

Christina COLLET, Darmstadt

## **Welche Effekte können mit Lehrerfortbildungen zum Problemlösen im Mathematikunterricht erzielt werden?**

### **1. Theoretischer Hintergrund**

Mathematische Probleme zu lösen fällt Schülern häufig schwer. In der mathematikdidaktischen Literatur werden Problemlösekompetenzen neben anderen Kompetenzen, wie z.B. Modellieren und Argumentieren, als bedeutende prozessbezogene Kompetenzen angesehen, die es im regulären Mathematikunterricht zu fördern gilt. Zum Fördern von Problemlösefähigkeiten existiert bereits eine Vielzahl von Studien (z.B. Kilpatrick, 1985). Dagegen gibt es nur wenige Studien, die Fördermöglichkeiten für Problemlösekompetenzen im regulären Mathematikunterricht untersuchen und an einer größeren Schülerstichprobe erproben, wie z.B. die Studien zur Unterrichtsmethode IMPROVE (vgl. z.B. Mevarech & Kramarski, 1997). Forschungsdesiderate bestehen insbesondere hinsichtlich Studien, die Effekte von Lehrerfortbildungen sowohl bei Schülern als auch bei Lehrkräften untersuchen (vgl. Fishman et al., 2003). Aufbauend auf diesen Resultaten und Forschungsdesideraten wurde in unserem sechsjährigen von der DFG geförderten Projekt (vgl. Komorek et al., 2007) ein Unterrichtskonzept zum Fördern von Problemlösefähigkeiten in Verbindung mit Selbstregulation entwickelt und im Rahmen einer Feldstudie mit 49 Lehrkräften und deren Schülern im regulären Mathematikunterricht erprobt.

Das Unterrichtskonzept zum Problemlösenlernen basiert auf der Annahme, dass mangelnde geistige Beweglichkeit teilweise kompensiert werden kann durch bewusstes Erlernen heuristischer Vorgehensweisen im Mathematikunterricht, die zu vergleichbaren Ergebnissen führen wie unbewusste Denkabläufe bei ausgeprägter geistiger Beweglichkeit. Zentrale Idee des Unterrichtskonzepts zum Fördern von Problemlösekompetenzen nach Bruder (2003) ist eine Förderung geistiger Beweglichkeit der Schüler durch eine Ausbildung von Teilhandlungen des Problemlösens in Verbindung mit heuristischen Hilfsmitteln, Strategien und Prinzipien („Wirkprinzip heuristischer Bildung“). Bruder (2003) schlägt dazu ein Phasenmodell zum Ausbilden von Problemlösefähigkeiten vor, das unterschiedliche Bewusstseisgrade umfasst. Eine Förderung von Problemlösefähigkeiten im Mathematikunterricht nach diesem Modell kann als langfristiger Lehr- und Lernprozess angelegt werden, der vier Phasen umfasst:

*Phase 1 – Gewöhnen an heuristische Vorgehensweisen:* Die Schüler werden intuitiv an heuristische Vorgehensweisen gewöhnt. Die Lehrkraft verwendet in dieser Phase typische Fragestellungen zum Problemlösen, ohne jedoch die Strategie bewusst zu machen.

*Phase 2 – Bewusstmachen heuristischer Vorgehensweisen:* Anhand eines markanten Beispiels werden unterschiedliche Vorgehensweisen der Schüler verdeutlicht. Die Schüler lernen verschiedene heuristische Vorgehensweisen zum Lösen der Aufgaben kennen.

*Phase 3 – Bewusste Übungsphase:* In dieser Phase werden die kennen gelernten heuristischen Vorgehensweisen mit variierendem Schwierigkeitsgrad der Aufgaben zumindest zeitweilig bewusst geübt.

*Phase 4 – Unterbewusste Nutzung heuristischer Vorgehensweisen:* Ziel dieser Phase ist es, die kennen gelernten Strategien flexibel, bewusst oder unterbewusst zum Lösen von Problemen in unterschiedlichen Kontexten einzusetzen.

Dieses Unterrichtskonzept verfolgt die Ziele, dass Schüler lernen, mathematische Fragen zu stellen, dass Schüler heuristische Vorgehensweisen kennen und anwenden können und dass Schüler Anstrengungs- sowie Reflexionsfähigkeit für ihr eigenes Vorgehen entwickeln.

## **2. Methode**

Zur Untersuchung von Effekten unterschiedlicher Lehrerfortbildungen wurde ein komplexes Fortbildungsdesign mit vier Trainingsmodulen entwickelt. Ziel war es, verschiedene Fortbildungsvarianten (PL: Problemlösen; SR: Selbstregulation; PS: Kombination; KG: Kontrollgruppe) und deren Wirkungen auf die Problemlöse- und Selbstregulationsfähigkeiten bei Schülern zu studieren. Die Projektlehrkräfte, die in der 7. und 8. Klasse unterrichteten, wurden zu Beginn des Schuljahres 2004/2005 zu ihrem jeweiligen Fortbildungsmodul fortgebildet. Sie sollten die Fortbildungsinhalte mit Materialunterstützung über das Schuljahr in ihren regulären Mathematikunterricht integrieren. Zur Analyse der Effekte auf Lehrer- und Schülerseite wurde eine Vielzahl von Instrumenten eingesetzt. Mit den Instrumenten Lehrerbefragung, Repertory Grid Befragung, Stundenberichte und Arbeitsmaterialien wurden Effekte auf der Seite der Lehrkräfte analysiert. Die Einstellungen und die Selbstregulationsfähigkeiten der Schüler wurden mit einer Prä-Post-Befragungen und deren Problemlösefähigkeiten mit Prä-Post-Follow-up-Tests erfasst. Im Fokus dieses Beitrags steht eine Förderung von Problemlösefähigkeiten im Mathematikunterricht, die mithilfe standardisierter Stundenberichte studiert wurde. Hierbei sollten die Lehrkräfte über einen Zeitraum von ca. 10 Wochen Stundenberichte über ihren Mathematikunterricht in ihrer Projektklasse führen.

### 3. Ergebnisse

Durch die Vielzahl der auf Lehrer- und Schülerseite eingesetzten Instrumente konnten in der Feldstudie eine Reihe von Effekten auf unterschiedlichen Ebenen aufgezeigt werden, die im Folgenden kurz skizziert werden.

#### *Effekte der Fortbildungen auf der Ebene der Lehrkräfte*

Auf der Ebene der *Meinungen und Einschätzungen* der Lehrkräfte zeigte sich, dass die Lehrkräfte die Fortbildung als gewinnbringend ansahen und sich ihre Einstellungen zu binnendifferenzierten Lernangeboten sowie zu kognitiven Anforderungen an und zum Umgang mit Hausaufgaben positiv verändert haben. Die zweite Ebene der Evaluation bezieht sich auf das *Wissen der Lehrkräfte über Konzeptinhalte*. Diesbezüglich wurde festgestellt, dass die Lehrkräfte durch die Fortbildungen Wissen über heuristische Vorgehensweisen, über Elemente zum Fördern selbstregulierten Lernens und über Aufgabenmerkmale erworben haben. Auf einer dritten Ebene wurde das *Lehrerhandeln* im regulären Mathematikunterricht studiert, das mithilfe von Stundendokumentationen und einzureichenden Lehr- und Lernmaterialien erfasst wurde. Die Befunde der Studie zeigen diesbezüglich eine Umsetzung von Konzeptinhalten im Mathematikunterricht. Auf der vierten Ebene wurden die *Schülerleistungen* analysiert. Die Ergebnisse der Studie zeigen deutliche Leistungsentwicklungen bezogen auf Problemlösen und einen vermehrten Einsatz heuristischer Vorgehensweisen durch die Schüler im Post-Test. Es zeigt sich eine signifikante Überlegenheit des reinen Problemlösetrainings bezogen auf den Einsatz heuristischer Vorgehensweisen gegenüber den Gruppen PS und SR. In einer Follow-up-Untersuchung ein Jahr nach Ende des Projektjahres konnte eine Stabilität der Problemlösefähigkeiten der Schüler nachgewiesen werden (vgl. Collet & Bruder, 2008).

#### *Effekte der Fortbildungen auf der Ebene der Schüler und des Unterrichts*

Zudem wurde in der Studie der Frage nachgegangen, welche Aspekte des Mathematikunterrichts einen Einfluss auf die Entwicklung der Problemlösefähigkeiten, insbesondere heuristische Vorgehensweisen, der Schüler haben. Die Grundlage der Datenanalyse bildeten die von 38 Lehrkräften eingereichten 1296 Stundenberichte. Mit den Stundenberichtsdaten wurden Korrelations-, multiple Regressions- und Mehrebenenanalysen durchgeführt (vgl. Collet, 2009). Die Ergebnisse einer Mehrebenenanalyse zeigen, dass Problemlösefähigkeiten im Mathematikunterricht gefördert werden können durch eine bewusste Vermittlung heuristischer Vorgehensweisen, die mit den Stundenberichten erfasst wurde,

#### 4. Diskussion der Studie

Mithilfe der Stundendokumentationen konnte analysiert werden, dass sich die geistige Beweglichkeit der Schüler fördern lässt durch eine Vermittlung heuristischer Vorgehensweisen im Mathematikunterricht, womit das Wirkprinzip heuristischer Bildung nach Bruder (2003) erstmals empirisch belegt wurde. Des Weiteren konnten wesentliche kognitive und nichtkognitive Komponenten erfolgreichen Problemlösens identifiziert werden. Die Studie zeigt insgesamt umfangreiche Effekte auf Lehrer- und Schülerseite und bringt damit für die mathematikdidaktische Forschung neue Erkenntnisse über eine erfolgreiche Förderung von Problemlösefähigkeiten auf der Basis eines an einer größeren Lehrer- und Schülerstichprobe positiv evaluierten Unterrichtskonzepts.

#### Literatur

- Bruder, R. (2003): Methoden und Techniken des Problemlösenlernens. *Material im Rahmen des BLK-Programms „SINUS“ zur „Steigerung der Effizienz des mathematisch-naturwissenschaftlichen Unterrichts“*. Kiel: IPN.
- Collet, C. (2009): Wirkungsanalysen von Lehrerfortbildungen zu Problemlösen in Verbindung mit Selbstregulation. In: Heinze, A. & Krummheuer, G. (Hrsg.): *Empirische Studien zur Didaktik der Mathematik*, 2, Münster: Waxmann.
- Collet, C. & Bruder, R. (2008): Langzeitstudie zu einer Lehrerfortbildung zum Problemlösen in Verbindung mit Selbstregulation. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*. Hildesheim und Berlin: Franzbecker, S. 87-90.
- Fishman, B. J., Marx, R. W., Best, S. & Tal, R. T. (2003): Linking teacher and student learning to improve professional development in systemic reform. In: *Teaching and Teacher Education*, 19, S. 643-658.
- Kilpatrick, J. (1985): A retrospective account of the past 25 years of research on teaching mathematical problem solving. In: Silver, E. (Hrsg.): *Teaching and learning mathematical problem solving: Multiple research perspectives*. Hillsdale, New Jersey: Lawrence Erlbaum, S. 1-15.
- Komorek, E., Bruder, R., Collet, C. & Schmitz, B. (2007): Contents and results of an intervention in maths lessons in secondary level I with a teaching concept to support mathematic problem-solving and self-regulative competencies. In: Prenzel, M. (Hrsg.): *Studies on the educational quality of schools. The final report on the DFG Priority Programme*. Münster: Waxmann, S. 175-196.
- Mevarech, Z. R. & Kramarski, B. (1997): IMPROVE: a multidimensional method for teaching mathematics in heterogeneous classrooms. In: *American Educational Research Journal*, 34(2), S. 365-394.