

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

Forschungshefte als Instrument der Professionalisierung von Mathematiklehrerinnen und Mathematiklehrern (ForMat)

Bei der Professionalisierung von Mathematiklehrern wird die Integration von fachwissenschaftlichen, fachdidaktischen und praxisbezogenen Kompetenzen (Baumert et al. 2007) gefordert, da die Trennung unter anderem als ein Grund dafür angesehen wird, dass Studierende eine Diskontinuität zwischen erster und zweiter Ausbildungsphase erleben (Terhart et al. 1994). Ausgebildete Mathematiklehrkräfte haben zudem eine eher statische Sicht auf die Mathematik (Pehkonen & Törner 2004), was als eine Ursache für einen eher am rezeptiven Kalküllernen als am aktiven Problemlösen orientierten deutschen Mathematikunterricht angesehen wird.

Eine Möglichkeit, die Sicht Lehramtsstudierender auf die Mathematik als Disziplin und als Unterrichtsfach in Richtung eines angemessenen Bildes von Mathematik zu verändern, bieten durch Forschungshefte gestützte, reflexive Problemlöseseminare. Diese wurden bereits mehrfach praktiziert (z.B. Lester et al. 1994, Berger 2005), jedoch wurde ihre Wirkung nicht empirisch überprüft. Das vom BMBF geförderte Projekt ForMat will unter anderem diese Frage klären: Welche Wirkungen hat reflexives, durch Forschungshefte gestütztes Problemlösen auf die fachlich-reflexiven und fachdidaktischen Kompetenzen (Professionswissen, Überzeugungen, motivationale Orientierungen) der Teilnehmerinnen und Teilnehmer?

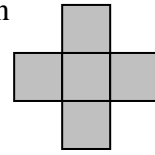
Konzept eines reflexiven Problemlöseseminars mit Forschungsheften

Während der Seminare findet eine selbstregulierte Bearbeitung mathematischer Probleme statt, die Möglichkeiten zum explorativen Arbeiten und dem Verfolgen individueller Lösungswege bieten. Als Lernziel stehen Problemlösestrategien, nicht die mathematischen Inhalte, im Fokus. Auf der affektiven Ebene ist eine Änderung des mathematischen Weltbildes hin zu Mathematik als Prozess intendiert. Das benötigte Vorwissen wird deshalb bewusst gering gehalten.

Die Studierenden dokumentieren ihren gesamten Arbeitsprozess während der Problembearbeitung schriftlich in eigenen Kladden („Forschungsheften“). Das reflexive mathematische Arbeiten wird durch das Schreiben solcher Forschungsheften auf verschiedene Weise gestützt. Besondere Wirkung haben hier vor allem reflexive und elaborative Lernprozesse (Brouer 2007, Ruf & Gallin 1999, Nückles et al. i.Dr, Nückles & Renkl i.Dr.).

Ein Beispiel illustriert den Charakter der gestellten Probleme, die jeweils individuell über mehrere Stunden bearbeitet werden:

Problem 2: Wenn man aus lauter kleinen Quadraten Figuren legt, so haben diese unterschiedliche Umfänge. Das Beispiel hat z.B. den Flächeninhalt $F=5$ und den Umfang $U=12$. Wie sehen Lösungen mit möglichst großen oder kleinem Umfang bzw. Flächeninhalt aus?



Kann man ganz allgemein etwas darüber sagen, wie Figuren mit maximalem oder minimalem Umfang aussehen? Reflektieren Sie ihre Lösungsversuche. Stellen Sie eigene Fragen oder variieren Sie das Problem.

Die Pilotstudie

Die Pilotstudie hatte unter anderem zwei Hauptziele. Einmal stand die spezifische Wirksamkeit der Intervention im Zentrum. Daraus ergab sich die Frage, ob sich mathematikunterrichtsbezogene Überzeugungen und das Mathematikbild der Studierenden ändern. Zum Zweiten sollte durch die Pilotstudie eine Optimierung der Erhebungsinstrumente erreicht werden.

Für die Pilotstudie bearbeiteten Lehramtsstudierende der Pädagogischen Hochschule Freiburg in zwei parallel durchgeführten Hauptseminaren ($N=56$) selbstständig sieben Probleme. Dabei verschriftlichten sie ihre Gedanken dazu sowie ihr komplettes Vorgehen. Zusätzlich wurden sie aufgefordert, über ihr Vorgehen und die Veränderung ihres mathematischen Weltbildes zu reflektieren. Zur längsschnittlichen Erfassung der Überzeugungen wurden bewährte Erhebungsinstrumente wie Skalen zu Beliefs (Grigutsch et al. 1998, Köller et al. 2000), mathematikunterrichtsbezogenen Überzeugungen (Köller et al. 2000) und mathematikbezogenen Selbstwirksamkeitsüberzeugungen eingesetzt (Schwarzer & Jerusalem 1999, Schulz 2007). Zusätzlich wurden die Reflexionen der Studierenden zur Veränderung ihres Mathematikbildes mittels zusammenfassender Inhaltsanalyse ausgewertet (Mayring 2007). Hier stand im Fokus, welche Aspekte des Mathematikbildes die Studierenden dabei aus eigenem Antrieb vorwiegend ansprechen.

Erste Ergebnisse

In der längsschnittlichen Erhebung zeigten sich signifikante Veränderungen in den Beliefs in Richtung ‚Mathematik als Prozess‘ und bei den mathematikunterrichtsbezogenen Überzeugungen. Zum Beispiel nahm die Überzeugung zu ‚Rezeptivem Lernen durch Beispiele und Vormachen‘ ab.

Die Inhaltsanalyse der Reflexionen zum Mathematikbild ergab eine Zusammenfassung der angesprochenen Aspekte in acht Kategorien. Dabei fanden sich teilweise dieselben Kategorien wie in den Skalen wieder, wie

zum Beispiel der Anwendungsaspekt. Es ergaben sich auch zusätzliche Kategorien, wie die Kategorie ‚Lösung/Lösungsweg‘. Interessanterweise ließen sich drei distinkte Kategorien durch die Häufigkeit der Nennungen bilden, die bei Betrachtung der Skalenitems zu ‚Mathematik als Prozess‘ alle in dieser einen Skala angesprochen werden. Eine davon ist die dynamische Sicht auf die Mathematik.

Auf Grundlage dieser ersten Ergebnisse lässt sich die erste Frage an die Pilotstudie, die Wirksamkeit der Intervention, klar beantworten: Ein Vorgehen wie das beschriebene führt zu signifikanten Veränderungen im Mathematikbild. Zudem kann durch die qualitative Analyse eine Neugewichtung der Skalen erfolgen. So wird deutlich welche Überzeugungen zur Mathematik durch die Intervention in der Wahrnehmung der Studierenden in den Vordergrund treten. Auch eine Optimierung der Erhebungsinstrumente für die Hauptstudie erfolgt auf der Basis dieser ersten Ergebnisse. So kann die Skala ‚Mathematik als Prozess‘ nun weiter ausdifferenziert werden.

Mit den Ergebnissen in Bezug auf das zukünftige Unterrichtshandeln der Studierenden muss vorsichtig umgegangen werden, da Studien auf Widersprüche zwischen Lehrerhandeln und Beliefs hinweisen (Thompson 1992). Das heißt, dass man Beliefs und Lehrerhandeln nicht als reines Ursache-Wirkungs-Verhältnis betrachten kann, da der soziale und institutionelle Kontext Schule für die Lehrenden weitere Einflussquellen bereithält (ebd.). Die Änderung der Beliefs wird jedoch als notwendige Bedingung für ein geeignetes unterrichtliches Handeln angesehen

Ausblick

Im Folgenden steht nun an, die Wirksamkeit der Intervention auch im Vergleich zu anderen Lehrkonzepten zu erfassen. Dabei ist zusätzlich von Interesse, welches bei dieser Lernform die entscheidenden Moderatorvariablen sind. Dazu könnten die Leistung in Mathematik und die studierte Schulform gehören. Darüber hinaus soll erhoben werden, welche Form und Intensität der Intervention über die individuelle Arbeit an gestellten Problemen hinaus die Wirkung optimiert.

Literatur

- Baumert et al. (2007). *Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern in Nordrhein-Westfalen. Empfehlungen der Expertenkommission zur Ersten Phase*. Düsseldorf: Ministerium für Innovation, Wissenschaft, Forschung und Technologie.
- Berger, P. (2005). Änderung professioneller Einstellungen durch 'Forschendes Studieren'. In *Beiträge zum Mathematikunterricht 2005* (pp. 77–80). Hildesheim: Verlag Franzbecker.

- Bernack, C., Holzäpfel, L., Leuders, T., Renkl, A. (in Vorb.). Changing beliefs of pre-service teachers in a reflexive problem solving course. *Proceedings of the MAVI-16 Workshop*.
- Brouer, B. (2007). Portfolios zur Unterstützung der Selbstreflexion – Eine Untersuchung zur Arbeit mit Portfolios in der Hochschullehre. In M. Gläser-Zikuda & T. Hascher (Eds.), *Lernprozesse dokumentieren, reflektieren und beurteilen*. (pp. 235–265). Bad Heilbrunn: Klinkhardt.
- Grigutsch, S., Raatz, U., & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 19(1), 3–45.
- Lester, F.K.Jr., Masingila, J.O., Mau, S.T., Lambdin, D.V., dos Santos, V.M. & Raymond, A.M. (1994). Learning how to teach via problem solving. In: Aichele, D. & Coxford, A. (Hg.), *Professional development for teachers of mathematics*. (pp.152–166), Reston.
- Köller, O., Baumert, J., Neubrand, J. (2000): Epistemologische Überzeugungen und Fachverständnis im Mathematik- und Physikunterricht. In Baumert, J., Bos, W., Lehmann, R. (Hg.): *TIMSS/III Dritte Internationale Mathematik- und Naturwissenschaftsstudie (Band 2)*. (pp.229-269). Opladen: Leske & Budrich.
- Mayring, P. (2007). *Qualitative Inhaltsanalyse: Grundlagen und Techniken* (9th ed.). Weinheim: Beltz.
- Nückles, M., Hübner, S., Glogger, I., Holzäpfel, L., Schwonke, R., & Renkl, A. (in press). Selbstreguliert lernen durch Schreiben von Lerntagebüchern. In M. Gläser-Zikuda (Ed.), *Lerntagebuch und Portfolio aus empirischer Sicht*. Landau: Verlag Empirische Pädagogik
- Nückles, M., & Renkl, A. (in press). Das Lerntagebuch in der Hochschullehre: Ein hochschuldidaktischer Ansatz zur Förderung selbstgesteuerten Lernens. In C. Spiel, R., Reimann, B. Schober & P. Wagner (Hrsg.), *Bildungspsychologie*. Göttingen: Hogrefe.
- Pehkonen, E. & Törner, G. (2004). Methodological Considerations on Investigating Teachers' Beliefs of Mathematics and its Teaching. *Nordic Studies in Mathematics Education* 9 (1), 21-49.
- Ruf, U. & Gallin, P. (1999). *Dialogisches Lernen in Sprache und Mathematik*. Seelze: Kallmeyer.
- Schulz, A. (2007). Teachers' Self-efficacy and Conceptions about Mathematical Teaching Practice and its Innovation. In *Proceedings of the Conference. Conceptions and Beliefs in Mathematics and Science Education including MAVI XIII*. University of Gävle, Sweden. (beim Autor erhältlich)
- Schwarzer, R. & Jerusalem, M. (Hg.). (1999). *Skalen zur Erfassung von Lehrer- und Schülermerkmalen. Dokumentation der psychometrischen Verfahren im Rahmen der Wissenschaftlichen Begleitung des Modellversuchs Selbstwirksame Schulen*. Berlin: Freie Universität und Humboldt-Universität.
- Terhart, E., Czerwenka, K., Ehrich, K., Jordan, F., Schmidt, H. J. (1994). *Berufsbiographien von Lehrern und Lehrerinnen*. Frankfurt: Lang.
- Thompson, A. (1992). Teachers' Beliefs and Conceptions: A Synthesis of the Research. In D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 127–146). New York: Macmillan.