

Stanislaw SCHUKAJLOW, Jana KRÄMER, Werner BLUM, Michael BESSER, Roland BRODE, Dominik LEISS, Rudolf MESSNER, Kassel

Lösungsplan in Schülerhand: zusätzliche Hürde oder Schlüssel zum Erfolg?

Im vorliegenden Beitrag wird über den Einfluss eines die Aufgabenbearbeitung steuernden Instruments, des „Lösungsplans“, auf die Schülerleistungen, -einstellungen und -strategien beim Bearbeiten von Modellierungsaufgaben zu den Inhaltsbereichen Satz des Pythagoras und Lineare Funktionen berichtet. Die entsprechende Teilstudie fand im Rahmen des Projekts DI-SUM statt (Leiter: W. Blum, R. Messner und R. Pekrun; siehe u.a. Leiss, Blum & Messner, 2007) und reiht sich in die Gesamtkonzeption des Projekts ein, das sich mit der Frage befasst, wie die Entwicklung einer kognitiv anspruchsvollen Fachkompetenz (der Modellierungskompetenz) im Unterricht wirksam und nachhaltig gefördert werden kann.

In vorangegangenen Teilstudien wurde festgestellt, dass Modellierungskompetenz im selbständigkeitsorientierten „operativ-strategischen“ Unterricht, der vorwiegend aus lehrerunterstützter ko-konstruktiver Gruppenarbeit mit Reflexionsphasen im Plenum besteht, besser als in einem „direktiven“ fragend-entwickelnden Unterricht mit Phasen der individuellen Schülerarbeit vermittelt werden kann (Leiss et al., 2008; Schukajlow et al., 2009; Blum et al., 2009). Allerdings waren die Fortschritte der Schüler normativ keineswegs befriedigend. Eine naheliegende Veränderung des Unterrichtskonzepts war es, einen „Lösungsplan“ für die Schüler zu entwickeln, ihn in die operativ-strategische Lernumgebung zu integrieren und seine Wirksamkeit empirisch zu evaluieren.

Der verwendete Lösungsplan beschreibt vier grundlegende Arbeitsschritte: (1) Aufgabe verstehen, (2) Mathematik suchen, (3) Mathematik benutzen und (4) Ergebnis erklären. Er stellt eine schülergerechte Version des bekannten siebenschriftigen Modellierungskreislaufs (Blum & Leiss, 2005) dar. Als handlungsleitende Hilfen wurden u.a. im Punkt (1) „Stell dir die Situation konkret vor“ und im Punkt (2) „Suche die wichtigsten Angaben und ergänze falls nötig fehlende Angaben“ genannt.

Zur Rolle strategischer Hilfen für schulisches Lernen

Die Bedeutung von Strategien für Schülerleistungen, für die Selbstregulation sowie für motivationale und emotionale Faktoren wurde in mehreren empirischen Untersuchungen nachgewiesen. Bei der praktischen Implementation dieser Ergebnisse in den Unterricht stellt sich jedoch die Herausforderung, dass die Hilfen einerseits allgemeingültig bleiben sollen und

gleichzeitig eine Unterstützung bei der Bearbeitung von verschiedenen Modellierungsaufgaben anbieten müssen. Andernfalls werden die Hilfen von Schülern nicht benutzt. Ein weiterer Faktor, der die Wirkung solcher Hilfen abschwächen kann, ist die Tatsache, dass jede Hilfe verstanden (Nührenbörger & Steinbring, 2008; Otte, 1983) und im Gedächtnis längerfristig präsent gehalten werden muss. Dies erfordert mehr kognitive Anstrengungen von den Lernenden und nimmt zusätzliche Unterrichtszeit in Anspruch.

Methode der Untersuchung

In einer quasi-experimentellen Studie wurde der operativ-strategische Unterricht mit und ohne Lösungsplan gegenübergestellt. 96 Schüler aus sechs Realschulklassen der Jahrgangsstufe 9 wurden von einer erfahrenen Lehrperson, die im Projekt mitgearbeitet hat, ca. 5 Stunden an zwei Tagen unterrichtet, wobei in drei Klassen die Schüler den Lösungsplan zur Verfügung hatten. Die verwendeten Aufgaben und die Reihenfolge ihrer Behandlung waren in allen sechs Klassen identisch.

Vor und nach dem Unterricht wurden ein Modellierungstest durchgeführt und Fragebögen ausgefüllt. Beim Modellierungstest wurde ein Rotationsdesign angewandt, bei dem ein Schüler im Vor- und Nachtest unterschiedliche Aufgaben zu bearbeiten hat. Bei der Testauswertung wurde zusätzlich zu einer 0/1- bzw. 0/1/2-Kodierung der Items auch eine detaillierte Auswertung einzelner Modellierungsteilschritte anhand der Schülerlösungen vorgenommen. Die Lösungen wurden dabei u.a. nach Qualität und Passung des mathematischen Modells bzw. des Antwortsatzes ausgewertet.

Bei den Befragungen handelt es sich um Likert-Skalen mit 5-stufigen Antwortmöglichkeiten von „stimmt gar nicht“ bis „stimmt genau“. Mit Hilfe dieser Skalen wurden Selbstberichte der Schüler zu kognitiven (Wiederholung, Organisation, Elaboration) und zu metakognitiven Strategien (Planung, Kontrolle, Selbstregulation) sowie zum Interesse der Schüler erfasst. Die Reliabilität der Test- und Befragungsinstrumente lagen im befriedigenden bis sehr guten Bereich.

Neben den Tests und Befragungen wurden alle Schülergruppen und die Lehrperson videografiert, um das Treatment zu kontrollieren und eine qualitative Auswertung unterrichtlicher Arbeitsprozesse der Schüler zu ermöglichen. Dies geschah im Rahmen verschiedener studentischer Examensarbeiten.

Ergebnisse der Studie

Die Analyse der Testergebnisse mit ANOVA hat gezeigt, dass unter Kontrolle des Vortests Unterschiede in den Schülerleistungen im Nachtest beim Modellieren in Bezug auf den Inhaltsbereich Satz des Pythagoras bestehen. Die Effekte sind auf dem 10%-Niveau signifikant. Der operativ-strategische Unterricht mit dem Lösungsplan erwies sich dabei als die effektivere Lehr-/Lernform.

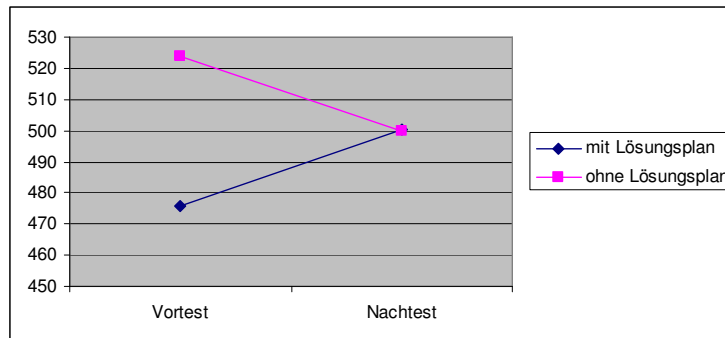


Abbildung 1. Modellierungsleistungen im Vor- und Nachtest. Inhaltsbereich Satz des Pythagoras

Die Untersuchung der Teilschritte „Mathematisches Modell / Rechnung“ und „Antwortsatz“ beim Bearbeiten von Modellierungsaufgaben zum Inhaltsbereich Satz des Pythagoras deutet ebenfalls auf tendenzielle Effekte zugunsten der Unterrichtsform mit Lösungsplan hin.

Neben den Schülerleistungen ist auch die selbstwahrgenommene Nutzung kognitiver Strategien der Schüler in der Lösungsplangruppe angestiegen. Bei den metakognitiven Strategien wurden Unterschiede zwischen den Unterrichtsgruppen im Nachtest bei der Planung, nicht aber bei der Selbstregulation und Kontrolle festgestellt. Das selbstwahrgenommene Interesse der Schüler in beiden Gruppen hat sich im Nachtest gegenüber dem Vortest nicht geändert.

Die Ergebnisse deuten darauf hin, dass der Lösungsplan in Schülerhand positive Wirkungen auf Schülerleistungen, -einstellungen und -strategien hat. Wie die qualitative Auswertungen zeigen, ist das Potential des Lösungsplans in der durchgeführten Unterrichtssequenz jedoch noch nicht ausgeschöpft worden. Zum einen sollten Strategien in einer längeren Unterrichtseinheit behandelt werden, damit ihre Ausführung auch wirklich sichergestellt werden kann (vgl. Modelle der Strategienvermittlung bei Bruder, 2003 oder Hasselhorn, 1996). Zum anderen sollte die Lehrperson noch intensiver darin geschult werden, wie der Lösungsplan im Unterricht vermittelt werden kann. Schließlich sollten spezifische Unterrichtsszenarien

entwickelt werden, in denen eine intensive Auseinandersetzung mit dem Lösungsplans in die Aufgabenlösungen integriert ist und schrittweise im Sinne eines „Fadings“ abgebaut wird.

Die genannten Verbesserungsmöglichkeiten werden derzeit im Konzept eines „methoden-integrativen“ Unterrichts umgesetzt und empirisch im Rahmen des Projekts DISUM 2 erprobt.

Literatur

- Blum, W. & Leiss, D. (2005). Modellieren im Unterricht mit der "Tanken"-Aufgabe. In: *mathematik lehren* (128), 18-22
- Blum, W., Schukajlow, S., Leiss, D. & Messner, R. (2009). Selbständigkeitsorientierter Mathematikunterricht im ganzen Klassenverband? Einige Ergebnisse aus dem DISUM-Projekt. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht 2009*. Münster: WTM Verlag, 291-294
- 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
- Hasselhorn, M. (1996). *Kategoriales Organisieren bei Kindern*. Göttingen: Hogrefe
- Leiss, D., Blum, W. & Messner, R. (2007). Die Förderung selbständigen Lernens im Mathematikunterricht – Problemfelder bei ko-konstruktiven Lösungsprozessen. In: *Journal für Mathematik-Didaktik* 28 (3/4), 224-248
- Leiss, D., Blum, W., Messner, R., Müller, M., Schukajlow, S. & Pekrun, R. (2008). Modellieren lehren und lernen in der Realschule. In: *Beiträge zum Mathematikunterricht*. Münster: WTM Verlag, 370-373
- Nührenbörger, M. & Steinbring, H. (2008). Manipulatives as tools in teacher education. In: D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *International Handbook of Mathematics Teacher Education: Vol. 2: Tools and Processes in Mathematics Teacher Education*. Rotterdam: Sense Publishers, 57 - 181
- Otte, M. (1983). Texte und Mittel. In: *Zentralblatt für Didaktik der Mathematik*, 15(4), 183-194
- Schukajlow, S., Blum, W., Messner, R., Pekrun, R., Leiss, D. & Müller, M. (2009). Unterrichtsformen, Emotionen und Anstrengung als Prädiktoren von Schüler-Leistungen bei anspruchsvollen mathematischen Modellierungsaufgaben. *Unterrichtswissenschaft*, 37(2), 164-186