekte angeführt, für die er sich besonders einsetzte. Seit mehr als 30 Jahren gehörte er dem wissenschaftlichen Beirat der „abc-Gesellschaft“ an, einer Organisation, die in Afrika, Asien und Südamerika bisher 23 Schulen gebaut und eingerichtet hat. In den letzten Jahren unterstützte er außerdem die Initiative „Angels' Care“, die sich um vernachlässigte Kinder in Südafrika kümmert. Außerdem soll nicht

unerwähnt bleiben, dass Jürgen Floer, der sich für alle Arten Sport interessierte, bis ins hohe Alter ein leistungsstarker Tennisspieler war.

Jürgen Floer hinterlässt ein umfangreiches didaktisches Werk. Er entwickelte (natürlich in Zusammenarbeit mit weiteren Autoren) eine Fülle von Materialien, die hier leider nur sehr oberflächlich beschrieben werden konnten, aber für viele Lehrkräfte eine effektive Hilfe bei ihrer täglichen Arbeit im Unterricht darstellen. Die Leidenschaft, mit der er seine Ideen vorantrieb und weitere Pläne für die nähere Zukunft entwickelte, wurde jäh durch seine Erkrankung und raschen Tod beendet.

Wir trauern um Jürgen Floer als Kollegen und Freund und werden ihn in dankbarer Erinnerung halten.

Manfred Möller, TU Dortmund
E-Mail: uummoeller@arcor.de

Berthold Schuppar, TU Dortmund
E-Mail: berthold.schuppar@tu-dortmund.de

Daniela Götze, Stephan Hußmann, Marcus Nührenböcker, Susanne Prediger und Christoph Selter, TU Dortmund

Peter Yff und die Dreiecksgeometrie — zu seinem 95. Geburtstag

Horst Hischer

... es ist in der That bewundernswürdig, daß eine so einfache Figur, wie das Dreieck, so unerschöpflich an Eigenschaften ist.
August Leopold Crelle, 1821

Zur Person



Peter Yff wurde am 8. März 1924 in Chicago geboren. Sein Vater war aus Amsterdam eingewandert, und aus dem Namen „Ijff“ („Eiff“ ausgesprochen) wurde der ebenso ausgesprochene Name „Yff“.

Von 1951 bis 1986 war Peter Yff überwiegend Fakultätsmitglied der Ame-

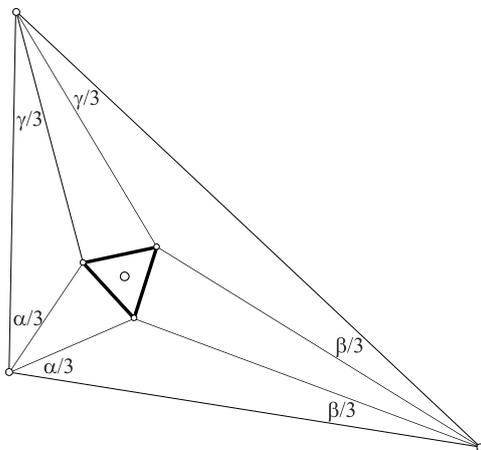
rikanischen Universität in Beirut, wobei er 1957 an der University of Illinois mit der Arbeit „On Line Complexes in a Projective Four-Space“ promoviert wurde. 1986 kehrte er in die USA zurück, wo er bis 1997 vor allem an der Ball State University in Indiana lehrte. Seit 2000 lebt er mit seiner aus Haifa, Palästina, stammenden Frau Julie wieder in Chicago. Zur Kurzvita von Yff:

- *American University of Beirut*: 1951–1955 und 1958–1988 zunächst *Associate Professor* und *Assistant Professor*, seit 1964 *Professor of Mathematics*, ferner dort *Department Chairman* von 1952–1955, von 1961–1964 und von 1984–1986.

- *University of Toronto*: 1964–1965 *Research Fellow* durch Stipendium am National Research Council of Canada während eines von der American University of Beirut gewährten Sabbat-Jahrs.
- *Fresno State College*: 1957–1958 *Assistant Professor of Mathematics*.
- *Birzeit University (Bir Zait, West Bank)*: Sommer 1975 *Visiting Professor of Mathematics*.
- *University of Jordan*: Sommer 1985 *Visiting Professor of Mathematics*.
- *University of Illinois*: Februar bis August 1987 *Visiting Scholar*.
- *University of Louisville*: 1987–1988 *Visiting Lecturer*.
- *Ball State University*: 1988–1997 *Visiting Professor of Mathematics*.
- 1992–93: *Collaborative Grant for Research* in der Theorie endlicher Gruppen als Auszeichnung gemeinsam mit Jozsef Denes (Budapest).

Peter Yff und das Morley-Dreieck

Im Sommer 2005 stieß ich erstmals auf den Namen „Peter Yff“, und zwar bei der grundlegenden Überarbeitung meiner für das Lehramtsstudium konzipierten Vorlesung „Grundbegriffe der Elementargeometrie in historisch-genetischer Sicht“. An den Anfang dieser Vorlesung stellte ich in motivierender Absicht den schönen und bekannten *Satz von Morley*, der besagt, dass jedem Dreieck über die Schnittpunkte der Winkeldrittelnden der Innenwinkel ein inneres *gleichseitiges Dreieck* zugeordnet ist, genannt *Morley-Dreieck*.



Das Morley-Dreieck jedes Dreiecks ist gleichseitig

Mit den heute verfügbaren Programmen für eine „Bewegliche Geometrie“ ist dieses überraschende und zugleich ästhetische Phänomen im Rahmen einer solchen computerbasierten „praktischen Geometrie“ leicht „konstruktiv“ präsentierbar, was jedoch spontan die Frage nach einem Beweis innerhalb der „theoretischen“ Euklidischen Geometrie aufwirft.

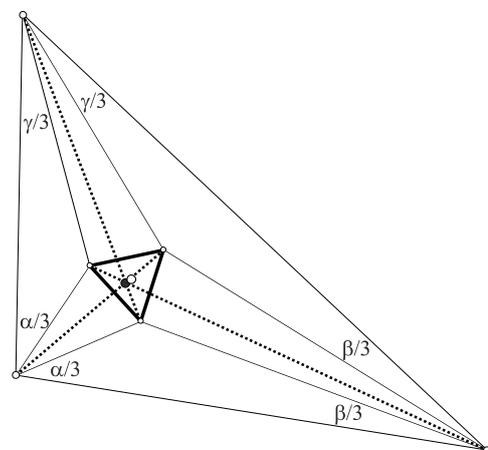
Frank Morley (1860–1937), gemäß Oakley & Baker (1978, 737) ein „großer algebraischer Geometer“, wurde durch diesen später nach ihm benannten Satz berühmt, jedoch taucht dieser Satz bei ihm nur nebenbei und implizit als Spezialfall einer 1900 in seiner Abhandlung „On the metric geometry of the plane n -line“ veröffentlichten Theorie auf.



Frank Morley

Bei der Recherche nach den seitdem publizierten vielfältigen und recht unterschiedlichen Beweisen dieses Satzes stieß ich u. a. auf eine Webseite von Rudolf Fritsch (München, † 2018, vgl. MGDM Nr. 105, 2019, S. 59f.), auf der dieser ein weiteres schönes, damit zusammenhängendes Phänomen erwähnt, das zugleich als Beispiel für „Perspektive“ dienen kann:¹

Der Mittelpunkt des Morley-Dreiecks eines Dreiecks wird gelegentlich als *Erster Morley-Punkt* des Ausgangsdreiecks bezeichnet. Im Jahr 1967 bewies Peter Yff mit Hilfe von trilinearen Koordinaten, dass ein Dreieck und sein Morley-Dreieck – wie in der ersten Abbildung gezeigt – perspektive Lage zueinander haben. Er bezeichnete das Zentrum der Perspektivität als *Zweiten Morley-Punkt* des Ausgangsdreiecks.



Erster Morley-Punkt (voll) und zweiter Morley-Punkt (hohl)

¹ www.mathematik.uni-muenchen.de/~fritsch/morley.pdf (noch gültig am 8. 3. 2018, nunmehr leider geschlossen).

In meinem Vorlesungsskript zitierte ich diese Aussage über den o. g. „zweiten Morleypunkt“ als „Satz von Yff“. Zugleich war dies für mich der Anlass zu klären, wer Peter Yff ist, ob er noch lebt und wie man ihn erreichen kann. Nachdem ich endlich seine E-Mail-Adresse entdeckt hatte, schrieb ich ihn am 7. 3. 2011 an mit der Bitte um Mitteilung, wann und wo er den Beweis veröffentlicht habe. Wenige Tage später antwortete er mir:

It is true that I proved these results in 1967, but I never published them. I believe that they became known after I gave them to Clark Kimberling about 20 years ago. Although I was born in Chicago, I was a faculty member at the American University of Beirut during 1951–1986. For a long time I did not know many others who were studying triangle geometry, and I merely wrote my results in a notebook.

In my entry for 19 February 1967 I wrote the trilinear coordinates for the first Morley center, for which the first coordinate is

$$\cos(A/3) + 2 \cos(B/3) \cos(C/3).$$

In Kimberling's encyclopedia this is now listed as X(356), or Morley center. I also located the second Morley center, with first coordinate $\sec(A/3)$, which is now listed as X(357), or first Morley–Taylor–Marr center. Finally I found the Morley–Yff center, with first coordinate $\cos(A/3)$, which is now listed as X(358), or second Morley–Taylor–Marr center.

Kimberling changed the names of X(357) and X(358) after he learned that they were found by Taylor and Marr in a paper published in Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society, 1913–1914.² This preceded my discovery by over 50 years.

My proof was entirely algebraic, using the trilinear coordinate system.

Yff hat also damals seine Entdeckung und seinen Beweis (mittels trilinearer Koordinaten) nicht publiziert, weil er dem Eindruck erlegen war, dass sich niemand für Dreiecksgeometrie interessieren würde. Das hat sich mittlerweile geändert, wie man z. B. an Peter Bapists Buch *Die Entwicklung der neueren Dreiecksgeometrie* (1992) sieht, insbesondere an der von Clark Kimberling (s. o.) gepflegten *Encyclopedia of Triangle Centers*, in der viele tausend „Dreiecks-Mittelpunkte“ mit Quellenangaben erfasst sind.³ Yff wird in dieser Enzyklopädie an vielen Stellen erwähnt.⁴

Hieraus entwickelte sich eine zunehmend intensivere Korrespondenz zwischen uns und mittlerweile eine Freundschaft, die sowohl gemeinsame fachliche Interessen als auch Privates umfasst.

Publikationen von Peter Yff

Die *Dreiecksgeometrie* ist ein Schwerpunkt in Yffs Forschungen, aber er hat auch Endliche Gruppen und Endliche Projektive Ebenen untersucht:

- A representation of the commutator subgroup. In: *Mathematics Magazine* (1956), 161.
- On the Brocard points of a triangle. In: *American Mathematical Monthly*, **67** (1960), 520–525.
- An analogue of the Brocard points. In: *American Mathematical Monthly*, **70** (1963), 495–501.
- On k -conjugacy in a group. In: *Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society*, **14** (Series II) (1964), 1–4.
- Groups with identical subgroup structures. In: *Mathematische Zeitschrift*, **99** (1967), 178–181.
- Subplane decomposition of the projective plane of order 49. In: *Iranian Journal of Mathematics* (1974).
- On subplane partitions of a finite projective plane. In: *Journal of Combinatorial Theory*, **22** (1977), 118–122.
- A subplane partition of the cyclic plane of order 81. In: *Arab Journal of Mathematics*, **1** (1980), 32–37.
- A triangle property in trilinear coordinates. In: *Proceedings of the Conference on Algebra and Geometry*, Kuwait University (1981). (Als Beitrag für die Proceedings, begutachtet durch G. Pickert.)
- On the beta-lines and beta-circles of a triangle, From Deferent to Equant. In: *Annals of the New York Academy of Sciences*, **500** (1987), 561–569. (Ein erbetener Beitrag für eine Festschrift zu Ehren von Professor E. S. Kennedy.)
- On the Denes–Hermann theorem; a different approach. In: *European Journal of Combinatorics*, **12** (1991), 267–270.
- Some research problems on finite groups (mit J. Denes). In: *Pure Mathematics and Applications*, Series A, **3** (1992), No. 1–2, 109–115.
- The application of finite simple groups to the generation of strong pseudorandom sequences and permutations (mit J. Denes). In: *Pure Mathematics and Applications*, **4** (1993), 429–438.
- Two families of cubics associated with a triangle. In: *Eves' Circles*, a book published by the Mathe-

² Vgl. [Taylor & Marr 1913].

³ <http://faculty.evansville.edu/ck6/encyclopedia/ETC.html> (am 7. 6. 2019 waren es 32 623 Einträge)

⁴ An 64 Stellen am 7. 6. 2019.

mathematical Association of America, Notes No. 34, (1994), 127–137.

- Curve stitching, epicycloids, and hypocycloids (mit Alice Robold). In: *School Science and Mathematics*, November 1996.
- The circumcircle and the line at infinity (mit C. Kimberling). In: *Missouri Journal of Mathematical Sciences*, Vol. 9, No. 1, Winter 1997, 3–22.
- A generalization of the Tucker circles. In: *Forum Geometricorum*, 2 (2002), 71–87.
- The isoperimetric point and the point(s) of equal detour in a triangle (mit M. Hajja). In: *Journal of Geometry*, Vol. 87, Issue 1–2 (November 2007), 76–82.
- A family of quartics associated with a triangle. In: *Forum Geometricorum*, 9 (2009), 165–171. (Das *Forum Geometricorum* liegt nur im WWW vor: <http://forumgeom.fau.edu>)

In <http://mathworld.wolfram.com>, der bekannten, von Eric Weisstein konzipierten Website, genannt *WolframMathWorld*, findet man bei der Suche nach „Yff“ 58 Seiten, die auf ihn mit Beispielen zur Dreiecksgeometrie Bezug nehmen, so u. a. zum *First Yff Triangle* und zum *First Yff Point*.

Abschließend sei hier noch die Bezeichnung „Isoscelizer“ erwähnt, die man etwa mit „Gleich-

schenkligmacher“ übersetzen könnte und die Yff – nach eigener Mitteilung mir gegenüber – in die Literatur eingeführt und auch Eric Weisstein (s. o.) mitgeteilt hat.

Manche der in der o. g. *WolframMathWorld* in Verbindung mit Yff beschriebenen Beispiele können auch im Geometrieunterricht Interesse weckend vorgestellt und dann mit Programmen zur Beweisgeometrie zumindest erkundet werden.

Literatur

- Baptist, Peter: *Die Entwicklung der neuen Dreiecksgeometrie*. Mannheim/Leipzig/Wien/Zürich: BI Wissenschaftsverlag, 1992.
- Oakley, Cletus O. & Baker, Justine C.: The Morley trisector theorem. In: *American Mathematical Monthly*, 85(1978), 737–745.
- Taylor, F. Glanville & Marr, W. L.: The Six Trisectors of each of the Angles of a Triangle. In: *Proceedings of the Edinburgh Mathematical Society* 32(1913), 119–131.

Horst Hischer, Universität des Saarlandes
E-Mail: hischer@math.uni-sb.de

Gesellschaft für Didaktik der Mathematik e. V. (GDM)

- **Vorstand. 1. Vorsitzender:** Prof. Dr. Andreas Eichler, Universität Kassel, Institut für Mathematik, Heinrich-Plett-Straße 40, 34132 Kassel. Tel. 0561.804-4310 eichler@mathematik.uni-kassel.de
- **2. Vorsitzende:** Prof. Dr. Katja Lengnink, Justus-Liebig-Universität Gießen, Institut für Didaktik der Mathematik, Karl-Glöckner-Straße 21c, 35394 Gießen. Tel.: 0641.99-32221, katja.lengnink@math.uni-giessen.de
- **Kassenführer:** Prof. Dr. Torsten Fritzlar, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg, Philosophische Fakultät III – Erziehungswissenschaften, Institut für Schulpädagogik und Grundschuldidaktik, Franckeplatz 1, Haus 31,

06110 Halle (Saale). Tel. 0345.5523-880, torsten.fritzlar@paedagogik.uni-halle.de

■ **Schriftführerin:** Prof. Dr. Daniela Götze, Technische Universität Dortmund, Fakultät für Mathematik, IEEM – Institut für Entwicklung und Erforschung des Mathematikunterrichts, Vogelpothsweg 87, 44221 Dortmund. Tel. 0231.755-6107, Fax. 0231.755-2948, daniela.goetze@math.tu-dortmund.de

■ **Bankverbindung:** Vereinigte Raiffeisenbanken Heroldsberg, Kto-Nr. 305 87 00, BLZ 770 694 61, IBAN DE05 7706 9461 0003 0587 00, BIC GENODEF1GBF.

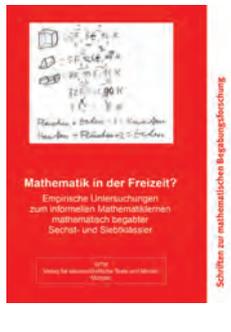
■ **Homepage der GDM:** www.didaktik-der-mathematik.de

Impressum

- Verleger: GDM ■ Herausgeberin: Prof. Dr. Daniela Götze (Anschrift s. o.) ■ Grafische Gestaltung: Christoph Eyrich, Berlin ■ Umschlagentwurf: Prof. Dr. Daniela Götze ■ Druck: Oktoberdruck GmbH, Berlin
- Der Bezugspreis der *GDM-Mitteilungen* ist im Mitgliedsbeitrag der GDM enthalten.

Neuerscheinungen im WTM-Verlag 2019

kontakt@wtm-verlag.de
Fax: (+49) (0)251 - 1 62 79 41
www.wtm-verlag.de



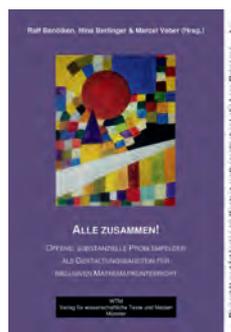
Körkel, Vera: **Mathematik in der Freizeit? Empirische Untersuchungen zum informellen Mathematiklernen mathematisch begabter Sechst- und Siebtklässler.** Ca. 540 S., Format DIN A5. Münster 2019.

Preis 47,90 €
ISBN 978-3-95987-109-9



Sjuts, J. & Vásárhelyi, É. (Hrsg.): **Auch wenn A falsch ist, kann B wahr sein. Was wir aus Fehlern lernen können. Ervin Deák zu Ehren.** Ca. 315 S., Format DIN A5. Münster 2019.

Preis 37,90 €
ISBN 978-3-95987-113-6



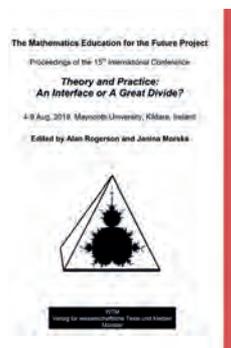
Benölken, R., Berlinger, N. & Veber, M. (Hrsg.): **Alle zusammen! Offene, substanzielle Problemfelder als Gestaltungsbaustein für inklusiven Mathematikunterricht.** Ca. 270 S., DIN A5. Münster 2018.

Preis 35,90 €
ISBN 978-3-95987-091-7



Marion Bönninghausen (Hrsg.): **Praxisprojekte in Kooperationschulen. Fachdidaktische Modellierung von Lehrkonzepten zur Förderung strategiebasierter Textverstehens in den Fächern Deutsch, Geographie, Geschichte und Mathematik.** Ca. 250 S., Format 17 cm x 24 cm. Münster 2019.

Preis 36,90 €
ISBN 978-3-95987-079-5



Rogerson, A., & Morska, J. (Hrsg.): **The Mathematics Education for the Future Project – Proceedings of the 15th International Conference. Theory and Practice – an Interface or a Great Divide?** Ca. 660 S., Format DIN A5. Münster 2019.

Preis 54,90 €
ISBN 978-3-95987-111-2



Zender, J.: **Mathtrails in der Sekundarstufe I. Der Einsatz von MathCityMap bei Zylinderproblemen in der neunten Klasse.** Ca. 165 S., Münster 2019.

Preis 29,90 €
ISBN 978-3-95987-107-5