

Henning Lobin, Maik Stührenberg, Georg Rehm

Auf dem Weg zur adaptiven Lernumgebung: Zur Bedeutung offener Standards im eLearning

1 Einleitung

Der Begriff eLearning verfolgt die Idee, Inhalte statt durch einen Lehrer aus Fleisch und Blut durch einen Computer (*Computer Based Training*, CBT) bzw. Webbrowser (*Web Based Training*, WBT) zu vermitteln. Hierbei muss zunächst die prinzipielle Unterscheidung getroffen werden, ob die digitalen Medien den menschlichen Lehrenden ersetzen oder ihn unterstützen sollen (*Blended Learning*, Sauter und Sauter 2002). Mit dem Einsatz von CBT oder WBT geht eine Loslösung vom Klassenzimmer einher: Multimedial aufbereitetes und sequenziertes Lernmaterial, *Lernobjekte*, können die Inhalte nicht nur ortsunabhängig, sondern auch für den Lernenden durch interaktive Elemente transparenter und anschaulicher gestalten, Experimente müssen nicht mehr im Labor, sondern können auch auf dem heimischen Rechner oder dem PDA durchgeführt werden (allgemein hierzu Wendt 2003). Durch Hyperlinks verknüpfte Lernobjekte erlauben das Nachschlagen von Begriffen und bieten die Möglichkeit des Wiederholens von Inhalten – zu jeder beliebigen Zeit, an jedem beliebigen Ort. Lehrplattformen sollen dem Benutzer die gewünschten Lerninhalte in einer speziell für ihn aufbereiteten Weise präsentieren. Um diese Vision zu realisieren, existieren verschiedene staatliche und industrielle eLearning-Initiativen. Die benutzten Ansätze und Technologien sind jedoch häufig untereinander nicht kompatibel, was die Verwendung standardisierter Formate und offener Systeme sinnvoll erscheinen lässt, um den kritischen Aspekt der Nachhaltigkeit gewährleisten zu können.

Der vorliegende Beitrag betrachtet die Entwicklung und den Einsatz von Lernobjekten aus texttechnologischer Perspektive (Lobin und Lemnitzer 2004, Rehm 2004). Der Artikel basiert auf Arbeiten, die im Rahmen eines durch das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) geförderten Projekts durchgeführt werden, das die Entwicklung einer Lehrplattform für die Computerlinguistik-Ausbildung zum Ziel hat. Im Bereich der Texttechnologie sind in den letzten Jahren Methoden entwickelt worden, die es erlauben, textbasierte Inhalte, die auch multimediale Elemente umfassen können, effizient und nachhaltig zu verarbeiten. Mit einer derartigen Aufbereitung von Lernobjekten konvergieren zwei bisher getrennt voneinander erforschte Bereiche mit der Folge, dass Formen der Vermittlung von Inhalten entwickelt werden können, die – unabhängig

von spezifischen medialen und technischen Ausprägungen – in der Lage sind, den menschlichen Lerner deutlicher als bisher in den Mittelpunkt zu stellen.

2 eLearning – der aktuelle Stand aus technischer Sicht

Betrachtet man zur Zeit im Einsatz befindliche eLearning-Systeme (Schulmeister 2001), die auf den WBT-Markt ausgerichtet sind, so kann festgehalten werden, dass die Datenstrukturen dieser Produkte untereinander häufig inkompatibel sind und sich alle als eine Kombination aus einer HTML-basierten Oberfläche und einer zu Grunde liegenden Datenbank darstellen. HTML ist als Datenhaltungsformat für eLearning-Inhalte, die inhärent gut strukturierbare Informationen darstellen, nur bedingt geeignet, da es kaum Möglichkeiten zur semantischen Auszeichnung und nur wenige Elemente zur expliziten Strukturierung bietet. Obwohl es die vorherrschende Markup-Sprache zur Darstellung textueller Inhalte ist, verwenden nahezu alle eLearning-Systeme zusätzlich proprietäre Formate wie Macromedia Flash oder Shockwave, um Animationen oder interaktive Präsentationen darzustellen. Das hierdurch entstehende Problem ist offensichtlich: Mit der Wahl einer Software bindet man sich an dieses Produkt und liefert sich in Bezug auf zukünftige Entwicklungen der Willkür des Herstellers aus. Das gilt nicht nur für die Unterstützung weiterer Standards, sondern auch und vor allem für die konzeptionelle Weiterentwicklung der Lehrplattform. Selbst der Umstieg auf eine andere Lehrplattform kann durch die Verwendung proprietärer Formate nahezu unmöglich gemacht oder nur mit immensem Aufwand vollzogen werden.

Offene Formate und Open-Source-Lösungen dagegen erreichen sehr schnell eine große Verbreitung und sind in vielfältigen Ausprägungen verfügbar. Der Fortbestand solcher Softwarelösungen ist durch die offenen Quelltexte in sehr viel stärkerem Maße gesichert als bei Produkten einzelner Unternehmen. Selbst wenn die Entwicklung einer Software eingestellt würde, erlaubte die selbständige Bearbeitung der Quelltexte die Pflege der Software und somit die Weiterführung und den Ausbau des eigenen eLearning-Angebots. Ein zentraler Aspekt in diesem Kontext betrifft die Erweiterung von Metadaten-Beschreibungen zum Zwecke der Beschreibung adaptiver Lernobjekte (vgl. Conlan et al. 2001 und Saddik et al. 2002).

Auch auf der Lernerseite ergeben sich Nachteile durch die Benutzung proprietärer Systeme und Formate. Anwender, die aus unterschiedlichen Gründen die notwendigen PlugIns für multimedialen Content nicht installiert haben (oder für deren Betriebssysteme eine solche Erweiterung nicht verfügbar ist), werden unmittelbar von deren Nutzung ausgeschlossen.

Allgemein kann festgehalten werden, dass die Verwendung proprietärer Ansätze sowohl die Wiederverwendung als auch die Modularisierung von Lernobjekten stark einschränkt. Ein Mittel zur Vermeidung der geschilderten Probleme ist der Einsatz XML-strukturierter Daten (vgl. Saddik et al. 2001 und Wiest und Zell 2001).

3 Strukturierung von Lernobjekten mit Hilfe von XML

3.1 Eine kurze Einführung in XML

Das zentrale Mittel zur nachhaltigen Nutzung textbasierter Lehrmaterialien bildet die strukturelle Textauszeichnung. Hierunter wird die Einfügung von Markierungen in einen Text verstanden, die spezifische Eigenschaften einzelner Textteile explizit auszeichnen (Sperberg-McQueen et al. 2000). Derartige Markierungen, auch Annotation oder Markup genannt, setzen sich aus einem Anfangs- und gegebenenfalls einem Endtag zusammen. Insbesondere zu Darstellungszwecken werden schon seit den sechziger Jahren Textauszeichnungsverfahren angewendet. Aber erst mit der *Standard Generalized Markup Language* (SGML, ISO 8879, 1986), einer standardisierten Metasprache zur Definition von Markup-Sprachen, stand ab 1986 eine Methode zur Verfügung, durch die die Textauszeichnung von bestimmten Anwendungssystemen unabhängig wurde. Die bekannteste Anwendung von SGML wurde die *Hypertext Markup Language* (HTML, Raggett et al. 1999). Eine vereinfachte Version von SGML, die *Extensible Markup Language* (XML, Bray et al. 2000), hat SGML heute weitgehend ersetzt.

Eine der grundlegenden Neuerungen im Bereich des Dokument-Markup besteht darin, die durch Tags annotierten Textteile in einen hierarchischen Zusammenhang zu bringen, anstatt sie lediglich linear anzuordnen (Lobin 2001). Die Textteile befinden sich dadurch nicht nur in der noch immer vorhandenen sequenziellen Reihenfolge, sondern stehen zusätzlich in einer Teil-Ganzes-Beziehung zueinander. Ein Textelement „Kapitel“ kann somit z. B. aus den Textelementen „Überschrift“, drei Absatz- und einem Abbildungselement bestehen. Das Kapitellement seinerseits konstituiert mit anderen Elementen ein Textelement „Buch“.

Informationselemente, die in dieser Weise verschachtelt sind, lassen sich grafisch und formal als Bäume darstellen. Die Interpretation von Textdokumenten als Bäume hat einige große Vorteile gegenüber einer linearen Textauszeichnung: Wenn in einem Baum einem Element eine Eigenschaft zugeordnet ist, kann z. B. festgelegt werden, dass diese Eigenschaft auch allen diesem Element untergeordneten Elementen zukommt, sofern bei ihnen nicht explizit etwas anderes

vermerkt ist. Dieses Prinzip der Vererbung von Eigenschaften ist also ein Mittel, Teilen eines Dokuments effizient Merkmale zuzuordnen. Weiterhin erlaubt die Baumstruktur eine recht präzise Navigation im Dokument. Ein Ausdruck wie „der zweite Absatz im nachfolgenden Kapitel“ kann leicht als ein Pfad durch den Dokumentbaum dargestellt werden.

Aus Sicht der maschinellen Verarbeitung annotierter Dokumente können wegen der Universalität baumartig strukturierter Information in der Informationstechnologie viele Verfahren aus anderen Bereichen übernommen werden. Bei der Überprüfung beispielsweise, ob ein XML-Dokument eine korrekt aufgebaute Baumstruktur aufweist, können Validierungs-Techniken angewendet werden, die aus dem Compilerbau stammen. Aus Sicht der Linguistik ist jedoch der wichtigste Vorteil der Verwendung von Baumstrukturen, dass man diese durch Grammatiken beschreiben kann und Grammatiktheorie und Grammatikformalismen in der Linguistik als gut untersuchte Gebiete gelten können. In XML ist nicht nur kodifiziert, wie die Baumstruktur eines Dokuments formal zu notieren ist, es beinhaltet auch eine Sprache zur Definition von Dokumentgrammatiken, die als Dokumenttyp-Definitionen (DTDs) bezeichnet werden.

Man kann die Verwendung strukturierter Dokumente als das Durchlaufen eines Lebenszyklus konzeptualisieren (Lobin 2000). Danach folgen auf die Phasen der *Strukturierung* und der *Datenerfassung* die der *Bearbeitung* und des *Viewings* bzw. der *Konvertierung*, bevor sich der Zyklus mit der Phase der *Revisionierung* schließt. In allen diesen Phasen spielt die DTD eine zentrale Rolle bei der Automatisierung der beteiligten Verarbeitungsprozesse. Die Datenerfassung geschieht z. B. in XML-Editoren, die die DTD nutzen, um den Benutzer bei der Datenerstellung zu leiten. Bei der Bearbeitung der Dokumente können durch die Festlegung aller möglichen Dokumentstrukturen in der DTD sehr komplexe Transformationen generisch definiert werden.

3.2 XML-strukturierte Lernobjekte

In XML entspricht jede Deklaration einer Informationseinheit, ein sog. Element, einer Regel, die angibt, aus welchen untergeordneten Informationseinheiten dieses Element zusammengesetzt sein soll. Durch Element-Deklarationen werden also nicht Informationen direkt ausgedrückt, sondern sie bilden strukturelle Informationen. Der Sinn der Textauszeichnung kann darin bestehen, einen Textabschnitt eindeutig identifizierbar zu machen (z. B. eine Definition), eine Zuordnung zu einer Gruppe gleich zu behandelnder Textabschnitte vorzunehmen (z. B. Überschriften) oder Metadaten – Informationen über die annotierten Informationen – zur Verfügung zu stellen (z. B. Bearbeiter und Datum der letzten Änderung eines Textabschnitts). Dementsprechend können sehr unterschiedliche Verarbeitungsverfahren von der Annotation Gebrauch machen: In einem Hypertext-System kann durch Links auf eindeutige Textstellen verwiesen werden (Brow-

sing), eine Gruppe von gleich ausgezeichneten Textabschnitten kann grafisch gleich behandelt werden (visuelle Textgestaltung) und Metadaten können auch genutzt werden, um in einem Korpus Textabschnitte mit bestimmten Eigenschaften aufzufinden (Information Retrieval). Im Falle eines Lernobjekts kann man demzufolge sagen, dass Regeln dessen konstitutive Teile so miteinander in Verbindung setzen, dass die Bedeutung des Lernobjekts transferierbar und rekonstruierbar wird.

Was kann man nun aber unter seiner Bedeutung verstehen? In die Entwicklung von Lehrmaterialien fließen Überlegungen zum didaktischen Aufbau, zur Begrifflichkeit, zur Verknüpfung mit anderen Lehrmodulen und zum erwarteten Vorwissen des Lerners ein. In gut strukturierten Lernobjekten sollten diese Überlegungen in expliziter Form aus der Annotation deutlich werden. Die DTD, die die möglichen Strukturen eines Lernobjekts beschreibt, beinhaltet somit abstraktes Strukturwissen zur Didaktik von Lehrmodulen, die Annotation eines Lernobjekts dessen konkrete Umsetzung.

In den einzelnen Phasen des Lebenszyklus von Lernobjekten erweist sich die Verfügbarkeit einer expliziten Annotation in verschiedener Weise als nützlich:

- *Produktion*: Während der inkrementellen Produktion eines Lernobjekts verfolgen Editoren den Aufbau des entstehenden Dokuments und gleichen ihn mit der DTD ab. Es kann angegeben werden, welche Elemente an einer bestimmten Stelle strukturell eingefügt werden können, und unerlaubte Elementeneinfügungen können verhindert werden. Die didaktische Struktur und die geforderten Metadaten zur Nutzung und zu den Voraussetzungen des Lernobjekts werden also von vornherein in Hinsicht auf ihre Vollständigkeit überwacht.
- *Validierung*: Ein vorliegendes Lernobjekt wird dahingehend überprüft, ob sich seine Baumstruktur von den in der Grammatik enthaltenen Regeln ableiten lässt. Nur wenn dies sichergestellt ist, kann das einzelne Lernobjekt in ein größeres Geflecht von Lernobjekten eingegliedert und in flexibler Weise im Rahmen eines Lehrsystems genutzt werden.
- *Retrieval*: Das Auffinden von Informationen kann durch DTDs unterstützt werden. Soll z. B. ein Textelement Test mit einem bestimmten Stichwort gesucht werden, kann die Suche auf solche Abschnitte des Lernobjekts beschränkt werden, in denen ein Element Test überhaupt nur vorkommen kann.

Weitere Verwendungsideen der Annotation XML-strukturierter Lernobjekte reichen über den gegenwärtigen Stand in bereits eingesetzten Lehrsystemen noch hinaus. Tendenzen einer mittelfristig zu erwartenden Ausweitung der Nutzung von Lernobjekten werden in Abschnitt 4 diskutiert.

Es existieren verschiedene Ansätze, Lerninhalte mit Hilfe von XML zu strukturieren, ein Beispiel ist die komplexe *Educational Modelling Language* (EML, <http://eml.ou.nl>). Ein Großteil der bisherigen Arbeiten beschränkt sich darauf, Sets von Metadaten, also Informationen über den eigentlichen Inhalt, zu definieren und diese dann in XML zu implementieren. Ein prominentes Beispiel hierfür ist die *IMS Learning Resource Meta-data Specification* des *IMS Global Learning Consortiums* (<http://www.imsproject.org/metadata/>).

Da die Verwendung von Lehrmodulen in hohem Maße abhängig ist von der Annotation mit Metadaten, war auch bei der Entwicklung einer eigenständigen Markup-Sprache für eLearning-Module der erste Schritt die Sichtung der verschiedenen Metadaten-Standards. Der Metadatensatz *Learning Object Metadata* des *IEEE Learning Technology Standards Committee* (LTSC, <http://ltsc.ieee.org>) gilt als wichtigste Initiative zu diesem Thema: *Learning Object Metadata* (LOM) ist seit Juni 2002 ein IEEE-Standard, der in unterschiedlicher Form in vielen Projekten eingesetzt wird, so bauen etwa die Implementierungen des *IMS Global Learning Consortium* (<http://www.imsproject.org>) auf LOM auf. Aus diesem Grund enthält auch die entwickelte DTD den vollständigen LOM-Metadatensatz (Version 1.0 Final Draft), wodurch die Nachhaltigkeit der annotierten Inhalte gesichert wird.

Der Learning-Object-Metadata-Standard (LOM) definiert neun Kategorien von Metadaten, die sich ihrerseits aus mehreren Einträgen zusammensetzen (*IEEE 1484.12.1 Learning Object Metadata Working Group* 2002):

1. *General*: Beinhaltet allgemeine Informationen über das Lernobjekt wie Titel, verwendete Sprachen, Beschreibung und Schlüsselwörter. Das wichtigste Attribut in dieser Kategorie ist der Aggregationsgrad (*Aggregation Level*), der Aussagen über die Komplexität eines Lernobjekts macht: Der Aggregationsgrad 1 beschreibt ein atomares, nicht weiter unterteilbares Lernobjekt, z. B. eine Abbildung. Lernobjekte des Aggregationsgrades 2 sind aufgebaut wie eine Textseite (mit evtl. eingebetteten Bildern). Der Aggregationsgrad 3 bezeichnet eine Ansammlung von Level 2 Lernobjekten, die einen Kurs repräsentieren, z. B. in Form einer Übersichtsseite mit daran angeschlossenen Inhaltsseiten. Ein Lernobjekt des Aggregationsgrades 4 schließlich ist ein Set von Kursen, das dem Erreichen eines Abschlusses dient.
2. *LifeCycle*: Enthält Angaben über Lebenszyklusphasen sowie Mitwirkende.
3. *Meta-Metadata*: Hier werden Informationen über die Metadaten eingetragen, da Metadaten durchaus auch von anderen Personen als den Autoren des Lehrmoduls erstellt worden sein können.

4. *Technical*: Enthält technische Angaben wie das Format und die Größe des Lernobjekts, aber auch Installations- und Bedienungsvoraussetzungen, die für die Nutzung erfüllt sein müssen.
5. *Educational*: Hier können Angaben über das empfohlene Alter des Lernenden, den Grad der Interaktivität, die semantische Dichte sowie den Schwierigkeitsgrad eingetragen werden.
6. *Rights*: Beinhaltet Informationen zu Urheberrechten und evtl. Kosten.
7. *Relation*: Mit Hilfe dieser Informationen können Beziehungen zwischen einzelnen Lernobjekten hergestellt werden. Dazu stehen verschiedene Arten von Relationen zur Verfügung, z. B. is-part-of, is-basis-for oder is-referenced-by.
8. *Annotation*: Enthält Anmerkungen zum Lernobjekt.
9. *Classification*: Hier kann das Lernobjekt mit Hilfe eines Taxonomie-Pfades und Schlagworten in den Kontext des jeweiligen Fachgebietes eingeordnet werden.

Diese Metadaten beschreiben Lernobjekte in vielfacher Hinsicht. Die in ihnen hinterlegten Informationen erlauben es nicht nur dem menschlichen Lehrenden, Inhalte nach bestimmten Kriterien zu selektieren, sie erleichtern auch eLearning-Plattformen die automatische Auswahl von Lernobjekten.

4 Die Zukunft – adaptives Lernen und intelligente eLearning-Systeme

Der hier dargestellte Stand hinsichtlich der Standardisierung von eLearning-Inhalten wird schon in naher Zukunft überholt sein. Aktuelle Forschungen im stetig an Bedeutung gewinnenden Bereich der digital vermittelten Bildung und Weiterbildung zielen darauf ab, dass sich die virtuellen Lernumgebungen mehr und mehr den individuellen Bedürfnissen und Lernfortschritten ihrer Nutzer anpassen sollen. Das Ziel, dem diese Bemühungen weltweit – aber vor allem in Europa – gelten, heißt adaptives Lernen.

Schon jetzt existieren Ansätze, didaktische Modelle und Konzepte in die Metadaten von Lernobjekten zu integrieren: Die *Educational Modelling Language* (EML) stellt beispielsweise ein didaktisches Rollenmodell zur Verfügung. Darauf aufbauend kombiniert die Spezifikation *IMS Learning Design* die Ansätze von EML mit bisherigen Arbeiten erstmalig zu einem Gesamtbild (<http://www.imsproject.org/learningdesign/>). Darüber hinaus wird derzeit durch die Arbeitsgruppe „Standardisierung – Didaktik eLearning“ des Referats „Entwicklungsbegleitende Normung“ des Deutschen Instituts für Normung (DIN) ein

standardisiertes Beschreibungsformat zur Abbildung didaktischer Modelle konzipiert.

Eine entsprechend angepasste eLearning-Plattform wäre mit einer Auswahl von Lernobjekten eines beliebigen Inhalts in der Lage, je nach Vorliebe des Benutzers (oder Vorgabe des Lehrenden) den Unterrichtsgegenstand nach bestimmten didaktischen Ansätzen zu präsentieren. Dadurch könnten bei einzelnen didaktischen Methoden schwächere Lernende gezielt trainiert werden, neben der Vermittlung des Inhalts kann die Methode als gleichberechtigtes Lernziel in den Vordergrund treten.

Aber auch Adaptivität in einem zweiten Sinne wird die eLearning-Systeme der Zukunft auszeichnen: Je nach Kenntnisstand des Lernenden wird das System automatisch einen Lernpfad durch die Lernobjekte wählen. Einsteiger können damit behutsam an ein Thema herangeführt werden, während fortgeschrittene Lerner automatisch Abschnitte überspringen, deren Inhalt sie bereits kennen. Dadurch wird die Lernmotivation durchgängig auf einem hohen Niveau gehalten und jeder Einzelne kann gezielt gefordert und gefördert werden. Voraussetzung dafür ist die Verfeinerung der Abbildung der Relationen von Lernobjekten untereinander – die „Web-Didaktik“ von Meder (2003) stellt diesbezüglich einen viel versprechenden Ansatz dar. Ebenso denkbar wäre der Einsatz von RDF-Beschreibungen (*Resource Description Framework*, Lassila und Swick 1999), um die Beziehungen zwischen Lernobjekten in Form von Taxonomien darzustellen (als Beispiel sei an dieser Stelle auf das *RDF Schema for Learner* verwiesen, das auf <http://www.learninglab.de/~dolog/learnerrdfbindings/> zu finden ist) oder die Nutzung der OWL Web Ontology Language (McGuinness und van Harmelen 2004), die weit reichende Möglichkeiten zur Darstellung von Beziehungen und Ontologien bietet (Dolog und Henze 2003). Beide Maßnahmen würden der Plattform die Möglichkeit geben, Schlüsse über didaktische Modellierungen ziehen zu können und sich dem Lerner anzupassen.

Ein dritter Aspekt besteht schließlich darin, die Materialien selbst in unterschiedlicher medialer und presentationeller Form verfügbar zu machen. XML-strukturierte Lernobjekte verhalten sich neutral gegenüber ihrer medialen Aufbereitung. Schon jetzt werden im MiLCA-Projekt aus ein und demselben Pool von Lernobjekten nicht nur Web-basierte eLearning-Systeme unterstützt, sondern parallel dazu auch Print-Versionen hergestellt. Ein weiterer Schritt ist die Generierung alternativer Versionen, die für andere digitale Endgeräte optimiert sind. Zusammen mit den Überlegungen zur Benutzeradaptivität der Inhaltspräsentation lässt sich auch die Produktion gedruckter Lehrmaterialien realisieren, die auf die Bedürfnisse eines bestimmten Benutzers angepasst sind („Print-on-Demand“).

Am Ende der Entwicklung werden intelligente eLearning-Systeme stehen, die einen Benutzer unter Berücksichtigung seiner individuellen Lernfortschritte,

aber auch seiner Lernfrequenz und persönlicher Gedächtnis- und Verständnisleistungen mit maßgeschneiderten Lehrmaterialien in unterschiedlichen medialen Ausprägungen versorgen, die erzielten Lernfortschritte kontrollieren und in die Berechnung der nächsten Lernschritte einfließen lassen. Grundlage dafür bilden stark mit Metadaten angereicherte, systematisch didaktisch strukturierte Lernobjekte, die system- und medienunabhängig zugänglich sind.

Literatur

- Bray, Tim; Paoli, Jean; Sperberg-McQueen, C. M. und Maler, Eve (2000): “Extensible Markup Language (XML) 1.0 (Second Edition)“. Technische Spezifikation, World Wide Web Consortium. Online verfügbar: <http://www.w3.org/TR/2000/REC-xml-20001006>.
- Conlan, Owen; Hockemeyer, Cord; Lefrere, Paul; Wade, Vincent und Albert, Dietrich (2001): “Extending Educational Metadata Schemas to describe Adaptive Learning Resources“. In: *Hypertext '01: Proceedings of the twelfth ACM Conference on Hypertext and Hypermedia*, herausgegeben von Davies, Hugh; Douglas, Yellowlees und Durand, David G. Association for Computing Machinery, ACM, New York, S. 161–162.
- Dolog, Peter und Henze, Nicola (2003): Personalization Services for Adaptive Educational Hypermedia. In: *Proc. of International Workshop on Adaptivity and User Modelling in Interactive Systems*, LLA, Karlsruhe.
- IEEE 1484.12.1 Learning Object Metadata Working Group (2002): *Standard for Learning Object Metadata, Final Draft V. 1.0*. Learning Technology Standards Committee (LTSC). Online verfügbar: <http://ltsc.ieee.org/wg12/> (zuletzt eingesehen am 20. Dezember 2002).
- ISO 8879 (1986): “Information Processing – Text and Office Information Systems – Standard Generalized Markup Language“. Internationaler Standard, International Organization for Standardization, Genf.
- Lassila, Ora und Swick, Ralph R. (1999): “Resource Description Framework (RDF). Model and Syntax Specification“. Technische Spezifikation, World Wide Web Consortium. Online verfügbar: <http://www.w3.org/TR/REC-rdf-syntax/>.
- Lobin, Henning (2000): „Service-Handbücher – Linguistische Aspekte im Document-Lifecycle“. In: *Raum, Zeit, Medium – Sprache und ihre Determinanten. Festschrift für Hans Ramge*, herausgegeben von Richter, Gerd; Riecke, Jörg und Schuster, Britt-Marie, Darmstadt: Hessische Historische Kommission, S. 791 – 808.

- Lobin, Henning (2001): *Informationsmodellierung in XML und SGML*. Berlin, Heidelberg: Springer.
- Lobin, Henning und Lemnitzer, Lothar (Herausgeber) (2004): *Texttechnologie – Anwendungen und Perspektiven*. Tübingen: Stauffenburg. Erscheint.
- McGuinness, Deborah L. und van Harmelen, Frank (2004): „OWL Web Ontology Language. Overview“. Technische Spezifikation, World Wide Web Consortium. Online verfügbar: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>.
- Meder, Norbert (2003): *Web-Didaktik. Eine neue Didaktik webbasierten, vernetzten Lernens*. Bielefeld: Bertelsmann Verlag.
- Raggett, Dave; Hors, Arnaud Le und Jacobs, Ian (1999): “HTML 4.01 Specification”. Technische Spezifikation, World Wide Web Consortium. Online verfügbar: <http://www.w3.org/TR/html401/>.
- Rehm, Georg (2004): „Texttechnologischer Grundlagen“. In: *Computerlinguistik und Sprachtechnologie – Eine Einführung*, herausgegeben von Klabunde, Ralf; Carstensen, Kai-Uwe; Ebert, Christian; Endriss, Cornelia; Jekat, Susanne; Langer, Hagen und Schiehlen, Michael, Heidelberg: Spektrum. 2. Auflage. Erscheint.
- Saddik, Abdulmotaleb El; Fischer, Stephan und Steinmetz, Ralf (2001): “Reusability and Adaptability of Interactive Resources In Web-Based Educational Systems”. *ACM Journal of Educational Resources in Computing (JERIC)* 1 (1).
- Saddik, Abdulmotaleb El; Ghavam, Amir; Fischer, Stephan und Steinmetz, Ralf (2002): “Metadata for Smart Multimedia Learning Objects”. *Proceedings of the fourth Australasian Computing Education Conference*.
- Sauter, Annette M. und Sauter, Werner (2002): *Blended Learning – Effiziente Integration von ELearning und Präsenztraining*. Neuwied, Kriftel: Luchterhand.
- Schulmeister, Rolf (2001): *Virtuelle Universität – Virtuelles Lernen*. München, Wien: Oldenbourg.
- Sperberg-McQueen, C. M.; Huitfeldt, Claus und Renear, Allen (2000): “Meaning and Interpretation of Markup”. *Markup Languages - Theory & Practice* 2 (3): S. 215–234.
- Stührenberg, Maik (2002): “Using XML Learning Objects – Current and Future Benefits for WBT Scenarios”. In: *International Workshop on Interactive Computer Aided Learning (ICL)*, herausgegeben von Auer, Michael E. und Auer, Ursula. Kassel University Press. Fachhochschule Kärnten, Villach.
- Wendt, Matthias (2003): *CBT und WBT – konzipieren, entwickeln, gestalten*. München, Wien: Hanser.
- Wiest, Simon und Zell, Andreas (2001): “Improving Web Based Training using an XML content base”. In: *World Conference on Educational Multimedia*,

Lobin/Stührenberg/Rehm: *Auf dem Weg zur adaptiven Lernumgebung: Zur Bedeutung offener Standards im eLearning* 11

Hypermedia & Telecommunication (ED-MEDIA). Tampere/Finnland, S. 2045–2050.