

Svetlana POLUSHKINA, Darmstadt

## **Selbstreguliert Modellieren lernen mit einer E-Lernumgebung für Schüler/innen: Kompetenzförderung durch Lernunterstützungen**

Das hier vorgestellte Projekt wird an der Technischen Universität Darmstadt realisiert. Im Rahmen des DFG-Graduiertenkollegs „Qualitätsverbesserung im E-Learning durch rückgekoppelte Prozesse“ beteiligen sich Prof. Dr. Regina Bruder (Projektleitung) und die Pädagogischen Psychologen Prof. Dr. Bernhard Schmitz und Bastian Benz am Projekt.

Zunächst werden die Ziele und Forschungsfragen dieses interdisziplinären Forschungsprojektes skizziert. Danach wird die Gestaltung der im Projekt entwickelten E-Lernumgebung umrissen und das Design der bevorstehenden Studie zur Evaluation der E-Lernumgebung schematisch beschrieben. Anschließend informiert ein Ausblick über den weiteren Projektverlauf sowie über den geplanten Einsatz der E-Lernumgebung.

### **Ziele und Forschungsfragen**

Eins der häufig betonten Ziele des modernen Mathematikunterrichts besteht bekanntlich darin, die Schüler/innen durch gezielte Förderung zu befähigen, selbständig Real-Welt-Aufgaben mit Hilfe der relevanten Mathematik meistern zu können. Daraus ergibt sich unter anderem der Bedarf nach der Entwicklung der entsprechenden Kompetenzen. Zentral sind dabei die Kompetenzen des mathematischen Modellierens und des selbstregulierten Lernens.

In unserem Projekt wird eine E-Lernumgebung konzipiert, implementiert und evaluiert, die zur systematischen Förderung der oben genannten Kompetenzen eingesetzt werden kann. Zielgruppe sind dabei Schüler/innen ab dem Jahrgang 7, als mathematisches Werkzeug zum Modellieren dienen hier proportionale Zuordnungen.

Zur umfassenden Kompetenzförderung werden die drei von Weinert (1999) unterschiedenen Kompetenzbereiche beachtet: das intelligente Wissen, die Handlungskompetenz und die Metakompetenz. Dazu werden die kognitiven sowie metakognitiven Aspekte, die beim Kompetenzerwerb und bei der Anwendung vorhandener Kompetenz eine Rolle spielen, berücksichtigt.

Im Fokus steht die Gestaltung der individualisierten Lernunterstützungen (vgl. Vygotsky, 1978). Die Möglichkeiten der Individualisierung und Lernerorientierung sind wichtige Vorteile und zugleich Qualitätsmerkmale von

E-Lernumgebungen. Nicht immer kann allerdings über die konkrete Ausprägung solcher Lernunterstützungen a priori entschieden werden.

Für das Design der entwickelten E-Lernumgebung stellen sich für uns mehrere Fragen im Hinblick auf individualisierte Lernunterstützungen:

- Inhalt: Welche inhaltlichen Hilfestellungen sollte man dem Lernenden bieten?
- Form: Wie sollten diese Hilfestellungen formuliert werden: als direkte Handlungsanweisungen bzw. als Informationsblöcke?
- Zeitpunkt: Zu welchem Zeitpunkt sollte man dem Lernenden Hilfestellungen bieten: vor, während oder nach der Bearbeitung einer Aufgabe?
- Darbietung: Wer entscheidet über den Bedarf nach einer Hilfestellung? Sollte der Lernende auf Anfrage einen Tipp erhalten (Anpassbarkeit der Lernumgebung) oder sollten Hilfestellungen automatisch dargeboten werden, z. B. als Feedback auf eine fehlerhafte Antwort-Eingabe?

Um diese Fragen für den gegebenen Anwendungsfall und ein Stück weit auch allgemein zu beantworten, variieren wir systematisch die Gestaltung der Lernunterstützungen in der E-Lernumgebung und vergleichen die Varianten in Bezug auf ihre Effektivität in der Förderung der Lernprozesse bei verschiedenen individuellen Lernvoraussetzungen. Darauf fokussiert die Evaluation der E-Lernumgebung in unserem Projekt.

## **Gestaltung der E-Lernumgebung**

In der E-Lernumgebung ist eine Lerneinheit zum systematischen Einstieg ins mathematische Modellieren implementiert. Die Schüler/innen werden durch den Prozess der Lösung eines realitätsnahen Problems hindurch geleitet. Dabei werden dem Lernenden die einzelnen Teilhandlungen dieses Prozesses an Hand eines angepassten Modellierungskreislaufs verdeutlicht, so dass eine subjektive Orientierungsgrundlage zum Lösen ähnlicher Probleme, d. h. Modellierungsaufgaben, entstehen kann.

Zum Lösen der in der Lerneinheit behandelten Modellierungsaufgabe (ein Optimierungsproblem zur Auswahl einer aus zweien Tankstellen) müssen mehrere Einflussgrößen berechnet werden. Dafür sind Fähigkeiten und Kenntnisse im Themenbereich der proportionalen Zuordnungen einzusetzen. Außerdem sind Ziele festzulegen, Pläne zu ihrer Verwirklichung aufzustellen und eigener Fortschritt zu beobachten sowie eventuelle Korrekturen vorzunehmen. Die dazu notwendigen selbstregulierenden Handlungen

werden in der E-Lernumgebung angeregt. Es sind individuelle Pläne zur Aufgabenbearbeitung möglich, es wird auch ein dynamisches Feedback zur Reflexion des individuellen Vorgehens generiert.

Zum Meistern der einzelnen Zuordnungsaufgaben für die Berechnung der wichtigen Einflussgrößen für die Modellierungsaufgabe ist das Können im Umgang mit verschiedenen Darstellungen (Tabellen, Grafen und Termen) oder heuristischen Hilfsmitteln (vgl. Pólya, 1949) wesentlich. Zu den Zuordnungsaufgaben werden dem Lernenden gelöste Beispiele als Ganzes oder Stück für Stück als abgestufte Tipps angeboten, so dass die eigentlichen Aufgaben analog gelöst werden können. (Einen guten Überblick zur Gestaltung lernförderlicher gelöster Beispiele geben z. B. Atkinson et al., 2000.)

Insgesamt wird der Lernende mit zwei Arten inhaltlicher Hilfestellungen unterstützt: Einerseits, werden die Lernhandlungen thematisiert und angeregt, und zwar beides, für das Modellieren und für das selbstregulierte Lernen. Andererseits, werden analoge gelöste Beispiele und abgestufte Tipps zum Vereinfachen des konkreten mathematischen Handelns dargeboten.

Für die Studie werden verschiedene Versionen der Lerneinheit implementiert, in denen für die zwei Arten der inhaltlichen Hilfestellungen die Form, der Zeitpunkt und die Darbietung variiert werden.

### **Design der Studie**

Die Evaluationsstudie untersucht Unterschiede in den Lernergebnissen sowie Lernprozessen im Zusammenhang mit den variierten Lernunterstützungen.

Der schematische Modellierungskreislauf wird beispielsweise vor oder nach der Bearbeitung der Modellierungsaufgabe zum ersten Mal präsentiert. Dabei wird der Frage nachgegangen, inwieweit persönliche Problemlöseerfahrung mit einem bestimmten Problemtyp für ein Verstehen der abstrakten Problemlösestrategien notwendig oder hilfreich ist.

Der Umfang der notwendigen und möglichen Regulation des eigenen Vorgehens bei der Bestimmung der einzelnen Einflussgrößen für die Modellierungsaufgabe wird für verschiedene Versionen der Lerneinheit deutlich variiert. Das Spektrum reicht vom völligen Verzicht auf Ziele und Pläne bis zum selbstregulierten Planen aller einzelnen Teilhandlungen über das fremdregulierte Planen (wo der Lernende nichts selber planen muss) und über das selbstregulierte Planen mit Hilfe eines Planungsbeispiels. Zu erforschen ist hier, welche der Varianten sich als effektiver für die Förderung der Kompetenz des selbstregulierten Lernens erweist.

Die gelösten Beispiele und die abgestuften Tipps für die Zuordnungsaufgaben werden in unterschiedlichen Variationen vor oder während der Aufgabebearbeitung präsentiert und als bloße Informationen oder als direkte Handlungsanweisungen formuliert. Sie werden eingebunden in die Lernmaterialien oder als Feedback zu einer falschen Antwort-Eingabe automatisch dargeboten. Alternativ erscheinen sie auf Knopfdruck. Welche der Varianten ist am hilfreichsten unmittelbar für das Lösen der konkreten Zuordnungsaufgaben und für das nachhaltige Können in diesem Bereich?

Die Studie umfasst drei Messzeitpunkte, mit dem Vortest, der Befassung mit der Lerneinheit in der E-Lernumgebung und dem Nachtest. Beim zweiten Messzeitpunkt werden die kognitiven und metakognitiven Lernunterstützungen wie oben beschrieben variiert. Dabei ist eine detaillierte Einsicht in die Nutzung der E-Lernmaterialien und in die Bearbeitung der Modellierungsaufgabe mit allen Teilaufgaben möglich. Es werden einmalig Daten zu Computernutzung sowie zum Textverständnis erhoben. Beim Vor- und Nachtest werden die relevanten persönlichen Einstellungen wie auch Lernstrategien neben der Kompetenz (mit proportionalen Zuordnungen) zu modellieren abgefragt und getestet. Zusätzlich werden beim Nachtest Fragen zur Akzeptanz der E-Lernumgebung gestellt.

Das Design der Studie erlaubt es, unterschiedliche Ausprägungen von Hilfestellungen im Hinblick auf die Forschungsfragen zu vergleichen.

### **Ausblick**

Die E-Lernumgebung wird in mehreren Gymnasialklassen des Jahrgangs 8 zur Evaluation zwecks Beantwortung der Forschungsfragen eingesetzt.

Anschließend wird diese E-Lernumgebung im Rahmen einer Online-Lehrerfortbildung zum Modellieren den Mathematik-Lehrkräften zum Ausprobieren in der eigenen Praxis zur Verfügung gestellt. Weitere Informationen zu dieser und anderen thematischen regelmäßigen Fortbildungen sind unter [www.prolehre.de](http://www.prolehre.de) zu finden.

### **Literatur**

Atkinson, R.K., Derry, S.J., Renkl, A., & Wortham, D.W. (2000). Learning from examples: Instructional principles from the worked examples research. *Review of Educational Research*, 70, 181-214.

Pólya, G. (1949). *Schule des Denkens* (orig. *How to Solve it*). Francke Verlag: Bern.

Vygotsky, L. S. (1978). *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Cambridge, MA, Harvard Business Press.

Weinert, F.E. (1999). Die fünf Irrtümer der Schulreformer. Welche Lehrer, welchen Unterricht braucht das Land? *Psychologie heute*, 26(7), 28-34.