

Ulrich KORTENKAMP, Potsdam

C-Books: Creative Mathematical Thinking und Social Creativity¹

1. Vorbetrachtung

Durch die rasante Verbreitung von kleinen flachen elektronischen Displays mit Touch-Bedienung in den letzten Jahren ist ein frischer Blick auf die Verwendung von sogenannten e-Books in der Mathematiklehre nötig geworden. Wie ändert sich die Tätigkeit des *Lesens* durch diese Technologie? Und wie geht man mit den neuen *interaktiven* Möglichkeiten der Geräte um? Was heißt überhaupt interaktiv? Ist das Abspielen von Videos in einem Buch schon interaktiv? Das Ausfüllen von Lückentexten? Oder ist es die – evtl. automatische – Auswahl des nächsten Kapitels, wie es sie schon in den Materialien des programmierten Lernens gab? Geht da mehr – oder muss nicht sogar mehr gehen? Wie verändert sich die Rolle der Leserin und des Lesers dadurch? Vgl. dazu auch die Arbeiten im Umfeld von Victor (2013).

Doch nicht nur das Lesen an sich ist im Umbruch. Wenn nicht mehr klar ist, wie sich die Leserinnen und Leser durch das Buch bewegen, dann verändert sich auch die Rolle der Autorinnen und Autoren. Statt zu erzählen und zu strukturieren, müssen diese nun diesen veränderten Leseprozess gestalten. Eine große Herausforderung, die durch gemeinsames Schreiben und Gestalten und durch unterstützende Technologie gemeistert werden könnte. Am Ende bleibt die Frage: Was ist überhaupt ein Buch?

2. Mathematical Creativity Squared

Ich möchte an dieser Stelle über ein laufendes Projekt im 7. Rahmenprogramm der EU berichten, welches sich sowohl mit den theoretischen Konstrukten zur Kreativität, die im Rahmen der Entwicklung von elektronischen Büchern zum Lehren und Lernen von Mathematik auftreten, als auch mit der technischen Umsetzung einer diesen kreativen Schaffensprozess unterstützenden Umgebung befasst. Das Projekt Mathematical Creativity Squared – kurz: M C Squared, lang: „*A Computational Environment to Stimulate and Enhance Creative Designs for Mathematical Creativity*“ – wird im Programm ICT-2013.8.1 „*Technologies and scientific foundations*

¹ Die Arbeit, die zu dieser Publikation führte, wurde durch die Europäische Union im 7. Rahmenprogramm (FP7/2007-2013) mit der Vereinbarung Nr. 610467 – Projekt „M C Squared“ gefördert. Diese Publikation spiegelt nur die Meinung des Autors wider und die Union ist nicht verantwortlich für jegliche Nutzung der darin enthaltenen Informationen.

in the field of creativity“ gefördert. Die Ausrichtung der Ausschreibung ist nicht mathematik-spezifisch, sondern zielt auf die „kreative Industrie“, also auf denjenigen Wirtschaftszweig, der kreative Schaffensprozesse für die Herstellung von Produkten nutzt. Neben sechs akademischen Partnern (CTI Athen, Universität Utrecht, London Knowledge Lab/Institute of Education, Universität Barcelona, Universität Claude Bernard Lyon 1, Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg/Universität Potsdam) sind daher auch drei Unternehmen beteiligt: (a) Aristod, eine kleine französische Softwarefirma, die auf die Herstellung und den Vertrieb von Mathematik-Lernsoftware (*Epsilonwriter*, *Aplusix*) spezialisiert ist, (b) Talent, eine griechische Softwarefirma, die insbesondere im Bereich von Geoinformationssystemen tätig ist, aber auch Lernsoftware für Mathematik und Informatik herstellt (insbesondere die Microworld-Umgebung *e-Slate*) und (c) die italienische Firma Testaluna, die neben reinen Spielen auch *serious games* und Lernsoftware für mobile Geräte herstellt.

Das Ziel des Projektes, welches von Oktober 2014 bis September 2016 gefördert wird, ist die „theoriegeleitete Entwicklung von Technologie für die gemeinschaftliche Entwicklung von kreativem und kreativitätsfördernden Material für Bildungszwecke.“ Diese Technologie wird – sobald verfügbar – von 4 Gruppen (Communities of Interest) eingesetzt und der gemeinschaftliche Schaffensprozess wird beforscht. Die dafür notwendigen Instrumente zur Datensammlung und Analyse werden ebenfalls im Rahmen des Projekts erstellt. Neben diesen Hauptzielen existieren aber viele weitere implizite Forschungs- und Entwicklungsziele der Projektpartner. Insbesondere sollen bestehende Umgebungen und Komponenten weiterentwickelt und für größere Nutzergruppen erschlossen werden.

3. Kreativität zum Quadrat

Die Quadrierung der Kreativität im Projektnamen ist im Grundgedanken des Projekts verankert, dass es nicht nur darum geht, dass die Autorinnen und Autoren kreativ tätig sind, sondern dass die von ihnen verfassten Inhalte die Kreativität der Leserinnen und Leser – meist Schülerinnen und Schüler – herausfordern und fördern sollen.

Mit Blick auf die Autorinnen und Autoren können wir zunächst *Communities of Practice* (LAVE & WENGER 1991, WENGER 1998) identifizieren. Hierbei handelt es sich um Gruppen von Fachkräften, die gemeinsam in einem bestimmten Bereich arbeiten und dabei ähnliche Arbeiten verrichten. Typische Communities of Practice (CoP) im Projektumfeld sind (jeweils) Mathematikdidaktiker und Mathematikdidaktikerinnen, Lehrerinnen und Lehrer, Grafikerinnen und Grafiker, Redakteure und Redakteurinnen,

Schülerinnen und Schüler. Eine solche CoP blickt meist auf eine gemeinsame Geschichte des Lernens, wodurch Grenzen (*boundaries*, WENGER 1998) entstehen, die entscheiden, wer in dieser CoP ist und wer nicht. Eine solche CoP ist meist effizient in ihrem eigenen Gebiet, doch wir benötigen (z.B. für die Herstellung von Lernmaterialien) Expertise aus mehreren CoPs. Eine *Community of Interest* kann als Gruppe von CoPs (oder Individuen aus CoPs) verstanden werden. Diese CoI bringt (meist temporär) „*Stakeholder*“ zusammen, die ein gemeinsames Problem lösen möchten. *Social Creativity* (FISCHER 2001, 2011) wird durch die gemeinsame Arbeit solcher CoIs an einem Design-Problem in einer sozio-technischen Umgebung hervorgerufen. Die „*symmetry of ignorance*“ (RITTEL 1984) beschreibt die Verteilung von Wissen unter den verschiedenen *Stakeholdern* in einer CoI – diese kann in einer geeigneten Umgebung als Quelle von kollektiver Kreativität genutzt werden.

Die Zusammenarbeit von CoPs in CoIs kann sich an sogenannten *Boundary Objects* (STAR 1989, STAR & GRIESEMER 1989) entfalten. *Boundary Objects* sind abstrakte oder konkrete Objekte, die von verschiedenen CoPs unterschiedlich interpretiert werden können, aber ihnen dennoch eine gemeinsame Basis geben, auf der sie zusammen arbeiten können. Laut STAR ist die Herstellung und Verwaltung von *Boundary Objects* der Schlüssel zur Herstellung von Kohärenz zwischen verschiedenen sozialen Umfeldern.

4. C-Books

Unter anderem durch NOSS & HOYLES (1996) und KYNIGOS (2007) wurden digitale Artefakte als geeignete *Boundary Objects* identifiziert, die in sozio-technischen Umgebungen gemeinsam von verschiedenen CoPs innerhalb einer CoI bearbeitet werden. Diese Artefakte sind im Projekt die sogenannten *C-Books*, „kreative elektronische Bücher“.

Als sozio-technische Umgebung dient im Projekt M C Squared eine Weiterentwicklung der DME/DMO (Digital Math Environment/Digitale Wis-kunde Umgebung) des Freudenthal Instituts. DME ist ein integrierte Umgebung zur Gestaltung von elektronischen Lehr-/Lernwerken speziell im Bereich Mathematik. Neben der textlichen und grafischen Gestaltung von einzelnen Seiten und Sequenzen werden insbesondere sogenannte *widgets* zur Verfügung gestellt. Hierbei handelt es sich um interaktive Objekte, die insbesondere für das konstruktivistische Lernen von Mathematik geeignet sind. Diese basieren zum Teil auf selbst entwickelten Java-Applets, zum Teil nutzen sie andere Mathematiksoftware wie GeoGebra oder Cinderella oder e-Slate. Beispiele für *Widgets* sind unter <http://mc2-project.eu/index.php/technology-and-production/widgets> verfügbar.

Die DME-Autorenumgebung wurde durch die Komponente CoIcode erweitert, mit der es möglich ist, über den Schaffensprozess von Lehr-/Lerneinheiten zu diskutieren und ihn so zu dokumentieren und im Nachhinein zu analysieren. Gemeinsam mit CoIcode liegt somit ein Autorenwerkzeug vor, welches im Projekt „CBA“ heißt – *C-Book Author*.

Die DME wurde bisher auch genutzt, um die erstellten Inhalte Schülerinnen und Schülern zur Verfügung zu stellen. Dazu existiert schon seit längerer Zeit ein integriertes Learning-Management-System, welches es ermöglicht, dass der Bearbeitungsstand für jedes Kind einzeln gespeichert wird. Für Lehrpersonen gibt es Übersichtsfunktionen, die auf den individuellen Fortschritt und auf den aktuellen Lernstand der Klasse schließen lassen (Bokhove et. al 2007). Aktuell wird diese Funktionalität in eine sogenannten *C-Book Viewer* ausgelagert. Dieser C-Book-Viewer ermöglicht es auch, existierende C-Books auf Tablets zu verwenden, da die bisher Java-basierte Autorenumgebung und die *widgets* dann in die Tablet-kompatiblen JavaScript/HTML5-Technologie übersetzt werden.

Literatur

- Bokhove, Chr., Koolstra, G., Boon, P. and Heck, A. (2007) Towards an integrated learning environment for mathematics. In, *8th International Conference on Technology in Mathematics Teaching, Hradec Králové, CZ, 01 - 04 Jul 2007*. 5pp.
- Victor, B. (2013). Media for Thinking the Unthinkable. Presentation at the MIT Media Lab. Online at <http://worrydream.com/MediaForThinkingTheUnthinkable/>
- Lave, J. & Wenger, E. (1991) *Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation*, Cambridge University Press, New York.
- Wenger, E. (1998) *Communities of Practice — Learning, Meaning, and Identity*, Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Fischer, G. (2001). Communities of interest: Learning through the interaction of multiple knowledge systems. In *Proceedings of the 24th IRIS Conference* (Vol. 2001). Department of Information Science, Bergen.
- Rittel, H. (1984) "Second-Generation Design Methods." In N. Cross (Ed.) *Developments in Design Methodology*, John Wiley & Sons, New York, pp. 317-327.
- Star, S. L. (1989) "The Structure of Ill-Structured Solutions: Boundary Objects and Heterogeneous Distributed Problem Solving." In L. Gasser & M. N. Huhns (Eds.), *Distributed Artificial Intelligence, Volume II*, Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Mateo, CA, pp. 37-54.
- Star, S. L. & Griesemer, J. R. (1989). Institutional ecology, 'translations' and boundary objects: amateurs and professionals in Berkeley's Museum of Vertebrate Zoology, 1907-1939. *Social Studies of Science*, 19, 387-420.
- Noss, R., & Hoyles, C. (1996b). *Windows on mathematical meanings: Learning cultures and computers*. Dordrecht, the Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Kynigos, C. (2007). Half-Baked Logo Microworlds as Boundary Objects in Integrated Design. *Informatics in Education*, 6 (2), 335–359.