

MuSoft-Multimedia in der SoftwareTechnik

Ernst-Erich Doberkat, Corina Kopka
Lehrstuhl für Software-Technologie
Fachbereich Informatik
Universität Dortmund

Gregor Engels
Arbeitsgruppe Datenbanken und Informationssysteme
Fakultät für Informatik, Elektrotechnik und Mathematik
Universität Paderborn

29. Januar 2004

Zusammenfassung

Im BMBF-Verbundprojekt MuSoft wurden multimediale Lehrmaterialien für die Lehre der Softwaretechnik erarbeitet, die verschiedene Aspekte der Softwaretechnik-Ausbildung unterstützen. Aufgrund inhaltlicher Überlegungen des abzudeckenden Themenspektrums wurden Teilprojekte definiert, die zu den betrachteten Themengebieten Materialien entwickeln und in einem Portal zur weiteren Verwendung in der Lehre der Softwaretechnik zur Verfügung stellen.

In diesem Papier stellen wir die Teilprojekte von MuSoft und deren Themenschwerpunkte vor und diskutieren einige Maßnahmen zur Sicherung der Nachhaltigkeit. Wir legen den Schwerpunkt der Diskussion dabei auf die didaktischen Grundannahmen, die inhaltliche und stilistische Abstimmung zwischen den Materialien, die gleichförmige Beschreibung der Materialien durch Metadaten, die eine effektive Recherche des Materials innerhalb des MuSoft-Portals ermöglichen, und schließlich die gewählten Lösungen zur Lizenzierung der Lehrmaterialien.

1 Einleitung

Das Projekt „MuSoft – Multimedia in der SoftwareTechnik“ hat sich zum Ziel gesetzt, multimediale Lehreinheiten zur Unterstützung der Präsenzlehre in der Softwaretechnik zu entwickeln. Das Projekt wurde im Rahmen des Programmes „Neue Medien in der Bildung“ des BMBF vom 01.03.2001 bis zum 31.12.2003 gefördert. Die Projektpartner sind (von Nord nach Süd) die FH Lübeck (Frau Prof. Seehusen), Uni Magdeburg (Prof. Saake), Uni Paderborn (Prof. Engels, Prof. Magenheimer), Uni Dortmund (Prof. Doberkat), Uni Siegen (Prof. Kelter), TU Darmstadt (Prof. Schürr) sowie die Uni Stuttgart (Prof. Schmidt); die Konsortialleitung liegt gemeinschaftlich bei Prof. Doberkat und Prof. Engels.

Das Themenspektrum in MuSoft läßt sich in

drei große Bereiche, zu denen die einzelnen Projektpartner Lehrmaterialien mit unterschiedlichen Themenschwerpunkten entwickeln, gliedern [4]:

1. Vorgehensweisen in Anforderungsanalyse, Entwurf und Realisierung
2. Prozess- und Projektmanagement in der Software-Entwicklung
3. Softwaretechnische Fachdidaktik

Im ersten Bereich wird die objektorientierte Modellierung als eine Folge von Phasen betrachtet, innerhalb deren Software-Produkte schrittweise konstruiert werden. Hierzu gehören insbesondere die Analysephase mit dem Erfassen von Benutzeranforderungen und die anschließende Entwurfsphase mit dem Umsetzen dieser Anforderungen in technische Modelle. Zum zweiten Bereich gehört die Auseinandersetzung mit dem Entwicklungsprozess selbst und den dazugehörigen übergreifenden Tätigkeiten wie das Projektmanagement und die Qualitätssicherung. Die fachdidaktische Herangehensweise an die softwaretechnische Ausbildung, die insbesondere für die Informatiklehrerausbildung von großer Bedeutung ist, wird im dritten Bereich behandelt.

Die in MuSoft betrachteten Themengebiete decken einen großen Teil der Lehre im Grundstudium ab, ohne dabei speziellere Themen im Hauptstudium zu vernachlässigen. Ein wesentliches Anliegen besteht darin, ausgewählte Lehrinhalte durch multimediale Gestaltung anschaulicher und themengerechter präsentieren zu können. Dies bedeutet aber auch, dass die Erarbeitung vollständiger multimedialer Vorlesungen nicht das vordringliche Ziel von MuSoft ist, sondern ebenso auch die Erarbeitung kleinerer, in sich abgeschlossener Einheiten, die bestimmte Teilaspekte der Softwaretechnik behandeln. Im Folgenden verwenden wir (in Anlehnung an der LOM-Standard, siehe Abschnitt 4) den Begriff *Lernobjekt* als Oberbegriff für Einheiten von Lehrmaterialien auf einer beliebigen Granularitätsstufe.

Um die in MuSoFT an unterschiedlichen Standorten entwickelten Lernobjekte zur Realisierung einer Vorlesung einsetzen zu können, müssen die unterschiedlichen Lehreinheiten *aufeinander abgestimmt* werden. Auch das ist eine weitere wichtige Zielsetzung des MuSoFT-Projektes. Diese inhaltliche Abstimmung erfordert übergreifende Aktivitäten, die maßgeblich zur Qualitätssicherung innerhalb von MuSoFT beitragen. Hierzu wurden zu Beginn des Projekts Koordinations-teams eingerichtet, welche über die einzelnen Standorte und Teilprojekte hinweg tätig sind:

KT 1 für die Erarbeitung von Richtlinien für die didaktische Konzeption der Lernobjekte,

KT 2 für die inhaltliche und stilistische Abstimmung von Lernobjekten, die u.a. die Verwendung durchgängiger Fallbeispiele, die Einigung auf verwendete Modellierungs- und Programmiersprachen sowie die zugehörigen Richtlinien umfasst,

KT 4 für die Bereitstellung eines Internetportals, über welches die erstellten Lernobjekte und die dazugehörigen Werkzeuge angeboten werden.

Im Folgenden soll ein Überblick über die Teilprojekte gegeben werden. Des Weiteren sollen die Aktivitäten und Ergebnisse der unterschiedlichen Koordinationsteams detailliert dargestellt werden. In Abschnitt 3 betrachten wir die didaktischen Konzeptionen, gefolgt von der Diskussion der Abstimmungen zwischen den einzelnen Teilprojekten (Abschnitt 4), die zu einheitlichen Metadaten für die Lernobjekte geführt hat. Diese Metadaten sind in das MuSoFT-Portal eingeflossen (Abschnitt 5). Abschnitt 6 stellt die MuSoFT Open-Content-Lizenz vor, die die Benutzung der Materialien eindeutig klärt.

2 Überblick über die Teilprojekte

Wir geben im Folgenden einen kurzen Überblick über die in den einzelnen Teilprojekten entwickelten Lernobjekte.

2.1 Teilprojekt 1: Vorgehensweisen in Anforderungsanalyse, Entwurf und Realisierung

Ausgehend von der Beobachtung, dass die Konstruktion von Softwaresystemen immer mit einer Definition der Anforderungen an das zu entwickelnde System beginnt, fasst man die Anforderungen in einem Modell zusammen, das später im Entwurf zu einem detaillierten Modell des Systems ausgebaut wird und die Grundlage für dessen Realisierung bildet. Schwierigkeiten bei der Vermittlung bereitet bei Studenten erfahrungsgemäß das kreative Vorgehen bei der Modellbildung. Im Arbeitsschwerpunkt Video-gestützte Anforderungsdefinition (Prof. Dr. Gregor Engels, Universität Paderborn) wurden Lernobjekte erarbeitet, in denen Videos aus der Logistikbranche verwendet werden, um Lernenden die Gelegenheit zu geben, die

Vielfalt der vorhandenen Informationen bei der Analyse einer Aufgabenstellung in der realen Welt selbst zu erfahren. Durch eine Kopplung von Videosequenzen und Modellelementen werden darüber hinaus Modellierungsentscheidungen sichtbar und nachvollziehbar gemacht. Ebenso wurden Animationen für ein Gesellschaftsspiel entwickelt, um darauf aufbauend die selbstständige Erarbeitung eines Pflichtenheftes zu lehren, das für die softwaretechnische Entwicklung des Spiels erarbeitet werden soll.

Die Architektur eines Softwaresystems ist mit der Gestaltung eines Gebäudes vergleichbar: Komponenten werden auf wohldefinierte Art zusammengesetzt, um den Entwurf eines Systems mit seiner Funktionalität angemessen zu realisieren. In der Literatur finden sich zunehmend Standardmuster für Architekturen, mit denen Studenten vertraut gemacht werden sollen. Im Schwerpunkt Software-Architekturen (Prof. Dr. Ernst-Erich Doberkat, Universität Dortmund) wird der systematische Aufbau von Softwaresystemen mit einem Katalog von architekturellen Idiomen vermittelt, mit denen viele Standardaufgaben des Software-Entwurfs gelöst werden können. In dieser Lerneinheit wird ein visueller Architektur-Editor und ein Editor für Zustandsdiagramme zur Verfügung gestellt, mit deren Hilfe Architekturen und Zustandsdiagramme modelliert und simuliert werden können.

Ähnlich wie Architekturen sind Entwurfsmuster ein wichtiges Konzept der Softwaretechnik und dienen insbesondere der Vermittlung von Lösungen für häufig wiederkehrende Entwurfs- und Implementierungsprobleme. Im Rahmen des Arbeitsschwerpunkts Entwurfsmuster (Prof. Dr. Silke Seehusen, Fachhochschule Lübeck) werden Entwurfsmuster didaktisch für die Präsenzlehre konzipiert und die Präsentation einzelner Muster sowie deren Eingliederung in ein größeres Software-Produkt multimedial aufbereitet. Hierbei werden die Phasen Entwurf und Implementierung abgedeckt. Durch die explizite Verfolgung von Entwurfsmustern im Entwurf und in der Implementierung wird den Studenten ein konstruktiver Übergang zur Implementierung ermöglicht.

Die Visualisierung von Algorithmen und Datenstrukturen ist ein etabliertes Teilgebiet der Informatik, das für die Entwicklung multimedialer Lehrformen eine herausragende Rolle spielt. Im Arbeitsschwerpunkt Algorithmen und Datenstrukturen aus der Sicht der Softwaretechnik (Prof. Dr. Andy Schürr, Universität der Bundeswehr München) wurde ein einheitliches Konzept für Lernobjekte zum Themenbereich Algorithmen und Datenstrukturen entwickelt. Hierbei werden Standarddatenstrukturen und -algorithmen nach softwaretechnischen Gesichtspunkten mit graphischen Notationen modelliert. Aus den erarbeiteten Modellen werden dann lauffähige Animationen generiert, die entweder als reine Präsentation ablaufen oder das interaktive Nachspielen von Algorithmen erlauben. Das graphische Debugging von Pro-

grammen, das in Übungen gemeinsam mit Studenten erarbeitet werden kann, kann durch das Einbinden von Visualisierungsbausteinen und die automatische Überprüfung von Invarianten unterstützt werden. Schließlich wird durch die Verwendung entsprechender Werkzeuge der Aufwand für die Konstruktion neuer Lernobjekte und der zugehörigen Software-Visualisierungen deutlich reduziert.

Datenbanksysteme stellen wichtige Bestandteile in modernen Softwaresystemen dar. Daher ist der Entwurf eines geeigneten Datenbankschemas und eine entsprechende Anbindung eines Softwaresystems an die Datenbankschnittstelle ein wichtiges Thema in der Softwaretechnikausbildung. Im Arbeitsschwerpunkt Entwicklung von Informationssystemen (Prof. Dr. Gunter Saake, Otto-von-Guerike Universität Magdeburg) wurden verschiedene multimediale Lernobjekte im Überschneidungsbereich zwischen Datenbankentwurf und Softwaretechnik entwickelt. Hierzu gehört z.B. die Umsetzung eines UML-Klassendiagramms in ein logisches Datenbankschema.

2.2 Teilprojekt 2: Prozess- und Projektmanagement in der Softwareentwicklung

Über die oben erläuterten und durch entsprechende Lernobjekte unterstützten Einzelaspekte der Softwaretechnik hinweg ist die Auseinandersetzung mit dem Entwicklungsprozess selbst und den dazugehörigen übergreifenden Tätigkeiten wie Projektmanagement und Qualitätssicherung ein wichtiger Bestandteil der Ausbildung in der Softwaretechnik. Außer in Präsenzveranstaltungen wird dies insbesondere auch in Softwaretechnikpraktika, im Übungsbetrieb und im Selbststudium den Studierenden nähergebracht.

Der mit der Durchführung von Praktika im Bereich der Softwaretechnik verbundene Betreuungsaufwand ist erheblich, da studentische Arbeitsgruppen den Umgang mit der Notation für Analyse und Entwurf und mit den unterstützenden Werkzeugen erlernen und gleichzeitig die mit einer konkreten Aufgabenstellung gegebenen Probleme herausarbeiten und dokumentieren müssen. Bei steigenden Studentenzahlen ist dieser Betreuungsaufwand ohne geeignete Werkzeugunterstützung für die Lehrenden nicht zu bewältigen. Im Arbeitsschwerpunkt Durchführung von Softwareprojekten mit dem Unified Process (Prof. Dr. Ernst-Erich Doberkat, Universität Dortmund) wurde eine multimediale Visualisierung des Ablaufs eines Projekts, der Reihenfolge der zu erledigenden Arbeitsschritte und der komplexen Abhängigkeitsstruktur der Schritte untereinander im Rahmen eines Lehrbuchs konstruiert. Ein Musterprojekt dient als Beispiel für eine gelungene Modellierung. Zusätzlich wurde ein Prozessmodellierungswerkzeug und ein Tutor, der bei der Durchführung von Softwareprojekten Unterstützung bietet, entwickelt. Grundlage für den Ablauf bildet der Unified Process aus dem Umfeld der

objektorientierten Modellierungssprache UML.

Der Arbeitsschwerpunkt Projektmanagement (Prof. Dr. Udo Keller, Universität Siegen) hat Lernobjekte zu den Themen des Versions- und Konfigurationsmanagements, der Projektplanung und -verfolgung und schließlich zum Fehler- und Problemmanagement konstruiert. Die entwickelten Module dienen zur Unterstützung der Präsenzlehre, können aber insbesondere auch im Softwaretechnikpraktikum eingesetzt werden.

Im Arbeitsschwerpunkt Einführung in das V-Modell (Prof. Dr. Fritz Schmidt, Universität Stuttgart) wird eine V-Modell konforme Umgebung für den iterativen und inkrementellen Software-Entwicklungsprozess bereitgestellt. In dieser Umgebung sollen Studenten in Übungen und Softwaretechnik-Praktika bei der Durchführung von kleineren Projekten unterstützt werden. Dadurch wird es möglich, den Fortschritt solcher Arbeiten in Praktika zeitnah zu überwachen und auch die Ergebnisse schnell auszuwerten. Im Arbeitsschwerpunkt Qualitätsmanagement derselben Arbeitsgruppe wird die Qualitätssicherung ins Zentrum der Überlegungen gestellt, als unverzichtbarer Bestandteil bei der Konstruktion eines Produktes.

2.3 Teilprojekt 3: Softwaretechnische Fachdidaktik

In der Informatiklehrausbildung ist das Modellieren von informationsverarbeitenden Systemen von besonderer Wichtigkeit. Im Arbeitsschwerpunkt Software Engineering in der Informatiklehrausbildung (Prof. Dr. Johannes Magenheimer, Universität Paderborn) wurden multimediale, an konstruktivistischen Prinzipien des Lernens orientierte Szenarien zu didaktischen Implikationen des Modellierens und Gestaltens von Informatiksystemen für die Lehrerausbildung entwickelt. Derartige Module sind auch überall dort einsetzbar, wo es um didaktische Vermittlungsprozesse von Techniken der Softwareentwicklung geht. Zwei unterschiedliche Typen von Multimedia-Modulen sind entwickelt: zum einen ausgewählte Module, die exemplarisch die fachdidaktische Umsetzung von Softwaretechnik-Themen behandeln und die sich ergänzend zur Vorlesung zum Selbststudium eignen, und zum anderen virtuelle Erkundungsumgebungen mit Videosequenzen, die das Entwicklungs- und Einsatzumfeld eines Informatiksystems einschließlich relevanter sozialer Funktionen und Nutzererwartungen multimedial präsentieren.

Neben der Entwicklung von Software nimmt das methodische Konzept der Dekonstruktion in der systemorientierten Didaktik der Informatik einen hohen Stellenwert ein. Dekonstruktion bedeutet in diesem Zusammenhang die Analyse eines Informatiksystems und seiner Software aus unterschiedlichen Wahrnehmungs- und Abstraktionsperspektiven. Dies geschieht mit dem Ziel, dem System zugrundeliegen-

de Entwurfsentscheidungen partiell nachzuvollziehen, zu problematisieren und die Software an vorgegebene Einsatzszenarien anzupassen und weiterzuentwickeln. Der Arbeitsschwerpunkt Dekonstruktion von Software-Systemen derselben Arbeitsgruppe hat gerade dieses Anliegen zum Inhalt. Dazu wurde eine multimediale interaktive Erkundungsumgebung von Software erarbeitet, mit deren Hilfe wesentliche Konzepte und Methoden der objektorientierten Modellierung und seiner fachdidaktischen Implikation erkundet werden können.

3 Didaktische Grundüberlegungen

Die im Projekt MuSoFT entwickelten Lernobjekte zur Softwaretechnik sind primär zur Unterstützung der universitären Präsenzlehre bestimmt. Um ihre nachhaltige Nutzung in einer Vielzahl von unterschiedlichen Einsatzszenarien zu sichern, müssen didaktische Überlegungen zu ihrer Gestaltung sehr unterschiedlichen Einsatzbedingungen gerecht werden und von multivarianten Lernumgebungen ausgehen. Die Lernobjekte sollen als multimediale Elemente in eine traditionelle Vorlesung integrierbar sein und auch zur Unterstützung des Übungsbetriebs genutzt werden können. Sie sollen der individuellen Nachbereitung des Stoffes durch Studierende dienen und darüber hinaus teilweise auch die kooperative Erarbeitung des Fachgebiets in Form des Selbststudiums ermöglichen. Außerdem können trotz gleicher Themen die inhaltlichen Schwerpunkte von Lehrveranstaltungen und das Anforderungsniveau an die Studierenden in Abhängigkeit vom jeweiligen Studiengang erheblich variieren.

Lernobjekte können diesen zentralen Rahmenbedingungen nur gerecht werden, wenn sie nicht in der Form von monolithischen, komplexen Einheiten eines nicht separierbaren Lernstoffes angeboten werden. Die angestrebte Feingranularität der Lernobjekte erlaubt es Lehrenden, sich Teile des Studienmaterials entsprechend ihren speziellen Lehrbedürfnissen und inhaltlichen Schwerpunkten zu neuen Lernobjekten, ggf. ergänzt mit Eigenentwicklungen, zusammenzustellen. Auf diese Weise kann eine vielfältige, sich weiterentwickelnde Vernetzung der einzelnen Lernobjekte entstehen, die durch weitere neu zu entwickelnde Materialien seitens der Nutzer ergänzt und aktualisiert werden kann.

Angesichts des didaktisch-methodischen Postulats der „flexiblen Einsetzbarkeit und nachhaltigen Nutzung“ erschien es den Projektpartnern wenig hilfreich, verbindliche Vorgaben für die Gestaltung der Lernobjekte zu vereinbaren, weder für die didaktische Konzeption noch für das Layout. Da es in MuSoFT im Gegensatz etwa zur Virtuellen Fachhochschule (VFH) keinen institutionellen Überbau gibt, soll die Autonomie der Lehrenden und ihrer Hochschulen gewahrt bleiben. Aus dem selbigen Grund haben wir von der Vorgabe eines MuSoFT-spezifischen Lernmanagementsystems, wie z.B. Blackboard [2], Clix-Campus [3]

oder WebCT [13], Abstand genommen.

Unabhängig von dem Anspruch, die in MuSoFT entwickelten Materialien flexibel einsetzen zu können, wurde die Vereinbarung getroffen, die Lernobjekte auf der Basis einiger durchgängiger Fallstudien anzulegen. Mit dieser didaktisch-methodischen Grundsatzzentscheidung soll eine konsequente Anwendungsorientierung der vermittelten Fachinhalte gewährleistet werden. Schließlich wird damit zusammen mit der oben beschriebenen Feingranularität die Kombinierbarkeit der Lernobjekte erhöht.

Es ist klar, dass die beschriebenen didaktischen Überlegungen nur zentrale Fragestellungen berühren und nicht alle didaktischen Aspekte *en detail* betrachten.

4 Inhaltliche und stilistische Abstimmung von Lernobjekten

Die inhaltliche und stilistische Abstimmung von Lernobjekten stellt die Grundlagen dafür bereit, dass sich Lernobjekte für neue Zielgruppen durch Kombination und Adaption bereits vorhandener Lernobjekte erzeugen lassen und dass die Anforderungen an ein gemeinsames MuSoFT-Portal genauer festgelegt werden können. Um diesem Anspruch gerecht zu werden, wurden folgende drei Primärziele formuliert:

1. die Nutzung von Lernobjekten in anderen Lernobjekten verschiedener Teilprojekte und die gleichzeitige Vermeidung von Redundanzen, die durch Doppelentwicklungen in verschiedenen Teilprojekten entstehen können,
2. die Identifikation fehlender Lernobjekte zur Vermittlung von Basiswissen, das von den erstellten Lernobjekten vorausgesetzt wird und die Vergabe entsprechender Aufträge an Teilprojekte,
3. die Erstellung neuer Lernobjekte durch die Wiederverwendung vorhandener Objekte bzw. die Anpassung bereits erstellter Lernobjekte an neue Zielgruppen.

Aus diesen Primärzielen lässt sich ableiten, dass die inhaltliche und stilistische Abstimmung von Lernobjekten bzw. ihrer Bestandteile notwendig ist und welche Punkte dabei zu berücksichtigen sind. Auf *inhaltlicher* Ebene spielen die Dokumentation verschiedener Arten von Beziehungen zwischen einzelnen Lernobjekten, die Auswahl durchgängiger Fallstudien, die Festlegung der verwendeten Modellierungs- und Programmiersprachen sowie die einheitliche Beschreibung aller erstellten Lernobjekte eine herausragende Rolle. Aus der großen Menge der Methoden und Techniken der Softwaretechnik haben wir uns in MuSoFT auf die obligatorische Verwendung von Java und UML geeinigt, als Entwicklungsprozess wird der Unified Process betrachtet, gemeinsame Fallstudien diskutieren Themen aus der Logistik als Grundlage

(Lagerverwaltung, Kommissionierung, Speditionswesen). Auf der *stilistischen* Ebene geht es unter anderem darum, Modellierungs- und Programmierkonventionen festzulegen sowie die Menge der alternativ eingesetzten Modellierungs- und Programmierwerkzeuge einzuschränken.

Neben diesen inhaltlichen und stilistischen Abstimmungen ist es für die Abarbeitung dieses Aufgabenkatalogs notwendig, dass zu allen im Projekt erstellten Lernobjekten einheitliche Beschreibungen in Form sogenannter *Metadaten* bereitgestellt werden. Hierzu wurde auf den IEEE LOM-Standard (*Learning Objects Metadata*) [7] zurückgegriffen, der ein konzeptionelles Datenschema vorgibt, welches die Struktur von Metadaten für Lernobjekte beschreibt. Die Verwendung eines Metadatenstandards erlaubt nicht nur eine einheitliche Beschreibung der Lernobjekte innerhalb von MuSoft, sondern erlaubt auch eine Interpretation der verwendeten Metadaten über die Projektgrenzen hinaus. Der Grund für die Verwendung des LOM-Standards ist zum einen seine weite Verbreitung. Zum anderen wird der LOM-Standard nahezu unverändert in verschiedene Standardisierungsbemühungen, wie z.B. dem IMS Global Learning Consortium [9], SCORM [1] oder ARIADNE [5] integriert.

Obwohl LOM aus den oben genannten Gründen der für unsere Zwecke am besten geeignete Standard für die Beschreibung von Lernobjekten ist, war sein Einsatz im MuSoft-Projekt mit umfangreichen Vorarbeiten verbunden. So erschien es uns vor allem unrealistisch, alle von LOM vorgeschlagenen Metaattribute (etwa 60 Attribute, die in neun Kategorien unterteilt sind) für die Dokumentation unserer Lernobjekte einzusetzen und zudem die tatsächliche Verwendung der LOM-Attribute ohne weitere Richtlinien den einzelnen Teilprojekten zu überlassen. Ein solcher ungeordneter Einsatz von LOM würde möglicherweise zu weit voneinander abweichenden Metabeschreibungen einzelner Lernobjekte führen und damit die oben aufgeführten Zielsetzungen konterkarieren.

Deshalb wurde der LOM-Standard wie folgt an die Bedürfnisse von MuSoft angepasst:

- Von den neun Attributkategorien werden zunächst nur die folgenden fünf in eingeschränkter Weise für die Beschreibung von Lernobjekten verwendet:
 1. *General* für allgemeine Informationen,
 2. *Technical* für technische Eigenschaften,
 3. *Educational* für didaktische Eigenschaften,
 4. *Relation* für die Beschreibung von Beziehungen zwischen Lernobjekten,
 5. *Classification* für Klassifikationshierarchien.

Dies reduziert die Zahl der Attribute auf neunzehn. Die Bedeutung dieser Teilmenge von Attributen wird durch zusätzliche Erläuterungen und Einschränkungen präzisiert.

- die im LOM-Standard vorgesehene vierstufige Hierarchisierung von Lernobjekten wird wie folgt präzisiert: auf der obersten Ebene gibt es Lehreinheiten (LE), die aus wiederverwendbaren Lernmodulen (LM) aufgebaut sind. Lernmodule bestehen ihrerseits aus sogenannten Gruppenobjekten (GO), die atomare Medienobjekte (MO) enthalten. Beispielsweise entspricht eine Vorlesung dabei einer LE, die sich in thematische Blöcke zergliedert (mehrere LM). Diese können wiederum in einzelne Abschnitte zerlegt werden (GO), die sich aus Medienobjekten (z.B. Folien, Animationen, Videos, . . .) zusammensetzen. Es ist aber nicht notwendig, dass alle vier Ebenen durchgängig benutzt werden.

Die Richtlinien für die didaktische Konzeption der Lernobjekte in MuSoft legen vier didaktische Kriterien fest, die für die Lernobjekte dokumentiert werden müssen. Im Folgenden charakterisieren wir diese Kriterien anhand derjenigen LOM-Attribute der Kategorie *Educational*, die auch im MuSoft-Portal benutzt werden:

Leitbilder definieren den Kontext für den Einsatz des Lernobjektes. Hierzu zählen Informationen über den Studiengang (z.B. Uni/FH, Nebenfach, Hauptfach) im Attribut Kontext, technische Rahmenbedingungen (Betriebssystem, Browser, etc.) im Attribut Anforderungen, sowie Lernvoraussetzungen (z.B. in Form von Relationen zu anderen Lernobjekten) in der Rubrik „Beziehungen zu anderen Lernobjekten“.

Lernszenarien geben genauere Hinweise zum Einsatz des Lernobjektes. Hier zu zählen Anspruch, Abstraktionsniveau, Medientypen sowie Angaben zur Interaktivität des Lernobjektes aus Sicht des Lernenden, die als Attribute unter der Rubrik „Didaktische Angaben“ zu finden sind.

Lernziele erläutern, was Lernende anhand des Lernobjektes lernen sollen (Attribut Lernziele).

Benutzungshinweise geben Hinweise für den Einsatz des Materials und des didaktisch-methodischen Arrangements aus der Sicht des Autors (Attribut Benutzungshinweise).

Als besonders schwierig bei der Anpassung des LOM-Standards für MuSoft erwies sich die Festlegung einer festen Hierarchie von Lernobjekten sowie die Auswahl und Beschreibung der Metaattribute der Kategorie *Educational*. So ist es fraglich, ob eine vierstufige Hierarchie mit genau festgelegten Rollen der Lernobjekte auf den einzelnen Ebenen immer ausreichend ist oder ob man nicht lieber die Erstellung beliebig tiefer Hierarchien unterstützen sollte. Unbehagen löst auch die Tatsache aus, dass alle Metaattribute für

die Beschreibung von Lernobjekten auf allen Hierarchiestufen zugelassen sind. Technische Attribute, wie etwa das Format eines Lernobjektes, scheinen auf den oberen Ebenen wenig Sinn zu machen, während hingegen didaktische Attribute, die z.B. den eingesetzten Studiengang eines Lernobjektes beschreiben, auf den unteren Ebenen fraglich erscheinen. Zusätzlich hat sich gezeigt, dass die didaktischen Attribute oft eine unklare Semantik besitzen.

Wir erwarten, mit der skizzierten Anpassung des LOM-Standards einen gangbaren Weg gefunden zu haben, der den Aufwand für die Erstellung von Metadaten nicht in unrealistische Höhen treibt und trotzdem die für die (Wieder-)Verwendung von Lernobjekten benötigten Informationen bereitstellt. Hier sind unsere Erfahrungen mit dem flächendeckenden Einsatz des MuSofT-Portals abzuwarten, das die Verwaltung entsprechender Metadaten bereits unterstützt.

5 Das MuSofT-Portal

Das webbasierte MuSofT-Portal (<http://www.softwaretechnik.de>) ermöglicht die Archivierung und den Austausch der im Rahmen von MuSofT erstellten Lehreinheiten und den dazugehörigen Werkzeugen. Das MuSofT-Portal bietet den Mitgliedern des Projektes MuSofT die Möglichkeit zur Distribution ihrer erstellten Lernobjekte. Das Portal ist öffentlich zugänglich, so dass nicht nur Projektinterne Zugriff auf die im Portal abgelegten Daten haben. Wir hoffen, dass so die in MuSofT erstellten multimedialen Materialien eine größere Verbreitung finden können. Durch die MuSofT *Open-Content-Lizenz* wird die Benutzung der Materialien eindeutig geklärt. Auch externen Nutzern wird die Möglichkeit geboten, selber Materialien auf dem MuSofT-Server abzulegen, so dass auf dem MuSofT-Portal eine Sammlung von Materialien für die gesamte Bandbreite der softwaretechnischen Lehre entstehen kann.

5.1 Technische Realisierung

Das MuSofT-Portal kann man als eine spezielle Variante eines Content-Management-Systems (CMS) auffassen, das als Inhalte die multimedialen Lernobjekte zusammen mit Metadaten für die Recherche verwaltet. Die verfügbaren CMS haben allerdings unsere Anforderungen nicht erfüllt. Klassischerweise unterscheiden CMS zwischen einer Entwicklungssicht mit und einer Präsentationssicht ohne (ausgefeilte) Recherchemöglichkeiten, dies widerspricht aber der Arbeitsweise im MuSofT-Portal. Als schwierig hat sich auch die Behandlung der Metadaten gezeigt, da wir nicht nur eine vorgegebene Menge von Metaattributen benötigen. Da zusätzlich der Satz an Metaattributen und ihrer Wertemengen sich aufgrund unserer künftigen Erfahrungen mit dem Portal ändern kann, brauchen wir eine leichte Änderbarkeit der Metaattribute und ihrer Ausprägungen im laufendem Betrieb. Schlussendlich sind für eine nutzerfreundliche Bedie-

nung spezielle Suchanfragen entlang der Hierarchie der Lernobjekte und der Hierarchie des Klassifikationsschemas nötig. Wir haben uns daher für eine Eigenentwicklung auf der Basis einer existierenden objektorientierten Datenbanklösung entschieden.

Das MuSofT-Portal kann von jedem (neuerem) HTML-Browser aus bedient werden. Der Server basiert auf dem *Infolayer-System* [6], das als Servlet realisiert wurde. Das Infolayer-System ist eine objektorientierte Datenbank, deren Schema mit durch OCL annotierten UML-Klassendiagrammen spezifiziert wird. Als Abfragesprache wird ebenfalls OCL verwendet. Die Daten werden als XML-Dateien abgespeichert. Eine Standardweboberfläche zur Navigation durch das Schema und durch die vorhandenen Objektinstanzen wird vom Infolayer-System automatisch zur Verfügung gestellt und kann sukzessive durch Schablonen an eigene Anforderungen angepasst werden, so dass Entwicklungsarbeiten sehr schnell zu bereits produktiven Prototypen führen. Diese Eigenschaften erlauben eine einfache Anpassung der Datenbank und des Portals, wenn sich die Metadaten aufgrund von Erfahrungen beim Einsatz des MuSofT-Portals ändern.

5.2 Verwendung von Metadaten

Das MuSofT-Portal dient zur Archivierung von Lernobjekten, die innerhalb (und außerhalb) von MuSofT erstellt werden. Die wichtigsten Aktivitäten, die mit dem Portal ausgeführt werden können, sind das Einfügen, Aktualisieren und Suchen von Lernobjekten. Beim Einfügen eines neuen Lernobjekts oder beim Modifizieren eines bestehenden Lernobjekts sind die bereits erwähnten Vorgaben für Metadaten zu berücksichtigen, damit innerhalb des MuSofT-Portals eine einheitliche Beschreibung der Lernobjekte erfolgt. Die Oberfläche des Systems unterstützt den Benutzer dabei, indem es Eingabefelder für die erforderlichen Attribute anbietet und für Attribute mit fester Wertemenge eine Auswahlbox verwendet, so dass dort keine ungültigen Werte eingegeben werden können.

Neben dem reinen Hochladen von Lernobjekten unterstützt das MuSofT-Portal die in Kapitel 4 beschriebene und vom LOM-Standard vorgeschriebene Hierarchisierung von Lernobjekten. So kann z.B. eine neue Lehreinheit aus verschiedenen Lernmodulen, die zuvor in dem MuSofT-Portal erstellt wurden, zusammengesetzt werden.

Da Metadaten für Lernobjekte immer einen sehr subjektiven Charakter haben, kann es schwierig sein, passende Lernobjekte zu finden, wenn man sich ausschließlich auf Freitexteingaben für Stichworte und inhaltliche Beschreibungen verläßt. Wir verwenden daher für die inhaltliche Beschreibung zusätzlich eine festgelegte Taxonomie, die einen Ausschnitt aus dem Klassifikationsschema der ACM für Informatikliteratur darstellt, zugeschnitten auf Themenbereiche der Softwaretechnik und des verwandten Gebiets der Da-

tenbanktechnologie. Wir sollten anmerken, dass die Metadaten mit dieser Ausnahme nicht spezifisch auf Softwaretechnik zugeschnitten sind. Bei Bedarf kann dieses Klassifikationsschema sowohl um zusätzliche neue Themenbereiche als auch um verfeinerte Klassifikationen erweitert werden. Ebenso können bei Bedarf weitere unabhängige Klassifikationssysteme zur Verfügung gestellt werden. Lernobjekte können mit einem oder mehreren Einträgen aus dem Klassifikationsschema versehen werden, so wie dies bei Artikeln üblich ist. Wir erwarten, dass die inhaltliche Recherche wesentlich über dieses sehr bekannte und allgemein akzeptierte Klassifikationsschema stattfinden wird.

5.3 Interoperabilität und Nachhaltigkeit

Im Rahmen des MuSoft-Portals ist weiterhin die nachhaltige Nutzung der erstellten Materialien sicherzustellen. Nachhaltiger Einsatz bedeutet in diesem Fall, dass der wiederholte Einsatz der Materialien während der Laufzeit und nach der Beendigung des Projektes sichergestellt wird. Hierzu wurden, wie bereits in Abschnitt 4 beschrieben, Schritte unternommen, um die Nachhaltigkeit auf inhaltlicher und stilistischer Ebene zu ermöglichen. Die Sicherstellung der nachhaltigen Nutzung der in das Portal eingestellten Materialien hat jedoch auch einen technischen Aspekt: Es muss möglich sein, die Lernobjekte einschliesslich ihrer Metadaten auf unterschiedlichen Lernmanagementsystemen (LMS) zu verwenden, ohne die auf dem MuSoft-Portal erzeugten Metadaten erneut erstellen zu müssen. Ein einfacher Download der unterschiedlichen Lernobjekte ist in diesem Fall also nicht ausreichend. Zu diesem Zweck wird ein (standardisiertes) Exportformat benötigt, welches den Austausch einer Menge vernetzter Lernobjekte inklusive ihrer Metadaten ermöglicht. Hierfür wird das *IMS Content Packaging* Format vom IMS Global Learning Consortium verwendet [8]. Die *IMS Content Packaging* Spezifikation beschreibt Datenstrukturen, die den Austausch von Inhalten zwischen verschiedenen LMS und entsprechenden Autorensystemen standardisieren. So können Systeme Pakete mit Lernobjekten erstellen, die von anderen, unabhängig entwickelten Systemen aufgrund der standardisierten Struktur des Pakets eingelesen werden können. Nur die Verwendung eines standardisierten Datenaustauschformats ermöglicht die Weiterverarbeitung der Lernobjekte in unterschiedlichen LMS, die an den Hochschulen eingesetzt werden.

Die Wahl bei dem Exportformat fiel auf das *IMS Content Packaging* Format, da es zum einen auch den LOM-Standard berücksichtigt. Die mit dem MuSoft-Portal erstellten Metadaten können also mit den Lernobjekten exportiert und in anderen Systemen weiterverwendet werden. Zum anderen wird das *IMS Content Packaging* Format bereits von einer Reihe von LMS (in Teilen) unterstützt. Kurze Übersich-

ten, welche Programme den *IMS Content Packaging* Standard unterstützen finden sich unter [9, 11]. Weiterhin beteiligen sich die wichtigsten Hersteller von eLearning-Plattformen an der Entwicklung der *IMS*-Spezifikationen. Das *IMS Content Packaging* Format wird auch im Rahmen des *SCORM*-Standards [1] verwendet. Mit dem Exportformat ist die Interoperabilität in einer Richtung, nämlich von MuSoft in LMS hinein, sichergestellt. Zusätzlich beabsichtigen wir zu einem späteren Zeitpunkt auch einen Import des *IMS Content Packaging* Formats zur Verfügung zu stellen, um so eine volle Interoperabilität in beiden Richtungen zu gewährleisten.

Ein weiterer zentraler technischer Aspekt für die mittel- und langfristige Nutzung der Lehrmaterialien ist die Änderbarkeit von bereits im Portal abgelegten Lernobjekten. Um diese Genese der Lernobjekte nachvollziehen zu können, stellen wir eine Versionsverwaltung zur Verfügung. Wir unterscheiden dabei zwischen Revisionen und Varianten eines Lernobjektes. Revisionen können nur vom Autor angelegt werden und sollen für relativ kleine Änderungen und Fehlerkorrekturen genutzt werden, etwa Beseitigung von Tippfehlern oder die Anpassung auf eine neue Version der verwendeten Notation. Soll das Lernobjekt im größeren Umfang umgestaltet werden, so wird dies als Variante bezeichnet. Ein Beispiel könnte die Umgestaltung einer Vorlesung für Informatiker zu einer Vorlesung für Nebenfächler sein. Benutzt man Lernobjekte aus dem Portal und modifiziert es, so kann man es als Variante des ursprünglichen Materials wieder in das Portal einstellen. Durch die Revisions- und Variantenverwaltung kann so der Ursprung des adaptierten Materials explizit deutlich gemacht werden ebenso die Urheberrechte am Material. Um über Veränderungen an Lernobjekten informiert zu werden, können angemeldete Nutzer sich für einzelne Lernobjekte in Notifikationslisten eintragen lassen.

Als problematisch erweisen sich Verknüpfungen zwischen einzelnen Lernobjekten, wie sie etwa auftreten, wenn man eine Vorlesung in kleinere Lernobjekte zerlegt, aber auf ein verlinktes Gesamtinhaltsverzeichnis nicht verzichten möchte. Auch die Versionierung der Verknüpfungsstruktur ist nicht unproblematisch. Da Lernobjekte typischerweise keine Schnittstelle in Form von möglichen Verknüpfungszielen anbieten, ist bei einer neuen Version eines Lernobjektes unklar, ob die früher vorhandenen Linkziele innerhalb des Lernobjektes immer noch vorhanden sind. Hier ist noch weitere Arbeit notwendig, um zu einer auch pragmatisch handhabbaren Lösung zu kommen.

6 Die MuSoft Open-Content-Lizenz

Für die erfolgreiche Distribution der Lehrmaterialien (und damit der Nachhaltigkeit der Projektergebnisse) müssen neben der offensichtlich notwendig Qualität der Materialien geeignete Infrastrukturen bereit stehen. Es muss ein Rechtemanagement existieren, das

für die Anwender der Materialien die rechtliche Situation für die Benutzung der Materialien eindeutig klärt. Insbesondere die kleineren Einheiten sind dabei problematisch, da sie in eine größere Veranstaltung integriert und dabei typischerweise auf die lokalen Gepflogenheiten hin angepasst werden müssen. Dies setzt voraus, dass ein Änderungsrecht für die Lehrmaterialien existiert.

MuSoft wird die erarbeiteten Materialien im Sinne der Open-Source-Philosophie zur Verfügung stellen. Dieses einfach klingende Ziel läßt sich aber nicht ohne weiteres realisieren. Als erstes Hindernis fällt auf, dass die üblichen Open-Source-Lizenzen aus dem anglo-amerikanischen Raum stammen und ohne Veränderung sich im deutschen Rechtsraum nicht einsetzen lassen. Betrachtet man nun die rechtliche Situation genauer (vgl. z.B. [12, 10]), dann stellt man zusätzlich fest, dass sich Lizenzen für Programmcode nicht ohne weiteres auf multimediale Lehrmaterialien übertragen lassen. Dies rührt daher, dass Lehrmaterialien im wesentlichen nicht aus Programmcode bestehen, sondern im erheblichen Umfang Dokumente im klassischen Sinn sind, also aus Texten, (bewegten) Bildern, Musik, etc. bestehen. Bei multimedialen Lehrinhalten sind die Grenzen fließend, da in der Regel auch ein programmartiger Anteil besteht, dessen Größen allerdings von wenigen kleinen Javascript-Ausdrücken bis hin zu komplexen Simulations- und Lehr/Lernsystemen reichen kann.

Das Urheberrecht sieht nun vor, dass die Urheber eines Werkes die Kontrolle über den Einsatz des Werkes haben. Typischerweise wird ein einfaches Nutzungsrecht erteilt, dass die unveränderte Benutzung des Werkes erlaubt (nicht notwendigerweise gegen eine Gebühr). Kompliziert wird es, wenn Werke verschiedener Urheber zusammengetragen werden, um ein neues Werk zu bilden und dabei der Umfang der verwendeten Werke über das übliche Zitat hinausgehen, oder – noch gravierender – die Originalwerke modifiziert werden. Dann haben die Originalurheber das Recht die Publikation zu verbieten und über jede weitere Publikation auch von allen abgeleiteten Werken mitzuentcheiden. Dies macht es – pragmatisch gesehen – unmöglich, den Inhalt von Lehrmaterialien ohne Einschränkungen weiterzugeben, da damit der rechtliche Rahmen für den Einsatz dieser Lehrmaterialien unklar ist und im jeden Einzelfall unabhängig zu recherchieren und abzuklären wäre.

Diese Situation führt die Idee des Austausches von Lehrmaterial, wie es in MuSoft vorgesehen ist und durch das Portal operationalisiert wird, ad absurdum. Wir haben daher beim Kompetenznetzwerk Universitätsverbund Multimedia NRW (UVM) die Entwicklung einer Open-Content-Lizenz für MuSoft in Auftrag gegeben. Dabei bedeutet Open-Content, dass die grundlegenden Ideen der Open-Source-Lizenzen auf Lizenzierung von Inhalte übertragen werden sollen. Die wesentlichen Ziele der MuSoft-Lizenz sind:

- Kostenfreie Verwendung der lizenzierten Materialien in kostenfreien Studiengängen,
- Erlaubnis der Bearbeitung der lizenzierten Materialien,
- Erlaubnis zur Distribution modifizierter Materialien, die dann aber wieder unter der MuSoft-Lizenz stehen,
- Verwendung der MuSoft-Lizenz auch für Projekte außerhalb von MuSoft.

Eine derartige Lizenz ist sowohl im informatischen als auch im juristischen Bereich weitestgehend Neuland.

Alle Materialien, die auf dem MuSoft-Portal angeboten werden, müssen mit einer Lizenz versehen werden. Bearbeitbares Lehrmaterial wird dabei im Allgemeinen unter der MuSoft-Lizenz angeboten, so dass der rechtliche Rahmen der Verwendung und Modifikation eindeutig geklärt ist. Für spezielle Medientypen, insbesondere für Videomaterial, wird eine eingeschränkte MuSoft-Lizenz verwendet, die die Bearbeitung ausschließt. Für Programme können alternativ weitere Open-Source-Lizenzen (z.B. GPL, APL oder andere) verwendet werden, dies ist insbesondere dann wesentlich, wenn bereits bestehende Systeme erweitert wurden. Erst die Verwendung der MuSoft-Lizenz sowie die Explizierung der Lizenzen überhaupt läßt die Distribution und die Verwendung von Lehrmaterialien im gewünschten Open-Source Sinne zu.

7 Zusammenfassung und Ausblick

Wir haben in diesem Papier die Teilprojekte von MuSoft und die Aktivitäten des Projektes MuSoft vorgestellt, die für eine qualitativ hochwertige und nachhaltige Entwicklung von Lehrmaterialien zuständig sind. Gemeinsame didaktische Grundannahmen sowie eine inhaltliche und stilistische Abstimmung zwischen den Lernobjekten sind wichtige Voraussetzungen. Die Distribution der Lernobjekte an interessierte Lehrende ist für die Nachhaltigkeit von entscheidender Bedeutung, hierzu ist eine gleichförmige und leicht recherchierbare Beschreibung der Lernobjekte durch Metadaten notwendig. Operationalisiert wird dies im MuSoft-Portal. Ebenso sind für die Nachhaltigkeit die Aktivitäten zur Lizenzierung der Materialien von Bedeutung. Als Ergebnis ist eine erste Version der MuSoft-Open-Content-Lizenz entstanden, die inzwischen verfügbar und auf dem MuSoft-Portal publiziert worden ist. Damit kann das MuSoft-Portal in seine öffentliche Erprobungsphase gehen und die Evaluation der Materialien, der Distributionsplattform mit seinen Metadaten und nicht zuletzt des Lizenzierungsmodells auch außerhalb von MuSoft beginnen. Ein webgestützter Fragebogen zur Feedbackerhebung von Seiten der Nutzer der Lehrmaterialien wird zur Zeit als Erweiterung des Portals realisiert, um so eine einfache Bewertung der Lehrmaterialien innerhalb unserer Distributionsplattform verfügbar zu machen.

Dank Dr. Klaus Alfert hat das Projekt MuSoft bis zum 31. Dezember 2003 als Projektmanager begleitet. Ihm sei für seine Arbeit an dieser Stelle herzlich gedankt.

Literatur

- [1] Advanced Distributed Learning. Scorm – sharable content object reference model. <http://www.adlnet.org>, 2002.
- [2] Blackboard. <http://www.blackboard.com>, 2002.
- [3] Clix-campus. <http://www.im-c.de>, 2002.
- [4] Ernst-Erich Doberkat and Gregor Engels. MuSoft - Multimedia in der Softwaretechnik. *Informatik Forschung und Entwicklung*, 17(1):41–44, 2002.
- [5] Eril Duval, Eddy Forte, Kris Cardinaels, Bart Verhoeven, Rafael Van Durm, Koen Hendriks, Maria Wentland Forte, Norbert Ebel, Maciej Macowicz, Ken Warkentype, and Florence Haenni. The ARIADNE knowledge pool system. *Communications of the ACM*, 44(5):72–78, May 2001.
- [6] Stefan Haustein and Jörg Pleumann. Is participation in the semantic web too difficult? In I. Horrocks and J. Hendler, editors, *The Semantic Web - First International Semantic Web Conference*, volume 2342 of *LNCS*, Heidelberg, 2002. Springer.
- [7] IEEE Learning Technology Standards Committee, IEEE, 3 Park Avenue New York, NY 10016-5997, USA. *Final Draft of the IEEE Standard for Learning Objects and Metadata*, June 2002. Online erhältlich unter <http://ltsc.ieee.org/wg12/>.
- [8] IMS Global Learning Consortium, Inc. Ims content packaging specification v. 1.1.2. <http://www.imsproject.org/content/packaging/index.cfm>, August 2001.
- [9] IMS Global Learning Consortium, Inc. Product directory. <http://www.imsproject.org/direct/getproducts.cfm>, 2002.
- [10] Kompetenznetzwerk Universitätsverbund Multimedia NRW (UVM). *Tagungband Recht einfach – Rechtmanagement in Multimediaprojekten für Beteiligte am Bundesprogramm „Neue Medien in der Bildung“*, November 2001.
- [11] The University of Edinburgh, Department of Meteorology. Ims content packaging specification and tools – an overview. <http://www.met.ed.ac.uk/pacman/cpoverview.html>, 2002.
- [12] Michael Veddern. *Update – Ratgeber. Multi-Mediarecht für die Hochschulpraxis*. Ministerium für Wissenschaft und Forschung des Landes Nordrhein-Westfalen, November 2001.
- [13] Webct. <http://www.webct.com>, 2002.