



Ein Schwerpunktprogramm  
der  
**DFG**

### **Projektleitung**

Prof. Dr. Regina Bruder  
Fachbereich Mathematik  
Technische Universität Darmstadt

Prof. Dr. Bernhard Schmitz  
Fachbereich Erziehungswissenschaft, Psychologie und Sportwissenschaft  
Technische Universität Darmstadt

### **Mitarbeiter/-innen**

Dipl.-Math. Evelyn Komorek  
Pädagogin M.A. Marina Ströbele

### **Kontakt**

Prof. Dr. Regina Bruder  
Fachbereich Mathematik  
Arbeitsgruppe Fachdidaktik  
Schloßgartenstraße 7  
64289 Darmstadt

[bruder@mathematik.tu-darmstadt.de](mailto:bruder@mathematik.tu-darmstadt.de)

Tel.: +49 (0) 6151 16 3688  
Fax: +49 (0) 6151 16 2587

### **Internet**

[http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/ags/ag11/Forschung\\_Projekte.htm](http://www.mathematik.tu-darmstadt.de/ags/ag11/Forschung_Projekte.htm)

## **Konzeption, Durchführung und längsschnittliche sowie prozessuale Evaluation eines Fortbildungsprogramms für Lehrer/innen zur Förderung von Problemlösen und Selbstregulation in Verbindung mit Hausaufgaben im Mathematikunterricht der Sekundarstufe I**

### **Forschungsziele**

Langfristiges Anliegen des gesamten Projektes ist es, fachspezifische und selbstregulative Kompetenzen von Schüler/innen der Sekundarstufe I zu verbessern. In der gegenwärtigen Phase geht es darum, Konzepte für eine nachhaltige Lehrer/innen/fortbildung auszuarbeiten und zu evaluieren. Die Vorstufen dafür bilden das in der 2. Projektphase erfolgreich evaluierte Ausbildungskonzept für die universitäre Phase der Lehramtsausbildung und die im Sommersemester 2003 durchgeführten Lehrer/innen/trainings im Referendariat. Die Entwicklung von Problemlösen und Selbstregulation bei den Schüler/innen soll unter Unterrichtsbedingungen in Abhängigkeit von Inhalt und Gestaltung einer entsprechenden Fortbildung der Lehrkräfte exemplarisch für die Klassenstufe 7 und 8 längsschnittlich und prozessual über ein Schuljahr evaluiert werden.

### **Theoretischer und Methodischer Ansatz**

Den theoretischen Hintergrund der Unterrichtskonzeption bildet u. a. eine Theorie von Bruder (2003) wonach Problemlösen, wenn es im Mathematikunterricht mit Alltagsbezügen von verwendeten heuristischen Strategien verbunden wird, geistige Beweglichkeit (Kreativität), logisches Strukturieren und Analysieren fördert und sich auf diese Weise Metakompetenz (triadisches Denken) durch vielseitig verwendbares Strategiewissen entwickelt.

Eine weitere zentrale theoretische Grundlage der Trainingskonzeption bilden die Selbstregulationsmodelle von Zimmerman (2000) und Schmitz (2001). Es werden u. a. wichtige Aspekte wie Zielsetzung, Selbstbeobachtung, Selbstmotivierung, Volition, Lernstrategien, Selbstreflexion, Selbstbewertung und Ziel- bzw. Strategiemodifikation integriert.

Ziel der Unterrichtskonzeption ist es, Problemlöseelemente, d. h. heuristische Strategien (z. B. Vorwärts- und Rückwärtsarbeiten), Prinzipien (z. B. Zerlegungsprinzip, Invarianzprinzip) und Hilfsmittel (z. B. informative Figur, Gleichung, Tabelle) in Kombination mit Selbstregulationselementen (z. B. Ziele, Volition, Motivation, Ergebniseinschätzung und Reflexion) im Unterricht einzuführen und zu nutzen und auch die Hausaufgaben so zu gestalten, dass die Schüler/innen diese Elemente einsetzen und die Anwendung dieser Strategien und Techniken als nützlich erfahren können.

Zur Vermittlung der Unterrichtskonzeption an die Lehrkräfte wurde ein Fortbildungsprogramm in zwei Durchführungsvarianten erarbeitet: als Kompakttraining auf Fachschaftsebene mit anschließendem unterrichtsbegleitendem Coaching und in der zweiten Variante als betreutes Webbased Training.

Die Effekte beider Varianten auf die Unterrichtsleitbilder und themenspezifischen Vorstellungen der Lehrkräfte sollen unterrichtsbegleitend über ein Schuljahr erfasst werden. Dazu werden die Repertory Grid Befragung und ein standardisiertes Unterrichtstagebuch für Lehrkräfte (Monitoring) eingesetzt. Parallel dazu wird die Wirksamkeit des Unterrichts der fortgebildeten Lehrkräfte längsschnittlich anhand der Schülerleistungen in Mathematik und der Lerneinstellungen im Kontext von Hausaufgaben untersucht.

### **Bisherige Ergebnisse**

Um realistische Möglichkeiten für ein praktikables Unterrichtskonzept zu finden, wurde im Schuljahr 2002/2003 mit besonders engagierten Lehrkräften (Versuchslehrer/innen) zusammengearbeitet. Diese Lehrkräfte stehen der entwickelten Unterrichtskonzeption entsprechend aufgeschlossen gegenüber. Die gegenwärtige Erprobung im Feld muss zeigen, ob die Konzeption auch dann noch so gut aufgenommen und umgesetzt werden kann, wenn mit heterogenen Lehrergruppen gearbeitet wird.

Die Evaluation der Zusammenarbeit mit den Versuchslehrer/innen ließ positive Tendenzen erkennen. Beispielsweise konnte mit der Repertory Grid Befragung festgestellt werden, dass sich die Fortbildungsinhalte in den Grids der Ausgangsbefragung der Versuchslehrer/innen widerspiegeln und sich im Vergleich zur Eingangsbefragung eine veränderte, tiefgründigere Auseinandersetzung mit Mathematikaufgaben, insbesondere auch unter dem Blickwinkel von Problemlösen, abzeichnet.

Im Projekt wurden Tests entwickelt und zur Erprobung eingesetzt. Sie sind noch nicht geeicht und dürfen deshalb nicht als Beleg zur Überprüfung von Forschungshypothesen angesehen werden. Die Testergebnisse können aber betrachtet werden, um Bedingungen der Projektdurchführung zu beschreiben und um über Ursachen von Entwicklungen der Schulleistungen im Projektverlauf zu diskutieren. Die Auswertung dieser Schülertests ergab Leistungssteigerungen vor allem bei Schüler/innen im unteren Leistungsdrittel. Das Resultat stimmt mit Aussagen mehrerer Lehrer/innen im Rahmen der Lehrer/innenbefragung überein, die davon berichten, dass Problemlösenlernen besonders für leistungsschwächere Schüler/innen hilfreich ist.

Eine im Sommersemester 2003 durchgeführte Lehrveranstaltung zur Vermittlung der entwickelten Unterrichtskonzeption an der Technischen Universität Darmstadt wurde von den Studierenden äußerst positiv wahrgenommen, was Inhalte und Art der Veranstaltung sowie Kenntnis- und Kompetenzzuwächse bei den Studierenden betrifft, und konnte positiv evaluiert werden.

Von Februar bis Juni 2004 wurde die Unterrichts- und Hausaufgabenkonzeption mit zukünftigen Lehrkräften in der zweiten Ausbildungsphase (Referendariat) erprobt. Die Auswertungen sind noch nicht abgeschlossen.

### **Bedeutung für die Praxis**

Für die Unterrichtsgestaltung ergeben sich die folgenden Konsequenzen:

- Vermittlung heuristischer Strategien in Kombination mit selbstregulativen Lernstrategien
- Zielorientierung und Motivierung mit Lebensweltbezügen
- Binnendifferenzierung und individuelle Rückmeldung
- klar umrissenes Grundlagenwissen und Grundkönnen handlungsorientiert entwickeln und präsent halten
- Förderung der Verantwortungsübernahme für das eigene Lernen
- Anregung zur Reflexion der eigenen Lernfähigkeit

### **Konkret sieht dies wie folgt aus:**

Die Schüler/innen lernen, sich herausfordernde aber auch erreichbare schulbezogene Ziele zu setzen und diese konsequent und bewusst zu verfolgen. Dies betrifft sowohl mittelfristige Ziele (z.B. Mathenote in der nächsten Arbeit, am Ende des Halbjahres usw.) als auch kurzfristige Ziele (Hausaufgaben in dieser Woche immer anfertigen, Fehlerquote bei den Hausaufgaben verbessern, Fehler analysieren, Ordnung am Arbeitsplatz usw.)

Die Schüler/innen werden zugleich an ein zielgerichtetes, strukturiertes Vorgehen beim Lösen mathematischer Probleme herangeführt. Sie lernen heuristische Strategien und deren Nützlichkeit kennen und wenden diese Strategien bewusst an. Langfristig soll bei den Lernenden eine allgemeine Orientierungsgrundlage ausgebildet werden, die es ihnen ermöglicht individuell schwierige Aufgaben erfolgreich zu bearbeiten und Lernsituationen selbstständig und eigenverantwortlich zu meistern.

### **Beispiel – Entwicklung einer Vision**

Tobias aus der Klasse 7a könnte sich vornehmen, seine Leistungen im aktuellen Schulhalbjahr zu verbessern. Dieses Hauptziel kann er in Unterziele unterteilen, indem er einen Lernplan für die nächste Klassenarbeit erstellt. Er plant, sich aktiv am Unterricht zu beteiligen und stets seine Hausaufgaben gewissenhaft zu erledigen.

Zur Erreichung des gesetzten Ziels wählt er verschiedene Strategien aus und wendet solche an, die ihn der Erreichung seines Ziels näher bringen. Dabei kommen sowohl fachspezifische (heuristische Strategien) als auch fächerübergreifende Strategien wie Willenseinsatz (Umgang mit Ablenkern, Strategien gegen Aufschieben), Konzentration und Selbstmotivation zum Einsatz. Da Tobias die Anfertigung seiner Hausaufgaben gerne aufschiebt, könnte es für ihn hilfreich sein, die Hausaufgaben in Portionen einzuteilen und sich nach der erfolgreichen Erledigung einer jeden Portion zu belohnen. Weil Tobias Probleme hat, mathematische Textaufgaben zu lösen, könnte er stets versuchen, sich das in der Aufgabe dargestellte Problem z.B. grafisch zu veranschaulichen.

Am Ende des Lernvorgangs (nach jeder Hausaufgabe und nach der Klassenarbeit) vergleicht Tobias sein Ergebnis mit dem angestrebten Ziel. Ist das Ziel zufriedenstellend erreicht, so kann er sich der Verfolgung eines neuen Ziels zuwenden (z. B. auch in der nächsten Arbeit wieder eine gute Note zu schreiben). Konnte Tobias das Ziel nicht erreichen, so wird er als selbstregulierter Schüler überlegen, wo die Ursache für seine Probleme liegen. Muss er vielleicht zuerst Lücken im Basiswissen schließen? Oder war das Ziel falsch gewählt und muss verändert werden? Vielleicht wären andere Strategien sinnvoller gewesen? Tobias wird die Antworten auf diese Fragen finden und weiter an der Erreichung des Ziels arbeiten.

Tobias reflektiert und bewertet dabei sein Vorgehen und ist so in der Lage, nötige Veränderungen seines Verhaltens zu erkennen und einzuleiten. Er überlegt regelmäßig, ob seine Art der Vorbereitung auf die Klassenarbeit bzw. das Vorgehen bei der Bearbeitung der Hausaufgaben den Anforderungen angemessen ist.

Es wird deutlich, dass ein Schüler, der wie Tobias, eigenverantwortlich und selbstreguliert lernen gelernt hat, in höherem Maße den Anforderungen des schulischen und später des Berufslebens gerecht werden kann.

### **Ausgewählte Veröffentlichungen:**

- Bruder, R. (2002). Lernen, geeignete Fragen zu stellen. Heuristik im Mathematikunterricht. In: *mathematik lehren* 115, S. 4-8.
- Komorek, E. Bruder, R., Schmitz, B. (2004). Integration evaluierter Trainingskonzepte für Problemlösen und Selbstregulation in den Mathematikunterricht. In: J. Doll & M. Prenzel (Hrsg.), *Bildungsqualität von Schule. Lehrerprofessionalisierung, Unterrichtsentwicklung und Schülerförderung als Strategien der Qualitätsverbesserung*. Münster: Waxmann.