

Christine BESCHERER und Christian SPANNAGEL, Ludwigsburg

Aktivierendes Mathematik-Lernen zum Studienbeginn

Obwohl in didaktischen Veranstaltungen immer die Wichtigkeit eigenständigen und selbstbestimmten Lernens betont wird, werden viele fachwissenschaftliche Veranstaltungen nach dem Paradigma der Instruktion abgehalten. In Übungen, die fachwissenschaftliche Vorlesungen begleiten, werden vom Tutor oder allenfalls von guten Studierenden die Musterlösungen zu den Aufgaben oft einfach an der Tafel demonstriert. Die Teilnehmer selbst werden dabei kaum aktiv. Sie verfolgen die Lösungen bzw. stellen Fragen zu den vorgestellten Lösungswegen. Oft merken Studierende erst bei der Vorbereitung auf die Klausur, dass sie nicht im Stande sind, die Aufgaben selbst zu lösen, da sie evtl. in den Übungen der Illusion unterlegen sind, sie hätten den Lösungsweg verstanden (vgl. [1]).

Darüber hinaus kann bei Studierenden mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeit der Eindruck entstehen, dass die Aufgaben nur von Tutoren oder sehr guten Studierenden lösbar sind. Unter mathematischer Selbstwirksamkeit versteht man in Anlehnung an Bandura (vgl. [2]) die Überzeugung einer Person von sich selbst, mathematische Handlungen erfolgreich durchführen zu können. Eine Steigerung des eigenen Kompetenzgefühls wird durch derartiges Vorrechnen weitgehend verhindert.

Zahlreiche Studenten kommen zudem mit dem Bild gymnasialen Mathematikunterrichts, der sich durch einen hohen Anteil frontaler Phasen auszeichnet, an die Hochschule. Insbesondere in Lehramtsstudiengängen ist es wichtig, mit diesem Bild in den ersten Studiensemestern zu brechen, da sonst die Gefahr besteht, dass die Studierenden später in ihrer Berufspraxis nach alten Mustern unterrichten.

Didaktische Design Pattern eignen sich, um Best Practices in Lehr-/Lernszenarien zu kommunizieren [3]. Dem oben beschriebenen *Anti-Pattern* passiven Lernens kann das *Pattern* aktiven Mathematiklernens in fachwissenschaftlichen Übungen entgegengestellt werden [4]. Im Folgenden werden Elemente des Patterns beschrieben und die Ergebnisse einer empirischen Begleituntersuchung zur Lehrveranstaltung „Einführung in die Arithmetik“ vorgestellt.

1. Aspekte aktivierender Mathematik-Lernumgebungen

Die Selbstbestimmungstheorie von Deci & Ryan [5] gibt einige Anregungen, wie man Lernsituationen herstellen kann, die aktives, selbstbestimmt motiviertes Lernen fördern. Lernumgebungen müssen derart gestaltet sein,

dass die Lernenden sich als *autonom*, *kompetent* und *sozial eingebunden* erleben. Im Zusammenhang mit dem Kompetenzerleben ist es für Lernende mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeit wichtig, Erfolgserlebnisse aufgrund eigener Tätigkeiten zu haben [2]. Prenzel et al. [6] ergänzen drei Aspekte für selbstbestimmt motiviertes Lernen: die wahrgenommene inhaltliche Relevanz des Lernstoffes, die wahrgenommene Instruktionsqualität und das wahrgenommene inhaltliche Interesse beim Lehrenden.

Das Pattern *Aktives Lernen in Mathematikübungen* [4] berücksichtigt diese theoretischen Aspekte folgendermaßen:

- Jede Woche bekommen die Studierenden 5-6 umfangreiche, offene Arbeitsanregungen, von denen sie sich mindestens zwei zur Bearbeitung auswählen sollen. Die Wahlfreiheit soll dabei die wahrgenommene Autonomie der Studierenden fördern. Die Arbeitsanregungen enthalten auch Tipps zur Bearbeitung und Hinweise auf Werkzeuge wie Tabellenkalkulation und Taschenrechner, die sich zur Lösung anbieten.
- In der Zeit zwischen den Übungsstunden und in der Übungsstunde selbst lösen die Studierenden in Kleingruppen die gestellten Aufgaben selbsttätig. Es werden weder in der Stunde Lösungswege präsentiert noch werden Musterlösungen ausgeteilt.
- Die Tutorinnen und Tutoren unterstützen in den Übungsstunden bei Problemen und geben individuelles Feedback. Sie verraten dabei nicht die Lösungen, sondern geben Anregungen zur Weiterarbeit.
- Die Studierenden erhalten darüber hinaus eine Rückmeldung zu ihren Leistungen durch eine Probeklausur, die im zweiten Drittel des Veranstaltungszeitraums geschrieben und mit schriftlichem Feedback zurückgegeben wird.
- Die soziale Eingebundenheit wird zum einen dadurch gefördert, dass Studierende sich in Kleingruppen (3-4 Personen) organisieren. Zum anderen wird eine virtuelle Lernplattform (z.B. Moodle) eingesetzt, um die Kommunikation zwischen allen Teilnehmern auch unter der Woche zu ermöglichen. Dabei wird zu jeder Arbeitsanregung ein eigenes Diskussionsforum bereitgestellt, in dem Fragen gestellt und Diskussionen geführt werden können.
- Da sich die Studierenden in den Übungen Aufgaben auswählen können, erhalten sie auch in der Klausur eine gewisse Wahlfreiheit, beispielsweise durch die Möglichkeit, sich aus 10 Aufgaben 5 auswählen zu können.

2. Ergebnisse einer empirischen Begleituntersuchung

Im Wintersemester 2007/08 wurden die Übungen zur Lehrveranstaltung „Einführung in die Arithmetik“ im Studiengang Realschullehramt an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg erstmals nach diesem Konzept durchgeführt. Im Sinne des Aktionsforschungsansatzes [7] wurden dabei die folgenden Hypothesen untersucht:

H1. Bei Studierenden mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeit (MSW) steigert sich diese im Laufe der Veranstaltungszeit.

H2. Studierende mit hoher MSW sind zunächst empfänglicher für das Konzept. Dies gleicht sich gegen Ende des Semesters an.

Zur Erfassung der mathematischen Selbstwirksamkeit wurde der Fragebogen von Betz und Hackett [8] adaptiert. Dieser Fragebogen wurde zu Beginn und am Ende der Veranstaltung von den Studierenden beantwortet. Hypothese 2 wurde überprüft, indem der Motivationsfragebogen von Prenzel et al. [6] eingesetzt wurde, und zwar in der Mitte und am Ende des Veranstaltungszeitraums. Die Studierenden (N=50) wurden aufgrund ihres anfänglichen Wertes der mathematischen Selbstwirksamkeit per *median split* in zwei Gruppen aufgeteilt: diejenigen mit einem niedrigen Wert (MSW-) und diejenigen mit einem hohen Wert (MSW+).

zu H1: Eine Varianzanalyse mit Messwiederholung ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Zeitpunkten (Anfang und Ende) in beiden Gruppen. Sowohl die Gruppe MSW- als auch die Gruppe MSW+ steigerte sich in ihrer Selbstwirksamkeit im Laufe des Veranstaltungszeitraums ($F(1,48)=7,49$; $p<0,01$; $\eta^2=0,14$). Der Mittelwert der Gruppe MSW- erhöhte sich von 130,3 auf 136,3 Punkte, der Mittelwert der Gruppe MSW+ von 157,0 auf 163,6 Punkte bei einem maximal möglichen Wert von 180 Punkten. Hypothese H1 betreffend wurden also nicht nur die Studierenden mit niedrigen mathematischer Selbstwirksamkeit gefördert, sondern alle Studierenden.

Zu H2: Eine multivariate Varianzanalyse über die sechs Aspekte Autonomie, Kompetenz, soziale Einbindung, Relevanz, Instruktionsqualität und inhaltliches Interesse der Lehrperson, die in der Mitte des Veranstaltungszeitraums erhoben wurden, ergab einen signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen MSW- und MSW+ ($F(6,43)=2,92$; $p<0,05$; $\eta^2=0,29$). Post-Hoc-Tests mit einem korrigierten Alpha-Niveau von 0,008 ergaben Unterschiede in den Aspekten *Autonomie*, *Kompetenz* und *Interesse der Lehrperson*. Studierende der Gruppe MSW+ fühlten sich autonomer und kompetenter und nahmen stärker das inhaltliche Interesse der Lehrperson wahr. Eine multivariate Analyse über die sechs Aspekte am Ende der Veranstal-

tungszeit ergab wiederum einen signifikanten Unterschied zwischen beiden Gruppen ($F(6,43)=2,85$; $p<0,05$; $\eta^2=0,28$). Post-Hoc-Tests ergaben erneut einen Unterschied in den Aspekten Autonomie- und Kompetenzwahrnehmung, nicht aber beim inhaltlichen Interesse der Lehrperson. Hypothese H2 trifft somit insofern zu, dass Studierende mit hoher mathematischer Selbstwirksamkeit empfänglicher für das Konzept dahingehend sind, dass sie sich als autonomer und kompetenter wahrnehmen als Personen mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeit. Dies gleicht sich gegen Ende der Veranstaltungszeit aber nicht aus. Vermutlich liegt dies daran, dass die Zeitspanne zwischen den beiden Motivationsmessungen zu kurz war.

Weitere Analysen ergaben zudem, dass Studierende der Gruppe MSW-tendenziell mehr negative Empfindungen hatten, Studierende der Gruppe MSW+ eher positive Empfindungen. In zukünftigen Veranstaltungen sollen daher vor allem Studierende mit niedriger mathematischer Selbstwirksamkeitserwartung noch stärker unterstützt werden, insbesondere durch individuelles Feedback.

Literatur

- [1] R. K. Atkinson, S. J. Derry, A. Renkl & D. Wortham (2000). Learning from Examples: Instructional Principles from the Worked Examples Research. *Review of Educational Research* 70(2), S. 181-214.
- [2] A. Bandura (1998). *Self-efficacy. The Exercise of Control*. W. H. Freeman and Company, New York.
- [3] R. Vogel & S. Wippermann (2004). Communicating didactic knowledge in university education. In: L. Cantoni & C. McLoughlin (Hrsg.), *Proceedings of EDMedia 2004. June 21th-26th, 2004, Lugano, Switzerland*, S. 3231-3235.
- [4] C. Bescherer, C. Spannagel & W. Müller (2008). Anti Pattern and Pattern for Introductory Mathematics Tutorials. Erscheint im *Proceedings-Band der EuroPLoP 2008, Irsee, Deutschland*.
- [5] E. L. Deci & R. M. Ryan (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39 (2), S. 223–238.
- [6] M. Prenzel, K. Kramer & B. Drechsel (2001). Selbstbestimmt motiviertes und interessiertes Lernen in der kaufmännischen Erstausbildung - Ergebnisse eines Forschungsprojekts. In: K. Beck & V. Krumm (Hrsg.), *Lernen und Lehren in der beruflichen Erstausbildung. Konzepte für eine moderne kaufmännische Berufsqualifizierung* (S. 37-61). Leske und Budrich, Opladen.
- [7] H. Altrichter & P. Posch (1998): *Lehrer erforschen ihren Unterricht. Eine Einführung in die Methoden der Aktionsforschung*. Verlag Julius Klinkhardt, Bad Heilbrunn.
- [8] N. E. Betz & G. Hackett (1983). The Relationship of Mathematics Self-Efficacy Expectations to the Selection of Science-Based College Majors. *Journal of Vocational Behavior* 23, S. 329-345.