

Werkzeuge für mehrdimensionale Lernobjekte: das Woher und Wohin

Ulrike Lucke, Christian Manteuffel, Djamshid Tavangarian

Universität Rostock
Institut für Informatik
Lehrstuhl für Rechnerarchitektur
vorname.nachname@uni-rostock.de

Abstract: Der Artikel diskutiert das Konzept mehrdimensionaler Lernobjekte, mit denen Forderungen nach redundanzfreiem, konsistentem und wartungsarmem Material begegnet werden kann, das zugleich automatisch an individuelle Bedürfnisse adaptierbar ist. Das Problem der Werkzeugunterstützung für alle Phasen im Lebenszyklus von Lernobjekten wird identifiziert. Während serverseitige Aspekte der Infrastruktur für die Verwaltung und die Verarbeitung von Lernobjekten (insbesondere unter Einsatz der XML-Technologie) hinreichend untersucht sind, ist noch immer ein Mangel an leistungsfähigen, komfortablen Werkzeugen zur flexiblen Erstellung und Nutzung von Lernobjekten erkennbar. Der Beitrag stellt hierfür drei Entwicklungen vor, die in besonderer Weise den Mehrwert mehrdimensionaler Lernobjekte gegenüber starrem Kursmaterial unterstützen. Damit werden die Vorteile innovativer eLearning-Technologie an den Nutzer weitergegeben.

1 Motivation

Das moderne eLearning verlangt eine hohe inhaltliche, didaktische und gestalterische Qualität des genutzten Materials. Es soll individuell an verschiedene Lehr- und Lernszenarien anpassbar sein. Diese Flexibilität des Materials ist allerdings mit komplexen Erstellungs- und Verarbeitungsprozessen verbunden [LNT05].

Eine Vereinfachung ist durch gezielte Ausnutzung der Verwandtschaft von Lernobjekten möglich, etwa von Web-, Druck- oder Folienversion zum gleichen Thema. Das Ausgabeformat bestimmt hier die grundlegenden Eigenschaften des Materials, z. B. die Länge der Textbausteine oder die Dynamik der Medienobjekte. Diese Eigenschaften können als *Dimensionen* interpretiert werden. Die konkreten Ausprägungen der Instanz eines Lernobjekts bezüglich dieser Eigenschaften stellen deren Koordinaten in einem mehrdimensionalen Raum dar: für eine Printvariante wäre etwa (text=full, media=static) anzugeben. Neben dem Ausgabeformat sind weitere Dimensionen denkbar, etwa fachliches Niveau oder Mobilitätsgrad. *Mehrdimensionale Lernobjekte* [Lu06] kapseln die Bestandteile der konkurrierenden Ausprägungen verwandter Objekte zu einer abstrakten Einheit, die den aufgespannten Dimensionsraum vollständig abdeckt. Indem von konkreten Abwandlungen eines Lernobjekts abstrahiert wird, ist dessen weitreichende Variation möglich. Durch die gezielte Vereinigung wiederkehrender

Elemente werden Redundanzen in der Beschreibung vermieden, die Konsistenz der Ausprägungen erhöht und der Wartungsaufwand reduziert. Gleichzeitig werden Wiederverwendbarkeit und Adaptierbarkeit erhöht, da die abstrakte Beschreibung durch Extraktion der benötigten Bestandteile in individuelle Varianten für verschiedene Einsatzbedingungen transformierbar ist.

Verwandte Ansätze bzw. Anwendungen des Konzepts der Mehrdimensionalität, wenn auch nicht immer als solche bezeichnet, sind z. B. parametrisierbare Lernobjekte in LaTeX [Mu06b], mehrsprachiges Lehr- und Lernmaterial [JB05] sowie das mehrdimensionale Modell der Wissenswerkstatt Rechensysteme (WWR) [Wi06], das den Ausgangspunkt für diesen Beitrag bildet. Durch die mit der Mehrdimensionalität verbundene Flexibilität werden Lernobjekte auf eine neue Ebene geführt, die deren breite Nachnutzung erlaubt. Zugleich findet ein Paradigmenwechsel hinsichtlich Kontextspezifität und Granularität statt: Während Lernobjekte zum Ziel der freien Wiederverwendung bislang nur wenig bis mäßig kontextspezifisch sein durften, fordert der mehrdimensionale Ansatz gerade die Integration hochspezifischer Ausprägungen für verwandte Inhaltsbestandteile. Und während Metadaten die exakte Klassifikation von Lernobjekten mittlerer Granularität in einer umfassenden Taxonomie realisieren [QS03], ordnet der mehrdimensionale Ansatz feingranulare Informationsobjekte in eine möglichst kleine Menge von Dimensionen ein, um für ihre Zusammenfassung zu einer grobgranularen Einheit die möglichst vollständige Abdeckung des aufgespannten Dimensionsraums zu erreichen.

Darüber hinaus erlaubt die Allgemeingültigkeit des mehrdimensionalen Konzepts die Bereitstellung von *Werkzeugen*, die weit über proprietäre Entwicklungen für bestimmte Formate hinausgehen. Grundsätzlich ist der zu unterstützende Workflow mit dem für herkömmliche Lernobjekte vergleichbar, wie Abbildung 1 zeigt. Es existieren bereits zufriedenstellende Lösungen für zentrale Bereiche: mehrdimensionale Beschreibungssprachen wie z. B. <ML>³ [Mu06a], ein automatischer Metadaten-Extraktor [Bu03], umfassende Transformationen für mehrdimensionale Lernobjekte [Wi06] sowie leistungsfähige Mechanismen zur Suche auf semi-strukturierten Daten [KM03].

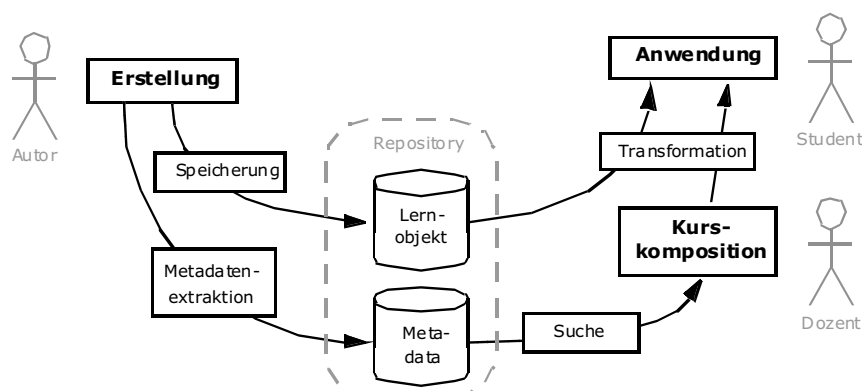


Abbildung 1: eLearning-Werkzeuge im Überblick

Gegenstand dieses Beitrags sind daher die verbleibenden Bausteine des Szenarios: eine komfortable Erstellung von mehrdimensionalen Lernobjekten, eine automatisierte und individualisierte Kurskomposition sowie eine flexible Nutzung und Wiederverwendung verschiedener eLearning-Materialien. Diese Komponenten bilden gerade die wichtige Schnittstelle zum Anwender. Damit ergibt sich die Notwendigkeit, eine hohe Leistungsfähigkeit mit einer hohen Transparenz und nachhaltigen Nutzung der einmal erstellten Materialien zu verbinden, um auch und gerade technisch weniger versierte Anwender zu unterstützen. Bestehende Werkzeuge und Infrastrukturen leisten dies nur bedingt und erlauben zudem nicht die Verwendung mehrdimensionaler Lernobjekte.

2 Erstellung mehrdimensionaler Lernobjekte

Die Verfügbarkeit leistungsfähiger und komfortabler Autorenwerkzeuge, die moderne Entwicklungsprozesse berücksichtigen und sich dabei nahtlos in die gewohnte Arbeitsumgebung einpassen, ist die zentrale Voraussetzung für die Produktion umfangreicher, hochwertiger eLearning-Materialien. Mehrdimensionale Lernobjekte sind jedoch nicht mit existierenden Standardwerkzeugen zu bearbeiten; aufgrund ihrer mangelnden Nutzerfreundlichkeit scheiden auch native XML-Editoren aus. Eigenentwicklungen für bestimmte Beschreibungssprachen, die vielfach über eine formular-basierte Web-Schnittstelle verfügen, bieten nicht die nötige Performance und Flexibilität sowie aufgrund des Entwicklungsvorsprungs bestehender Werkzeuge vor allem keinen großen Funktionsumfang. Ein vielversprechenderer Ansatz ist daher die spezifische Erweiterung konventioneller Textverarbeitungen, die bereits eine gute XML-Unterstützung bieten [Ko04].

Zwar erlaubt MS Office Word seit der Version 2003 die Verarbeitung von Dokumenten auf Basis von XML Schema, jedoch wirken sich die schwierige Erweiterbarkeit und der Zwang zur Windows-Plattform nachteilig aus. Demgegenüber hat der Open Office Writer offene Schnittstellen und eine umfassendere Medienunterstützung, aber keine ausgereifte XML-Fähigkeit. Dagegen bietet der Adobe FrameMaker eine hervorragende Ausgangslage: Er unterstützt bereits viele der zur Arbeit mit strukturierten Dokumenten benötigten Operationen [Lu05]. Auch seine Stabilität und der leistungsfähige, zur Modularisierung von Lernobjekten wichtige Querverweismechanismus sprechen für FrameMaker. Daher wurde ein PlugIn zur Unterstützung der Mehrdimensionalität [We05] auf Basis eines algebraischen Modells [Lu05] implementiert. Abbildung 2 zeigt den erweiterten FrameMaker mit einem mehrdimensionalen Lernobjekt.

Die Dokumentansicht (a) zeigt in anschaulicher Formatierung den eigentlichen Inhalt. Die Strukturansicht (b) ergänzt Informationen über den internen Aufbau des Dokuments. Im Gegensatz zu Word und Writer ist die Strukturansicht des FrameMakers nicht nur rein informativ, sondern bildet den wesentlichen Arbeitsgegenstand für Drag&Drop und (wie auch in der Dokumentansicht) Copy&Paste. Beide Fenster agieren synchron, d. h. die Auswahl oder Manipulation von Objekten ist sofort auf beiden Seiten sichtbar. Attribute von Objekten werden in der Strukturansicht angezeigt und können über einen separaten Dialog (c) editiert werden. In der Standardversion von FrameMaker ist es jedoch nicht möglich, Dimensionen eines Dokuments zu definieren bzw. Objekten

zuzuweisen oder Selektionen auf Basis der Dimensionsangaben vorzunehmen. Das implementierte PlugIn erlaubt die Visualisierung der Dimensionsangaben von Objekten in Dokument- und Strukturansicht und deren Modifikation über ein Dialogfenster (d).

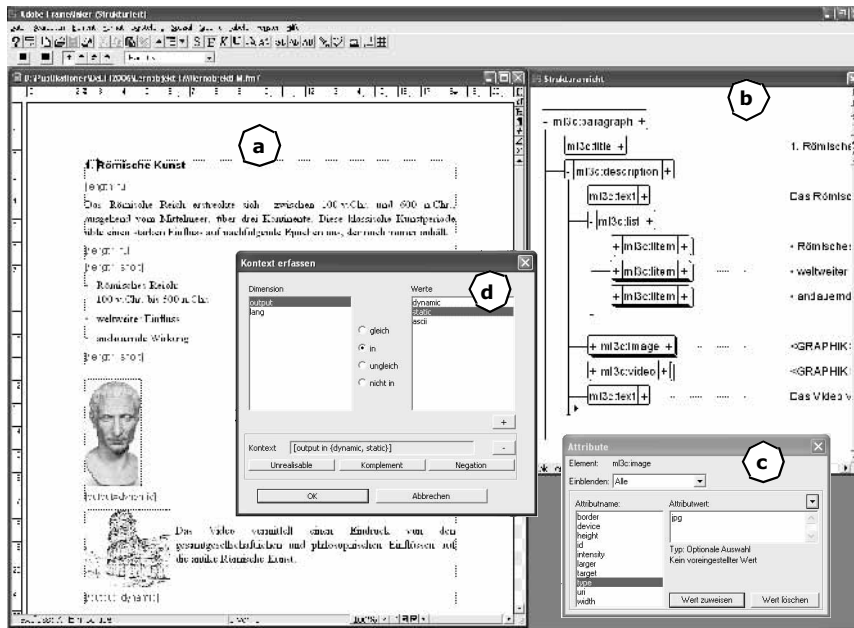


Abbildung 2: Ein mehrdimensionales Lernobjekt im erweiterten Adobe FrameMaker

Weitere Grundoperationen einer Algebra für mehrdimensionale Dokumente [Lu05] wurden hinzugefügt; v. a. dyadische Operationen wie Vereinigung, Durchschnitt und Differenz. Auch sind Spezifikation oder Import des Dimensionsraums eines Dokuments sowie das Ein- und Ausblenden der Dimensionsangaben möglich. Bei der gerade für umfangreiche Dokumente mit komplexem Dimensionsraum hilfreichen Validitätsprüfung werden Objekte mit widersprüchlichen Dimensionsangaben durch farbige Balken am seitlichen Rand markiert. Ein Beispiel für den irregulären Einschub eines Volltexts in eine als Kurztext definierte Stichpunktliste ist in Abbildung 3 angegeben.

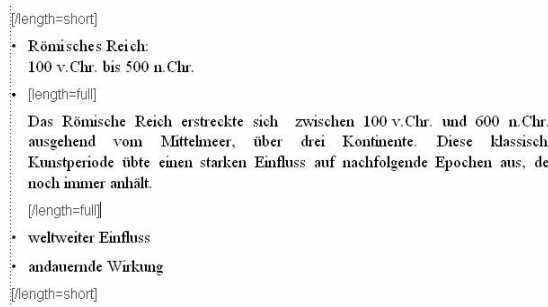


Abbildung 3: Markierung kontext-invalider Objekte im erweiterten FrameMaker

Abbildung 4 demonstriert schließlich eine Selektion im Dimensionsraum zwecks Erzeugung einer Folienversion (nur Kurztexte und statischen Medien), d. h. zur Reduzierung von der mehrdimensionalen Beschreibung (a) auf ein konventionelles, nulldimensionales Format. Dafür ist allen Dimensionen ein konkreter Wert zuzuordnen (b). Als Ergebnis werden alle damit nicht mehr gültigen Komponenten in der Dokument- und Strukturansicht verborgen. Sie sind jedoch weiter im Dokument enthalten und können auf Wunsch wieder angezeigt werden. Die entstandene „Folie“ (c) genügt noch nicht professionellen Designkriterien; es handelt sich lediglich um eine einfache Vorschau während des Authorings.

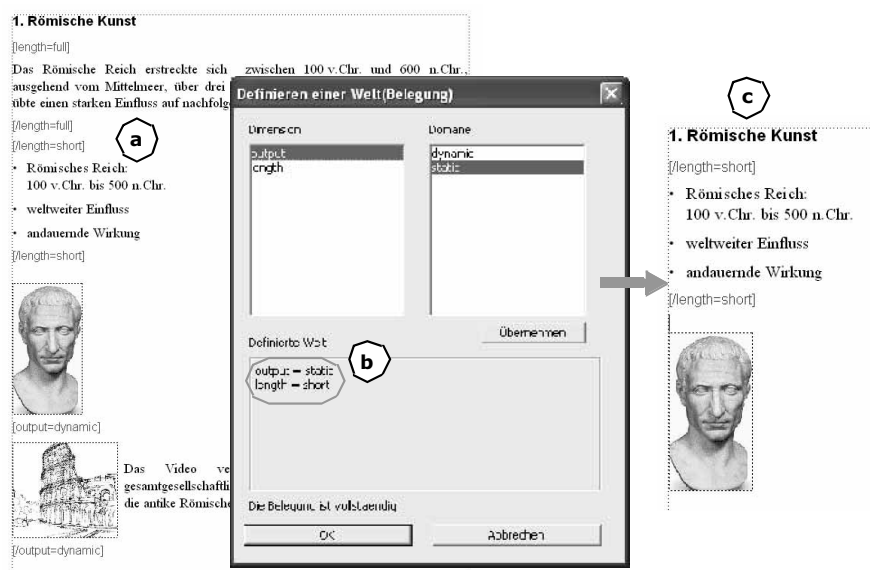


Abbildung 4: Kontext-basierte Selektion über Definition einer Belegung

Da die Modellierung von Dimensionen eines Dokuments in FrameMaker unabhängig von der Sprachbeschreibung ist, können beliebige Formate mehrdimensional angereichert werden. Die Dimensionsangaben können beim Export flexibel z. B. auf Attributwerte im XML-Code (wie bei $\langle ML \rangle^3$) oder auf andere Syntax-Elemente abgebildet werden. Werden konventionelle Sprachen ohne Mehrdimensionalität verwendet, bleiben diese Informationen auf den Einsatz innerhalb von FrameMaker beschränkt. Sie ist in diesem Fall beim XML-Export zu ignorieren oder ggf. unter Beachtung konkreter Dimensionswerte aufzulösen. Mit dem erweiterten FrameMaker liegt damit ein leistungsfähiges und komfortables Werkzeug für die Erstellung mehrdimensionaler Lernobjekte vor, das sich nahtlos in die Office-Umgebung des Autors einpasst.

3 Individuelle Kurskomposition

Der Begriff Kurskomposition umfasst die Zusammenstellung von Lernobjekten zu Lehr- und Lernmaterialien. Hierfür verwendete engl. Begriffe sind „curriculum sequencing“ oder „instructional planning“ [BV03]. Die Objektzusammenstellung wird als Kurs bezeichnet. Ein Kursautor ist dementsprechend eine Person, die sich mit der Kurskomposition befasst. Dabei kann es sich sowohl um Dozenten als auch um Lernende handeln. Mehrdimensionale Lernobjekte bieten gegenüber herkömmlichen Materialien in diesem Zusammenhang den Vorteil, eine hohe Kontextspezifität mit einer hohen Wiederverwendbarkeit zu verbinden. Durch die Vereinigung von Ausprägungen für verschiedene Kontexte sind sie auf einfache Weise individuell adaptierbar.

Repositorien erreichen leicht einen Umfang von mehreren hundert Objekten, auch wenn ihr Inhalt auf ein bestimmtes Fachgebiet beschränkt ist. Die Kurskomposition eröffnet in diesem Kontext ein erhebliches Auswahl- und Anordnungsproblem für den Kursautor; dieses Problem ist für konventionelle Lernobjekte gut erforscht [HN01, FLT04]. Die bekannten Verfahren der Kurskomposition sind nach einer geeigneten Aufbereitung der Datengrundlage und einer Erweiterung der Algorithmen auch auf mehrdimensionale Inhalte anwendbar. Die differenzierten Ausdrucksmöglichkeiten mehrdimensionaler Metadatensätze [Bu04a] erlauben eine exaktere Beschreibung der Inhalte, der Funktion und der Abhängigkeiten von verschiedenen Varianten eines Lernobjekts, als dies mit herkömmlichen Formaten möglich ist. Weitere Daten für die Kurskomposition können beispielsweise durch statistische Inhaltsanalyse oder aus formalen Wissensmodellen des durch die Lernobjekte behandelten Themengebietes gewonnen werden. Daraus ergeben sich, wie in Abbildung 5 dargestellt, neue Möglichkeiten für die Optimierung der Kurse.

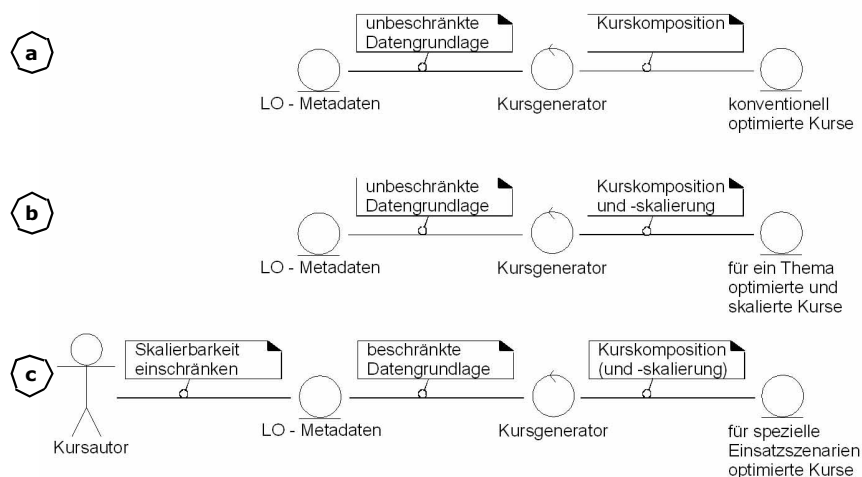


Abbildung 5: Kurskomposition mit mehrdimensionaler Datengrundlage

Der konventionelle Optimierungsprozess (a) besteht ausschließlich in der optimalen Auswahl und Anordnung der Inhalte. Mit mehrdimensionalen Lernobjekten lassen sich durch spezielle Algorithmen zur Kurskomposition (b) dem Kursautor automatisiert

Vorschläge für die Skalierung einzelner Lernobjekte unterbreiten. Als Kriterien für die Auswahl einer bestimmten Ausprägung dienen z. B. die detaillierte Behandlung der Kernthemen eines Kurses oder das Ausblenden von bereits bekannten Inhalten. Gleichzeitig können die bei der Kurskomposition berücksichtigten Daten durch Beschränkung von Dimensionen (c) an spezielle Einsatzszenarien gepasst werden. Dabei werden einige Inhalte und Abhängigkeiten aus dem Suchprozess ausgeblendet. Auf diese Weise ist es z.B. möglich, Kurse für Anfänger und Fortgeschrittene generieren zu lassen, die das selbe Thema behandeln, sich jedoch in Auswahl und Anordnung der Inhalte unterscheiden. Dieser Ansatz kann mit der automatischen Skalierung (b) kombiniert werden. Im Rahmen des Projektes „Automatische Manuskriptgenerierung“ (AMG) [Au06] wurde dieses Konzept als Kursgenerator umgesetzt. Das System ist als Servlet implementiert; daneben wird derzeit eine SOAP-Schnittstelle entwickelt.

Die in Abbildung 6 dargestellte Benutzeroberfläche des Kursgenerators ist Bestandteil eines umfassenden Webportals. Dieses enthält des weiteren Werkzeuge zur Verwaltung von Lernobjekten und zur semi-automatischen Metadatenextraktion, auf die über die Reiterleiste im oberen Bereich zugegriffen werden kann. Das Kursthema kann durch inhaltliche Beschreibungen wie z. B. Stichworte präzise definiert werden (a). Auch eine gröbere Auswahl von Fachgebieten ist möglich (b). Dies ist im AMG-Kursgenerator in Form einer baumartigen Taxonomie der Informatik realisiert. Zusätzlich besteht die Möglichkeit, Lernobjekte und deren Anordnung im Kurs explizit festzulegen (c). Dadurch kann ein Kursautor seine eigenen Vorstellungen zur Auswahl und Abfolge der Inhalte einbringen.

Ergänzend ist eine nachträgliche Manipulation des Kurses möglich. Dies beinhaltet das Sortieren oder Entfernen von Lernobjekten, die Erweiterung oder Beschränkung des Themengebietes, die Festlegung von Dimensionsausprägungen sowie das Einfügen zusätzlicher Inhalte in Form von sog. Brückenmodulen, um den Übergang zwischen zwei aufeinanderfolgenden Lernobjekten zu glätten [Bu04b]. Durch die Nutzung semi-automatischer Verfahren zur Kurskomposition kann auf eine deutlich größere Datengrundlage zurückgegriffen werden, als dies bei manuellen Verfahren möglich ist. Der so erstellte Kurs wird in einer Datenbank gespeichert und zur Bereitstellung von Lern- und Lehrmaterial z. B. in Verbindung mit einer Lernplattform verwendet.

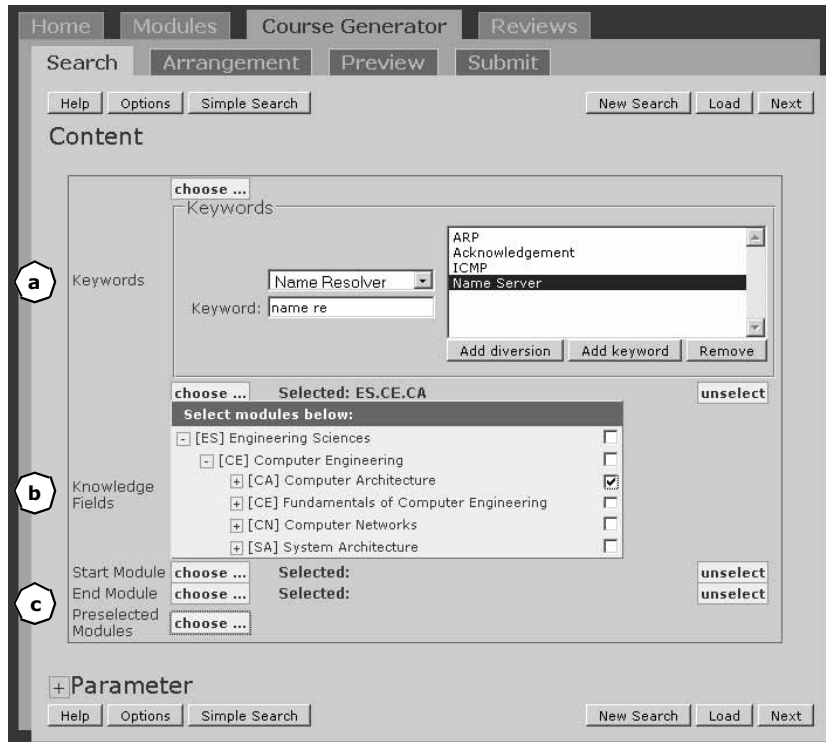


Abbildung 6: Angabe von Suchkriterien im AMG-Kursgenerator

4 Mehrdimensionales Kursmaterial in Lernplattformen

Die Verwendung von mehrdimensionalem Lehr- und Lernmaterial in einer Lernplattform stellt eine Reihe von Anforderungen, wenn die durch die Mehrdimensionalität gewonnene Flexibilität den Dozenten und Lernenden erhalten bleiben soll. Insbesondere werden die Konfiguration und Transformation der Kurse in die gewünschte Ausprägung benötigt. Zudem ist eine Benutzeroberfläche erforderlich, welche die Mehrdimensionalität des Materials adäquat visualisiert und Zugriff auf den Kurs ermöglicht.

In konventionellen Lernplattformen erfolgt die Verwaltung der Lehrmaterials meist in Dateien oder Datenbanken [II06, St06]. Soll die Integration mehrdimensionaler Kurse unabhängig von speziellen Lernplattformen sein, ist die Auslagerung auf einen externen Server sinnvoll. Über einen Web Service können verschiedene Lernplattformen den Server ansprechen und individuell skalierte Kurse abrufen. Ebenso kann die Verwaltung der mehrdimensionalen Kursdaten zentral erfolgen. Dies verringert den Implementationsaufwand für die Erweiterung der Lernplattformen um geeignete PlugIns. Eine derartige Service-Oriented Architecture kann mittels des SOAP-Protokolls realisiert werden. Es ermöglicht den Aufruf von Serverfunktionen über eine

XML-basierte Schnittstelle und unterstützt zudem die Übermittlung großer Datenmengen als sog. Attachments.

In Abbildung 7 ist das Zusammenspiel zwischen dem externen Server mit Kurs- und Modulverwaltung und einer Lernplattform schematisch gezeigt. Das Einstellen von Lernobjekten durch den Modulautor und die Generierung von Kursen anhand der Spezifikationen des Kursautors wird durch grafische Benutzerschnittstellen realisiert. Der Server implementiert Funktionen zur Verwaltung und Transformation von Kursen und Lernobjekten. Diese Funktionen werden z. T. auf Basis von SOAP als Web Service bereitgestellt. Sie können mit einem entsprechenden PlugIn z. B. von Lernplattformen angesprochen werden.

Die PlugIns erweitern den Funktionsumfang und die grafische Benutzerschnittstelle einer Lernplattform um spezifische Aspekte mehrdimensionaler Lehrmaterialien für Dozenten und Lernende. Ein Benutzer mit dem Status eines Dozenten kann Kurse in der Lernplattform veröffentlichen und deren Skalierbarkeit einschränken. Studenten erhalten so nur Zugriff auf ausgewählte Ausprägungen eines Kurses. Aus den verbleibenden Varianten wird von den Studenten eine ausgewählt, so dass für alle Dimensionen des Kurses eine Ausprägung definiert ist. Dadurch wird das mehrdimensionale wieder auf herkömmliches nulldimensionales Material reduziert. Dies wird vom Server in ein gängiges Format wie PDF oder HTML transformiert und von der Lernplattform bereitgestellt.

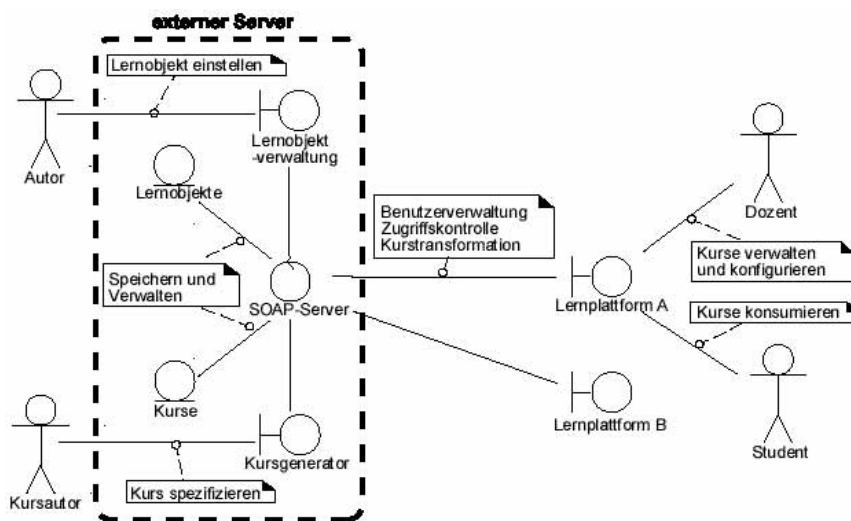


Abbildung 7: Interaktion zwischen Werkzeugen und Akteuren

Abbildung 8 zeigt die Veröffentlichung von Kursen im erweiterten StudIP. Diese PHP-basierte Lernplattform besitzt umfangreiche Funktionen wie z. B. das Verwalten von Benutzern und Veranstaltungen sowie zur Bereitstellung von Lehrmaterial. Dem Dozent werden eine Liste der auf dem Server verfügbaren Kurse und Eingabefelder zur Beschränkung von dessen Dimensionierung angezeigt (a). Diesen Einstellungen entsprechend, wird der Zugriff von Studenten auf einen Kurs eingeschränkt (b). Im Beispiel ist die Dimension „target“ auf die Ausprägung „student“ festgelegt; in der Dimension „device“ kann aus allen Ausprägungen frei gewählt werden. Der Schwierigkeitsgrad als dritte Dimension des Materials wurde bereits bei der Kurskomposition festgelegt.

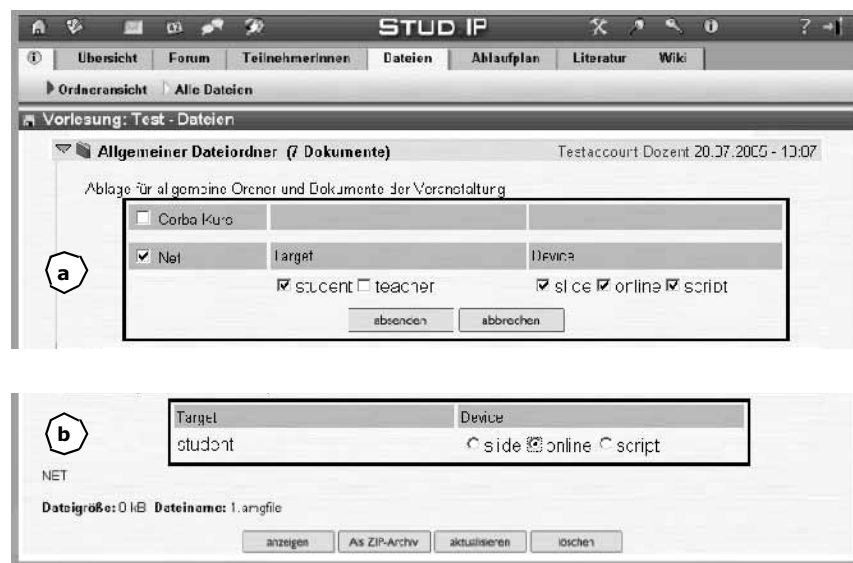


Abbildung 8: Veröffentlichung und Nutzung von mehrdimensionalem Lehrmaterial

Durch eine derart erweiterte Lernplattform wird dem Anwender ein transparenter Umgang mit mehrdimensionalem Lehrmaterial ermöglicht. Der Einsatz eines externen Servers für die Transformation und die Verwaltung der Kurse macht diese Funktionen unabhängig von der verwendeten Lernplattform. Plattformspezifisch bleiben lediglich Darstellungsebene und Serverzugriff.

Aus didaktischer Sicht sollte dem Lernenden neben der gezeigten Auswahl aus vom Autor vorkonfigurierten Modulen die Möglichkeit gegeben werden, sich individuell im Lernprozess für bestimmte Dimensionen des bearbeiteten Lernobjekts zu entscheiden (z.B. zum Zugriff auf vertiefende Darstellungen, ergänzende Beispiele oder andere Perspektiven). Dies erfordert jedoch eine deutlich engere Verflechtung mit der Funktionalität der Lernplattform und bleibt deshalb künftigen Forschungsarbeiten vorbehalten.

5 Zusammenfassung und Ausblick

Mit der fortschreitenden Etablierung der XML-Technologie können auch im eLearning deren Vorteile nutzbar gemacht werden. Während infrastrukturelle Mechanismen wie die Beschreibung von Inhalten, deren Verwaltung, Transformation und Suche als zufriedenstellend erforscht anzusehen sind, fanden nutzerseitige Aspekte einer transparenten Erstellung und Anwendung von XML-basierten Lernobjekten bislang weniger Berücksichtigung. Dieses Problem ist insbesondere bei innovativen Forschungsansätzen wie z. B. mehrdimensionalem Kursmaterial evident, das für bereits existierende Systeme verschlossen bleibt. In diesem Beitrag werden daher Beispiele für die nahtlose Integration von XML-basierten, mehrdimensionalen Formaten in Standardwerkzeuge gezeigt:

- Bei der *Erstellung* von Lernobjekten sind komfortable Textverarbeitungen gegenüber dedizierten XML-Editoren oder Eigenentwicklungen zu bevorzugen. Mangelnde Funktionalität, insbesondere in Hinblick auf das Konzept der Mehrdimensionalität, wurde dazu auf der formalen Basis eines algebraischen Modells erfolgreich in die Datenstruktur und Funktionen von Adobe FrameMaker integriert.
- Für die *Komposition* mehrdimensionaler Lernobjekte zu Kursen sind deren Spezifika nutzbringend einzusetzen. Bekannte Verfahren des „curriculum sequencing“ wurden daher erweitert, um die Flexibilität des Ausgangsmaterials in eine individualisierte Kurskomposition umzusetzen.
- Für eine *Nutzung* der Vorteile von mehrdimensionalen Lernobjekten können diese nicht mittels Standardformaten als nulldimensionale Ausprägung in Lernplattformen integriert werden. Ein dienste-basierter Ansatz erlaubt hier, die mit mehrdimensionalen Lernobjekten verbundene spezifische Funktionalität einmalig zentral bereitzustellen und aus verschiedenen Umgebungen abzurufen.

Künftige Erweiterungen der vorgestellten Infrastruktur betreffen zunächst im Bereich des Authoring die Ausdehnung auf weitere Standardwerkzeuge sowie eine engere Anbindung an Repositories und Transformationswerkzeuge. Auch im Anwendungsbereich sind weitere Lernplattformen zu erschließen. Dabei könnten z. B. Web Services for Remote Portlets (WSRP) genutzt werden, um die Interaktionsmuster mit einem Dienst abstrakt zu beschreiben und daraus Bestandteile der Benutzeroberfläche zu generieren. Auf diese Weise könnten große Teile der PlugIn-Erstellung automatisiert werden. Generell wird die individuelle Zusammenstellung der Arbeitsumgebung aus unabhängigen Diensten auch im eLearning als richtungweisend angesehen.

Als Fernziel der Entwicklungen im Learning steht die transparente Integration von unterstützender Technologie in alle Prozesse an der Hochschule – in Form einer Pervasive University [TNL05]. Dies betrifft nicht nur die unmittelbar für das Lehren und Lernen benötigten Werkzeuge und Daten, sondern auch organisatorische, logistische oder schlicht menschliche Aspekte.

Literaturverzeichnis

- [Au06] Automatische Manuskriptgenerierung (AMG). <http://www.amg-project.de> (Abruf im Juni 2006)
- [Bu03] Bunschkowski, M.; Lucke, U.; Röser, M.; Tavangarian, D.: The role of metadata for the automated generation of educational courseware. Proceedings of the 2nd European Conference on eLearning (ECEL), 2003.
- [Bu04a] Bunschkowski, M.; Röser, M.; Tavangarian, D.; Voigt, D.: Eine differenzierte Metdatennotation XML-basierter E-Learning-Ressourcen für ein zuverlässiges Metadatenmanagement. Proceedings Der 2. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI), 2004.
- [Bu04b] Bunschkowski, M.; Röser, M.; Tavangarian, D.; Voigt, D.: Exploiting context-specific content for better reuse of existing teaching and learning materials. Proceedings of the Int. Conference on Interactive Computer Aided Learning, 2004.
- [BV03] Brusilovsky, P.; Vassileva, J.: Course Sequencing Techniques for Large-scale Web-based Education. Int. Journal of Content Engineering Education and Lifelong Learning, 13/2003.
- [FLT04] Farrell, R.; Liburd, S. D.; Thomas, J. C.: Dynamic Assembly of Learning Objects. Proceedings of the 4th Int. World Wide Web Conference (WWW), 2004.
- [HN01] Henze, N.; Nejdil, W.: Adaptation in open corpus hypermedia. IJAIED Special Issue on Adaptive and Intelligent Web-Based Systems, 12/2001.
- [II06] ILIAS open source. <http://www.ilias.de/> (Abruf im Juni 2006)
- [JB05] Joachim, S.; Bothe, K.: Interaktive Werkzeugbasierte Entwicklung von mehrsprachigem Lehr- und Lernmaterial, Proceedings der 3. Deutschen e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI), 2005.
- [KM03] Klettke, M.; Meyer, H.: XML & Datenbanken: Konzepte, Sprachen und Systeme, dpunkt.verlag 2003.
- [Ko04] Kornelsen, L.; Lucke, U.; Tavangarian, D.; Waldhauer, M.; Ossipova, N.: Strategien und Werkzeuge zur Erstellung multimedialer Lehr- und Lernmaterialien auf Basis von XML. Proceedings Der 2. e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI), 2004.
- [Lu05] Lucke, U.: Eine formale Algebra für die strukturierte Dokumenten-verarbeitung. Proceedings der 3. Deutschen e-Learning Fachtagung Informatik (DeLFI), 2005.
- [Lu06] Lucke, U.: Ein Referenzmodell für mehrdimensionale Lernobjekte. In (Breitner, M. H.,; Brun, B.; Lehner, F., Hrsg): Neue Trends im E-Learning: Aspekte der Betriebswirtschaftslehre und Informatik. Springer/Physica, vorauss. Juli 2006.
- [LNT05] Lucke, U.; Nölting, K.; Tavangarian, D.: Strukturierte Lehr- und Lernmodelle für die Ausbildung im Fachgebiet Technische Informatik. Information Technology (it), 47/03, 2005.
- [Mu06a] Multidimensional LearningObjects and Modular Lectures Markup Language <http://www.ml-3.org/> (Abruf im Juni 2006)
- [Mu06b] Multimedia in Sicheren Systemen. <http://www.informatik.uni-bremen.de/mmiss/> (Abruf im Juni 2006)
- [QS03] Quemada, J.; Simon, B.: A Use-Case Based Model for Learning Resources in Educational Mediators. Journal on Educational Technology & Society, 06/04, 2003.
- [St06] Studentischer Internet-Support für die Präsenzlehre (Stud.IP) <http://www.studip.de/> (Abruf im Juni 2006)
- [TNL05] Tavangarian, D.; Nölting, K.; Lucke, U.: Organisation of e-learning in a pervasive campus - a case study. Elektrotechnik und informationstechnik (e+i), 122/12, 2005.
- [We05] Weger, L.: Vergleichende Evaluation und Erweiterung von Werkzeugen für die strukturierte Dokumentenverarbeitung auf Basis eines formalen algebraischen Modells. Diplomarbeit, Universität Rostock, November 2005.
- [Wi06] Wissenswerkstatt Rechensysteme. <http://www.wwr-project.de/> (Abruf im Juni 2006)