

Sandra REBHOLZ, Weingarten

## **Aufzeichnung von Lernaktivitäten als Hilfsmittel zu semi-automatischem Assessment von mathematischen Aufgaben zur Vollständigen Induktion**

Im Rahmen des Forschungsprojekts SAiL-M<sup>1</sup> wurden mathematische Lernprogramme entwickelt, die mithilfe von semiautomatischem Assessment den gesamten Lösungsweg eines Lernenden berücksichtigen und individuelle Rückmeldungen zum aktuellen Aufgabenkontext liefern. In diesem Beitrag wird ein solches Lernwerkzeug zur Bearbeitung von Aufgaben zur Vollständigen Induktion vorgestellt und aufgezeigt, inwiefern eine Aufzeichnung aller relevanten Lernaktivitäten und Lösungsschritte dazu beitragen kann, der betreuenden Lehrperson einen detaillierten Einblick in den Lösungsprozess des einzelnen Lernenden zu geben.

### **1. Lernprogramme mit semiautomatischem Assessment**

Im Bereich der Mathematikausbildung an der Hochschule werden vermehrt Konzepte vorgestellt und erprobt, die computergestützte Lernwerkzeuge in den Veranstaltungs- und Übungsablauf integrieren. Lernende erhalten dadurch ein zusätzliches Angebot an Übungsmöglichkeiten und können in interaktiven Lernumgebungen das behandelte Themengebiet eigenständig erforschen und vertiefen.

Für die computergestützte Leistungsbewertung (engl. *Computer-Aided Assessment, CAA*) durch solche Lernwerkzeuge gibt es verschiedene Ansätze. Während sich die Leistungsbewertung in den sogenannten *E-Assessment-Systemen* (Ruedel, 2009) vorwiegend auf die automatische Auswertung von geschlossenen Fragestellungen konzentriert und zur benoteten Leistungskontrolle eingesetzt wird, ist der von Bescherer et al. (2009) vorgeschlagene Ansatz des *Intelligent Assessment* darauf ausgerichtet, komplette Lösungswege zu analysieren und individuelles Feedback zu einzelnen Lösungsschritten zu liefern. Ziel ist es, die Lernenden prozessbegleitend zu unterstützen und die gewonnenen Informationen im Sinne von formativem Assessment (Black & Wiliam, 2009) in eine Verbesserung der Lehre einfließen zu lassen. Ein wesentlicher Aspekt von *Intelligent Assessment* besteht darin, dass Lernende auf Anforderung semiautomatische Rückmeldungen zu den von ihnen erarbeiteten Lösungswegen erhalten. Hierbei werden Standardlösungen und Standardfehler automatisch erkannt und

---

<sup>1</sup> Semiautomatische Analyse individueller Lernprozesse in der Mathematik, <http://www.sail-m.de>

rückgemeldet. Unübliche Lösungen oder Fehler, die keiner bekannten Kategorie zugeordnet werden können, werden zur manuellen Beurteilung an die Lehrperson weitergeleitet. Diese korrigiert die Lösung und gibt dem Lernenden eine persönliche Rückmeldung zu dem betreffenden Problem. Um die Fehlerursache und tiefergreifende Verständnisprobleme feststellen zu können, ist es allerdings notwendig, dass nicht nur die (Zwischen)-Lösung zu einem bestimmten Zeitpunkt betrachtet wird, sondern auch die einzelnen Schritte, die im Lernprozess zu dieser Lösung geführt haben. Im folgenden Kapitel wird eine allgemeine Logging-Architektur vorgestellt, die einen Einblick in diesen Lernprozess ermöglicht.

## **2. Aufzeichnung von Lernaktivitäten und Lösungswegen**

Um Bearbeitungsprozesse im Umgang mit computergestützten Lernprogrammen nachvollziehbar zu machen, ist es notwendig, alle Lernaktivitäten und Lösungswege aufzuzeichnen und darzustellen. Die SMALA-Logging-Architektur wurde im Rahmen des Forschungsprojekts SAiL-M zu diesem Zweck definiert und entwickelt. Als zentrale Komponente dieser Architektur zeichnet der SMALA-Protokolldienst alle wesentlichen Benutzeraktionen in Form von Ereignissen (engl. *Event*) im zeitlichen Ablauf auf. Für jedes Event werden sowohl allgemeine als auch für die konkrete Aufgabe relevanten, inhaltspezifischen Eigenschaften erfasst. Über geeignete Ansichten erhalten die Lehrenden umgehenden Zugriff auf die aufgezeichneten Daten und können so die Lernaktivitäten „beobachten“.

Um den SMALA-Protokolldienst zu verwenden, muss der Lehrende zunächst das gewünschte Lernwerkzeug als Aktivität in seinen Online-Kurs im Lern-Management-System (LMS) einbinden. Anschließend können sich Studierende über ihren Internetbrowser beim LMS anmelden und erhalten so Zugriff auf das Lernwerkzeug. Alle Aktionen, die sie nun innerhalb des Lernwerkzeugs ausführen, werden als Ereignisse an den SMALA-Protokolldienst weitergeleitet. In einer speziellen Logging-Datenbank werden diese Ereignisse abgespeichert und können nach Bedarf von der Lehrperson abgerufen werden. Der Zugriff erfolgt auch hier über den Browser und ist nur autorisierten Benutzern erlaubt.

## **3. Das Lernwerkzeug ComIn-M**

Als konkretes Anwendungsbeispiel wird nun das Übungswerkzeug *ComIn-M* zum Lösen von Beweisen mittels Vollständiger Induktion vorgestellt. *ComIn-M* steht als webbasiertes Arbeitsblatt zur Verfügung und bietet den Lernenden die Möglichkeit, verschiedene Summenbeweise mit Vollständiger Induktion selbständig zu üben (vgl. Rebholz & Zimmermann, 2011). Die Benutzungsoberfläche ist entsprechend den Teilschritten eines Indukti-

onsbeweises strukturiert: Induktionsanfang, Induktionsannahme, Induktionsbehauptung und Induktionsschluss. Die Lernenden können jeden dieser Teilschritte vom Lernprogramm überprüfen lassen und erhalten umgehend eine automatische Rückmeldung zu der abgeschickten Lösung. Gemäß den Prinzipien des *Intelligent Assessment* können bei Bedarf auch direkte Anfragen an die Lehrperson geschickt werden. Die Lehrperson erhält die Anfrage zusammen mit dem aktuellen Lösungsweg und einer Darstellung der bisherigen Benutzeraktionen durch den SMALA-Protokolldienst.

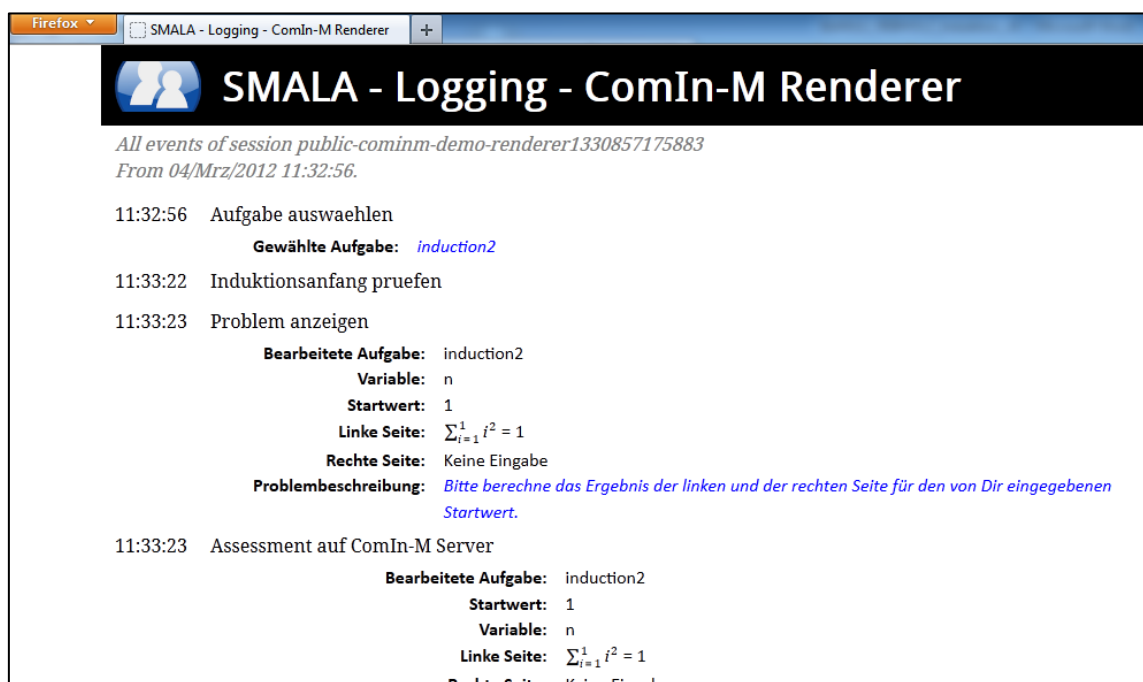


Abbildung 1: Darstellung eines Bearbeitungsprozesses

Wie in Abbildung 1 zu sehen ist, werden die Benutzeraktionen in zeitlicher Reihenfolge dargestellt. Sie enthalten nicht nur Informationen über die *Art des Ereignisses* sondern auch darüber hinaus gehende Informationen wie z.B. automatisch erzeugte Rückmeldungstexte von *ComIn-M* und die jeweiligen Zwischenlösungen im Induktionsbeweis.

#### 4. Einsatz und Erfahrungen

Im Wintersemester 2011/2012 wurde das Lernwerkzeug *ComIn-M* zusammen mit zwei weiteren Lernwerkzeugen in Grundlagenveranstaltungen zur Mathematik an den Pädagogischen Hochschulen Karlsruhe, Heidelberg und Ludwigsburg als freiwilliges Zusatzangebot eingesetzt. Laut Nutzungsstatistik aus den SMALA-Aufzeichnungen haben 156 Studierende im Evaluationszeitraum mit den Lernwerkzeugen gearbeitet. Es wurden 965 Sessions mit insgesamt 24.655 Events aufgezeichnet.

Interviews mit den beteiligten Dozenten ergaben, dass die Aufzeichnungen den individuellen Bearbeitungsprozess der Lernenden widerspiegeln, und sich eignen, um konkrete Anfragen beantworten zu können. Darüber hinaus äußerten die Befragten den Wunsch, Hinweise auf typische Fehler und einen Überblick über die Lernaktivitäten der gesamten Lerngruppe zu erhalten.

Studierende nutzten die Lernwerkzeuge als zusätzliches Übungsangebot und bewerteten die Möglichkeit, die Aufgabenlösungen schrittweise überprüfen zu lassen, als positiv. Die Möglichkeit, die Lehrperson direkt zu kontaktieren, wurde lediglich von fünf Studierenden in Anspruch genommen. Die übrigen Teilnehmer nutzten für die Aufgabenbearbeitung ausschließlich die automatischen Rückmeldungen und Tipps.

## **5. Fazit und Ausblick**

Am Beispiel des Lernwerkzeugs *ComIn-M* wurde gezeigt, wie semi-automatisches Assessment erfolgreich umgesetzt und als Unterstützungsmaßnahme in großen Hochschulveranstaltungen eingesetzt werden kann. Durch die detaillierten Aufzeichnungen der Lernaktivitäten und Lösungsschritte werden die individuellen Lernprozesse für die Lehrpersonen nachvollziehbar und analysierbar. Zukünftig sollen diese Aufzeichnungen statistisch ausgewertet und visualisiert werden, um dem Lehrenden einen Überblick über den Lernfortschritt der gesamten Lerngruppe zu geben.

## **6. Danksagung**

Die Arbeit, die in diesem Artikel beschrieben wird, wurde vom Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) gefördert.

## **Literatur**

- Bescherer, C., Kortenkamp, U., Müller, W. & Spannagel, C. (2009): Intelligent Computer-Aided Assessment in Mathematics Classrooms. In A. McDougall, et al. (Hrsg.), *Researching IT in Education: Theory, Practice and Future Directions*. Milton Park, New York: Routledge, 200-205.
- Black, P. J. & Wiliam, D. (2009): Developing the theory of formative assessment. *Educational Assessment, Evaluation and Accountability*, 21(1), 5-31.
- Rebholz, S. & Zimmermann, M. (2011): Applying Computer-Aided Intelligent Assessment in the Context of Mathematical Induction. In: *eLearning Baltics 2011: Proceedings of the 4th International eLBa Conference*, Stuttgart: Fraunhofer Verlag, 43-51.
- Ruedel, C. (2010): Was ist E-Assessment? In: Ruedel, C. & Mandel, Sch. (Hrsg.), *E-Assessment - Einsatzszenarien und Erfahrungen an Hochschulen*. Münster, New York, München, Berlin: Waxmann, 11-22.