

Thomas SCHULTIS, Lars HOLZÄPFEL, Timo LEUDERS, Freiburg

## **Wirksamkeit einer Fortbildung zum produktiven Üben im Mathematikunterricht**

### **Einleitung und Theoretischer Hintergrund**

Üben ist ein wichtiges Element von (Mathematik-)Unterricht; wobei insbesondere das produktive Üben eine Form darstellt, die viel Differenzierungspotential bietet (vgl. Winter, 1984). Lehrkräfte sollten in der Lage sein, zugehörige Formate von Übungsaufgaben zu erkennen und nach lerntheoretischen Prinzipien auszuwählen. „This knowledge cannot be picked up incidentally [...]. One of the next great challenges for teacher research will be to determine how this knowledge can best be conveyed to both pre-service and inservice teachers.“ (Baumert, 2010, S. 168).

In diesem Sinne soll die Konzeption einer Fortbildung, die das Aneignen bzw. Fördern fachdidaktischen Wissens bei LehrerInnen nachhaltig unterstützt, im Detail empirisch untersucht werden, und zwar auf drei Ebenen (vgl. Lipowsky, 2011): (1) Kompetenzzuwachs der Lehrpersonen bezogen auf den Fortbildungsinhalt, (2) Aufgabeneinsatz im eigenen Unterricht und (3) Kompetenzzuwachs von SchülerInnen.

In der Untersuchung werden verschiedene Bedingungen des Erwerbs von theoretischem und Handlungswissen, das die Identifikation unterschiedlicher Aufgabentypen ermöglicht, systematisch variiert.

Neben dem fachdidaktischen Wissen in Hinblick auf Aufgaben werden in der Studie auch moderierende Elemente wie Einstellungen erfasst, da „neben den ‚Merkmale der Fortbildung‘ [...] auch individuelle Voraussetzungen auf Seiten der Lehrpersonen eine wichtige Erklärungskraft [haben], die bislang selten umfassend kontrolliert und auf ihre Interaktionen mit Fortbildungsmerkmalen untersucht wurden.“ (Lipowsky, 2010, S. 64f)

Neben diesen Beiträgen zur Grundlagenforschung soll auch die Wirksamkeit der gesamten Intervention ins Auge gefasst werden. Die Fortbildung wird nach Erkenntnissen der aktuellen Forschung konzipiert: So führen Lipowsky (2011), Yoon et al. (2008) und Zehetmeier (2009) unterstützende Faktoren zur Wirkung von Fortbildungen auf: u.a. Periodizität, Reflektion, Interaktion und Themenspezifität. Diese sind fester Bestandteil der vorgesehenen Fortbildungskonzeption.

## **Studie und methodisches Vorgehen**

In der hier berichteten Vorstudie wird das Messinstrument validiert und pilotierend untersucht, ob aufgrund der Fortbildung ein Kompetenzzuwachs bei der Typisierung von Aufgaben messbar ist. Die dabei durchgeführte Intervention (Fortbildung) hat das Ziel, das Potential von Übungsaufgaben hinsichtlich ihrer Differenzierungsmöglichkeiten erkennen zu können.

Die Messung erfolgt in einem Kontrollgruppendesign. Die Untersuchung gliedert sich in zwei Experimentalgruppen, die sich nur in einem Aspekt der Fortbildungskonzeption unterscheiden: Die erste Gruppe lernt eine Vielzahl an Variationen von Übungsaufgaben *nachvollziehend* an prototypischen Beispielen und Gegenbeispielen kennen. Die zweite Gruppe erstellt selbst Übungsaufgaben und lernt somit *aktiv-konstruierend* (vgl. Übersicht bei Renkl, 2008, S. 121ff). Dabei erhalten beide Gruppen ein identisches Kriterienraster, das verschiedene Aufgabentypen klassifiziert.

Die (Warte-)Kontrollgruppe erhält nach der Intervention einen Mix aus den Fortbildungsschwerpunkten der beiden Experimentalgruppen. Die Zuweisung der Testpersonen zu einer der drei Gruppen erfolgt randomisiert.

In einem Pre-Post-Test-Design wird vor und nach der Intervention (in Form der Fortbildung) das fachdidaktische Wissen in der Dimension *Aufgaben selektieren* als abhängige Variable erhoben. Dies erfolgt durch einen von drei Experten klassifizierten, 50 Aufgaben umfassenden Aufgabenpool. Diese Aufgaben müssen die Testpersonen in zwei Kategorien einordnen: sie entscheiden zum einen, ob eine Aufgabe *produktiv* oder *nicht produktiv* ist – zum anderen, ob eine Aufgabe *prozedurales* oder *konzeptuelles Wissen* erfordert (vgl. Rittle-Johnson et al., 2001). In jeder Kategorie wird die Abweichung von der Experteneinordnung gemessen. Zusätzlich werden bei einigen Aufgaben die Begründungen für die getroffene Entscheidung der Typisierung erhoben.

Als Moderatorvariablen werden unter anderem Einstellungen zum einen zu epistemologischen Überzeugungen (vgl. Grigutsch et al., 1998) und zum anderen zu Zielen im Mathematikunterricht und zu präskriptiven Theorien des Mathematiklernens aus der COACTIV-Studie (vgl. Krauss et al., 2004) erhoben.

## **Erste Ergebnisse**

Das Testinstrument, das den Kompetenzzuwachs beim fachdidaktischen Wissen zu Aufgaben auf der Ebene der LehrerInnen misst, wurde bei einer 2,5 Tage dauernden Fortbildung für MultiplikatorInnen zum Thema „Diffe-

renzierung und Produktives Üben“ pilotiert. An der Pilotierung nahmen 26 Personen teil. Diese mussten zu Beginn und am Ende der Fortbildung 50 Aufgaben hinsichtlich der Ebene *produktiv* und *nicht produktiv* sowie der Ebene *prozedural* und *konzeptuell* einordnen.

Die Werte für die Reliabilität (Cronbachs  $\alpha$ ) sind im Vergleich zum Pre-Test beim Post-Test bei drei Aufgabenklassen gestiegen (s. Tabelle 1). Dies lässt sich als eine kohärentere Einordnung der Aufgaben im Post-Test deuten und bestätigt die Validität des Testinstruments.

Die letzte Spalte der Tabelle 1 zeigt die Einordnung der Aufgaben durch die Experten. In Klammern ist die Interraterkorrelation mittels Cohens  $\kappa$  angegeben.

<i>Aufgabenklasse</i>	<i>Cronbachs <math>\alpha</math> (Pre-Test)</i>	<i>Cronbachs <math>\alpha</math> (Post-Test)</i>	<i>Anzahl Aufgaben- nach Experten (<math>\kappa</math>)</i>
produktiv	.646	.751	20
nicht produktiv	.728	.754	30
prozedural	.738	.650	23
konzeptuell	.455	.710	27

Tabelle 1: Cronbachs  $\alpha$  (Testpersonen) und Aufgabenanzahl sowie Cohens  $\kappa$  (Experten)

Bei einzelnen ProbandInnen sind deutliche Wirkungen der Fortbildung sichtbar. In Tabelle 2 ist beispielhaft ein Teilnehmer dargestellt. Hier sind in den meisten Aufgabenklassen deutliche Anstiege sichtbar. Eine Analyse der gesamten Gruppe steht noch aus.

<i>Aufgabenklasse</i>	<i>Pre-Test</i>	<i>Post-Test</i>	<i>max. erreichbar</i>
produktiv	10	20	20
nicht produktiv	27	23	30
prozedural	16	18	23
konzeptuell	14	20	27

Tabelle 2: Summenscore eines Multiplikators

## Ausblick

Die erfolgreiche Entwicklung des Tests zur Erfassung der Kompetenzen von LehrerInnen bezogen auf die Identifizierung der oben aufgeführten Aufgabenklassen bildet die Grundlage dafür, das geplante Kontrollgruppendesign realisieren zu können.

Was den Kompetenzzuwachs durch die Fortbildung angeht, zeigen erste Auswertungen aus der Pilotierung deutliche Veränderungen bei denjenigen TeilnehmerInnen, die sich zuvor noch nicht mit dieser Thematik beschäftigt haben. Detailliertere Analysen stehen noch aus. Insbesondere die Einbeziehung der ebenfalls erhobenen Moderatorvariablen wie z.B. Einstellungen könnten tiefergehende Zusammenhänge aufzeigen.

## Literatur

Baumert, J.; Kunter, M.; Blum, W.; Brunner, M.; Voss, T.; Jordan, A. et al. (2010): Teachers' Mathematical Knowledge, Cognitive Activation in the Classroom, and Student Progress. In: *American Educational Research Journal* 59 (5), S. 133–180.

Grigutsch, S., Raatz, U. & Törner, G. (1998). Einstellungen gegenüber Mathematik bei Mathematiklehrern. *Journal für Mathematik-Didaktik* 19 (1), S.3-45.

Krauss, S., Kunter, M., Brunner, M., Baumert, J., Blum, W., Neubrand, M. et al. (2004). COACTIV: Professionswissen von Lehrkräften, kognitiv aktivierender Mathematikunterricht und die Entwicklung von mathematischer Kompetenz. In J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Die Bildungsqualität von Schule: Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung* (S. 31-53). Münster: Waxmann.

Lipowsky, Frank (2010): Lernen im Beruf. Empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildung. In: Florian H. Müller (Hg.): *Lehrerinnen und Lehrer lernen. Konzepte und Befunde zur Lehrerfortbildung*. Münster [u.a.]: Waxmann, S. 51–70.

Lipowsky, Frank (2011): Theoretische Perspektiven und empirische Befunde zur Wirksamkeit von Lehrerfortbildungen. In: Hedda Bennewitz, Martin Rothland und Ewald Terhart (Hg.): *Handbuch der Forschung zum Lehrerberuf*. Münster [u.a.]: Waxmann, S. 398–417.

Renkl, A. (Ed.). (2008). *Lehrbuch Pädagogische Psychologie*. Bern: Huber.

Rittle-Johnson, B., Siegler, R. S., & Alibali, M. W. (2001). Developing conceptual understanding and procedural skill in mathematics: An iterative process. *Journal of Educational Psychology*, 93(2), 346-362.

Winter Heinrich (1984): Begriff und Bedeutung des Übens im Mathematikunterricht. In: *mathematik lehren* 2, S. 4–16

Yoon, K. S., Duncan, T., Lee, S. W.-Y., & Shapley, K. (2008). The effects of teachers' professional development on student achievement: Findings from a systematic review of evidence. Paper presented at the annual meeting of the American Education Research Association, New York, NY.

Zehetmeier, Stefan (2009): The sustainability of professional development. Hg. v. Lyon (Frankreich) CERME6.