

Christian SPANNAGEL & Christine BESCHERER, Ludwigsburg

## **Didaktische Entwurfsmuster für technologieunterstützte Mathematikübungen**

An guten Mathematikunterricht werden – insbesondere aus konstruktivistischer Sicht – verschiedene Forderungen gestellt: Er soll schüleraktivierend und prozessorientiert sein. Die Lernenden sollen die Möglichkeit bekommen, Experimente durchzuführen, authentische Problemkontexte zu erforschen und im Dialog mit anderen Lernenden Lösungsideen zu entwickeln. Und Schülerinnen und Schüler sollen lernen, Technologie dort einzusetzen, wo sie sinnvoll und hilfreich ist.

Diese Forderungen können in Analogie auf die Hochschullehre in der Mathematik übertragen werden. Allerdings sieht die Realität – insbesondere in Einführungsveranstaltungen mit großer Teilnehmerzahl – anders aus: Neben der Vorlesung werden Vorrechenübungen gehalten, in denen Studierenden Standard-Lösungswege vorgeführt werden. Insbesondere in der Lehramtsausbildung ist dies aber mehr als fragwürdig: Wenn zukünftige Lehrerinnen und Lehrer Mathematikunterricht im oben beschriebenen Sinne halten sollen, dann müssen sie während des Studiums erfahren, was es heißt, *Mathematik zu treiben*. Ansonsten muss man sich fragen, wie zukünftige Lehrerinnen und Lehrer es aus eigener Kraft schaffen sollen schülerzentrierten Unterricht zu gestalten, wenn sie selbst meist lehrerorientiert unterrichtet worden sind.

Lernerzentrierter Unterricht ist in Einführungsveranstaltungen an der Hochschule aufgrund der großen Teilnehmerzahlen allerdings zugegebenermaßen schwieriger umzusetzen als im Klassenzimmer:

- Verschiedene Sozialformen und Handlungsmuster können im Rahmen einer 90-minütigen „Vorlesung“ in einem Hörsaal kaum durchgeführt werden.
- Individuelle Rückmeldungen zu Lernprozessen einzelner Studierender sind ohne Weiteres nicht zu leisten.
- Insbesondere fachwissenschaftlich orientierte Hochschullehrer haben oft keine oder nur eine unzureichende didaktische Ausbildung und führen daher alte Muster einfach fort.

Im vom BMBF geförderten Verbundprojekt SAiL-M („Semiautomatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik“) werden Methoden entwickelt, mit denen lernerzentrierte und prozessorientierte Mathematik-

lehre an Hochschulen umgesetzt werden kann. Dabei wird folgendermaßen vorgegangen:

- Es werden Didaktische Entwurfsmuster (*Didactical Design Patterns*; DDP) erstellt, mit deren Hilfe lernerzentrierte und prozessorientierte Konzepte (insbesondere unter Einsatz von Technologie) für die Mathematiklehre einfach und in strukturierter Weise kommuniziert werden können.
- Es werden Computerwerkzeuge entwickelt, mit deren Hilfe semiautomatisches Feedback zu individuellen Lösungswegen von Studierenden gegeben werden kann.

In diesem Artikel werden die Konzeption der Lehrveranstaltung und die Entwicklung der entsprechenden DDP beschrieben. Auf die semiautomatischen Feedback-Werkzeuge wird hier nur kurz eingegangen.

## **1. Theoretische Grundlagen**

Als Basismodell für die Konzeption der Lehrveranstaltung dient das Handlungsmodell von Marzano und Kendall (2007). In diesem Modell spielt neben der kognitiven und metakognitiven Ebene insbesondere die Ebene des Selbst eine wesentliche Rolle. Handlungen werden nur dann durchgeführt und mit Engagement verfolgt, wenn auf der Ebene des Selbst-Systems die entsprechende Entscheidung getroffen wird. Hier spielen insbesondere Konzepte wie selbstbestimmte Formen der Motivation (Deci & Ryan, 1993) und (mathematische) Selbstwirksamkeitserwartungen (Bandura, 1997) eine wesentliche Rolle. Bei der Konzeption der Veranstaltung wurden Strategien umgesetzt, die insbesondere im Selbst-System wirken. Hierzu zählen Strategien zur Förderung der wahrgenommenen Autonomie, Kompetenz und sozialen Eingebundenheit sowie die Förderung der Eigenaktivität der Lernenden.

## **2. Arbeiten im Vorfeld**

Im Projektvorfeld wurde an der Pädagogischen Hochschule Ludwigsburg ein bestehendes Veranstaltungskonzept im Sinne der Lernerzentrierung und Prozessorientierung und gemäß dem theoretischen Grundmodell umgestaltet. Dabei handelt es sich um die Einstiegsmodule (Modul 1: Einführung in die Arithmetik; Modul 2: Einführung in die Geometrie) im Rahmen des Studiengangs Realschullehramt.

Damit die Umstellung schrittweise erfolgt, wurde zunächst bei der Veränderung der Übungen nach folgendem Konzept begonnen: Wöchentlich werden 5-6 komplexe Arbeitsanregungen an die Studierenden ausgegeben

(und nicht, wie bislang, ein Aufgabenblatt mit Übungs- und Anwendungsaufgaben). Die Arbeitsanregungen sind möglichst offen, komplex und in einen motivierenden Kontext eingebettet. In kleinen Gruppen von 3-4 Personen werden diese Anregungen über die Woche hinweg bearbeitet. Dabei dürfen die Studierenden sich 2-3 Arbeitsanregungen aussuchen – es müssen nicht alle bearbeitet werden (*Förderung der Autonomiewahrnehmung*). Die Übungsstunde ist dazu da, dass die Studierenden von einem Tutor bei ihrer Arbeit betreut werden (*coaching*). Der Tutor verrät keine Lösungen, sondern gibt Tipps und Hinweise für das weitere Vorgehen und informatives Feedback zu den Prozessen der Studierenden (*Förderung der Kompetenzwahrnehmung*). Es findet kein Vorrechnen von Standardlösungen statt. Die *soziale Eingebundenheit* wird zum einen durch die Teamarbeit gefördert, zum anderen durch die Bereitstellung von virtuellen Diskussionsforen in Moodle. Darüber hinaus können die Studierenden das Angebot eines „offenen Matheraums“ annehmen, in dem ein Tutor für Fragen aller Art zur Verfügung steht.

### **3. Entwicklung von DDPs für lernerzentrierte Mathematiklehre**

Zur Kommunikation dieses Übungskonzepts wurde ein DDP angefertigt. DDPs sind semiformale, textbasierte Beschreibungsformen, in denen didaktisch-methodische „Best Practices“ beschrieben werden (Wippermann, 2008). DDPs sind so allgemein, dass sie auf verschiedene Lehr-/Lernsituationen passen, aber so konkret, dass sie die Umsetzung des DDP veranschaulichen. Mehrere aufeinander bezogene DDPs bilden eine Patternsprache.

DDPs weisen eine einheitliche Struktur auf. Es werden folgende Bereiche beschrieben:

- Problem / Herausforderung / Motivation
- Einflüsse / Kräfte (Forces)
- Lösung
- Theoretische Begründung
- Beispiele
- Verwandte Pattern

Das oben dargestellte Übungskonzept wurde in einem DDP mit der Bezeichnung ACTIVATING STUDENTS IN INTRODUCTORY MATHEMATICS beschrieben (Bescherer, Spannagel & Müller, in press). Zudem wurden mehrere Unterpatterns zu diesem Konzept beschrieben, die sich direkt auf den Technologieeinsatz innerhalb des Übungskonzepts beziehen (Bescherer & Spannagel, in press). Im Folgenden werden nur kurz die Inhalte der DDPs angerissen:

- **TECHNOLOGY ON DEMAND:** Technologie soll von den Studierenden dann eingesetzt werden, wenn es sinnvoll ist. Dabei können sie ihrer Ansicht nach passende Werkzeuge wählen (Tabellenkalkulation, Dynamische Geometriesysteme, Taschenrechner, ...).
- **HELP ON DEMAND:** Studierende bringen unterschiedliches Vorwissen im Umgang mit den technologischen Werkzeugen mit. Hilfe zu den Werkzeugen wird daher nicht vorab gegeben, sondern nur bei Bedarf (in Form von tutorieller Betreuung, Hilfevideos oder Anleitungen).
- **FEEDBACK ON DEMAND:** Studierende können sich individuelles Feedback zu ihren Lösungsprozessen anfordern. Da dies in großen Lehrveranstaltungen nur schwer möglich ist, sind Computerwerkzeuge notwendig, welche die Lösungswege der Studierenden analysieren und semiautomatisch Rückmeldungen geben. Semiautomatisch bedeutet in diesem Kontext, dass nicht alle unterschiedlichen Lösungen automatisch erkannt werden müssen; außergewöhnliche Lösungen werden an den Tutor oder den Dozenten weitergereicht.

#### **4. Ausblick**

Im Sommersemester 2009 wird in Ludwigsburg zusätzlich zum Übungsbetrieb auch die Vorlesung umgestellt. Hierfür werden DDPs entwickelt, in welchen die Vorlesung und die Übung stärker an kognitiven Prozessen in bestimmten Grundkategorien mathematischen Lernens orientiert werden. Zudem werden die ersten semiautomatischen Feedback-Werkzeuge in der Lehrveranstaltung eingesetzt und evaluiert. Die Projektergebnisse werden unter anderem auf der Webseite <http://www.sail-m.de> veröffentlicht.

#### **Literatur**

- Bandura, A. (1997). *Self-efficacy. The exercise of control*. New York: Freeman.
- Bescherer, C. & Spannagel, C. (in press). Design Patterns for the Use of Technology in Introductory Mathematics Tutorials. Erscheint in den Proceedings der WCCE 2009.
- Bescherer, C., Spannagel, C. & Müller, W. (in press). Pattern for Introductory Mathematics Tutorials. Erscheint in den Proceedings der EuroPLOP 2008.
- Deci, E. L. & Ryan, R. M. (1993). Die Selbstbestimmungstheorie der Motivation und ihre Bedeutung für die Pädagogik. *Zeitschrift für Pädagogik*, 39(2), 223–238.
- Marzano, R. J. & Kendall, J. S. (2007). *The new taxonomy of educational objectives* (2. Aufl.). Thousand Oaks, CA: Corwin Press.
- Wippermann, S. (2008). *Didaktische Design Patterns zur Dokumentation und Systematisierung didaktischen Wissens und als Grundlage einer Community of Practice*. Saarbrücken: Verlag Dr. Müller.