

Reinhard HOCHMUTH, Kassel, Rolf BIEHLER, Paderborn, Pascal R. FISCHER, Kassel, Thomas WASSONG, Paderborn

Individuelles Lernen im Rahmen von mathematischen Brückenkursen – Math-Bridge: Ein Werkstattbericht

1. Das Projekt Math-Bridge

Betrachtet man mathematische Brückenkurse an europäischen Universitäten, so fällt auf, dass diese in den meisten Fällen weder national noch international vernetzt sind, die Materialien selten mehrsprachig, interoperabel und semantisch durchsuchbar sind und zudem selten adaptiv bzgl. der individuellen Defizite oder des Studiengangs des Lernenden sind. Das von der EU geförderte Projekt Math-Bridge (<http://www.math-bridge.org>) setzt an diesen Problemen an und versucht Lösungen zu entwickeln. Ziele sind dabei international verwendbares Material für Brückenkurse bereitzustellen, sowie Empfehlungen für den Einsatz der Materialien zu geben. Dazu gehört (1) die Definition einheitlicher, sowohl inhaltlicher als auch didaktischer Rahmenvorgaben zur Strukturierung des Materials, (2) Bereitstellung von mehrsprachigem Content, (3) (Weiter-)Entwicklung des adaptiven Lernsystems ActiveMath (<http://www.activemath.org>) zur Unterstützung selbständigen Lernens und (4) Beschreibung von Einsatzszenarien für das Material und das Lernsystem.

2. (Meta-)Datenstruktur

Verschiedene Partner des Projektes bringen ihr in Brückenkursen erprobtes Material ein. Dieses Lernmaterial wird in ein einheitliches Format transformiert und muss dafür in Lernobjekte (LO) atomisiert werden. Diese LOs werden mit Metadaten versehen, die es dem Lernsystem ermöglicht, diese später wieder sinnvoll zusammensetzen. Hierfür werden zwei Arten von Metadaten benötigt: Struktur-Metadaten und pädagogische Metadaten.

Für die **Struktur-Metadaten** wurde eine Ontologie entwickelt, die die zentralen, im Brückenkurs zu behandelnden Begrifflichkeiten beschreibt (vgl. Biehler et al., 2009). Es wurde eine Auswahl aus der Core Taxonomy for Mathematical Sciences Education auf Grundlage der Erfahrungen und Anforderungen der pädagogischen Partner des Projektes sowie des Curriculums der Europäischen Gesellschaft für Ingenieur-Ausbildung (SEFI) getroffen. Die selektierten Themen werden in ActiveMath in sogenannten „Symbols“ definiert. Zu den Struktur-Metadaten gehört auch die Angabe über die Art des LOs, also ob es sich um ein „konzeptuelles“ LO wie Definition, Axiom, Methode, Satz, Lemma oder Beweis, oder ein „Satelliten“-LO wie Aufgabe, Beispiel oder Text handelt. Mit Hilfe von Relationen zwi-

schen den LOs werden nun zwei Netze über die LOs gespannt: Das äußere Netz definiert die inhaltlichen Abhängigkeiten zwischen den „Symbols“. So ist dort bspw. definiert, dass lineare und quadratische Funktionen ein Teilthema von Funktionen sind. Das innere Netz definiert dann die Zugehörigkeit der einzelnen LOs zu den „Symbols“.

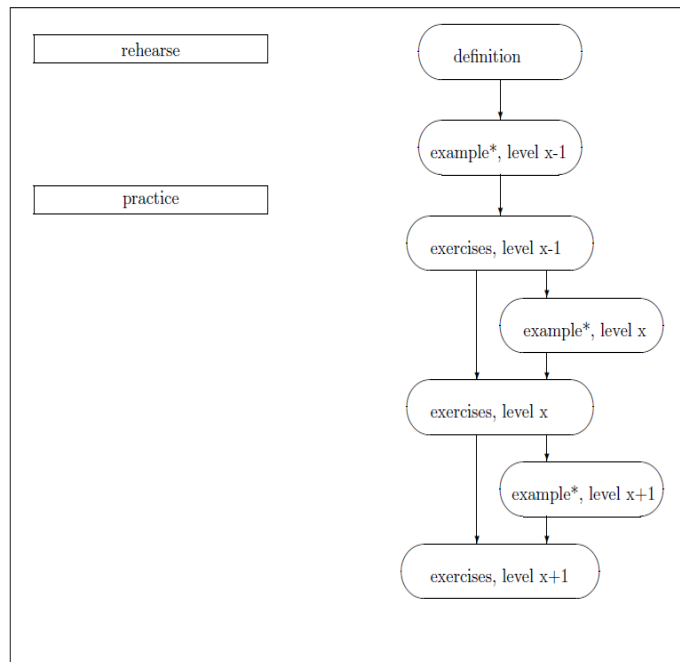
Die **pädagogischen Metadaten** werden bei Aufgaben und Beispielen benötigt, um die Adaptivität des Systems in Bezug auf individuelle Defizite und Studienfächer zu ermöglichen. Dazu werden diese LOs bzgl. 4 Kompetenzen mit jeweils 3 Kompetenzstufen bewertet und jeder Aufgabe eine von 3 Schwierigkeitsstufen zugeordnet. Zudem werden die anwendungsbezogenen LOs einem relevanten Studienfach zugeordnet. Daneben gibt es weitere pädagogische Metadaten, die hier nicht weiter von Interesse sind. Das zugrunde liegende Kompetenzmodell wurde nach Analyse bekannter Modelle (vgl. OECD, 2003; KMK, 2003) entwickelt und beruht auf zwei Grundsätzen: (1) möglichst wenige Kompetenzen zu definieren, um so eine einfache Rückmeldung an die Lernenden zu ermöglichen und (2) möglichst einfach definierte und transparente Kompetenzen zu verwenden, die für den Lernenden ohne didaktische Expertise verständlich und wohl unterscheidbar sind. Diese vier Kompetenzen sind: (1) rechnerisch-technische Kompetenzen, (2) innermathematisches Problemlösen, (3) Modellieren und Lösen außermathematischer Probleme und (4) Kommunizieren, Erklären und Begründen. Diese 4 Kompetenzen werden nun für jede Aufgabe nach den folgenden Kompetenzstufen bewertet: (1) Reproduktion von bekannten Fakten und Algorithmen in gewohnten Kontexten, (2) Verbindung mathematischer Fakten und Routinen sowie mehrschrittige Aufgaben in quasi-bekanntem Kontexten und (3) komplexe Aufgaben, die eine Reflexion von Ergebnissen auch hinsichtlich des eingeschlagenen Lösungsprozesses auf der Metaebene erfordern. Die Schwierigkeitsstufen (Leicht, Normal, Schwer) werden a priori vergeben. Es ist angedacht, diese später durch empirisch gemessene Schwierigkeiten zu ersetzen. Zur Qualitätssicherung bei der Metadatenanreicherung der LOs, die von den verschiedenen Partnern vorgenommen werden, wurde ein Codebook entwickelt, das die Annotation der LOs mit den pädagogischen Metadaten ausführlich an verschiedenen Beispielen erläutert und begründet.

Die beschriebenen Metadaten werden vom adaptiven Lernsystem genutzt, um den Lernstand eines Lernenden zu dokumentieren. Dazu wird im Lernsystem die Bearbeitung einer Aufgabe protokolliert und mit Hilfe der Metadaten (Kompetenz, Kompetenzstufe, Schwierigkeit) sowie der erreichten Punktzahl ein Prozentwert berechnet, der die Kompetenz des Lernenden für den entsprechenden Begriff dokumentiert.

3. Pädagogische Szenarien

Rückmeldungen des Lernermodells von Math-Bridge können nun zum einen vom Lernenden genutzt werden, um seine individuellen Stärken und Schwächen herauszufinden und diesen mit entsprechendem Material und Lernaktivitäten zu begegnen. Zum anderen kann aber auch das Lernsystem selbst die Informationen aus dem Lernermodell nutzen, um aus der Datenbank aller LOs samt ihrer Metadaten ein den Kompetenzen des Lernenden entsprechendes Buch zu generieren. Die Algorithmen, nach denen diese Bücher erstellt werden, werden *Pädagogische Szenarien* genannt. Für Math-Bridge wurden die in ActiveMath existierenden Szenarien (Reiss et al., 2005) auf die Bedürfnisse von Math-Bridge angepasst (Biehler et al., 2010). Dazu gehören Szenarien zum *Begriffe kennenlernen, Inhalte wiederholen, Aufgaben üben, Fähigkeiten trainieren* und *Prüfungen simulieren*.

Die obige Grafik zeigt für das Szenario *Fähigkeiten trainieren* das entsprechende Schema, nach dem ein solches Buch vom System zusammengesetzt wird.



Ablaufschema des Szenarios Fähigkeiten trainieren (vgl. Reiss et al., 2005, S. 25)

Die obige Grafik zeigt für das Szenario *Fähigkeiten trainieren* das entsprechende Schema, nach dem ein solches Buch vom System zusammengesetzt wird.

Bei der Analyse des Kasseler und Paderborner VEMA-Materials (Biehler et al., im Druck) ergab sich, dass sich einige Inhalte nur schwer in LOs zerteilen lassen bzw. nicht alleine stehen können, da sie sich auf andere LOs beziehen: Einige LOs benötigen z.B. spezielles Vorwissen bzw. beziehen sich auf ein spezifisches Beispiel. Zudem sind Teile des Lernmaterials nach einer festen didaktischen Struktur erstellt worden, die als solche erhalten bleiben muss und nicht aufgebrochen werden kann. Für solche Stellen des Lernmaterials wurden die sogenannten *komplexen Lernobjekte* (CLOs) eingeführt, mit denen eine feste Reihenfolge von kleineren LOs definiert werden kann. In Anlehnung an das VEMA-Material haben wir folgende Arten von CLOs identifiziert: *Hinführung-CLO*, *Begründen/Interpretieren/Erklären-CLO*, *Anwendung-CLO*, *typische-Fehler-CLO*, *Aufgaben-CLO* und *Weiterführendes-CLO* (vgl. Biehler et al., 2010). Die Lernenden haben

dann die Möglichkeit ihren Bedürfnissen entsprechend die Bereiche des VEMA-Materials auszuwählen, die sie benötigen. Durch die unterschiedliche Kombination der Bereiche ergeben sich so wiederum verschiedene Szenarien für die Buchgenerierung, z.B. als *Formelsammlung*, *Übungsbuch* oder zur *Testvorbereitung*.

4. Evaluation

Im Rahmen der Evaluation des Projekts Math-Bridge stehen u.a. folgende Fragen im Mittelpunkt: Wie wird die Benutzbarkeit durch die Lerner bewertet (Usability)? Werden die Pädagogischen Szenarien angenommen und erfüllen sie ihren Zweck (Usage)? Für das Team in Kassel und Paderborn ist zudem relevant, ob Math-Bridge eine vergleichbare oder gar bessere Unterstützung der Lernenden bietet als das bisher eingesetzte VEMA-Material. Dabei werden verschiedene Messinstrumente eingesetzt: Einzelinterviews und Videostudien, um die Verwendung des Systems in Einzelfällen untersuchen zu können; Fragebögen zur quantitativen Beforschung der Nutzung des Lernsystems durch Lernende und Lehrende; Vor- und Nachtests zur Messung des Lernzuwachses. Für die Lernzuwachsmessung wird ein so genanntes Kreuzdesign verwendet, das bereits bei anderen Studien erfolgreich eingesetzt wurde. Mit speziellem Blick auf das VEMA-Material werden die Kurse in Paderborn mit Math-Bridge durchgeführt, während sich Kassel auf VEMA konzentriert.

Das Projekt Math-Bridge wird von der EU im Programm eContentPlus unter der Nummer ECP-2008-EDU-428046-Math-Bridge gefördert.

Literatur

- Biehler, R., Hochmuth, R., Fischer, P.R. & Wassong, T. (2009). D1.1: Target Competencies. Abgerufen am 10. März 2011: <http://mathbridge.math.upb.de/publ.html>
- Biehler, R., Hochmuth, R., Fischer, P.R. & Wassong, T. (2010). D1.3: Pedagogical Remedial Scenarios. Abgerufen am 10. März 2011: <http://mathbridge.math.upb.de/publ.html>
- Biehler, R., Fischer, P. R., Hochmuth, R. & Wassong, T. (im Druck). Self-regulated learning and self assessment in online mathematics bridging courses. In A.A. Juan, M.A. Huertas, S. Trenholm, & C. Steegmann (Hrsg.), *Teaching Mathematics Online – Emergent Technologies and Methodologies*. Hershey, PA: IGI Global.
- Kultusministerkonferenz (KMK) (2003): *Bildungsstandards im Fach Mathematik für den mittleren Schulabschluss*. Bonn: KMK.
- Reiss, K., Moorman, M., Groß, Ch. & Ullrich, C. (2005). D20: Formalized Pedagogical Strategies. Abgerufen am 10. März 2011: <http://www.leadivemath.org/publications1.html>
- OECD (2003). *The PISA 2003 Assessment Framework - Mathematics, Reading, Science and Problem Solving Knowledge and Skills*. Paris: OECD.