

## **Selbständiges Arbeiten mit Modellierungsaufgaben? Ja, aber wie?!**

Obwohl die Notwendigkeit der Behandlung von anwendungsbezogenen authentischen Modellierungsaufgaben schon lange unbestritten ist, bleibt die Frage offen, wie solche Aufgaben im Unterricht behandelt werden sollen. Die konstruktivistische Sichtweise auf Lernprozesse legt die Vermutung nahe, dass eine selbständige Aufgabenbearbeitung durch Schüler und eine adaptive Unterstützung individueller Lösungsprozesse durch Lehrer, den Erwerb von Modellierungskompetenz beeinflussen. Die Entwicklung und empirische Überprüfung von alternativen Lernumgebungen mit Modellierungsaufgaben, die den Schülern verschiedene Grade an Selbständigkeit ermöglichen, war ein Ziel des von der DFG geförderten Forschungsprojektes DISUM<sup>1</sup>. Im Fokus dieses Beitrags stehen Ergebnisse zur Bedeutung der im Unterricht mittels Fragebögen erhobenen Schüler-Selbständigkeit für die Entwicklung der Modellierungskompetenz sowie Wechselwirkungen zwischen der Selbständigkeit und anderen Unterrichtswahrnehmungen der Schüler.

### **1. Lernumgebungen mit Modellierungsaufgaben**

Das Zentrum der konstruierten Lernumgebungen bilden Modellierungsaufgaben zu den Themen „Lineare Funktionen“ und „Satz des Pythagoras“ wie z.B. die Aufgabe „Zuckerhut“ (Blum & Leiss, 2007). Mehrstündige Videobeobachtungen zum Lehrer- und Schülerverhalten beim Lösen der Modellierungsaufgaben im Labor und im Unterricht (Leiss & Wiegand, 2005; Schukajlow, 2006) und Literaturstudien zu relevanten Forschungsfragen führten zu drei jeweils 10-stündigen Unterrichtsszenarien. Ein „direktiver“ – aus der TIMS-Studie bekannter – fragend-entwickelnder Unterricht, der mit der individuellen Aufgabenbearbeitung durch die Schülern abwechselt, wurde mit zwei anderen didaktischen Konzepten empirisch kontrastiert. Den höchsten Selbständigkeitsgrad sollte die autonome Aufgabenbearbeitung der Schüler gewährleisten, bei der die Schüler im Unterricht nur die zu bearbeitenden Aufgaben bekommen und der Lehrer reine Aufsichtsfunktionen erfüllt. Eine aus unserer Sicht optimale kognitive Selbständigkeit sollte in einer „operativ-strategischen“ Lernumgebung an-

---

<sup>1</sup> DISUM ist eine Abkürzung für **D**idaktische **I**nterventionsformen für einen selbständigkeitsorientierten aufgabengesteuerten Unterricht am Beispiel **M**athematik. Projektleiter sind Prof. Dr. W. Blum, Prof. Dr. R. Messner (beide Universität Kassel) und Prof. Dr. R. Pekrun (Universität München).

geboten werden, die methodisch vor allem durch kooperative Schülerarbeit und situationsadäquate, selbstständigkeitsfördernde Lehrerinterventionen erreicht werden sollte. Die kooperative Arbeit in Vierergruppen wird dabei durch Präsentationen von Schülerlösungen und eine Demonstration der Lösungsprozesse an der Tafel durch den Lehrer im Sinne des Lernens am Modell ergänzt. (Bandura, 1976).

## **2. Untersuchungsdesign und Messinstrumente**

Die empirische Untersuchung der drei genannten Lernumgebungen hat im Herbst/Winter 2006 in vier Realschulklassen der Jahrgangsstufe 9 stattgefunden. Jede Untersuchungsgruppe des operativ-strategischen und des direktiven Unterrichts bestand aus 16 Schülern, die durch einen Leistungshomogen ausgewählt wurden. Die restlichen Schüler der jeweiligen Klassen haben die Aufgaben allein bearbeitet. Alle Gruppen bekamen die gleichen Modellierungsaufgaben in derselben Reihenfolge vorgelegt. Die Art der Behandlung von Modellierungsaufgaben war in den Regiebüchern entsprechend der jeweiligen Lernumgebung spezifiziert. Vor der Unterrichtseinheit hat eine Lehrerschulung stattgefunden. Die Modellierungskompetenz der Schüler wurde vor und nach der Unterrichtseinheit sowie drei Monate später mit Hilfe eines im DISUM-Projekt entwickelnden Leistungstests gemessen, der in verschiedenen Parallelversionen eingesetzt wurde. Die Schülerbefragungen wurden zum einen an den gleichen Messpunkten wie die Leistungstests und zum anderen in einer Kurzversion nach jeder Doppel- oder Einzelstunde durchgeführt. Die Kurzfragebögen sollten – wie auch die durchgeführte Videographie – das Treatment kontrollieren und Zusammenhänge zwischen den Unterrichtswahrnehmungen der Schüler und ihren Leistungsveränderungen aufdecken.

In den Kurzbefragungen wurden folgende Bereiche abgefragt:

Freude: „Die Aufgaben haben mir Spaß gemacht“, Anstrengungsbereitschaft: z.B. „Wie sorgfältig hast du heute die Aufgaben bearbeitet?“, Planen und Strukturieren: z.B. „Als ich heute die Aufgaben gelöst habe, habe ich zuerst geplant, wie ich die Arbeit anpacken will“, Kontrolle und Evaluation: z.B. „Als ich heute die Aufgaben gelöst habe, habe ich versucht, mir nochmals vorzustellen, ob die Lösung überhaupt stimmen konnte“, und Selbständigkeitserfahrungen: z.B. „Ich konnte heute meine Arbeitswege selbst bestimmen“. (DISUM-Team, 2006). Die Reliabilitäten der Skalen waren befriedigend bis sehr gut. Um einen Eindruck über die ganze Unterrichtseinheit zu gewinnen, wurden die Mittelwerte zu jeder von der oben genannten Skalen gebildet und Korrelationen mit den Leistungszuwächsen und untereinander berechnet (siehe Korrelationstabelle).

### 3. Ergebnisse

Die Überprüfung der Ergebnisse mit t-Tests haben signifikante Zuwächse der Modellierungskompetenz in zwei von drei Lernumgebungen gezeigt. Die größten Leistungszuwächse hat die operativ-strategische Schüler-Gruppe erreicht, dann folgen die Schüler, die direktiv unterrichtet wurden. Die alleine arbeitenden Schüler konnten keinen signifikanten Zuwachs ihrer Modellierungskompetenz erreichen.

Die Untersuchung des Zusammenhanges zwischen den Schülerwahrnehmungen des Unterrichts und den Kompetenzveränderungen hat in beiden lehrergesteuerten Unterrichtsszenarien nur einen signifikanten Prädiktor der Leistungsveränderungen sichergestellt: die Selbständigkeit der Schüler. Ferner gewinnt die Selbständigkeit an Bedeutung, weil sie hochsignifikant positiv mit anderen Unterrichtsvariablen wie Freude, Anstrengung und Strategieneinsatz korreliert (siehe Korrelationstabelle). Offenbar ist die Selbständigkeit der Schüler ein wichtiger Indikator für die Unterrichtsqualität in Lernumgebungen mit realitätsbezogenen Modellierungsaufgaben.

Korrelationstabelle. Korrelationen zwischen Leistungszuwächsen und Unterrichtswahrnehmungen unter Kontrolle des Vorwissens der Schüler. (r: Korrelationskoeffizient, p: Irrtumswahrscheinlichkeit).

		Test	SE	AN	K&E	P&S	FR
Leistungs- veränderungen (Test)	r	1.00	.301	.130	-.034	.093	.140
	p	.	.024	.338	.806	.496	.302
Selbständigkeit (SE)	r	.301	1.00	.484	.540	.638	.649
	p	.024	.	.000	.000	.000	.000
Anstrengung (AN)	r	.130	.484	1.00	.410	.314	.645
	p	.338	.000	.	.002	.018	.000
Kontrolle und Evaluation (K&E)	r	-.034	.540	.410	1.000	.599	.564
	p	.806	.000	.002	.	.000	.000
Planen & Struk- turieren (P&S)	r	.093	.661	.314	.599	1.00	.492
	p	.496	.000	.018	.000	.	.000
Freude (FR)	r	.140	.630	.645	.564	.492	1.00
	p	.302	.000	.000	.000	.000	.

Die drei untersuchten Lernumgebungen unterscheiden sich erwartungsgemäß nicht nur bezüglich der Kompetenzentwicklung sondern auch in der berichteten Schüler-Selbständigkeit. In der operativ-strategischen Lernumgebung und in der allein arbeitenden Gruppe haben sich die Schüler selbständiger gefühlt als im direktiven Unterricht (Irrtumswahrscheinlichkeit im t-Test  $p < 0.05$ ). Jedoch nur die operativ-strategische Gruppe kann diese Selbständigkeit wirklich auf der Leistungsebene umsetzen. Die selbständigkeitsfördernde Unterstützung durch Lehrer ist offenbar eine unabdingbare Voraussetzung für die Leistungsentwicklung der Schüler in Lernumgebungen mit Modellierungsaufgaben.

### **Literatur**

- [1] Albert Bandura: Lernen am Modell / Ansätze zu einer sozial-kognitiven Lerntheorie. Klett, Stuttgart 1976
- [2] Werner Blum, Dominik Leiss: How do Students and Teachers deal with mathematical Modelling Problems? The example Sugaloaf und the DISUM Project. In C. Haines, P. Galbraith, W. Blum & S. Khan (Eds.), Mathematical Modelling (ICTMA12) - Education, Engineering and Economics. Horwood, Chichester 2007
- [3] DISUM-Team: Skalenbuch zur Hauptstudie I. Universität Kassel 2006
- [4] Dominik Leiss, Bernd Wiegand: A classification of teacher interventions in mathematics teaching. ZDM, 37(3) 2005
- [5] Stanislaw Schukajlow: Schüler-Schwierigkeiten beim Lösen von Modellierungsaufgaben – Ergebnisse aus dem DISUM-Projekt. In Beiträge zum Mathematikunterricht. Franzbecker, Hildesheim 2006