

ResourceCenter: Eine digitale Bibliothek für Lernressourcen mit Open Source Lizenz

Stefan Hoermann, Andreas Faatz, Cornelia Seeberg und Ralf Steinmetz

Multimedia Kommunikation – KOM
Technische Universität Darmstadt
Merckstr. 25, 64283 Darmstadt

{Stefan.Hoermann, Andreas.Faatz, Cornelia.Seeberg, Ralf.Steinmetz}@kom.tu-darmstadt.de

Zusammenfassung: In dem vorliegenden Papier stellen wir das ResourceCenter, eine digitale Bibliothek zur Speicherung von digitalen Lernressourcen respektive der beschreibenden Metadaten, vor. Das ResourceCenter ist im Rahmen des Projektes k-MED entwickelt worden und steht jetzt als Open Source Projekt der Öffentlichkeit zur Verfügung. Zu den besonderen Merkmalen des ResourceCenters zählen der integrierte Metadateneditor und -Wizard. Der Metadateneditor gehört weltweit zu den Editoren, die am weitesten die Spezifikation erfüllen. Der Metadaten-Wizard stellt eine neuartige und besonders benutzerfreundliche Lösung zum Erstellen von Metadatensätzen dar.

1 Einführung

Das Erstellen von qualitativ hochwertigen Lernressourcen ist zeit- und kostenintensiv. Aufwändige Animationen und Simulationen werden oft in einem interdisziplinären Team, bestehend aus Pädagogen, Grafikdesignern, Informatikern und anderen Spezialisten, entwickelt. Dabei können Zeit und Kosten durch Wiederverwendung bereits bestehender Lernressourcen reduziert werden. Grundvoraussetzung hierfür ist die Auffindbarkeit der bereits bestehenden Lernressourcen. Das Problem dabei ist, dass das Auffinden existierender

Lernressourcen oft aufgrund mangelnder Sorgfalt bei der Archivierung ebenfalls mit hohen Kosten verbunden ist. So erscheint es häufig profitabler, die Lernressourcen neu zu erstellen, als im Archiv nach Lernressourcen zu suchen, die wiederverwendet werden können.

Digitale Bibliotheken für Lernressourcen sollen helfen, diese Probleme zu lösen. Sie stellen den Pool an bereits erstellten Lernressourcen dar. Aus diesem Pool können gespeicherte Lernressourcen als Grundlage neuer Produktionen von Lern- und Lehrmaterialien geschöpft werden. Hierfür müssen alle Lernressourcen, wie Texte, Bilder, Animationen, Videos, Simulationen, Tests oder die Kombination solcher bis hin zu Kursen, in der digitalen Bibliothek gespeichert oder mindestens über Metadatensätze referenziert werden. Über eine Suchmaske kann die digitale Bibliothek gezielt nach geeigneten Lernressourcen durchsucht werden, um diese wieder in den Produktionsprozess neuer Lernressourcen zu bringen. Digitale Bibliotheken für Lernressourcen können aber auch direkt von Lernenden zum Finden von Lernressourcen verwendet werden. Allgemein tragen sie dazu bei, dass von Erfahrungen Anderer gelernt werden kann [DFCV+01].

Um das Finden und Wiederverwenden von Lernressourcen zu ermöglichen, müssen die Lernressourcen, die in der digitalen Bibliothek gespeichert oder angemeldet sind, mit Metadaten beschrieben werden. Das ist notwendig, damit die Lernressourcen von den Benutzern der digitalen Bibliothek leicht wiedergefunden werden können. Die Metadaten der gespeicherten Lernressourcen können darüber hinaus zusätzliche Informationen speichern, die die Auswahl der geeigneten Lernressourcen bei der Suche erleichtert. Außerdem können so multimediale Lernressourcen leicht durch eine Suche auf den Metadaten gefunden werden, ohne dass hierfür der Inhalt einer Ressource maschinell durch automatische Inhaltsanalyse erfasst werden muss.

Zur Beschreibung von Lernressourcen sind spezialisierte Metadatenschemata, wie *Ariadne* Metadata [Aria02], Learning Object Metadata (LOM) [IEEE02] und IMS Learning Resource Metadata [IMS01] entwickelt worden. Mit ihrer Hilfe soll für Lehrende, Lernende oder für automatische Softwareprozesse das Suchen, das Auswerten, der Erwerb und der Gebrauch von Lernressourcen ermöglicht werden. In der digitalen Bibliothek müssen deshalb Werkzeuge zur Beschreibung von Lernressourcen mit Metadaten eingebettet werden.

Mit dem ResourceCenter wollen wir eine solche digitale Bibliothek für Lernressourcen vorstellen. Wir werden zeigen, dass das ResourceCenter alle genannten Eigenschaften bietet. Die Implementierung kann unter [KOM04] heruntergeladen werden.

Das vorliegende Papier ist wie folgt gegliedert: Im nächsten Abschnitt gehen wir einen Überblick über Anwendungsfälle und verwendete Technologien des ResourceCenters im

darauf folgenden Abschnitt beschreiben wir ausführlich den Metadateneditor des ResourceCenters. Im Abschnitt vier schreiben wir über die Integration des Metadateneditors beim Aufladen von Lernressourcen und dem automatischen Erstellen von Metadatensätzen mit Hilfe des Metadaten Wizards. Anschließend diskutieren wir im darauf folgenden Abschnitt ähnliche Arbeiten.

2 Überblick über das ResourceCenter

Das ResourceCenter ist eine web-basierte digitale Bibliothek zur Speicherung von digitalen Lernressourcen, die im Rahmen des Projektes k-MED [Kmed04] entwickelt wurde. Für das ResourceCenter ergeben sich für Autoren folgende Anwendungsfälle:

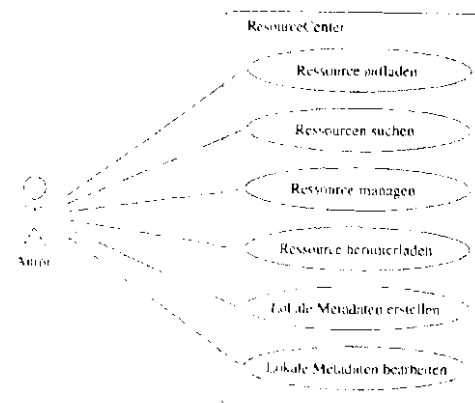


Abbildung 1: Anwendungsfälle für Autoren im ResourceCenter

Die Anwendungsfälle für Autoren, die in Abbildung 1 dargestellt sind, lassen sich in zwei Gruppen gliedern: Die hauptsächliche Anwendung des ResourceCenter ist die digitale Bibliothek für Lernressourcen. Hier werden die Anwendungsfälle Aufladen, Suchen, Managen und Herunterladen unterschieden. Im Anwendungsfall „Ressourcen Managen“ ist das Aufspielen neuer Versionen und das Bearbeiten der Metadatensätze zusammengefasst. Zusätzlich dazu können Autoren lokale Metadatensätze mit dem Metadateneditor erstellen und bearbeiten. Diese zusätzliche Funktion wird nur von Autoren des Projektes k-MED zum Erstellen von Kurspaketen benötigt [HSGS03].

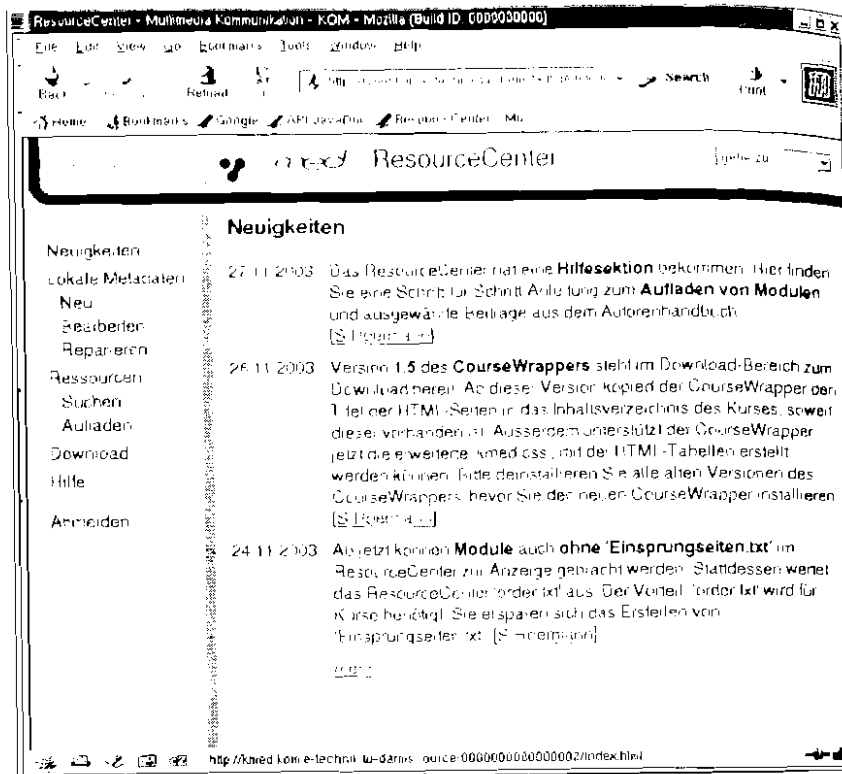


Abbildung 2: Das ResourceCenter

Abbildung 2 zeigt die Oberfläche des ResourceCenters. Sie gliedert sich in den Kopfbereich, in dem Links zu anderen Projektsiten eingebettet sind. Darunter befindet sich auf der linken Seite die Navigationskomponente, über die verschiedene Funktionen vom Benutzer ausgewählt werden können. Rechts daneben ist Platz für den Arbeitsbereich reserviert. Hier werden je nach ausgewählter Funktion des ResourceCenters Suchergebnisse oder ausgewählte Ressourcen angezeigt oder Metadatensätze bearbeitet.

Für die Speicherung von Lernressourcen werden keine Vorgaben über deren Granularität gemacht. Das ResourceCenter speichert vom Textfragment und einem Bild bis hin zu einem vollständigen Kurs alle Arten von Lernressourcen. Gespeicherte Lernressourcen können direkt im ResourceCenter zur Anzeige gebracht werden. Hierfür werden einfache Ressourcen wie Texte, Bilder und Animationen direkt in einer Web-Seite eingebettet, die vom Internet

Browser je nach Fall mit oder ohne Plug-In angezeigt werden kann. Ein vollständige Kurse oder Folgen von HTML-Seiten sind in das ResourceCenter-Player integriert, damit auch diese zur Anzeige gebracht werden können.

Parallel zu jeder Ressource wird ein Metadatensatz im ResourceCenter gespeichert. Die Metadatensätze, die im ResourceCenter gespeichert sind, bilden die Grundlage für die Suche nach Lernressourcen. Beim Aufladen einer Lernressource in das ResourceCenter wird sichergestellt, dass ein Metadatensatz für jede Ressource angelegt wird. Ohne das Anlegen eines Metadatensatzes können keine Lernressourcen im ResourceCenter gespeichert werden.

Bei der Auswahl des verwendeten Metadatenschemas haben wir uns für IMS Learning Resource Metadata (LRM) [LRM01] des IMS Global Learning Consortiums entschieden. IMS Learning Resource Metadata ist verglichen mit Learning Object Metadata (LOM) [LOM02] des Learning Technology Standards Committee (LTSC) der IEEE keine Norm. LRM ist jedoch aufgrund der Entwicklungsgeschichte nahezu identisch mit LOM und hat sich in den letzten Jahren zu einem de facto Standard etabliert. Die Verbreitung von LRM ist sicherlich auf die Verfügbarkeit eines XML-Schemas zurückzuführen, was zum Beginn der Arbeiten am ResourceCenter für LOM nicht offiziell vorlag. Aufgrund der Unterstützung von LRM in vielen e-Learning-Applikationen ist unter Verwendung von LRM die Interoperabilität vom ResourceCenter zu anderen Systemen auf Basis der Metadaten hergestellt. Ausschlaggebend für die Entscheidung war auch, dass LRM Teil des Shareable Content Object Reference Model (SCORM) [ADL01] der Advanced Distributed Learning (ADL) Initiative ist. Metadatensätze, die mit dem ResourceCenter erstellt werden, können so für die Erstellung SCORM-konformer Kurspakete verwendet werden [HSGS03].

Das ResourceCenter ist eine Java-Servlet-basierte Web-Applikation. Das ResourceCenter läuft in jedem Servlet-Container, der die Servlet-Spezifikation 2.3 [Sun03] erfüllt. Für k-MED läuft es produktiv im Apache Jakarta Tomcat 4.1.x Servlet-Container [Apac03a]. Benutzer-Accounts speichert das ResourceCenter in der Java-basierten HSQL-Datenbank 1.7.0 [HSQL03]. Die Metadatensätze der Ressourcen werden in der Apache Xindice 1.0 XML-Datenbank [Apac03b] gespeichert. Für die XML-Datenbank haben wir uns nach ausführlichen Performanzuntersuchungen verschiedener Datenbanken entschieden [HJSS03]. Die physikalischen Daten der Lernressourcen werden im Dateisystem abgelegt, sodass die Ressourcen über Web-Server verfügbar sind. Da das ResourceCenter Java-basiert ist und ausschließlich Java-basierte Server verwendet, kann es auf jeder Plattform betrieben werden, für die es eine virtuelle Maschine für Java gibt.

3 Der Metadateneditor

Digitale Lernressourcen sind in der Regel für die Darstellung im Web-Browser erstellt worden. Das bedeutet, dass Lernressourcen in der Regel direkt im Browser angezeigt werden können. Wir haben uns deshalb dafür entschieden das ResourceCenter als web-basierte Applikation umzusetzen. Hierfür haben wir einen neuen web-basierten Metadateneditor entwickelt.

Die Komplexität von Metadatenschemata wie LRM und LOM entstehen einerseits durch die Fülle an Datenfeldern, die im Schema definiert sind, andererseits durch die Verwendung vieler, teilweise geschachtelter und geordneter 1:N-Relationen im Schema. Die Problematik entsteht bei der Abbildung dieser 1:N-Relationen in der Benutzeroberfläche, im internen Datenschema, sowie in der Datenbank [HISS03]. In einer Benutzeroberfläche können diese 1:N-Relationen durch Listen dargestellt werden. Für geordnete 1:N-Relationen im Datenschema müssen zusätzliche Bedienelemente in die Benutzeroberfläche integriert werden, die es ermöglichen, diese Listen zu ordnen. Zur Abbildung geschachtelter 1:N-Relationen in der Benutzeroberfläche müssen geschachtelte Listen realisiert werden. Diese lassen sich mit relativ wenig Aufwand in Web-Applikationen realisieren.

Der Metadateneditor ist im Model View Controller (MVC) Paradigma realisiert. Bei diesem Paradigma geht man davon aus, dass der Zustand der Applikation in einem Modell gespeichert wird. Durch Benutzerinteraktion kann der Zustand des Modells verändert werden. Die hierfür erforderliche Benutzeroberfläche stellt die Ansicht (View) des aktuellen Zustandes (Model) dar. Die Veränderungen des Zustandes werden vom Controller in Abhängigkeit der Benutzerinteraktionen in das Modell übertragen. Beim Metadateneditor korrespondiert der Zustand (Model) mit dem zu bearbeitenden Metadatensatz, der in einem DOM im Arbeitsspeicher gespeichert wird. Die Benutzeroberfläche (View) ist eine HTML-Seite, die durch einen Web-Browser angezeigt wird. Die Benutzeroberfläche wird durch XML-Transformation des DOMs generiert. Die Datenelemente, die in der Benutzeroberfläche angezeigt werden können dann bearbeitet werden. Wenn der Web-Browser eine neue HTML-Seite anfordert, werden alle Daten der Eingabemaske zum Server zurückgeschickt und in das DOM übertragen. Eine aktualisierte Ansicht der Benutzeroberfläche kann jetzt wieder durch XML-Transformation erstellt werden.

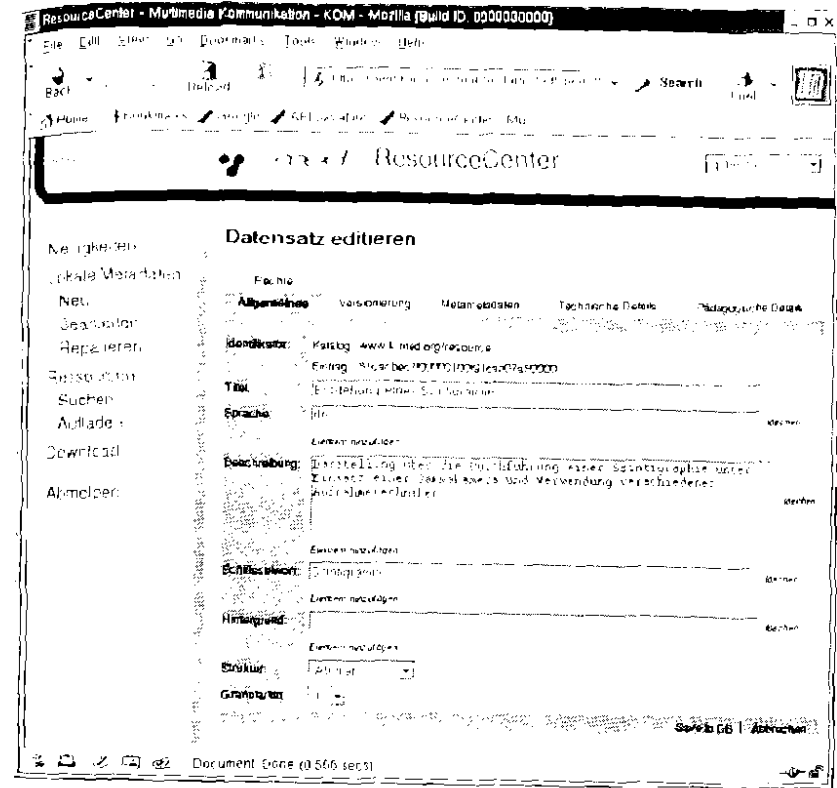


Abbildung 3: Der Metadateneditor des ResourceCenters

Abbildung 3 zeigt die Eingabemaske des Metadateneditors. Der Metadateneditor basiert auf einer Karteikarten-ähnlichen Darstellung. Für jede Kategorie gibt es eine Karteikarte, die über die Karteikartenreiter im oberen Bereich der Eingabemaske ausgewählt werden können. Abbildung 3 zeigt sechs Karteikarten für die LRM-Kategorien General, Life Cycle, Metametadaten, Technical, Educational und Rights. Unterhalb der Karteikartenauswahl werden die Datenfelder der ausgewählten Kategorien zeilenbasiert dargestellt. Für Datenelemente eines listenbasierten Datenfeldes (1:N-Relation im Datenschema) werden innerhalb einer Zeile mehrere Zeilen visualisiert. Damit einzelne Datenelemente einer Liste gelöscht werden können, gibt es für jedes dieser Datenelemente die Operation „löschen“. Für geordnete Listen kommen Operationen „hoch“ und „unten“ zum Sortieren der Liste für jedes Element hinzu. Damit die Liste um ein Datenelement erweitert werden kann, gibt es die Operation „Element

hinzufügen“), die ein weiteres Datenelement dem Ende der Liste hinzufügt. Datenfelder, die automatisch vom ResourceCenter verwaltet werden, können im Metadateneditor nicht verändert werden. Für die reine Darstellung von Metadatensätzen kann der Metadateneditor in einen Read-Only-Modus geschaltet werden.

4 Der Metadaten-Wizard

Erfahrungen mit Benutzern haben gezeigt, dass das Beschreiben von Lernressourcen eine ungeliebte Tätigkeit ist, deren Vorteil für viele Benutzer auf den ersten Blick nicht ersichtlich ist. In [DH03] wird deswegen eine bessere maschinelle Unterstützung der Benutzer vorgeschlagen. Diese soll zusammen mit der Reduzierung elektronischer Formulare umgesetzt werden, um die Akzeptanz von Metadaten bei Benutzern zu erhöhen.

Im ResourceCenter soll zu jeder gespeicherten Lernressource ein Metadatensatz gespeichert werden. Um sicherzustellen, dass das für jede Ressource zutrifft, werden die Metadaten beim Aufladen der Ressource vom Benutzer erstellt. Das kann in einem Workflow durch Hintereinanderschalten von Metadateneditor und Dateiaufladeformular realisiert werden. Hierbei müssen die Benutzer im ersten Schritt mit dem Metadateneditor einen Metadatensatz in einem bestimmten Vollständigkeitsgrad erstellen, der die Lernressource beschreibt, die im zweiten Schritt mit Hilfe eines Dateiaufladeformulars aufgeladen werden kann. Durch diese Reihenfolge der Arbeitsschritte kann durch wenig Aufwand bei der Implementierung sichergestellt werden, dass zu jeder Lernressource ein Metadatensatz im ResourceCenter gespeichert wird. Dieser Workflow bietet aber noch keine Sicherheit, dass die erstellten Metadatensätze ein Minimum an ausgefüllten Datenfeldern erfüllen und so beispielsweise SCORM-konform sind, weil im Workflow keine Kontrolle der Vollständigkeit der Metadatensätze eingebettet ist. Die Benutzerfreundlichkeit wird durch die Integration dieses Kontrollschrittes auch nicht verbessert. Aus Sicht der Benutzer stellt sich dieser Workflow wie folgt dar: 1. Benutzer müssen mit dem Metadateneditor einen Metadatensatz erstellen, der die Lernressource mit einem definierten Minimum an Datenfeldern beschreibt, damit der Metadatensatz SCORM-konform ist. 2. Der erstellte Metadatensatz wird auf SCORM-Konformität überprüft. Ist der Metadatensatz SCORM-konform folgt Schritt 3, andernfalls gelangt der Benutzer wieder bei Schritt 1 an. 3. Die beschriebene Lernressource kann über das Dateiaufladeformular aufgeladen werden. Die Schwierigkeiten liegen bei diesem Workflow beim initialen Erstellen des Metadatensatzes im Arbeitsschritt 1. Hierbei wird der Benutzer mit einer aufwändigen Eingabemaske und der Aufgabe konfrontiert, ein definiertes Minimum an Datenfeldern zu füllen.

Mit dem Metadaten-Wizard wird der Workflow zum Aufladen von Lernressourcen in das ResourceCenter deutlich vereinfacht. Der Metadaten Wizard erstellt für den Benutzer automatisch einen Metadatensatz, der allen oben beschriebenen Anforderungen genügt. Hierfür zieht der Metadaten Wizard Informationen aus der aufzuladenden Lernressource und dem Benutzerprofil heran. Der Metadaten Wizard erstellt dann aus diesen Informationen unter Verwendung verschiedener Annahmen und Standardwerten einen Metadatensatz. Fehlende Informationen werden vom Benutzer abgefragt. Die derzeitige Implementierung des Metadaten-Wizards füllt 23 Datenfelder automatisch und fragt zusätzlich nur noch 4 Felder vom Benutzer ab.

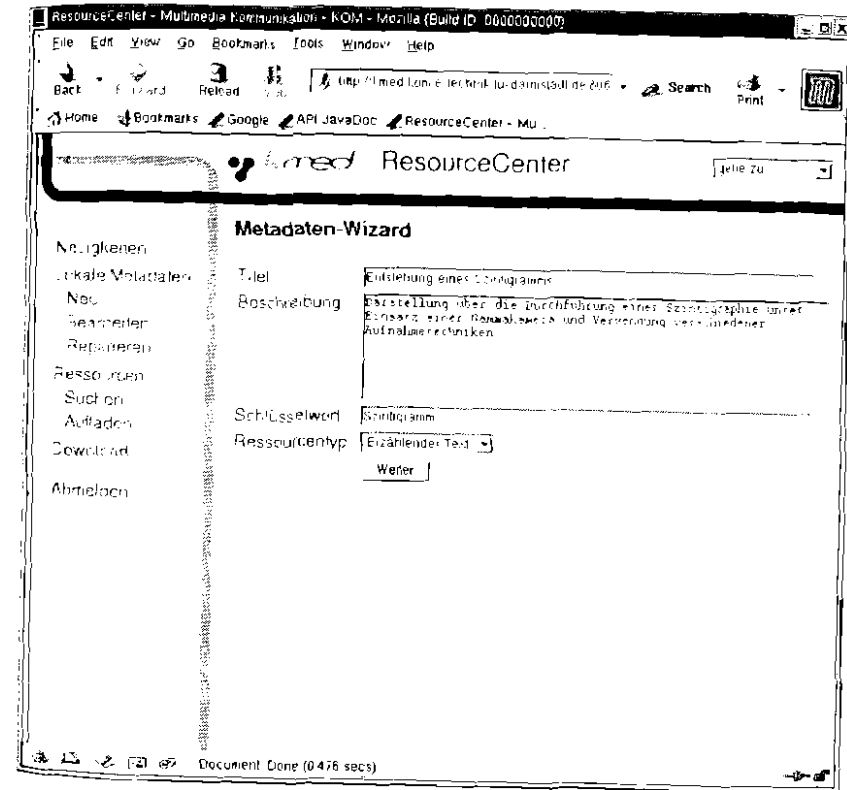


Abbildung 4: Der Metadaten-Wizard des ResourceCenters

Für die Integration des Metadaten Wizard in den Workflow zum Aufladen einer Lernressource in das ResourceCenter muss diese wie folgt geändert werden: 1. Über ein Datenladeformular wird die Lernressource auf das ResourceCenter geladen. 2. Der Metadaten Wizard fragt fehlende Metadaten ab. 3. Es wird automatisch ein SCORM-konformer Metadatensatz erstellt, der im Metadatenrechner angezeigt wird und nachträglich bearbeitet werden kann. 4. Es wird geprüft, ob der Metadatensatz nach dem Bearbeiten durch den Benutzer noch SCORM-konform ist. Ist der Metadatensatz SCORM-konform, wird die Lernressource verfügbar gemacht, sonst gelangt der Benutzer wieder zum Metadatenrechner. Abbildung 4 zeigt die Eingabemaske des Metadaten Wizards, aber die zusätzliche Metadaten einer Lernressource abgefragt werden, die nicht aus der Lernressource, dem Benutzerprofil und Standardvorgaben entnommen werden können. In der Eingabemaske werden nur noch Titel, Beschreibung, ein Schlüsselwort und der Ressourcentyp der Lernressource abgefragt.

5 Ähnliche Arbeiten

Das Ziel der Ariadne Foundation ist die Verbesserung der Lehre durch die Entwicklung von Lernobjekten, Methoden und Werkzeugen die das Teilen und Wiederverwenden von Lernmaterialien für Lehre und Ausbildung ermöglichen [Aria03]. Hierfür ist ein europaweit vernetztes Knowledge Pool System (KPS) errichtet worden. Interessant ist der Zentralisierte Server-Verbund des vernetzten Knowledge Pool Systems. Ariadne hat maßgeblich die Finanzierung von IEEE LOM und IMS LRM geprägt.

Das Projekt Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching (Merlot) stellt eine Bibliothek kostenfrei nutzbarer Inhalte dar [Mer104]. Merlot richtet sich an Studenten und Professoren von Hochschulen und Universitäten. Ein wichtiges Thema in Merlot ist das Reviewing von eingesperrten Ressourcen mit dem ein Qualitätsmanagement für Lernressourcen eingeführt werden soll.

6 Danksagung

Wir bedanken uns für die Förderung unserer Arbeit durch das Hessische Ministerium für Wissenschaft und Kunst (HMWK) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBWF) im Rahmen des Ausschreibungsprogramms „Neue Medien in der Bildung“.

7 Zusammenfassung und Ausblick

In dem vorliegenden Papier haben wir das ResourceCenter vorgestellt. Dabei haben wir den Metadatenrechner und -Wizard in den Fokus der Präsentation gerückt. Mit dem integrierten

Metadatenrechner bringt das ResourceCenter einen Editor zum Bearbeiten von Metadaten mit, der weltweit zu den Metadatenrechner zählt, die am weitesten die LRM-Spezifikation erfüllen. Dabei zeigt sich das ResourceCenter besonders benutzerefreundlich mittels des Metadaten Wizards, durch dessen reumtliche Lösung Metadatensätze nahezu automatisch erstellt werden können.

Aufgrund des gemeinsamen Ansatzes erfüllt das ResourceCenter auch spezifische Anforderungen in der medizinischen Aus- und Weiterbildung. Dazu zählen beispielsweise die Abbildung genommener Prüfungsfragen und Lernrichtlinienmaterialien sowie die fachspezifische Terminologie und fallbasierte Lehre.

Das ResourceCenter ist als Open Source Projekt für die Öffentlichkeit zugänglich [KOMA04]. Hiermit wollen wir ermöglichen, dass das ResourceCenter auch in anderen Projekten eingesetzt werden kann. Anstehende Arbeiten sind beispielsweise die Internationalisierung des ResourceCenters und die Fertigstellung der Versionierung von Ressourcen. Die Erweiterung des Metadaten-Wizards durch das Auswerten von Metainformationen, die in Dokumenten gespeichert sind, würde eine zusätzliche Vereinfachung für die Benutzer bringen. Das kommt auch aktuellen Interessen entgegenkommen. Metadaten schon beim Erstellen von Ressourcen zu erfassen.

Literatur

- [ADL01] Sharable Content Object Reference Model (SCORM) Version 1.2, Advanced Distributed Learning Initiative (ADL), Oktober 2001. <http://www.adlnet.org>.
- [Aria03a] Apache Toncaul, Apache Jakarta Project of the Apache Software Foundation, 2003. <http://jakarta.apache.org/toncaul/index.html>
- [Aria03b] Apache Xindice, Apache XML Project of the Apache Software Foundation, 2003. <http://xml.apache.org/xindice/>
- [Aria02] ARIADNE: Educational Metadata Recommendation Version 3.2, ARIADNE Foundation, Februar 2002. http://www.ariadne.eu.org/ariadne/ariadne/iriakuladung3_v32.html
- [Aria03] Ariadne Strategy - Version 1.2, Ariadne Foundation, 17.06.2003. <http://www.ariadne.eu.org/en/about/general/Ariadne%20Strategy%20Page.html>
- [DJCV+01] Erik Duval, Eddy Forté, Kris Cordinaels, Bart Verbeeven, Rafael Van Dam, Koen Hendriks, Maria Wendland Forté, Norbert Ebel, Marcy Makowicz, Ken Warkentyne, and Florence Haeumt, *The ARIADNE Knowledge Pool System*, COMMUNICATIONS OF THE ACM May 2001/Vol.44 No.5, Pages 74-78

- [DH03] Erik Duval and Wayne Hodgins. *A LOM Research Agenda*. WWW2003 - Twelfth InternationalWorldWideWeb Conference, 20-24 May 2003, Budapest, Hungary
- [HJSS03] Stefan Hoermann, Ronny John, Cornelia Seeberg, and Ralf Steinmetz. Evaluation von Datenbanken zur Speicherung von strukturierten Metadaten am Beispiel LOM. In Proceedings der DeLFI 2003 - 1. Fachtagung "e-Learning" der Gesellschaft für Informatik, September 2003.
- [HSGS03] Stefan Hoermann, Stefan Schneider, Ulrich Glowalla, and Ralf Steinmetz. Erstellung von SCORM-kompatiblen Kursen im Projekt k-MED. In *Rechnergestützte Lehr- und Lernsysteme in der Medizin*, pages 103-113. Shaker Verlag, Aachen, April 2003.
- [HSQL03] HSQL Database Engine, The Hypersonic SQL Group <http://www.hsqldb.org>
- [IEEE02] 1484.12.1 IEEE Standard for Learning Object Metadata. Learning Technology Standards Committee of the IEEE Computer Society, IEEE, June 2002
- [IMS01] IMS Learning Resource Meta-data Specification, IMS Global Learning Consortium, Inc., September 2001, <http://www.imsglobal.org/metadata/index.htm>
- [Kmed04] k-MED, Knowledge-Based Multimedia Medical Education, <http://www.k-med.org>
- [KOM04] ResourceCenter, Multimedia Kommunikation - KOM, Technische Universität Darmstadt, Jan 2004, <http://www.kom.tu-darmstadt.de/Downloads/resourcecenter.html>
- [Merl04] Merlot, Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching, <http://www.merlot.org>
- [Sun03] Java Servlet 2.4 Specification, Sun Microsystems, November 2003, <http://jcp.org/aboutJava/communityprocess/final/jsr154/index.html>