

Lars HOLZÄPFEL, Timo LEUDERS, Carola BERNACK, Institut für Mathematische Bildung der Pädagogischen Hochschule Freiburg

Veränderung mathematikbezogener Überzeugungen durch schreiben, forschen und reflektieren

1. Einführung

„Mein Bild von der Mathematik hat sich auf jeden Fall etwas verändert. Ging ich vor diesem Seminar häufig davon aus, dass es nur einen festgeschriebenen Lösungsweg für ein Problem gibt, ist mir jetzt bewusst geworden, welche Vielfalt es davon gibt. Jeder hat also die Möglichkeit, sein Mathematikwissen in weiten Teilen selbst zu konstruieren (vgl. Konstruktivismus). Das war / ist in dieser umfangreichen Form etwas Neues für mich!“

Anlass für die hier berichtete Studie gab die Beobachtung, dass Studierende zu Beginn des Studiums für das Lehramt eine überwiegend statische Sicht auf die Mathematik mitbringen (Pehkonen & Törner, 2004). Eine solche Sicht steht bei Lehrenden in Zusammenhang mit einem Unterricht, in dem rezeptives Kalküllernen dominiert (Staub & Stern, 2002). Um diesem Mathematikbild in der Lehrerbildung zu begegnen und dabei die Beliefs hin zu einer eher prozesshaften Sicht auf Mathematik zu beeinflussen, wurde ein Seminarkonzept entwickelt, welches vor allem die prozessualen Aspekte von Mathematik erleben lässt. Studierende bearbeiten offene Problemstellungen und dokumentieren dabei schriftlich ihre Problemlöseprozesse in einem Forschungsheft. Sie reflektieren diese Arbeitsphasen aus der Metaperspektive schriftlich. Mit diesem Ansatz knüpfen wir an Erfahrungen in ähnlichen Projekten der Lehreraus- und -fortbildung an (Berger 2005; DeBellis & Rosenstein 2004).

Eine Reihe von Studien zur Beliefänderung (DeBellis & Rosenstein 2004; Liljedahl, Rösken & Rolka 2007) berichten über immer wieder ähnliche Strukturelemente der Interventionen. Demzufolge haben Reflexion und Dokumentation der gemachten Erfahrungen einen hohen Einflussfaktor auf die Veränderungsprozesse.

2. Fragestellungen und Hypothesen

An dieser Stelle berichten wir über erste Ergebnisse der quantitativen Teilstudie eines Projektes. In dieser Studie wird die Wirkung des Seminars auf die Beliefs der Teilnehmerinnen und Teilnehmer zur Mathematik und zum Mathematikunterricht untersucht. Die genannten Befunde und Erfahrungen legen die folgenden Hypothesen nahe:

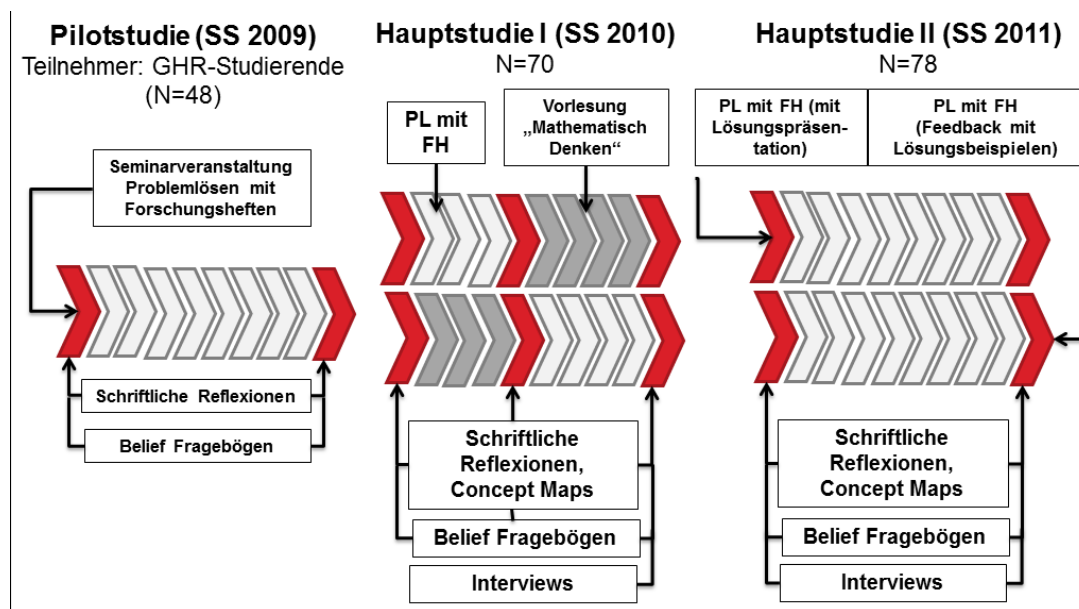
- (i) Offenes, eigenständiges Problemlösen über einen längeren Zeitraum hat Einfluss auf Beliefs hin zu einer eher prozesshaften Sicht.

- (ii) **Beliefänderungen** hinsichtlich des Mathematikbildes hängen mit einer veränderten Sicht auf Mathematikunterricht zusammen. Die Veränderung rückt eine eher konstruktivistische Sicht des Mathematiklernens in den Mittelpunkt.
- (iii) **Moderierende Variablen** sind: Allgemeine Mathematikleistung, Motivationale Orientierungen und Bearbeitungsdauer

3. Seminarkonzeption und Studiendesign

Die Seminarkonzeption sah eine ausgiebige Beschäftigung mit 4-5 Problemen pro Semester (durchschnittliche Bearbeitungszeit von ca. 3-5h pro Problem) vor. Sämtliche Bearbeitungsschritte und Überlegungen sollten in einem Forschungsheft dokumentiert werden. Parallel hierzu wurde verlangt, die Problemlöseprozesse aus einer Metaebene schriftlich zu reflektieren. Auch eine Reflexion darüber, wie sich die individuellen Veränderungen der Beliefs gestalten, wurde eingefordert. Damit ergaben sich umfangreiche schriftliche Dokumentationen im Umfang von ca. 50-80 Seiten während eines Semesters.

Durch ein vom BMBF-gefördertes Projekt konnten die verschiedene Fragestellungen rund um die Veränderung der Beliefs von Studierenden über einen Zeitraum von drei Jahren beforscht werden (Holzäpfel, Bernack, Leuders & Renkl, 2012).



Zur Beantwortung der hier vorgestellten Forschungsfragen wurden primär quantitative Methoden eingesetzt. Darüber hinaus wurden noch weitere Forschungsfragen gestellt, die das Verstehen des Veränderungsprozesses und dessen Ursachen eruieren. Diese wurden mittels qualitativer Untersuchungsmethoden bearbeitet (Bernack et al. in diesem Band). Im Laufe der

dreijährigen Projektlaufzeit wurden mehrere Variationen der Seminarkonzeption entwickelt und optimiert. Zusätzlich konnte im dritten Jahr in der zweiten Hauptstudie auch eine Kontrollgruppe eingerichtet werden.

Eine vorausgehende Pilotstudie diente insbesondere dazu, Instrumente zur Messung der Beliefänderungen auszuschärfen und weiterzuentwickeln (siehe Bernack et al. 2011). Der Rückgriff auf Skalen aus der Literatur diente dabei als Grundlage (Baumert et al. 2009), wobei noch differenziertere Subskalen entwickelt werden konnten. Items wie „Die Mathematik als Disziplin ist wandelbar“ (Skala „Mathematik als dynamische Wissenschaft; 6 Items) oder „In der Mathematik kann man viele Dinge selber finden und ausprobieren“ (Skala „Tätigkeiten beim Mathematiktreiben“) erfassen das Bild von Mathematik als Prozess auf zwei Skalen durchaus valide, wie durch eine konfirmatorische Faktorenanalyse bestätigt wurde. Alle Teilskalen weisen eine gute bis sehr gute Reliabilität mit Cronbachs alpha – Werten > 0.680 auf.

4. Ergebnisse

Die hier vorgestellten Ergebnisse beziehen sich auf die 2011 durchgeführte Hauptstudie 2. Die Hypothese (i) zur Veränderung der Beliefs zur Mathematik kann bestätigt werden: Während bei der Skala „Mathematik als Prozess“ eine signifikant erhöhte Zustimmung feststellbar ist ($d=0,36$), nehmen in den Skalen „Mathematik als System“ und „Mathematik als Toolbox“ die Werte mit $d=0,47$ bzw. $d=0,34$ signifikant ab.

Auch die Hypothese (ii) zur Veränderung der Beliefs bezüglich des Lehrens und Lernens von Mathematik lässt sich bestätigen. So nahm zum Beispiel die Einstellung „Rezeptives Lernen durch Beispiele und Vormachen“ signifikant ab ($d=0,27$) und das „Vertrauen in die mathematische Selbstständigkeit der Schüler“ ($d=0,23$) zu. Teilweise ergaben sich bei den Ausgangswerten zu einer konstruktivistischen Sicht auf das Lehren und Lernen jedoch Deckeneffekte, sodass hier nicht durchgängig Veränderungen gemessen werden konnten.

Als moderierende Variablen wurden im Rahmen von Hypothese (iii) Abiturnote, motivationale Orientierung und Bearbeitungsdauer untersucht. Hier zeigen sich unterschiedliche Ergebnisse: Während die Abiturnote in Mathematik keine signifikanten Korrelationen mit der Veränderung der Beliefskalen aufweist, zeigt sich ein signifikanter Zusammenhang zwischen Bearbeitungsdauer und Beliefänderung zum Lehren und Lernen. Eine Regressionsanalyse ergab, dass die Moderatorvariable Lernzielorientierung (SELLMO) die Differenz zwischen den beiden Messzeitpunkten in den

Skalen „Mathematik als Toolbox“ ($R^2=0,055$), „Mathematik als Prozess“ ($R^2=0,070$) sowie „Mathematik als Tätigkeit“ ($R^2=0,082$) voraussagt.

5. Fazit, Konsequenzen und Ausblick

Beliefs konnten durch diese Lehrkonzeption von einer eher statischen hin zu einer dynamischen, vorwiegend prozesshaften Sicht auf Mathematik beeinflusst werden, alleine durch das eigenständige Bearbeiten von Problemen. Zudem zeigt sich hinsichtlich der Sicht auf Mathematikunterricht ebenfalls eine Veränderung weg vom rezeptiven Lernen und zu mehr Vertrauen in die mathematische Selbstständigkeit der Schüler. Die Dauer der Maßnahme scheint eine wichtige Grundvoraussetzung zu sein, was sich in einer früheren Variation des Designs gezeigt hat. Zudem spielen die Dauer der Bearbeitung der einzelnen Probleme und die motivationale Orientierung der Studierenden eine moderierende Rolle. Offen bleibt die Nachhaltigkeit einer solchen Beliefänderung, wobei ein solches Seminar eingebettet in ein kohärentes Gesamtkonzept der Lehrerbildung gesehen werden sollte.

6. Literatur

- Baumert, J. et al. (2009). *Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz..* Berlin: MPI für Bildungsforschung.
- Berger, P. (2005). Änderung professioneller Einstellungen durch 'Forschendes Studieren'. In *Beiträge zum Mathematikunterricht* (pp. 77–80). Hildesheim: Franzbecker.
- Bernack, C., Holzäpfel, L., Leuders, T., & Renkl, A. (2011). Development of qualitative and quantitative instruments to measure beliefs of pre-service teachers on mathematics. In B. Ubuz (Ed.), *Proceedings of the 35th PME* (pp. 145–152). Ankara
- DeBellis, V. A., & Rosenstein Joseph G. (2004). Discrete Mathematics in Primary and Secondary Schools in the United States. *ZDM: The International Journal on Mathematics Education*, 36(2), 46–55.
- Holzäpfel, L., Bernack, C., Leuders, T., & Renkl, A. (2012). Schreiben, forschen und reflektieren in der Mathematiklehrerbildung: Veränderung mathematikbezogener Überzeugungen. In M. Kobarg et al. (Eds.), *Lehrerprofessionalisierung wissenschaftlich begleiten. Strategien und Methoden* (pp. 15–34). Münster: Waxmann.
- Liljedahl, P., Rolka, K., & Rösken, B. (2007). Affecting Affect: The Reeducation of Preservice Teachers' Beliefs about Mathematics and Mathematics Learning and Teaching. In W. G. Martin et al. (Eds.), *The Learning of Mathematics* (pp. 319–330).
- Pehkonen, E. K., & Törner, G. (2004). Methodological Considerations on Investigating Teachers' Beliefs of Mathematics and its Teaching. *Nordic Studies in Mathematics Education*, 9(1), 21–49.
- Staub, F. C., & Stern, E. (2002). The Nature of Teachers' Pedagogical Content Beliefs Matters for Students' Achievement Gains: Quasi-Experimental Evidence From Elementary Mathematics. *Journal of Educational Psychology*, 94(2), 344–355.