

# Mumie: Plattform und Autorenumgebung für die Mathematik

Nina Dahlmann (dahlmann@math.tu-berlin.de)

Sabina Jeschke (sabina@math.tu-berlin.de)

Tilman Rassy (rassy@math.tu-berlin.de)

Ruedi Seiler (seiler@math.tu-berlin.de)

Uwe Sinha (sinha@math.tu-berlin.de)

**Abstract:** Die Veränderung des mathematischen Kompetenzbegriffes erfordert neue Ansätze in der mathematischen Ausbildung. Neue Medien und Neue Technologien besitzen das Potenzial, die Lehre entscheidend zu verbessern. Viele bisherige Entwicklungen sind dabei vorwiegend einer “First Generation” zuzurechnen, die vor allem als “Document-Management-Center” fungieren und der *Distribution* von Informationen und der Straffung studienorganisatorischer Abläufe dienen. Um das Potential Neuer Medien für die Unterstützung des eigentlichen Lernprozesses nutzen zu können, müssen – neben einer stetigen technischen Verbesserung, die auch die Handhabung und den täglichen Einsatz im Auge behält – insbesondere *fachpädagogische* Konzepte in den Vordergrund einer “Next Generation” der eLTR-Technologien gestellt werden. Ebenso kommt der “scientific practice” der zugehörigen, mathematischen “scientific community” eine entscheidende Bedeutung insbesondere für die Erstellung der Inhalte und den Authoringprozess in eLearning-Umgebungen zu.

In dem vorliegenden Artikel stellen wir die Ansätze der eLearning Plattform Mumie und der mit ihr assoziierten Autorenumgebung unter dem Aspekt der fachspezifischen Ausrichtung einer multimedialen Lernplattform vor.

## 1 Einleitung

Der Wandel von einer Industrie- hin zu einer Informationsgesellschaft und die damit einhergehenden rasanten technologischen Entwicklungen haben gravierende Auswirkungen auf das Wissensgebiet Mathematik. Gerade der Begriff der “mathematischen Kompetenz” unterliegt, bedingt durch die Verfügbarkeit immer leistungsfähigerer Computer-Algebra-Systeme und anderer hochwertiger mathematischer Software, einem raschen und umfassenden Wandel. Der signifikante Zuwachs an Rechenleistung, an Einsatzmöglichkeiten mathematischer Methoden und die wachsende Anzahl von “Mathematik-Anwendern” erfordern ein Umdenken in der Mathematikausbildung:

**Verständnisorientierung:** Im Fokus des “neuen” mathematischen Kompetenzbegriffes steht die Entwicklung von Verständnis, Kenntnis der Zusammenhänge und eigenständiger Einsichten ([Ne02]). Zwar sind diese Kompetenzen als solche keineswegs neu, sondern haben seit jeher die Ausbildung von Mathematikern charakterisiert – neu ist

aber, dass diese Kompetenzen auch für die Ausbildung von Ingenieuren und Informatikern, “Anwenden” der Mathematik also, gefordert werden müssen: der intelligente und angemessene Einsatz der neuen Werkzeuge entlastet von aufwändigen Routine-Rechnungen, erfordert jedoch eine höhere intellektuelle und mathematische Leistung.

**Selbstständigkeit im Lernprozess:** Durch den rasanten Wissenszuwachs insbesondere in Mathematik, Naturwissenschaften und Informationstechnologie sowie durch die Kurzlebigkeit von Wissen vieler insbesondere technikgetriebener Bereiche erweist sich das klassische “knowledge at disposal” (Lernen auf Vorrat) als alleiniges Lernmodell als nicht mehr zeitgemäß; wegen der enormen Wissensmenge auch vielfach als nicht mehr praktikabel. Lehr- und Lernmethoden und -techniken müssen auf den notwendigen Prozess des “Lebenslangen Lernens” vorbereiten und ihn langfristig unterstützen. Die Förderung von Eigeninitiative, Flexibilität und Neugierde spielt dabei eine zentrale Rolle.

**Interdisziplinarität & “Soft Skills”:** Schließlich nehmen interdisziplinäre Fragestellungen und Kooperationen einen immer größeren Raum ein, und damit spielen auch interdisziplinäres Kommunikationsvermögen und Teamfähigkeit eine wichtigere Rolle. Die viel zitierten “Soft Skills”, neben den kommunikativen und kooperativen insbesondere Kreativität, Innovationsfähigkeit, ganzheitliches Denkvermögen und fortwährende Lernbereitschaft, werden zu einer zentralen Voraussetzung erfolgreicher mathematischer Praxis.

## 2 Mumie Lernbereiche und Softwaredesign

Der im vorangegangenen Kapitel beschriebene Wandel des mathematischen Kompetenzbegriffes erfordert die Anwendung neuer Lehr- und Lernmodelle: Mit der Mumie [Mum] wurde eine eLearning Plattform entwickelt, die speziell auf die Unterstützung der Präsenzlehre abgestimmt ist. Hochwertige multimediale Wissensbausteine erlauben es den Lehrenden, sich auf ihre Rolle als Vermittler zu konzentrieren, die Studierenden bei der Entwicklung von Verständnis zu unterstützen und die kommunikativen, kooperativen und sozialen Prozesse einer Veranstaltung zu leiten.

Im “Content-Szenario” der Mumie (siehe Abb. 1) werden mathematische Inhalte und die zu erlernenden Methoden zu individuellen Lernmodulen zusammengefasst, die sowohl multimediale, als auch textbasierte Elemente umfassen. Diese inhaltlich orientierte Darstellung wird durch das “Practice” und das “VirtLab-Szenario” ergänzt [Ric], in denen der Fokus auf der eigenständigen, explorativen Erschließung der Inhalte liegt. Das “Retrieval-Szenario” erlaubt darüber hinaus eine Darstellung der vorhandenen Wissensbausteine innerhalb individuell spezifizierter Konzepte unabhängig vom gewählten Kurs.

Die eingangs erläuterten Anforderungen an die mathematische Ausbildung haben auch weitreichende Konsequenzen für das Softwaredesign einer adäquaten Plattform; wir skizzieren hier lediglich die wichtigsten. Eine detaillierte Darstellung wird in [Jes04b] gegeben.

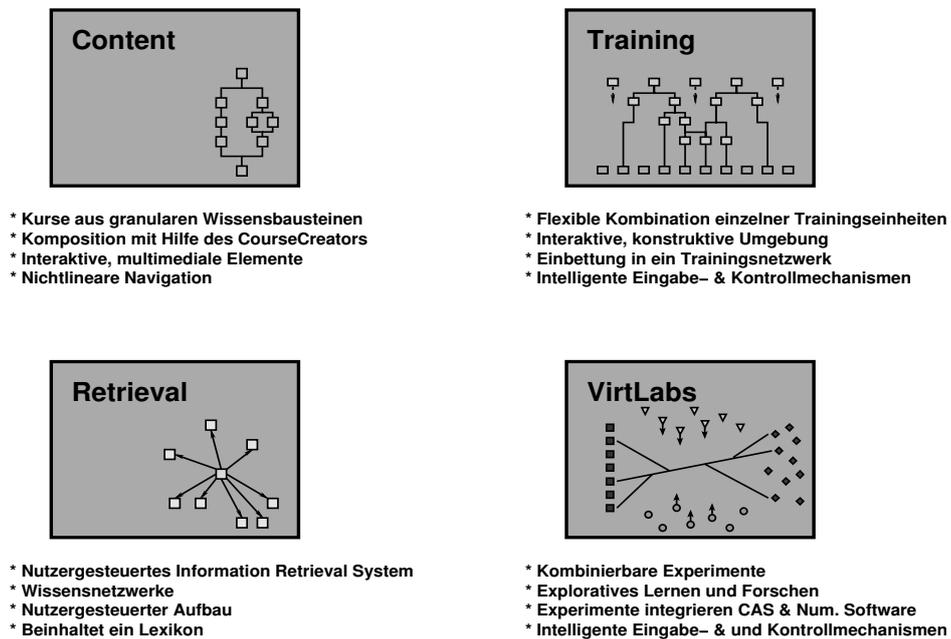


Abbildung 1: Lernbereiche der Plattform "Mumie"

Die Erstellung und Verwaltung qualitativ hochwertiger und multimedialer Inhalte erfordert ein feingranulares Design der Lernobjekte. Die Elemente – für alle Autoren und Dozenten frei verfügbar – werden in einer Datenbank gespeichert und entsprechend den Anforderungen und Lernzielen flexibel zu Lern- oder Trainingseinheiten komponiert. Die feingranulare Struktur der Inhalte garantiert dabei die Wiederverwendbarkeit der Wissensbausteine. Interaktive, adaptive, experimentelle Lern- und Forschungsszenarien setzen ein hohes Maß an inhaltlicher Strukturierung der Fachinhalte voraus [Jes04a]. Diese müssen das Ziel verfolgen, die tatsächliche Struktur realer Bereiche zu modellieren – idealerweise unabhängig vom späteren Verwendungszweck, weil dieser einer ständigen (Weiter-)Entwicklung unterworfen ist, und unabhängig von speziellen Nutzergruppen, die sich entsprechend verändern. Hierzu ist die Entwicklung fachspezifischer Ontologien notwendig [GL02] und ihre Implementation als Grundlage der Content-Organisation, d.h. als Basis des verwendeten Datenbankmodells (Umsetzung: PostgreSQL).

Die eLearning-Plattform Mumie setzt auf die Verwendung von XML-XSL Technologie, um eine strikte Trennung von Inhalt und Layout zu garantieren, die wiederum Voraussetzung für die Entwicklung wiederverwendbarer, kontextunabhängiger Inhalte ist. Damit sind Präsentation und spätere Nutzung vollständig vom Inhalt des Dokuments und seiner Struktur getrennt. Für die Meta-Sprache XML wurde ein Mumie-spezifischer, lokaler Dialekt für die Verwaltung der Dokumente entwickelt. Die dynamische Erzeugung und Auslieferung der Webseiten wird durch einen modernen Application Server auf der Basis von Tomcat/Cocoon [LZ03, RHP<sup>+</sup>02] realisiert.

### 3 Mumie Authoringprozess

Die Erstellung qualitativ hochwertiger eLearning-Inhalte stellt für Autoren noch immer eine komplexe Aufgabe dar. Die Mathematik stellt dabei besonders hohe Anforderungen, da sie mit Symbolen und Formeln arbeitet, die nicht direkt über eine Tastatur eingegeben werden können.

Der auf XML basierende Standard MathML hat in den vergangenen Jahren mit dazu beigetragen, die Präsentation mathematischer Ausdrücke und Formeln professioneller zu gestalten. Vor allem eLTR-Umgebungen (eLTR:= eLearning, eTeaching, eResearch) konnten von dieser Entwicklung profitieren, da so die Grundlage für die Erstellung von wiederverwendbaren, adaptiven mathematischen Inhalten geschaffen wurde. Die Codierung mathematischer Formeln ist trotz alledem noch immer ein mühsamer Prozess, der durch entsprechende Autorenumgebungen unterstützt werden muss.

Derartige Autorentools müssen grundsätzlich nicht nur auf innerhalb der “scientific community” verankerte Standards aufsetzen, sondern darüber hinaus auch garantieren, dass in den resultierenden Dokumenten Inhalt und Layout strikt getrennt werden. Bei der Erstellung mathematischer Texte ist  $\LaTeX$  mittlerweile der de facto Standard, da es von Mathematikern weltweit verwendet wird.  $\LaTeX$  bietet sich daher als Basis zur Erstellung mathematischer Inhalte für multimediale Anwendungen an. Da  $\LaTeX$  von Browsern nicht standardmäßig angezeigt werden kann, muss eine Autorenumgebung die Inhalte z. B. nach XML, bzw. die Formeln und mathematischen Symbole nach MathML [W3C] konvertieren.

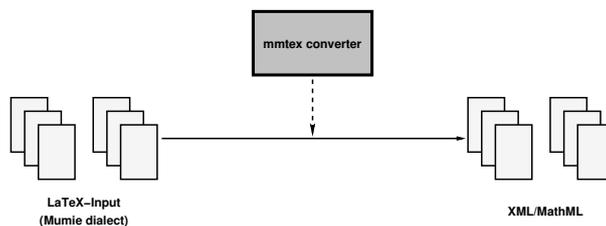


Abbildung 2: TeX2XML-Konvertierung

Der kommandozeilenbasierte *Mmtex*-Konverter wurde als Autorenumgebung für die interaktive, multimediale eLearning-Plattform Mumie entwickelt. Mit Hilfe von *Mmtex* können XML-Dokumente erstellt werden, die Formeln, Bilder, Applets oder andere interaktive Elemente enthalten können (siehe Abb. 2).

Da Standard- $\LaTeX$  vor allem für gedruckte Medien entwickelt wurde und somit keine interaktiven Medientypen wie Applets oder Animationen unterstützt, muss ein  $\LaTeX$ -Konverter entsprechende Erweiterungen zur Verfügung stellen. Für *Mmtex* wurde ein Konzept entwickelt, das es erlaubt, schnell und unkompliziert interaktive Objekte in eLearning-Inhalte zu integrieren. *Mmtex* berücksichtigt außerdem, dass Interaktivität auch aus der Verbindung von Elementen durch Hyperlinks entstehen kann, eine Eigenschaft, die für eine internetgestützte eLearning-Plattform essentiell ist.

Zur Zeit ist *Mmtex* in der Lage, zwei verschiedene  $\text{\LaTeX}$ -Dialekte zu übersetzen; einer ist dem Standard- $\text{\LaTeX}$  sehr ähnlich, es fehlen allerdings einige Umgebungen und Befehle. Der zweite Dialekt wurde speziell auf die Bedürfnisse der *Mumie* hin entwickelt und konzentriert sich entsprechend auf die für die Erstellung multimedial angereicherter mathematischer Texte notwendigen Umgebungen. Bei beiden implementierten  $\text{\LaTeX}$ -Varianten werden die reinen, nicht-mathematischen Texte in ein bestimmtes XML, Formeln und Symbole nach MathML übersetzt. Dieses XML kann dann mit entsprechenden XSL-Stylesheets in das gewünschte Format konvertiert werden (z.B. XHTML, so dass die Formeln direkt über MathML eingebettet werden können).

Eine Seite, die folgenden Code enthält

```

\documentclass[sloppy]{%contenttype}
%here additional metadata
\begin{content}
  \title{Example}
  Part of Laplace's formula
  for determinants:
  $\text{det}A =
  \sum_{k=1}^n A_{ik} (-1)^{i+k}
  \text{det} S_{ik}(A)
  \forall i \in \{1, \dots, n\}$
  A matrix:
  \[A=\begin{pmatrix}
  3 & 19 & 27 & 22,5 \\
  45 & 1 & x & \lambda
  \end{pmatrix}\]
\end{content}

```

erzeugt die folgende XHTML-Ausgabe:

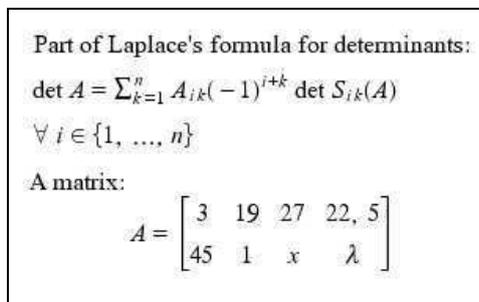


Abbildung 3: XHTML-Ausgabe, wie sie von Firefox/Mozilla (Screenshot) gerendert wird

*Mmtex* wurde in der Programmiersprache Perl geschrieben, da diese eine komfortable Verarbeitung der für Parsingprozesse wichtigen regulären Ausdrücke erlaubt und des Weiteren eine modulare, erweiterbare Programmgestaltung ermöglicht. Kommandos, Umgebungen und das resultierende XML werden in den, ebenfalls in Perl programmierten, *Dokumentenklassen* und *Mmtex-Bibliotheken* definiert. Alle die verschiedenen  $\text{\LaTeX}$ -Dialekte

betreffenden Programmteile sind in diesen Modulen gekapselt, während die eigentliche Transformation von den Dokumentenklassen und Bibliotheken unabhängig ist. Dadurch kann *Mmtex* den eigenen Bedürfnissen durch das Schreiben neuer Bibliotheken angepasst werden.

Um die Erstellung von Inhalten für die *Mumie*-Plattform weiter zu erleichtern, wurde der *Mmtex*-Konverter in eine (bis jetzt ebenfalls kommandozeilenbasierte) Umgebung namens *Mmcdk* (Multi Media Content Development Kit) eingebettet. *Mmcdk* ist eine Java-basierte Shell Umgebung, die Autoren bei den wichtigsten Aufgaben im Umfeld der Entwicklung qualitativ hochwertiger, granularer und multimedial aufbereiteter Inhalte unterstützt. So kann aus *Mmcdk* heraus auf den *Mmtex*-Konverter zugegriffen werden. Zusätzlich erlaubt *Mmcdk*, entweder alle existierenden Inhalte in einem einzigen Schritt zu konvertieren oder alternativ beliebige Teilmengen der Inhalts-Files für die Konvertierung anzugeben, wobei die zugehörigen Previews ebenfalls erzeugt werden. Dies gewinnt vor dem Hintergrund der geforderten Granularität der *Mumie*-Inhalte zusätzlich an Bedeutung, da sie dazu führt, dass sehr schnell eine große Anzahl verschiedenster Inhaltsbausteine entstehen. Diese Inhalte werden innerhalb der *Mumie*-Plattform in einer fachspezifischen Ontologie gespeichert (siehe vorherigen Abschnitt), deren Strukturen von den Navigations-Mechanismen des *Mmcdk*'s unterstützt werden, um das einfache Auffinden von Elementen zu bestimmten Themen zu garantieren. Darüber hinaus bietet *Mmcdk* zusätzliche Optionen zur Durchsuchung der existierenden Inhalte nach Schlüsselwörtern. Ergebnisse einer Suche oder auch eine umfassende Darstellung der vorhandenen Inhalte werden über das *Mmcdk* mit Hilfe eines Browsers in einer "Explorer-artigen" Übersicht dargestellt. Diese Darstellung umfasst neben einem Preview der resultierenden XHTML-Seite jedes Elementes auch eine Übersicht der angefügten Meta-Informationen über die Autoren, sowie den Status des Dokumentes (in Bearbeitung, fertig, etc.) und den  $\text{\LaTeX}$ -Quelltext.

Eine wichtige Funktionalität des *Mmcdk* besteht in der Bereitstellung von Templates. Diese wurden speziell für die feingranularen Wissensbausteine der *Mumie*-Plattform entworfen, und beinhalten die grundlegenden *Mumie*- $\text{\LaTeX}$ -Umgebungen für Definitionen, Theoreme oder Bemerkungen, so dass sich der Autor auf die Erstellung des "mathematischen" Inhalts konzentrieren kann. Innerhalb der *Mumie*-Plattform führen diese Templates auch zu einer einheitlichen Verwendung der unterschiedlichen Inhalts-Elemente, so dass eine homogene Darstellung sichergestellt ist.

Auch wenn das *Mmcdk* nicht entwickelt wurde, um eine Entwicklungsumgebung für Applets zu ersetzen, wurde die sog. "MathletFactory", eine Umgebung zur Erzeugung von Applets mit mathematischem Inhalt [Pae05] integriert. Diese Applets können innerhalb von *Mmcdk* editiert und kompiliert, mit anderen Dokumenten verlinkt und in einem Browser betrachtet werden.

## 4 Zusammenfassung und Ausblick

Die derzeitige Geschwindigkeit in der Entwicklung neuer Technologien erfordert von modernen, flexiblen eLearning-Plattformen weitreichende Konzepte zur Modularisierung

von Softwarekomponenten und zur Integration von Portal-Technologien. Die eLearning-Plattform Mumie erlaubt über offene, standardisierte Schnittstellen die Integration zusätzlicher, auch externer Funktionalitäten. Um Verbreitung und Weiterentwicklung der Mumie-Software, auch an neue Anforderungen, zu unterstützen, stehen die Plattform und alle wichtigen Komponenten (speziell Mmtex und Mmcdk) als OpenSource Software unter GPL-Lizenz zur Verfügung.

Der innerhalb des Mumie-Projektes verwendete Mmcdk-Protoyp arbeitet zur Zeit noch auf Inhalten, die in einem Filesystem gespeichert sind; das ursprüngliche Design von Mmcdk ist jedoch darauf ausgelegt, auf Inhalte in einer Datenbank zuzugreifen (derzeit in der Entwicklung). Basierend auf einem geeigneten Datenbank-Design kann Mmcdk Eigenschaften wie ein verbessertes Rechte-Management und ein angemessenes Versions-Kontrollsystem bieten, beides Funktionalitäten, die nötig sind, um z.B. Autoren die Möglichkeit zu geben, Inhalte in Kooperation mit anderen zu erstellen.

## Literatur

- [GL02] M. Gruninger und J. Lee. Ontology - applications and design. *Comm. ACM*, 45(2):39–41, 2002.
- [Jes04a] S. Jeschke. Mathematics in Virtual Knowledge Spaces – Ontological Structures of Mathematical Contents. Conference Proceedings, April 2004. MMISS Conference, Bremen.
- [Jes04b] S. Jeschke. *Mathematik in Virtuellen Wissensräumen – IuK-Strukturen und IT-Technologien in Lehre und Forschung*. Dissertation, Technische Universität Berlin, Berlin, April 2004.
- [LZ03] M. Langham und C. Ziegeler. *Cocoon: Building XML Application*. New Riders Publishing, Indianapolis, 2003.
- [Mum] Mumie community. Mumie. <http://www.mumie.net>.
- [Ne02] M. Niss und T.H. Jensen (eds.). Kompetencer og matematikloering. Uddannelsesstyrelsen temahafteserie 18, Seiten 1–134, IMFUFA Roskilde, 2002. Ministry of Education, Danish KOM-Project.
- [Pae05] T. Paehler. *Design, Implementation and Application of a Reusable Component Framework for Interactive Mathematical eLearning Sites*. Dissertation, RWTH Aachen, Aachen, March 2005.
- [RHP<sup>+</sup>02] P. Roßbach, A. Holubek, T. Pöschmann, L. Röwekamp und P. Tabatt. *Tomcat 4x – Die neue Architektur und moderne Konzepte für Webanwendungen im Detail*. Software und Support Verlag GmbH, Frankfurt, 2002.
- [Ric] T. Richter. VideoEasel. <http://www.math.tu-berlin.de/~thor/videoeasel/>.
- [W3C] W3C, Math Working Group. MathML. <http://www.w3.org/Math/>