

Edyta NOWINSKA, Universität Osnabrück

KogMaL-R: Kognitionsorientiertes Mathematik-Lehren in der Realschule

Die in den TIMSS- und PISA-Studien nachgewiesenen Defizite deutscher Schüler in der selbstständigen Anwendung des in der Schule erworbenen Wissens stellen für die Unterrichtswissenschaft eine neue Herausforderung dar. Ausgehend von diesen empirischen Befunden wird in verschiedenen Projekten untersucht, wie Unterricht – als eine der zentralen Einflussvariablen auf die Leistung der Schüler – geeigneter gestaltet werden könnte. Eines dieser Projekte ist das Forschungs- und Entwicklungsprojekt „KogMaL-R“¹: Die unzureichenden mathematischen Kenntnisse von Realschülern, die sich seit Jahren nach Schulabschluss um einen Ausbildungsplatz bei der *Georgsmarienhütte GmbH* bewerben, führten dazu, dass die *Stiftung Stahlwerk Georgsmarienhütte* dem Institut für Kognitive Mathematik der Universität Osnabrück ein Unterrichtsentwicklungsprojekt bewilligte. In diesem soll ein Konzept für wirksameren Mathematikunterricht an der Realschule entwickelt und vor Ort erprobt werden.

KogMaL-R zeichnet sich aus durch:

- eine Orientierung an den Denk- und Verstehensprozessen der Lernenden;
- eine kognitionstheoretische Auffassung der Schulmathematik als Werkzeug zur präzisen Darstellung von intuitivem Wissen;
- ein intensives videobasiertes Lehrercoaching.

Ziel ist eine zukünftige Veränderung des Mathematikunterrichts zu Beginn der Realschule in Klasse 5. Vorbereitet wird dies durch zwei Pilotstudien. Ein Tandem von zwei Lehrkräften unterrichtet in zwei folgenden Jahren gemeinsam einen Wahlpflichtkurs der Klassenstufe 6.

Ausgangslage

Eine Analyse der PISA-2000E-Ergebnisse zeigt [8], dass ein Lernzuwachs von Realschülern während eines Schuljahres nicht bei solchen Items nachgewiesen werden kann, die folgende Kompetenzen erfordern:

- Sinnentnahme aus einer verbal gestellten Aufgabenstellung (*sprachlogische Komplexität*)
- Verstehen und sinnvolles Benutzen von – auch nur einfachen – Formeln (*Formalisierung von Wissen*).

¹ KogMaL-R steht für **K**ognitionsorientiertes **M**athematik-**L**ehren an der **R**ealschule. Die Kennung „-R“ ist angefügt, da eine zweite Säule im Gesamtprojekt „KogMaL“ sich unter Leitung von Inge Schwank mit dem Bereich Kindergarten/Grundschule beschäftigt (siehe auch: www.ikm.uni-osnabrueck.de/reddot/75.htm).

Zielsetzung

Ziel von KogMaL-R ist es, die Nachhaltigkeit des Mathematikunterrichts dadurch zu verbessern, dass das bei vielen Schülern zumeist nur fragmentarisch vorhandene mathematische Wissen unter einem einheitlichen Gesichtspunkt geordnet und dadurch die Zugriffsmöglichkeit auf dieses Wissen verbessert wird. Erreicht werden soll dieses sowohl durch eine Veränderung in der stoffdidaktischen Ausrichtung des Mathematikunterrichts als auch durch eine Verbesserung der Unterrichtskultur.

Die stoffdidaktische Veränderung zielt darauf, weite Teile der Schulmathematik kognitionstheoretisch zu strukturieren. Dem Begriff *Funktion* kommt hier insoweit eine tragende Rolle zu, als er nicht nur als ein mathematisches Werkzeug behandelt wird, sondern vor allem als Bestandteil eines mathematischen Betriebssystems, das die Strukturierung von Vorstellungen wesentlich erleichtert. Kaune ([5], S.69) führt dazu aus, dass „mit den Begriffen Funktion, Variable, funktionale Abhängigkeit, Stellenzahl, Argument usw. nicht nur Begriffe im mathematischen Sinne intendiert sind, für die es im Prinzip explizite Definitionen gibt, sondern dass diese auch ein Netzwerk bilden, in das Fragetechniken, Standpunktwechsel, Formalisierungs- und Rechentechniken eingebunden sind.“ Die sichere Verfügbarkeit des Werkzeugs *Funktion* ermöglicht es, Teilgebiete der Schulmathematik nach einer gemeinsamen Leitidee zu unterrichten.

Maßnahmen

Damit dies gelingen kann, sind die Schüler in ihren Kompetenzen zu fördern

- bei der mathematischen Beschreibung von Anwendungssituationen den zu modellierende Sachverhalt mit Hilfe von (mehrstelligen) Funktionen darzustellen,
- das Funktionskonzept sicher und flexibel anzuwenden, so dass dieses für sie zu einem universell einsetzbaren kognitiven Werkzeug wird.

Diese Maßnahmen passen aufgrund der Betonung von Prozesskompetenzen in besonderem Maße zu den Reformbemühungen, wie sie in den Bildungsstandards formuliert sind.

Ein besonderes Augenmerk gilt weiter einer Unterrichtsgestaltung, die Vorstellungen und Fehlvorstellungen der Schüler möglichst erkennbar werden lässt und die Schüler zu metakognitiven Aktivitäten anspornt. Dabei ist die neue kognitionsorientierte Aufgabenkultur Grundlage für eine diskursive Unterrichtsführung, bei der die Kommunikationsprozesse zwischen den Schülern im Vordergrund stehen (vgl. [6]).

Viele der Aufgaben zeichnen sich dadurch aus, dass sie an den Kontext des Unterrichts, an die Vorstellungen und Fehlvorstellungen der Lernenden aber auch an die Merkmale der beteiligten Lehrkräfte angepasst sind. Vi-

deobasierte Unterrichtsanalysen spielen eine wichtige Rolle, um den Bedarf an Maßnahmen zu identifizieren. Der Konzeption der Aufgaben [2] liegt das Osnabrücker Curriculum [1] zugrunde, dessen Leitidee eine kognitionstheoretische Auffassung von Schulmathematik ist: diese liefert geistige Werkzeuge zur präzisen Darstellung von intuitiv verstandenem Wissen. Eine der Konsequenzen, die diese Leitidee impliziert ist, dass dem Aufbau von Modellvorstellungen in den Köpfen der Schüler Vorrang eingeräumt werden muss vor der Vermittlung von mathematischem Sachwissen.

Da bereits zahlreiche Studien belegen, dass es unrealistisch ist, den Unterricht dadurch ändern und die Schülerleistungen dadurch verbessern zu wollen, dass man Lehrkräften neue Materialien zur Verfügung stellt und darauf hofft, dass diese wie gewünscht eingesetzt werden (vgl. [4]), investieren auch wir viel Kraft und Zeit in die Weiterbildung der beteiligten Lehrkräfte. Angeboten wird eine inhaltliche und methodische Beratung sowie ein intensives Lehrercoaching, das auf der Analyse von videografierten Unterrichtsstunden aufbaut. Ziel ist die Veränderung der Lehrer-Schüler-Interaktionen

- durch eine Stärkung der Lehrkräfte in ihrer Diagnosekompetenz bezüglich der mathematischen Denk-, Lern- und Lehrprozesse;
- durch eine Verbesserung der Lehrkräfte in ihrer Unterrichtskompetenz, die Schüler zur Reflexion eigener Fehler und Fehlvorstellungen anzuleiten;
- und schließlich durch die Sensibilisierung der Lehrkräfte für differenzierte Interventions- und Fördermöglichkeiten.

Das Training zu metakognitiven und diskursiven Aktivitäten der Lernenden und der Lehrenden dient nicht nur der Verbesserung der Qualität der unterrichtlichen Interaktionen sondern auch dem Aufbau eines tieferen Verständnisses von mathematischen Begriffen, Werkzeugen und Methoden. Die Bedeutung von metakognitiven und diskursiven Aktivitäten von Lehrenden und Lernenden für die Qualität von Mathematikunterricht erklärt Cohors-Fresenborg [3]. Dass die metakognitiven Kompetenzen der Schüler in der Rangfolge der Effektstärken auf den Lernerfolg schon an vierter Stelle stehen, ist inzwischen schon Lehrbuchwissen ([7], S.35).

Erste Ergebnisse

Wie jede Implementationsforschung, die auf eine Unterrichts-Veränderung zielt, unterliegt auch KogMaL-R zahlreichen Einflussfaktoren, die den Erfolg der Umsetzung der Maßnahmen und infolge den Gesamterfolg der Intervention bedingen (Für eine genauere Analyse von Einflussfaktoren auf solche Implementationen s. [4]). Unsere Studie zeigt, dass die Implementation von kognitionstheoretisch konzipierten Maßnahmen auf der einen Seite und der Lernerfolg der Schüler auf der anderen Seite nicht nur durch

Merkmale seitens der Lehrkräfte - wie fachliche Kompetenz und persönliches Bild von Mathematik - beeinflusst sind, sondern auch wesentlich durch die Fähigkeiten der Lehrkräfte, Präzision, Monitoring und Diskursivität im Unterrichtsgespräch wertzuschätzen und zu praktizieren.

Insgesamt konnten wir nachweisen, dass sich folgende Maßnahmen positiv auf die Qualität der unterrichtlichen Interaktionen, das tiefere Verständnis von mathematischen Begriffen, Werkzeugen und Methoden sowie auf den Lernerfolg der Schüler auswirken: gezielte Weiterbildung der beteiligten Lehrkräfte unter Berücksichtigung ihrer Kompetenzen, Training der Lehrkräfte und Schüler zu metakognitiven und diskursiven Aktivitäten, Analyse der Wirkmechanismen des Mangels an Monitoring, Reflexion und Präzision, kognitionsorientierte Aufgabenentwicklung. Unsere Studie bestärkt uns insbesondere in der Überzeugung, dass ein Mangel an solchen geistigen Werkzeugen, die die Lehrenden und Lernenden zur (Selbst-)Reflexion, zur (Selbst-)Überwachung und zum bewussten Planen von Denkprozessen befähigen, das verständnisvolle Lehren und Lernen von Mathematik und den Aufbau eines kognitiven, mathematischen Betriebssystems gravierend behindert.

Literatur

- [1] Cohors-Fresenborg, E., (2001): Mathematik als Werkzeug zur Wissensrepräsentation: Das Osnabrücker Curriculum. *Der Mathematikunterricht*, 1, 5-13.
- [2] Cohors-Fresenborg, E. & Kaune, C. (2008): Von Anweisungen zu Funktionen, Arbeitsbuch für Schülerinnen und Schüler, Schriftenreihe des Forschungsinstituts für Mathematikdidaktik Nr.41. Osnabrück: Forschungsinstitut für Mathematikdidaktik e.V.
- [3] Cohors-Fresenborg, E.: Mechanismen von Metakognition und Diskursivität im Mathematikunterricht (in diesem Band).
- [4] Gräsel, C & Parchmann I. (2004): „Implementationsforschung – oder: der steinige Weg, Unterricht zu verändern“. *Unterrichtswissenschaft* 3/2004, S. 196-214.
- [5] Kaune C. (1995): Der Funktionsbegriff als ein Fundament für den gymnasialen Mathematikunterricht der Sekundarstufe I. In H. G. Steiner und H.-J. Vollrath (Hrsg.) Neue problem- und praxisbezogene Ansätze in der mathematikdidaktischer Forschung, S. 66-76. Köln: Aulis.
- [6] Kaune, C. (2001): Merkmale eines konstruktivistischen Unterrichtsskripts und eine Analyse dazugehöriger Lehr- und Lernprozesse. *Der Mathematikunterricht*, 47(1), 14-34.
- [7] Meyer H. (2004): Was ist guter Unterricht? Berlin: Cornelsen Scriptor.
- [8] Sommer N. (2008, in Druck): Lernzuwachs und kognitive Aufgabenanforderungen – Untersuchungen am PISA-E-2000- Datensatz. *Journal für Mathematik-Didaktik*.