

# Vom Hörsaal bis ins Klassenzimmer – Längsschnittliche fachliche Vernetzungen in der Lehramtsausbildung

Thomas Bauer, Carola W. Meyer, Eva Müller-Hill, Roland Weber

## **Abstract**

Seit 2015 wird das Projekt ProPraxis an der Philipps-Universität Marburg (UMR) im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung (QLB) gefördert. Es zielt auf eine Verbesserung der Qualität der Lehrerbildung im Studiengang Lehramt an Gymnasien ab. Ein wesentlicher Schwerpunkt der Projektarbeit ist die Re-Strukturierung der Praxisphasen mit dem Ziel der Stärkung des Praxisbezugs im Studiengang. Leitend dafür ist die Idee einer stärkeren Integration von Fachlichkeit und Professionalisierung. Im Ergebnis wurde ein neuartiges curriculares Format entwickelt, das längsschnittlich fachliche, fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Perspektiven verknüpft und das seit dem Wintersemester 2018/19 im Regelstudiengang verankert ist: die Marburger Praxismodule (MPM). Im Folgenden berichten wir über die konzeptionelle Neuausrichtung der Praxisphasen und die Ausgestaltung der MPM im Unterrichtsfach Mathematik.

## **1 Projekt ProPraxis – Projektrahmen, Durchführung, Verstetigung**

### *Hintergrund*

Die Philipps-Universität Marburg (UMR) zählt mit derzeit ca. 25.000 Studierenden zu den großen Hochschulen in Hessen: 16 Fachbereiche (FB) und 15 interdisziplinäre wissenschaftliche Zentren bieten ein breites Angebot an Studienfächern und Studiengängen, das von den Geistes- und Sozialwissenschaften, der ev. Theologie, den Rechtswissenschaften über die Naturwissenschaften bis zur Medizin reicht. Der Studiengang Lehramt an Gymnasien ist mit ca. 2.300 Studierenden der größte der UMR. Er umfasst neben dem Erziehungs- und Gesellschaftlichen Studium für das Lehramt an Gymnasien (EGL) 22 Unterrichtsfächer, die frei kombinierbar sind. Etwa 8% der Lehramts-Studierenden qualifizieren sich im Unterrichtsfach Mathematik.

### *Ausgangslage*

Das seit 2015 in Marburg im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung geförderte Projekt ProPraxis adressiert, unter der Leitung des Vizepräsidiums für Studium und Lehre, insbesondere die förderpolitischen Ziele der Profilierung und Optimierung der Strukturen der Lehrerbildung, der Qualitätsverbesserung des Praxisbezugs, der Verbesserung der professionsbezogenen Beratung sowie der Fortentwicklung der Fachlichkeit, Didaktik und Bildungswissenschaften. Die im Rahmen von ProPraxis geförderte Restrukturierung der Marburger Lehrerbildung ist in zwei Phasen angelegt. In der ersten Projektphase (2015-2018), über die wir hier berichten, wurden die Maßnahmen zur Stärkung des Praxisbezugs und der Professionalisierung zunächst in 11 von 22 Unterrichtsfächern erprobt und evaluiert. Hieran war auch der Fachbereich Mathematik beteiligt.

Das fachdidaktische Deputat am Fachbereich Mathematik wird in Form einer Professur für Mathematik und ihre Didaktik und von wissenschaftlichen Mitarbeitern/innen erbracht. In der

Mathematik, wie auch in allen lehrerbildenden Fächern an der UMR, waren bis zur Re-Strukturierung der Praxisphasen neben dem akademischen Unterricht zwei praxisbezogene, aber weitestgehend unverbundene Ausbildungselemente wesentlich, die so genannten Schulpraktischen Studien (SPS). Diese bestanden aus einem erziehungswissenschaftlichen Blockpraktikums (SPS I) ab dem 3. Fachsemester (FS) und einem fachdidaktisch ausgerichteten Praktikum (SPS II) ab dem 5. FS. Hier wurde bei Befragungen ein Spannungsverhältnis zwischen den Anforderungen des Schulbetriebs und den Erwartungen der Studierenden einerseits und dem Ausbildungsangebot der Universität andererseits beobachtet (Studierendenbefragung 2013). Darüber hinaus wurde fachübergreifend ein Mangel an Praxis- und Berufsbezug empfunden und es wurden Vermittlungslücken in der Lehre offensichtlich (LiV-Befragung 2013). Im Fach Mathematik für das Lehramt an Gymnasien können solche Beobachtungen als Symptome des seit langem bekannten Problems der “Doppelten Diskontinuität” gedeutet werden – aus Perspektive der Studierenden besteht eine Kluft zwischen universitärer Mathematik und Schulmathematik, die gravierende Auswirkungen für die Wirksamkeit der Ausbildung hat (siehe etwa Hefendehl-Hebeker 2013).

Vor dem Hintergrund dieser Handlungsbedarfe setzte das Projekt ProPraxis an der Philipps-Universität Marburg an. Die praxisbezogenen Ausbildungsanteile im Studiengang Lehramt an Gymnasien wurden inhaltlich verzahnt, und qualitativ so verbessert, dass fachliche, fachdidaktische und bildungswissenschaftliche Perspektiven systematisch vernetzt und abgebildet werden. Hierbei kommt dem seit 2015 etablierten Professionalisierungsforum (*ProfiForum*), ein interdisziplinäres Format der kollegialen Kooperation von lehrenden und forschenden Vertreter/innen der Fachwissenschaften, der Fachdidaktiken und der Bildungswissenschaften an der UMR (Laging, Peter & Schween 2018), eine anhaltend wesentliche Rolle bei der Schärfung konzeptioneller Ideen zu. Im Ergebnis wurde an der UMR ein neuartiges curriculares Kontinuum entwickelt, das mittlerweile im Regelstudiengang Lehramt für Gymnasium verankert ist – die Marburger Praxismodule (MPM).

### ***MPM – Integration von Fachlichkeit und Professionalisierung in einem doppelten Praxisverständnis***

Die MPM umfassen insgesamt sieben aufeinander bezogene Module. Den Auftakt bildet die Veranstaltung *PraxisStart*, in deren Rahmen die Studierenden in einem zweiwöchigen Schulpraktikum durch teilnehmende Beobachtung ein erstes reflektiertes Verständnis für das System Schule entwickeln. Daran anknüpfend folgt eine eng abgestimmte Kombination aus fachdidaktisch-fachwissenschaftlichen und schulpädagogisch-psychologischen Modulen: Im Modul *ProfiPraxis* werden die Erfahrungen aus *PraxisStart* aufgegriffen und es findet vor dem Hintergrund schulpädagogischer und psychologischer Theorien eine Annäherung an das eigene Unterrichten statt. Im Modul *ProfiWerk Fach I/II* vertiefen die Studierenden ihr systematisches Verständnis für ihre jeweiligen Fächer, reflektieren dieses aus fachdidaktischer Perspektive und modellieren vor diesem Hintergrund schulische Aufgaben für exemplarische Fachthemen. Im achtwöchigen Vollzeit-Blockpraktikum des *PraxisLabs* werden diese Aufgaben, unterstützt durch fachdidaktische Begleitseminare, in die schulische Praxis überführt und erprobt. In der abschließenden Reflexion von *PraxisLab* geht es um die Frage, wie es gelungen ist, die fachliche Perspektive in den Kontext des Unterrichts zu überführen.

Durch die modulübergreifende inhaltliche Verzahnung in den MPM wird für die Studierenden die Leitidee der Integration von Fachlichkeit und Professionalisierung in einem doppelten Praxisverständnis erfahrbar: Eine erste, universitäre Praxis befähigt Studierende, sich fachwissenschaftliche Inhalte und Erkenntniswege anzueignen und mit Blick auf ihre Vermittlung

fachdidaktisch und bildungswissenschaftlich zu reflektieren. Dies ist die Basis für die zweite, schulische Praxis, in der Studierende ihre Rolle als Lehrkraft erproben, die Bedeutung ihres fachlichen Wissens im Unterricht reflektieren und so eine neue Perspektive auf universitäre und schulische Praxis entwickeln (Laging, Hericks & Saß 2015). In diesem Sinne spannen die MPM einen Bogen “vom Hörsaal bis ins Klassenzimmer”. Praxis beginnt in diesem Verständnis nicht erst an der Schule, sondern bereits in der intensiven Auseinandersetzung mit den Leitideen der Fächer, die eine jeweils spezifische Perspektive auf einen Lerngegenstand nahelegen. Aus diesem Verständnis heraus kann Fachliches aus fachdidaktischer Perspektive für die Vermittlung modelliert und dann in schulische Praxis umgesetzt werden. Für die fachdidaktische Reflexion ist dabei entscheidend, dass sich die Logik der Wissensentwicklung im Unterricht von der Logik des fachlichen Wissens unterscheidet (Laging et al. 2015).

## **2 Vernetzung von fachlicher Ausbildung und Praxiserprobung – Von mathematischen Fachmodulen über Professionalisierungswerkstätten ins Schulpraktikum**

### ***Handlungsleitende Elemente erfahren und reflektieren***

Um im Fach Mathematik den Bogen “vom Hörsaal bis ins Klassenzimmer” zu spannen, wurde für die Ausgestaltung der Praxismodule im Fach Mathematik als Kernidee die Frage “Was ist handlungsleitend beim mathematischen Arbeiten?” zugrunde gelegt. Diese Frage lässt sich weiter auffächern, etwa in die Fragen (Hefendehl-Hebeker 2015):

- Welche Phänomene hält die Mathematik des Nachdenkens wert?
- Wie nimmt sie ihre Gegenstände gedanklich in den Griff?
- Welche Fragen stellt sie angesichts von Beobachtungen?
- Wie erzeugt sie (argumentativ) Gewissheit?

Werden solche Fragen auf universitärem Niveau reflektiert, sprechen wir im Sinne von Abschnitt 1 von der “ersten Praxis”. Werden sie anschließend in ihrer Bedeutung für schulischen Unterricht betrachtet, sprechen wir von der “zweiten Praxis”.

Das Konzept der MPM im Fach Mathematik bearbeitet diese Fragen am Kernthema des mathematischen Beweisens als einer grundlegenden mathematischen Tätigkeit. Die Studierenden lernen sie üblicherweise zunächst in den Fachmodulen Lineare Algebra und Analysis kennen. Dieses Kennenlernen geschieht hauptsächlich auf der *Objektebene*; als solche bezeichnen wir die Ebene des konkreten Umgangs mit mathematischen Beweisführungen und die Durchführung konkreter Beweisaktivitäten in Beweisprozessen. Die Tätigkeit des mathematischen Beweisens umfasst eine Vielzahl von typischen Aktivitäten wie Beobachten, Vermuten, Begründen, Plausibilisieren und Hinterfragen. Nicht alle diese Aktivitäten kommen in den grundständigen Fachmodulen bereits explizit zum Zuge. Auch wird in diesen Fachmodulen kaum die *Metaebene* erklommen, also das Beweisen und Beweisprozessen reflektiert, im Sinne eines Betrachtens und Sprechens über diese “Objekte” von einer höheren Warte aus.

Abbildung 1 zeigt überblicksartig, wie die ineinandergreifenden mathematikspezifischen MPM das Thema “Beweisen” sowohl auf der Objektebene als auch auf der Metaebene bearbeiten. Im Folgenden werden wir die Vernetzung und Themenschwerpunkte der MPM *ProfiWerk* und *PraxisLab* etwas genauer beschreiben, indem wir die durch die Pfeile in der Abbildung symbolisierten Übergänge

erläutern. Dabei werden wir jeweils in kompakter Form aufzeigen, auf welcher theoretischen Grundlage und durch welche Aktivitäten wir dabei die Übergänge von Objektebene zur Metaebene (dunkle Pfeile) und damit auch die längsschnittliche Umsetzung der Projektidee des doppelten Praxisverständnisses gestalten (helle Pfeile). Eine ausführliche Darstellung der beiden Modulteile findet sich in (Bauer, Müller-Hill & Weber, im Druck a und b). Aus unserer Sicht war die Kooperation zwischen Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Schulpraxis bei der Konzeption und Pilotierung der Module ein wichtiger Faktor für die erfolgreiche Vernetzung der verschiedenen Ausbildungsteile.

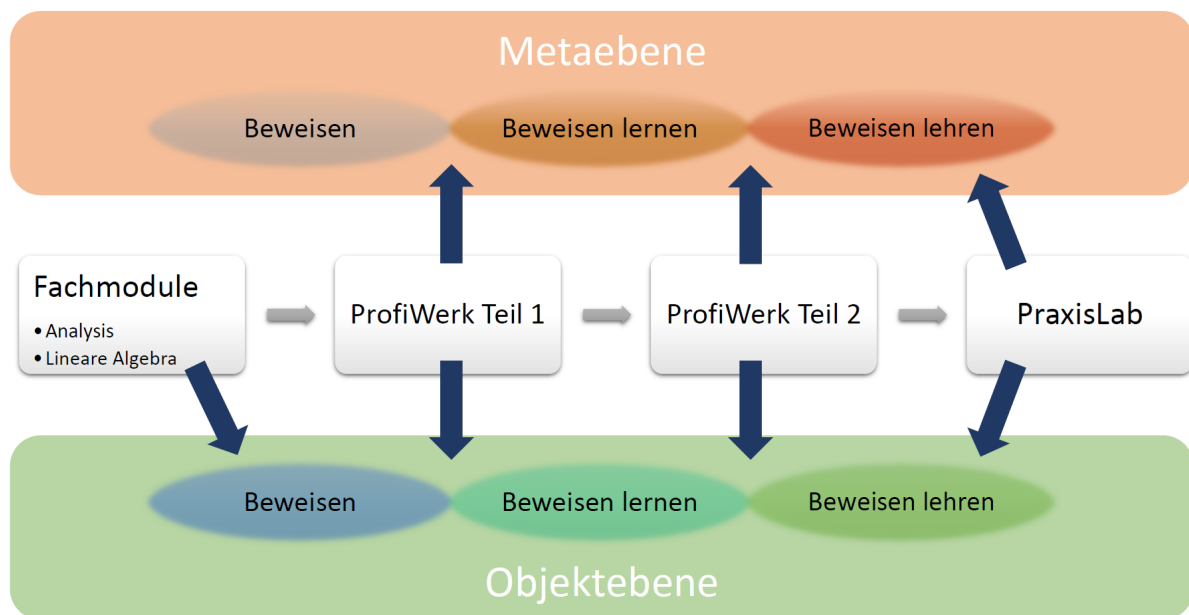


Abb. 1: Längsschnittliche Vernetzung von Fachmodulen mit MPM-Modulen im Fach Mathematik – von fachlicher Ausbildung bis zur Praxiserprobung. Die vertikalen Pfeile zeigen Übergänge zwischen Objekt- und Metaebene bei der Arbeit am Thema "Beweisen".

### **Modul *ProfiWerk* – die *Professionalisierungswerkstatt***

Das Modul *ProfiWerk* ist zweiteilig. Im ersten Modulteil, der für das vierte Fachsemester vorgesehen ist und an die Fachmodule Analysis und Lineare Algebra anschließt, wird der Übergang zur Metaebene des Beweisens vollzogen. Die Studierenden befassen sich erstmals auf explizite Weise mit der Rolle des Beweisens in der Mathematik anhand der u.a. von De Villiers aufgeschlüsselten Beweisfunktionen (De Villiers 1990, Hanna 2000), die über die reine Verifikation hinausgehen. Sie umfassen insbesondere auch Kommunikation, Erklären und Entdecken und sind daher auch mit Blick auf späteren Mathematikunterricht von Bedeutung. Komplexere Beweisführungen analysieren sie zudem mit Hilfe des Argumentationsmodells von Toulmin (2003), um die Funktion der einzelnen Beweiselemente für die Gesamtargumentation zu identifizieren und ggf. auch pointiert zu kritisieren (etwa bei fehlerhaften Beweisführungen). Schließlich werden sie vermittels der didaktischen Konzepte des *concept image* und der *concept definition* (nach Tall und Vinner 1981) an das Zusammenspiel von Definieren und Beweisen sowie an die jeweils essentielle, wenn auch unterschiedliche Bedeutung von begrifflichen Vorstellungen und formalen Begriffsdefinitionen für das mathematische Beweisen herangeführt. In solchen Aktivitäten reflektieren die Studierenden zum Einen ihre eigene universitäre Praxis des Beweisens (als "erste Praxis"): Obwohl sie seit Studienbeginn zahlreiche Beweise kennengelernt und selbst geführt haben, wird hier erstmals expliziert, welche über die Verifikation hinausgehenden Funktionen Beweise haben können und wie

Beweise sich aus Argumenten zusammensetzen können. Zum Anderen werden auf dieser Basis anschließend Argumentationsanalysen auch an Schülerprodukten durchgeführt und die Rolle des Beweisens im schulischen Unterricht am Beispiel von operativen schulmathematischen Beweisen (nach Wittmann 2014) sowie in erdachten Dialogen (im Sinne von Wille 2017) von Lernenden formulierte Haltungen und Überzeugungen zum mathematischen Beweisen diskutiert. Dies stellt erste Schritte dar, das Beweisen-Lernen auf Objektebene kennenzulernen, und damit den Blick auch auf die “zweite Praxis” hinzuwenden.

Der anschließende zweite Teil des Moduls *ProfiWerk* ist als Blockseminar organisiert und hat seinen Schwerpunkt im Problemlösen, wodurch wir das Themenfeld “Beweisen” erweitern (Beweisen als spezielle Form des Problemlösens). Wir betrachten in diesem Modul also Beweisführungen weniger als fertige und “bereinigte” Produkte, sondern vielmehr als in charakteristischer Weise phasierte, meist iterativ verlaufende und u.a. durch unterschiedliche Heuristiken gesteuerte Prozesse. Der Beweisführende bewegt sich in seinem mathematischen Tun dabei im Wechsel zwischen einem *context of discovery* und einem *context of justification* (im Sinne einer Peirce’schen Lesart dieser Unterscheidung), zwischen abduktivem Vermuten, induktivem Prüfen und deduktivem Begründen. Dadurch verschiebt sich der Fokus sowohl auf der Objekt- als auch auf der Metaebene natürlicherweise in Richtung des Beweisen-Lernens und -Lehrens, da das Entwickeln von Beweisen durch und mit Lernenden im Rahmen von Lehr-Lern-Prozessen sich ebenfalls als Problembearbeitungsprozess darstellt. Die Studierenden lernen dies zunächst auf der Objektebene in der Rolle der Lernenden kennen, indem sie Problemlöseaufgaben (vom Problemtypus “Beweisproblem”) sowohl auf Hochschulniveau als auch auf Schulniveau selbst bearbeiten. Durch unsere Entscheidung, das Problemlösen zunächst an Aufgaben auf Hochschulniveau anzustoßen, sollen die Studierenden in die Lage versetzt werden, Heuristiken und Prozessphasen in einer für sie authentischen Problemlösesituation zu erleben. Begleitend analysieren und reflektieren die Studierenden ihre eigenen Lösungsprozesse, indem sie sie in angeleiteter Form auf die eingesetzten Heuristiken (nach Schreiber 2011) und die durchlebten Phasen (nach Polya 1971 und Mason, Burton & Stacey 2010) hin betrachten. Sie bewegen sich dabei bereits auf der Meta-Ebene des Beweisen-Lernens: Im Sinne der Frage “Was ist handlungsleitend beim mathematischen Arbeiten?” zielen diese Reflexionen verstärkt auf die “erste Praxis” des Beweisen-Lernens auf *universitärem* Niveau. Erst in einem zweiten Schritt werden Problemlöseaufgaben auf Schulniveau betrachtet und mit den neuen Werkzeugen analysiert. Hier wird der Übergang zur Metaebene des Beweisen-Lernens und auch -Lehrens neben der Prozessanalyse auch dadurch erreicht, dass die Studierenden verschiedene Möglichkeiten kennenlernen, Lernende zum Problemlösen anzuleiten (Gespräche entlang von Polya-Fragen, Heuristische Lösungsbeispiele nach Reiss und Renkl 2002, sowie Strategieschlüssel im Sinne von Philipp & Herold-Blasius 2016). Arbeitsaufträge zum Entwerfen von konkreten Heuristischen Lösungsbeispielen auf der Basis der eigenen Bearbeitungsprozessanalysen stellen dann erste Schritte auf der Objektebene des Beweisen-Lehrens dar. Hierbei kommt nun erneut die “zweite Praxis” in den Blick - so wird es etwa beim Entwurf von geeigneten antizipativen oder prinzipienbasierten Selbsterklärungsaufforderungen für Heuristische Lösungsbeispiele notwendig, das aus der Reflexion der eigenen “ersten Praxis” gewonnene Verständnis von Problemlöseprozessen für die Gestaltung einer Lerngelegenheit nutzbar zu machen.

### ***Modul PraxisLab – der Schritt in die Schulpraxis***

Im Modul *PraxisLab*, dem Schulpraktikum mit fachdidaktischem Begleitseminar, sollen die Studierenden ihr Wissen über Beweisen, Beweisen lernen und Beweisen lehren im Rahmen der “zweiten Praxis” in der Schule anwenden.

Bei den Unterrichtshospitationen haben die Studierenden den Auftrag zu beobachten, welche Funktionen und welchen Stellenwert das Begründen im konkret beobachteten Mathematikunterricht hat, wie die Argumentationskultur aufgebaut und das Argumentieren gefördert wird, indem sie z. B. beobachten, wann und mit welchem Zweck Begründungen durchgeführt und eingefordert werden, wie diese Begründungen strukturiert und formuliert sind, ob und wie die Schülerinnen und Schüler in das Führen von Begründungen eingebunden und dazu angeleitet werden. Weiterhin erleben die Studierenden, wie im Unterricht Problemlöseprozesse ablaufen und von der Lehrkraft gesteuert und angeleitet werden. Dabei achten sie insbesondere darauf, ob Heuristiken und Problemlöseprozesse bzw. -schritte expliziert werden, wie Hilfestellungen gegeben werden und was die Fragetechnik der Lehrkraft auszeichnet. Bei ihren Beobachtungen bewegen sich die Studierenden in diesem Sinne auf der Objektebene des konkreten Beweisen-Lehrens. Diese Beobachtungen gleichen sie dann mit den Überlegungen aus dem Modul *ProfiWerk* ab. Im Rahmen des Portfolios, das von den Studierenden zu *PraxisLab* erstellt wird, fertigen sie eine Ausarbeitung ihrer Beobachtungen zu einem dieser Themen und eine Reflexion dazu an. Dabei bewältigen sie einen Übergang zur Metaebene des Beweisen-Lehrens.

Im Rahmen der eigenen Unterrichtsversuche der Studierenden kommt das in *ProfiWerk* erworbene Meta-Wissen über Beweisen, Beweisen lernen, Beweisen lehren und Problemlösen an verschiedenen Stellen zunächst auf der Objektebene zur Anwendung, z.B.:

- Um eine solide fachliche Grundlage für die Planung einer Stunde zu haben, ist es Teil der Unterrichtsvorbereitung, die *concept definition* und das *concept image* des zu behandelnden Unterrichtsgegenstands zu untersuchen.
- Im Modul *ProfiWerk* haben die Studierenden das abduktive Vermuten, induktive Prüfen und deduktive Begründen als typische Abfolge im Prozess des Entdeckens und Beweisen kennengelernt. Im Begleitseminar zu *PraxisLab* wird exemplarisch gemeinsam eine Stunde gemäß dieser Abfolge geplant. Wenn möglich sollen die Studierenden dann in eigenen Unterrichtsversuchen ebenfalls eine Stunde oder eine Unterrichtssequenz durchführen, die diesem Weg folgt. Bei der deduktiven Begründung bietet sich der Einsatz von operativen Beweisen, die in *ProfiWerk* thematisiert wurden, an.
- In *ProfiWerk* wurden Methoden zur Anleitung von Schülerinnen und Schülern beim Problemlösen (Polya-Fragen, Strategie-Schlüssel, Heuristische Lösungsbeispiele) kennengelernt, die nun in der Praxis ausprobiert werden können. Antizipative und prinzipienbasiert Selbsterklärungsaufforderungen sind beim Stellen von Arbeitsaufträgen und Aufgaben, aber auch beim Leiten von Unterrichtsgesprächen einsetzbar.

Im Begleitseminar werden die in diesen Bereichen gemachten Erfahrungen der Unterrichtsbeobachtungen und der eigenen Unterrichtsversuche vorgestellt und reflektiert. Hier erfolgt ein erneuter Übergang zur Metaebene des Beweisen-Lehrens.

Auf diese Weise wird die Verzahnung der “ersten Praxis”, den Erfahrungen aus den universitären Veranstaltungen, mit der “zweiten Praxis”, den schulischen Erfahrungen, verstärkt.

### **3 Ergebnisse**

#### ***Entwicklung des Professionswissens***

Im Verlauf der fachspezifischen MPM bearbeiten die Studierenden eine Reihe von Reflexionsaufträgen. Die Bearbeitungen geben Aufschluss über die angestrebte längsschnittliche

Entwicklung des fachbezogenen Professionswissens. Es zeigt sich beispielsweise, dass es im Verlauf der längsschnittlichen Bearbeitung des Themas "Beweisen" sowohl auf der Objektebene als auch auf der Metaebene (im Sinne der zu Beginn von Abschnitt 2 eingeführten Sprechweise) zu Veränderungen bei den Studierenden in Bezug auf ihre Haltungen und Überzeugungen kommt (siehe im Detail Bauer, Müller-Hill & Weber, im Druck b). Die Studierenden erleben zum Beispiel die Aktivitäten des Vermutens, Prüfens und Begründens während der Arbeit im Blockseminar so viel stärker selbstgesteuert als bei den Hausübungen zu Fachvorlesungen, dass sie diese in den begleitend angefertigten Reflexionen vielfach als völlig neue Erfahrungen des Mathematiktreibens beschreiben.

### ***Curriculare Verstetigung***

Mit den MPM hat die UMR ein neuartiges Curriculum für die Praxisphasen im Studium entwickelt, das den fachlichen Kompetenzerwerb eng an die praktische Vermittlung im Schulunterricht bindet. Die positiven Entwicklungen in der ersten Projektphase von ProPraxis (2015-2018) haben dazu geführt, dass die MPM seit dem Wintersemester 2018/19 in einer neuen Studien- und Prüfungsordnung an der UMR für den Studiengang Lehramt an Gymnasien verankert wurden. Als ein weiteres Ziel von ProPraxis konnte ein professionsbezogenes Beratungsangebot aufgebaut und mit dem in den MPM entwickelten Modulzyklus verknüpft werden. In der zweiten Projektphase von ProPraxis, die von 2019-2023 im Rahmen der QLB gefördert wird, werden diese Entwicklungsprozesse fortgeführt, so dass die MPM künftig in allen 22 Fächern das Regelmodell der Praxisphase im Studiengang Lehramt an Gymnasien darstellen. Mit der Neuordnung der Marburger Lehrerbildung wird auch die professionsbezogene Beratung systemisch und phasenverbindend weiterentwickelt und curricular in den erziehungs- und gesellschaftswissenschaftlichen Studien verankert.

### **Literatur**

- Bauer, Th., Müller-Hill, E., Weber, R. (im Druck a). Fostering subject-driven professional competence of pre-service mathematics teachers -- a course conception and first results. Erscheint in: Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2016.
- Bauer, Th., Müller-Hill, E., Weber, R. (im Druck b). Analyse und Reflexion von Problemlöseprozessen -- Ein Beitrag zur Professionalisierung von Lehramtsstudierenden im Fach Mathematik. Erscheint in: Hanse-Kolloquium zur Hochschuldidaktik der Mathematik 2017.
- De Villiers M.D. (1990). The role and function of proof in mathematics. *Pythagoras* 24, 17-24.
- Hanna, G. (2000). Proof, Explanation and Exploration: An Overview. In: *Educational Studies in Mathematics*, 44, 5-23.
- Hefendehl-Hebeker, L. (2013). Doppelte Diskontinuität oder die Chance der Brückenschläge. In: Ableitinger, Ch., Kramer, J., Prediger, S. (Hrsg.), *Zur doppelten Diskontinuität in der Gymnasiallehrerbildung* (S. 1-15). Heidelberg: Springer Spektrum.
- Hefendehl-Hebeker, L. (2015). Die fachlich-epistemologische Perspektive auf Mathematik als zentraler Bestandteil der Lehramtsausbildung. In: J. Roth et al. (Hrsg.), *Übergänge konstruktiv gestalten, Konzepte und Studien zur Hochschuldidaktik und Lehrerbildung Mathematik* (pp. 179--183). Springer Fachmedien Wiesbaden.
- Laging, R., Hericks, U., Saß, M. (2015). Fach: Didaktik – Fachlichkeit zwischen didaktischer Reflexion und schulpraktischer Orientierung. Ein Modellkonzept zur Professionalisierung in der Lehrerbildung. In S. Lin-Klitzing, D. Di Fuccia & R. Stengl-Jörns (Hrsg.), *Auf die Lehrperson kommt es an? Beiträge zur Lehrerbildung nach John Hatties „Visible Learning“* (S. 91-113). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.

- Laging, R., Peter, C., Schween, M. (2018). ProfiForum – ein Ort des wissenschaftlichen Diskurses zwischen Fachwissenschaft, Fachdidaktik und Bildungswissenschaft. In A. Borowski & I. Glowinski (Hrsg.), *Projekte und Ergebnisse zur Vernetzung von Fachdidaktik, Fachwissenschaft und Bildungswissenschaften im Rahmen der Qualitätsoffensive Lehrerbildung* (S. 237-262). Potsdam: Universitätsverlag Potsdam.
- LiV-Befragung 2013: Online-Befragung von Lehrkräften im Vorbereitungsdienst (LiVs) durch das Zentrum für Lehrerbildung der Philipps-Universität Marburg, <https://www.uni-marburg.de/de/zfl/downloads/evaluation/20131111onlinebefragunglivs.pdf>
- Mason, J., Burton, L., Stacey, K. (2010). *Thinking mathematically*. Second edition. Addison-Wesley.
- Polya, G. (1971). *How to Solve it*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Philipp, K., Herold-Blasius, R. (2016). Schlüssel zum Erfolg - Mit Strategieschlüsseln Problemlösestrategien fördern. *PM*, 68, 9-14.
- Reiss, K., Renkl, A. (2002). Learning to prove: The idea of heuristic examples. *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 34(1), 29-35.
- Schreiber, A. (2011). *Begriffsbestimmungen*. Berlin: Logos.
- Studierendenbefragung 2013: Evaluation des Lehramtsstudiums an der Philipps-Universität Marburg - Online-Befragung der Lehramtsstudierenden durch das Zentrum für Lehrerbildung vom 19.02. - 17.03. 2013, <https://www.uni-marburg.de/de/zfl/downloads/evaluation/20131106laonlinebefragung2013.pdf>
- Tall, D., Vinner, S. (1981). Concept Image and Concept Definition in Mathematics with particular reference to Limits and Continuity, *Educational Studies in Mathematics*, 12, pp. 151-169.
- Toulmin, S. (2003). *The Uses of Arguments*, updated edition, Cambridge: Cambridge University Press.
- Wille, A. (2017). Imaginary Dialogues in Mathematics Education. *Journal für Mathematik- Didaktik*, 38(1), 29-55.
- Wittmann, E. (2014). Operative Beweise in der Schul- und Elementarmathematik. In: *mathematica didactica*, 37, pp. 213-232.

---

Thomas Bauer, Philipps-Universität Marburg, FB Mathematik und Informatik  
Hans-Meerwein-Straße 6, 35032 Marburg  
E-Mail: [tbauer@mathematik.uni-marburg.de](mailto:tbauer@mathematik.uni-marburg.de)

Carola W. Meyer, Philipps-Universität Marburg, Zentrum für Lehrerbildung  
Bunsenstraße 2, 35032 Marburg  
E-Mail: [carola.meyer@uni-marburg.de](mailto:carola.meyer@uni-marburg.de)

Eva Müller-Hill, Universität Rostock, Institut für Mathematik, Didaktik der Mathematik  
Ulmenstraße 69, 18057 Rostock  
E-Mail: [eva.mueller-hill@uni-rostock.de](mailto:eva.mueller-hill@uni-rostock.de)

Roland Weber, Philipps-Universität Marburg, FB Mathematik und Informatik  
Hans-Meerwein-Straße 6, 35032 Marburg  
E-Mail: [rweber@mathematik.uni-marburg.de](mailto:rweber@mathematik.uni-marburg.de)