

Carola BERNACK, Lars HOLZÄPFEL, Timo LEUDERS, Pädagogische Hochschule Freiburg, Alexander RENKL, Universität Freiburg

Veränderung des Mathematikbildes in der Lehrerausbildung? Erste Ergebnisse des BMBF-Projektes „Forschende MathematiklehrerInnen“ (FORMATⁱ)

1. Ausgangslage

Im Lehramtsstudium sollen von den Studierenden pädagogische, fachdidaktische und fachbezogene Kompetenzen erworben werden. Die fachbezogenen Kompetenzen schließen auch das Wissenschaftsverständnis und Einstellungen (Beliefs) zur Mathematik ein. Im Zusammenhang mit einem eher statischen Mathematikbild bei Lehramtsstudierenden (Pehkonen & Törner 2004) wird die Dominanz des rezeptiven Kalküllerns in der (später von ihnen gestalteten) Unterrichtspraxis gesehen (Staub & Stern 2002). Daher wird an der Pädagogischen Hochschule Freiburg die epistemologische Reflexion und das Erleben des aktiven Mathematiktreibens in alle Veranstaltungen integriert. Dazu gehört u.a. ein Problemlöseseminar, in dem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer selbstständig mathematische Probleme bearbeiten und dies kontinuierlich in Forschungsheften dokumentieren und reflektieren. Wirken solche fachlichen Studienelemente auf die Kompetenzen der Teilnehmer und verändern sie insbesondere deren epistemologische Überzeugungen?

2. Veränderung von Beliefs in der Lehreraus- und -fortbildung

Zu den zentralen Fragen der Beliefforschung zählt die nach der Veränderbarkeit von fachbezogenen Überzeugungen in unterschiedlichen Ausbildungsformen. Vier Auslöser für eine Veränderung von Beliefs werden hier benannt: (1) mit Emotionen verbundene Erfahrungen (Lernen, Interagieren,...), (2) unreflektierte Übernahme insbesondere von Autoritäten, (3) das Bewusstmachen von Beliefs durch Reflexion und (4) die Neustrukturierung des Belief Systems nach Reflexion und Erfahrung (Furinghetti & Pehkonen 2002, Ambrose 2004). Bei Durchsicht verschiedener Studien, die von einer Beliefänderung berichten, finden sich immer wieder folgende Elemente im Lehrdesign (Ambrose 2004; Chapman 1999; DeBellis & Rosenstein 2004; Liljedahl, Rösken & Rolka 2007): Reflexion und Dokumentation der gemachten Erfahrungen; eigene mathematische Erfahrungen bzw. sich selbst als Lerner erfahren (Problemlöseseminare, offene Aufgabenformate); Auseinandersetzung mit dem mathematischen Denken von Schülern; Austausch und Kooperation mit anderen Teilnehmern des Seminars bzw. Programms; Unterstützung und Anleitung zur Implementierung und Entwick-

lung von neuen Unterrichtskonzepten. Auf einigen dieser Konzepte basiert auch die von uns untersuchte Annahme, dass Problemlösen mit Forschungsheften eine Änderung von Beliefs bewirkt (DeBellis & Rosenstein 2004; Liljedahl, Rösken & Rolka 2007).

3. Studiendesign

Die spezifischen Wirkungen von aktivem und reflexionsbegleitetem Problemlösen wurden in einem experimentellen Lehrexperiment untersucht. Tabelle 1 zeigt den Ablauf der Studie im Sommersemester 2010. In einem Kreuzdesign wechselten Vorlesung und Problemlösen ab, da es Ziel war die Beliefveränderung im Vergleich zu einer klassischen Vorlesung mit nur kurzen Aktivitätsphasen zu erfassen.

Zeitraum	Woche 1 (t ₁)	Woche 2-5	Woche 6 (t ₂)	Woche 7-10	Woche 11 (t ₃)
Gruppe 1	Reflexion/ Fragebogen	<i>Problemlösen mit Forschungsheften</i>	Reflexion/ Fragebogen	Vorlesung „Mathematisch Denken“	Reflexion/ Fragebogen
Gruppe 2		Vorlesung „Mathematisch Denken“		<i>Problemlösen mit Forschungsheften</i>	

Tabelle 1: Ablauf der Studie

In der **Problemlösegruppe** bearbeiteten Studierende in Einzelarbeit vier vergleichsweise elementare, aber offene arithmetische und geometrische Probleme ohne eine feste Zielvorgabe (wie z.B. bei Mason et al. 2006). Dabei sollten sie alle Lösungswege, Gedanken und Gefühle in Forschungsheften verschriftlichen. In der **Vorlesungsgruppe** wurden mathematische Prozesse wie z.B. Begriffsbilden und Problemlösen theoretisch thematisiert und jeweils sitzungsvorbereitend thematisch passende Artikel gelesen. In den **Reflexionsphasen** erstellten beide Gruppen concept maps und schriftliche Reflexionen zu ihrem Mathematikbild. Zur Erfassung der Beliefs wurden etablierte Skalen zum Mathematikbild (Baumert et al. 2009) sowie das Semantische Differential zum Wissenschaftsverständnis (Stahl & Bromme 2007) eingesetzt, welche zuvor in einer Pilotstudie optimiert wurden (vgl. Bernack et al. 2011).

Im Folgenden berichten wir über die Belief-Struktur und die Veränderung zwischen den ersten beiden Messzeitpunkten sowie über die Identifikation von Typen. Zusätzlich ziehen wir vier Einzelfallinterviews am Ende des Semesters heran, um mögliche Erklärungen für die Einstellungsänderung zu finden.

4. Ergebnisse zur Struktur und zur Veränderung der Beliefs

In einer hierarchische Clusteranalyse zum Messzeitpunkt t₁ wurden vier Typen mit jeweils charakteristischem Profil identifiziert, die wir als die

Ausgeglichene, die *Prozessanhänger*, die *Systemanhänger* (bei gleichzeitiger Zustimmung zum Prozessaspekt) und die *System- und Toolboxanhänger* charakterisieren – letztere Gruppe stellt die Zielgruppe der Intervention dar. Wie in der mit 14 Wochen wesentlich längeren Pilotstudie (Bernack et al. 2011), in der die Teilnehmer ausschließlich Probleme bearbeiteten, erwarteten wir Effekte bei der Veränderung von Beliefs insbesondere hin zu der Einstellung Mathematik als Prozess und weg von der Einstellung Mathematik als Toolbox. Da hier aber keine signifikanten Effekte zu beobachten waren, untersuchten wir die einzelnen Typen näher. Hierbei zeigten sich signifikante Unterschiede hinsichtlich der vier Cluster über den Zeitraum zwischen t_1 und t_2 in mehreren Skalen. Gerade der Cluster *System- und Toolboxanhänger* änderte die Einstellung hin zu Mathematik als Prozess signifikant im Unterschied zu den anderen Clustern. In dieser Gruppe zeigen sich Effekte in mehreren Teilskalen, allerdings *ohne* eine Varianzklärung im Vergleich der *Lehrformen* (Problemlösen vs. Vorlesung). Es ist allerdings anzunehmen, dass der Veränderungsprozess in Problemlöse- und Vorlesungsgruppe unterschiedlich erfolgt ist, was durch eine Analyse der Einzelfallinterviews untersucht werden sollte.

5. Erklärungshypothesen basierend auf Einzelfallinterviews

Die Einzelfallinterviews wurden hinsichtlich der Frage, was die Teilnehmer subjektiv als einstellungsändernd empfanden, ausgewertet. Im Falle der Vorlesung wurde hier der Einfluss der Dozenten genannt, die „missionierend“ aufgetreten seien. Zudem rege die gelesene Literatur zum Überdenken eigener Beliefs an. Im Falle des Problemlöseseminars wurde insbesondere genannt, dass man sich selbst als Problemlöser erleben und diesen Prozess reflektieren konnte. Demnach scheint der Prozess der Beliefänderung je nach Lehrform unterschiedlich verlaufen zu sein. In der Vorlesung ist theoriekonform der Einfluss von Autoritäten zu verzeichnen, ein Prozess der personengebunden ist und eine eher unreflektierte Übernahme bewirkt (Furinghetti & Pehkonen 2002), wohingegen anzunehmen ist, dass das eigene Erleben als Problemlöser und die Reflexion eher den individuellen Umbau von Beliefstrukturen fördert.

6. Fazit und Ausblick

Gerade bei Studierenden mit einem statisch geprägten Mathematikbild lassen sich durch Problemlösen mit Forschungsheften, aber auch durch eine entsprechende Vorlesung, Veränderungen erzielen. Die beiden Lehrformen können trotz dieses quantitativen Ergebnisses nicht als gleichwertig betrachtet werden, da durch die Einzelfallinterviews deutlich wird, dass beim Problemlösen mit Forschungsheften eher eine Integration der veränderten

Einstellung in das Belief System durch Reflexion und die eigenen Erfahrungen als Problemlöser stattfindet, wohingegen es in der Vorlesung eine Autorität von außen braucht.

In einer folgenden Studie soll der Veränderungsprozess qualitativ längsschnittlich durch weitere Interviews genauer erfasst werden um zu detaillierteren Erkenntnissen zu gelangen.

Literatur

- Ambrose, R. (2004). Initiating change in prospective elementary school teachers' orientations to mathematics teaching by building on beliefs. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 7(2), 91–119.
- Baumert, J., Blum, W., Brunner, M., Dubberke, T., Jordan, A., Klusmann, U., et al. (2009). *Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz (COACTIV): Dokumentation der Erhebungsinstrumente (Materialien aus der Bildungsforschung Nr.83)*. Berlin: Max-Planck-Institut für Bildungsforschung.
- Bernack, C., Holzäpfel, L., Leuders, T., & Renkl, A. (2011). Initiating change on pre-service teachers' beliefs in a reflexive problem solving course. In Kirsti Kislenko (Ed.), *Current State of Research on Mathematical Beliefs XVI. Proceedings of the MAVI-16 Conference June 26-29, 2010, Tallinn, Estonia* (pp. 27–43). Tallinn, Estonia: Institute of Mathematics and Natural Sciences, Tallinn University.
- Chapman, O. (1999). Inservice Teacher Development in Problem Solving. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 2, 121–142.
- 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.
- Furinghetti, F., & Pehkonen, E. K. (2002). Rethinking Characterizations of Beliefs. In G. C. Leder, E. Pehkonen, & G. Törner (Eds.), *Mathematics education library: Vol. 31. Beliefs. A hidden variable in mathematics education?* (pp. 39–57). Dordrecht: Kluwer Acad. Publ.
- 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, M. E. Strutchens, & P. C. Elliott (Eds.), *The Learning of Mathematics. Sixty-ninth Yearbook of the National Council of Teachers of Mathematics* (pp. 319–330).
- Mason, J., Burton, L., & Stacey, K. (2006). *Mathematisch denken. Mathematik ist keine Hexerei*. Oldenbourg Verlag
- Stahl, E., & Bromme, R. (2007). The CAEB: An instrument for measuring connotative aspects of epistemological beliefs. *Learning and Instruction*, (17), 773–785.
- 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.

ⁱ Gefördert durch das BMBF, Förderkennzeichen 01JH0913